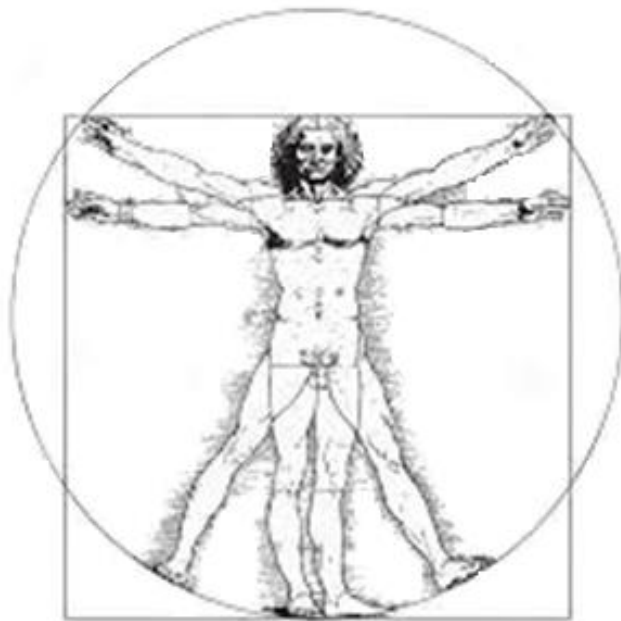


Л. А. Васьковець

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ



Харків

НТУ «ХПІ»

2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Л. А. Васьковець

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

**Конспект лекцій
для студентів спеціальності 263 – Цивільна безпека,
освітня програма – Охорона праці
Частина 1**

Затверджено
редакційно-видавничою радою
НТУ «ХПІ», протокол № 3
від 12 жовтня 2023 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2024

УДК 612.1:331.45(075)

Рецензент:

Твердохлебова Н.Є. – доктор філософії, доц. кафедри «Безпека праці та нвіколишнього середовища» Харківського національного університету «Хаврківський політехнічний інститут»

Васьковець Л.А.

Фізіологія людини: конспект лекцій для студентів спеціальності 263 – Цивільна безпека, освітня програма – Охорона праці. Части 1 / Л. А. Васьковець. – Харків : НТУ «ХПІ», 2024. – 291 с.

Конспект лекцій створено згідно з програмою викладання дисципліни «Фізіологія людини» для студентів спеціальності 263 – Цивільна безпека, освітня програма – Охорона праці.

Розглядаються закономірності функціонування людського організму та його зміни у процесі праці. Надані терміни та визначення основних понять фізіології. Викладено сучасні уявлення про будову клітин, біоелектричні потенціали, серцево-судинну та дихальну системи, функціонування нервової і м'язової систем, рухового апарату людини, ендокринної і сенсорних систем. Наведено фізіологію виділення і травлення. Містяться завдання для самостійної роботи.

Розрахований на студентів спеціальності 263 – Цивільна безпека, освітня програма – Охорона праці, може бути корисним аспірантам і викладачам вищих навчальних закладів освіти.

Іл. 74 Табл. 1 Бібліогр. 28 найм.

УДК 612.1:331.45(075)

© Л. А. Васьковець, 2024

***«Жити – значить працювати.
Праця є життя людини»
Вольтер (Франсуа Мари Аруэ)***

ВСТУП

Фізіологія людини – є однією з дисциплін, що формує розуміння закономірностей функціонування організму і його структур в їх сукупності та взаємодії організму з навколишнім середовищем та забезпечує міждисциплінарний інтегрований зв'язок знань студентів у професійній сфері і яка є базою для подальшого вивчення спеціальних дисциплін майбутніми фахівцями з охорони праці.

Фізіологія узагальнює здобутки досліджень, що отримані анатомією, гістологією, цитологією, молекулярною біологією, біохімією, біофізикою та іншими науками, об'єднуючи їх в єдину систему знань про діяльність організму та її зміни під впливом умов праці. Фізіологія розкриває механізми здійснення функцій живого організму, їх зв'язок між собою, регуляцію та пристосування до умов довкілля.

Об'єктом вивчення фізіології – є живий організм як цілісної системи, діяльність якої забезпечується взаємодією складових його частин. Дослідження процесів, що забезпечують існування цілісного організму і його взаємодію з зовнішнім середовищем, дозволяє з'ясувати причини, умови і характер зрушень його діяльності під впливом несприятливих факторів. Отже, фізіологія допомагає визначити шляхи, заходи і засоби зменшення шкідливих впливів на організм, нормалізувати функції організму, тобто відновити працездатність та зберегти здоров'я людини. Тому фізіологія є теоретичним підґрунтям охорони праці. Завдяки проведенню фізіологічних досліджень створюються передумови для прийняття багатьох законодавчих актів з охорони праці та на їх підставі відповідних норм, правил, інструкцій ін.

У житті людини, її формуванні і розвитку вирішальну роль грає праця, як важливіша складова її повноцінного існування. Саме завдяки здійсненню виробничої діяльності реалізуються особистісні інтереси та прагнення людини, забезпечується економічне благополуччя, створюється

інтелектуальний і матеріальний потенціал суспільства, обороноздатність країни.

У той же час через вплив виробничих факторів у світі щорічно вмирає 2 млн. людей. Головним чином через професійно-обумовлені онкологічні (32 %) та серцево-судинні (23 %) захворювання, 19 % – через нещасні випадки. На Україні за 2019 рік робочими органами виконавчої дирекції Фонду соціального страхування України зареєстровано 4394 (з них 410 – смертельно) потерпілих від нещасних випадків на виробництві. Загальна кількість встановлених діагнозів професійних захворювань за 2019 рік – 5 699 діагнозів. У структурі професійних захворювань перше місце належить хворобам органів дихання – 41,1 % від загальної кількості діагнозів по Україні (2 343 випадки). На другому місці – захворювання опорно-рухового апарату (радикулопатії, остеохондрози, артрити, артрози) – 25,5 % (1 451 випадок). Третє місце за хворобами слуху – 23 % (1 311 випадків), четверте за вібраційною хворобою – 5,7 % (326 випадків). Це свідчить про актуальність і необхідність застосування знань про функціонування людського організму та вплив на працівників виробничих факторів для профілактики професійних захворювань і нещасних випадків на виробництві, розробки та впровадження фізіологічно обґрунтованих заходів організації трудового процесу.

Вивчення фізіології людини необхідно для наукового обґрунтування і створення безпечних умов праці. Фізіологічні закономірності діяльності організму є основою наукової організації праці та підвищення її продуктивності. Фізіологічні дослідження є підґрунтям розробки методів та засобів захисту працюючих, раціональної організації трудового процесу та робочих месць, режимів праці і відпочинку, а також оцінки ефективності оздоровчих заходів, що застосовуються.

Знання фізіологічних основ функціонування людського організму, що здійснюються у різних органах і тканинах, механізмів регуляції життєвих проявів, розуміння процесів взаємодії організму з навколишнім середовищем і змін під час трудового процесу є фундаментальною теоретичною основою, на якій ґрунтується підготовка майбутнього фахівця з охорони праці. Вони дозволятимуть кваліфіковано здійснювати управління охороною праці на підприємстві з врахуванням завдань безпеки виробництва, фізіологічних можливостей та рівня професійної підготовленості працівників.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АДГ – Антидіуретичний гормон АМФ – Аденозинмонофосфат АНС – Автономна нервова система АР – Адренорецептор АРФ – Абсолютна рефрактерна фаза АТФ – Аденозинтрифосфат АХ – Ацетилхолін АХЕ – Ацетилхолінестераза БАР – Біологічно активна речовина БКТ – Бульбокортикальний тракт БР – Барорецептори ВДГ – Вентральна дихальна група ВНД – Вища нервова діяльність ВНС – Вегетативна нервова система ВО – Виконавчі органи ВП – Важкість праці ВРФ – Відносна рефрактерна фаза ГП – Генераторний потенціал ГПСП – Гальмівний постсинаптичний потенціал ГР – Гормон-рецептор ДК – Дихальний коефіцієнт ДНК – Дезоксирибонуклеїнова кислота ДО – Дихальний об'єм ДР – Динамічна робота ЕЕГ – Електроенцефалограма ЕКГ – Електрокардіограма ЕМГ – Електроміограма ЕМП – Електромагнітне поле ЕРС – Електрорушійна сила ЖЕЛ – Життєва ємність легень ЗЕЛ – Загальна ємність легень ЗО – Залишковий об'єм ЗПСП – Збуджувальний постсинаптичний потенціал ІП – Інтенсивність праці КАВ – Коефіцієнт альвеолярної вентиляції КЕК – Киснева ємність крові КЛВ – Коефіцієнт легеневої вентиляції КПР – інцевий пристосувальний результат КРД – Критичний рівень деполяризації КФ – Коефіцієнт фільтрації ЛП – Латентний період МВЛ – Максимальна вентиляція легень МП – Мембранний потенціал	МП – Мертвий простір МПС – Мембранний потенціал спокою МТГ – Меланотропний гормон НА – Норадреналін НП – Напруженість праці ОРЕ – Осмотична резистентність еритроцитів ОЦК – Об'єм циркулюючої крові ПД – Потенціал дії ПС – Потенціал спокою ПЧ – Протромбіновий час ПШ – Повітроносні шляхи РА – Руховий апарат РД – Резерв дихання РДС – Робочий динамічний стереотип РМ – Робоче місце РНК – Рибонуклеїнова кислота РО – Рухова одиниця РП – Регульовані параметри РФ – Ретикулярна формація СЛТС – Система «людини–техніка–середовище» СО – Систолічний об'єм СПР – Саркоплазматичний ретикулум СР – Статична робота СТГ – Соматотропний гормон ТАП – Тканинний активатор плазміногену ТП – Трудовий процес ТПЛ – Тканинний тромбoplastин ТР – Трудовий рух ТТГ – Тиреотропний гормон УО – Ударний об'єм (систолічний об'єм) ФЗЕ – Функціональна залишкова ємність ФП – Фази працездатності ФС – Функціональна система ХОД – Хвилинний об'єм ХОК – Хвилинний об'єм крові єм дихання ХР – Холіорецептор ЦНС – Центральна нервова система ЧДР – Частота дихальних рухів ЧК – Час кровотечі ЧСС – Частота серцевих скорочень ШКТ – Шлунково-кишковий тракт ШКФ – Швидкість клубочкової фільтрації ШОЕ – Швидкість осідання еритроцитів
---	---

1. ПРЕДМЕТ ФІЗІОЛОГІЇ, ІСТОРІЯ, МЕТОДИ І ЗНАЧЕННЯ ФІЗІОЛОГІЇ

1.1. Фізіологія людини як дисципліна. Завдання і зв'язок курсу з іншими дисциплінами

У сучасному виробництві роль людського фактору надзвичайно висока. Вважається, що він може бути обмежувальною ланкою у забезпеченні економічного зростання країни.



Праця – є основним видом доцільної діяльності людини, яка спрямована на виробництво матеріальних і духовних благ. Процес праці - це сукупність трудових дій працівника. Ці дії нерозривно пов'язані з його фізіологічною та психічною активністю.

Праця представляє собою єдність

трьох аспектів:

- предметно-дієвого;
- фізіологічного;
- психологічного.

Предметно-дієвий аспект праці пов'язаний з виконанням певної системи рухів і дій. Він виступає як її зовнішня (фізична) сторона.

Фізіологічний аспект праці виявляється у використанні фізіологічних функцій працівника для створення тих чи інших соціальних цінностей. Під час праці до активної діяльності залучаються всі органи й системи організму - мозок, м'язи, судини, серце, легені та ін., мобілізуються фізіологічні функції, витрачається нервова та м'язова енергія.

Отже, процес праці - це фізіологічний процес витрачання людської енергії.

Психологічний аспект праці пов'язаний з тим, що предметні дії працівника

визначаються й регулюються його психічною діяльністю.

Людина у процесі праці діє як біологічний організм і як особистість. Забезпечення її безпеки під час праці можливе на підставі використання досягнень науки, у тому числі, у галузі фізіології людини. Фізіологія людини вважається теоретичною базою організації праці, оскільки обґрунтовує фізіологічні критерії трудового процесу і виробничого середовища.

Фізіологія людини (від слова *фізіо* – природа, *логіос* – слово, вчення, наука) – дисципліна, що вивчає закономірності функціонування організму людини та його складових частин (системи органів, органи, тканини, клітини, органоїди) у їхній єдності й взаємозв'язку з навколишнім середовищем.

Курс «Фізіологія людини» головним чином підпорядкований головній **меті** – формування у студентів системи теоретичних знань і практичних навичок для здійснення професійної діяльності за спеціальністю задля раціональної організації праці з урахуванням фізіологічних можливостей організму та забезпечення безпеки праці.

Завдання дисципліни: засвоєння студентами необхідного рівня знань щодо принципів і фізіологічних механізмів ефективної праці для реалізації практичних заходів з організації праці з урахуванням фізіологічних можливостей працюючих з огляду на особливості трудової діяльності та факторів виробничого середовища.

Засобами пізнання у курсі «Фізіології людини» є:

- лекційні заняття;
- практичні заняття;
- самостійне опанування розділів теоретичного матеріалу; робота студентів з учбовою, науковою та довідковою літературою, проведення інформаційного пошуку для підготовки рефератів і їх захист.

Опис навчальної дисципліни «Фізіологія людини» наведено на рис. 1.

Для перевірки знань передбачено рубіжний контроль.



Рис. 1.1 – Опис навчальної дисципліни «Фізіологія людини»

Після вивчення дисципліни студент набуває такі компетентності:

СК-6. Здатність до оцінювання ризиків виникнення та впливу надзвичайних ситуацій на об'єктах суб'єкта господарювання та ризиків у сфері безпеки праці.

СК-7. Здатність обґрунтовано обирати та застосовувати методи визначення та контролю фактичних рівнів негативного впливу вражаючих чинників джерел надзвичайних ситуацій на людину і довкілля.

СК-10. Здатність обґрунтовувати та розробляти заходи, спрямовані на запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, захист населення і територій від надзвичайних ситуацій, забезпечення безпечної праці та запобігання виникненню нещасних випадків і професійних захворювань.

СК-15. Здатність до організації безпечної експлуатації техніки, устаткування, спорядження у сфері професійної діяльності, створення безпечних і здорових умов праці.

Результати навчання:

РН-6. Пояснювати процеси впливу шкідливих і небезпечних чинників, що виникають у разі небезпечної події; застосовувати теорії захисту населення, території та навколишнього природного середовища від вражаючих чинників джерел надзвичайних ситуацій, необхідні для здійснення професійної діяльності знання математичних та природничих наук.

РН-7. Обирати оптимальні заходи і засоби, спрямовані на зменшення професійного ризику, захист населення, запобігання надзвичайним ситуаціям.

РН-11. Визначати фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні шкідливі виробничі чинники та аналізувати безпечність виробничого устаткування.

РН-14. Ідентифікувати небезпеки та можливі їх джерела, оцінювати ймовірність виникнення небезпечних подій та їх наслідки.

РН-16. Обирати оптимальні способи та застосовувати засоби захисту від впливу негативних чинників хімічного, біологічного і радіаційного походження.

Отримані студентами знання будуть використані при вивченні курсів «Основи професійної безпеки та здоров'я людини», «Гігієна праці», «Виробнича санітарія», «Безпека виробничих процесів і устаткування», «Оцінка відповідності умов праці робочого місця» та інших професійно орієнтованих дисциплін.

1.2. Предмет та об'єкт фізіології людини

Предметом є:

- закономірності функціонування організму людини і його складових частин та їх динаміка під впливом факторів навколишнього середовища і у процесі діяльності;

- методологічні принципи фізіології;

- методи фізіологічних досліджень;

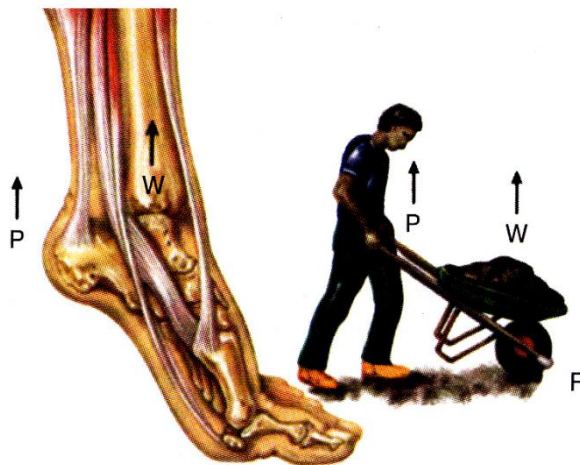
Об'єктом дослідження фізіології людини є:

- організм людини та його складові частини,
- зміни у його функціонуванні під впливом факторів навколишнього середовища і діяльності;

- механізми регуляції фізіологічних функцій організму;

- закономірності функціонування збудливих структур організму;

- механізми інтегративної діяльності організму.



«Фізіологія людини»
ґрунтується на
комплексності, системності,
особистісності, гуманізації,
єдності наукового
дослідження і практики
організації трудової

діяльності людини. Використовуються такі методи як: спостереження, експериментальні дослідження, моделювання, математична статистика та ін.

Методологічною основою «Фізіологія людини» є:
результати досліджень в області фізіології та суміжних галузях безпеки життєдіяльності людини, фізики, хімії, біології та ін.

Методологічними принципами фізіології людини є:

- принцип невризму – провідну роль в організмі відіграє нервова система;
- принцип єдності організму з навколишнім середовищем;
- принцип урівноваження – намагання організму встановити певні відношення з навколишнім середовищем;
- принцип цілісності організму – організм функціонує як єдине ціле, що забезпечується діяльністю нервової системи.

Фізіологія людини, як наука, поділяється на *загальну фізіологію*, що досліджує природу таких основних життєвих процесів, як збудження і гальмування, секреція, м'язове скорочення рухи, обмін речовин і енергії, ріст і старіння, тобто ті процеси, які відрізняють живе від неживого.

Поряд з загальними фізіологічними дисциплінами розвитку набули і *спеціальні розділи фізіології*. До них належать, наприклад, фізіологія окремих груп тварин, фізіологія окремих органів, фізіологія окремих тканин, фізіологія окремих функцій та ін. Інтенсивно розвивається *екологічна фізіологія*, яка досліджує фізіологічні основи пристосування організмів до умов середовища.

Окремими галузями фізіології людини є такі прикладні фізіологічні дисципліни, як фізіологія праці, фізіологія спорту, фізіологія харчування, космічна фізіологія та ін.

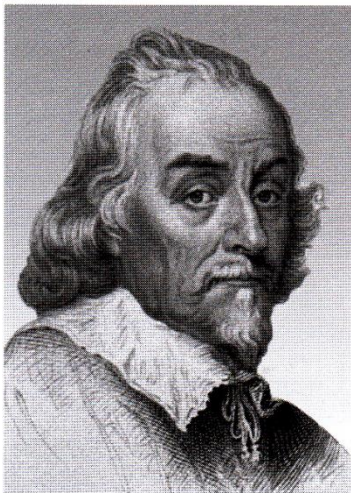
1.3. Історія розвитку фізіології

Термін «Фізіологія» для позначення природознавчих досліджень почали вживати з XVI ст. І лише з XIX ст. він став застосовуватися для окреслення вчення про функції організму.

Фізіологія розвивалася головним чином у зв'язку із запитами медицини. Лікування людини і трудова діяльність потребували знань про функції людського тіла.

Перші відомості про фізіологічні функції людини були відомі із стародавніх часів. Так, *Гіппократ* (460-377 рр. до н. е.) розглядав організм як цілісну структуру, в якій нормальний перебіг життєвих процесів зумовлений пропорційним розподілом «життєвих соків» - крові, лімфи і жовчі. Аристотель (384-322 рр. до н.е.) стверджував, що кров утворюється в печінці. Він довів, що артерії - це розгалуження аорти.

Найбільшого розвитку фізіологічні уявлення досягли у працях римського лікаря *Клавдія Галена* (129-210 рр. н.е.). Він започаткував



Уільям Гарвей
(1578–1657)

розтин тварин. Описав окістя, голосовий апарат, розрізняв сім пар черепних нервів. Довів, що кров рухається не лише по венах, а й по артеріях. З'ясував участь міжреберних м'язів і діафрагми у дихальних рухах.

Найважливішим етапом у розвитку фізіології вважають 1628 рік, коли англійський лікар *Уільям Гарвей* (1578-1657 рр.) опублікував свою книжку "Анатомічні дослідження про рух серця і крові у тварин", в якій виклав основи свого видатного відкриття - існування кровообігу.

Відкриття кровообігу було підготовлено працями таких анатомів, як *А Везалій* (1514-1564 рр.), *М. Сервет* (1511-1553 рр.).

Правильність уявлень про наявність замкненої системи кровообігу підтвердив італійський біолог **М. Мальпігі** (1628-1694 рр.), який відкрив клітини крові, альвеолярну будову легень, а також виявив зв'язок артерій з венами через капіляри, чого так і не вдалося довести У. Гарвею.

Одним з найважливіших досягнень науки першої половини XVIII ст. було відкриття **Р. Декартом** (1596-1650 рр.) *рефлекторного принципу діяльності організму*, а також впровадження самого поняття про рефлекс, яке остаточно сформувалося лише в працях чеського дослідника **І. Прохаски** (1749-1820).

Наприкінці XVIII ст. **Л. Гальвані** (1737-1798 рр.) довів існування в тканинах "тваринної електрики". Роботи самого Гальвані, а також **К. Маттеуччі** (1811-1868 рр.) і фізика **А. Вольты** (1745-1827 рр.) заклали фундамент для вивчення природи основного фізіологічного явища - процесу збудження. Особливоначними були успіхи в галузі фізіології нервів і м'язів.



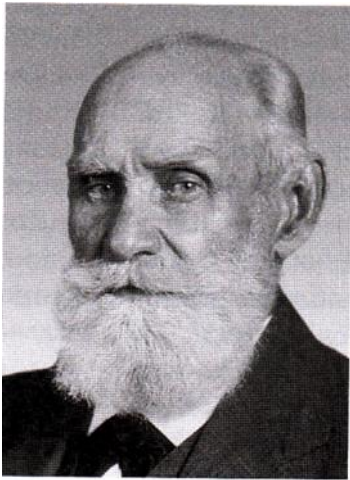
Луїджі Гальвані
(1737–1798)

Так, **Е. Пфлюгер** (1829-1910 рр.) сформулював закони дії постійного струму на збудливу тканину, **Г. Гельмгольц** (1821-1894 рр.) визначив швидкість поширення збудження у нерві, **Ч. Белл** (1774-1842 рр.) і **Ф. Мажанді** (1783-1855 рр.) встановили функціональне значення передніх і задніх корінців спинного мозку.

Англійський вчений **Чарлз Черрингтон** зробив великий внесок у розвиток фізіології центральної нервової системи. Він ввів у науку поняття «синапс» і «нейрон». Відкрив явища полегшення, конвергенції, оклюзії та ін. У 1932 р. йому було присуджено Нобелівську премію.

Івана Михайловича Сєченова (1829-1905 рр.) вважають "батьком російської фізіології". Своїми роботами в галузях тваринної електрики,

нервової фізіології, фізіології праці й своїми психофізіологічними трактатами завоював світове визнання. Найвідоміша праця І. М. Сеченова - "Рефлекси головного мозку" (1863 р.), в якій він аналізує розумову діяльність людини до мислення включно, показує її детермінованість матеріальними причинами, зводячи її до найпростішого акту - рефлексу. Він писав, що всі акти свідомого і підсвідомого життя за своїм походженням суть рефлекси.



Павлов Іван Петрович
(1849–1936)

На межі XIX ст. розгорнулася наукова діяльність **Івана Петровича Павлова** (1849-1936 рр.). Він провів видатні дослідження в галузі регуляції кровообігу, поставив на наукову основу фізіологію травлення, використовуючи свій знаменитий *оперативно-хірургічний метод*. За роботи з *фізіології травлення* І. П. Павлову у 1904 р. було присуджено Нобелівську премію. Проте найбільшу славу він здобув, створивши зовсім новий розділ фізіології - вчення про вищу нервову діяльність. Завдяки своєму методу вироблення умовних рефлексів І. П. Павлов зміг висловити сміливі припущення про основні фізіологічні закономірності діяльності мозку.



Введенський Микола
Євгенович (1852–1922)

Учень і наступник І. М. Сеченова на кафедрі фізіології Петербурзького університету **М. Є. Введенський** (1852-1922 рр.) провів глибоке і всебічне вивчення основного життєвого процесу - *збудження*. Це уявлення лягло в основу його *вчення про парабіоз*, про наявність перехідних стадій між збудженням і гальмуванням.

Розвиваючи ідеї М. Є. Введенського, його учень

О. О. Ухтомський (1875-1949 рр.) створив *вчення про домінанту* як один із основних принципів роботи мозку.

Спираючись на ідею **К. Бернара** (1813-1878 рр.) про сталість внутрішнього середовища організму, **А. Кеннон** розвинув учення **про гомеостаз** - універсальну властивість живих організмів активно підтримувати і зберігати стабільність функціонування різних систем у відповідь на впливи, що порушують цю стабільність.

Послідовники І. П. Павлова **Е. А. Асратян** (1904-1981 рр.) вивчав механізми компенсації порушених функцій, висунув положення про системність у роботі мозку, а **Л. Г. Вороній** (1908-1983 рр.) фактично створив порівняльну фізіологію вищої нервової діяльності, **Л. А. Орбелі** (1882-1958 рр.) - еволюційну фізіологію.

Я. К. Анохін (1898-1974 рр.) розробив учення про функціональну систему - універсальну схему регуляції фізіологічних процесів і поведінкових реакцій організму. Значну роль у дослідженнях функцій центральної нервової системи відіграли праці **Я. Я. Бехтеревої**, особливо з питань електричної активності мозку людини, **М. М. Ліванова** (1907-1986 рр.) - механізмів пам'яті та інтегративної діяльності мозку.

Вагомим внеском у фізіологію були роботи наших співвітчизників: **Я. Г. Костюка** - з вивчення механізмів діяльності нервових клітин і міжцентральных взаємозв'язків та **П. М. Сєркова** - з дослідження механізмів центрального гальмування.

Розвиток фізіології в Україні. Цей внесок пов'язаний передусім з роботою фізіологів чотирьох найстаріших університетів України - Київського, Львівського, Харківського та Одеського .

У Київському університеті **О. П. Вальтер** (1817-1889 рр.) вперше в історії фізіології описав судинозвужувальну функцію симпатичних нервів; він вивчав також терморегуляторні функції організму. Його наступник **С. І. Чир'єв** (1850-1915 рр.) працював над вивченням мікроскопічної

будови нервової системи, а також досліджував електричні явища в живих тканинах, зокрема у нервовій.



Чаговець Василь Юрійович
(1873–1941)

Видатний український фізіолог **Я. Ю. Чаговець** (1873-1939 рр.) першим використав фізико-хі. Уявлення В. Ю. Чаговця заклали підґрунтя сучасних гіпотез щодо природи нервового процесу і нервового імпульсу (**А. Ходжкін, А. Хакслі**).

Вчені України зробили вагомий внесок у розвиток електрофізіології, зокрема в розроблення її ключових положень - походження і природи електричних потенціалів живих клітин та зв'язку цих потенціалів з процесами збудження і гальмування в нервових і м'язових клітинах. Ці дослідження пов'язані з ім'ям відомого київського електрофізіолога **Д. С. Воронцова** (1886-1965 рр.). Він та його учні **Я. М. Серков, П. Г. Костюк, В. І. Скок, М. Ф. Шуба, В. М. Сторожуй, І. С. Магура, О. О. Кришталь** своїми дослідженнями сприяли тому, що Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України став провідним нейрофізіологічним центром у Європі.

І. П. Щелков (1833-1909 рр.) був першим видатним фізіологом з тих, які працювали у Харкові. Він відомий своїми дослідженнями газообміну в м'язах. Серед його учнів були **І. І. Мечников** (1845-1916), **М. Ф. Білецький** (1851-1882), який вивчав механізм дихання у птахів, та **В. Я. Данилевський** (1852-1939), який виявив у корі півкуль великого мозку центри, що регулюють функцію внутрішніх органів, а також одним з перших установив наявність електричної активності кори великого мозку.

Київський професор **В. В. Правдич-Неминський** (1879-1952 рр.) вперше (1913 р.) зареєстрував електроенцефалограму в собаки і запропонував першу класифікацію її частот, яка лягла в основу сучасної класифікації.

Б. Ф. Веріго (1860-1925) працював у 1897-1914 рр. у Новоросійському університеті. Він відкрив і описав явище "катодичної депресії Веріго", яке виникало під час дії постійного струму на нерв, уперше висловив припущення, що збудження по нерву поширюється стрибкоподібно за допомогою електротонічних петель струму дії. Б. Ф. Веріго виявив вплив кисню на здатність крові зв'язувати вуглекислий газ (ефект Веріго).

Вагомий внесок у розвиток фізіології вищої нервової діяльності зробив також учень В. М. Бехтерева - В. П. Протопопов (1880-1957 рр.), який понад 25 років працював в Україні, вивчаючи рухові умовні рефлексії тварин і людини, а також складні форми поведінки тварин у природних умовах існування. Він застосовував основні положення фізіології вищої нервової діяльності у психіатрії і запропонував оригінальні методи лікування хворих на шизофренію та маніакально-депресивний психоз.

Наступник В. Ю. Чаговця у Київському університеті А. І. Ємченко (1893-1964) досліджував значення чинників простору і часу в умовнорефлекторній діяльності тварин, а також займався методологічними проблемами сенсорної фізіології. Його співробітники **В. П. Глаголев** (1912-1991) та **В. О. Цибенко** вивчали роль гіпоталамуса в регуляції серцево-судинної та лімфатичної систем.

У 1993 р. **Г. М. Чайченко** (1936-1998 рр.) розробив методичні прийоми оцінки функціонального стану нервової системи людини і став одним із лідерів вивчення психофізіології людини.

Розвиток вікової фізіології в Україні пов'язаний з іменами двох видатних дослідників - **О. О. Богомольця** (1881–1946 рр.) та **О. В. Нагорного** (1887-1953 рр.), які створили у Києві та Харкові два потужні центри геронтологічних досліджень. Їхню справу продовжили В. В. Фролькіс (1924- 1999 рр.) у Києві та **В. М. Нікітін** (1907-1993 рр.) у Харкові.

Формування основного напрямку кафедри фізіології людини і тварин Львівського університету – електрофізіології секреторних клітин пов'язано з іменем проф. **М. Ю. Клевця**. Він встановив величину мембранного потенціалу багатьох типів секреторних клітин і його залежність від іонних градієнтів, виміряв електричний опір та ємність плазматичної мембрани, виявив електрогенний ефект натрій-калієвої помпи. Дослідив також роль Ca^{2+} , температури та кислотності у регуляції іонної проникності плазматичної мембрани. Ним було ідентифіковано та досліджено властивості різних типів іонних каналів плазматичної мембрани багатьох типів. Досить ґрунтовними були дослідження каналів витоку, які у значній мірі опередили час та залишаються за новизною та використаними методами і до сьогодні актуальними

Особливістю сучасної фізіології є поглиблення аналітичного підходу з детальним дослідженням мембранних, клітинних процесів, механізмів збудження і гальмування.

2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИ ФІЗІОЛОГІЇ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ФІЗІОЛОГІЇ

2.1. Методологічні принципи фізіології

Фундаментальні методологічні принципи фізіології такі:

- 1) ***принцип нервізму*** - провідну роль в організмі відіграє нервова система;
- 2) ***принцип єдності організму з навколишнім середовищем***;
- 3) ***принцип урівноваження*** - намагання організму встановити певні відношення з навколишнім середовищем;
- 4) ***принцип цілісності організму*** - організм функціонує як єдине ціле, що забезпечується діяльністю нервової системи;

5) *принцип психічної регуляції* - виявляється в організації і спрямованості зовнішніх дій, поведінкових реакцій, вибіркості пізнавальних процесів, чіткості психомоторних дій.



У конкретних дослідженнях фізіологія як наука базується на таких загальнонаукових підходах:

1) *комплексності* - фізіологія входить до комплексу суспільних, технічних та природничих наук, які вивчають трудову діяльність і людину;

2) *системності* - визнаються зв'язки між елементами системи, ієрархія

їх рівнів та етапів розвитку, підпорядкованість принципам саморегуляції;

3) *особистісності* - врахування соціально-психологічних та індивідуальних особливостей особистості;

4) *гуманізму* - людина визнається найвищою цінністю;

5) *єдності наукового дослідження і практики*.

Основним завданням фізіології в охороні праці є *гуманізація праці*. **Під гуманізацією праці розуміють профілактику перевтоми, професійних захворювань, запобігання виробничому травматизму та професійній деформації працівника, підвищення змістовності праці, створення умов для всебічного розвитку особистості.** Наукову основу гуманізації праці становлять знання:

1) про закономірності життєдіяльності людського організму в процесі праці;

2) рухову активність працівника;

3) зміни працездатності і механізм втоми працівника під впливом різних виробничих і соціальних факторів;

4) психофізіологічні принципи та критерії раціоналізації трудових процесів, операцій і рухів, робочої пози, режимів праці і відпочинку залежно від змісту, важкості та інтенсивності праці;

5) динаміку психічних процесів, можливості та обмеження щодо сприймання й переробки інформації;

6) особистісні властивості працівника та закономірності їх розвитку залежно від вибору професії та засвоєння трудових навичок і вмінь.

Завданнями фізіології в охороні праці є розробка практичних рекомендацій з таких питань:

- 1) підвищення працездатності і профілактики перевтоми працівників;
- 2) якомога повніше використання творчого потенціалу працівників;
- 3) запобігання монотонності праці, можливості її збагачення;
- 4) оптимізації виробничого середовища;
- 5) нормування м'язових і нервово-емоційних навантажень;
- 6) організації робочих місць і раціоналізації трудових процесів;
- 7) проектування режимів праці і відпочинку;
- 8) вдосконалення професійної орієнтації, професійного відбору й виробничого навчання;
- 9) стимулювання трудової активності працівників на основі вдосконалення механізму мотивації.

Фізіологія справедливо вважається теоретичною основою організації праці, оскільки дає теоретичне обґрунтування таких її напрямків:

- 1) поділ і кооперація праці;
- 2) вдосконалення трудових прийомів і рухів,
- 3) планування та організація робочих місць;
- 4) методи виробничого навчання, формування трудових навичок і вмінь;
- 5) розробка режимів праці і відпочинку;
- 6) нормування праці;

- 7) поліпшення умов праці;
- 8) профорієнтація, вибір професії та розставляння кадрів;
- 9) оплата й стимулювання праці;
- 10) підвищення культури праці.

2.2. Методи фізіологічних досліджень

У фізіології застосовують *два основні методи* дослідження: спостереження та експеримент.



Спостереження - це найпростіший метод фізіологічного дослідження. Але він не позбавлений численних помилок, які вносить експериментатор, через суб'єктивне бачення та оцінювання складних процесів і явищ. Крім того, фізіологічні процеси змінюються у часі, тому безпосередньо вдається спостерігати лише за їх частиною. Ось чому просте спостереження часто є причиною суб'єктивних помилок. У той же час цей метод дає змогу встановити якісний бік явища. Зрозуміло, що фото-, кіно- та відео-реєстрація значно підвищують вірогідність висновків у результаті спостережень.

Для методів спостереження та самоспостереження, характерною умовою яких є відсутність будь-якого втручання у фізіологічний процес. Але фізіологи не обмежуються тільки спостереженнями. Щоб отримати відповіді на поставлені запитання (як і чому саме так відбуваються фізіологічні процеси), у фізіології застосовують експеримент.

Експеримент є головним методом фізіологічного дослідження. Суть будь-якого експерименту полягає в тому, що дослідник штучно викликає досліджуваний процес і, впливаючи на нього різними засобами, вивчає

його перебіг. Тобто, у ході експерименту біологічну систему спочатку виводять зі стану рівноваги та реєструють зміну її функціональної активності.

Експерименти (досліди) поділяють на *гострі та хронічні*. Гострий експеримент є короткотривалим: від кількох годин до 1-2 діб. Хронічний експеримент, навпаки, триває впродовж тижнів, місяців, навіть років. Під час проведення гострого дослідження не потребується збереження життя тварини по його закінченні, що дає змогу використовувати досить ризиковані втручання в організм тварини і велику кількість різних методів.

Під час гострого дослідження (вівісекції) тварині вводять знеболювальні препарати, здійснюють евтаназію (гуманно умертвляють), розтинають тіло і досліджують роботу певного органу. Різновидністю гострих дослідів є *методика ізольованих органів, тканин і клітин*. Їхню життєдіяльність під час дослідів підтримують, використовуючи спеціальні розчини, поживні середовища, аерацію підтримання відповідної температури.

Хронічні (тривалі) експерименти проводять на живих тваринах. Такі експерименти проводять на інтактних і спеціально прооперованих тваринах. Сюди належать операції з накладання фістул, виведення назовні проток, видалення органів або їх частин (ендокринних залоз, ділянок головного мозку), вживляння електродів для подразнення і відведення біоелектричних потенціалів.

Тривалі дослідження виконують і на інтактних тваринах, коли вивчають енерговитрати, вплив температури і складу повітря, поведінкові реакції. Для цього тварин поміщають на певний період у спеціально обладнані камери.

Видатний російський фізіолог І. П. Павлов винайшов спосіб, як зазирнути всередину організму, не порушуючи його цілісності. Це був метод хронічного експерименту. Тварині під наркозом в умовах стерильності і дотримання правил хірургічної техніки попередньо робили

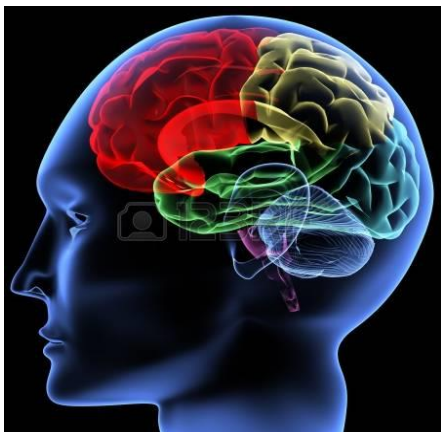
необхідну операцію, яка забезпечувала доступ до певного органа: або створювали віконце, або вставляли фістульну трубку, або виводили назовні й підшивали до шкіри протоку залози. Власне дослід починали лише після повного одужання тварини і за її нормальних поведінкових реакцій.

Методика хронічного експерименту І. П. Павлова створила принципово нову науку - синтетичну фізіологію, яка дає змогу виявляти вплив зовнішнього середовища на фізіологічні процеси, вивчати зміни функцій різних органів і систем в різних умовах життєдіяльності організму. І. П. Павлов створив нову методологію, що визначило системний підхід до розуміння фізіологічних функцій.

2.3. Основні поняття фізіології

Життєдіяльність організму можлива лише за умови безпосереднього постачання його енергією, необхідною для нормального функціонування всіх його систем. Живі системи всю свою вільну енергію витрачають на підтримання стану функціональної активності, рівень якої визначається конкретними формами взаємодії із зовнішнім середовищем. Розрізняють два види функціональної активності: *збудження і гальмування*. Крім того, виділяють ще стан *фізіологічного спокою* - відсутність зовнішніх ознак специфічної функції (скорочення м'язів, секреції тощо).

Розрізняють такі *фізіологічні функції*: *кровообіг, дихання, травлення, виділення, обмін речовин та енергії, терморегуляцію, гомеостаз, інтегративну функцію нервової системи тощо*. Залежно від виконуваних функцій фізіологічні системи поділяють на *сомато-сенсорні* (нервова, опорно-рухова, сенсорна) і *вісцеральні* (внутрішні органи).



Важливою властивістю систем організму є їх організованість. Високоорганізованим фізіологічним системам властива також здатність до самоорганізації. **Фізіологічна система** - це певна сукупність органів і тканин з власними механізмами нейрогуморальної регуляції, які забезпечують здійснення певної функції організму.

Діяльність людини ґрунтується на сприйманні поточної інформації, її аналізі, зберіганні, переробці і прийнятті рішення, здійсненні керуючих дій, сприйнятті результатів цих дій. Тобто дії людини представляють замкнену систему (рефлекторне кільце).

Виконання різноманітних функцій організму, у тому числі і під час трудової діяльності, забезпечується різними **функціональними системами**.

Функціональна система (ФС) - комплекс елементів різної анатомічної належності функціонально об'єднаних між собою нервовою й гуморальною регуляцією для забезпечення корисних для організму пристосувальних результатів (рис. 2.1).

Це одиниці цілісної діяльності організму. Вони є системами, що саморегулюються. ФС формуються на метаболічній основі під впливом факторів навколишнього середовища.

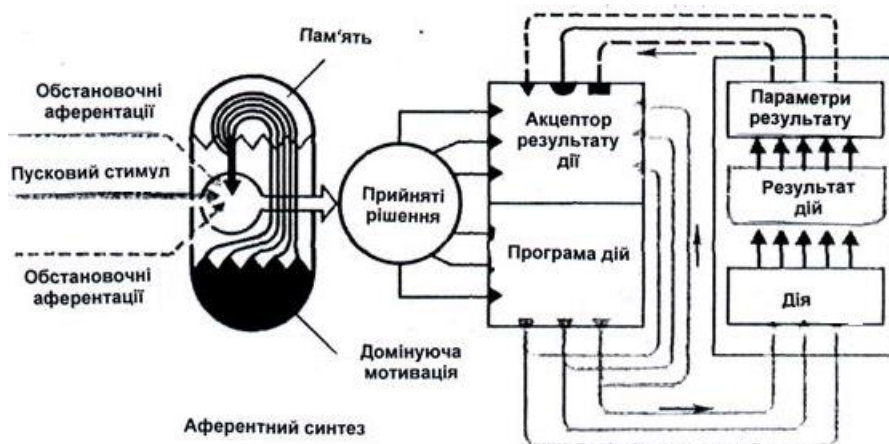


Рис. 2.1 -Функціональна система (за П.К. Анохіним)

Організм людини представляє ієрархію багатьох функціональних систем. Вони мають різну спеціалізацію (руху, дихання та ін.). ФС організує та регулює функціонування всіх органів тіла людини підпорядковуючи їх основному завданню - діяльності. У кожний момент часу домінує провідна ФС, а інші носять другорядний характер. У той же час, зміна результатів діяльності однієї з ФС обов'язково впливає на діяльність іншої. Цей принцип називається *мультипараметричною взаємодією*.

Фактично кожний поведінковий акт здійснюється завдяки активізації певної спеціальної функціональної системи (П. К. Анохін). Нейрогуморальні механізми, що діють на різних рівнях організації фізіологічних систем, здійснюють регуляцію функціональної активності. Надійність їх функціонування досягається дублюванням нервових і гуморальних механізмів, компенсацією функцій, ієрархічними зв'язками рівнів регуляції тощо.

Теорія функціональних систем (ТФС) була розроблена П.К. Анохіним (1968). Центральне місце у ТФС займає поняття «результат діяльності» і його оцінка. Досягти результату - означає змінити співвідношення організму і середовища у корисному для організму напрямку.

Досягнення результату у ФС здійснюється за допомогою специфічних механізмів, із яких найбільш важливими є:

1) аферентний синтез, завдяки якому відбувається відбирання з усієї інформації, що надходить у нервову систему, головної і формування мети поведінки;

2) прийняття рішення з одночасним формуванням апарату прогнозування результату у вигляді аферентної моделі - акцептора результатів дії (тобто образу очікуваного результату);

3) власне дія;

4) співставлення за допомогою зворотної аферентації параметрів результату

виконаної дії з параметрами, відображеними в акцепторі результатів дії;

5) корекція поведінки у випадку неузгодженості реальних і ідеальних параметрів дії.

На підставі ТФС була розроблена загальна структура психологічної системи діяльності людини. Вона дозволила вирішувати завдання щодо підвищення ефективності виробничої діяльності і професійного навчання.

У процесі життєдіяльності в організмі одночасно відбуваються численні фізіологічні процеси, які забезпечують виконання життєво важливих функцій та пристосування до мінливих умов середовища. Усі ці процеси чітко координовані між собою. Така досконала координація функцій є наслідком діяльності інтегративних систем, локалізованих у вищих відділах ЦНС: гіпоталамусі, підкіркових ядрах, прадавній корі.

Багатьом фізіологічним системам організму властиве явище *саморегуляції*. Саморегуляція є сутністю біологічної форми руху матерії, тобто життя. Саморегульована система має власні автоматичні механізми керування функціями, що ґрунтуються на принципі зворотного зв'язку.

Таким чином, сталість внутрішнього середовища організму (гомеостаз) забезпечується саморегуляцією хімічного складу і фізико-хімічних властивостей крові, лімфи, тканинної рідини. В органах, яким властивий автоматизм (серце, шлунок, кишки), існує своя, автономна саморегуляція.

3. ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ТА ЙОГО ФІЗІОЛОГІЧНІ ФУНКЦІЇ

3.1. Організм і рівні його організації.

Організм - це самостійно існуюча одиниця органічного світу, що є відкритою системою, здатною до саморегуляції, самовідновлення та самовідтворення, і відповідає на різні зміни зовнішнього середовища як єдине ціле.

У людини можна виділити **молекулярний, клітинний, тканинний, органний і системний рівні організації**. Основою структурної організації є **клітина**, з яких складаються **тканини**, тканини формують **органи**, а



органи утворюють **організм**.

Для виконання фізіологічних функцій необхідне об'єднання певної кількості структурних утворень. Тому функціональна організація має

таку послідовність:

- 1) функціональна одиниця,
- 2) фізіологічна система органів,
- 3) функціональна система.

Функціональна одиниця – це група клітин, що об'єднані для виконання певних функцій. Об'єднання органів для виконання певної функції – **фізіологічна система органів**. Разом вони можуть організовуватися у **функціональну систему** – сукупність різних структур і процесів, об'єднаних заради досягнення результатів дії відповідно до поставленої мети.

Фізіологічні функції – це прояви життєдіяльності, що мають пристосувальний характер. Здійснюючи різні функції, організм пристосовується до зовнішнього середовища.

Фізіологічні функції можна розділити на дві групи: **пластичні** (будівельні) та **регуляторні**. Перші полягають у синтезі нуклеїнових кислот, білків і утворенні клітинних структур, другі – забезпечують регуляцію життєздатності органів і систем.

Тканина - це єдина система клітин і їх похідних, спільних за будовою, розвитком і функціонуванням. Розрізняють **4 види тканин**:

- 1) **епітеліальні**,

2) *сполучні*,

3) *м'язові*,

4) *нервова*.

Епітеліальні тканини покривають всю зовнішню поверхню тіла, внутрішні поверхні травного тракту, дихальних і сечостатевих шляхів, серозні оболонки, утворюють більшість залоз організму. Через епітеліальні тканини відбувається обмін речовин між організмом і зовнішнім середовищем. Вони виконують захисну роль, функції секреції, всмоктування, виділення, газообміну. Епітелій має здатність до відновлення (регенерації). Епітеліальна тканина відрізняється від інших тканин організму декількома ознаками:

1) завжди займає прикордонне положення;

2) складається з епітеліальних клітин, які утворюють пласти.

У пластах відсутні кровоносні судини. Живлення клітин здійснюється шляхом дифузії живильних речовин з належних тканин.

Загальна ознака сполучних тканин - наявність клітин і міжклітинної речовини, до складу якої входять волоконні структури і аморфна речовина. Розрізняють 4 види сполучної тканини: власне сполучна, хрящова, кісткова і кровотворна.

Функції сполучної тканини:

- трофічна - участь в обміні речовин;
- захисна - участь в створенні імунітету, фагоцитозі, оберігає органи від пошкодження;
- пластична -участь в загоєнні ран;
- механічна (опорна) - утворює зв'язки, сухожилля, хрящі, кістки;
- кровотворення - складає основу кровотворних органів.

М'язові тканини розділяють на гладку (непосмуговану), посмуговану скелетну і посмуговану серцеву. Основна властивість цих

тканин - здібність до скорочення, що лежить в основі всіх рухових процесів.

Нервова тканина - основний компонент нервової системи. Складається з нервових клітин (нейронів) і нейроглії. Нейроглія органічно пов'язана з нервовими клітинами і здійснює опорну, трофічну, секреторну і захисну функції.

Органи - це анатомічні утвори, які виконують певну функцію в організмі і складаються із кількох тканин. Сукупність органів, які беруть участь у здійсненні складних видів діяльності, називають *фізіологічною системою органів* (травна система, дихальна система, система кровообігу, видільна система, ендокринна система та ін.).

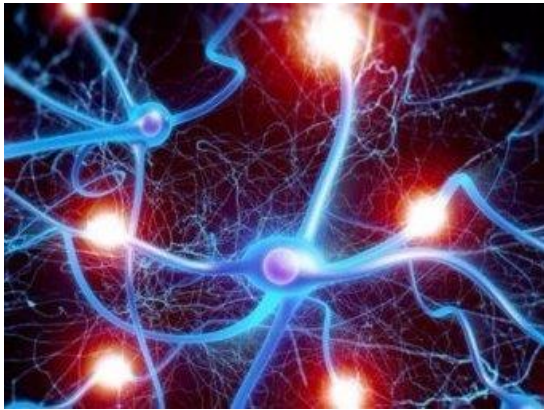
Основою життєдіяльності організму є обмін речовин та енергії. Розрізняють *зовнішній обмін* (поглинання та виведення речовин) і *внутрішній обмін* (хімічне перетворення речовин у клітинах). Організм представляє собою відкриту систему, оскільки обмінюється із середовищем речовинами, енергією та інформацією.

Обмін речовин (метаболізм) - це закономірний порядок перетворення речовин і енергії у живих системах, який спрямований на їхнє збереження, самовідновлення і самовідтворення. Метаболізм включає два процеси, що взаємопов'язані і відбуваються водночас - *асиміляцію* (анаболізм) і *дисиміляцію* (катаболізм).

У ході катаболічних реакцій великі органічні молекули розщеплюються до простих із вивільненням енергії. При анаболічних перетвореннях відбувається біосинтез складних, властивих певному організму, молекул із більш простих попередників.

З обміном речовин пов'язаний і процес самовідновлення клітинних структур і міжклітинної речовини - безперервна заміна старих молекул новими.

3.2. Біологічні реакції



Живі організми перебувають під постійним впливом зовнішнього середовища. На ці впливи організм здатний відповідати зміною структури і функцій. Зміну структури і функцій організму та його клітин у відповідь на різні впливи називають **біологічними реакціями**, а впливи, що їх спричиняють, - **подразниками**, або **стимулами**.

Для живих організмів і їхніх клітин властива **подразливість**. Під цим терміном розуміють здатність живого організму і його клітин відповідати на зміни у зовнішньому або внутрішньому середовищі адаптивними, або пристосувальними, реакціями. Це - здатність живих систем під впливом подразників переходити із стану фізіологічного спокою до стану активності.

Реакції клітин можуть проявлятися у різній формі: зміні структури, росту, поділу, утворенні певних хімічних речовин, перетворенні хімічної енергії в електричну, механічну, теплову, виконанні роботи та ін.

Отже, чинники, що спричиняють перехід живої клітини або організму зі стану спокою у стан діяльності, називають **подразниками**. Вони можуть бути **зовнішніми**, коли їхнє джерело перебуває у зовнішньому середовищі, і **внутрішніми**, що виникають унаслідок зміни у тканинах, особливо у крові та міжклітинній рідині. Подразником може бути будь-яка зміна зовнішнього середовища або внутрішнього стану, якщо вона значна, виникає швидко і триває достатньо довго.

Усі подразники можна розподілити за їхньою природою на фізичні, хімічні та біологічні. До фізичних належать: температурні, механічні, електричні, світлові, звукові, випромінювання та ін. Хімічним

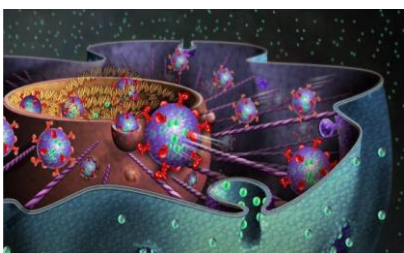
подразником може бути будь-яка речовина, здатна змінювати обмін речовин, енергії або структуру клітин. До біологічних подразників належать тварини, рослини, бактерії та віруси, що діють на організм тварин ззовні або проникають у їхній організм.

Увесь комплекс подразників можна розподілити на дві групи: **адекватні й неадекватні**. Адекватний подразник є природним для певного виду клітин, які спеціально пристосовані до його сприймання і характеризуються надзвичайно високою чутливістю до нього. Неадекватним називають такий подразник, до сприймання якого клітина спеціально не пристосована. Клітини більш чутливі до адекватних подразників, ніж до неадекватних.

Серед багатьох форм клітинних реакцій на зовнішні впливи розрізняють збудження. **Збудженням** клітини називають її реакцію на подразнення, що проявляється в особливо виразній зовнішній діяльності: генерування потенціалу дії, скороченні, виведенні секрету. Клітини, здатні до збудження, називають **збудливими**. До збудливих клітин, у першу чергу, належать нервові та м'язові клітини.

Здатність збудливих клітин відповідати на подразнення збудженням називають **збудливістю**. Мірою збудливості слугує мінімальна, або порогова, сила подразника, що спричиняє збудження. Чим більша порогова сила подразника, тим вищий поріг подразнення й нижча збудливість. І, навпаки, чим нижчий поріг, тим вища збудливість. Особливо висока збудливість клітин для адекватних подразників.

3.3. Регулювання фізіологічних функцій



Регуляція (біологічна) - це сукупність процесів, що забезпечують взаємодію організму та його взаємозв'язок з зовнішнім середовищем для

досягнення певного пристосувального результату. Регуляція - це процес зміни діяльності у певному напрямку.

Розрізняють чотири види регуляції.

1. **Фізична регуляція** - здійснюється через механічні, електричні, оптичні, звукові, електромагнітні, теплові та інші процеси.

2. **Гуморальна регуляція** - здійснюється через рідкі середовища організму за допомогою різних біологічно активних речовин. Особливості цього виду регуляції:

- має місце в усіх організмах;
- має дифузний (генералізований) характер, тобто через рідкі середовища речовина може досягати всіх органів і тканин;
- відносна автономність;
- відносна специфічність як результат вибіркової чутливості клітин-мішеней до біологічно активних речовин, зокрема гормонів та лікарських препаратів;
- повільний розвиток дії;
- інертність.

3. **Нервова регуляція** здійснюється за допомогою нервової системи та має такі особливості:

- велику швидкість розвитку дії;
- точність зв'язку;
- високу специфічність – у реакції бере участь детермінована кількість компонентів, необхідних у цей момент.

4. **Нервово-гуморальна регуляція** - коли термінове залучення органів у процес функціонування здійснюється шляхом нервової регуляції та доповнюється і пролонгується гуморальними чинниками.

Нервова й гуморальна регуляції виконують провідну роль в об'єднанні (інтеграції) складових частин організму в єдине ціле - організм.

Регуляція функцій - основа забезпечення постійності внутрішнього середовища організму та його адаптації до умов існування. Вивчення закономірностей підтримання постійності внутрішнього середовища показало, що воно здійснюється за принципом саморегуляції шляхом формування функціональних систем.

Саморегуляція - такий вид регуляції, коли відхилення регульованого параметра є стимулом для його відновлення. Для здійснення принципу саморегуляції необхідна взаємодія таких компонентів функціональних систем:

- регульований параметр (об'єкт регуляції, константа);
- апарати контролю;
- апарати регуляції;
- апарати дії;
- зворотна аферентація - несе інформацію в апарати регуляції про досягнення або недосагнення корисного результату, про відновлення або невідновлення параметра, що відхилився від норми.

Іноді для означених процесів вживають термін **«регулювання»**, що означає підтримування параметрів системи на заданому рівні (наприклад, концентрацію глюкози у крові, рН крові, величину артеріального тиску та ін.). Термін „управління” означає вплив на систему з метою зміни її функціонування. Отже, у більш широкому трактуванні термін „регулювання” включає і процеси управління. Якщо управління здійснюється без будь-якого втручання ззовні, його називають автоматичним. Різновидністю автоматичного управління є саморегуляція фізіологічних функцій.

У будь-якій системі управління розрізняють орган і об'єкт управління, сполучені каналом зв'язку. Якщо система управління не враховує інформацію від об'єкта управління, її називають незамкненою, або розімкненою. Незамкнені системи управління мають невелике значення у

фізіологічному регулюванні. У живих організмах найбільш поширені замкнені системи управління зі зворотними зв'язками. Орган управління отримує інформацію як ззовні, так і від об'єкта управління по лінії зворотного зв'язку.

Розрізняють позитивний і негативний зворотний зв'язок. Якщо інформація від об'єкта управління зумовлює підсилення регуляторного впливу, такий зв'язок називають позитивним.

Позитивний зворотний зв'язок зрідка використовується для управління, оскільки викликає перехід системи в екстремальний стан і спричиняє лавинний процес.

Негативний зворотний зв'язок запобігає розвиткові процесу та стабілізує його, дає змогу підтримувати стаціонарний стан, тому широко використовується у регулюванні біологічних процесів. У живих організмах це основний механізм саморегуляції *гомеостазу*, тобто відносної динамічної стабільності внутрішнього середовища організму і стійкості його основних фізіологічних функцій.

4. БІОЕЛЕКТРИЧНІ ПОТЕНЦІАЛИ

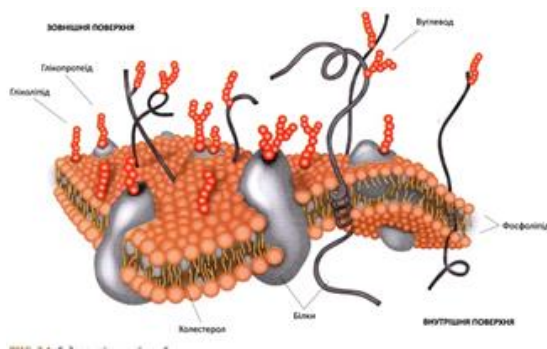
4.1. Будова плазматичної мембрани

Плазматична **мембрана** відмежовує внутрішнє середовище клітин від зовнішнього та забезпечує зв'язок між ними. Її функції: структурна, бар'єрна, осмотична, транспортна, електрична, енергетична, рецепторно-регуляторна та ін.

На сьогодні встановлено, що плазматична мембрана побудована з ліпідів, білків, вуглеводів, неорганічних іонів (в основному Ca^{2+}) і води.

У 1935 р. Л. Даніеллі та Г. Даусон запропонували „бутербродну” модель мембрани, яка протягом кількох десятиліть була основною. Відповідно до цієї моделі, серцевина мембрани, її внутрішня частина,

складається з двох ліпідних моношарів, молекули яких розміщені паралельно одна одній і зорієнтовані так, що неполярні (гідрофобні) „хвости” обох шарів спрямовані один до одного. Полярні (гідрофільні) головки ліпідів спрямовані назовні по обидва боки мембрани. З обох боків такий бімолекулярний шар ліпідів покритий білками, які зв'язані з полярними головками ліпідів завдяки електростатичним силам і захищають ліпіди від безпосереднього контакту з водою.



Найбільш визнаною є „рідинно-мозаїчна” модель мембрани (С. Сінгер, Г. Ніколсон, 1972; рис. 3). Згідно цієї моделі, клітинні мембрани побудовані переважно з **фосфоліпідів, білків і вуглеводних ланцюгів** (рис. 3.1).

Рис. 3.1 – Будова плазматичної мембрани

Основа, або матрикс, мембрани утворює шар фосфоліпідів. Фосфоліпіди розташовані по обидві сторони мембрани і мають «головки», до яких приєднані два «хвости» з жирних кислот, які обернені всередину мембрани один до одного, завдяки чому утворюється подвійний шар ліпідів.

Білки не утворюють суцільні шари. Їх поділяють на дві групи: **периферичні та інтегральні**. Поверхневі периферичні білки - гідрофільні. Вони утримуються на внутрішній та зовнішній поверхнях мембрани лише електростатичними силами. Занурені периферичні білки заглиблюються у ліпідний матрикс, а інтегральні (трансмембранні) - пронизують його. Інтегральні білки утворюють: іонні канали, транспортні - переносники речовин; іонні насоси доставляють іони крізь мембрану проти градієнта концентрації.

Іонні канали - це інтегральні білки в мембрані клітини, через які можуть проходити іони. Іонні канали можуть бути відкритими чи закритими. Відкриття чи закриття іонних каналів контролюється воротами: потенціалозалежними, що відкриваються чи закриваються при зміні мембранного потенціалу; хемозалежними, що відкриваються чи закриваються при взаємодії поверхневих білків з різними речовинами.

Поверхневі білки, розташовані на зовнішній або внутрішній поверхні мембрани, представлені: рецепторними білками, що знаходяться на зовнішній поверхні мембрани і передають інформацію у клітину,

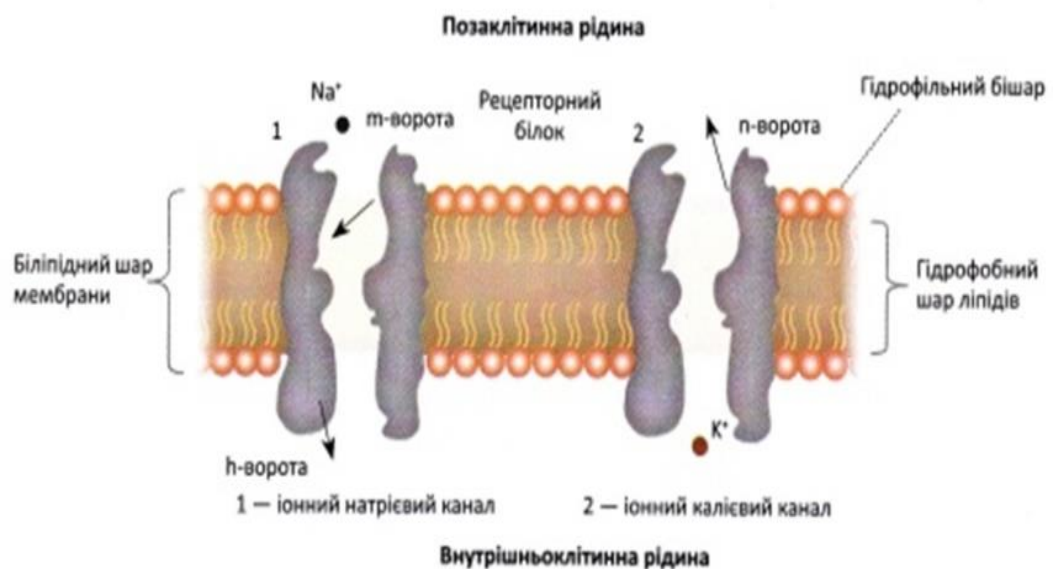


Рис. 3.2 – Схема будови клітинної мембрани

ферментами, що розташовані на внутрішній поверхні мембрани; компонентами цитоскелета (спектрин, анкірин), що знаходяться на внутрішній поверхні мембрани; глікокаліксом, утвореним вуглеводними ланцюгами (рис. 3.2).

Вода перебуває в мембрані у зв'язаному і вільному станах. Кількість зв'язаної води оцінюють у 20-30 % від її загального вмісту. Ця вода не замерзає, її не можна виділити висушуванням. Вільна вода заповнює пори і

канали, які пронизують мембрану і сполучають цитоплазму з міжклітинним середовищем.

З неорганічних компонентів до складу мембрани входять іони. Одні іони (Ca^{2+}) міцно зв'язані з ліпідними і білковими комплексами, є частиною мембрани і стабілізують її. Інші іони (K^+ , Na^+ , Cl^-) проникають крізь мембрану та зумовлюють її електрофізіологічний стан.

4.2. Асиметричний розподіл іонів і механізми його виникнення

У цитоплазмі клітин вища концентрація калію, нижча концентрація Na^+ і Cl^- і значно нижча концентрація Ca^{2+} , ніж у міжклітинному середовищі (таблиця). У цитоплазмі клітин катіони K^+ збалансовані великими органічними аніонами, які синтезуються тут і не можуть покинути клітини. Слід наголосити, що катіони K^+ перебувають у

Зовнішньо- та внутрішньоклітинна концентрація іонів, ммоль/л			
Іон	Кров	Зовнішньо-клітинна	Внутрішньо-клітинна
Натрій (Na^+)	142	140-150	10-15
Калій (K^+)	4,4	4-5,5	135-150
Кальцій (Ca^{2+})	2,5	2,1-2,6	0,0001
Хлор (Cl^-)	106	105-125	3,8-9

цитоплазмі у вільному, а не у зв'язаному стані.

Асиметричний розподіл іонів свідчить про їхній градієнт концентрації, який

спрямований для K^+ й органічних аніонів назовні, а для Na^+ і Cl^- - усередину клітини. Бар'єрна функція ліпідного бішару забезпечує утримання асиметричного, або нерівномірного, розподілу іонів між цитоплазмою і міжклітинним середовищем.

Асиметричний розподіл іонів виникає завдяки роботі *натрій-калієвого насоса*, що активно (з затратою енергії АТФ) транспортує через мембрану іони у протилежному до їхніх градієнтів концентрації напрямку: K^+ - у клітину, а Na^+ - з клітини. Функцію натрій-калієвого насоса (помпи) виконує фермент Na^+ , K^+ -АТФаза, який є інтегральним білком (рис. 4.1).

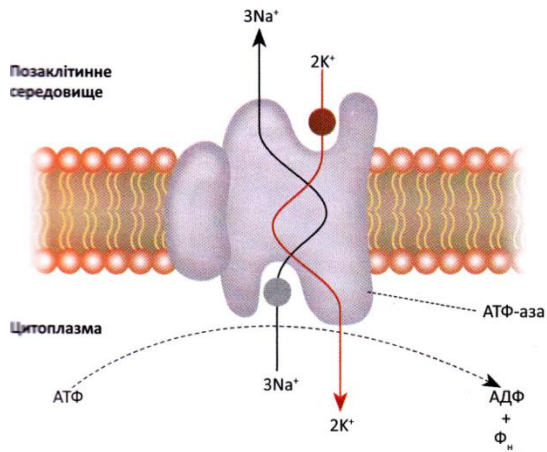


Рис. 4.1 – Механізм роботи Na^+ , K^+ -насосу

Na^+ , K^+ -АТФаза активується внутрішньоклітинним Na^+ і зовнішньо- клітинним K^+ . Чинники, що пригнічують синтез АТФ (монойодацетат, динітрофенол, ціаніди), гальмують роботу натрій-калієвої помпи, у результаті чого градієнти концентрацій катіонів K^+ і поступово вирівнюються, а мембранний потенціал зменшується.

Важливе значення для створення асиметричного розподілу катіонів Ca^{2+} відіграє Ca^{2+} -помпа і Na^+ - Ca^{2+} -обмінник плазматичної мембрани, Ca^{2+} -помпа ендоплазматичного ретикулуму, а аніонів Cl^- - Na^+ , K^+ , Cl^- - котранспортер.

Градієнти концентрації іонів слугують рушійною силою їхньої дифузії крізь мембрану, якщо мембрана проникна для них. *Проникністю біологічних мембран* називають їхню здатність пропускати у клітину або випускати з неї іони та молекули різних речовин. Проникнення іонів крізь мембрану за градієнтами концентрації названо *пасивним транспортуванням*. Для полегшеної дифузії іонів крізь мембрану слугують іонні канали. Вони є інтегральними білками. Іонні канали неоднорідні. Для проникнення кожного виду іонів (K^+ , Cl^- і Ca^{2+}) є окремий тип каналів.

На внутрішній і зовнішній поверхні мембрани іони можуть утримуватися завдяки електричним силам протилежно заряджених часток. Клітинна мембрана пронизана іонними керованими каналами для Ca^{2+} , Cl^- , Na^+ , K^+ , які можуть відкриватися і закриватися у відповідь на подразнення. Іонний канал - це білкова молекула, яка вмонтована у бішар

фосфоліпідів клітинної мембрани і пронизує його наскрізь. Усередині молекули є отвір, перекритий воротами - своєрідним випинанням частини молекули. Саме відкриття і закриття іонних каналів забезпечує переміщення іонів і, відповідно, виникнення електричних явищ, а отже - функціонування збудливих тканин і життєдіяльність організму.

Згідно чинників, які зумовлюють відкриття іонних каналів, їх поділяють на *потенціалзалежні* і *лігандзалежні*. *Потенціалзалежні* іонні канали відкриваються у відповідь на зміну потенціалів клітини, *лігандзалежні* - при зв'язуванні ліганда з певною ділянкою на зовнішній поверхні каналу, яка виконує роль рецептора. Лігандами можуть бути різні речовини, але всі вони підлягають правилу: ліганд підходить до рецептора, як ключ до замка. Також є механочутливі канали, які відкриваються завдяки розтягненню чи деформації мембрани. Відкриття іонного каналу називають *активацією*, закриття - *деактивацією*. Неможливість відкриття каналу у відповідь на адекватний подразник називається станом *інактивації* для потенціалзалежних каналів та станом *десенситизації* - для лігандзалежних. Перекриття просвіту каналу великою молекулою чи невідповідними іонами називається *блоком*.

Для вибіркового проникнення іонів канали витоку мають селективні фільтри. Потенціалзалежні та хемочутливі канали мають активаційні ворота, які у стані спокою закриті.

4.3. Проникнення іонів крізь мембрану. Мембранний потенціал спокою. Потенціали дії

Іони проникають через іонні канали, отже, їх рух зумовлює появу струму. Здатність каналів проводити струм характеризують *провідністю*.

Мембрана характеризується у спокої різною проникністю для іонів завдяки різній провідності каналів: найбільш проникна вона для K^+ ,

менше - для Cl^- , ще менше - для Ca^{2+} у стані спокою практично не проникає у клітини.

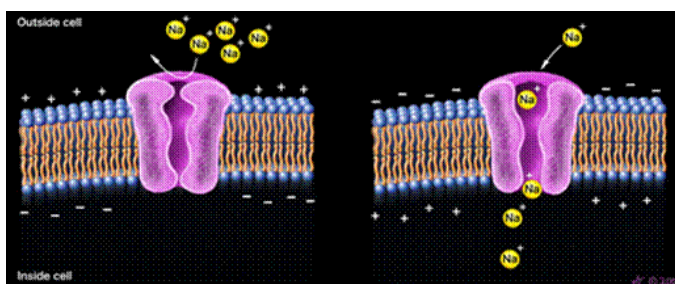
Оскільки мембрана у спокої найбільш проникна для іонів K^+ , деяка кількість їх дифундує з клітини і зосереджується ззовні плазматичної мембрани, де утримується електростатично внутрішньоклітинними органічними аніонами, які не можуть покинути клітину разом з K^+ . Так створюється розділення позитивних і негативних зарядів по обидва боки мембрани, тобто виникає **мембранна різниця потенціалів**.

Різницю потенціалів, яка виникає на мембрані за рахунок дифузії K^+ назовні, можна розрахувати за формулою Нернста:

$$E = \frac{RT}{zF} \log \frac{C_i}{C_e}$$

де E - дифузійний рівноважний потенціал у мВ, F - число Фарадея (96 485 Кл/моль), R – газова стала, T - абсолютна температура (за шкалою Кельвіна, C_i , C_e - внутрішньоклітинна та позаклітинна концентрація іонів.

Таким чином, основна частина **мембранного потенціалу спокою, яку називають концентраційним потенціалом**, формується за рахунок дифузії іонів, переважно K^+ крізь мембрану. Ця частина опосередковано залежить від метаболізму, оскільки енергія АТФ витрачається безпосередньо на створення градієнтів концентрації іонів.



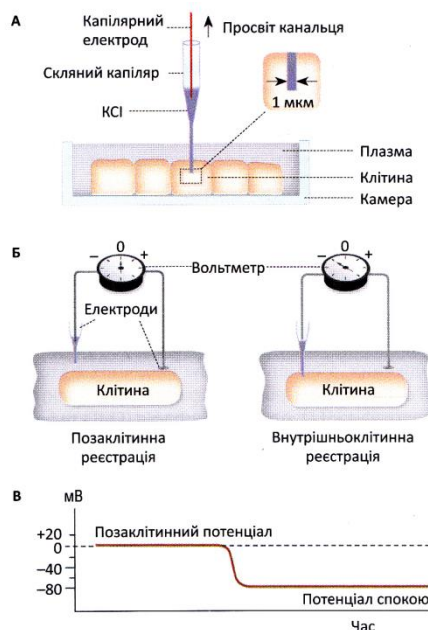
Відомо, що на кожний іон K^+ який транспортується натрій-калієвою помпою в клітину; з неї виводяться три іони Na^+ . За рахунок цього у клітині

Рис. 4.2 – Проникність мембрани для Na^+

створюється дефіцит позитивних або надлишок негативних зарядів. Тобто деяка різниця потенціалів генерується прямо помпою і додається до концентраційного потенціалу. Тому натрій-калієва помпа у формуванні величини мембранного потенціалу спокою виконує дві функції: підтримує трансмембранні градієнти Na^+ і K^+ та прямо генерує деяку різницю потенціалів (рис. 4.2).

Отже, реальний мембранний потенціал складається з концентраційного потенціалу та електрогенного ефекту натрій-калієвої помпи. Його можна швидко ліквідувати строфантином, охолодженням або чинниками, що ведуть до дефіциту АТФ. У цих випадках розвивається

швидка деполяризація мембрани



Мембранний потенціал спокою (МПС) - різниця потенціалів між зовнішньою і внутрішньою поверхнями клітинної мембрани. У стані спокою поверхня збудливих клітин електропозитивна стосовно цитоплазми. Ця різниця потенціалів величина постійна і для різних клітин коливається від - 60 до -120 мВ (рис. 4.3).

Рис. 4.3 - Внутрішньоклітинна реєстрація мембранного потенціалу.

А – Клітина розташована в камері з розчином, який за складом відповідає позаклітинному середовищу. Б - Обидва електроди розташовані у позаклітинному середовищі. Праворуч вольтметром реєструється величина потенціалу спокою. В – Потенціал до і після уведення електрода в клітину.

Виникнення МПС обумовлене двома головними причинами.

1. Різною концентрацією іонів Ca^{2+} , Cl^- , Na^+ , K^+ усередині й зовні клітини.

2. Різною проникністю мембрани для цих іонів.

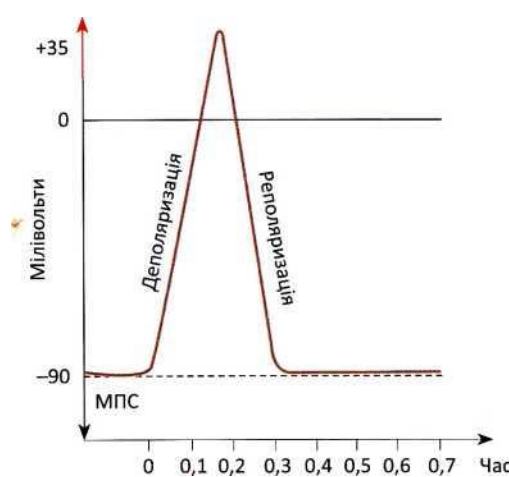
У стані спокою мембрана проникна для іонів K^+ (K^+ -канали відкриті), слабопроникна для Na^+ (практично всі Na^+ -канали закриті) і непроникна для Cl^- (усі канали закриті) і органічних аніонів.

Негативно заряджені іони цитоплазми (насамперед органічні аніони, білки, карбонат- і фосфат-іони Cl^-) концентруються біля внутрішньої поверхні мембрани, створюючи негативний потенціал. Відбувається поляризація мембрани. Надмірний вихід K^+ призводить до гіперполяризації.

Різниця концентрацій і K^+ по обидва боки мембрани підтримується механізмами активного транспорту іонів Na^+ із клітини на зовнішню поверхню мембрани, а K^+ - ззовні всередину клітини (проти градієнтів концентрацій з витратою енергії АТФ).

МПС забезпечує збудливість, тобто готовність до відповідної реакції на подразнення.

Під час дії подразника на клітину в ній відбуваються складні перетворення мікроструктур, обміну речовин, концентрації іонів і виникає специфічна реакція.



Потенціал дії (ПД) - це швидке високоамплітудне короткочасне коливання мембранного потенціалу при збудженні клітин подразником порогової сили. Незначний процес переміщення іонів через канали мембрани в місці допорогового подразнення, що призводить до зміни МПС (деполяризації),

називається локальною відповіддю. Її особливості:

- залежить від сили подразника;

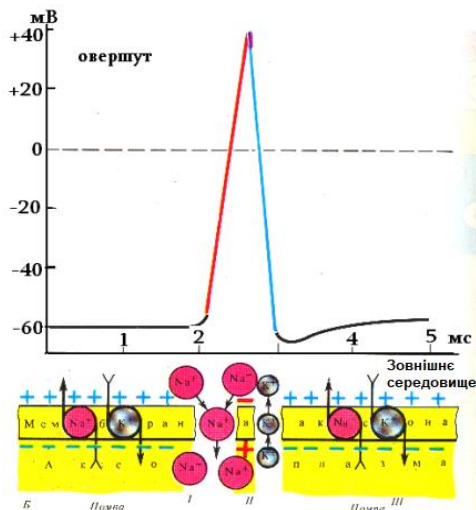


Рис. 4.4- Потенціал дії

- зникає після дії подразника;
- здатна до сумації;
- не здатна до розповсюдження.

При збільшенні сили подразника і досягнення порогової сили заряд мембрани зменшується до критичного рівня деполяризації і виникає потенціал дії.

В основі розвитку ПД - зміни іонної проникності мембрани. Під дією подразника змінюється конформація білкових каналів – Na^+ канали відкриваються і Na^+ лавиноподібно надходить у клітину.

Надходження позитивних зарядів у клітину викликає зменшення позитивного заряду на зовнішній поверхні мембрани й збільшення його в цитоплазмі. Спочатку різниця потенціалів зникає, а потім відбувається перезарядження мембрани. Зовнішня поверхня стає електронегативною відносно цитоплазми.

Отже, ПД складається з дуже швидкої 1-ї фази наростання в позитивному напрямку (з -90 до +30 мВ), яка триває 0,2-0,5 мс. У цей час мембрана втрачає свій нормальний заряд (поляризацію - на зовнішній стороні +, на внутрішній -), тому 1-шу фазу ПД називають **фазою деполяризації** (на зовнішній мембрані -, на внутрішній +). Крива деполяризації переходить за нульову лінію і МП стає позитивним. Ця позитивна частина ПД називається **овершутом** (перезадкою). Після овершуту розвиваються 2-га фаза - фаза **реполяризації** (відновлення), під час якої МП відновлюється до вихідного рівня.

Розглянемо, як змінюється збудливість клітини під час розвитку ПД.

Збудливість – це фізіологічна властивість клітини, що здатна на дію подразника відповідати генеруванням на її мембрані ПД.

Якщо прийняти рівень збудливості в умовах спокою за норму (100 %), то під час розвитку одиночного циклу збудження можна спостерігати її коливання (рис. 4.5). На початку деполяризації збудливість підвищується на короткий час. Під час деполяризації збудливість падає до 0. Час, протягом якого відсутня збудливість, - період *абсолютної рефрактерності*. У цей час навіть сильний подразник не може викликати збудження.

В останню третину реполяризації починається процес відновлення збудливості. Це період *відносної рефрактерності* (наступний цикл збудження можливий при надпорогових подразниках).

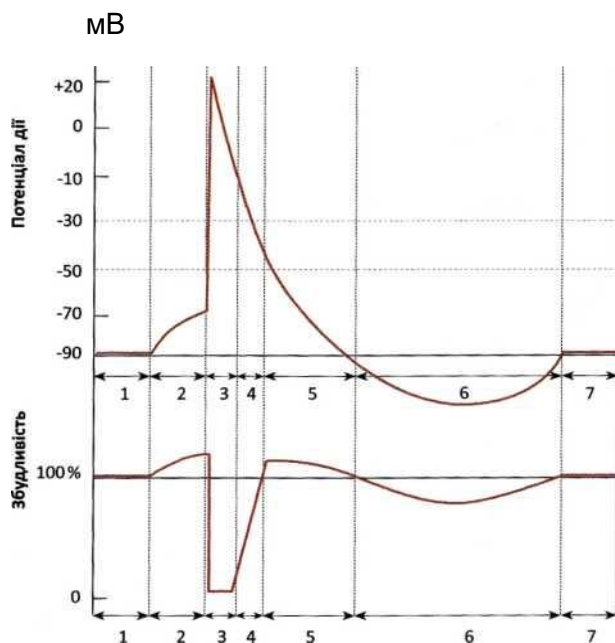


Рис. 4.5 - Співвідношення фаз потенціалу дії та збудливості.

На кривій потенціалу дії:

- 1 – потенціал спокою;
- 2 – локальна відповідь;
- 3 –деполяризація і початкова реполяризація;
- 4 – кінцева реполяризація;
- 5 – слідова деполяризація;
- 6 – слідова гіперполяризація.

На кривій збудливості:

- 1 – початкова збудливість;
- 2 – фаза підвищеної збудливості;
- 3 – абсолютна рефрактерність;
- 4 – відносна рефрактерність;
- 5 – фаза супернормальності;
- 6 – фаза субнормальності.

За періодом відносної рефракторності настає короткий період *екзальтації* - підвищеної (у порівнянні з нормальною) збудливості. Співпадає в часі з останніми двома третинами слідової деполяризації.

Заключний етап - повторне зниження збудливості (але не до 0) - фаза *субнормальності*. Відповідає гіперполяризації мембрани.

4.4. Закономірності подразнення клітин електричним струмом. Полярний закон. Закон «усе або нічого»

Для збудливих клітин електричний струм є **адекватним** (природним) **подразником**, до якого вони мають високу чутливість. У природних умовах генерацію потенціалів дії зумовлюють локальні струми, які виникають між збудженою і незбудженою ділянками клітинної мембрани. Згідно з теорією електричного подразнення В. Ю. Чаговиця подразнення клітин електричним струмом зводиться до переміщення іонів під впливом струму. Найкраще усі особливості впливу електричного струму на живу клітину можна прослідкувати під час дії постійного струму.

За характером наростання амплітуди електричних імпульсів розрізняють прямокутні, пилоподібні, експоненціальні та синусоїдальні імпульси. Найчастіше використовують для подразнення прямокутні імпульси.

Проходження електричного струму крізь клітину спричинює зміни її мембранного потенціалу спокою (МПС) Якщо до поверхні клітини прикласти катод, то позитивний потенціал на зовнішній частині мембрани зменшується, відбувається її деполяризація з подальшим розвитком потенціалу дії (ПД), якщо прикласти анод, то виникає гіперполяризація мембрани.

Для того, щоб виник потенціал дії, необхідно деполяризувати мембрану на 15-20 мВ - створити критичну деполяризацію мембрани.

Рівень мембранного потенціалу, за якого відбувається запуск генерації потенціалу дії, названо **пороговим, або критичним, рівнем деполяризації**. Він не залежить від подразника, а визначається тільки властивостями мембрани. І визначається підвищенням натрієвої проникності мембрани.

Силу вихідного електричного струму, яка спричиняє критичну деполяризацію, називають **пороговою**. **Підпороговий вихідний струм** зумовлює підпорогову деполяризацію, яка не здатна підвищити натрієву проникність настільки, щоб розпочався регенеративний процес. Під час дії підпорогового вихідного струму на початку збільшується калієвий вихідний струм. Зі збільшенням підпорогового подразнювального струму зростає і натрієвий вхідний струм. Коли деполяризація мембрани досягає критичного рівня, сумарний іонний струм через мембрани стає рівним нулю. Тобто поріг подразнення характеризує однакова величина незалежно спрямованих натрієвого і калієвого струмів, що і зумовлює стан стійкої рівноваги мембрани.

Порогова сила струму при внутрішньоклітинному подразненні різних клітин становить 10^{-7} – 10^{-9} А.

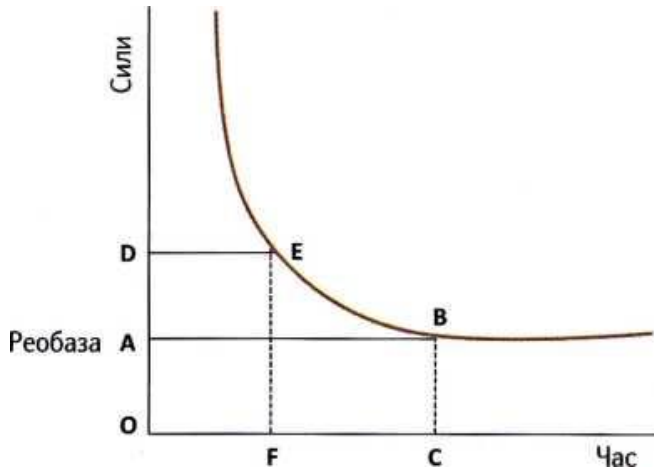
Умови здійснення порогового подразнення іноді називають «**законом сили подразнення**».

Отже, мінімальне значення сили подразника, що необхідне для зниження заряду мембрани від рівня спокою (E_0) до критичного рівня (E_k), є **пороговою**. Значення сили подразника, що є меншим за порогове, є **підпороговим**. А значення сили подразника, що перевищує необхідне для зниження заряду мембрани від рівня спокою до критичного рівня, є **надпороговим**.



Залежність сили струму від його тривалості.

Порогова сила струму перебуває в оберненій залежності від тривалості його дії. Особливо чітко ця закономірність проявляється, якщо для подразнення використовувати прямокутні електричні імпульси: *чим більша їхня амплітуда, тим більшою може бути тривалість, щоб з'явилося*



збудження. Цю закономірність виражають графічно, відкладаючи на абсцисі тривалість імпульсів, а на ординаті їхню амплітуду. В результаті одержують **криву сили-тривалості (сили-часу)**,

Рис. 4.6 -Крива сили - тривалості. OA - реобазис, OC - корисний час, OD – подвійна реобазис, OF – хронаксія

що має форму гіперболи (рис 4.6). Її гілки не торкаються осей координат, а проходять паралельно до них.

Криву сили-тривалості вперше отримав Л. Горвег (1892), а потім - Ж. Вейс (1901). Дві основні точки кривої - реобазис і хронаксія запропонував визначати Л. Лап'єк (1909). **Реобазисом** називають мінімальну силу струму, що спричиняє збудження при тривалій його дії. Найменший час, протягом якого має діяти струм, рівний реобазису, щоб спричинити збудження, названо **корисним** (підкреслюють, що подальша дія струму не потрібна). **Хронаксія** – це час, протягом якого діє струм подвійної реобазису, спричиняючи збудження. Крива сили-часу не торкається абсциси тому, що струми, які менші за реобазис, не зумовлюють збудження навіть тоді, коли їхня тривалість є значною. Вона не торкається ординати тому, що дуже короткі електричні імпульси не спричиняють збудження навіть

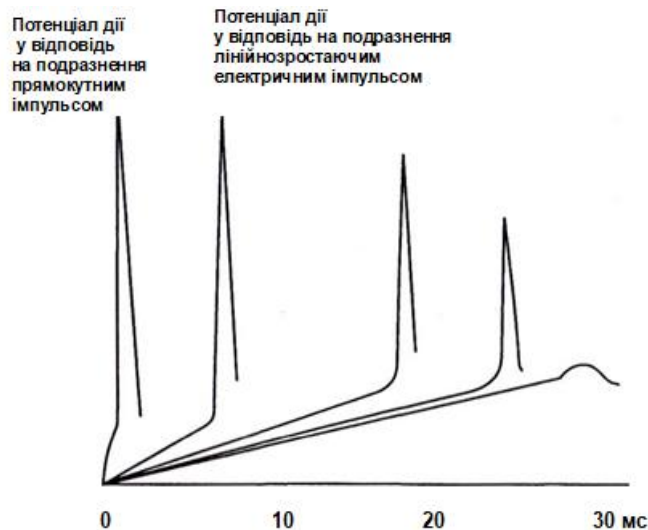
тоді, коли їхня сила дуже велика. Зумовлено це тим, що такі короткі імпульси не встигають деполяризувати мембрану до критичного рівня.

Залежність порогової сили струму від тривалості його дії називають «законом гіперболи»

Залежність порогової сили струму від крутості наростання його сили.

Пороги подразнення є найнижчими за використання прямокутних електричних імпульсів. Якщо для подразнення використовують не прямокутні електричні імпульси, а пилоподібні, амплітуда яких зростає лінійно, то пороги є тим більшими, чим повільнішим є це зростання. За використання експоненціальних електричних імпульсів критичний рівень деполяризації (поріг) теж зміщується у позитивну ділянку. Тому для запуску потенціалу дії амплітуда цих імпульсів повинна бути більшою, ніж прямокутних. Тобто порогова сила струму збільшується зі зменшенням крутості наростання його сили (рис. 4.7).

При деякій мінімальній крутості наростання сили струму потенціал дії не виникає взагалі. Синусоїдальний струм низької частоти не викликає



збудження, що є наслідком надто повільного збільшення його амплітуди.

Явище пристосування збудливої тканини до повільного наростання сили струму називають акомодациєю.

Рис. 5.7 - Акомодация

Акомодація пов'язана з частковою інактивацією натрієвих і активацією калієвих потенціалзалежних каналів. Чим більша швидкість акомодації, тим крутіше має збільшуватися імпульс, щоб виникло збудження.

Акомодація розвивається також і під час використання механічних і



термічних подразників. *Залежність порогової сили струму від крутості наростання його сили називають «законом градієнта подразнення».*

Полярний закон

Німецький фізіолог Е. Пфлюгер (1859) досліджував вплив постійного електричного струму на нервово-м'язовий препарат і встановив низку і фактів, які свідчать про різну дію анода катода.

Е. Пфлюгер
(1829-1910)

Він з'ясував, що *постійний електричний струм характеризується полярною дією.*

Постійний електричний струм спричинює збудження двічі при позаклітинному подразненні: в ділянці прикладання катода під час замикання електричного кола, а в ділянці прикладання анода - під час розмикання кола. Причому поріг подразнення при замиканні кола менший, ніж при розмиканні.

У ділянці прикладання катода при позаклітинному відведенні струм має вихідний напрям. Для внутрішньоклітинного подразнення необхідно, щоб мікроелектрод був сполучений з анодом; у цьому випадку збудження при замиканні кола виникає власне над анодом.

Отже, під час замикання кола подразнення здійснюється струмом вихідного з клітини напрямом, а під час розмикання - вхідного.

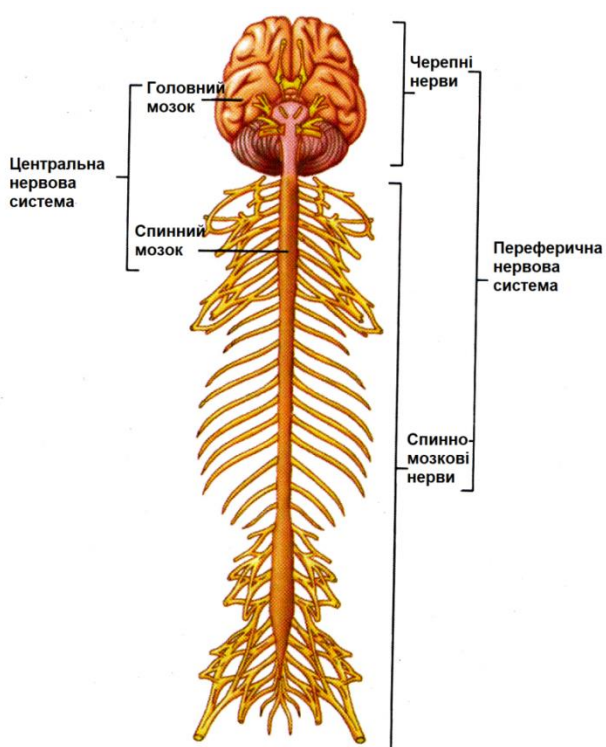
Закон «усе або нічого»

Незалежність амплітуди потенціалу дії від сили подразника відома під назвою **закону «все або нічого»**. Згідно з цим законом, *підпорогові подразники не спричиняють потенціал дії («нічого»); при пороговому подразненні генерується потенціал дії максимальної амплітуди («все»), яка не зростає зі збільшенням сили подразнення («все»).*

Закон «усе або нічого» відкрив Г. Боудич (1871) у процесі дослідження скоротливих властивостей серцевого м'язу. Пізніше його використали для пояснення генерування потенціалів дії.

5. НЕРВОВА СИСТЕМА ЯК ПРОВІДНА ФІЗІОЛОГІЧНА СИСТЕМА

5.1. Загальні відомості про нервову систему людини. Типи нервової системи людини



Нервова система складається з двох великих відділів (рис. 5.1).

1. Центральна нервова система (ЦНС), яка включає **головний і спинний мозок**. Ці структури розміщені у порожнині черепа і хребтовому каналі.

2. Периферична нервова система, яка складається з **нервових волокон**, що відходять від головного і спинного мозку.

Рис. 5.1 – Будова нервової системи людини

Збираючись у пучки різної товщини, нервові волокна утворюють **нерви**, які зв'язують **головний і спинний мозок** зі всіма органами та системами організму.

Периферична нервова система, регулює функції внутрішніх органів, забезпечує **гомеостаз** організму, утворює периферичну частину **автономної (вегетативної) нервової системи**. Вона поділяється на **симпатичний і парасимпатичний відділи**.

Центральна нервова система регулює всі процеси, що відбуваються в організмі, забезпечуючи індивідуальне пристосування його до мінливих умов існування; сприймає вплив на організм різних подразників, здійснює їх аналіз і синтез та формує потік нервових імпульсів до робочих органів; визначає поведінку людини.

За функціями нервову систему поділяють на **соматичну і вегетативну**. Соматична нервова система іннервує опорно-руховий апарат і всі органи чуттів, а вегетативна нервова система регулює процеси обміну речовин та роботу всіх внутрішніх органів (серця, нирок, легень та ін.).

Спинний мозок розміщений у хребтовому каналі. У ньому розрізняють сіру речовину, в якій переважають нервові клітини різного розміру та форми, і білу речовину, утворену відгалуженням нейронів довжиною 1 м і більше. Зі спинного мозку виходить 31 пара змішаних нервів, які своїми тонкими гілочками обплітають всі частини тіла.

Головний мозок заповнює порожнину черепа і містить мозковий стовбур у складі **продовгуватого, середнього, проміжного мозку й мозочка та великий мозок**, або передній, поділений на дві півкулі.

Стовбур мозку зверху покритий **білою речовиною**, а **сіра речовина** всередині утворює ядра, від яких відходять 12 пар черепно-мозкових нервів. У сірій речовині мозкового стовбура містяться **дихальний, серцевий, судинно-руховий центри**, а також центри, які регулюють скорочення м'язів, обмін речовин, потовиділення. Мозочок виконує

функції координації рухів, регулює м'язові скорочення та діяльність внутрішніх органів. У центральній частині стовбура мозку міститься **ретикулярна формація** у вигляді сітчастого утворення, так звана неспецифічна. Її призначення - регулювати збудливість центральної нервової системи (підвищувати або пригнічувати її).

Великі півкулі головного мозку також складаються із сірої і білої речовини. Біла речовина утворена нервовими волокнами і розміщена всередині. Сіра речовина складається з нервових клітин і *глії*, розміщена зверху і утворює кору головного мозку. Товщина кори 2—3 мм, у ній налічується 15—18 млрд нервових клітин, 140 млрд міжнейронних елементів і понад 1000 млрд зв'язків між нейронами.

Глія - це допоміжні клітини, які є опорою для нервових клітин, виконують функцію їх живлення і зосереджують резервні енергетичні речовини. Періодично ці речовини виходять із депо і надходять до нервових клітин.

Нервові клітини кори головного мозку за допомогою відгалужень зв'язані між собою та нервовими клітинами, розміщеними в різних ділянках тіла.

Кора головного мозку є вищим відділом центральної нервової системи і функціонує у взаємодії з нижніми відділами. Вона забезпечує взаємодію організму із зовнішнім середовищем, регулює і контролює всі функції організму.

Центри регуляції різних функцій організму локалізовані в певних зонах кори. Розрізняють *сенсорні, моторні та асоціативні зони*. Сенсорні зони - це мозкові відділи різних органів чуттів (зорового, слухового, больового і т. ін.). Моторні зони кори управляють рухами.

Сенсорна і моторна зони займають невелику частину поверхні кори. Основна її частина являє собою асоціативні зони, які здійснюють зв'язок

між всіма сферами кори. Діяльність асоціативних зон лежить в основі вищих психічних функцій - пам'яті, логічного мислення, уяви, навчання.

Функції нервової системи полягають у наступному.

1. Сприйняття зовнішніх і внутрішніх подразників і організація відповідних реакцій, що забезпечують пристосування організму людини до змін зовнішнього середовища, у тому числі, поведінкових.

2. Нервова система забезпечує взаємозв'язок окремих органів і систем, узгоджує й об'єднує їх функції, забезпечуючи єдність організму і функціонування, як єдиного цілого.

3. Головний мозок є органом психічної діяльності. В результаті надходження імпульсів в кору головного мозку виникають відчуття і на їх основі базуються процеси свідомості і мислення.

5.2. Нервова клітина як основна структурна одиниця нервової системи. Будова і функції нейронів. Класифікація нейронів.

Нейроглія. Нервові волокна

Структурною і функціональною одиницею нервової системи є спеціалізована **нервова клітина - нейрон**. Вона складається з тіла і відгалужень: одного довгого - **аксона** і багатьох коротких — **дендритів** (рис. 5.2). Дендрити передають інформацію до тіла нейрона. Аксон проводить збудження від тіла нейрона до інших нервових клітин або до периферичних органів. Тіло клітини виконує функцію живлення відгалужень.

Нейрони відрізняються між собою за формою, розмірами, кількістю відростків, фізіологічними функціями та властивостями.

За формою тіла їх називають пірамідними, шишкоподібними, зірчастими, овальними, веретеноподібними тощо.

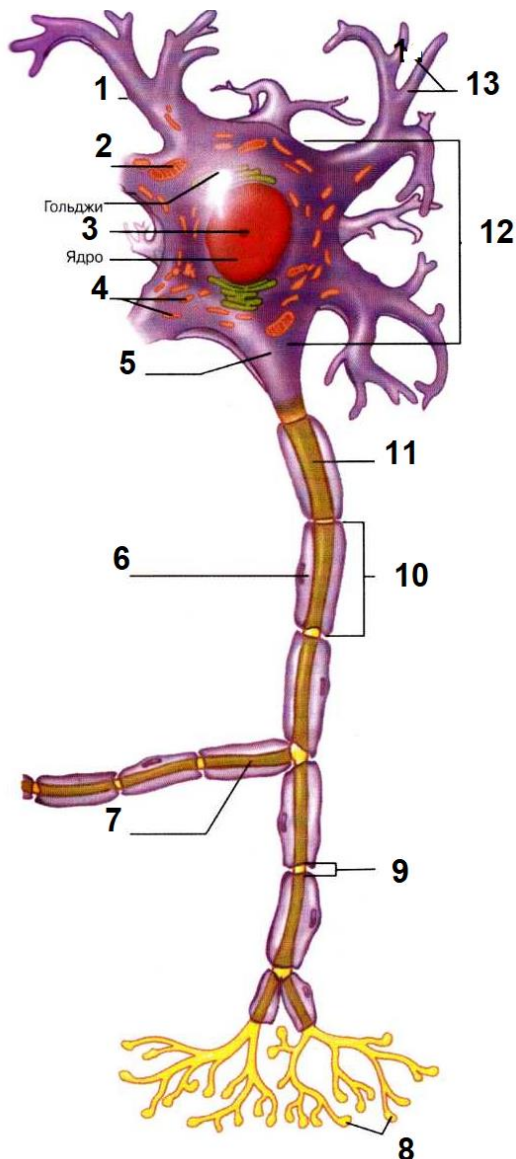


Рис. 5.2 - Будова нейрона

1 – дендрит; 2 – мітохондрія; 3- ядерце; 4 – гранулярний ендоплазматичний ретикулум; 5 – аксон; 6 – ядро клітини Шванна; 7 – аксон; 8 – нервові закінчення аксона; 9- перетяжка Ренв'є; 10 - мієлінова оболонка; 11 – аксон; 12 – тіло нейрона з ядром; 13 – дендрит

За довжиною аксона розрізняють довгоаксонні (мотонейрони, пірамідні нейрони) і короткоаксонні (проміжні нейрони спинного мозку, нейрони ретикулярної формації) клітини.

За кількістю відростків виділено мультиполярні, біполярні, уніполярні та псевдоуніполярні нейрони. Мультиполярні нейрони мають багато дендритів і один аксон.

Функціями нейронів є сприймання подразнень, їх перероблення, передавання інформації (імпульсів).

За функціями розрізняють три групи нейронів:

1) **аферентні** (чутливі, сенсорні або рецепторні), які сприймають, переробляють і передають інформацію до центральної нервової системи. Вони розміщені поза центральною нервовою системою, у спинно-мозкових гангліях або в аналогічних гангліях черепномозкових нервів;

2) **проміжні**, або вставні (контактні), які здійснюють контакт між нервовими клітинами. Розміщені у всіх відділах мозку;

3) **еферентні** (рухові, моторні), які посилають імпульси до робочих органів, забезпечуючи ефект діяльності. Вони розміщені в межах мозку.

За електрофізіологічною функцією розрізняють *збудливі* (ексcitaційні) та *гальмівні* (інгібіційні) нейрони. Останні послаблюють збудливий потенціал нервової клітини і протидіють поширенню збудження.

Нейроглія.

Крім нейронів, до нервової системи належать і *клітини глії* (гліоцити), або нейроглії (дослівно нервовий клей). Вони займають майже 50% об'єму центральної нервової системи дорослої людини. Клітини нейроглії виконують опорну функцію щодо нейронів і беруть участь у регулюванні складу міжклітинного середовища. Вони позбавлені електричної збудливості.

У центральній нервовій системі розрізняють три основні типи нейрогліальних клітин: *астроцити* (80 % клітин глії мозку людини), *олігодендроцити* (5%), *епендимоцити* (5 %).



Рис. 5.3 - Клітина глії

Астроцити виконують такі функції:

- 1) слугують опорою для нейронів.
- 2) забезпечують процеси репарації.
- 3) ізолюють і об'єднують нервові волокна.
- 4) беруть участь у регулюванні складу міжклітинного середовища.

Функції олігодендроцитів, за винятком утворення мієлінової оболонки навколо аксонів у центральній нервовій системі, не з'ясовані.

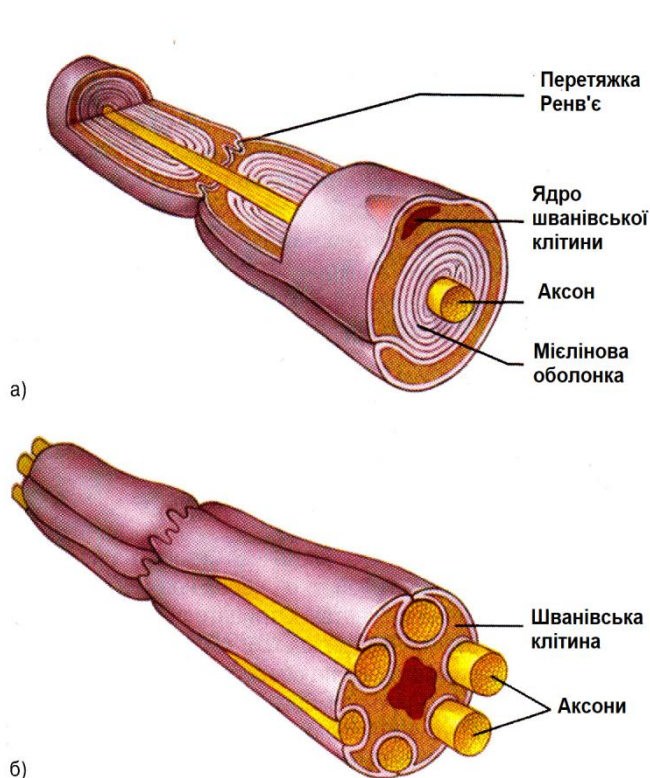
Клітини мікроглії дуже дрібні та розсіяні по всій нервовій системі. Вони проліферують у місцях пошкодження і дегенерації, перетворюються на великі макрофаги та фагоцитують продукти розпаду.

На сьогодні загально визнаними є такі функції нейроглії: 1) опорна, 2) ізолювальна, 3) трофічна (поживна й обмінна), 4) регенераційна, 5) участь у процесах онтогенетичного розвитку нервової системи, модифікації синапсів, організації слідів пам'яті, процесів сну.

Нервові волокна

Відростки різних нейронів відходять на периферію у складі нервів (нервових стовбурів). Нерви складаються з великої кількості нервових волокон, які оточені спільною сполучнотканинною оболонкою (периневрієм). **Нервовим волокном** називають відросток нейрона, що оточений (або не оточений) гліальною оболонкою.

Нерви є *чутливі, рухові та змішані*. Усі спинномозкові нерви змішані. Змішані нерви містять чутливі та рухові волокна.



За наявності *мієлінової оболонки* нервові волокна поділяють на *мієліновані (м'якушеві) та безмієліновані (безм'якушеві)*. Вони, головним чином, входять до складу соматичної нервової системи. Безмієліновані волокна, в основному, у симпатичній нервовій системі.

Мієліноване нерве волокно має осьовий циліндр, поверхню якого утворює

Рис. 5.4 - Мієліноване (а) та безмієліновані нервові волокна

плазматична мембрана, а вміст - аксоплазма. Зверху волокно вкрите мієліновою оболонкою. Мієлін складається на 80 % з ліпідів і на 20 % з білків та характеризується високим електричним опором. Мієлінова оболонка не є суцільною. Через кожні 1-2 мм вона переривається, залишаючи відкритими ділянки плазматичної мембрани, ширина яких становить приблизно 1 мкм. Ці ділянки називають **перехватами**, або **перетяжками, Ранв'є**.

Мієлінізація нервових волокон підвищує швидкість проведення збудження.

Безмієлінові нервові волокна не мають мієлінової оболонки. Вони ізольовані одне від одного тільки шваннівськими клітинами. Підвищення швидкості проведення збудження досягається за рахунок збільшення діаметра волокон до 1 мм (гігантський аксон кальмара).

5.3. Фізіологія синапсів. Класифікація синапсів. Будова і механізм передачі збудження

Функціональний зв'язок між окремими нейронами, а також між нервовими закінченнями і клітинами робочих органів здійснюється за рахунок **синапсів**.

Синапс складається з *пресинаптичної та постсинаптичної частин*, між якими знаходиться **синаптична щілина**. Пресинаптична частина утворена кінцевою гілочкою аксона, яка поблизу місця контакту втрачає мієлінову оболонку і розширюється, утворюючи синаптичну бляшку. Цитоплазма бляшки містить мітохондрії, ендоплазматичний ретикулум, мікрофіламенти і численні **синаптичні пухирці** (везикули). Кожний пухирець містить **медіатор** - речовину, за допомогою якої нервовий сигнал передається через синапс.

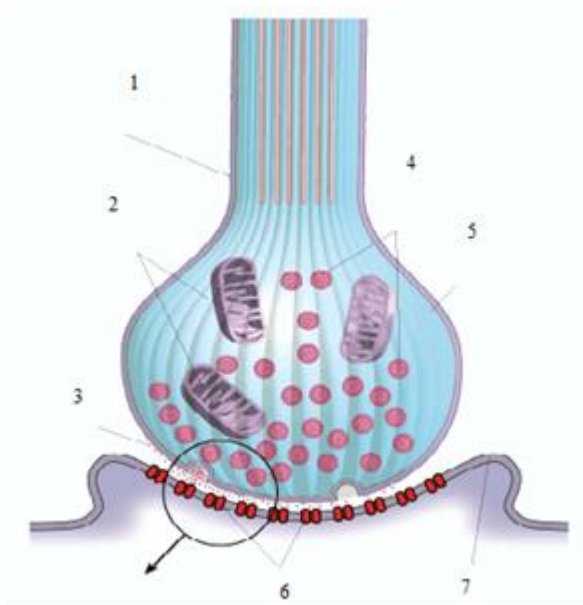


Рис. 5.5 – Схема будови хімічного синапсу

1 – закінчення аксона; 2 – мітохондрії; 3 – синаптична щілина;

4 - пресинаптичні пухирці з медіатором; 5 – пресинаптична частина синапсу; 6 – білки – рецептори медіатора; 7 – постсинаптична мембрана.

Мембрана синаптичної бляшки

в області синапсу потовщена й утворює **пресинаптичну мембрану**. Мембрана іншої клітини утворює **постсинаптичну мембрану**. Ці мембрани розділені синаптичною щілиною (рис. 5.5). Постсинаптична мембрана містить крупні білкові молекули - рецептори медіаторів і численні канали, через які в постсинаптичну клітину можуть надходити іони.

Медіатор утворюється в тілі нейрона або в самій бляшці. У синаптичній бляшці молекули медіатора "упаковуються" в пухирці, в яких вони зберігаються до вивільнення.

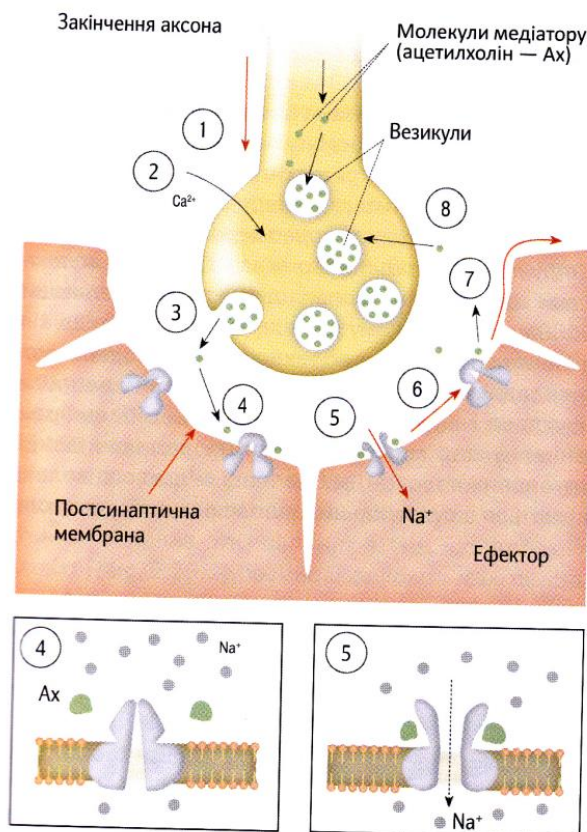
За розміщенням розрізняють синапси центральної нервової системи і периферичні. Залежно від місця контакту аксона з різними частинами нейронів розрізняють *аксо-соматичні, аксо-дендритні й аксо-аксональні синапси*.

За способом передавання нервового імпульсу виділяють **електричні** (безміхурцеві) й **хімічні** (міхурцеві) **синапси**. Через електричні синапси нервові імпульси передаються коловими струмами, а через хімічні - за участю хімічних посередників - **медіаторів** (нейротрансмітерів). До них належать: ацетилхолін, моноаміни (адреналін, норадреналін, дофамін), серотонін, нейтральні амінокислоти (глутамінова, аспарагінова), кислі амінокислоти (гліцин, у-аміномасляна кислота - ГАМК), інші речовини

(АТФ, гістамін, простагландини, оксид азоту. Для хімічних синапсів характерна наявність широкої синаптичної щілини, синаптичних міхурців у пресинапсі та хеморецепторів на постсинаптичній мембрані. В електричних синапсах є вузька синаптична щілина.

У нервовій системі переважають хімічні синапси. Усі периферичні синапси є хімічними. Їх поділяють на *збудливі* й *гальмівні*. Електричні синапси є переважно збудливі.

Механізм синаптичної передачі



1. Нервовий імпульс викликає деполяризацію пресинаптичної мембрани і підвищує її проникність для іонів кальцію.

2. Іони кальцію викликають злиття синаптичних пухирців із пресинап-тичною мембраною та вихід медіатора в синаптичну щілину. Після вивільнення медіатора матеріал пухирців використовується для утворення нових пухирців.

Рис. 5.6 – Механізм передачі збудження у синапсі

3. Молекули медіатора дифундують через синаптичну щілину і зв'язуються з рецепторами постсинаптичної мембрани.

4. При контакті з медіатором конфігурація молекули рецептора змінюється, що приводить до відкриття іонних каналів і надходження в постсинаптичну клітину іонів, що викликають деполяризацію.

5. Молекули медіатора після дії на рецептори вилучаються із синаптичної щілини шляхом реабсорбції пресинаптичною мембраною, або піддаються ферментативному гідролізу. Медіатор ацетилхолін гідролізується ферментом ацетилхолінестеразою, медіатор норадреналін - моноаміноксидазою. Потім продукти гідролізу всмоктуються назад у бляшку і знову перетворюються на медіатор.

5.4. Закони проведення збудження нервовими волокнами.

У результаті дослідження проведення збудження нервовими волокнами встановлено такі правила, або закони.

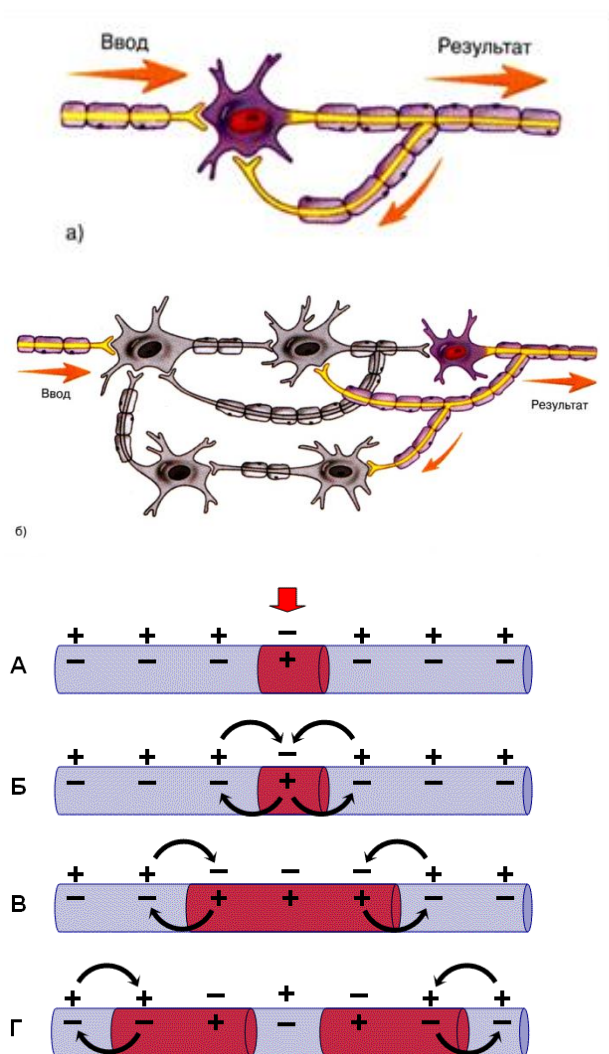


Рис. 5.7 – Проведення збудження

Закон анатомічної та фізіологічної цілісності волокон.

Проведення збудження можливе тільки за умови анатомічної цілісності нервових волокон, тому перерізані, перев'язані або травмовані нервові волокна втрачають провідність.

Закон двобічного проведення збудження.

Ізольовані нерви або нервові волокна здатні до двобічного проведення збудження - у дистальному і проксимальному напрямках.

Два імпульси, які поширюються назустріч один одному, зникають. У природних умовах в організмі збудження проводиться кожним нервовим волокном тільки в одному напрямку

Закон ізольованого проведення збудження. У складі нервів імпульси поширюються кожним нервовим волокном ізольовано, тобто не переходять з одного нервового волокна на паралельно розміщені сусідні волокна.

6. РЕФЛЕКТОРНА ДІЯЛЬНІСТЬ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

6.1. Вища і нижча нервова діяльність. Рефлекторна функція ЦНС

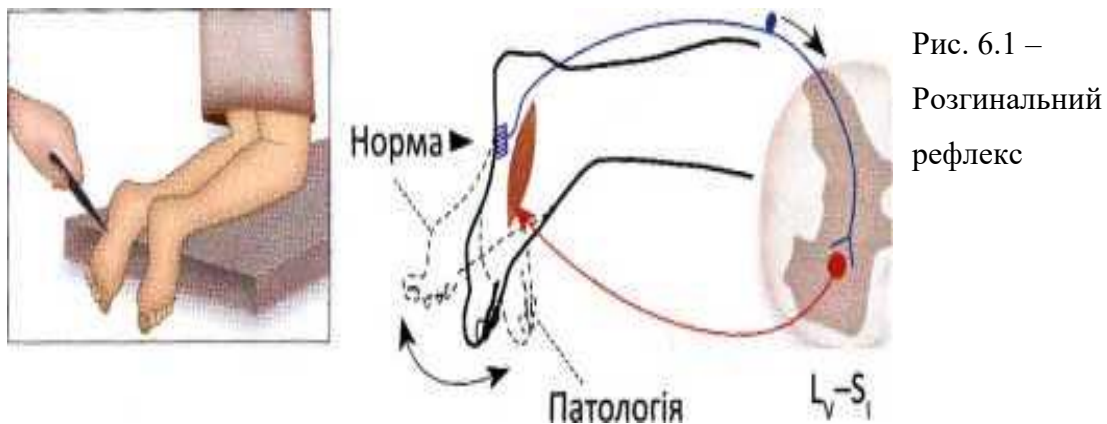
Функції підкоркових і нижніх відділів центральної нервової системи, які забезпечують прості стосунки організму із зовнішнім середовищем та злагоджену діяльність внутрішніх органів, становлять **нижчу нервову діяльність**. **Вища нервова діяльність** – це сукупність взаємопов'язаних нервових процесів, які відбуваються в у вищих відділах центральної нервової системи і забезпечують перебіг поведінкових реакцій людини. Це об'єднана діяльність кори великих півкуль, підкоркових утворень і нижніх відділів центральної нервової системи, яка забезпечує складні стосунки організму із зовнішнім середовищем.

Діяльність нервової системи здійснюється за принципом рефлексів.

Рефлекс – це закономірна реакція організму на зміну зовнішнього або внутрішнього середовища, що відбувається за участю центральної нервової системи у відповідь на подразнення рецепторів.

Рефлекси проявляються у виникненні або припиненні якої-небудь діяльності організму: скороченні або розслабленні м'язів, звуженні або розширенні кровоносних судин, появі або припиненні секреції тощо. Завдяки рефлексам організм може швидко реагувати на різні зміни

зовнішнього середовища або внутрішнього стану і пристосовуватися до них.



Принцип рефлекторної діяльності нервової системи обґрунтував у 1644 р. французький філософ і математик Рене Декарт. Термін рефлекс запропонував у 1794 р. чеський фізіолог І. Прохаска. Іван Сеченов (1863) розвинув ідею про рефлекторну природу процесів, які відбуваються у головному мозку, а Іван Павлов відкрив і створив вчення про умовні рефлекси.

Класифікація рефлексів

Відомі різні класифікації рефлексів. Так, за *біологічним значенням* їх поділяють на харчові, оборонні, статеві, орієнтувальні, позотонічні, локомоторні.

За *локалізацією рецепторів* рефлекси поділяють на екстерорецептивні (рецептори на зовнішній поверхні тіла), вісцero- або інтерорецептивні (рецептори у внутрішніх органах і судинах), пропріорецептивні (рецептори у скелетних м'язах, суглобах, сухожиллях).

За *розміщенням центральних ланок* можна виділити спінальні (центри у спинному мозку), бульварні (центри у довгастому мозку), мезенцефальні (центри у середньому мозку), діенцефальні (центри у проміжному мозку), кортикальні (центри у корі великих півкуль).

За характером рефлекторної відповіді рефлекси поділяють на моторні, або рухові (ефектори – скелетні м'язи), секреторні (ефектори – залози), судинорухові (розширення або звуження кровоносних судин).

Усі рефлекси цілісного організму можна розділити на **безумовні й умовні**

Безумовний рефлекс – це природжена видова реакція організму, яка здійснюється через нервову систему у відповідь на дію адекватного подразника. Вони є результатом діяльності підкоркових утворень і нижніх відділів центральної нервової системи.

Умовний рефлекс – це набута протягом індивідуального життя реакція організму, що здійснюється завдяки утворенню у вищих відділах ЦНС тимчасових змінних рефлекторних шляхів у відповідь на дію будь-якого сигнального подразника, для сприймання якого існує відповідний рецепторний апарат. Утворення умовних рефлексів є функцією кори головного мозку, а умовний рефлекс – одиницею вищої нервової діяльності.

Розрізняють *рухові і вегетативні* (серцеві, дихальні) умовні рефлекси. Умовні рефлекси можуть формуватися також на основі раніше набутих умовних рефлексів. Вони називаються *умовними рефлексами вищого порядку і становлять фізіологічну основу навчання, формування трудових навичок і умінь*.

Основні принципи діяльності нервової системи:

1) **принцип детермінізму** – всі реакції організму мають свою причину, тобто зумовлюються дією подразників;

2) **принцип аналізу і синтезу** – вся діяльність організму здійснюється на основі аналізу і синтезу сигналів, які діють на нього;

3) **принцип структурності** – кожний нервовий процес відбувається в певних відділах мозку;

4) **принцип системності** – різноманітні функції організму об'єднуються для злагодженої взаємодії.

6.2. Рефлекторна дуга. Координація рефлекторних процесів

Оснoву діяльності нервової системи, її елементарний акт становить рефлекс. Рефлекс виявляється у виникненні або припиненні якоїсь діяльності.

Шлях, яким за допомогою основних фізіологічних процесів здійснюється рефлекс, називається **рефлекторною дугою**.

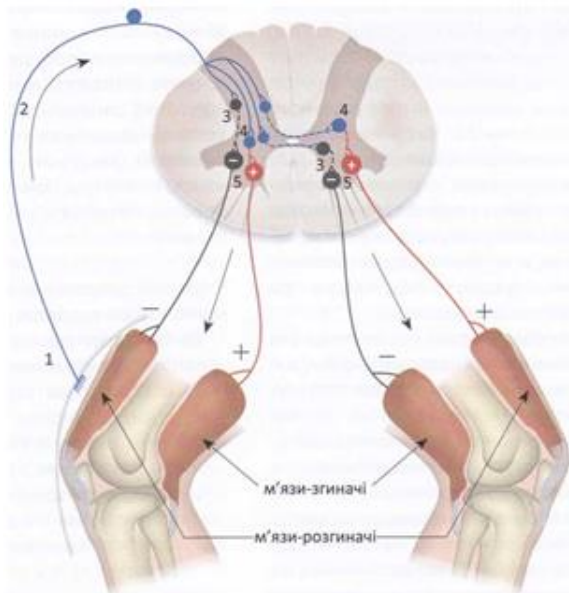


Рис. 6.2 - Рефлекторні дуги спінального згинального і перехресного розгинального рефлексів: знак + - збудження, знак - - гальмування. 1. Подразнення рецепторів шкіри. 2. Аферентний нейрон. 3. Гальмівний нейрон - клітина Реншоу. 4. Збуджувальний нейрон. 5. Мотонейрони.

Рефлекторна дуга складається з таких ланок:

- 1) **рецептора**, який сприймає подразнення;
- 2) **аферентного нервового волокна**, по якому передається збудження від рецептора в центральну нервову систему;
- 3) **вставних нейронів і синапсів**, які передають збудження від аферентних до еферентних нейронів;
- 4) **еферентних нервових волокон**, по яких передається збудження до робочих органів;
- 5) **ефектора**, або робочого органа.

Для здійснення рефлексу, або керування однією з функцій організму, група нейронів, розміщених у різних відділах центральної нервової

системи, утворює нервовий центр. **Нервовий центр** - це функціональне об'єднання, в якому є головна частина (скупчення нейронів), без якої конкретна функція нездійсненна. Існують центри дихання, кровообігу, слиновиділення, ковтання, мигання тощо. Скільки є рефлекторних актів, стільки ж є і нервових центрів.

У поняття нервовий центр вкладають анатомічну і фізіологічну суть. В анатомічному трактуванні під нервовим центром розуміють скупчення нервових клітин, які локалізовані у певній ділянці нервової системи. У фізіологічному розумінні нервовий центр - це функціональне об'єднання груп нервових клітин для здійснення складних рефлекторних актів.

Властивості нервового центра такі:

1) *одностороннє проведення збудження* від аферентного нейрона до еферентного;

2) *сповільнення проведення збудження* в синапсах;

3) *кумуляція збуджень* - кілька слабких подразнень, кожне з яких не викликає жодного рефлексу, діючи одночасно на різні групи рецепторів або надходячи один за одним від одного й того самого рецептора, викликають рефлекс;

4) *післядія* - продовження рефлекторної реакції після припинення подразнення рецептора;

5) *трансформація ритму* - здатність змінювати частоту імпульсів;

6) *втомлюваність* - зменшення або припинення рефлекторної реакції в разі тривалої дії подразника;

7) *фонова активність*, яку створюють вставні нейрони та ретикулярна формація.

Утворення умовних рефлексів полягає у встановленні функціонального зв'язку в корі головного мозку між нервовими центрами умовного та безумовного подразників. Діяльність кори з утворення нового зв'язку виявляється в аналізі і синтезі. **Корковий аналіз** - це відокремлення

інформації, яка закономірно збігається з іншими сигналами або діями організму. **Корковий синтез** - замикання зв'язку між центрами, які відповідають за сприймання різних сигналів або за різні дії організму.

Утворення умовних рефлексів можливе:

- 1) за наявності двох подразників - безумовного та індиферентного, який має стати умовним;
- 2) коли дія умовного подразника починається раніш, ніж безумовного;
- 3) за оптимальної сили подразників;
- 4) за достатнього рівня збудливості кори;
- 5) за багаторазового повторення поєднаної дії подразників.

Утворення умовного рефлексу в корі головного мозку супроводжується встановленням функціонального зв'язку між центрами збудження безумовного та умовного подразників.

Корковим представництвом називається сукупність коркових нейронів, які збуджуються під час стимулювання безумовного рефлексу. Воно є тим анатомічним мостом, за допомогою якого здійснюється вища нервова діяльність. Між корковим представництвом безумовного рефлексу і центральною ланкою умовного рефлексу, яка міститься в корі, виникає функціональний зв'язок, названий тимчасовим. Цей тимчасовий зв'язок є центральною ланкою дуги умовного рефлексу.

Принципи рефлекторної діяльності такі:

1) **принцип зворотного зв'язку.** Під час здійснення рефлексу від робочих органів надходять сигнали до центральної нервової системи відносно ефективності реакції. Це явище названо зворотним зв'язком, а система сигналів — зворотною аферентацією. Сукупність нервових шляхів — рефлекторної дуги та шляхів отримання зворотної інформації про ефективність відповідної реакції - утворює рефлекторне кільце;

2) **принцип загального кінцевого шляху.** Кількісне переважання аферентних нейронів над еферентними є причиною того, що останні є

загальним кінцевим шляхом для багатьох рефлексів від центральної нервової системи до робочих органів. Обмежений вихід на периферію є механізмом, завдяки якому організм відповідає рефлексорною реакцією лише на найважливіші подразники;

3) *принцип домінанти* - в кожний момент переважає певний рефлекс.

Координація рефлексорних процесів

Координаційною функцією називається діяльність мозку щодо подолання антагоністичної взаємодії між рефлексами з різним функціональним призначенням. Антагоністична взаємодія виникає внаслідок того, що один і той самий подразник є стимулом для багатьох рефлексів або одночасно на людину діють численні побічні подразники, які порушують виконання трудового завдання.

Різні за своїм функціональним призначенням рефлексивні не можуть безперешкодно здійснюватися в один і той самий час. Причиною цього є те, що мозок складається з неадекватної кількості чутливих, вставних і виконавських нейронів, які виконують відповідно функції сприймання, перероблення та передачі інформації. Кількість чутливих нейронів набагато більша, ніж вставних і виконавських. Це означає, що в мозок надходить величезний потік інформації від органів чуттів, до якого додається інформація, котра виробляється у процесі творчої діяльності та вилучається з пам'яті.

Спрямовуючись до виконавських нейронів, різні збудження стикаються на проміжних станціях і втягуються в так званий нейрофізіологічний конфлікт за кінцевий шлях.

Нейрофізіологічний конфлікт - це суперництво між різними рефлексорними актами за провідне значення в організмі. Для подолання нейрофізіологічного конфлікту мозок мобілізує координаційну функцію. На основі аналітико-синтетичної діяльності мозку забезпечується вибір певної форми поведінки з багатьох альтернатив, тобто мозок встановлює,

який рефлекс має для організму основне значення. Для цього рефлексу створюється силове переважання у вигляді процесу збудження. Вихід конкуруючих рефлексів на виконавські нейрони блокується процесом гальмування. Загальний кінцевий шлях стає відкритим для рефлексу, який є сильнішим.

Отже, координація - це підпорядкування за допомогою гальмування одного рефлекторного акту іншому, який має в даний момент важливіше значення. Цей рефлекс стає домінантою.

Домінантою називається тимчасово пануючий рефлекс, який має силове переважання. Для домінанти характерною є стійка підвищена збудливість нервових центрів, яка посилюється слабкими нервовими імпульсами від конкуруючих рефлексів. Проявами домінанти у процесі праці, як зазначав О. О. Ухтомський, є стаціонарно підтримувана робота або робоча поза.

Стан збудження в домінанті характеризується такими ознаками:

- 1) підвищена збудливість;
- 2) стійкість збуджень;
- 3) здатність акумулювати збудження;
- 4) інерція після закінчення роботи.

Домінанта є фізіологічною основою концентрації уваги і творчого мислення у процесі праці, умовою високої продуктивності та якості роботи.

Домінанта утворюється тоді, коли постає завдання засвоїти трудові операції, знання, які є змістом конкретної професійної діяльності. Домінанта - це тривала іннервація, а не швидкоплинні рефлекси на подразники зовнішнього середовища. У разі втоми домінанта руйнується, розгальмовуються конкуруючі рефлекси і підвищується рівень їх збудження, що призводить до дискоординації діяльності центральної

нервової системи. У роботі працівника з'являються зайві, неточні рухи, сповільнюються дії тощо.

Координацією рефлексорних процесів називають взаємодію між нейронами і нервовими процесами, що спрямована на інтеграцію функцій різних органів і систем. Взаємоузгодженість стає можливою в результаті дії механізмів, які ґрунтуються на двох групах принципів - морфологічних і функціональних.

1. Морфологічні принципи пов'язані з особливостями будови нервової системи. До них відносяться:

- дивергенція (розбіжність) нервових шляхів;
- конвергенція (сходження);
- принцип загального кінцевого шляху ;
- принцип зворотного зв'язку;

2. Функціональні принципи:

- іррадіація процесів збудження;
- концентрація процесів збудження;
- наведення (індукція);
- принцип домінанти.

Дивергенція – розгалуження волокон одного нейрона з утворенням синапсів на багатьох нейронах.

Конвергенція – сходження волокон багатьох нейронів з утворенням синапсів на одному нейроні.

Принцип загального кінцевого шляху. Збудження, яке потрапляє до ЦНС будь-якими аферентними шляхами, надходить до еферентних нейронів.

Принцип зворотного зв'язку. Під час здійснення рефлексу від робочих органів надходять сигнали до центральної нервової системи відносно ефективності реакції. Це явище названо зворотним зв'язком, а система сигналів - зворотною аферентацією.

Іррадіація - розповсюдження збудження з одного нервового центру на навколишні.

Концентрація процесів збудження - явище зворонє іррадіації; здатність нервових процесів обмежувати сферу свого розповсюдження вихідним осередком виникнення.

Індукція - взаємодія процесів збудження і гальмування нервових центрів; гальмування у групі нейронів викликає (індукує) збудження (позитивна індукція), яке індукує гальмування (негативна індукція).

Домінанта – панівний осередок збудження, який посилюється під впливом імпульсів, що надходять з інших центрів, гальмуючи при цьому останні.

6.3. Динамічний робочий стереотип як одиниця трудової поведінки людини, умови його формування і вдосконалення

Динамічний стереотип - це послідовний ланцюг умовно-рефлекторних актів, які здійснюються в чітко визначеному, закріпленому в часі порядку і є наслідком складної системної реакції організму на систему позитивних (тих, що підкріплюються) і негативних (або гальмівних) умовних подразників.

Вироблення динамічного стереотипу - приклад складної синтезуючої діяльності кори головного мозку, він є основою утворення звичок у людини, формування певної послідовності в трудових операціях, набуття вміння і навичок.



З фізіологічної точки зору праця є рефлекторним процесом, в якому визначальна роль належить умовним рефлексам. У здійсненні трудового процесу беруть участь і безумовні

рефлекси, зокрема дослідницький, орієнтувальний, наслідування і т. ін.

Жодна трудова дія не може початися без подразника, який сприймається органами чуттів. У трудовій діяльності подразниками можуть бути будь-які явища, пов'язані з тим чи іншим етапом виробничого процесу. Ними є також словесні сигнали у вигляді розпоряджень, інструкцій, роз'яснень тощо. На працівника діють різні сторонні подразники виробничого і соціального середовища. Трудові рухи, прийоми, операції, що їх виконує працівник, є зовнішнім проявом складних процесів, що відбуваються у вищих відділах нервової системи.

Центральна нервова регуляція у процесі праці полягає в тому, щоб забезпечувалася точна диференційованість сигнального стимулу і точна диференційованість відповідної реакції у вигляді конкретного руху, прийому, операції.

Трудовий процес як умовно-рефлекторний характеризується такими особливостями.

- 1) умовним подразником під час виконання завдання є усвідомлення мети, тобто створення уявлення про майбутній результат праці;
- 2) вирішальне значення у трудовій діяльності мають словесні сигнали, які є умовними подразниками і умовним підкріпленням;
- 3) досягнення поставленої мети і усвідомлення корисності результатів праці є умовним підкріпленням.

Будь-який трудовий процес або операція складається з комплексу прийомів і дій, впорядкованих за часом і послідовністю виконання.

Кожну дію можна розглядати як рефлекс, а всю операцію - як систему рефлексів. Для трудової діяльності людини типовим є багаторазове повторення в певній послідовності цих умовних рефлексів.

Систему позитивних і негативних рефлексів І. П. Павлов назвав *динамічним стереотипом*. У трудовій діяльності динамічний стереотип виявляється як система рухових умовних рефлексів, тому називається

руховим, або **робочим, динамічним стереотипом**. Ця складна система рефлексів формується у процесі виробничого навчання і забезпечує виконання певного виробничого завдання.

У процесі формування умовного рефлексу, який лежить в основі конкретної трудової дії, вирізняють дві стадії:

1) **початкова стадія**, для якої характерна іррадіація збудження - поширення збудження від одних центрів до інших, внаслідок чого у виконанні тієї чи іншої дії беруть участь різні центри кори головного мозку. У працівника помічається багато зайвих рухів і зусиль, трапляються помилки в роботі;

2) **стадія засвоєння і закріплення** правильних прийомів роботи на основі концентрації збудження в небагатьох клітинах кори головного мозку.



Нервові збудження, що виникає під впливом кожної трудової дії, не припиняється негайно, а залишається протягом певного часу у вигляді поступово згасаючих слідів збудження. Проте людина в цей час повторює ті самі трудові дії або виконує інші. Отже, умовні рефлекси підкріплюються, а сліди збудження нагромаджуються.

Система слідів збудження, на основі якої відбувається програмування робочих дій, називається **інтегральним образом робочих дій**. У процесі роботи елементи трудових дій уточнюються шляхом порівняння їх з інтегральним

образом робочих дій. Це порівняння здійснюється за принципом зворотного зв'язку, внаслідок чого трудові дії коригуються згідно з програмою.

На ґрунті подразнень, які сигналізують про правильне виконання трудових дій, закріплюються нервові зв'язки, підвищується збудливість і функціональна рухливість в одних нервових центрах і поглиблюється процес гальмування в інших.

Після багаторазового повторення трудових прийомів і засвоєння їх працівник починає виконувати всі елементи операції не окремо, а як єдиний процес. Перехід від одного елемента операції до іншого відбувається без переключення уваги і мислення на виконання кожного елемента. Уся система умовних рефлексів, з якої складається операція, приводиться в дію лише на перший подразник цієї системи. Це означає, що у працівника сформувався робочий динамічний стереотип.

Робочий динамічний стереотип - це стійка і злагоджена система умовних рефлексів, яка утворюється внаслідок багаторазового повторення умовних подразників в установленій послідовності і через певні проміжки часу. З формуванням робочого динамічного стереотипу у працівника виникає своєрідний автоматизм дій, в основі якого лежить установлення тимчасових зв'язків між нервовими клітинами. Автоматизм дій полегшує виконання роботи і звільняє нервові клітини для творчої діяльності, сприяє підвищенню працездатності і продуктивності праці.

Стійкість функціонування робочого динамічного стереотипу характеризується ступенем відхилень трудової діяльності від програми, а надійність - виконанням її за наявності несприятливих факторів.

Робочий динамічний стереотип є одиницею поведінки людини як особистості. У трудових рухах - це руховий динамічний стереотип; у виробничій, трудовій діяльності - це послідовність операцій протягом

робочої зміни та послідовність елементів у кожній операції; у повсякденній діяльності - це добовий стереотип функцій.

Робочі динамічні стереотипи окремих професій різняться за своїми структурами, тобто співвідношенням рефлексів і взаємодією функцій організму. Це пов'язано з тим, що рефлексорним шляхом змінюються вегетативні функції, які забезпечують діяльність всього організму та реалізацію динамічного стереотипу.

У формуванні динамічного робочого стереотипу певну роль відіграють індивідуальні якості людини - темперамент, характер, здібності, спрямованість інтересів. Але загалом його формування, закріплення й підтримка залежать від об'єктивних умов, які створюються у процесі навчання й трудової діяльності. Це такі умови:

1) чітке уявлення у працівника про мету та корисність своєї роботи; матеріальна і моральна заінтересованість працівника в результатах праці, яка набуває значення умовно-рефлексорного під-кріплення;

2) чіткий ритм виробничого процесу. У ритмічній роботі активним подразником умовних рефлексів є час;

3) науково обгрунтований режим праці та відпочинку, який сприяє високій працездатності і лабільності нервової системи;

4) раціональна організація робочого місця і сприятливі умови праці, що виключають побічні рефлексорні акти, не пов'язані безпосередньо з трудовим процесом;

5) фізіологічно і психологічно обгрунтовані методи та прийоми виробничого навчання

7. ФІЗІОЛОГІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

7.1. Центральна нервова система. Нервові процеси – збудження і гальмування та закономірності їх взаємодії. Іррадіація, концентрація, урівноваженість, індукція

Центральної нервової системи (ЦНС) включає **головний і спинний мозок**.



Рис. 7.1 – Центральна нервова система людини

Центральна нервова система регулює всі процеси, що відбуваються в організмі, забезпечуючи індивідуальне пристосування його до мінливих умов існування; сприймає вплив на

організм різних подразників, здійснює їх аналіз і синтез та формує потік нервових імпульсів до робочих органів; визначає поведінку людини, її взаємодію з постійно змінюваним зовнішнім середовищем.

Головний мозок заповнює порожнину **череп**а і містить мозковий стовбур у складі *продовгуватого, середнього, проміжного мозку* й **мозочка** та передній, або **великий, мозок**, поділений на дві півкулі.

Спинний мозок розміщений у хребтовому каналі. У ньому розрізняють **сіру речовину**, в якій переважають нервові клітини різного розміру та форми, і **білу речовину**, утворену відгалуженнями нейронів довжиною 1 м і більше. Зі спинного мозку виходить 31 пара змішаних нервів, які своїми тонкими гілочками обплітають всі частини тіла.

Головний мозок оточений 3 оболонками. Маса мозку дорослої людини складає 1100-2000 г.

Головний мозок поділяють на 4 відділи:

- **задній мозок** (довгастий мозок, міст і мозочок)
- **середній мозок** (ніжки мозку і покривка середнього мозку)
- **проміжний мозок** (таламус і гіпоталамус)
- **передній мозок** (дві півкулі, підкіркові ядра).

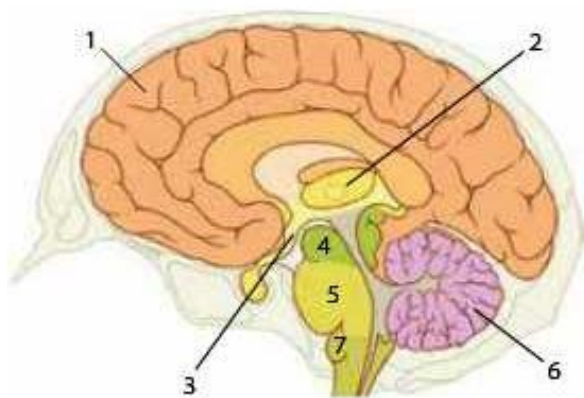


Рис. 7.2 - Відділи головного мозку людини:

1 – великий мозок; 2, 3 – проміжний мозок; 4 – середній мозок; 5 – міст; 6 – мозочок; 7 – довгастий мозок

Стовбур мозку зверху покритий білою речовиною, а сіра речовина всередині утворює ядра, від яких відходять 12 пар черепно-мозкових нервів. У сірій речовині мозкового стовбура містяться **дихальний, серцевий, судинно-руховий центри**, а також центри, які регулюють скорочення м'язів, обмін речовин, потовиділення. **Мозочок** виконує функції координації рухів, регулює м'язові скорочення та діяльність внутрішніх органів. У центральній частині стовбура мозку міститься **ретикулярна формація** у вигляді сітчастого утворення, так звана неспецифічна. Призначення її - за допомогою імпульсів регулювати збудливість центральної нервової системи (підвищувати або пригнічувати).

Великі півкулі головного мозку також складаються із сірої і білої речовини. **Біла речовина** утворена нервовими волокнами і розміщена всередині. **Сіра речовина** складається з нервових клітин і глії, розміщена зверху і утворює **кору** головного мозку. Товщина кори 2-3 мм, у ній налічується 15—18 млрд. нервових клітин, 140 млрд. міжнейронних елементів і понад 1000 млрд зв'язків між нейронами.

Нервові клітини кори головного мозку за допомогою відгалужень зв'язані між собою та нервовими клітинами, розміщеними в різних ділянках тіла.

Кора головного мозку є вищим відділом центральної нервової системи і функціонує у взаємодії з нижніми відділами. Вона забезпечує взаємодію організму із зовнішнім середовищем, регулює і контролює всі функції організму.

Центри регуляції різних функцій організму локалізовані в певних зонах кори. Розрізняють сенсорні, моторні та асоціативні зони. **Сенсорні зони** - це мозкові відділи різних органів чуттів (зорового, слухового, больового і т. ін.). Моторні зони кори управляють рухами.

Нервові процеси – збудження і гальмування та закономірності їх взаємодії.

Збудження - активний фізіологічний процес, яким нервові клітини відповідають на зовнішню дію.

Збудженню притаманні такі властивості.

1. **Одностороннє проведення збудження** - це здатність проводити збудження в одному напрямку, що зумовлена властивістю хімічних синапсів проводити збудження від аферентного аксона до еферентного нейрона через синапс.
2. **Уповільнене проведення збудження** в нервовому центрі зумовлене синаптичною затримкою, тобто часом, потрібним для повного розвитку дії медіатору на постсинаптичну мембрану проміжних та еферентних нейронів.
3. **Сумація збуджень**. Рефлекторну реакцію викликає лише таке подразнення, яке має достатню, тобто порогову силу.
4. **Трансформація ритму збудження** – невідповідність частоти потенціалу дії в аферентній та еферентній ланках рефлекторної дуги, тобто збудження, яке надходить до нервового центру і виходить з

нього, має іншу частоту: нервові центри здатні змінювати ритм імпульсів, що надходять.

5. *Післядія збудження* - це продовження рефлекторної відповіді після припинення подразнення.
6. **Тонус нервових центрів** - це стале незначне збудження нейронів нервового центру, у створенні й підтриманні якого беруть участь аферентні імпульси, що надходять від периферичних рецепторів до ЦНС, а також різні гуморальні подразники.
7. **Домінанта**. Він полягає у тому, що в ЦНС постійно виникають і можуть тривалий час існувати домінуючі осередки збудження, які підкоряють собі роботу інших нервових центрів.

Гальмування - активний нервовий процес, який призводить до зменшення чи припинення збудження в локальній ділянці нервової тканини.

Розрізняють 2 види гальмування:

- 1) Пов'язане із спинальними гальмівними структурами: гальмівними нейронами і гальмівними синапсами;
- 2) виникає як наслідок збудження.

Прикладами гальмування за допомогою гальмівних синапсів є *пресинаптичне і постсинаптичне* гальмування.

Пресинаптичне гальмування розвивається в аксо-аксональних синапсах, утворених на пресинаптичних закінченнях нейрона. У підґрунті пресинаптичного гальмування лежить розвиток повільної та тривалої деполяризації пресинаптичного закінчення. Це призводить до зменшення або блокади подальшого проведення збудження.

Постсинаптичне гальмування пов'язано з гіперполяризацією постсинаптичної мембрани під впливом гальмівних медіаторів (ГАМК, гліцин), які виділяються при збудженні гальмівних нейронів.

Значення гальмування

- бере участь в пристосуванні організму до навколишнього середовища;
- звільняє ЦНС від переробки менш суттєвої інформації;
- забезпечує координацію рухових реакцій;
- охоронна функція - захищає нервові центри від стомлення і виснаження.

Закономірності взаємодії процесів збудження і гальмування такі:

- 1) **іrrадіація**;
- 2) **індукція**.

Іrrадіація - це поширення нервового процесу з місця, де він виник, на навколишні нервові центри.

Концентрація збудження - явище звороте іrrадіації; здатність нервових процесів обмежувати сферу свого розповсюдження вихідним осередком виникнення.

Індукція - це наведення протилежного процесу на навколишні нервові центри за умови концентрації збудження чи гальмування на місці свого виникнення.

Урівноваженість характеризує співвідношення сили процесів збудження і гальмування.

Гальмування у процесі праці:

- виключає реакції працівника на побічні подразники;
- захищає нервову систему від перенапруження та функціонального виснаження.

7.2. Властивості нервових процесів: сила, рухливість, урівноваженість як фізіологічна основа темпераменту

Основними властивостями нервових процесів є їх сила, урівноваженість і рухливість.

Силою нервових процесів називають здатність нервових клітин розвивати і тривалий час витримувати значні напруження збудження і гальмування. Урівноваженість нервових процесів - це їх співвідношення за силою. Рухливість нервових процесів - це швидкість переходу збудження у гальмування, і навпаки.

Рівень збудливості характеризує функціональний стан тканини. Мірою збудливості є мінімальна сила подразника, яка викликає збудження.

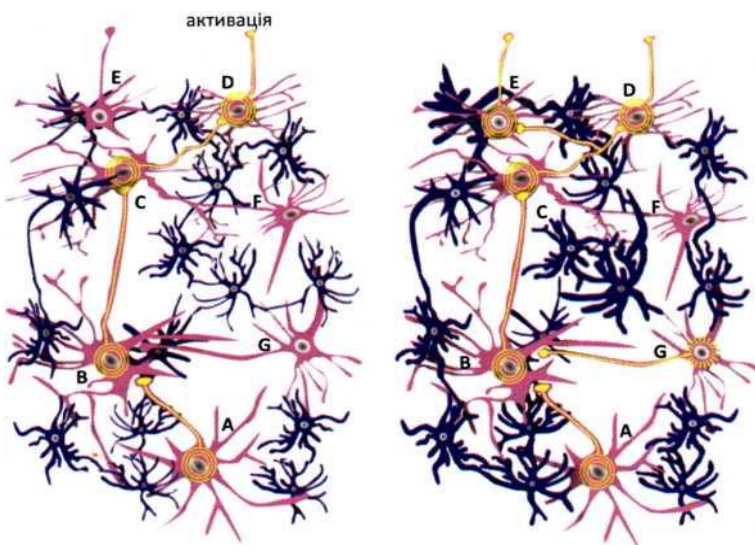
М. Є. Введенський сформулював поняття **про функціональну рухливість**, або **лабільність**, збудливої тканини (нерва, м'яза).

Лабільність — це здатність збудливої тканини до відтворення нервових імпульсів відповідно до ритму подразнення. Мірою лабільності є найбільша кількість імпульсів, що їх тканина здатна відтворити за 1 с відповідно до частоти дії подразника, тобто без трансформації ритму.

Частота і сила подразнення, які призводять до послаблення відповідної реакції тканини, називаються песимальними (найгіршими).

Песимум виникає в синапсах, оскільки нерв проводить значно більшу кількість імпульсів, ніж дозволяє лабільність нервово-м'язового з'єднання. Внаслідок цього змінюється провідність ділянки нерва, тобто виникає **парабіоз**.

Парабіоз - це



особливий стан стійкого збудження в певній ділянці збудливої тканини, який змінює її провідність. Виявляється як гальмування.

Перехід збудження у гальмування під час дії подразнень надмірної сили і частоти є загальним законом життєдіяльності збудливих клітин і тканин, законом парабіозу. Парабіоз має три фази:

1) *рівноважну*, яка характеризується тим, що і сильні і слабкі подразники викликають однакову реакцію (наприклад, м'язове скорочення однакової сили);

2) *парадоксальну*, коли сильні подразники викликають слабку реакцію, а слабкі, навпаки, – сильне збудження;

3) *гальмівну* (ультрапарадоксальну), коли немає чіткої реакції ні на слабкі, ні на сильні подразнення.

Виникнення і розвиток усіх фаз парабіозу характеризує зниження лабільності і працездатності. У процесі роботи парабіоз виявляється в неадекватних діях працівника або у їх відсутності тоді, коли особливо необхідні активні дії. Отже, парабіоз може призводити до помилок та аварій на виробництві.

І. П. Павлов, досліджуючи утворення та гальмування умовних рефлексів на тваринах, виявив три основні характеристики процесів збудження і гальмування, що обумовлюють тип поведінкових реакцій:

1) *силу*;

2) *врівноваженість*;

3) *рухливість*.

Сила збудження характеризується здатністю структур нервової системи швидко й адекватно реагувати на сильні і дуже сильні подразнення без розвитку процесів гальмування.

Сила гальмування зумовлена здатністю нервових клітин швидко утворювати і тривало підтримувати стан активного гальмування.

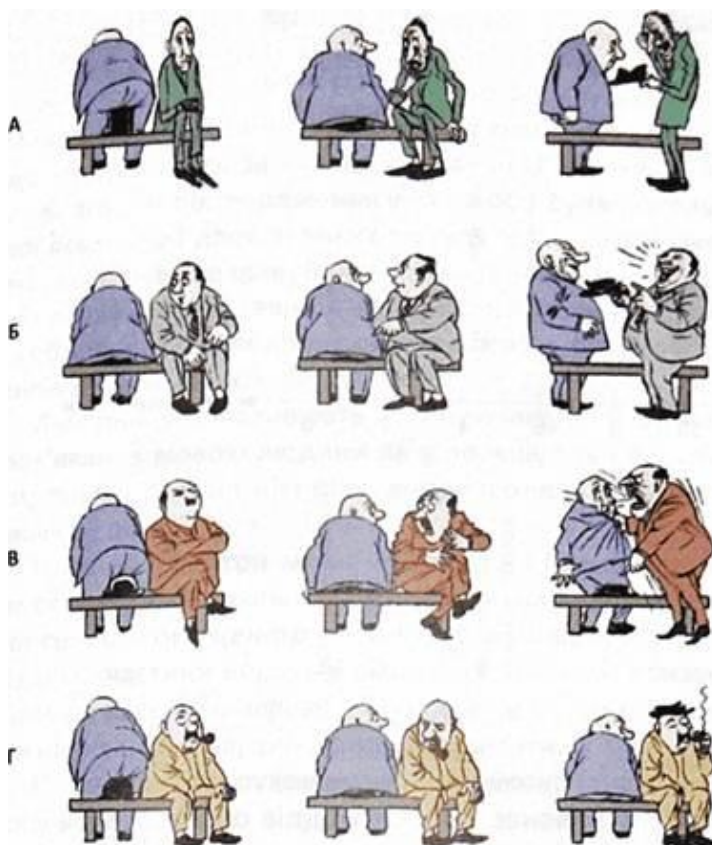
Урівноваженість характеризує співвідношення сили процесів збудження і гальмування.

Рухливість нервових процесів зумовлена швидкістю переходу нервових клітин від стану збудження до гальмування і навпаки.

На основі цих І. П. Павлов виділив три сильних і один слабкий типи вищої нервової діяльності (рис. 7.3):

- 1) сильний врівноважений рухливий - жвавий ТИП;
- 2) сильний врівноважений інертний - спокійний ТИП;
- 3) сильний неуврівноважений - нестримний тип;
- 4) слабкий тип - вирізняється слабкістю як збудливого, так і гальмівного процесів.

Темперамент - це стійке поєднання психодинамічних властивостей



індивіда, що виявляється у його поведінці і складає її органічну основу.

Сангвінічний темперамент (жвавий тип) - це сильний врівноважений рухливий тип нервової діяльності, у якого проявляється енергія і наполегливість у досягненні мети, самовладання; значна рухливість нервових процесів, здатність швидко перебудовуватися.

Рис. 7.3 - Типи вищої нервової діяльності:

А – меланхолік; Б – сангвиник; В – холерик;

Г - флегматик

виходячи з реальних умов життя.

Флегматичний темперамент (спокійний тип) - це сильний врівноважений інертний тип ВНД, що характеризується енергією, високою працездатністю, неквапливістю, вмінням тримати себе в руках, консерватизмом поведінки, повільністю в прийнятті рішень.

Холеричний темперамент (нестримний тип) - це сильний, але не врівноважений тип вищої нервової діяльності, якому притаманна захоплюваність, натхнення, блискучі успіхи, проте будь-яка дрібниця все може звести нанівець.

Меланхолічний темперамент (слабкий тип) характеризується нерішучістю, нездатністю наполягати на своєму, схильністю підкорятись чужій волі, комплексом неповноцінності, страхом та ізолюваністю від оточуючих.

Конкретний тип темпераменту людини обумовлюється генотипом, тобто генетично-спадковою основою психічної діяльності.

7.3. Будова та рефлекторна діяльність спинного мозку

Будова спинного мозку. Спинний мозок - циліндричний тяж, розміщений у хребтовому каналі, складається з сірої і білої мозкової речовини (рис. 7.4).

Сіра речовина спинного мозку на поперечному перетині має вигляд метелика або літери "Н". Розрізняють **передні й задні роги** сірої речовини спинного мозку, з'єднані широкою перетинкою сірої речовини - центральною проміжною речовиною, через яку проходить центральний канал. Крім **передніх і задніх рогів** у грудному відділі та верхніх поперекових сегментах спинного мозку виділяють *бокові роги* сірої речовини (рис. 7.5).

Передні роги сірої речовини утворені скупченням тіл переважно рухових нейронів, які утворюють у поздовжньому напрямку передні стовпи різної товщини.



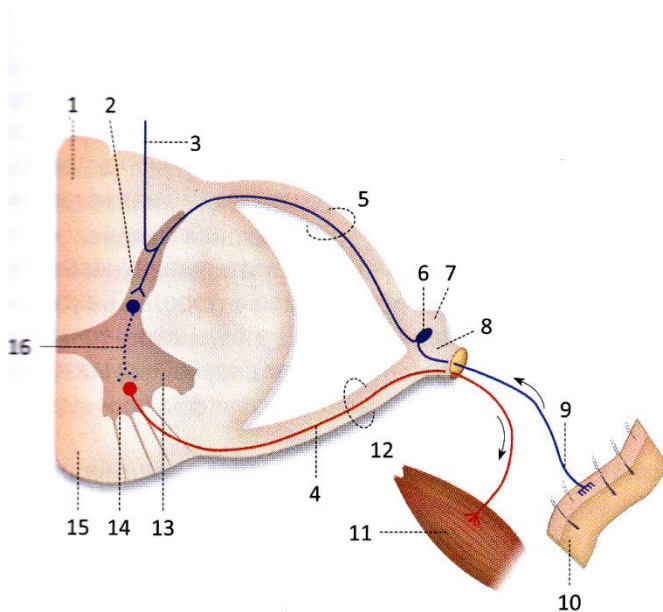
Рис. 7.4 – Спинний мозок людини

У задніх рогах (стовпах) сірої речовини містяться нейрони, які передають сигнали від чутливих нейронів. До них у складі задніх корінців прямують центральні відростки нейронів чутливих спинномозкових вузлів.

У бокових рогах (стовпах) містяться центр симпатичної нервової системи і другі нейрони спинномозково-мозочкового шляху.

Біла речовина складається виключно з аксонів нейронів спинного й головного мозку, вузлів спинномозкових нервів, утворюючи канатики спинного мозку: передній задній і боковий. Деякі з цих волокон не виходять за межі спинного мозку, інші, довші волокна з'єднують спинний мозок з головним. Групи волокон, які виконують певну функцію, утворюють нервові провідні шляхи.

У людини від спинного мозку відходить 31 пара спинномозкових нервів, за якими його поділяють на відповідну кількість сегментів.



Спинномозкові нерви з кожного сегмента утворюються з двох частин: переднього (вентрального) рухового і заднього (дорсального) чутливого корінців.

Рис. 7.5 – Будова спинного мозку і його рефлекторна дуга:

1 - задній канатик; 2 - задній ріг; 3 - висхідні (аферентні) шляхи; 4 - рухові (еферентні) волокна; 5 - задній корінець; 6 - чутливий нейрон; 7 - чутливий (спинномозковий) вузол; 8 - стовбур (спинномозкового) нерва; 9 - периферичний аксон чутливого нейрона; 10 - шкіра; 11 – м'яз; 12 - передній корінець; 13 - боковий ріг; 14 - передній ріг; 15 - передній канатик; 16 - вставний (проміжний) нейрон



На задніх корінцях є потовщення - чутливий вузол спинномозкового нерва (спінальний ганглії), де розміщені тіла чутливих (аферентних) нейронів, периферичний аксон яких передає інформацію від периферичних рецепторів, а центральний аксон прямує до спинного мозку. Через передні корінці виходять рухові (еферентні) волокна аксони рухових нейронів спинного мозку.

Така функціональна поляризація корінців (закон Белла - Мажанді) добре виявляється після їх перерізання: передніх корінців паралічем м'язів, задніх втратою чутливості відповідних ділянок тіла. Закон Белла – Мажанді полягає у наступному: передні корінці складаються з аферентних рухових (вихідні) волокон, а задні складаються з аферентних чуттєвих (вхідні) волокон.

Функції спинного мозку

Спинний мозок виконує 2 функції: рефлекторну і провідникову.

Рефлекторна функція. В спинний мозок надходять аферентні імпульси від рецепторів шкіри, пропріорецепторів м'язів рухового апарату, інтерорецепторів кровоносних судин, травного тракту, органів виділення та статевих органів.

Еферентні імпульси від спинного мозку йдуть до скелетних м'язів (за винятком м'язів обличчя), зокрема до дихальних - діафрагми і міжреберних. Крім того, від спинного мозку по вегетативним волокнам імпульси надходять до всіх внутрішніх органів, кровоносних судин.

Мотонейрони спинного мозку збуджуються за рахунок аферентних імпульсів від різних рецепторів організму. Діяльність мотонейронів контролюється низхідними впливами головного мозку (кори великих півкуль, ретикулярної формації стовбура мозку, мозочку та ін.), а також діями вставних нейронів спинного мозку. Серед вставних нейронів важлива роль належить клітинам Реншоу, які утворюють на мотонейронах гальмівні синапси.

У шийному відділі спинного мозку знаходяться центри діафрагмального нерва і центр звуження зіниці.

У шийному та грудному відділах - центри м'язів верхніх кінцівок, м'язів грудей, спини та живота.

У поперековому відділі - центри м'язів нижніх кінцівок.

У крижовому - центри сечовиділення, дефекації та статевої діяльності.

Розрізняють рефлекси м'язів-антагоністів, ритмічні рефлекси, тонічні рефлекси і вегетативні рефлекси. Рефлекторні дуги окремих рефлексів проходять через певні сегменти спинного мозку.

Провідникова функція спинного мозку. Через спинний мозок проходять висхідні та низхідні нервові шляхи.

Висхідні шляхи передають інформацію до мозочка і кори головного мозку від тактильних, больових, температурних рецепторів шкіри і від пропріорецепторів м'язів через нейрони спинного мозку та інші відділи головного мозку.

Низхідні шляхи зв'язують кору головного мозку, підкіркові ядра і утворення стовбура мозку. Вони забезпечують вплив вищих відділів ЦНС на роботу скелетних м'язів.

Рефлекторна діяльність спинного мозку.

Рефлекси спинного мозку можна розподілити на *рухові (соматичні)*, які здійснюються через α -мотонейрони передніх рогів, і *вегетативні*, що опосередковуються через еферентні нейрони бокових рогів. У ньому містяться центри:

- 1) всіх рухових рефлексів (за винятком м'язів голови);
- 2) всіх рефлексів сечостатевої системи і прямої кишки;
- 3) рефлексів, які забезпечують терморегуляцію і регулювання метаболізму;
- 4) центри багатьох судинних рефлексів;
- 5) центри дихальних м'язів.

Рефлекторну функцію спинного мозку вивчають у дослідах на спінальних тваринах. Для цього здійснюють децеребрацію (видалення головного мозку) або спіналізацію (відокремлення спинного мозку від головного шляхом перерізання). Після повного поперечного перерізання спинного мозку виникає *спінальний шок*. Він проявляється в тому, що різко знижується збудливість і пригнічуються рухові та вегетативні рефлекси

(*арефлексія*), центри яких розміщуються нижче місця перерізання. Спінальний шок виникає і після порушення функціонального зв'язку спинного мозку з головним унаслідок охолодження або анестезії. Це означає, що спінальний шок виникає не через травматичне подразнення при перерізання спинного мозку, а через порушення зв'язків.

Через тривалий час (у людини до кількох місяців) після зникнення спінального шоку рефлекторна діяльність спинного мозку різко підсилюється й виникає *гіперрефлексія*. У людини з травмою спинного мозку спостерігають так звані *масові рефлекси*: подразнення стопи спричиняє рефлекторне відсмикування обох ніг, виділення поту, сечовиділення і дефекацію.

Унаслідок «половинного» пошкодження спинного мозку розвивається порушення рухів у нижніх кінцівках на боці травми, оскільки до передніх рогів не надходять імпульси від низхідних шляхів і, відповідно, не збуджуються м'язи на боці травми. Больова і температурна чутливість будуть виключені з протилежної сторони нижче рівня пошкодження. Проріоцептивна й тактильна чутливість будуть частково порушені з обох боків. Ці розлади отримали назву синдрому Броун – Секара.

8. ФІЗІОЛОГІЯ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

8.1. Природжені та набуті форми поведінки

Засновником вчення про вищу нервову діяльність є І. П. Павлов. Він стверджував, що нижча нервова діяльність забезпечує рефлекторне саморегулювання внутрішніх органів, а вища нервова діяльність - раціональну поведінку в мінливих умовах зовнішнього середовища.

Поведінка - це складна діяльність людини і тварин, яка спрямована на задоволення природних потреб і відповідає за пристосування до умов

середовища. Більшість дослідників виділяють такі види поведінки, як харчова, статева, оборонна, батьківська і соціальна.

Поведінка людини складається зі сукупності генетично детермінованих (інстинктивних) та набутих форм, які ґрунтуються на навчанні. В організації доцільної поведінки організму важливу роль відіграє нова кора, лімбічна система і гіпоталамус. Кора відповідає за



набуті форми поведінки, а підкіркові утвори - за природжені.

Природжені (інстинктивні) форми поведінки характеризуються тим, що вони генетично детерміновані та не потребують навчання.

Інстинкти - це сукупність складних природжених стереотипних актів поведінки, що властиві всім особинам певного виду тварин у конкретних умовах існування.

В основі нервових механізмів інстинктивної поведінки лежать складні **безумовні рефлекс**. Розрізняють інстинкти харчування, самозбереження, продовження роду.

Безумовний рефлекс – це природжена видова реакція організму, яка здійснюється через нервову систему у відповідь на дію адекватного подразника.

Набуті форми поведінки.

Генетично детерміновані форми поведінки є недостатніми. У мінливому середовищі виникає необхідність у набутих окремими особинами формах поведінки або в їхньому індивідуальному досвіді.

Індивідуальний досвід поведінки з'являється завдяки здатності до навчання. Навчання дає змогу розвивати пристосувальні реакції з урахуванням минулого досвіду. Завдяки цьому поведінка стає більш гнучкою й адаптивною.



Розрізняють *неасоціативні й асоціативні форми навчання*.

Під час неасоціативного навчання у мозку залишаються сліди пам'яті, але асоціативні зв'язки не утворюються. Умовно-рефлекторне навчання

засноване на формуванні у мозку зв'язку, який може змінюватись або руйнуватись. Навчання такого характеру названо асоціативним.

До неасоціативних форм навчання людини належать *сумація, звикання*. В основі сумації лежать явища сенсibiliзації та фасцилітації. *Сенсibiliзація* - це підвищення чутливості організму до певних подразників (протилежне адаптації явище). *Фасцилітація* - полегшення запуску якої-небудь реакції-відповіді.

Звикання - це форма навчання, що полягає у відносно стабільному послабленні реакції унаслідок багаторазової дії подразника.

Розрізняють класичні павловські умовні рефлекси, або **умовні рефлекси I типу**, й оперантні (інструментальні) умовні рефлекси, або умовні рефлекси II типу. Прикладом класичного умовного рефлексу може слугувати активація слиновиділення у собаки у відповідь на загоряння лампочки. Прикладом оперантного умовного рефлексу може бути харчова поведінка щура в експериментальній камері.

Умовний рефлекс - це набута протягом індивідуального життя реакція організму, що здійснюється завдяки утворенню у вищих відділах центральної нервової системи тимчасових змінних рефлекторних шляхів у відповідь на дію будь-якого сигнального подразника, для сприймання якого існує відповідний рецепторний апарат.

Характерна особливість умовних рефлексів полягає у тому, що вони формуються протягом індивідуального життя і є *непостійними*, тобто можуть зникати й виникати залежно від умов середовища та стану організму.

Залежно від джерела умовних подразників умовні рефлекси поділяють на *екстерорецептивні, інтерорецептивні та пропріорецептивні*. Якщо джерелом умовних подразників слугує зовнішнє середовище, то умовні рефлекси називають *екстерорецептивними*. У людини екстерорецептивна сигналізація відіграє важливу роль у навчанні мовного спілкування. *Інтерорецептивні* умовні рефлекси формуються у відповідь на сигнали з внутрішніх органів і регулюють гомеостаз.

Пропріорецептивні умовні рефлекси формуються у відповідь на сигнали зі скелетно-м'язової системи. Ці рефлекси відіграють роль у виробленні рухових навиків людини. Для людини вони мають значення у виробленні та вдосконаленні професійної майстерності.

За структурою умовних сигналів розрізняють умовні рефлекси на *моно- дальні подразники* (наприклад, звук), на *комплексні подразники* (світло + звук + дотик), на *послідовні комплекси*, на *ланцюги подразнень*.

Важливим чинником класифікації умовних рефлексів є *співвідношення між часом дії умовного і безумовного подразників*. За цим співвідношенням розрізняють:

- 1) *збіжні умовні рефлекси*, коли підкріплення дають відразу ж після початку дії умовного подразника (через 0,1 с);
- 2) *відставлені*, коли підкріплення дають через 5-30 с після умовного подразника;
- 3) *запізнювальні*, коли підкріплення дають через 1-3 хв після умовного подразника;
- 4) *слідові*, коли підкріплення дають після припинення дії умовного подразника.

Умовні рефлекси класифікують за особливостями і характером підкріплення. Залежно від наявності або відсутності підкріплення їх поділяють на: *позитивні* (які підкріплюються) і *негативні* (які не підкріплюються). Позитивні умовні рефлекси відповідають за здійснення дії, а негативні затримують її.

Якщо умовний рефлекс утворюється внаслідок поєднання умовного подразника з безумовним, його називають умовним рефлексом першого порядку.

За ефекторною ознакою умовні рефлекси поділяють на *вегетативні та соматорухові* (інструментальні). До *вегетативних* умовних рефлексів належать харчові, серцево-судинні, дихальні, сечовидільні, статеві й інші.

Соматичні умовні рефлекси утворюються на основі рухових реакцій.

За біологічним значенням розрізняють *вітальні умовні рефлекси* (харчові, оборонні, регулювання сну), *зоосоціальні* (статеві, батьківські), *рефлекси саморозвитку* (дослідницькі, імітаційні, ігрові).

За характером умовного подразника умовні рефлекси поділяють на *натуральні та штучні*. *Натуральними* називають умовні рефлекси, що утворюються у відповідь на дію природних чинників, які стають умовними подразниками. Прикладом натурального умовного рефлексу може бути виділення слини у людини на вигляд і запах смачної їжі. *Штучними* називають умовні рефлекси, що утворюються на індиферентні для певної безумовно-рефлекторної реакції подразники. Прикладом може слугувати умовний рефлекс слиновиділення у собаки у відповідь на загорання лампочки.

8.2. Закономірності умовно-рефлекторної діяльності.

Гальмування умовних рефлексів

Відкрив умовні рефлекси І. П. Павлов. Цьому відкриттю передувало вчення І. М. Сеченова про рефлекси головного мозку, в якому обґрунтовано відношення головного мозку до психічних явищ.

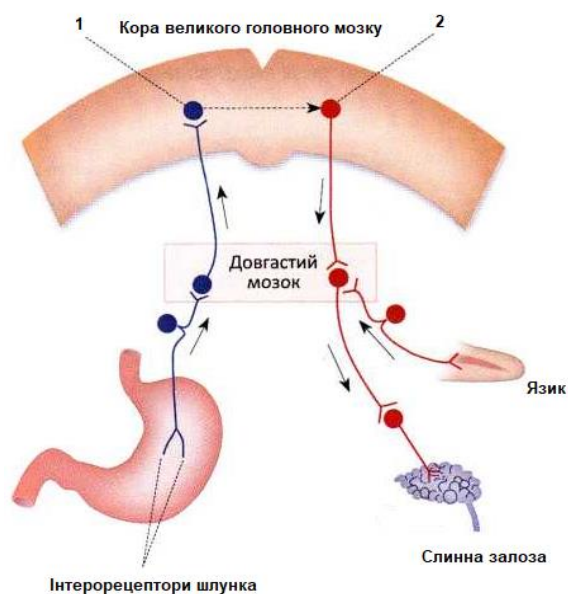


Рис. 8.1 – Рефлекторна дуга

інтероцептивного умовного рефлексу:

1 - кіркове представництво інтероцепторів шлунка; 2 - Кіркове представництво слиновидільного безумовного рефлексу

Основні відмінності між безумовними й умовними рефlekсами такі:

- 1) безумовні рефлекси - природжені, а умовні - набуті у процесі індивідуального життя;
- 2) безумовні рефлекси видові, тобто властиві всім особинам певного виду, а умовні - індивідуальні, тобто в одних особин певного виду вони можуть бути, а в інших - ні;
- 3) безумовні рефлекси постійні, тобто функціонують упродовж усього життя, а умовні - непостійні та, залежно від умов, можуть вироблятися, закріплюватися і зникати;
- 4) безумовні рефлекси здійснюються у відповідь на адекватні подразнення, умовні рефлекси виникають у відповідь на подразнення будь-якого рецептивного поля;
- 5) умовні рефлекси є функцією переважно кори головного мозку, безумовні рефлекси здійснюються на рівні спинного мозку і мозкового стовбура;

- 6) безумовні рефлексі реалізуються через постійні нервові шляхи, умовні - через шляхи, організовані за рахунок тимчасових нервових зв'язків;
- 7) умовні рефлексі виробляються на основі безумовних.

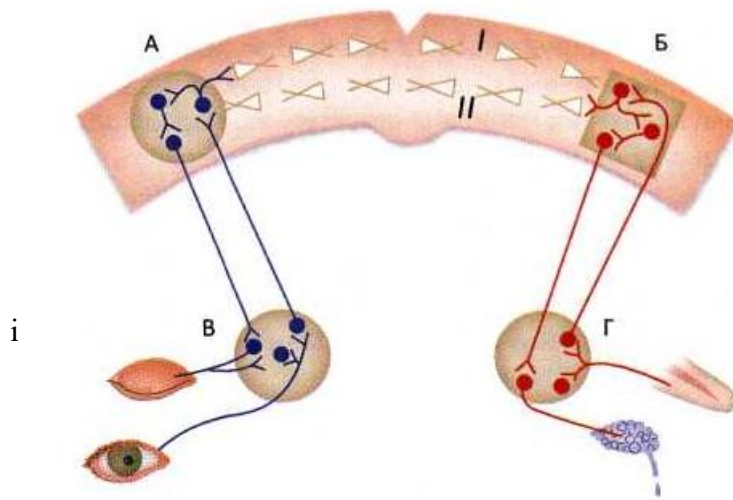


Рис. 8.2 - Дуга умовного рефлексу з двостороннім зв'язком. Кіркове представництва рефлексу: А - мигального; Б - харчового; В Г - підкіркові центри цих рефлексів: прямий (I) і зворотний (II) тимчасові зв'язки

Умови вироблення умовних рефлексів.

Умовний рефлекс формується на базі безумовного рефлексу за певних умов:

- 1) поєднання 2 подразників: індиферентного (байдужого) для даного виду діяльності (далі він стане умовним) і безумовного подразника, що викликає певний безумовний рефлекс.
- 2) індиферентний (умовний) подразник завжди повинен передувати безумовному подразнику.
- 3) багатократне підкріплення умовного подразника безумовним.
- 4) відсутність інших видів активної діяльності.
- 5) умовний подразник по своїй біологічній важливості повинен бути слабшим за безумовний подразник.
- 6) бора півкуль повинна знаходитися в активному, безсонному стані.

Механізм утворення умовного рефлексу

Умовний сигнал викликає збудження в мозковому відділі та в корі великих півкуль. При дії безумовного подразника збуджується рефлекторний центр (на рівні підкірки) і одночасно імпульси поступають в кору головного мозку - в кіркове представництво центру безумовного рефлексу.

Отже, при утворенні умовного рефлексу в корі головного мозку виникають 2 осередка збудження - в кіркових представництвах безумовного і умовного подразників. Між ними поступово встановлюється тимчасовий зв'язок - циркуляція імпульсів по замкнених ланцюгах. Цей процес Павлов назвав замиканням нової умовно-рефлекторної дуги.

Гальмування умовних рефлексів.

Умовні рефлекси не тільки виробляються, але й зникають за певних умов. Розрізняють 2 види гальмування умовних рефлексів: *умовне і безумовне.*

Безумовне (зовнішнє) гальмування є вродженим, воно може проявитися в будь-якому відділі ЦНС. Безумовне гальмування може бути *зовнішнім позамежним.*

Зовнішнє гальмування виникає під дією нового подразника, який діє одночасно з умовним сигналом. Зовнішній подразник повинен бути більш сильним. Умовний рефлекс в цьому випадку слабшає або зникає. Організм перемикається на новий, більш важливий вид діяльності. Наприклад, больовий подразник.

Позамежне гальмування виникає при збільшенні тривалості дії або сили умовного сигналу. Умовний рефлекс різко слабшає або зникає. Цей вид гальмування має охоронне значення, запобігає виснаженню нервових клітин. Наприклад, збільшення сили світла або звуку.

Умовне (внутрішнє) гальмування властиво тільки клітинам кори головного мозку. Виробляється в тому випадку, якщо порушуються умови утворення умовного рефлексу.

Розрізняють 4 види умовного гальмування: *згасаюче, запізніле, диференційоване, умовне гальмо*.

Згасаюче гальмування розвивається в клітинах кори головного мозку при не підкріпленні умовного сигналу безумовним. Якщо раніше вироблений умовний рефлекс не підкріплювати безумовним подразником, то умовний рефлекс згасне. Наприклад, не давати собаці їжу при дії умовного сигналу.

Запізніле гальмування, виникає при збільшенні інтервалу часу між умовним сигналом і безумовним подразником. При цьому прояв умовного рефлексу пропорційно запізнюється, зменшується за величиною, аж до повного зникнення. Запізніле гальмування забезпечує затримку на певний час позитивної реакції на сигнал.

Диференційоване гальмування розвивається при підключенні ще одного, близького за природою умовного подразника. Наприклад, різна частота звучання метронома. В результаті частота безумовного подразника, яка не підкріплювалась, не викликає реакції.

Умовне гальмо - різновид диференційованого гальмування. Розвивається в клітинах кори при умовному сигналі, що не підкріплений, в поєднанні з іншим додатковим подразником. Якщо утворений рефлекс на дзвінок, а подразник дзвінок + світло не підкріплювати, то комплексний подразник(дзвінок + світло) стане умовним гальмом.

8.3. Аналітико-синтетична діяльність кори головного мозку.

Співвідношення першої та другої сигнальних систем у різних видах трудової діяльності

Аналіз і синтез подразнень є найважливішими функціями кори великих півкуль. **Аналітико-синтетична діяльність мозку** - здатність кори розділяти, вичленувати і розділяти окремі подразники, диференціювати їх.

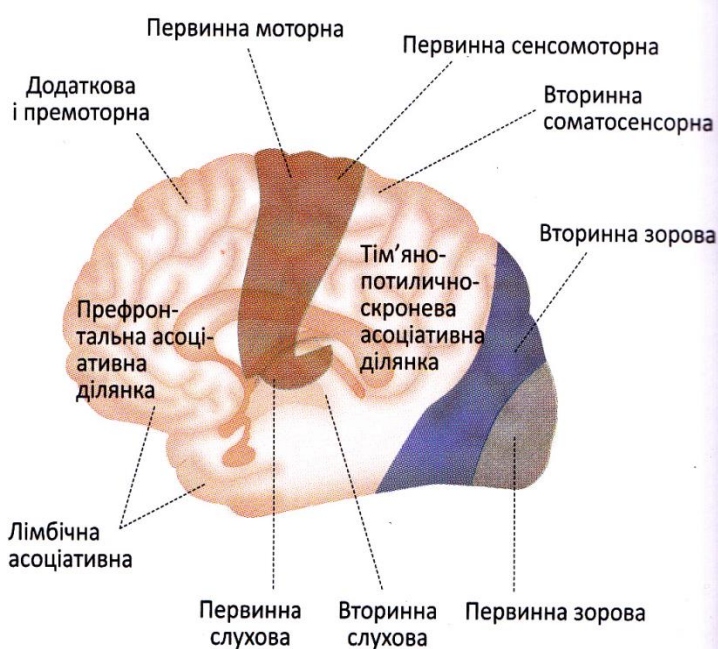


Рис. 8.3 – Представництво асоціативних систем у корі головного мозку людини

Аналіз подразнень - це розрізнення сигналів, диференціювання впливів на організм. Він починається у рецепторах, продовжується у нижчих відділах центральної нервової системи і

закінчується у корі півкуль головного мозку.

Синтез подразнень проявляється у зв'язуванні, об'єднанні й узагальненні збуджень, які виникають у різних ділянках кори. Проявом синтетичної діяльності кори є утворення тимчасового зв'язку, який лежить в основі вироблення умовних рефлексів.

У природних умовах діють комплекси подразників, аналіз і синтез яких визначають характер реакцій. Незмінний порядок дії подразників називають *зовнішнім стереотипом*. Унаслідок багаторазового повторення системи подразників у певному порядку фіксується послідовна зміна функціональних станів нервових центрів, синтезується в єдине ціле, у цілісну систему рефлексів. Таку зафіксовану послідовність процесів збудження і гальмування, що виникають у мозку, названо динамічним стереотипом. *Динамічний стереотип* - це фіксована система умовних і безумовних рефлексів, які об'єднані в єдиний функціональний комплекс, утворений під впливом стереотипних змін зовнішнього і внутрішнього середовища. Розрізняють:

- 1) *простий ритмічний стереотип*, до складу якого входить кілька позитивних і негативних умовних рефлексів (+ + - - + +).
- 2) *Ритміко-мозаїчний стереотип*, який складається з регулярного поєднання позитивних і негативних умовних рефлексів (+ - + - + - +).
- 3) *Стереотип стереотипів*, який лежить в основі життєвих поведінкових реакцій людини і тварин, у тому числі і праці.

Павлов І.П. наголошував, що особливістю мислення людини, на відміну від тварин, які мають лише одну, *першу сигнальну систему*, є наявність ще і *другої сигнальної системи*.

Перша сигнальна система - це система рефлекторних реакцій на конкретні подразнення, чуттєве відображення образів дійсності. Її утворюють як безумовні, так і умовні рефлекси, які є сигналами безумовних подразнень.

Анатомічною основою першої сигнальної системи є *аналізатори*, які нервовими шляхами пов'язані з органами чуттів.

Аналізатор - сукупність нервових клітин, які сприймають і переробляють інформацію із зовнішнього та внутрішнього середовища організму.

Друга сигнальна система - це властива тільки людині система узагальненого відображення дійсності у вигляді понять, які позначаються системою знаків або слів. До цієї системи належить мова і всі створені за допомогою слів позначення: лічба, ноти, математичні символи, мова жестів, звукова і письмова мова.

Найголовнішим компонентом другої сигнальної системи є членороздільна мова, за допомогою якої людина називає предмети і явища, може розмірковувати про них, обмінюватися думками і спілкуватися. Слово виступає у ролі сигналу сигналів.

Мову людини характеризують дві важливі особливості. Перша - це величезна кількість мовних форм, коли один і той самий предмет або

явище називають різними словами, які записують різними способами (відомо близько 7 598 різних мов). Друга - це відсутність успадкування конкретної мовної форми. Усі люди мають генетичну здатність до спілкування словами, але якою стає мовна форма, залежить від виховання.

Друга сигнальна система нерозривно пов'язана зі суспільним життям людини. Спілкування за допомогою мови утворилося у процесі праці. Поза суспільством, без спілкування між людьми, друга сигнальна система не розвивається. Ця форма відображення дійсності властива тільки людині та виконує три найважливіші функції: *комунікативну, понятійну і регуляторну*.

Комунікативна функція полягає у використанні мови як засобу спілкування. Ця функція проявляється у двох формах - експресивній та імпресивній. Експресивна форма полягає у формулюванні певною людиною мовного висловлювання. Імпресивна форма - це процес сприймання і розуміння людиною мовних висловлювань іншої людини.

Понятійна функція мови зводиться до її використання як засобу абстрактного мислення. За допомогою мови аналізується й узагальнюється інформація, відбувається формулювання суджень і висновків. Ось чому мова стає механізмом інтелектуальної діяльності.

Регуляторна функція полягає у тому, що за допомогою усної або внутрішньої мови людина керує власними діями і рухами, а також поведінкою інших людей.

У фізіології *слово - це подразник*, який через відповідні аферентні системи діє на клітини кори головного мозку. Слово, яке ми чуємо, сприймається слуховою сенсорною системою, а яке читаємо - зоровою. Проте слово є не тільки звуковим і оптичним подразником. Воно діє своєю суттю, що пов'язана з конкретними предметами зовнішнього світу. *Слово викликає збудження не тільки в кірковій частині слухової та зорової сенсорної системи, а й у тих клітинах кори, в яких зафіксований образ*

безпосереднього сигналу, що позначається певним словом. Ця властивість характерна тільки для людини. Тобто, для людини слово виступає у ролі умовного подразника.

Під час вироблення умовних рефлексів людиною сприймається слово *не як окремий звук або сума звуків, а як поняття*. Про це свідчить той факт, що слова-синоніми є одним і тим самим подразником.

8.4. Анатомо-фізіологічні основи мови. Фізіологічні основи мислення. Свідомість як функція мозку. Нервова пам'ять. Функції ЦНС в процесі праці. Фізіологія сну

Мова функціонує у трьох формах: акустичній, кінестезичній і оптичній.

Акустична (усна) форма мови набула вигляду звукових сигналів. У процесі мовлення мовний потік роздібнюється на ділянки, кожна з яких утримується в пам'яті приблизно 100 мс. Таке дроблення забезпечує сприймання фонем. Акустична форма мови є основою для забезпечення її комунікаційної функції.

Кінестезична форма мови проявляється у роботі артикуляційної мускулатури, за допомогою якої реалізується акустична мова.

Оптична (письмова) форма мови забезпечує написання та розрізнення букв і слів. Завдяки письмовій мові досвід окремих людей стає доступним для майбутніх поколінь і перетворюється у досвід усього людства.

Середня швидкість мовлення становить 125 слів/хв, а середня швидкість словесного мислення - 400 слів/хв.

Діяльність мовної, або другої, сигнальної системи забезпечує робота *мовнорухового, мовнослухового і мовно-зорового аналізаторів, а також лобові відділи кори (рис. 8.4).*



Рис. 8.4 – Карта специфічних функціональних областей, на яких виділені Ділянки Верніке і Брока, відповідальні за розуміння та відтворення мови

Мовноруховий аналізатор (руховий центр мови) відповідає за сприймання й аналіз інформації від органів артикуляції (губи, язик, зуби, м'яке піднебіння, гортань) і дихальної мускулатури, що є необхідно для мовлення. Він у більшості людей (приблизно 95 %) міститься в ділянці другої і третьої лобових закруток лівої півкулі (поля 44, 45 і 46 за Бродманом) (рис. 8.4).

Руховий центр мови описав у 1860 р. французький антрополог і хірург Поль П'єр Брока, який встановив, що пошкодження цієї ділянки кори внаслідок крововиливів супроводжується втратою усної мови. Хворий розуміє мову, може спілкуватися письмово, але не може говорити (*моторна афазія*).

У 1874 р. німецький дослідник Карл Верніке описав *чутливий (слуховий) центр мови*, що відповідає за розуміння мови. Руйнування або видалення цього центру супроводжується *сенсорною афазією* - втратою розуміння мови зі збереженням сприймання слів як звуків. *Центр Верніке* розміщений у задніх відділах першої скроневої закрутки (поле 42),

неподалік від слухової кори і є *кірковим відділом мовнослухового аналізатора*. У більшості людей (приблизно 95 %) слуховий центр мови локалізований також у лівій півкулі.

Обидва мовні центри мають зв'язки між собою, а також слуховою та зоровою корою. І до сьогодні є правильним уявлення К. Верніке про функціонування центрів мови. Розуміння мови, а також відповідь на неї забезпечує центр Верніке. Від нього інформація передається у центр Брока, де виробляється детальна і координована програма формування звуків голосу. Реалізується ця програма моторними зонами кори, що керують мовною мускулатурою та дихальними м'язами через рухові нейрони довгастого і спинного мозку.

Складну координацію рухів м'язів гортані, голосових зв'язок, м'якого піднебіння, губ, язика, нижньої щелепи, а також дихальних м'язів, які забезпечують усну мову, названо *артикуляцією*. Вона здійснюється завдяки складній системі умовних і безумовних рефлексів цих м'язів.

Вищий рівень психічної активності людини, що забезпечує її цілеспрямовану поведінку, називають **свідомістю**. Це специфічна людська форма відображення дійсності.

Основними ознаками **свідомості** є здатність до абстрактного мислення та членороздільної мови як способу мислення, до прогнозування у будь-яких видах поведінки, наявність ідеалів, моральних та естетичних цінностей та ін..

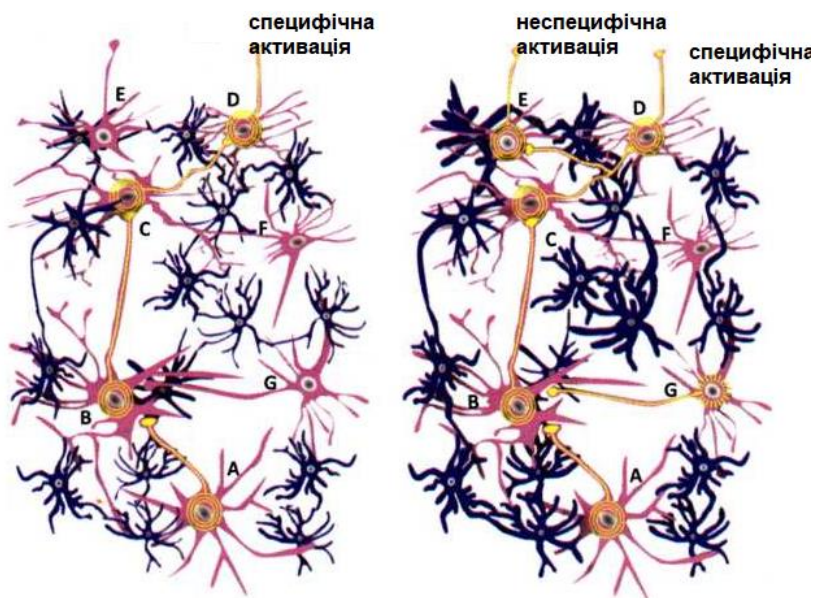


Рис. 8.5 - Нейронні мережі мозку в умовах норми та при розумовій втомі

Пам'ять - це властивість нервової системи на короткий або тривалий час зберігати відбитки, що утворюються в результаті сприйняття предметів і явищ об'єктивного світу після припинення їх дії.

Процеси пам'яті:

1) *запам'ятовування* - це закріплення інформації шляхом скріплення її з придбаною раніше інформацією.

2) *збереження* - визначається ступенем участі інформації в діяльності людини, тобто важливістю.

3) *відтворення* - витягання інформації з систем або блоків пам'яті.

Види пам'яті.

За характером психічної активності:

- рухова;
- емоційна;
- смислова (словесна);
- образна.

За характером мети діяльності:

- мимовільна (мета запам'ятати відсутня);
- довільна.

За тривалістю збереження матеріалу:

• короткочасна пам'ять - дуже коротке збереження матеріалу і негайне відтворення після однократного нетривалого сприйняття;

• оперативна пам'ять - вид короткочасної, обслуговує безпосередньо здійснювані людиною актуальні дії (читання, писання);

• довгострокова пам'ять - тривале збереження матеріалу після багатократного його повторення і відтворення.

Механізми пам'яті пов'язують з циркуляцією імпульсів по замкнутим колам нейронних ланцюгів (короткочасна), а також зі складними

процесами синтезу в корі білкових молекул, у структурі яких закодowana інформація (довгострокова).

Сон

Сон - це внутрішнє гальмування кори і найближчої підкірки. Під час сну спостерігається ряд змін у фізіологічних системах людини:

- відсутня свідомість
- знижені рухові реакції
- гальмується умовно-рефлекторна діяльність
- змінюються вегетативні функції - дихання, серцева діяльність, обмін речовин, травлення, виділення.

Механізм сну.

На теперішній час сформульована кірково-підкіркова теорія розвитку сну. Згідно з цією теорією у розвитку сну беруть участь: кора, підкіркові структури і ретикулярна формація.

Через ретикулярну формацію до кори головного мозку поступають аферентні імпульси, підтримують її в активному стані. У цей час центр сну в гіпоталамусі загальмований. При розвитку гальмування в корі, центр сну збуджується і посиляє гальмівні імпульси на ретикулярну формацію, яка внаслідок цього перестає активувати кору. Розвивається сон.

9. ФІЗІОЛОГІЯ РУХОВОГО АПАРАТУ ЛЮДИНИ

9.1. Загальні відомості про будову рухового апарату людини та його функції.

Руховим апаратом називається сукупність тканин і органів, які забезпечують переміщення людини у просторі та її активні дії, спрямовані на предмети зовнішнього світу.

Руховий апарат людини у процесі праці розглядається, з одного боку, як джерело енергії, а з іншого - як робоча машина, що змінює завдяки



рухам предмет праці.

Функціонально до складу рухового апарату входять нервові клітини головного і спинного мозку - мотонейрони та їхні аксони, а також кістково-м'язова система.

У складному руховому апараті людини керівну і регулюючу функцію виконує центральна нервова система. Роль кістково-м'язових органів є виконавчою.

Кісткова система, або скелет, складається з 208 кісток, які надають форму тілу, слугують опорою організму і захищають внутрішні органи. Зв'язки і суглоби з'єднують кінці двох кісток і в місцях рухливих з'єднань забезпечують різні рухи кісток. Кістки під час виконання рухів слугують важелями, тобто відіграють пасивну роль.

Активну функцію під час рухів виконують скелетні м'язи, які сухожиллями прикріплені до кісток скелета. Вони складаються з **м'язових волокон**. У складі кожного м'яза налічується від сотні до десятків тисяч волокон.

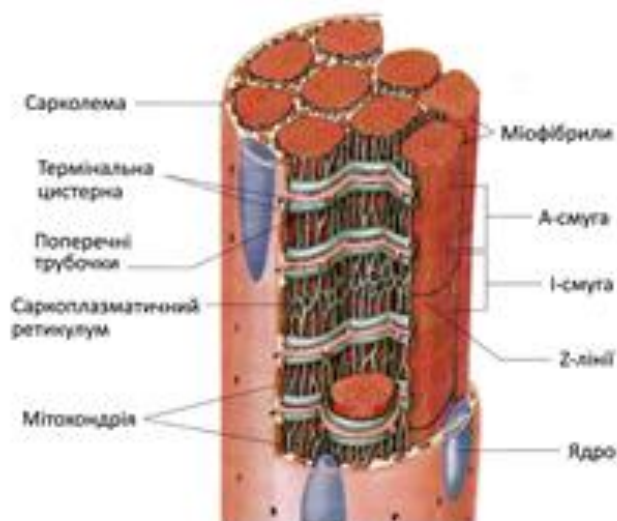


Рис. 9.1 — Оточення міофібрил поперечними трубочками та саркоплазматичним ретикулоном

М'язове волокно має такі властивості:

- 1) збудливість - здатність відповідати збудженням на подразнення;
- 2) провідність - здатність проводити збудження в обидва боки від місця подразнення по всій своїй довжині;
- 3) скорочуваність - здатність під час збудження скорочуватися або змінювати рівень напруження.

М'язи складаються з безлічі подовжених **м'язових волокон** - функціональних одиниць. Вони мають циліндрову форму і розташовані паралельно одне одному. М'язове волокно - результат злиття багатьох клітин. Кожне волокно оточено мембраною - *сарколемою* (за будовою - звичайна мембрана). У м'язових волокнах міститься велика кількість міофібрил, які створюють поперечну покресленість (смугастість). Кожна міофібрила складається з білкових ниток двох типів - *актинових* і *міозинових*. Між міофібрилами знаходиться велика кількість мітохондрій.

Цитоплазма м'язового волокна - *саркоплазма* містить мережу внутрішніх мембран - саркоплазматичний ретикулум. Цистерни ретикулуму беруть участь у захваті і вивільненні іонів Ca^{2+} (рис.9.1).

Посмугованість міофібрил обумовлена особливим розміщенням ниток *актину* (*тонких*) і *міозину* (*товстих*).

У м'язах і сухожиллях розміщені рухові рецептори, які збуджуються під час рухів і напружень, сприймають скорочення і розслаблення м'язових волокон.

Основним функціональним елементом рухового апарату є **рухова одиниця**.

Вона складається з мотонейрона та іннервованих ним м'язових волокон. Аксон, що відходить від мотонейрона, при підході до м'яза розгалужується, утворюючи кінцеві гілочки, кожна з яких за допомогою синапсу з'єднується з м'язовим волокном. Передача збудження з нерва на м'язове волокно викликає його скорочення. Отже, один мотонейрон іннервує цілу групу м'язових волокон.

Кожна рухова одиниця викликає скорочення лише окремих волокон м'яза. Мотонейрони, які іннервують волокна одного м'яза, утворюють мотонейронний пул. Його функція полягає в дозуванні сили скорочення всього м'яза та виборі таких мотонейронів, діяльність яких необхідна в даний момент.

Усі рухові одиниці поділяються на великі й малі. Велика рухова одиниця складається з великого мотонейрона з товстим аксоном, який розгалужується на велику кількість гілочок та іннервує сотні і навіть тисячі м'язових волокон. Мала рухова одиниця складається з маленького мотонейрона з тонким аксоном, що утворює невелику кількість гілочок і, відповідно, іннервує невелику кількість м'язових волокон (усього кілька десятків). Великі рухові одиниці – швидкі, здатні розвивати короткочасно велику силу і виконувати швидкі рухи. Малі рухові одиниці – повільні, розвивають невеликі зусилля і здатні до тривалої роботи.

Скорочення м'язів пов'язане з перетворенням хімічної енергії на механічну і теплову. Основними речовинами, які забезпечують скорочення, є білки – актин і міозин, а джерелом хімічної енергії – аденозинтрифосфорна кислота (АТФ), вуглеводи, білки, жири та кисень.

З механічного погляду виконавчий орган рухового апарату людини являє собою сукупність двох ланок, з'єднаних між собою суглобом, які взаємно обмежують рух. Це так звана кінематична пара.

Рука людини побудована з трьох лінійних ланок: плеча, передпліччя і кисті. Під час виконання рухів представляє собою відкритий кінематичний ланцюг, який складається з послідовно з'єднаних кінематичних пар.

Завдяки інтегративній функції центральної нервової системи руховий апарат людини діє як складна саморегульована система.

9.2. Типи скорочення м'язів. Енергетика м'язового скорочення. Теплопродукція

У природних умовах збудження і скорочення скелетних м'язів запускається нервовими імпульсами. У лабораторних умовах для цього подразнюють м'яз *прямим* або *непрямим* способом. Безпосереднє подразнення м'яза струмом називають прямим, а подразнення струмом рухового нерва, що супроводжується скороченням м'яза, названо його непрямим подразненням. Реєстрація скорочення м'яза називається *міографією*.

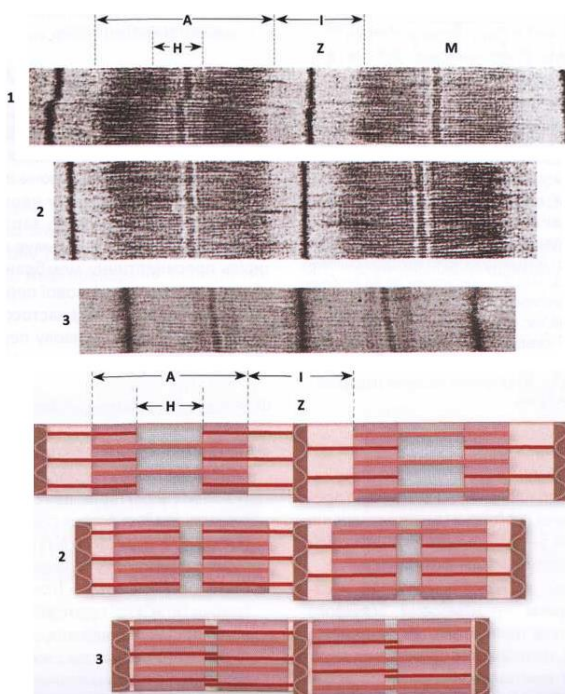


Рис. 9.2 – Будова саркомера: 1 – стан розслаблення; 2 – початкове скорочення; 3 – максимальне скорочення

Розрізняють два режими скоротливої діяльності м'яза: *ізотонічний* та *ізометричний*. Коли м'яз вільно піднімає невеликий вантаж, він вкорочується і не змінює внутрішню напругу. Такий режим називають ізотонічним. Коли м'яз нездатний підняти великий вантаж або обидва його кінці закріплені нерухомо, він не вкорочується, а тільки розвиває внутрішню напругу. Це ізометричний режим.

Пряме або непряме подразнення м'яза поодиноким імпульсом супроводжується *поодиноким скороченням* (рис. 9.2).

Розрізняють дві фази поодинокого скорочення - *вкорочення* і *розслаблення*.

Тривале скорочення м'яза у відповідь на його ритмічне подразнення частотою >10 імп./с названо *тетанічним скороченням*, або *тетанусом*.

Крім поодиноких і тетанічних скорочень, розрізняють *тонічне скорочення* м'язів. Воно є найбільш характерним для гладеньких м'язів, але властиве і для деяких скелетних

Безпосереднім джерелом енергії для скорочення м'яза є аденозинтрифосфорна кислота (АТФ). У зв'язку з тим, що резерв АТФ у клітині обмежений, він постійно відновлюється за рахунок інших джерел енергії. Відновлення АТФ може відбуватися двома шляхами: *аеробно* (з участю кисню) та *анаеробно* (без участі кисню).

У цілому джерелами енергії для роботи м'яза є глікоген (вуглевод), глюкоза, та жирні кислоти.

Під час скорочення м'яза відбувається посилене розщеплення АТФ, інтенсивність обміну зростає у тисячу разів. Відповідно збільшується утворення і виділення теплової енергії. Доведено, що 1 г скелетного м'яза виділяє 0,006 кал теплової енергії.

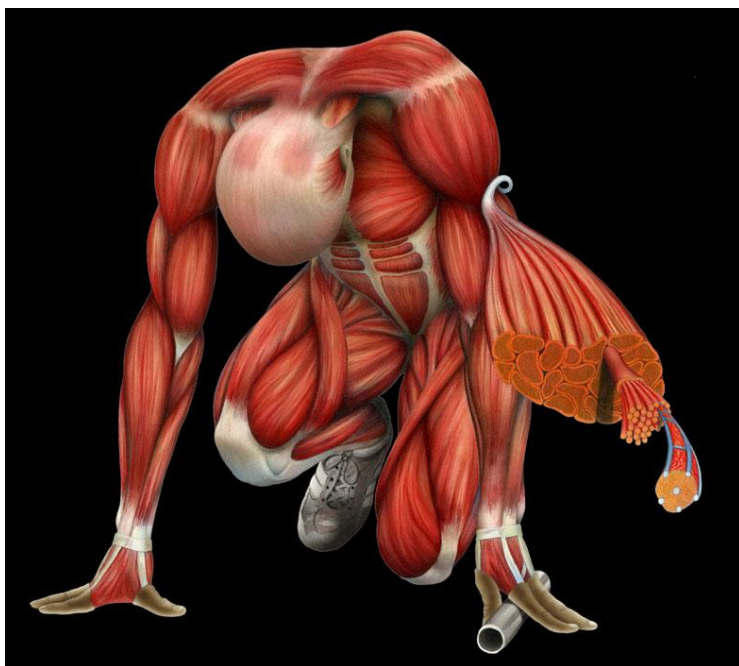
Теплотворення м'яза розділяють на дві фази.

Фаза початкового теплотворення починається з моменту збудження м'яза і триває протягом усього скорочення. Цю фазу поділяють на теплотворення активації, теплотворення вкорочення і теплотворення розслаблення. Теплова енергія активації виділяється м'язом з початку порогового чи сильнішого подразнення і впродовж періоду збудження. Вона виробляється і в умовах ізометричного напруження. А коли м'яз здійснює механічну роботу (наприклад, під час піднімання вантажу), відбувається розщеплення додаткової кількості АТФ і виділяється додаткова тепла енергія скорочення, пропорційна виконаній роботі. При розслабленні м'яза теж споживається енергія.

Фаза затриманого, або відновного, теплотворення, на відміну від попередньої фази, потребує обов'язкової наявності кисню. Ця фаза пов'язана з виділенням енергії окислення молочної і піровиноградної кислот, які утворюються під час скорочення.

9.3. М'язова сила і витривалість. Методи вимірювань. Сутність фізіологічного закону середніх навантажень і середніх швидкостей скорочення м'язів та його використання в нормуванні праці

Важливим показником функціонального стану рухового апарату людини є **м'язова сила**. Вона характеризується максимальним напруженням, яке здатні розвинути м'язи під час збудження. Сила такого збудження залежить від кількості м'язових волокон, які входять до складу рухової одиниці, - чим більше волокон, тим більшою є сила скорочення.



Максимальна сила м'яза залежить від кількості і товщини його волокон, частоти нервових імпульсів, швидкості м'язових скорочень і відбувається тоді, коли в роботу включені всі рухові одиниці за повного тетанусу.

Сила людини характеризується здатністю переборювати зовнішню протидію за рахунок м'язових зусиль. Вона залежить від віку і статі, здоров'я та емоційного стану.

Для вимірювання м'язової сили застосовують *динамометри: кистевий і становий*. Максимальна сила кисті, кгс обчислюється як середнє арифметичне трьох здавлювань динамометра з максимальною силою через одну хвилину.

Розвиваючи напруження і скорочуючись, м'яз здатний виконувати механічну роботу. Найбільшу роботу він виконує за середніх навантажень

і середніх швидкостей. Це явище дістало назву **закону середніх навантажень**.

Середні навантаження і середні швидкості скорочення різні для різних м'язів враховують при розробці норм і організації праці.

Ефективність використання рухового апарату людини у процесі праці залежить не лише від її м'язової сили, а й від витривалості. **М'язова витривалість** - це здатність тривалий час підтримувати зусилля на постійному рівні. Максимальна м'язова витривалість визначається підтриманням максимального зусилля протягом однієї хвилини. Фіксується значення максимального зусилля на початку і через одну хвилину. Коефіцієнт витривалості обчислюється за формулою:

$$K = \frac{b}{a},$$

де а - початкове максимальне зусилля, кгс; б - зусилля через одну хвилину, кгс.

Оцінка витривалості м'язів зводиться до визначення *коефіцієнта* $K_{з.с.з}$ *зниження статичного зусилля*, запропонованого М. І. Виноградовим. Для цього визначають, на скільки знизилось максимальне напруження м'яза через одну хвилину, і відносять це значення до середньої абсолютної величини напруження:

$$K_{з.с.з} = \frac{2(a-b)}{a+b},$$

де а - початковий рівень напруження м'яза, кгс; б - кінцевий рівень напруження м'яза, кгс.

На підставі даних вимірювання м'язової сили (максимальної і через одну хвилину) можна обчислити й *коефіцієнт статичного зусилля*:

$$K_{с.з} = 1 - \frac{a-b}{a}.$$

*Співвідношення між м'язовою силою і витривалістю людини характеризує її **працездатність**.*

Між м'язовим напруженням і витривалістю існує обернено пропорційна залежність. При збільшенні навантаження тривалість виконання роботи зменшується. Доведено, що збільшення навантаження вдвічі супроводжується зменшенням тривалості роботи в 4 рази. Отже, з фізіологічного погляду м'язи людини дають більший ефект за середніх навантажень і нормальної інтенсивності.

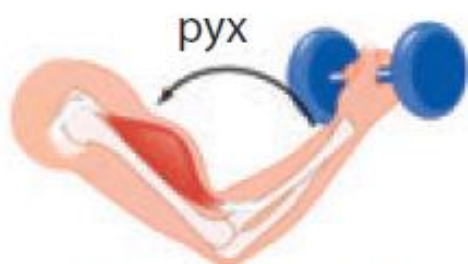
9.4. М'язова діяльність. Динамічна і статична робота. Праця як поєднання динамічних рухів і статичної напруги. Локальний, регіональний і загальний характер м'язових навантажень

Режими м'язової діяльності під час праці різні. Розрізняють три такі режими:

- 1) *ізометричний*, коли напруження м'яза залишається постійним, а довжина його змінюється (зменшується);
- 2) *ізометричний*, коли довжина м'яза залишається постійною, а напруження зростає;
- 3) *ауксотонічний* (змішаний), коли м'яз змінює напруження і скорочується (найпоширеніший).



Статична робота



Динамічна робота

Робота, при якій напруження м'язів розвивається без зміни їх довжини і без активного переміщення у просторі рухових ланок, називається *статичною*. Статичні напруження людини у процесі праці пов'язані з підтриманням у нерухомому стані

предметів і знарядь праці, а також підтриманням робочої пози.

Залежно від характеру діяльності м'язів статична робота поділяється на два види:

1) статична робота, яка здійснюється шляхом активної протидії силам, що виводять тіло або його частини з рівноваги. Збереження рівноваги досягається внаслідок тетанічного напруження м'язів під дією потужних нервових імпульсів і пов'язане з великими витратами енергії;

2) статична робота, при якій тіло, змінюючи позу, знаходить нове положення рівноваги і пристосовується до сил, які діють на нього. Така робота забезпечується особливим станом м'язів - *тонусом*.

М'язовий тонус - це тривале, без ознак швидкої втоми, напруження скелетних м'язів, яке забезпечує підтримання пози людини. Отже, при тонусі м'язова робота виконується під дією слабих нервових імпульсів, характеризується меншими затратами енергії і може тривати довгий час.

Робота, при якій напруження м'язів супроводжується зміною їхньої довжини і переміщенням у просторі тіла або якоїсь ланки рухового апарату, називається *динамічною*. На відміну від статичної роботи, яка вимірюється часом підтримання м'язового напруження (кгс/с), динамічна робота вимірюється показниками механічної роботи - кілограм-метрами ($\text{кг} \cdot \text{м}$), тобто має зовнішній ефект.

Доведено, що напруження при статичній роботі в 5 разів перевищує напруження, викликане динамічною роботою. На відновлення енергії в разі статичної роботи необхідно в 3-4 рази більше часу, ніж у разі динамічної. Тому статичне навантаження, яке виникає при маніпулюванні органами керування, не повинно перевищувати 15 % максимального зусилля руки (ноги) за даної робочої пози.

При зусиллях понад 25 % від максимального втома настає через 5 хв, а при зусиллях, що перевищують 50 % максимального, м'яз витримує статичне напруження не довше як 1 хв.

Залежно від об'єму м'язової маси, яка використовується у процесі праці, розрізняють три види робіт:

- 1) *локальні*, за яких у роботі бере участь менш як третина м'язів;
- 2) *регіональні*, коли задіяно від однієї до двох третин м'язів;
- 3) *загальні*, коли активні понад дві третини м'язів.

Робоча поза - це основне положення тіла працівника в просторі. Зручна робоча поза має забезпечувати стійкість положення корпусу, ніг, рук, голови працівника під час роботи, достатній обзір робочого місця, свободу дій і швидку зміну робочих рухів, зручність для розвитку необхідних м'язових зусиль, мінімальні затрати енергії та максимальну результативність праці.

Проектування раціональних трудових процесів є важливим напрямком удосконалення організації і підвищення продуктивності праці. Під *трудовим процесом* розуміють сукупність дій працівника, спрямованих на створення певного виду продукції або надання послуги. Зміст трудового процесу характеризується складним поєднанням моторних, перцептивних і мнемічних дій.

Фізіологічні передумови раціонального трудового процесу такі:

- 1) величина механічної роботи повинна бути пропорційна до м'язової маси, яка бере участь у виконанні цієї роботи;
- 2) робочі рухи і прийоми не повинні супроводжуватися великими зусиллями окремих груп м'язів;
- 3) робота має виконуватися у зручному положенні корпусу і кінцівок працівника;
- 4) максимальна точність і швидкість рухів обернено пропорційна до навантаження;
- 5) необхідна раціональна організація трудових рухів;

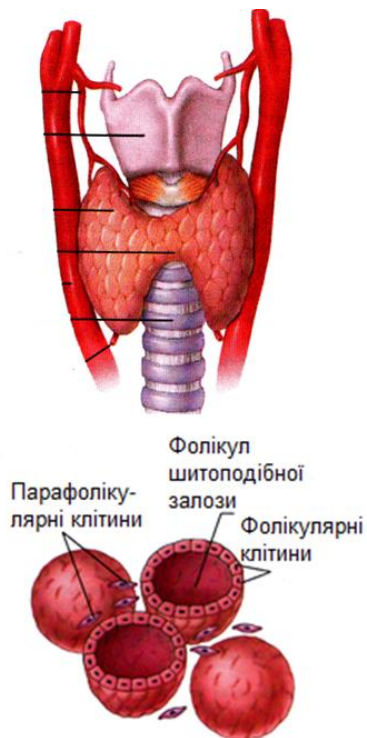
На виконання рухів у різній площі і різними ланками рухового апарату неоднакові. Вони відрізняються за витратами енергії. Тому раціоналізація

трудо­вих рухів передба­чає вив­че­ння мож­ли­во­стей заміни або змен­шен­ня кіль­ко­сті ро­бо­чих ор­га­нів, які ви­ко­ну­ють ці ру­хи (на­при­клад, ки­сті замість всієї ру­ки, па­ль­ців замість всієї ки­сті), а та­кож звіль­нен­ня дріб­них м'язів від вели­ких наван­тажень і вклю­чен­ня у ро­бо­ту біль­ш силь­них м'язів. Для цього ко­ри­сту­ють­ся по­ка­з­ни­ка­ми си­ли ок­ре­мих м'язових груп.

10. ЕНДОКРИННА СИСТЕМА

10.1. Залози внутрішньої секреції

Ендо­кри­нна си­сте­ма, поряд з нер­во­вою, здійснює регуляцію і коор­ди­на­цію важ­ли­вих форм жит­тє­ді­яль­но­сті. Ця регуляція здійснюється за до­по­мо­гою хімічних речовин, які виділяються залозами внутрішньої секреції (ендо­кри­нні за­ло­зи). *За­ло­зи внутрішньої секреції* - це за­ло­зи, у яких від су­пи ви­від­ні про­то­ки, тому їхні сек­ре­ти ви­ді­ля­ють­ся без­по­середньо в кров, лімфу, тка­нин­ну рі­ди­ну.



Внутрішня секреція - це функція особливих залоз, які є органами або групами клітин, здатних продукувати біологічно активні речовини - **гормони**. На відміну від залоз зовнішньої секреції вони не мають вивідних протоків і виводять секрет у кров.

Науку про будову і функцію залоз внутрішньої секреції, а також захворювання, зумовлені порушенням їхньої функції, називають *ендокринологією*.

Рис. 10.1 – Щитоподібна залоза

Вона починає свій відлік від 1849 р., коли А. Бертольд усунув наслідки кастрації у півня після трансплантації йому сім'яників.

У 1855 р. К. Бериар увів термін “внутрішня секреція”, а термін “гормон” належить У. Бейлісу і Е. Старліпгу, які в 1905 р. застосували його для збудника підшлункової секреції – секретину

Ендокринні залози мають різноманітну морфологічну структуру. Вони розвиваються з епітеліальної тканини, клітин, розташованих в сполучній тканині, **нейроглії** і нервових тканин. Продукти діяльності ендокринних залоз називаються *гормонами*.

Гормони - біологічно активні речовини, які в невеликих кількостях здатні чинити на організм значний вплив.

До ендокринних залоз відносяться:

- 1) гіпоталамус.
- 2) епіфіз.
- 3) гіпофіз (3 частини: передня, проміжна, задня).
- 4) щитоподібна залоза.
- 5) прищитоподібні залози.
- 6) підшлункова залоза.
- 7) надниркові залози (кіркова і мозкова речовини).
- 8) статеві залози.
- 9) тимус (підгруднинна) або виличкова залоза.

Класифікація залоз внутрішньої секреції. В основу загально-прийнятої класифікації залоз внутрішньої секреції покладено їх ембріональний розвиток. Розрізняють бранхіогенні, півральні, інтерреналові, адреналові і нутрощеві (снланхнічні) залози.

Бранхіогенні розвиваються із глоткової частини кишки зародка. До них належать щитоподібна, прищитоподібні і загруднинна (тимус) залози. До *півральних* - гіпофіз і шишкоподібне тіло, які походять із зачатків нервової тканини. *Нутрощевим* залозам дає початок мезенхіма та

ентодерма. До них належать внутрішньосекреторні частини сім'яників, яєчників і підшлункової залози. Адреналові органи ектодермального походження, а *інтерреналові* розвиваються з мезодерми. До них належать надниркові залози.

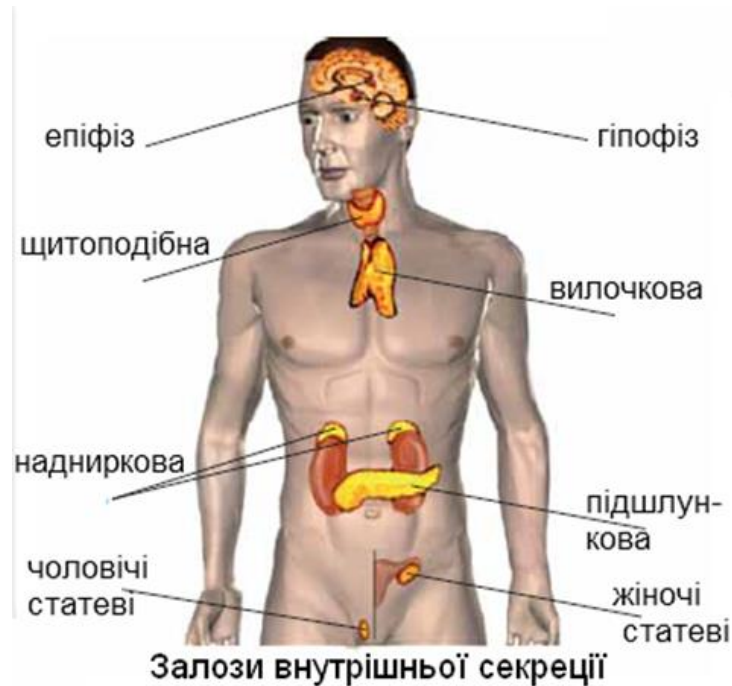


Рисунок 10.1 – Залози внутрішньої секреції

Методи дослідження функції залоз внутрішньої секреції різноманітні. Це насамперед часткове або повне видалення залози з аналізом наслідків такої операції. При цьому використовують також вплив хімічних сполук, здатних пригнічувати активність залози або вибірково руйнувати клітини, що продукують гормони. Практикується введення певних гормонів здоровій тварині та після видалення її залози. Визначають за допомогою біологічних і хімічних методів вміст певного гормону в крові й сечі. Вивчають хімічну структуру і проводять штучний синтез гормону. Досліджують хворих з недостатньою або підвищеною функцією залози, наслідками хірургічних втручання і введення лікарських засобів.

Кількість гормону часто визначають за допомогою специфічних біологічних тестів в умовних одиницях. За одиницю приймають

мінімальну дозу гормону, яка викликає певні функціональні зрушення. Нині в ендокринології використовують міжнародні одиниці дії препарату, виходячи з його відповідності стандарту як міжнародному еталону.

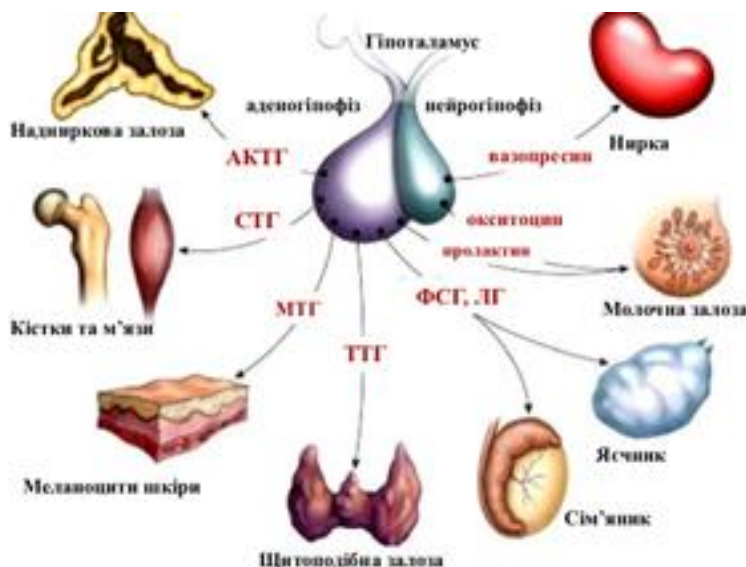
Оцінку функціонального етапу залози внутрішньої секреції можна провести за допомогою гістофізіологічного методу. Велике значення має визначення вмісту гормону в тканині залози і в крові. Для визначення концентрації гормону широко використовують радіоімунологічний метод.

10.2. Гормони. Класифікація. Роль гормонів в організмі людини (гіпоталамусу, гіпофізу, підшлункової залози, надниркових залоз, статевих залоз та ін.)

Гормони - біологічно активні речовини, які в невеликих кількостях здатні чинити на організм значний вплив.

Властивості гормонів. Серед гормонів виділяють такі, що здатні безпосередньо впливати на органи-мішені, їх відносять до *ефекторних*, інші регулюють синтез і виділення ефекторних гормонів - це *тропні* гормони. Ще одну категорію становлять *нейросекрети гіпоталамуса*, які регулюють синтез і виділення тронних гормонів адеіогіпофізом, — це *рилізінг-гормони*. їх поділяють на *ліберини* (збудники) і *статики* (інгібітори) тронної функції адеіогіпофіза.

Гормони мають дистанційний характер дії, тобто місце прояву дії



гормону може бути у віддаленій від залози частині організму. Реакції органів і тканин на вплив гормонів специфічні. Так, видалення у молодого

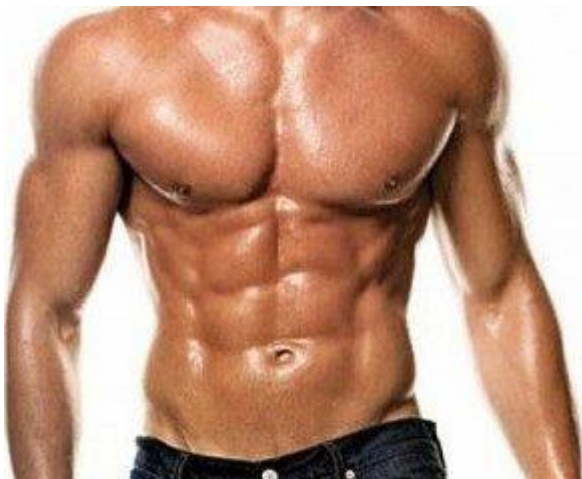
організму гіпофіза припиняє ріст, а статевих залоз - зумовлює втрату вторинних статевих ознак. Гормонам властива висока біологічна активність. Вони продукуються залозами внутрішньої секреції в малій кількості, тому й гормональні препарати ефективні у невеликих дозах. Гормони порівняно швидко руйнуються в тканинах, зокрема в печінці, проте залози неперервно поповнюють їх необхідну кількість.

За хімічною природою всі гормони можна поділити на 4 групи:

- 1) *похідні амінокислот* (гормони щитоподібної залози);
- 2) *пептиди й білки* (гормони гіпоталамуса, гіпофіза, підшлункової залози та ін.);
- 3) *стероїди* (кора надниркових залоз, статеві залози);
(кора надниркових залоз, статеві залози).

Гормони - похідні амінокислот - це похідні тирозину, до яких належать катехоламіни, тироїдні, а також мелатонін - гормон шишкоподібної залози (епіфіза).

Білково-пептидні гормони - найбільш чисельна і різноманітна за складом група, до якої входять вазопресин і окситоцин, інсулін тощо. Стероїдні гормони - це поліциклічні сполуки ліпідної природи. Вони секретуються клітинами стероїдогенних залоз внутрішньої секреції, легко проходять крізь плазматичні ліпопротеїдні мембрани і проникають усередину реагуючих клітин.



Механізм дії гормонів полягає у впливі на клітинні мембрани, взаємодії з білками-рецепторами, зміні внутрішньо-клітинних ферментативних процесів. Гормонам притаманна специфічність - вони діють лише на ті

клітини, органи і тканини, які мають специфічні рецептори для даних гормонів. Такі органи, клітини і тканини називаються «мішенями». При взаємодії гормону з рецептором в цитоплазмі, ядрі або на плазматичній мембрані утворюється гормонрецепторний комплекс.

Існує 4 механізми дії гормонів, пов'язаних з рецептором:

- 1) дія на плазматичну мембрану (зміна проникності);
- 2) дія на ферментні системи мембрани: вивільнення двох посередників, що призводять до змін метаболізму в клітині);
- 3) дія на клітинні органели: утворення АТФ в мітохондріях, наприклад, під дією тироксину;
- 4) дія на геном: стероїдні гормони проходять через мембрану, зв'язуються з рецепторами цитоплазми. Цей комплекс проходить в ядро, де впливає безпосередньо на ДНК.

За типом дії на організм розрізняють 4 групи гормонів:

- 1) *метаболічні гормони* - впливають на обмін речовин.
- 2) *морфогенетичні* - впливають на ріст, розвиток і зміни організму.
- 3) *кінетичні (пускові)* - впливають на діяльність виконавчих органів.
- 4) *коригуючі* - змінюють активність органів і тканин.

У регуляції секреції гормонів беруть участь наступні механізми:

- 1) присутність специфічного метаболіту в крові;
- 2) присутність в крові іншого гормону;
- 3) стимуляція з боку вегетативної нервової системи.

Центральними залозами ендокринної системи є гіпоталамус і гіпофіз.

Гіпоталамус. У гіпоталамусі є дві групи ядер. Аксони нейронів цих ядер досягають задньої частини гіпофіза. У розширених терміналах цих аксонів зберігаються 2 гормони: *окситоцин і антидіуретичний гормон (вазопресин).*

У нервових клітинах гіпоталамуса виробляються нейропептиди (ліберини і статини), які транспортуються в передню частину гіпофіза через кров.

Ліберини - стимулюють вивільнення гіпофізарного гормону, статини пригнічують його секрецію.

Гіпофіз. Розрізняють три частки - передню (аденогіпофіз), проміжну і задню (нейрогіпофіз), кожна з яких є залозою внутрішньої секреції. Продукує соматотропний гормон, тиреотропний гормон, гонадотропні гормони (фолікулостимулюючий і лютеїнізуючий), пролактин, адренокортикотропний гормон.



Соматотропний гормон (гормон росту, соматотропин) стимулює синтез білка в органах і тканинах, підвищує біосинтез РНК, посилює транспорт амінокислот з крові в клітини, збільшує витрату жирів.



Тиреотропний гормон стимулює виділення гормонів щитоподібної залози в кров, накопичення йоду в щитоподібній залозі, підвищує активність секреторних

клітин і збільшує їх кількість. *Адренокортикотропний гормон* - стимулює синтез гормонів кори надниркових залоз (пучкова і сітчаста зони): викликає посилення вироблення глюкокортикоїдів і мінералокортикоїдів.

Гонадотропні гормони - ефекти цих гормонів обумовлені їх дією на статеві залози. Лютеїнізуючий гормон необхідний для росту фолікула і овуляції у жінок і сприяє утворенню чоловічих і жіночих статевих гормонів. Фолікулостимулюючий гормон стимулює сперматогенез у чоловіків і ріст яєчного фолікула у жінок.

Пролактин - посилює вироблення і секрецію молока у жінок. Рецептори пролактину знайдені у всій решті органів тіла, але характер дії пролактину на них поки не встановлений.

Проміжна частка гіпофіза виробляє гормон *інтермедин* або *меланоцитостимулюючий гормон*. Він є регулятором пігментного обміну. Задня частка гіпофіза (нейрогіпофіз) не синтезує, а накопичує і виділяє *вазопресин* (*антидіуретичний гормон*) і окситоцин. Вазопресин посилює зворотне всмоктування води стінками збірних трубочок нирок і зменшує діурез. Крім того, вазопресин викликає скорочення гладких м'язів судин (артеріол), що веде до підвищення артеріального тиску.

Окситоцин викликає скорочення гладких м'язів матки і м'язів навкруги альвеол молочної залози.

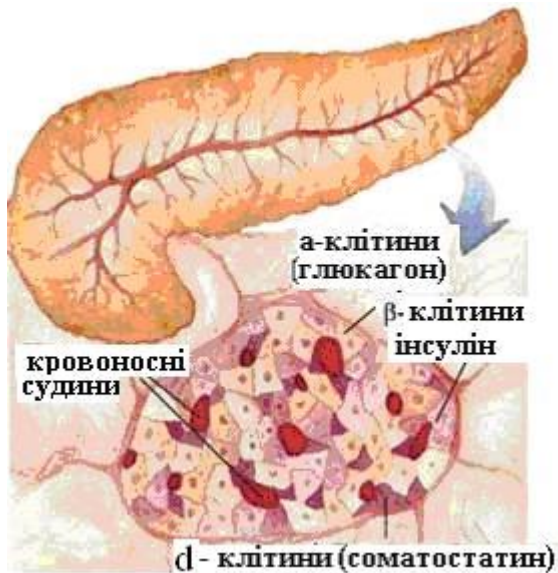


Щитоподібна залоза складається з двох часток, розташованих по обидві сторони трахеї. Тканина кожної частки складається із замкнутих пухирців – *фолікулів* (рис. 10.1).

Порожнина фолікула заповнена колоїдом. У колоїді знаходиться йод, який входить до складу гормонів цієї залози: тироксину (Т4) і трийодтироніну (Т3). Гормони, що містять йод, посилюють енергетичний обмін, окислювальні процеси, основний обмін, теплоутворення, витрату вуглеводів, білків і жирів. Тироксин і трийодтиронін прискорюють розвиток організму, а також чинить стимулюючий вплив на ЦНС і серцево-судинну систему.

Окрім йодовмістних гормонів в щитоподібній залозі утворюється гормон *тиреокальцитонін*, який знижує рівень Ca^{2+} в крові шляхом стимуляції його надходження в кісткову тканину.

Прищитоподібні залози. Дві пари розташовані на задній поверхні щитовидної залози. Продукують паратгормон, який посилює вихід Ca^{2+} з кісткової тканини, і тим самим підвищуючи вміст Ca в плазмі крові. Крім того, паратгормон знижує рівень PO_4^{2-} у плазмі, посилюючи його виведення з сечею.



Підшлункова залоза.

Ендокринною залозою є острівкова частина (острівці Лангерганса) підшлункової залози. Це - скупчення ендокринних клітин: α -, δ - і γ -клітин серед екзокринної тканини. Основну масу підшлункової залози складають (α -клітини, які виробляють *інсулін*, α -клітини секретиують *глюкагон*, γ -клітини - *соматостатин*. Інсулін різко підвищує проникність мембрани м'язових і жирових клітин для глюкози, що призводить до зниження рівня глюкози в крові. Крім того, інсулін посилює поглинання і використання клітинами глюкози, сприяє переходу глюкози в глікоген і накопиченню його в м'язових волокнах. В клітинах жирової тканини інсулін стимулює утворення жиру з глюкози, синтез РНК, білків.

Глюкагон - підвищує рівень глюкози в крові, посилює розщеплення глікогену до глюкози в печінці, тобто діє, як антагоніст інсуліну. Крім того, глюкагон стимулює розщеплення жиру в жировій тканині.

Ліпокаїн — сприяє утилізації жирів.

Соматостатин - пригнічує секрецію інсуліну і глюкагону, знижує секрецію травних соків, пригнічує перистальтику, внаслідок чого пригнічується травна активність і запобігаються великі коливання рівня цукру.

Надниркові залози. Це парний орган, розташований над верхніми полюсами нирок. Надниркові залози складаються з двох шарів, які функціонують незалежно: кіркова і мозкова речовини.

За гістологічною будовою кіркова речовина має три зони:

1) клубочкову, 2) пучкову, 3) сітчасту.

Клубочкова зона продукує мінералокортикоїди: альдостерон і дезоксикортикостерон, які регулюють водно-сольовий обмін, сприяючи збереженню Na^+ і Cl^- і виведенню K^+ з організму. Ці гормони підтримують осмотичний тиск, мають прозапальну дію — сприяють розвитку запалення, підвищуючи проникність капілярів.



Пучкова зона продукує глюкокортикоїди: кортизон, кортикостерон, гідрокортизон, які:

1) впливають на вуглеводний обмін, посилюючи глюконеогенез, відкладення глікогену в печінці, підвищуючи рівень глюкози в крові;

2) викликають розпад білка в сполучній і лімфатичній тканинах,

3) впливають на обмін жирів, посилюючи мобілізацію жиру з жирового депо і використовуючи його в енергетичному обміні;

4) пригнічують запальні і алергічні реакції, оскільки знижують проникність мембран судин і знижують активність гіалуронідази;

- 5) зменшують утворення антитіл;
- 6) впливають на кровотворні органи, знижуючи кількість лімфоцитів і еозинофілів;
- 7) порушують діяльність ЦНС, призводячи до безсоння, ейфорії, загального збудження.

Сітчаста зона продукує статеві гормони: андрогени, естрогени і прогестерон. Вони обумовлюють розвиток вторинних статевих ознак і функціонування статевих органів. Мають анаболічну дію, стимулюючи синтез білка в організмі.

Мозкова речовина надниркових виробляє катехоламіни (адреналін і норадреналін). Вони впливають на багато функцій організму, у тому числі на внутрішньоклітинні процеси обміну речовин. Адреналін підвищує силу і частоту серцевих скорочень. Звужує артеріоли шкіри і внутрішніх органів, викликає розширення артеріол в серці та скелетних м'язах. Підвищує рівень глюкози в крові за рахунок розщеплення глікогену в м'язах і печінці. Дія норадреналіну (НА) схожа на дію адреналіну (А), але не цілком однакова. НА підвищує периферичний судинний опір, а також систолічний і діастолічний тиск в більшій мірі, ніж А, який призводить до підйому тільки систолічного тиску. Адреналін стимулює вироблення гормонів передньої частки гіпофіза, НА - не викликає подібного ефекту.

Статеві залози. Статеві залози - це залози змішаної секреції. Зовнішньосекреторна функція - утворення чоловічих і жіночих статевих клітин. Внутрішньосекреторна функція - вироблення статевих гормонів, які поступають в кров.

Жіночі статеві залози - яєчники виробляють естроген, який контролює розвиток вторинних жіночих статевих ознак, регулюють статевий цикл, роблять вплив на формування емоційної сфери. *Чоловічі статеві залози* - сім'яники - виробляють тестостерон, андростерон.

Біологічна роль цих гормонів - розвиток вторинних статевих ознак, розвиток статевого апарату.

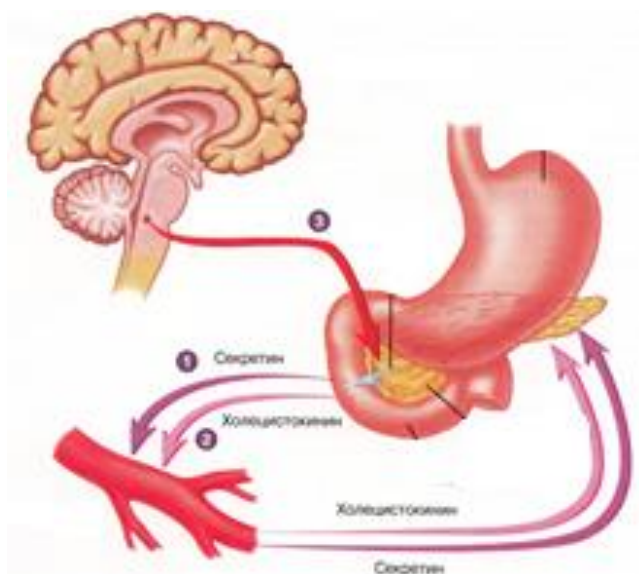
Епіфіз. Епіфіз секретує гормон *мелатонін* (викликає освітлення шкіри), дія якого протилежна дії інтермедулі. Окрім цього гормону епіфіз містить *серотонін*, який є біологічним годинником організму.

10.3. Тканинні гормони

Біологічно активні речовини можуть вироблятися окремими тканинами або органами. Ці речовини чинять гормоноподібну дію на сусідні клітини тієї ж тканини. їх називають *тканинними гормонами*.

Тканинні гормони - це біологічно активні речовини, що мають гормоноподібну дію, виділяються спеціальними клітинами, розташованими в різних органах. Вони впливають, в першу чергу, на регуляцію діяльності того органу, де утворюються. У травному тракті - *секретин*, *панкреозимін* та ін. грають важливу роль в регуляції моторики, секреції і процесів всмоктування в ШКТ.

У низці органів і тканин утворюються *серотонін*, *гістамін*, *простагландини*. Основна їх дія судинорозширювальна - розширення дрібних артеріол, що виявляється місцево, а також участь в процесах обміну.



Тканинні гормони можуть діяти через міжклітинну рідину на клітини-мішені, які розташовані поруч, - це система паракринної сигналізації (наприклад, тканинний гормон *гістамін*, який виділяється клітинами слизової оболонки

шлунку, діє на клітини шлункових залоз).

У нервових клітинах синтезуються *нейромедіатори* ацетилхолін і катехоламіни. Ці біологічно активні сполуки проявляють високу активність, діють як в місці синтезу, так і дистанційно і вважаються тканинними гормонами (або паргормонами).

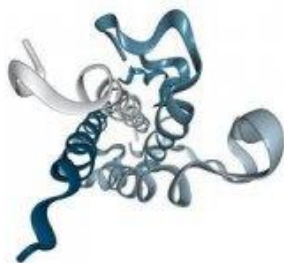
Головними гормонами шлунково-кишкового тракту є:

1) *гастрін* – стимулює секрецію соляної кислоти, гальмує моторику кишечника та евакуацію вмісту шлунку;

2) *секретин* – стимулює секрецію рідкої частини панкреатичного соку, концентрації та кількості бікарбонатів у ньому. Крім того секретин гальмує секрецію HCl і підсилює виділення пепсиногену в складі шлункового соку; підвищує жовчовидільну активність гепатоцитів, Інгібує моторику тонкого кишечника і адсорбцію води і натрію в кишечнику, стимулює моторику товстого кишечника;

3) *холецистокінін-панкреозінін* підсилює моторику жовчного міхура, значна стимуляція панкреатичної секреції ферментів, стимуляція моторики кишечника;

4) *мотілін* регулює шлунково-кишкову моторику: підсилює скорочувальну активність тонкого кишечника, прискорює випорожнення шлунку.



Гормони нирок:

1) *ренін* – звужує кровоносні судини і стимулює секрецію альдостерону наднирковими, що призводить до зростання артеріального тиску;

2) *ангіотензин* – викликає звуження судин, підвищення кров'яного тиску, вивільняє гормон альдостерон з кори надниркових залоз у кровотік, викликає почуття спраги, підвищує секрецію антидіуретичного гормону, викликає затримку натрію і втрату калію;

3) *еритропоетин* – стимулятор еритропоезу (викликає посилене споживання кістковим мозком заліза, міді, вітаміну B₁₂ і фолатів), підвищує системний артеріальний тиск, збільшує в'язкість крові.

11. КРОВ, ЛІМФА, ТКАНИННА РІДИНА

11.1. Кров, лімфа, тканинна рідина. Об'єм, склад, функції. Формені елементи крові

Кров, лімфа, тканинна рідина складають *внутрішнє середовище організму*. Між кров'ю, лімфою, тканинною рідиною існує тісний взаємозв'язок. Тканинна рідина утворюється з плазми крові шляхом фільтрації крізь стінку кровоносних капілярів.

Система крові складається з периферичної крові, що циркулює по судинах; органів кровотворення (**червоний кістковий мозок**, лімфатичні



вузли і селезінка); органів кроворуйнування (**печінка**, селезінка); нейрогуморальної регулюючої системи. Вона має відносно постійний склад і фізико-хімічні властивості, що забезпечує **гомеостаз** організму.

Кров складається з **плазми** і клітин: **еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів**.

Об'ємне співвідношення плазми і формених елементів називають *гематокритом*. Формені елементи

складають 40-45% кров, **плазма** – 55-60%. Кількість крові в організмі дорослої людини дорівнює 4,5-6 л (6-8% від маси тіла).

Функції крові:

- 1) *транспортна*;
- 2) *дихальна* - перенесення O_2 і CO_2 ;
- 3) *трофічна* - забезпечення органів організму поживними речовинами;
- 4) *екскреторна* - виділення кінцевих продуктів метаболізму з організму;
- 5) *терморегуляторна* - підтримання температури тіла;
- 6) *захисна - імунітет, згортання*;
- 7) *гуморальна регуляція* - перенесення гормонів і біологічно активних речовин від клітин, де вони утворюються до інших клітин;
- 8) *підтримання сталості рН, осмотичного тиску* та ін.;
- 9) *забезпечення водно-сольового обміну* між кров'ю і тканинами;
- 10) *здійснення креаторних зв'язків* - передача міжклітинної інформації за допомогою макромолекул, здатних регулювати процеси синтезу білка, диференціювання клітин та ін.

Білки плазми крові поділяють на дві групи: *альбуміни і глобуліни*. До групи глобулінів відносять **фібриноген**.

Основну групу білків ($\approx 60\%$ від загальної кількості) складають альбуміни. Вони здійснюють транспорт речовин (білірубін, солі важких металів, антибіотики, гормони). Функції глобулінів: транспортна і захисна.

Фібриноген бере участь в згортанні крові, зупинці кровотечі, завдяки здатності за певних умов переходити в нерозчинну форму - *фібрин*.

Значення білків плазми крові.

1. Обумовлюють онкотичний тиск.
2. Підтримують сталість рН (буферні системи).
3. Забезпечують в'язкість крові (для підтримки артеріального тиску).

4. Перешкоджають осіданню еритроцитів.
5. Беруть участь в згортанні крові.
6. Беруть участь в імунологічних реакціях (глобуліни).
7. Переносять гормони, ліпіди, вуглеводи, біологічно активні речовини.
8. Є резервом для побудови тканинних білків.
9. Забезпечують креаторні зв'язки.

Формені елементи крові



Еритроцити мають форму двоввігнутого диска, без'ядерні. Утворюються у червоному кістковому мозку, руйнуються в печінці та селезінці. Тривалість життя - 120 днів. Вміст в крові: у

чоловіків - $4,5-5 \cdot 10^{12}/\text{л}$; у жінок - $3,8-4,5 \cdot 10^{12}/\text{л}$.

Функції еритроцитів.

- 1) Дихальна;
- 2) Поживна;
- 3) Захисна;
- 4) Ферментативна;
- 5) Активація згортаючої системи (утворення тромбопластину).

До складу еритроцитів входить *гемоглобін (НЬ)*. Гемоглобін складається з білкової і небілкової частин: білка глобіну і 4 молекул гема. Гем містить атом Fe^{2+} (рис.11.1). Вміст НЬ у чоловіків: 14-16 г/% або 140-160 г/л; у жінок: 12-14 г/% або 120-140 г/л. НЬ бере участь в транспорті O_2 і CO_2 .

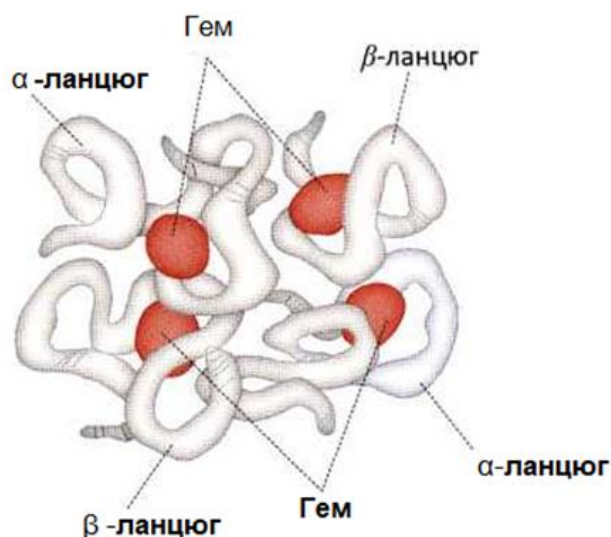


Рис. 11.1 – Структура гемоглобіну

Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ). Залежить від властивостей плазми - від кількості в плазмі білків глобулінів і фібриногену, а також морфологічних особливостей еритроцитів. Кількість глобулінів збільшується при запальних процесах.

Лейкоцити - білі клітини крові, крупніші за еритроцити, але їх набагато менше $4,8-9 \cdot 10^9/\text{л}$. Основна функція лейкоцитів - захист організму від будь-яких чужорідних речовин. Всі лейкоцити мають ядро. Тривалість життя від декількох годин до декількох днів (за винятком лімфоцитів).

Існує 2 основні групи лейкоцитів: *гранулоцити* (зернисті) і *агранулоцити* (незернисті). Всі лейкоцити здатні до амебоїдного руху.

Гранулоцити діляться на: *базофіли*, *нейтрофіли* і *еозинофіли*. Нейтрофіли складають 50-70 % всіх лейкоцитів. Нейтрофіли - активні фагоцити, вони поглинають і перетравлюють хвороботворні бактерії і токсини.

Еозинофіли складають 0,5-5 % загальної кількості лейкоцитів. При алергічних станах їх кількість зростає. Вважають, що вони мають

антигістамінну дію, руйнують чужорідні білки і токсини білкового походження.



Базофіли складають 0-1 % всіх лейкоцитів. Виробляють гепарин і гістамін. Гепарин перешкоджає згортанню крові у місці запалення, гістамін розширює капіляри, що сприяє загоєнню.

Агранулоцити містять ядро овальної форми і незернисту цитоплазму. Існує 2 види агранулоцитів: *моноцити і лімфоцити*.

Моноцити - складають 3-11 % всіх лейкоцитів. Активні фагоцити - руйнують бактерії і великі частки зруйнованих клітин. Мають протипухлинну і антивірусну активність.

Лімфоцити складають 19-37 % всіх лейкоцитів. Головна функція - індукція імунних реакцій або участь в них (утворення антитіл, відторгнення трансплантантів, знищення пухлинних клітин). Тривалість життя до 10 років і більше.

Всі лімфоцити ділять на 3 групи: Т-лімфоцити (тимусзалежні), Т-хелпери (помічники), Т-супресори (пригноблювачі), Т-кілери (убивці), В-лімфоцити (бурсазалежні).

Т-лімфоцити забезпечують клітинний імунітет. В-лімфоцити забезпечують гуморальний імунітет.

Лейкоцитарна формула - процентний вміст окремих форм лейкоцитів від загальної їх кількості.

Тромбоцити - безбарвні пластинками неправильної форми, оточеними мембраною, позбавлені ядра (рис. 11.2). Кількість тромбоцитів складає $250-400 \cdot 10^9/\text{л}$.

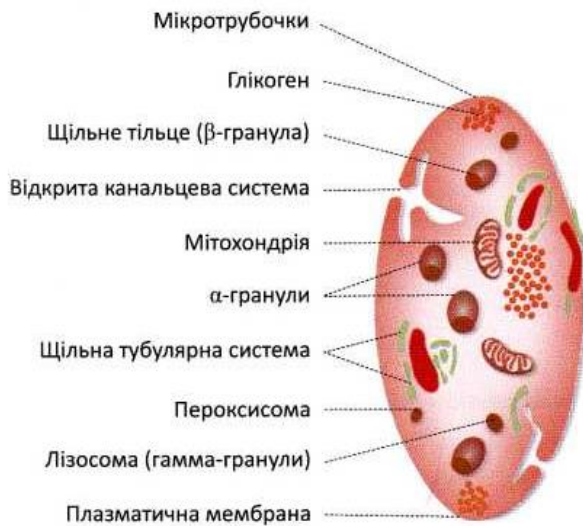


Рис. 11.2 – Тромбоцит людини

Фізіологічні властивості тромбоцитів:

адгезивність - здатність прилипати до чужорідної поверхні, *агрегація* - властивість тромбоцитів прилипати один до одного, *аглютинація* - здатність

склеюватися один з одним. Тромбоцити беруть участь в транспорті речовин, важливих для збереження структури судинної стінки. Вони прилипають до ендотелію, руйнуються, доставляючи судинній стінці макромолекули.

11.2. Захисні системи організму. Імунітет

Ще в минулому столітті були створені теорії захисту організму від інфекційних захворювань. Їх авторами були лауреати Нобелівської премії І. Мечников (клітинна теорія імунітету) і П. Ерліх (гуморальна теорія імунітету). Сучасна імунологія визнає рівноправне співіснування обох механізмів.

На сьогодні, під **імунітетом розуміють** захист організму від чужорідних речовин (антигенів) екзогенного чи ендогенного походження з метою збереження чи підтримання гомеостазу організму, а також антигенного підтримання гомеостазу організму, а також антигенної індивідуальності.

Імунітет поділяється на вроджений (спадковий) та *набутий, неспецифічний та специфічний*.

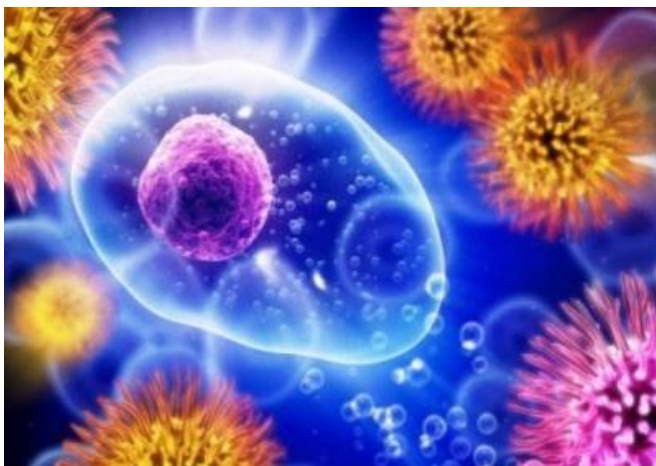
Неспецифічний спадковий імунітет - в основі якого лежать



загальнобіологічні явища спадковості, мінливості та природного добору. Він не залежить від попереднього контакту з мікробом і діє в той самий спосіб проти кожного збудника. Починає функціонувати раніше, ніж

активізуються більш специфічні захисні системи набутого імунітету, і ділиться на *гуморальний та клітинний*.

До чинників спадкового гуморального імунітету належать противірусні і протимікробні фактори. А саме *система комплементу* - направлена на опосередковане знищення чужорідних клітин за допомогою термочутливих білків плазми крові. Більшість із них перебуває в плазмі крові у вигляді проферментів, які активуються у разі контакту з бактеріями й вірусами. Вони відіграють велику роль у здійсненні захисних реакцій, перебігу запалення і пошкодженні клітин.



Лізоцим - білок, що виявляє високу протеолітичну активність, руйнує бактеріальні мембрани. Він міститься у слині, сльозах, у складі кишкового соку, скелетних м'язів, мозку, а також у гранулах нейтрофільних гранулоцитів. Крім

бактеріолітичної дії лізоцим стимулює також синтез антитіл.

Інтерферон - це низькомолекулярний білок, що продукується лейкоцитами, діє на клітини, інфіковані вірусом, не прямо, а стимулюючи вироблення протівірусних речовин сусідніми неінфікованими клітинами макроорганізму.

Катіонні білки - виявляють високу протибактеріальну та протівірусну активність; ферменти активного кисню, які окислюють чужорідні внутрішньоклітинні включення; білок лактоферин знищує бактерії, конкуруючи з ними за залізо середовища.

Більшість зазначених чинників виробляються нейтрофільними та еозинофільними гранулоцитами, моноцитами і діють у самій клітині або виділяються в кров і виконують свої функції поблизу від лейкоцитів. Усі вони є елементами системи неспецифічного спадкового гуморального імунітету.

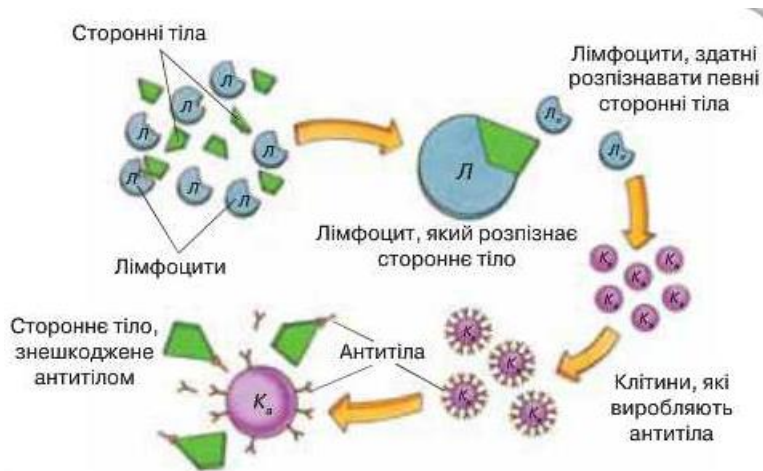


До неспецифічного імунітету належить також клітинний імунітет, зумовлений активністю лейкоцитів і тромбоцитів. Найбільшу фагоцитарну активність

виявляють нейтрофільні гранулоцити і моноцити. Для цих клітин не має значення вид мікроорганізму чи природа токсину. Якщо вони здатні знищити це чужорідне тіло, то захоплюють його і перетравлюють.

Виходячи з особливостей реагування імунної системи на **антиген**, у медичній практиці використовують засіб специфічної профілактики інфекційних хвороб - вакцинацію. Вона полягає в тому, що попередньо здійснюється штучний контакт макроорганізму з ослабленим інфекційним агентом, який не спричинює захворювання, але зумовлює появу лімфоцитів імунологічної пам'яті до цього антигену. У разі повторного, вже не спровокованого контакту макроорганізму з цим антигеном

лімфоцити руйнуються і здійснюють ефективну імунну реакцію, запобігаючи захворюванню.



Специфічний набутий імунітет.

Найважливішими характерними його рисами є *специфічність та імунологічна пам'ять*. Специфічність - це здатність імунної системи

відрізняти «своє» від «не свого» шляхом розпізнавання антигенів та генерувати особливу імунну відповідь щодо кожного окремого антигену. «Своє» може бути визначено як молекули, які становлять інтегральні частки організму і заковані у власному геномі.

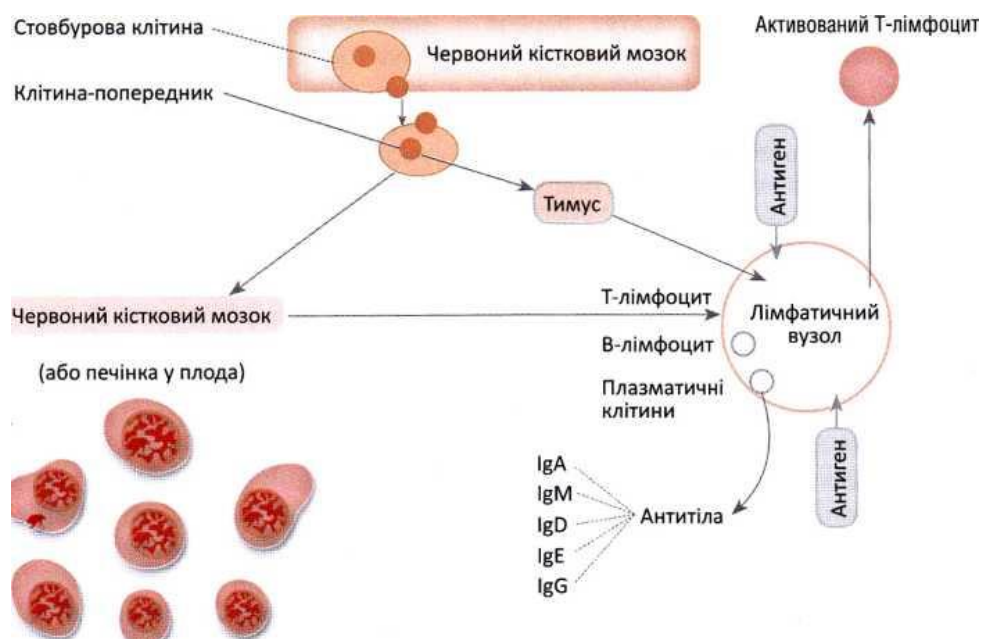


Рис. 11.3 - Утворення антитіл плазматичними клітинами (В-клітинний імунітет) та активованих Т-лімфоцитів

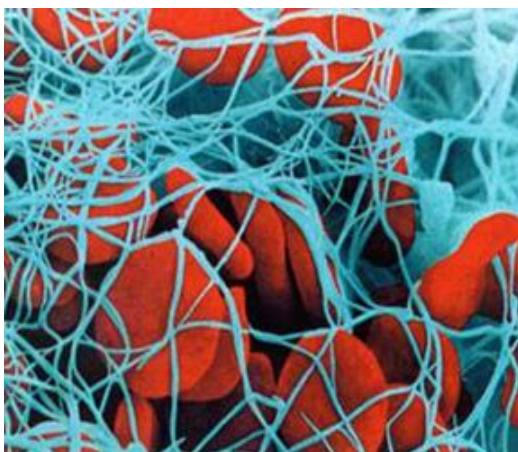
Усі інші субстанції є «не своїми». Якщо імунна система розпізнає ці сторонні об'єкти, вони називаються антигенами (компоненти бактерій, вірусів тощо), інколи імунна система допускає помилки у диференціації свого від чужого, що може призвести до розвитку автоімунного процесу. У цьому випадку імунна система атакує власні органи і тканини. Специфічний клітинний імунітет пов'язаний з Т-лімфоцитами.

На сьогодні показано, що інтенсивність імунних реакцій визначається станом нейрогуморальної регуляції організму. Встановлено, що підкіркові структури великого мозку (гіпоталамус, сірий горб, таламус) можуть як стимулювати, так і гальмувати імунні реакції на введення антигену.

11.3. Система згортання крові

Згортання крові (зсідання крові) або *коагуляція*, є проявом захисної реакції організму – **гемостазу**. **Гемостаз** - це процес утворення кров'яних тромбів в ушкоджених судинах, спрямований на запобігання крововтрати й забезпечення рідкого стану крові в просвіті кровоносних судин. Баланс між коагуляцією та антикоагуляцією підтримується за допомогою складних взаємопов'язаних системних механізмів - система регуляції агрегатного стану крові.

Згортання крові - це складний ланцюговий процес, спрямований на зупинку кровотечі. Система згортання крові відновлює цілісність шляхів



циркуляції шляхом утворення кров'яних тромбів у пошкоджених судинах. За рахунок багатоступінчастих перетворень, у яких бере участь близько двох десятків речовин - *факторів згортання крові*, утворюється згусток фібрину. Цей згусток виникає в місці

ушкодження судини, закриваючи отвір, через який витікає кров. Розрізняють два механізми гемостазу: *судинно-тромбоцитарний* (первинний) і *коагуляційний* (вторинний).

У систему згортання входять:

- 1) стінки кровоносних судин і тканин, що їх оточують;
- 2) формені елементи крові;
- 3) ферментативна система плазми.

У процесі згортання виділяють передфазу, 3 фази коагуляції (утворення протромбінази, утворення тромбіну, утворення фібрину) і післяфазу. В передфазі відбувається судинно-тромбоцитарний гемостаз, здатний припинити кровотечу з дрібних судин з низьким артеріальним тиском. Післяфаза включає 2 процеси: *ретракцію* - ущільнення тромбу і *фібриноліз* - ферментативне розчинення тромбу.

Плазмові фактори згортання крові.

- I. Фібриноген.
- II. Протромбін.
- III. Тканинної тромбопластин.
- IV. Іони Ca^{2+} .
- V. Проакцелерин.
- VI. Акцелерин.
- VII. Конвертин.
- VIII. Антигемофільний глобулін А.
- IX. Фактор Крістмаса або антигемофільний глобулін В
- X. Фактор Стюарта-Прауера.
- XI. Плазмовий попередник тромбопластину.
- XII. Фактор Хагемана.
- XIII. Фібринстабілізуючий фактор.
- XIV. Кініноген.
- XV. Прокаліккрин.

Фактори згортання формених елементів і тканин. У процесі гемостазу беруть участь всі клітини крові. До еритроцитів прикріплюються нитки фібрину, а також їх поверхня прискорює процес гемокоагуляції. Лейкоцити містять природні антикоагулянти, такі як гепарин (базофіли), а також активатори фібринолізу. Тромбоцити містять гранули з тромбоцитарними факторами згортання АДФ, серотонін, адреналін та ін. Велику роль в гемостазі грають тканини, особливо стінки судин. Всі тканини і органи містять активний тромбопластин, антигепариновий фактор, природні антикоагулянти, речовини, що викликають, адгезію і агрегацію тромбоцитів, активатори і інгібітори фібринолізу.

Судинно-тромбоцитарний гемостаз.

Цей механізм здатний зупинити кровотечу в дрібних судинах з низьким артеріальним тиском і незначною швидкістю руху крові. Зупинка кровотечі здійснюється за 10-15 секунд (рис.11.4).



1) При руйнуванні тканин і судин відбувається звільнення з тромбоцитів судинозвужувальних речовин: серотоніну, адреналіну, норадреналіну. Під впливом цих факторів відбувається

спазм судин, тимчасова зупинка або зменшення кровотечі.



2. Адгезія тромбоцитів: приклеювання до місця травми. Механізм пов'язаний із зміною негативного електричного заряду судини в місці пошкодження на позитивний.

Негативно заряджені тромбоцити «прилипають» до волокон колагену базальної мембрани.



3. Агрегація (скупчення) тромбоцитів. Оборотна агрегація - утворення рихлої тромбоцитарної пробки, яка пропускає плазму крові. Необоротна агрегація тромбоцитів при якій тромбоцитарна пробка стає непроникною для крові.

4. Ретракція тромбоцитарної пробки. Під дією скоротливого білка тромбоцитів - тромбостеніну відбувається ущільнення і закріплення в пошкоджених судинах тромбоцитарної пробки.

Коагуляційний гемостаз.

У великих судинах тромбоцитарні тромби не витримують високого тиску й вимиваються кров'ю.

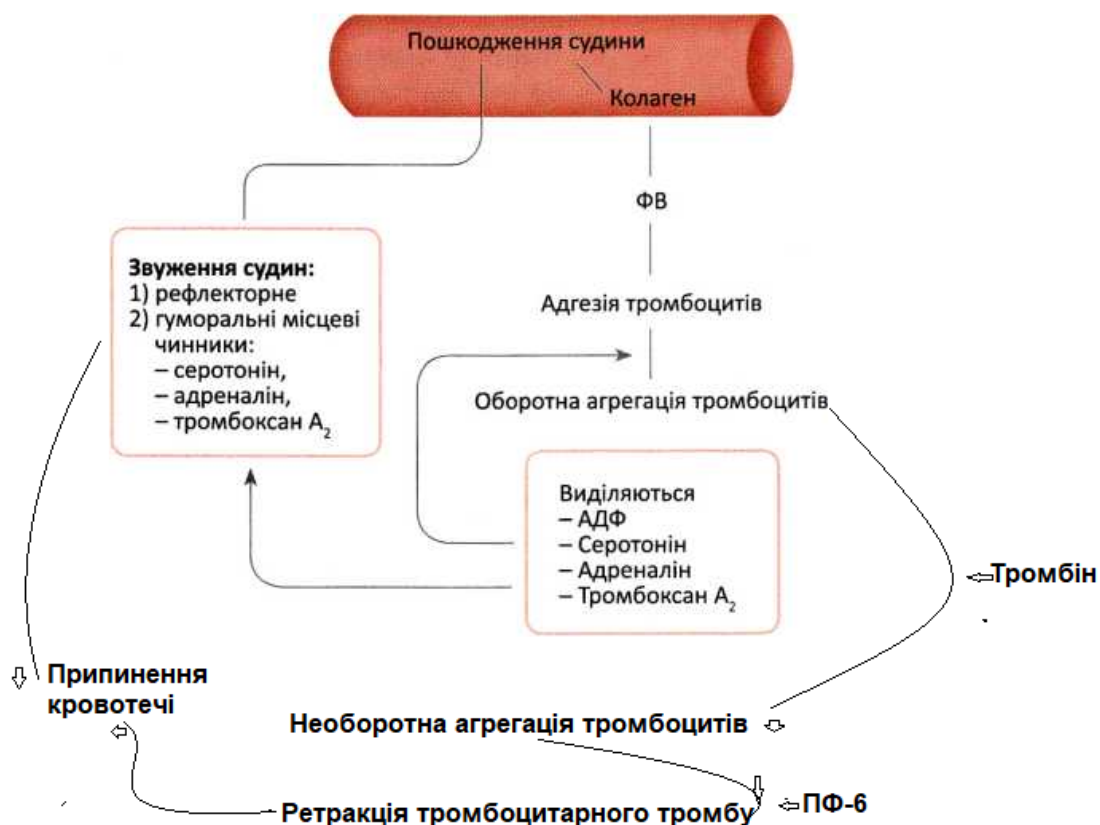


Рис. 11.4 – Послідовність етапів судинно-тромбоцитарного гемостазу

Коагуляційний гемостаз сприяє утворенню більш міцного тромба, в основі якого знаходиться фібрин. Ключовою реакцією коагуляційного гемостазу є перетворення розчиненого білка плазми крові фібриногену в нерозчинений фібрин.

Ферментативний або коагуляційний гемостаз протікає в такі фази:

I фаза - утворення тромбопластину (ферменту протромбінази). Цей процес відбувається внутрішнім зовнішнім шляхами.

У зовнішньому (тканинному) шляху беруть участь плазмові фактори й каталітична поверхня колагену. У цю фазу утворюється тканинна, тромбоцитарна й еритроцитарна протромбінази. У формуванні тканинної протромбінази беруть участь V, VII, X плазмові фактори та іони Ca^{2+} . Тканинна протромбіназа є фактором, який стимулює утворення тромбіну, якого достатньо для агрегації тромбоцитів і активації факторів V і VIII.

Початкова реакція внутрішньої (кров'яної) системи полягає в перетворенні неактивного XII фактору в активний під впливом волокон колагену, які оголюються при ушкодженні судин. Далі послідовно у кілька етапів з утворенням проміжних сполук за участю V-XI факторів і іонів Ca^{2+} утворюється активний тромбопластин. Перша фаза триває 5-7 хвилин.

II фаза - утворення тромбіну. Ця фаза, на відміну від фази I, відбувається швидко (2-5 с), оскільки протромбіназа, що утворилася, адсорбує наявний в крові протромбін і швидко перетворює його в тромбін. У цій фазі беруть участь фактори V і X і іони Ca^{2+} .

III фаза - перетворення фібриногену у фібрин. Під впливом тромбіну та іонів Ca^{2+} відбувається перетворення фібрин-мономеру в розчинний фібрин-полімер. За участю фактора XIII і фібринази тканин, еритроцитів і тромбоцитів утворюється нерозчинний фібрин. На нитках фібрину осідають еритроцити. При цьому закінчується утворення кров'яного тромбу. Третя фаза триває 3-5 секунд.

IV фаза - ретракція згустку забезпечує закріплення та ущільнення тромбу в кров'яних судинах. При цьому нитки фібрину скорочуються, із згустку витискується сироватка (плазма без фібриногенів). На здійснення IV фази потрібно 2-3 години.

Майже одночасно з ретракцією починається *фібриноліз* (розчинення фібрину). Задача фібринолізу - відновлення просвіту кров'яної судини шляхом розчинення фібрину ферментом плазми, який знаходиться в плазмі крові у вигляді профермента - плазміногену.

Фібриноліз здійснюється в три фази:

I фаза: утворення кров'яного активатора плазміногену;

II фаза: перетворення плазміногену в плазмін;

III фаза: плазмін розщеплює фібрин.

Ретракція забезпечує закріплення і ущільнення тромбу в судинах. Майже одночасно з ретракцією починається *фібриноліз* - ферментативне руйнування фібрину. Завдання процесу фібринолізу - відновлення просвіту кровоносної судини.

Розчинення фібрину здійснюється ферментом плазміном, який знаходиться в плазмі крові у вигляді проферменту - плазміногену.

Протизгортальна система.

Головна роль цієї системи - збереження рідкого стану крові. Підтримання рідкого стану крові забезпечується наступними механізмами:

- 1) згортанню крові перешкоджає гладка поверхня ендотелію судин;
- 2) клітини крові і стінки кровоносних судин заряджені негативно, що призводить до відштовхування формених елементів від судинних стінок;
- 3) стінки судин покриті шаром розчинного фібрину, який адсорбує активні фактори згортання крові (тромбін);
- 4) висока швидкість кровотоку заважає факторам згортання концентруватися в одному місці;
- 5) у крові містяться природні антикоагулянти - речовини, що

перешкоджають згортанню крові.

11.4. Кровотворення і його регуляція

Еритроцити в крові людини живуть у середньому 120 днів, а тромбоцити і більшість лейкоцитів - ще менше і поступово відмирають. На зміну їм надходять нові клітини крові, утворення яких - *кровотворення* (*гемопоез*) безперервно відбувається в організмі. У дорослої людини в нормі щодоби утворюється і надходить у кров $25 \cdot 10^{10}$ еритроцитів, $5 \cdot 10^{10}$ лейкоцитів і $50 \cdot 10^{10}$ тромбоцитів. Місцями утворення клітин крові у дорослої людини є червоний кістковий мозок і лімфатичні вузли. На ембріональній стадії, а також у дорослих у разі патології кісткового мозку кровотворну функцію виконують селезінка і печінка.

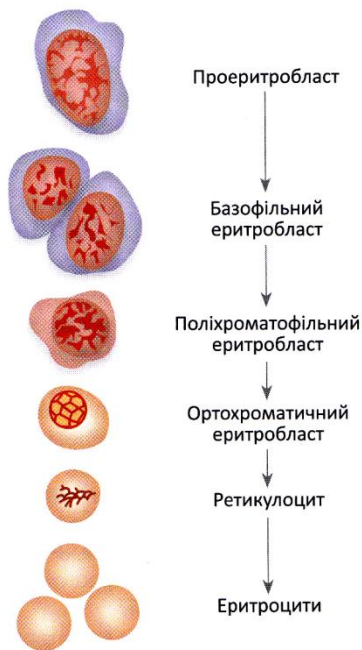


Рис. 11.5 – Схема утворення еритроцитів

У червоному кістковому мозку містяться стовбурові клітини, це клітини, несуть у собі задатки до утворення клітин - попередниць усіх клітин крові, але здатними у процесі поділу утворювати лише собі подібні клітини - здійснювати самооновлення і розмноження стовбурових клітин. Це некомпітовані клітини. На певній стадії цього процесу утворюються компітовані клітини. Під час їх поділу виникають диференційовані клітини-попередпиці: одна з таких стовбурових кровотворних клітин кісткового мозку внаслідок поділу утворює дві клітини - *мієлоїдну* і *лімфоїдну* стовбурові клітини, кожна з яких дає початок відповідним процесам:

мієлопоезу - утворенню еритроцитів, гранулоцитів і тромбоцитів і *лімфопоезу* - утворенню і диференціації лімфоцитів.

Еритропоез - утворення еритроцитів у процесі мієлопоезу (рис. 11.5). Внаслідок поділу мієлоїдної стовбурової клітини утворюються дві біпотентні стовбурові клітини: мієломоноцитарна та еритроцитарно-мегакаріоцитарна стовбурові клітини. Остання, в свою чергу, поділяється на дві уніпотентні клітини, і одна з них дає початок клітинам еритроїдної лінії. Шляхом багатьох поділів клітина - попередник еритроцита проходить стадії про- еритробласта, еритробласта, нормобласта. На цій стадії вона втрачає ядро і перетворюється на *нормоцит* або *ретикулоцит*, які й виходять у кров. Нормоцит є вже готовим еритроцитом, а ретикулоцит стає зрілим еритроцитом лише через 20-40 год перебування в крові, поки не втратить свою сітчасту структуру.

Тромбоцитопоез. Тромбоцити утворюються у кістковому мозку шляхом відщеплення невеличких часточок цитоплазми від великих клітин - мегакаріоцитів. Останні походять від мегакаріобластів, які, в свою чергу, утворилися внаслідок поділу біпотентної клітини-нопередниці еритроцитар- по-мегакаріоцитарного ряду.

Лейкоцитопоез. З мієло-моноцитарної стовбурової клітини утворюється клітина, яка дає початок двом лейкоцитарним лініям. Одна з них унаслідок багаторазового поділу завершується утворенням моноцитів і далі макрофагоцитів, а друга через стадії мієлобласта, промієлоцита, мієлоцита і метамієлоцита дає початок усім формам гранулоцитів.

Лімфоїдна стовбурова клітина кісткового мозку також утворює дві лінії клітин-попередниць: одні з них дають початок Т-лімфоцитам, а другі - В-лімфоцитам. В-лімфоцити дозрівають у червоному кістковому мозку, більша частина їх зазнають там диференціації і далі через стадії зрілих В-лімфоцитів, імунобластів як імуноцити виходять у кров, а згодом потрапляють до тканин, де перетворюються на плазматичні клітини.

Новоутворені незрілі Т-лімфоцити (протимоцити) у процесі багаторазового поділу і дозрівання перетворюються на зрілі тимоцити, які при подальшому розмноженні розділяються на Т-лімфоцити-хелпери (помічники) і Т-лімфоцити-супресори (пригнічувані). І ті, й інші, як і їхній попередник зрілий тимоцит, надходять у кров, де й здійснюють свої функції. Розмноження зрілих лімфоцитів відбувається у лімфатичних вузлах.

Органічні компоненти крові. В еритроцитах міститься *гемоглобін*, який синтезується у кістковому мозку за участю вітамінів групи В та інших. Для синтезу гемоглобіну використовується залізо відпрацьованого гемоглобіну і лише невелика частка заліза (не більш як 1 мг на добу), що надходить з їжею. Залізо депонується в печінці та у слизовій оболонці кишок у вигляді феритину і гемосидерину і за потреби транспортується спеціальним білком трансферином до кісткового мозку.

Основна маса білків плазми крові синтезується в печінці, інші органічні компоненти надходять з травного каналу або з тканин тіла (метаболіти). Вуглеводи потрапляють у кров через печінку, де більша частина вуглеводів їжі депонується, а ліпіди надходять разом з лімфою.

Регуляція кровотворення. Основним чинним фактором систем, що підтримують сталість складу крові, є **гемопоетини**, зокрема, кількість еритроцитів контролює *еритропоетин* - високомолекулярний глікопротеїд, 85 % якого утворюється в нирках, решта - в печінці. Він стимулює утворення і розмноження клітин-попередниць еритроїдної лінії.

Лейкопоетини - це група речовин, серед яких є фактори, що вибірково активують розмноження кожного виду лейкоцитів. До них належать також *інтерлейкіни*, високоактивні біологічні речовини поліпептидної природи, що продукуються макрофагоцитами і Т-лейкоцитами.

Процеси кровотворення перебувають під контролем автономної нервової та ендокринної систем.

12. СЕРЦЕВО-СУДИННА СИСТЕМА

12.1. Кровообіг. Будова серця. Властивості серцевого м'яза.

Робота серця та її прояви. Іннервація серця і регуляція його функцій

Система кровообігу - це сукупність виконавчих органів та апарату регуляції, які забезпечують безперервний рух і об'єм крові, адекватний потребам організму. Серце у системі виконує функцію насоса, судини є шляхами транспорту крові.

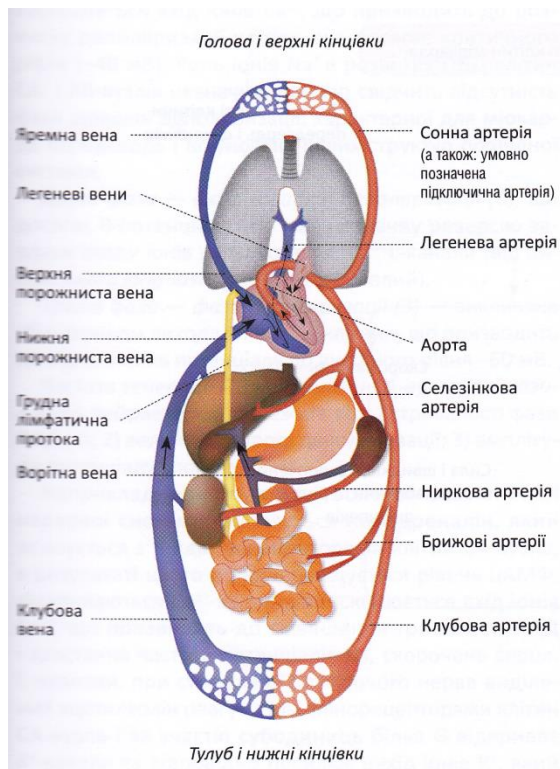


Рис. 12.1 – Система кровообігу людини

Рух крові в організмі здійснюється по великому і малому колах кровообігу (рис. 12.1). Велике коло починається від лівого шлуночка і закінчується в порожнистих венах, що впадають у праве передсердя. Мале коло починається від правого шлуночка і впадає в ліве передсердя. Обидва передсердя, так само як і шлуночки, відокремлені одне від одного суцільною перегородкою, а передсердя і шлуночок кожної половини серця сполучаються між собою передсердно-шлуночковим (атріовентрикулярним) отвором, в якому знаходиться однойменний клапан. Від шлуночків відходять артеріальні судини: від лівого - *аорта*, від правого - *легенева артерія*. У місці їх відходження знаходяться півмісяцеві клапани. Рух крові забезпечується роботою серця. При скороченні міокарда шлуночків кров під тиском направляється в аорту і

легеневу артерію. Тиск крові в цих великих судинах суттєво перевищує тиск у судинах середнього та малого діаметра (артеріях, венах, капілярах), і за градієнтом тисків кров переміщується до серця (рис. 12.2).

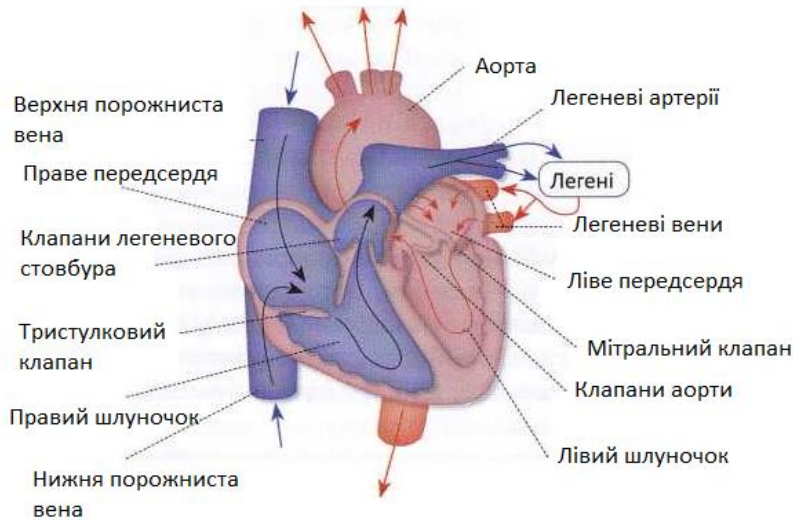


Рис. 12.2 – Структури серця та напрямок руху крові

Серце – головний орган системи кровообігу.

Серце – це порожнистий м'язовий орган, що має форму конуса.

Розташовано серце в грудній порожнині, позаду грудини в області переднього середостіння.



Стінка серця має три шари: зовнішній - **епікард**, який покриває зовнішню поверхню серця і найближчі до серця частини *аорти*, легеневого стовбура і порожнистих вен. Це пухка сполучна тканина. Епікард переходить в навколосерцеву сумку - **перикард**. Між епікардом і перикардом знаходиться порожнина, яка заповнена серозною рідиною, що зменшує тертя при роботі серця.

Середній шар - **міокард** складається з посмугованої м'язової тканини. У міокарді розрізняють 2 види *кардіоміоцитів*: типові - *скоротливі і атипові-- провідні*.

Внутрішній шар - **ендокард** вистилає порожнини серця і складається із сполучної тканини з великою кількістю еластичних волокон.

Суцільною вертикальною перегородкою серце ділиться на ліву і праву половини. Друга перегородка йде в горизонтальному напрямку і разом з вертикальною поділяє серце на чотири камери: *два передсердя і два шлуночки*. Між передсердями і шлуночками розташовані передсердно-шлуночкові отвори, забезпечені клапанами. У лівій половині серця розташований **двостулковий (мітральний) клапан**, а в правій - **тристулковий клапан**. Ще один вид клапанів - **півмісяцеві** - розташовані між правим шлуночком і легеневим стовбуром і між лівим шлуночком і аортою. Клапанний апарат серця забезпечує односторонню течію крові в серці: від передсердя до шлуночків і від шлуночків до артерій.

Властивості серцевого м'яза:

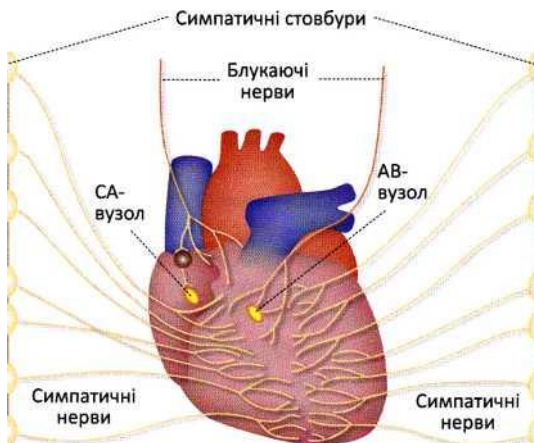
- 1) збудливість - здатність відповідати збудженням на подразнення;
- 2) скоротність - здатність скорочуватися;
- 3) провідність - здатність проводити збудження;
- 4) рефрактерність - відсутність збудливості;
- 5) автоматія - здатність скорочуватися під дією імпульсів, що виникають в провідній системі серця.

Серцевий м'яз скорочується мимоволі і працює в режимі одиночних скорочень, а не тетанічних, як скелетний м'яз. Сила серцевих скорочень не залежить від сили подразника, тобто, серце або скорочується максимально або взагалі не відповідає скороченням на подразник малої сили. Це закон «все або нічого».

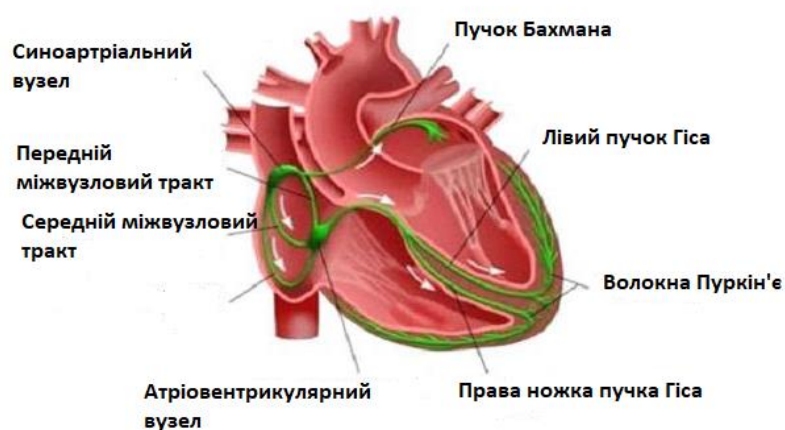
Рефрактерність - це процес, при якому серцевий м'яз втрачає здатність відповідати новим збудженням на додаткове подразнення. Абсолютна рефрактерність (0,27 с). Відносна рефрактерність (0,03 с). У цей час серцевий м'яз здатний відповісти збудженням тільки на дуже сильне надпорогове подразнення.

Провідна система серця.

Провідна система серця складається з атипічних кардіоміоцитів. Вони більші ніж скорочувальні, в них мало міофібрил, багато мітохондрій. Волокна провідної системи оточені сплетінням нервових волокон від блукаючого і симпатичних нервів.



Починається провідна система в гирлі верхньої порожнистої вени, де знаходиться *синусно-передсердний (синоатріальний) вузол (СА)*. Від нього йдуть дві гілки: до гирла нижньої порожнистої вени і по стінці правого передсердя до передсердно-шлуночкової перегородки, утворюючи друге скупчення атипічних волокон - *передсердно-шлуночковий (атріовентрикулярний) вузол (АВ)*. З цього вузла в міжшлуночкову перегородку йде **пучок Гіса**, який розділяється на праву і ліву ніжки для кожного з шлуночків. Кожний з пучків розпадається на **волокна Пуркін'є**, які закінчуються в товщі міокарду і сосочкових м'язях (рис. 12.3).



Провідна система визначає: ритм скорочення серця, координоване і послідовне скорочення передсердь і шлуночків.

Рис. 12.3 – Провідна система серця

Автоматія серця. Відділи провідної системи серця відрізняються від скорочувального міокарду наступними властивостями:

- 1) вони швидко проводять збудження;
- 2) стійкі по відношенню до підвищеної концентрації іонів K^+ .

Синоатріальний вузол має найбільший ступінь автоматії. У ньому виникає збудження, яке визначає частоту скорочення серця. Він є водієм ритму серця I порядку. Існує *закон градієнта серця*, згідно якому ступінь автоматії тим вищий, чим ближче розташована ділянка до синоатріального вузла.

Зовнішні прояви роботи серця. Серце, що працює характеризується механічними, звуковими і електричними явищами.

До зовнішніх проявів серцевої діяльності відносяться:

- 1) серцевий поштовх;
- 2) тони серця;
- 3) біопотенціали серцевого м'яза.

Серцевий поштовх це коливання грудної клітки, обумовлені роботою серця. Поштовх можна зафіксувати за допомогою кардіографа.

Тони серця - це звукові прояви роботи серця. їх можна прослуховувати за допомогою фонендоскопа або записати за допомогою фонокардіографа.

Регуляція роботи серця.

Внутрішньосерцеві регуляторні механізми (інтракардіальні):

I. Внутрішньоклітинна регуляція.

До внутрішньоклітинних механізмів регуляції діяльності серця відносять «закон серця» (*Франка-Старлінга*) - сила скорочення міокарду пропорційна початковій довжині м'язового волокна, тобто чим більше розтягнуті кардіоміоцити під час діастоли, тим сильніше вони зможуть скоротитися під час систоли.

2. Регуляція міжклітинних взаємодій визначається особливостями структурних взаємозв'язків кардіоміоцитів.

3. Внутрішньосерцеві периферичні рефлекс. Цей більш високий рівень регуляції роботи серця.

II. Позасерцева регуляція роботи серця (екстракардіальна)

Обумовлює частоту і силу серцевих скорочень залежно від активності організму і різних умов, в яких він знаходиться.

I. Нервова регуляція здійснюється імпульсами, що надходять до серця з ЦМС по блукаючих і симпатичних нервах.

A. Вплив на серце блукаючих нервів. При слабому подразненні відбувається уповільнення серцевих скорочень. При дуже сильному подразненні може відбутися зупинка серця.

Б. Вплив на серце симпатичних нервів. При подразненні симпатичних нервів відбувається частішання серцевих скорочень.

2. Гуморальна регуляція роботи серця. Адреналін (гормон надниркових залоз) надходить до крові і викликає ефекти, що спостерігаються при подразненні симпатичної нервової системи. Такий самий ефект надає норадреналін. Схожі ефекти викликає гормон щитоподібної залози - тироксин.

12.2. Кровоносні судини. Рух крові в судинах

Розрізняють декілька видів судин: магістральні, резистивні, капіляри, ємнісні і шунтуючі судини.

Магістральні (амортизуючі) судини - **аорта**, легеневі артерії. В них ритмічно пульсуючий кровотік перетворюється на рівномірний і плавний. Стінки цих судин містять мало гладком'язових елементів та багато еластичних волокон. У магістральних судинах опір кровотоку невеликий.

Резистивні судини (судини опору) - кінцеві артерії, артеріоли й меншою мірою капіляри і вени.

Обмінні судини - капіляри - найважливіший відділ серцево-судинної системи. Через тонкі стінки капілярів відбувається обмін між кров'ю і тканинами (транскапілярний обмін).

Ємнісні судини - венозний відділ серцево-судинної системи. Вони уміщають приблизно 70-80 % всієї крові.

Шунтуючі судини - артеріовенозні анастомози- забезпечують прямий зв'язок між дрібними артеріями і венами без участі капілярів.

Закономірності руху крові по судинах.

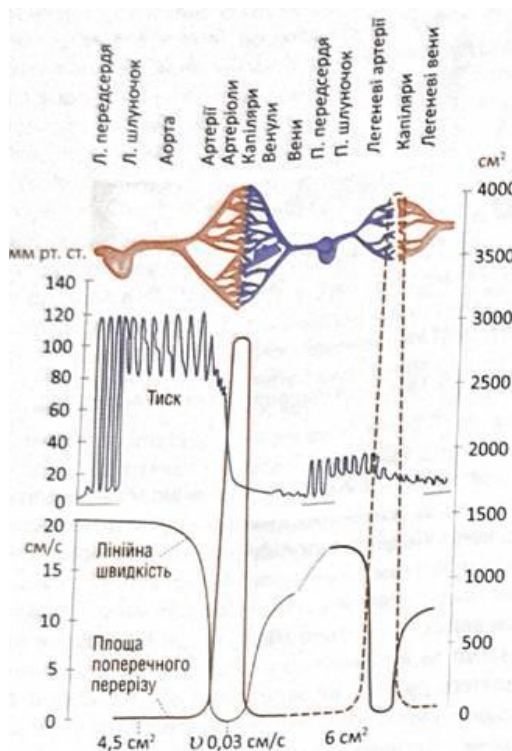


Рис. 12.4 – Співвідношення між площею поперечного перерізу, тиском і середньою лінійною швидкістю кровотоку вздовж великого і малого кола кровообігу

Рух крові по судинах визначається двома силами: різницею тиску на початку і наприкінці судини та гідравлічним опором, який перешкоджає струму рідини (рис. 12.4). Відношення різниці тиску до опору визначає об'ємну швидкість струму рідини. Об'ємна швидкість струму рідини – об'єм рідини, що протікає через поперечний розтин судин в одиницю часу (мл/с):

$$Q = (P_1 - P_2)/R$$

де Q – об'єм рідини, $P_1 - P_2$ різниця тиску на початку і наприкінці судини, R - опір течії.

Ця залежність - *основний гідродинамічний закон: кількість крові, що протікає в одиницю часу через кровоносну систему, тим більша, чим вища різниця тиску в її артеріальному і венозному кінцях і чим менший опір струму крові з боку судин*. Основний гідродинамічний закон визначає стан кровообігу в цілому і рух крові через судини окремих органів. Кількість крові, що проходить за 1 хв. через судини великого кола кровообігу, залежить від різниці кров'яного тиску в аорті і порожнистих венах і від загального опору кровотоку.

Серце під час систоли викидає в судини певні порції крові, але по кровоносних судинах кров тече безперервно. Ударний об'єм серця розтягує еластичні і м'язові елементи стінки магістральних судин. Розтягнувшись, артерії акумулюють механічну енергію, яку витрачають на рух крові під час діастоли.

Значення еластичності судинних стінок полягає в тому, що вони забезпечують перехід пульсуючого (в результаті скорочення шлуночків) потоку крові в постійний, що зменшує різкі коливання тиску.



Тиск крові в різних відділах судинного русла. Тиск крові в різних відділах судинного русла неоднаковий: в артеріальній системі він вище, у венозній - нижче.

Кров'яний тиск - тиск крові на стінки кровоносних судин. Кров'яний тиск необхідний для циркуляції крові і постачання кров'ю органів і тканин, для утворення тканинної рідини в капілярах, а також для здійснення секреції і екскреції.

Величина кров'яного тиску залежить від трьох основних факторів:

1) частоти і сили серцевих скорочень;

2) величини периферичного опору, тобто тонусу стінок судин, головним чином артеріол і капілярів;

3) об'єму циркулюючої крові.

Тиск крові визначають в артеріальних, венозних, капілярних судинах. Артеріальний тиск (АТ) у здорової людини є досить постійною величиною. Він завжди має невеликі коливання, залежно від фаз діяльності серця і дихання.

Розрізняють систолічний, діастолічний, пульсовий і середній. **Систолічний тиск** (максимальний) відображає стан міокарду лівого шлуночка. Він складає 100-120 мм рт. ст. **Діастолічний тиск** (мінімальний) характеризує ступінь тонусу артеріальних стінок. Він дорівнює 60-80 мм рт. ст. *Пульсовий тиск* - це різниця між величинами систолічного і діастолічного. У нормі він дорівнює 35-55 мм рт. ст. Якщо систолічний тиск стане рівним діастолічному, рух крові буде неможливим. *Середнединамічний тиск* - сума діастолічного і $\frac{1}{3}$ пульсового тиску. Середнединамічний тиск виражає енергію безперервного руху крові і є постійною величиною.

На величину артеріального тиску впливають: вік, час доби, стан організму, центральної нервової системи та ін. У людини артеріальний тиск визначається непрямим методом (по Короткову) за допомогою сфігмоманометра і фонендоскопа.

Артеріальний пульс - періодичні розширення і подовження стінок артерій, обумовлені надходженням крові в аорту при систолі лівого шлуночка. Пульс характеризується рядом ознак:

- 1) частота - число ударів за 1 хв.;
- 2) ритмічність - правильне чергування пульсових ударів;
- 3) наповнення - ступінь зміни об'єму артерії. Встановлюється по силі пульсового удару;

4) напруга - сила, яку треба прикласти, щоб здавити артерію до повного зникнення пульсу.

Пульсова хвиля розповсюджується по артеріях, слабшає і затухає на рівні капілярів.

Особливості кровотоку у венах.

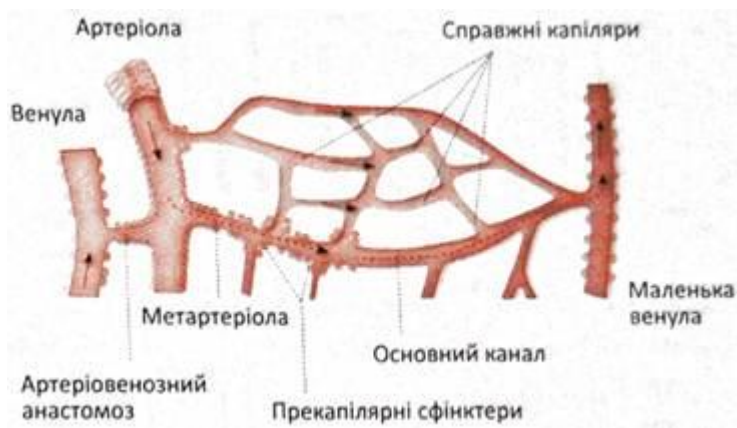


Рис. 12.5 – Схема мікроциркуляторного русла

Кров з мікроциркуляторного русла (венули, дрібні вени) поступає у венозну систему. У венах тиск крові низький (рис. 12.5). На початку артеріального русла тиск крові дорівнює 120 мм рт. ст.; у венулах він складає 10-15 мм рт. ст. У кінцевій частині венозного русла тиск крові наближається до нуля і навіть може бути нижчим за атмосферний тиск.

Руху крові по венах сприяє ряд факторів:

- 1) робота серця;
- 2) клапанний апарат вен;
- 3) скорочення скелетних м'язів;
- 4) присмоктуюча дія грудної клітки.

Робота серця створює різницю тиску крові в артеріальній системі і правому передсерді. Це забезпечує повернення крові до серця. Наявність у венах клапанів сприяє руху крові в одному напрямі - до серця. При скороченні м'язів тонкі стінки вен стискаються, і кров просувається у напрямку до серця. Розслаблення скелетних м'язів сприяє надходженню крові з артеріальної системи у вени.

Швидкість руху крові в периферичних венах складає 5-14 см/с, порожнистих венах - 20 см/с.

Час кругообігу крові. Час кругообігу крові - час, необхідний для проходження крові по двох колах кровообігу. У дорослої здорової людини при 70-80 скороченнях серця за 1 хвилину повний кругообіг крові відбувається за 20-23 сек. З цього часу $\frac{1}{5}$ доводиться на малий круг кровообігу $\frac{4}{5}$ - на великій.

Рух крові в різних відділах системи кровообігу характеризується об'ємною і лінійною швидкістю кровотоку.

Об'ємна швидкість кровотоку дорівнює кількості крові, що викидається серцем в одиницю часу, тобто хвилинному об'єму крові.

Лінійна швидкість кровотоку - це шлях, який в одиницю часу проходить частинка крові. Лінійна швидкість кровотоку неоднакова в різних судинних областях, у венах менше ніж в артеріях. У стані спокою лінійна швидкість кровотоку в аорті складає 0,5 м/с.

12.3. Центральна та рефлекторна регуляція кровообігу

Центральні механізми.

Регуляція системного кровообігу забезпечує пристосування хвилинного об'єму крові (ХОК) до метаболічних потреб організму, насамперед транспортування до клітин кисню і поживних речовин. Регульованим параметром у контурі регуляції кровообігу є величина системного артеріального тиску крові (Ра), про зміни якого сигналізують барорецептори (БР), розташовані переважно в основних рефлексогенних зонах - каротидному синусі (ділянка поділу загальної сонної артерії на внутрішню і зовнішню сонні артерії) й аорті. Виконавчими структурами, від яких залежить безпосередньо хвилинний об'єм крові, є серце як насос, системні судини (їх просвіт і об'єм) та кількість циркулюючої крові, які забезпечують венозне повернення крові до серця і, відповідно, серцевий викид.

Регуляція системного артеріального тиску здійснюється за контуром зворотного негативного зв'язку. *Найважливішими механізмами регуляції є нервові й гуморальні, які розвиваються у часі поетапно і за тривалістю діляться на наступні.*

Швидка (негайна) регуляція - це нервова регуляція, яка здійснюється рефлекторно, переважно за участю барорецепторів і хеморецепторів кровоносних судин, і призводить до зміни артеріального тиску. Тривалість її 20-30 с.

Проміжна регуляція - це нейрогуморальна регуляція, яка здійснюється за участю нервових центрів та гормональних факторів, триває хвилини.

Повільна (відсунута) регуляція - це гуморальна регуляція. Тривалість її - години, дні.

У нервовій регуляції тону судин беруть участь спинний, довгастий, середній, проміжний мозок і кора великого мозку.

У більшості структур ЦНС знаходяться скупчення нейронів, стимуляція яких викликає зміни функції системи кровообігу – *судинноруховий центр*.

Судинноруховий центр - це парне утворення, що розташоване в довгастому мозку. Судинноруховий центр складається з двох областей - пресорної і депресорної. Збудження нейронів пресорної області призводить до підвищення тону судин і зменшення їх просвіту. Збудження нейронів депресорної зони викликає пониження тону судин і збільшення їх просвіту. Судинноруховий центр регулює тонус судин, діючи на спинальні судиннорухові центри. Кора великого мозку і гіпоталамус впливають на тонус судин, змінюючи збудливість нейронів довгастого і спинного мозку.

Нейрони судиннорухового центру здійснюють регуляцію тону судин, підтримують кров'яний тиск, забезпечують рух крові по судинній системі та її перерозподіл по окремих органах і тканинах.

Важлива роль в регуляції активності нейронів судиннорухового центру належить аортальній і каротидній рефлексогенним зонам.

Рецепторна зона дуги аорти представлена чутливими нервовими закінченнями депресорного нерва (гілочка блукаючого нерва). Природним подразником їх є механічне розтягування при зміні величини артеріального тиску. Механорецептори чутливі до коливань тиску.

Складовими частинами судиннорухового центру є нейрони довгастого мозку. (рис. 12.6). Збудження одних - підвищує тиск крові; других - навпаки, знижує артеріальний тиск. Роль довгастого мозку в регуляції кровообігу довів у 1871 р. В. Ф. Овсянніков.

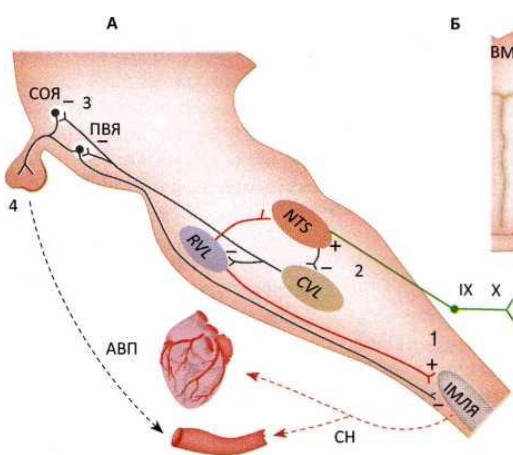


Рис. 12.6 -. Структури судиннорухового центру, їх локалізація та зв'язки.

А: 1 - спинний мозок; 2 - довгастий мозок; 3 - гіпоталамус; 4 - гіпофіз. IX, X - аферентні волокна від барорецепторів каротидного синуса й аорти; СН - симпатична іннервація судин і серця; АВП - аргінін-вазопресин; CVL - каудальна вентролатеральна зона; ІМ-- ростральна вентролатеральна зона; NIS - ядро одинокого тракту (чумливе ядро блукаючого нерва); ПВЯ - паравентрикулярне ядро; СОЯ - супраоптичне ядро, "+" - збуджувальний ефект, - гальмівний ефект. Б: М, S - електро- та хемочутливі зони вентральної поверхні довгастого мозку; ВМ - вароліів міст; ІМЛЯ - інтермедіолатеральне ядро спинного мозку; X - 10-та пара черепно мозкових нервів

Рис. 12.6 -. Структури судиннорухового центру, їх локалізація та зв'язки. А: 1 - спинний мозок; 2 - довгастий мозок; 3 - гіпоталамус; 4 - гіпофіз. IX, X - аферентні волокна від барорецепторів каротидного синуса й аорти; СН - симпатична іннервація судин і серця; АВП - аргінін-вазопресин; CVL - каудальна вентролатеральна зона; ІМ-- ростральна вентролатеральна зона; NIS - ядро одинокого тракту (чумливе ядро блукаючого нерва); ПВЯ - паравентрикулярне ядро; СОЯ - супраоптичне ядро, "+" - збуджувальний ефект, - гальмівний ефект. Б: М, S - електро- та хемочутливі зони вентральної поверхні довгастого мозку; ВМ - вароліів міст; ІМЛЯ - інтермедіолатеральне ядро спинного мозку; X - 10-та пара черепно мозкових нервів

Рефлекторна регуляція кровообігу. До рефлексів, що замикаються в судинноруховому центрі довгастого мозку і супроводжуються зміною

артеріального тиску та роботи серця, відносяться рефлекс з рефлекторних зон серцево-судинної системи, що мають назву *власних*. Рефлекси, які виникають з інших ділянок тіла, називаються спряженими.

Власні рефлекси виникають з баро- і хеморецепторів рефлексогенних зон внаслідок різкого підвищення чи зниження в них кров'яного тиску, або зміни концентрації хімічних речовин у крові.

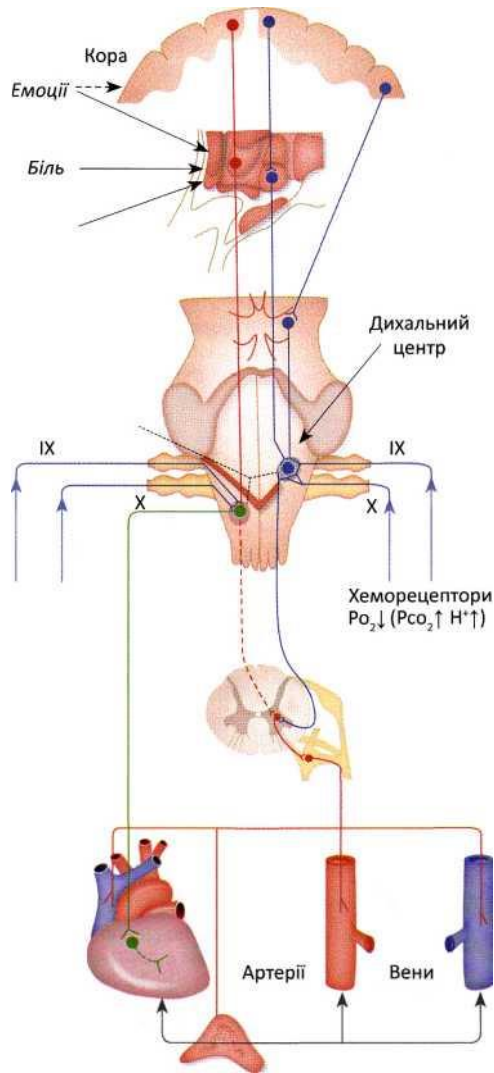


Рис. 12.7 - Нервові центри регуляції кровообігу

Дуже важливу роль гіпоталамус виконує при екстремальних станах організму. В умовах крововтрати підтримання системного артеріального тиску на певному рівні досягається нейрогуморальними механізмами регуляції в такій послідовності:

- 1) пресорний рефлекс з барорецепторів;
- 2) рефлекторна (з барорецепторів) стимуляція гіпоталамуса, що призводить до збільшення виділення вазопресину в кров;
- 3) гуморальні механізми (рис. 12.7).

Найбільш дослідженим механізмом регуляції артеріального тиску є барорецепторні рефлекси. *Барорецептори* - це рецептори, подразнення яких відбувається під час розтягування стінок кровоносних судин та серця. Головну роль в регуляції артеріального тиску відіграють барорецептори каротидного синусу і дуги аорти.

Гуморальна регуляція тону́су судин.

У регуляції тону́су судин беруть участь гуморальні речовини, які можуть впливати на судинну стінку й змінювати нервові впливи. Гуморальні речовини, які впливають на тонус судин, поділяються на судинозвужуючі та судинорозширюючі.

До судинозвужуючих (вазоконстриктори) відносяться наступні речовини:

- **адреналін**, норадреналін (гормони мозкової речовини наднирників;
- **вазопресин** (гормон задньої частки гіпофізу);
- **ренін-ангіотензиноген-альдостеронова**
- **серотонін** (біологічно активна речовина тромбоцитів).

До судинорозширюючих (вазодилатори) речовин відносяться *гістамін, ацетилхолін, тканинні гормони - кініни, простагландини, метаболіти.*

• *Гістамін* - утворюється в базофілах, у стінці шлунка, кишечника. Гістамін є активним вазодилатором. Він розширює найменші судини - артеріоли.

• **Ацетилхолін** діє місцево, розширює дрібні артерії.

• *Простагландини* знаходяться у всіх органах і тканинах людини. Вони мають судиннорозширювальний ефект, який проявляється місцево.

Отже, просвіт кровоносних судин, їх тонус регулюються як нервовою системою, так і гуморальними факторами.

12.4 Лімфатична система

Лімфатична система складається з лімфатичних капілярів, лімфатичних судин з клапанами, лімфатичних вузлів, а також лімфатичних проток (рис. 12.8). Вона охоплює майже всі органи і тканини, за винятком поверхневих шарів шкіри, хрящів, кісток, центральної нервової системи, органу зору

Лімфатичні капіляри мають діаметр від 10 до 100 мкм, вони замкнені з одного боку - сліпі. Лімфатичні капіляри мають високу проникність, крізь

їхню стінку можуть проникати практично всі компоненти тканинної рідини, в тому числі високомолекулярні сполуки, і навіть лімфоцити та еритроцити.

Лімфатичні судини. Кілька капілярів, зливаючись, утворюють лімфатичну судину, в стінці якої з'являються гладкі м'язові клітини. Гладком'язові клітини лімфатичних судин здатні до автоматизму, який має міогенне походження. Вони спонтанно скорочуються з частотою 10-20 разів на 1 хв.

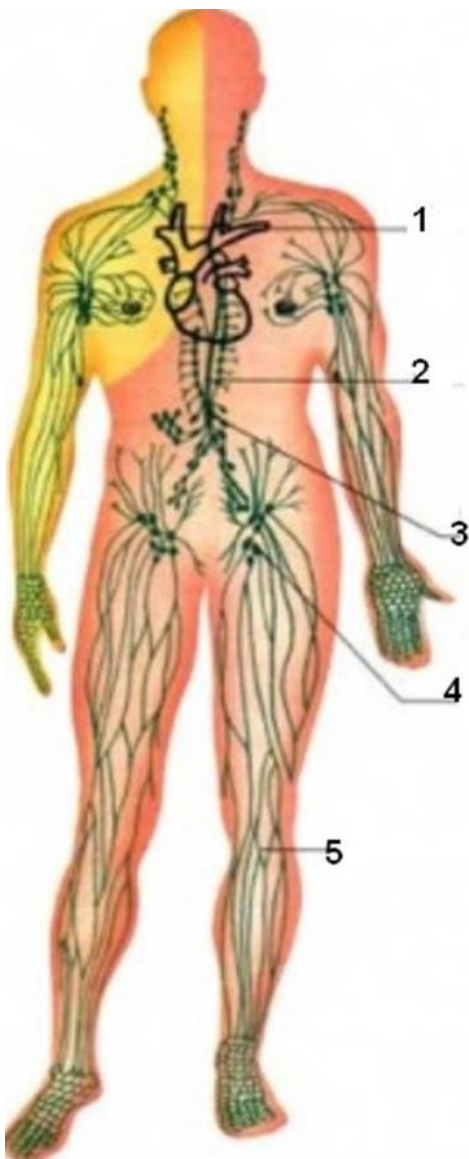


Рис. 12.8 – Лімфатична система людини:

1 – правий лімфатичний проток; 2 – грудний лімфатичний проток;

3 – цистерна Пеккета; - лімфатичні вузли; 5 – лімфатичні судини.

Лімфатичні серця - це розширення лімфатичних судин, у стінці яких з'являються посмугова - м'язові волокна, здатні ритмічно скорочуватися з частотою 30- 40 разів на хвилину і більше під впливом імпульсів від ЦНС.

Лімфатичні вузли - це скупчення лімфоїдної тканини, вкриті сполучнотканинною капсулою, пронизані густою сіткою кровоносних судин і нервових волокон. У лімфатичних вузлах відфільтровуються і знешкоджуються чужорідні часточки, бактерії тощо.

Лімфатичні протоки. У людини їх дві: грудна протока і права лімфатична протока. Перша впадає в ліву, а друга в праву підключичну вени. Через ці протоки до кровоносної системи повертається у вигляді профільтрованої і збагаченої лімфоцитами та різними речовинами та частина тканинної рідини, що не реабсорбувалася (реабсорбція – це зворотне всмоктування води і розчинених в ній речовин) у кровоносні капіляри і яка і є **лімфою**.

Основними функціями лімфатичної системи є: дренажна, транспортна, захисна, кровотворна.

Дренажна функція. У кров реабсорбується тканинної рідини менше, ніж її утворюється внаслідок фільтрації з капілярів. Ця різниця становить близько 2-4 л на добу. Відведення цієї залишкової рідини з тканин відбувається через лімфатичну систему, основною функцією якої є збирання “зайвої” тканинної рідини, тієї, що не реабсорбувалась, і повернення її до кровоносного русла, тобто дренаж тканин.

Транспортна функція. Тканинна рідина, що потрапила до лімфатичних судин і стала називатись лімфою, побіжно захоплює у тканинах і переносить до кровоносного русла речовини, що важко або зовсім не проникають крізь стінку кровоносних капілярів. З лімфою не тільки повертаються у кров білки, що вийшли з крові в тканинну рідину, а й переносяться нові білки, синтезовані в органах і тканинах.

Захисна функція лімфатичної системи здійснюється головним чином лімфатичними вузлами. Вони виконують роль механічного фільтра, який не пропускає у кров чужорідні мікроскопічні часточки будь-якого походження. Захисна функція лімфатичної системи полягає також у виробленні плазматичними клітинами лімфатичних вузлів антитіл, що з течією лімфи надходять до кров'яного русла.

Кровотворна функція лімфатичної системи полягає в тому, що лімфатичні вузли безперервно продукують клітини крові - лімфоцити.

Утворення лімфи найтіснішим чином пов'язане з процесами фільтрації й реабсорбції тканинної рідини і підпорядковується силам гідростатичного та онкотичного тиску, процесам дифузії й осмосу. Завдяки наявності гладком'язових клітин і клапанів відбувається проштовхування лімфи у проксимальному напрямку по лімфатичних судинах, а дистально при цьому створюється негативний тиск, що зумовлює приплив тканинної рідини всередину капіляра.

Регуляція лімфообігу є вторинною відносно регуляції кровообігу. Лімфатичні судини і вузли мають симпатичну іннервацію, і під час її збудження вони звужуються, що зумовлює тимчасове прискорення лімфотоку в грудній протоці. М'язові волокна лімфатичних судин також виявляють високу чутливість до різних гуморальних чинників і відповідним чином реагують на них.

13. ДИХАННЯ

13.1 Легеневе дихання людини. Будова дихальної системи людини

Дихання - складний процес надходження в організм кисню, використання його в біологічному окисненні та виведення вуглекислого газу.

Система дихання - це сукупність виконавчих структур і апарату регуляції, які здійснюють обмін газів між клітинами організму і зовнішнім середовищем, забезпечуючи потреби організму у кисні.

До виконавчих структур належать:

- 1) структури, що забезпечують обмін газів між альвеолами легень і зовнішнім середовищем,
- 2) грудна клітка і черевна порожнина разом з дихальними м'язами, які при скороченні і розслабленні змінюють об'єм легень.

3) система кровообігу, завдяки якій здійснюється транспортування O_2 і CO_2 та обмін газів на рівні «капіляри – тканини».

4) система еритрона, яка забезпечує оптимальну кількість еритроцитів як транспортних засобів кисню кров'ю.

5) апарат регуляції - складається з нервових і гуморальних механізмів регуляції, завдяки яким підтримуються параметри газового гомеостазу артеріальної крові.

Отже, до дихальної системи належать:

- дихальні шляхи,
- органи газообміну - легені,
- система забезпечення вентиляції легень - грудна клітка, дихальні м'язи, дихальний центр.

Етапи дихання:

- 1) зовнішнє або легеневе дихання.
- 2) дифузія газів із альвеол в кров легневих капілярів.
- 3) транспортування газів кров'ю.
- 4) обмін газів між кров'ю і тканинами.
- 5) тканинне або внутрішнє дихання.

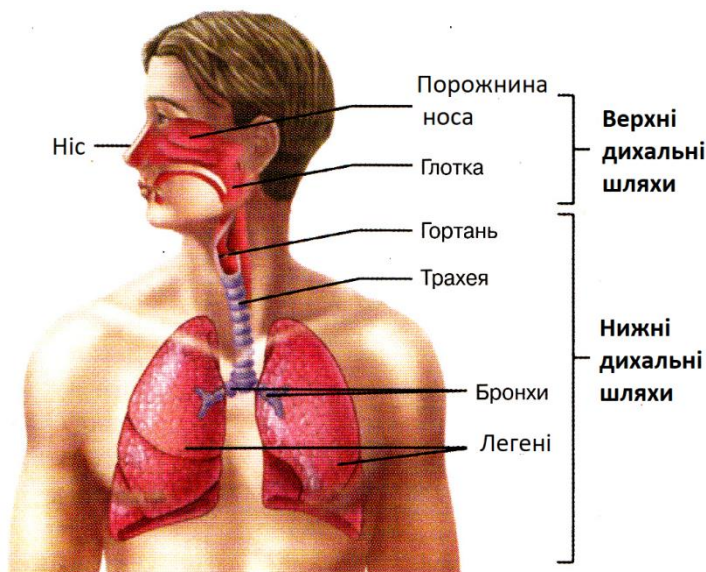


Рис. 13.1 – Дихальна система людини

Зовнішнє дихання - це обмін газів між атмосферним повітрям і альвеолярним повітрям.

Дифузія газів через легеневу мембрану - це обмін газів між

альвеолярним повітрям і кров'ю легневих капілярів завдяки градієнту парціальних тисків.

Транспортування газів (O_2 і CO_2) кров'ю.

Обмін газів між кров'ю і тканинами - дифузія газів через стінку капілярів до клітин організму і від них.

Тканинне дихання - участь кисню у метаболічних процесах у мітохондріях клітин організму.

До апарату зовнішнього дихання входять: носова порожнина, глотка, гортань, трахея, яка в грудній порожнині ділиться на 2 бронхи. У свою чергу ці великі бронхіальні гілки розділяються на дрібніші, утворюючи бронхіальне дерево. Найдрібніші бронхи - бронхіоли на кінцях розширюються в сліпі пухирці легеневі альвеоли. Сукупність альвеол утворює тканину легень (рис. 13.2).

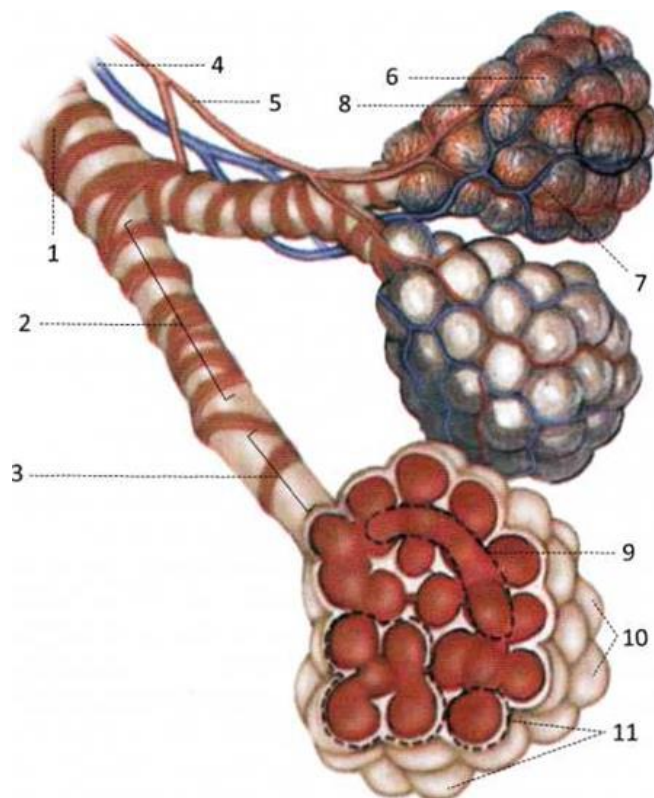


Рис. 13.2 - Структура дихальної частки легені. 1 - бронхіола; 2 - термінальна бронхіола; 3 - респіраторна бронхіола; 4 - легенева артеріола; 5 - легенева венула; 6 - капілярна сітка; 7 - капілярна артеріола; 8 - капілярна венула; 9 - альвеолярна протока; 10 - альвеолярні мішечки; 11 - альвеоли

Слизова оболонка повітряних шляхів покрита війчастим епітелієм, містить залози, що виділяють слиз. Крім того, слизова оболонка забезпечена густою сіткою кровоносних капілярів. Тому повітря на шляху до леген зволожується слизом, зігрівається кров'ю і очищається миготливим епітелієм. Кожна легеня зовні покрита плеврою, що складається з 2-х листків - пристінкового і легеневого. Між листками знаходиться вузька герметична щілина, що містить невелику кількість серозної рідини - плевральна порожнина.

Стінка альвеоли складається з одношарового епітелію з м'язовими та еластичними волокнами, які забезпечують швидке і легке розтягування альвеол. Кожна альвеола обплетена густою мережею капілярів, на які розгалужується легенева артерія. Внутрішня поверхня альвеол покрита поверхнево-активною речовиною - *сурфактантом*.

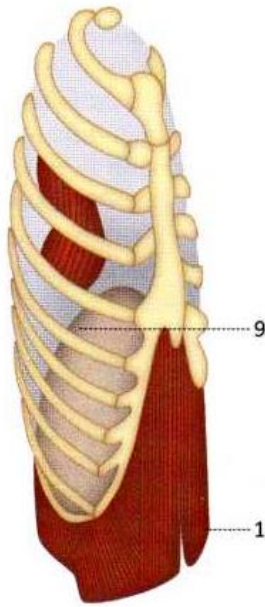
Крім перелічених органів у диханні беруть участь грудна клітка, дихальні м'язи (міжреберні і діафрагма), а також кров і система кровообігу.

У людини участь у диханні приймають не тільки легені, а й вся поверхня тіла. Але на частку шкірних покривів припадає менше 1 % газообміну.

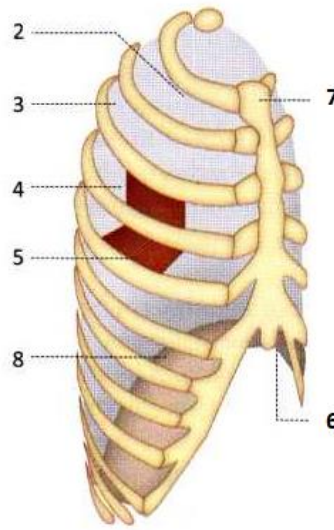
13.2. Механізм вдиху та видиху. Кількісні характеристики дихання

Дихальний цикл включає вдих, видих і дихальну паузу. Повітря поступає в легені і виходить з них завдяки роботі міжреберних м'язів і діафрагми. В результаті їх скорочення і розслаблення об'єм грудної порожнини змінюється. Міжреберні м'язи ділять на 2 групи: зовнішні і внутрішні. *Діафрагма* - великий куполоподібний м'яз, що відокремлює грудну порожнину від черевної. Складається з кільцевих і радіальних м'язових волокон, розташованих навкруги центральної сухожильної ділянки.

Вдих - активний процес. Зовнішні міжреберні м'язи скорочуються, а



Вдих



Видих

внутрішні розслабляються. Ребра йдуть вперед, віддаляючись від хребта. Одночасно скорочується діафрагма, купол її сплющується й опускається.

Рис. 13.3 - Положення грудної клітки і діафрагми при видиху і вдиху.

1 - скорочення м'язів живота; 2 - збільшення грудної клітки по вертикалі; 3 - збільшення грудної клітки у фронтальному розмірі; 4 - скорочення зовнішніх міжреберних м'язів; 5 - розслаблення внутрішніх між-реберних м'язів; 6 - відхід груднини вперед; 7 - підняття грудної клітки вгору; 8 - переміщення діафрагми вниз; 9 - переміщення діафрагми вгору

Це приводить до збільшення об'єму грудної клітки. В результаті тиск в грудній клітці, а тому і в легенях, стає нижче атмосферного. Повітря поступає всередину і заповнює альвеоли до тих пір, поки тиск в легенях не порівняється з атмосферним.

Видих - пасивний процес, який здійснюється за рахунок еластичного скорочення розтягнутої легеневої тканини і розслаблення дихальних м'язів. Об'єм грудної клітки зменшується і тиск в ній стає вище атмосферного. Повітря виштовхується з легень.

Еластичність - здатність легень до розтягування. Еластичність легень суттєво залежить поверхневого натягу плівки рідини, що вкриває стінку

альвеол. При зменшенні об'єму альвеол поверхневий натяг зменшується завдяки наявності *сурфактанту* (речовина ліпідної природи) у рідині, що покриває поверхню альвеол. Сурфактанти виробляються альвеоцитами типу II. Сурфактант відіграє важливу роль під час народження людини, оберігаючи легені від повторного колапсу.

Значення сурфактантів:

- зменшують поверхневий натяг в альвеолах;
- створюють можливість розправлення легень при першому вдиху новонародженого, перешкоджають спаданню термінальних бронхіол;
- перешкоджають перерозтягуванню альвеол;
- протинабрякова дія, антиокислювальна дія;
- забезпечують до 2/3 еластичного опору тканин легені дорослого та стабільність структури респіраторної зони;
- регулюють швидкість абсорбції O_2 на межі фаз «газ – рідина»;
- регулюють інтенсивність випаровування води з альвеолярної поверхні (регуляція водного балансу);
- володіють бактеріостатичною дією;
- очищують поверхню альвеол від чужорідних часток, які туди потрапили.

Легеневі об'єми та ємності

Дихальний об'єм (ДО) - об'єм повітря, який людина може вдихнути (видихнути) при спокійному диханні (300-700 мл).

Резервний об'єм вдиху (РОВд) - об'єм повітря, який людина може вдихнути понад спокійний вдих (1500-2000 мл).

Резервний об'єм видиху (РОВид) – об'єм повітря, який людина може видихнути додатково після спокійного видиху (1500-2000 мл).

Залишковий об'єм (ЗО) - об'єм повітря, який залишається в легенях після максимально глибокого видиху (1000-1500 мл).

Життєва ємність легень (ЖЄЛ) - максимальна кількість повітря, яку можна видихнути після максимального вдиху. $ЖЄЛ = R_{Oвд} + D_0 + R_{Oвид}$. У чоловіків складає 3,5-4,5 л, у жінок 3,0-3,5 л.

Загальна ємність легень (ЗЄЛ) - характеризує кількість повітря, що знаходиться у легенях при максимальному вдиху. $ЗЄЛ = R_{Oвд} + D_0 + R_{O0вид} + 30$.

Функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) - характеризує кількість повітря, яка залишається в легенях після спокійного видиху. $ФЗЄ = R_{Oвид} + 30$.

Мертвий простір (анатомічний) - це повітряні шляхи, які непроникні для газів; *(функціональний)* - це повітря, яке не бере участі у газообміні. У дорослої людини цей об'єм складає 150 мл.

Динамічні показники дихання.

*Дихальний хвилинний об'єм ($D_0 * ЧД$) - 6 л/хв.*

*Хвилинна альвеолярна вентиляція = $D_0(500) - МП(150) * ЧД$. У нормі 4,2-5,6 л/хв.*

Максимальна форсована вентиляція – 125-170 л/хв.

Об'єм форсованого видиху (Проба Тіффно): за 1 с - 83 % від ЖЄЛ, за 3 с - 97 % від ЖЄЛ.

13.3. Газообмін у легенях та тканинах. Тканинне дихання.

До зовнішньої поверхні альвеол прилягають капіляри малого круга кровообігу. Від альвеолярного повітря кров відділяє альвеоло-капілярна мембрана. Газообмін здійснюється в результаті дифузії кисню з альвеолярного повітря в кров і CO_2 із крові в альвеолярне повітря (рис.13.4).

Дифузія відбувається унаслідок різниці парціального тиску цих газів в альвеолярному повітрі та їх напругою в крові. *Парціальний тиск* - це та частина тиску, яка доводиться на даний газ в суміші газів.

Парціальний тиск кисню (PO_2) в атмосферному повітрі складає 158 мм рт. ст. В альвеолярному повітрі 108-110 мм рт. ст. У венозній крові, що надходить до легень - 40 мм рт. ст., а в артеріальній крові великого кола кровообігу – 102-104 мм рт. ст., в тканинах - 20 мм рт. ст. Ця різниця парціальних тисків обумовлює рух O_2 з легень в кров і з крові у тканини при диханні.

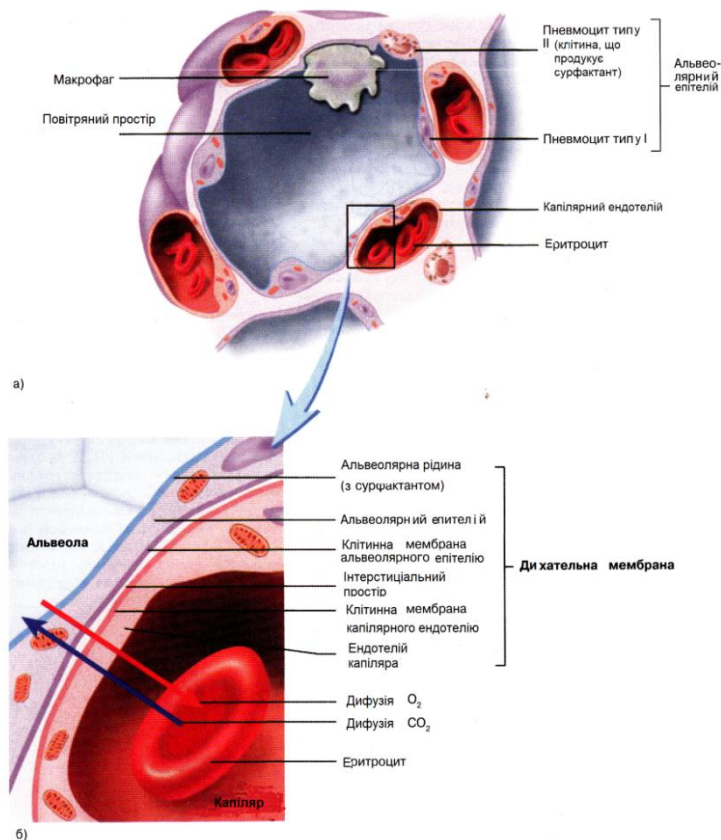


Рис. 13.4 – Альвеола та дихальна мембрана

Коефіцієнт легеневої вентиляції (КЛВ) показує, яка частина повітря обмінюється в легенях під «дихання». $КЛВ = \frac{ДО}{ФЗЄ} = \frac{500}{2500} = 1/5$. У дійсності обмінюється ще менший об'єм завдяки дихальним шляхам (мертвому простору), де не відбувається газообмін.

ФЗЄ – Функціональна залишкова ємкість – це повітря, що залишається в легенях після спокійного видиху (1400- 1900 мл).

Дихальний хвилинний об'єм ($ДО * ЧД$) - 6 л/хв.

Ті ж механізми визначають рух CO_2 від тканин в оточуюче середовище.

P_{CO_2} в тканинах – 48-80 мм рт. ст.

P_{CO_2} у венозній крові - 46 мм рт. ст.

P_{CO_2} в альвеоляр-ному повітрі – 40 мм рт. ст.

P_{CO_2} в артеріальній крові - 43 мм рт. ст. P_{CO_2} в атмосферному повітрі - 0,3 мм рт. ст.

Хвилинна альвеолярна вентиляція = $DO(500) - MP(150) \cdot ЧД$. У нормі 4,2-5,6 л/хв.

Максимальна форсована вентиляція – 125-170 л/хв.

Об'єм форсованого видиху (Проба Тіффно): за 1 с - 83 % від ЖЄЛ, за 3 с - 97 % від ЖЄЛ.

Транспортування газів кров'ю.

Кисень (O_2) в крові знаходиться в двох станах: фізичному розчиненні у плазмі крові і в хімічному зв'язку з гемоглобіном. Більша частина кисню в артеріальній крові зв'язана з гемоглобіном, утворюючи неміцну сполуку, що легко дисоціює *оксигемоглобін*. І лише невелика частина O_2 знаходиться у розчиненому стані в плазмі.

Переносником O_2 від легень до тканин та CO_2 від тканин до легень є кров. У розчиненому стані в плазмі крові дихальних газів переноситься мало. Головним чином вони транспортуються у зв'язаному стані.

Транспортування кисню. Кількість розчиненого у крові кисню становить 0,03 мл на 1 л крові/мм рт. ст. В артеріальній крові $PO_2 = 100$ мм рт. ст., тому її транспортується розчиненого кисню тільки 3 мл.

Головна частина O_2 транспортується кров'ю у вигляді хімічної сполуки з гемоглобіном - *оксигемоглобіном*: $Hb + O_2 \rightarrow HbO_2$. 1 г НЬ приєднує 1,34 мл O_2 (число Хюфнера).

Киснева ємність крові (КЄК) - це максимальна кількість кисню, яка може бути зв'язана 100 мл крові (18 21 мл O_2 /100 мл крові).

У природних умовах гемоглобін оксигенується не повністю. Згідно з законом діючих мас, насичення гемоглобіну киснем (у %) залежить від напруги кисню (PO_2) у крові. Графічно цю залежність відображає так звана *крива дисоціації оксигемоглобіну*, що має S-подібну форму (рис. 13.5).

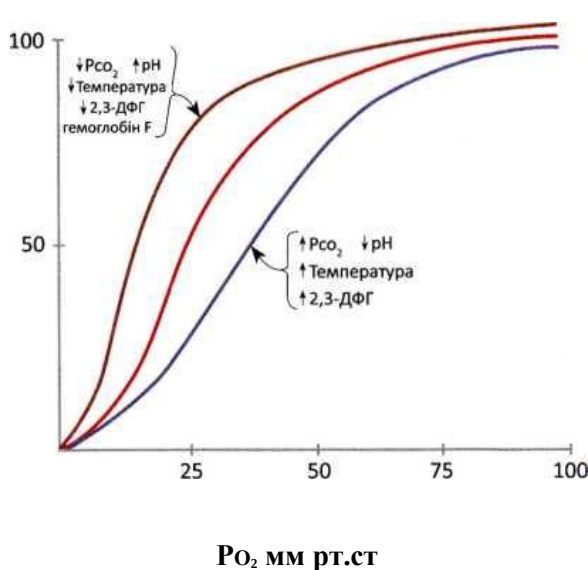


Рис.13.5 –Крива дисоціації оксигемоглобіну в нормі – червона лінія, та під впливом споріднених до кисню чинників — коричнева і синя. Стрілочки уверх - збільшення величини діючих факторів, вниз - їх зменшення. Чинниками, що впливають на спорідненість гемоглобіну до кисню, є: pH, P_{CO_2} , температура, концентрація 2,3-дифосфогліцерату (2,3-ДФГ), НЬФ

PO_2 мм рт.ст
Транспортування CO_2 . Вуглекислий газ транспортується кров'ю у вигляді:

- фізично розчиненого (CO_2) та у формі вугільної кислоти (H_2CO_3) – 12 %;
- карбамінової сполуки - карбогемоглобіну - 11 %;
- бікарбонатних іонів в еритроцитах - 27 %;
- решта - 50 % розчинені в плазмі у формі HCO_3^- .

Тканинно-капілярний обмін газів здійснюється завдяки дифузії. Напруга CO_2 , який є продуктом метаболізму, в клітинах становить близько 70 мм рт. ст., у міжклітинній рідині - 60, у стінці капіляра -50, у венозних капілярах - 46, альвеолах - 40 мм рт. ст. Такий градієнт тисків забезпечує дифузію CO_2 в альвеоли. Напруга кисню в артеріальній крові становить близько 100 мм рт. ст., у міжклітинній рідині - 40 мм рт. ст., у клітинах - близько 15 мм рт. ст. Такий градієнт тисків забезпечує дифузію кисню до клітин, де він бере участь у метаболізмі.

Тканинне дихання - це обмін дихальними газами між кров'ю і тканинами, що відбувається у процесі біологічного окиснення органічних речовин у клітинах організму. При цьому відбувається поглинання тканинами кисню і виділення вуглекислого газу, а внаслідок окиснення й розпаду поживних речовин виділяється енергія, необхідна для підтримання

життя і діяльності організму. Біологічне окиснення відбувається в мітохондріях, де містяться ферменти дихального ланцюга.

Надходження кисню до тканин здійснюється як шляхом конвекції (перенесення кисню кров'ю, тканинною рідиною, через цитоплазму всередині клітини), так і за допомогою дифузії. Рушійною силою дифузії газів, як і в альвеолярному газообміні, є градієнт концентрацій - напруги газів по обидва боки мембрани.

13.4. Регуляція дихання. Роль вищих відділів центральної нервової системи у регуляції дихання. Дихання людини за різних умов. Дихання під час фізичного навантаження

Регуляція дихання - це пристосування дихання до змінних потреб організму. Вона направлена на підтримання постійного газового складу артеріальної крові та метаболізму. Цю функцію виконують складні регуляторні механізми, тісно пов'язані з дихальним центром.

Дихальний центр - це сукупність нейронів специфічних ядер центральної нервової системи, що забезпечують генерацію дихального ритму, пристосування частоти і глибини дихання до потреб організму. До складу локального дихального центру входять такі структури (рис. 13.6).

Дорсальна дихальна група нейронів (ДДГ) - розташована на дні IV шлуночка у довгастому мозку. Представлені тут нейрони забезпечують:

- вдих і генерують основний ритм дихання;
- вхід сенсорної інформації, що надходить від хеморецепторного поля дихального центру та окремо від периферичних хеморецепторів;
- вихід інформації, яка забезпечує активацію мотонейронів спинного мозку при спокійному диханні;
- механізми ритмогенезу.

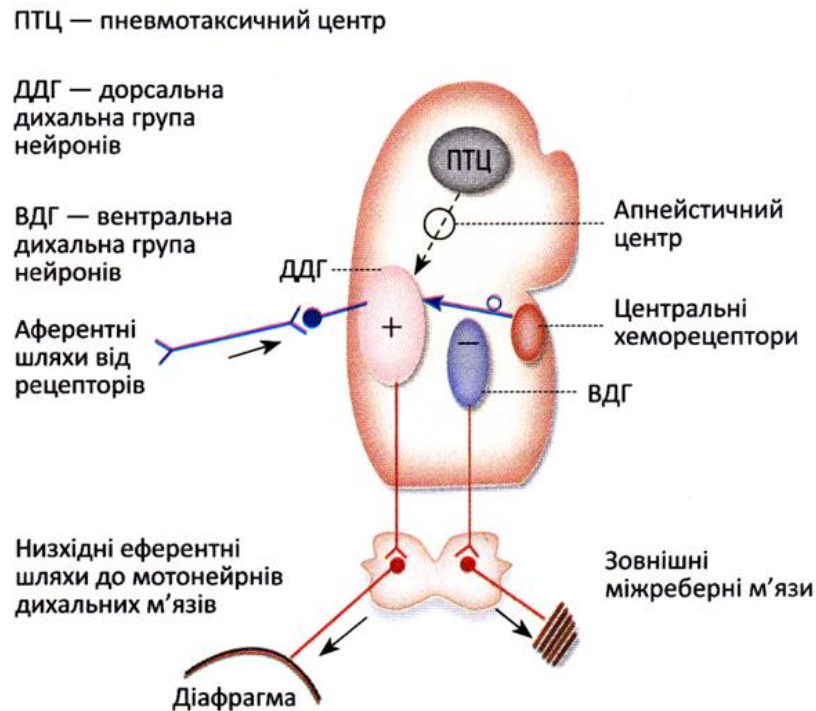


Рис. 13.6 – Організація дихального центру

Вентральна дихальна група нейронів (ВДГ) - знаходиться у довгастому мозку поблизу подвійного ядра.

Її функціональні особливості:

- майже неактивні при спокійному диханні;
- активуються під час фізичною навантаження;
- імпульси від нейронів надходять до мотонейронів грудних сегментів спинного мозку, що призводить до скорочення переважно допоміжних дихальних м'язів.

Пневмотаксичний центр (ПТЦ) - розташований у частині варолієвого мосту. Його функції:

- гальмує вдих;
- регулює оптимальне співвідношення тривалості вдихання, видихання і дихальної паузи.

Апнейстичний центр розташований у нижній частині варолієвого мосту. Стимуляція апнейстичного центру може викликати глибокий і тривалий вдих.

Роль кори головного мозку. Дихання може регулюватися свідомо - людина спроможна робити гіпервентиляцію або гіповентиляцію, затримувати дихання під час розмови, співу тощо. Довільне регулювання здійснюється за участю нейронів кори головного мозку. Гальмівна інформація від вищих відділів ЦНС надходить до мотонейронів дихальних м'язів поза локальним дихальним центром.

Роль спинного мозку. Спинний мозок – це перший рівень регуляції. Тут розташовані центри всіх діафрагмальних і міжреберних нервів, що обумовлюють скорочення дихальних м'язів. Проте цей рівень регуляції дихання не може забезпечити ритмічну зміну фаз дихального циклу, оскільки величезна кількість аферентних імпульсів від дихального апарату прямують безпосередньо в довгастий мозок.

Другий рівень регуляції - довгастий мозок. Тут знаходиться дихальний центр, який переробляє різноманітні аферентні імпульси, що йдуть від дихального апарату, а також від основних рефлексогенних судинних зон. Цей рівень регуляції забезпечує ритмічну зміну фаз дихання і активність спинномозкових мотонейронів, аксони яких іннервують дихальну мускулатуру.

Третій рівень регуляції - верхні відділи головного мозку, включаючи і кіркові нейрони. Тільки за участю кори великого мозку можливо адекватне пристосування реакцій системи дихання до умов навколишнього середовища, що змінюються.

Мимовільну регуляцію дихання здійснює дихальний центр довгастого мозку.

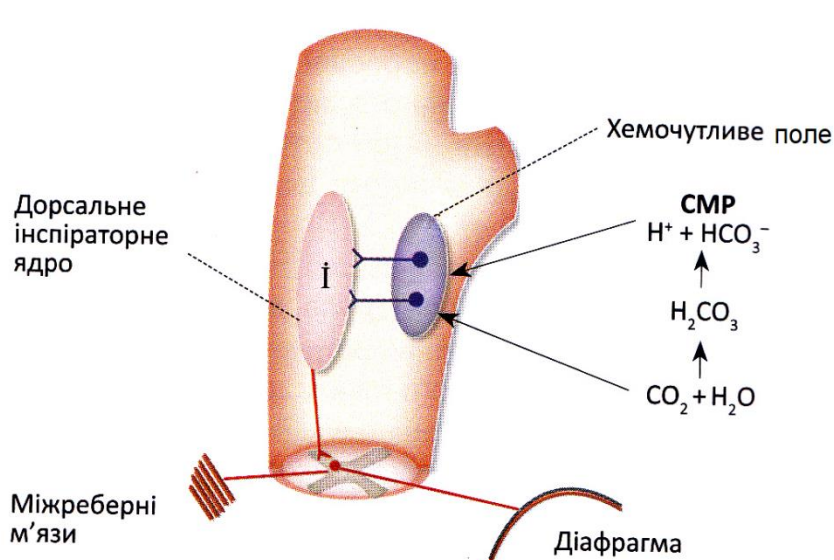


Рис. 13.7 – Роль центральних

хеморецепторів у регуляції дихання:

I – інспіраторні нейрони; СМР – спинномозкова рідина

Головним гуморальним чинником,

який регулює частоту дихання, є концентрація CO_2 в крові (рис. 13.7). При підвищенні концентрації CO_2 , хеморецептори каротидних і аортальних телець посилають нервові імпульси в інспіраторний центр, який стимулює вдих.

При вдиху альвеоли розширюються і рецептори розтягування, що знаходяться в них і бронхіальному дереві, посилають імпульси в експіраторний центр, який автоматично пригнічує вдих. Дихальні м'язи розслаблюються і починається видих. Після видиху альвеоли не розтягнуті, рецептори не збуджуються. Експіраторний центр відключається і вдих може початися спочатку.

Частота і глибина дихання можуть регулюватися доволіно за участю кори великих півкуль.

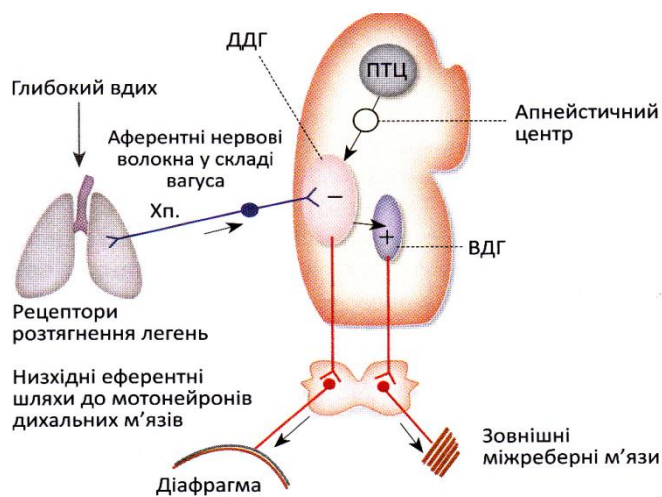


Рис. 13.8 – Рефлекс Геринга-Брейєра

Гальмування (-) і стимуляція (+). ДДГ – дорсальна дихальна група ВДГ – центральна дихальна група; ПТЦ – пневмотоксичний центр; Хп – блукаючий нерв

Рефлекторна регуляція здійснюється імпульсами, що поступають від різних екстеро- і інтерорецепторів. До них відносять рефлекси від рецепторів слизової оболонки дихальних шляхів, слизової носа, температурних і больових рецепторів шкіри, пропріорецепторів скелетних м'язів.

Рефлекторна регуляція дихання модулює роботу дихального центру, пристосовує глибину і частоту дихальних рухів та відповідно ступінь вентиляції легень до потреб організму, забезпечує захисні реакції дихальних шляхів від хімічних і механічних факторів пошкодження. Дихальні рефлекси розвиваються внаслідок подразнення не тільки власних рецепторів, а й рецепторів інших органів і тканин організму. Однак найбільше значення в регуляції дихання мають хемочутливі структури рефлексогенних зон судин та довгастого мозку, каротидні й аортальні барорецептори та механорецептори легень.

Центральні хеморецептори довгастого мозку У дихальному центрі довгастого мозку (на глибині 0,2 мм) знаходиться хемочутливе поле, яке

реагує на зміни H^+ і CO_2 (рис. 13.8).

Периферичні хеморецептори розташовані в каротидних і аортальних тільцях (рис. 13.9).

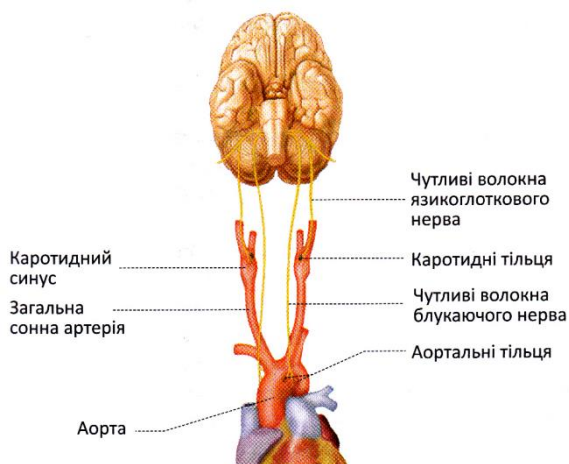


Рис. 13.9 – Топографія периферичних аортальних і каротидних хеморецепторів

Рецептори розтягнення легень розташовані в гладких м'язах бронхів і бронхіол. Вони активуються при перерозтягуванні легень повітрям під час вдиху, коли дихальний об'єм перевищує 1,0 л, наприклад, при інтенсивній фізичній роботі (рис.13.8).

Інформація від рецепторів передається аферентними волокнами блукаючого нерва інспіраторних нейронів, що призводить до припинення вдиху і прискорення видиху, збільшення частоти дихальних рухів (рефлекс Герінга - Брейєра). Рефлекс має захисний характер, бо попереджає надмірний розтяг легень.

Іритантні рецептори - розташовані у слизовій оболонці повітряноних шляхів між епітеліальними клітинами. Вони стимулюються як механічними (вдихання часточок пиву, диму), так і хімічними подразниками (пари сірчаної кислоти та ін).

J-рецептори (юстакапілярні) - розташовані у стінках альвеол. Збудження їх призводить до рефлексорного звуження бронхів і гортані, після чого виникає часте поверхневе дихання.

Рецептори суглобів і м'язів (пропріорецептори) - активуються під час руху кінцівок; важливі для стимуляції дихання цій фізичному навантаженні.

Рецептори шкіри та вісцеральні рецептори - передають інформацію у дихальний центр. Під час болю, зміни температури шкіри, іншій активації може виникати гіпервентиляція.

Важке фізичне навантаження на організм супроводжується підвищенням (у 15-20 разів) споживанням кисню, що може становити 5 л/хв проти 300 мл/хв у спокійному стані. Така істотно напружена реакція організму супроводжується зростанням концентрації і напруги P_{CO_2} в крові. При цьому, у венозній крові P_{CO_2} підвищується досить значно. Проте в артеріальній крові (а саме вона забезпечує дихальний центр головного мозку кров'ю) P_{CO_2} не тільки не підвищується, а й знижується. Вважається, що перед фізичною роботою кора і гіпоталамус запускають передстартовий стан, що проявляється збудженням дихального центру, розвитком гіпервентиляції, насиченням крові і м'язів великою кількістю кисню, тобто підготовкою їх до очікуваної роботи. Це припущення

підтверджується терміновим і суттєвим приростом вентиляції на початку роботи м'язів, ще до появи зміни хімічного складу крові.

Важливу роль у регуляції дихання при фізичній роботі відіграють моторні центри кори і стовбура мозку, які надсилають інформацію не тільки до спінальних мотонейронів, а й одночасно до дихального і гемодинамічного центрів. З початком роботи інформація від пропріорецепторів м'язів, суглобів, яка надходить до моторних центрів, також активує дихальний центр. І значно пізніше починає напрацьовуватись молочна кислота, яка призведе до накопичення іонів H^+ , що впливають на центральні та периферичні механізми регуляції дихання. Швидкість повернення показників до рівня спокою в період відновлення залежить від хімічних факторів крові.

14. ТРАВЛЕННЯ. ФУНКЦІЇ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ

14.1. Травна система людини. Функції травної системи

Система травлення - це сукупність виконавчих структур (органи травного каналу і травні залози) та апарату регуляції (нервова і гуморальна), які своїми функціями забезпечують процеси гідролізу поживних речовин (білків, жирів, вуглеводів) до мономерів і їх всмоктування в кров і лімфу для транспортування до клітин організму відповідно до потреб метаболізму (рис. 14.1).

Виконавчі структури - травний канал і травні залози - здійснюють наступні функції:

Моторна функція – виконується поперечнопосмугованими м'язами, що забезпечують процеси: ссання, жування, ковтання, та гладкими - які здійснюють переміщення хімусу, починаючи з нижньої третини стравоходу в наступні відділи, його переміщування, просування по травному каналу.

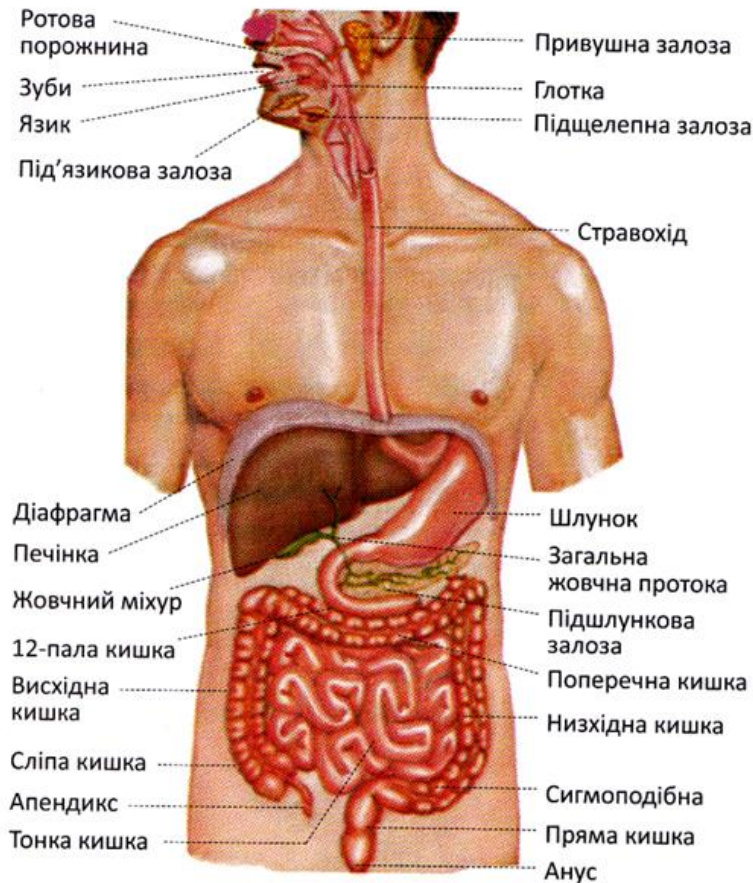


Рис. 14.1 – Травна система людини

Секреторна функція - забезпечується секреторними залозами травного каналу: слинними, шлунковими і підшлунковою, печінки, кишок, які виділяють травні секрети - ферменти, слиз, воду й мінеральні речовини, що здійснюють гідроліз білків, жирів, вуглеводів до мономерів, беруть участь у захисних функціях.

Всмоктувальна функція (всмоктування) - виконується епітеліальними структурами слизової оболонки травного каналу, через які здійснюється транспортування речовин з порожнини травного каналу в кров та лімфу, їх надходження до клітин організму.

Продукти гідролізу білків, жирів, вуглеводів, що надходять у внутрішнє середовище організму, є джерелами енергії в клітинах організму

для виконання фізіологічних функцій. Концентрація поживних речовин підтримується сталою у внутрішньому середовищі завдяки регуляції балансу між споживанням відповідних речовин та їх витратами. Сигналізація про гомеостаз поживних речовин у внутрішньому середовищі організму та наповнення травного каналу надходить у *мотиваційні центри гіпоталамуса - центри: голоду або насичення*, активація яких регулює споживання їжі

Отже, до травної системи входять органи, призначені для прийому, механічної, хімічної (ферментативної) обробки їжі, всмоктування продуктів її розщеплення, а також просування і виділення неперетравлених залишків їжі. Травна система забезпечує процеси фізичної і хімічної обробки їжі.

Таким чином, система травлення – це єдиний функціональний і анатомічний комплекс, який включає травний канал, довжина якого 8-12 м (ротова порожнина, глотка, стравохід, шлунок, тонкий і товстий кишечник) і травні залози (слинні, залози шлунку, печінка, підшлункова залоза, залози тонкого і товстого кишечника) (рис. 14.1).

Фізична обробка їжі - подрібнення, розм'якшення і перетирання.

Хімічна обробка їжі - розщеплення складних білків, жирів і вуглеводів до мономерів під впливом ферментів травних соків. Всмоктування розщеплених продуктів, а також води, мінеральних солей і вітамінів відбувається частково в ротовій порожнині, шлунку, але в основному в тонкому кишечнику.

Функції травної системи:

1) моторна - процеси жування, ковтання, перемішування і пересування їжі вздовж травної системи і виділення продуктів метаболізму.

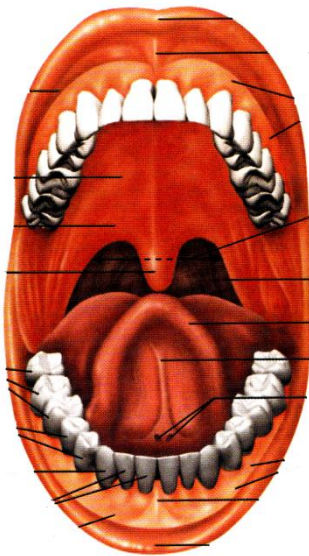
2) секреторна - виділення травних соків, що містять ферменти, специфічні для кожного відділу травної системи.

3) всмоктувальна - процеси транспорту в кров і лімфу речовин з травного тракту.

14.2. Травлення у ротовій порожнині.

Травлення у шлунку, тонкій та товстій кишці

Ротова порожнина є першим відділом травного каналу, де відбувається ряд процесів:



1) *сигналізація* від смакових рецепторів до ЦНС, яка визначає смакові якості придатності їжі до вживання. Цьому сприяють і інші сенсорні системи: зорова, нюхова, загальної чутливості ротової порожнини;

2) *процеси жування*, що здійснюють подрібнення їжі, її перемішування;

3) *рефлекторне виділення слини* слинними залозами, яка забезпечує зволоження і ослизнення сухої їжі, початковий гідроліз вуглеводів під впливом ферменту альфа-амілази, захист слизової оболонки від пошкодження, інтикарієсні властивості, формування харчової грудки;

4) *рефлекторна сигналізація до шлунка* і підшлункової залози, печінки про надходження їжі і необхідність виділення ними травних соків для подальшого перетравлення речовин у шлунку і 12-палій кишці;

5) *процес ковтання* - перехід харчової грудки з ротової порожнини в шлунок.

У порожнину рота впадають протоки 3-х пар великих слинних залоз (привушних, підщелепних і під'язикових), і дрібних залоз поверхні язика, слизової піднебіння та щік. Слинні залози містять слизові клітини, які виділяють в'язкий секрет і серозні клітини - виділяють рідку, серозну слину.

Слина складається з води, органічних і неорганічних речовин. У слині є найрізноманітніші білки, у тому числі білкова слизова речовина - муцин. Муцин надає слині в'язкість, формує харчову грудку, яка стає слизькою і легко проходить по стравоходу. У слині містяться гідролітичні ферменти, що розщеплюють вуглеводи. Фермент лізоцим має бактерицидні властивості і попереджає розвиток карієсу. Слина стимулює секрецію шлункового соку. Регуляція секреції здійснюється нервовим і гуморальним шляхом. Центр слиновиділення знаходиться в довгастому мозку.

У стравоході відбувається короткочасна переробка їжі в межах харчової грудки. Центр ковтання знаходиться в довгастому мозку.

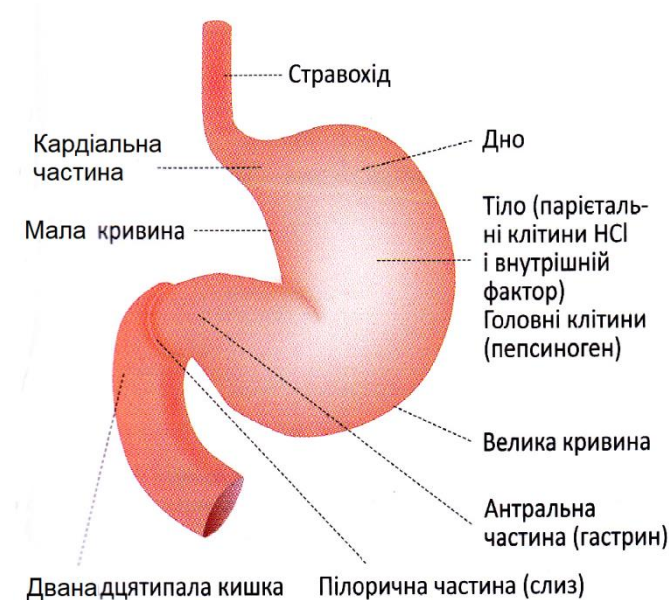


Рис. 14.2 - Структури шлунка та його секреторні клітини

Травлення в шлунку. Їжа у шлунок, піддається подальшій хімічній і механічній обробці.

Шлунок є порожнистим м'язовим органом, що складається з дна, кардіальної частини (біля входу стравоходу), тіла і воротарної частини (що з'єднується з дванадцятипалою кишкою) (рис.14.2). Стінка шлунку складається з 4-х шарів: слизової оболонки; підслизової основи; м'язової оболонки; серозної оболонки.

Шлунок виконує секреторну, моторну, всмоктувальну, екскреторну, інкреторну і бактерицидну функції.

Моторна функція шлунку здійснюється за рахунок скорочення мускулатури стінки шлунку, завдяки чому відбувається перемішування їжі в шлунку і просування її в дванадцятипалу кишку.

Всмоктувальна функція сприяє надходженню в організм з шлунку води, мінеральних солей, спирту, лікарських речовин, продуктів розщеплення вуглеводів.

Екскреторна функція шлунку пов'язана з виділенням разом зі шлунковим соком продуктів обміну білків, вуглеводів, хімічних речовин.

Інкреторна функція пов'язана з тим, що в шлунку утворюються тканинні гормони, які впливають на процеси травлення.

Бактерицидна функція здійснюється за рахунок соляної кислоти шлункового соку.

Сік, що виділяється різними ділянками слизової оболонки шлунку, має неоднакову перетравлюючу силу і кислотність. Встановлено, що тривалість секреторного процесу, кількість і склад шлункового соку знаходяться в іалсжності від характеру їжі.

Шлунковий сік є безбарвною прозорою рідиною. Протягом доби утворюється близько 2,5 л соку. До його складу входять ферменти, слиз, хлористоводнева кислота (НС1), мінеральні речовини, вода. Натщесерце рН соку близький до нейтрального або слаболужний, а після прийому їжі - кислий. У примукозному шарі рН становить 1-1,5, у порожнині шлунка – 3-5.

У шлунковому соку є 4 *протеолітичних ферменти*: пепсин, гастриксин, пепсин В і ренін. Шлунковими залозами пепсиногени виділяються в неактивному стані. Під дією НС1 неактивний пепсиноген перетворюється в - **пепсин**. Гастриксин володіє максимальною протеолітичною активністю при рН 3,2-3,5. Пепсин В діє на гемоглобін і желатин - шлунковий ензим, що спричинює зсідання *Соляна кислота* шлункового соку утворюється в парієтальних клітинах., створює оптимальну рН для дії ферментів шлункового соку, перетворює пепсиногени в пепсини; викликає денатурацію та набрякання білків, сприяє їх ферментативному розщепленню; сприяє зсіданню молока; має

бактеріоцидні властивості; є регулятором евакуації вмісту шлунка у 12-палу кишку.

Регуляція шлункової секреції. У регуляції шлункової секреції беруть участь гуморальні та нервові механізми. Шлункову секрецію поділяють на 3 фази. Перша фаза - складно-рефлекторна (мозкова, умовно-рефлекторна й безумовно-рефлекторна, друга фаза - шлункова (хімічна), третя фаза - кишкова.

Евакуація їжі регулюється нервовим і гуморальним шляхом. Блукаючий нерв посилює процеси переходу їжі зі шлунку у кишечник. Гуморальна регуляція здійснюється гормоном ентерогастроном, що утворюється в слизовій кишечника і гальмує процес евакуації хімуса у кишечник.

Травлення в кишечнику. Тонкий кишечник складається з дванадцятипалої, порожнистої та клубової кишок. Їжа, що потрапила у 12-палу кишку, піддається дії підшлункового соку, жовчі і кишкового соку, який продукується залозами кишечника.

Стадії властивості соку підшлункової залози. Панкреатичний сік - це безбарвна, прозора рідина, рН 7,8–8,4. Підшлунковий сік багатий ферментами. Він містить ферменти: **трипсин** і **хімотрипсин**, які розщеплюють білки, **карбоксиполіпептидазу** і **амінопептидазу**, які розщеплюють поліпептиди до амінокислот, **ліпазу**, що розщеплює жири до гліцерина та жирних кислот, **амілазу** і **мальтозу**, які розщеплюють вуглеводи до глюкози, **лактазу**, що розщеплює лактозу (молочний цукор), **нуклеазу**, діючу на нуклеїнові кислоти.

Регуляція панкреатичної секреції здійснюється нервовими і гуморальними механізмами. Блукаючий нерв є секреторним нервом підшлункової залози. Симпатичні волокна - гальмують її секреторну активність.

Гуморальна регуляція секреції підшлункової залози здійснюється гормоном - **секретином**.

Склад і властивості жовчі. **Жовч** є секретом клітин печінки (гепатоцитів). До складу жовчі входять: жовчні кислоти, жовчні пігменти, холестерин, а також жирні кислоти, неорганічні солі, ферменти і вітаміни.

Функції жовчі:

- емульгування жирів;
- розчинення продуктів гідролізу жирів;
- активація ферментів підшлункового і кишкового соків (особливо ліпази);
- посилення перистальтики кишечника;
- стимуляція жовчоутворення і жовчовиділення;
- всмоктування жирів;
- бактеріостатична дія.

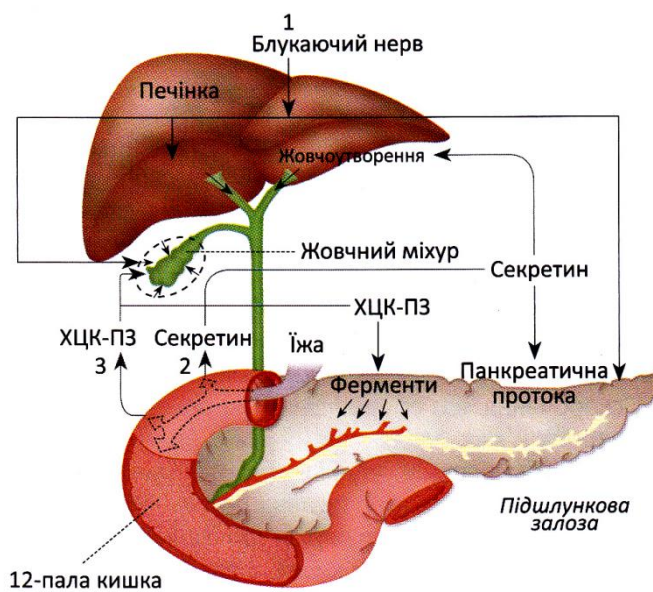
У кишечника розрізняють порожнинне і пристінкове травлення. Порожнинне відбувається під дією ферментів, що виділяються у складі травних і пнів у порожнину кишечника і тут чинять свою специфічну дію. Пристінкове травлення здійснюється ферментами, фіксованими на клітинній мембрані, тому пристінкове травлення називається ще мембранним. Особливістю пристінкового травлення є те, що воно здійснюється на межі позаклітинного і внутрішньоклітинного середовищ.

Травлення в товстому кишечнику. З тонкого кишечника хімус порціями через сфінктер потрапляє в товстий кишечник, який включає: сліпу, ободову, сигмоподібну та пряму кишку. Сік товстого кишечника виділяється при механічному подразненні слизової оболонки не перетравленими харчовими речовинами. Сік містить значну кількість відторгнутих епітеліальних клітин і слиз, невелику кількість ферментів. У товстому кишечнику всмоктується вода і хімус перетворюється на калові

маси. У товстому кишечнику всмоктуються вода, в невеликій кількості амінокислоти, мінеральні солі.

14.3. Порожнинне та мембранне травлення у тонкій кишці

Тонкий кишечник складається з дванадцятипалої, порожнистої та клубової кишок. Їжа, що потрапила у 12-палу кишку, піддається дії підшлункового соку, жовчі і кишкового соку, який продукується залозами кишечника.



У кишечнику розрізняють *порожнинне і мембранне* (або пристінкове) травлення. Порожнинне відбувається під дією ферментів, що виділяються у складі травних соків у порожнину кишечника і тут чинять свою специфічну дію. Пристінкове травлення здійснюється ферментами, фіксованими на

клітинній мембрані, ось чому пристінкове травлення називається ще мембранним. Особливістю пристінкового травлення є те, що воно здійснюється на межі позаклітинного і внутрішньоклітинного середовищ.

Порожнинне і пристінкове травлення існують взаємозалежно. Порожнинне травлення забезпечує початковий гідроліз харчових речовин до проміжних продуктів. Мембранне травлення забезпечує проміжний і заключний гідроліз і підготовку до всмоктування.

Загальна довжина тонкої кишки близько 6 м, її поверхня - $0,65 \text{ м}^2$. Слизова оболонка кишки має складки, крипти, ворсинки, на поверхні яких розташований етелій з мікроворсинками (рис. 14.3). Завдяки складкам

площа слизової оболонки збільшується в 3-4 рази, завдяки ворсинкам - ще в 10 разів, а завдяки мжроворсинкам - ще у 20 разів.

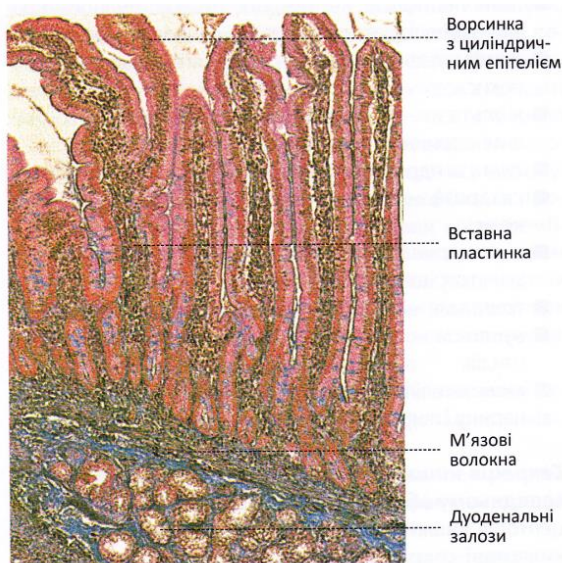


Рис. 14.3 – Будова стінки 12-палої кишки

Така будова слизової оболонки створює велику поверхню - близько 400-500 м² для гідролізу речовин та їх всмоктування. На 1 мм² оболонки розміщено 18-40 ворсинок, їх довжина близько 1 мм (рис. 14.4).

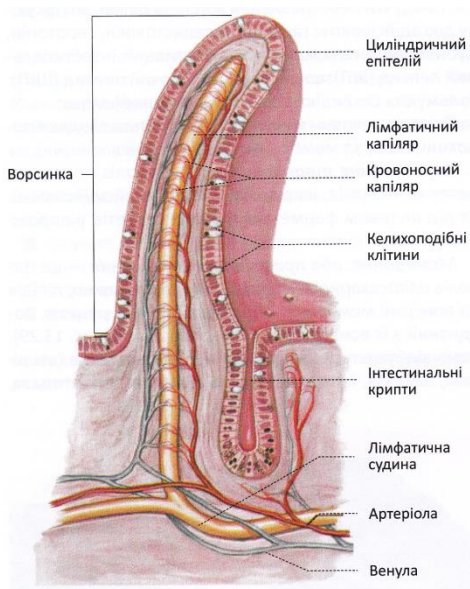


Рис. 14.4 – Структура кишкової ворсинки

Основними кишковими ферментами, що беруть участь в пристінковому травленні є мальтаза, амілаза, інвертаза, лужна фосфатаза, пептидаза, ліпаза.

У кишках, заповнених хімусом, відбуваються три паралельних процеси: секреція травних соків, всмоктування поживних речовин та переміщення хімусу

травним каналом.

Скорочення гладких м'язів тонкої кишки забезпечують такі процеси:

- перемішування хімусу з травними секретами;

- переміщення хімусу від дванадцятипалої до товстої кишки.

Скорочення кишки виникають завдяки активності міоцитів, які обумовлюють електричний ритм.

Види скорочень тонкої кишки.

Перистальтичні скорочення - це координовані скорочення. Вони просувають хімус у дистальному напрямку.

Ритмічна сегментація - це найпоширеніший вид скорочення, що обумовлений скороченням циркулярних м'язів, завдяки чому хімус розділяється на часточки і переміщується в обох напрямках внаслідок періодичного скорочення і розслаблення м'язів.

Маятниковоподібне скорочення - це скорочення поздовжніх м'язів, які виникають на фоні ритмічної сегментації і сприяють переміщенню хімусу і його контакту зі слизовою оболонкою.

Тонічні скорочення - це скорочення циркулярних м'язів в окремих ділянках, які зумовлюють тривале підвищення тону ділянки кишки.

Регуляція моторики. Шлунково-клубовий рефлекс - опосередковується автономною нервовою системою і, можливо, гастрином. Рефлекторна регуляція перистальтики відбувається завдяки подразненню хімусом механо- та хеморецепторів метасимпатичної системи, які передають інформацію до збуджувальних мотонейронів. Окрім цього, хімічне і механічне подразнення ендокринних клітин слизової оболонки викликає виділення гормонів (секретину та ін.).

У тонну кишку, окрім панкреатичного соку і **жовчі**, надходить **кишковий сік**, який секретується кишковими залозами. Вони розташовані в стінці кишки. При подразненні їх хімусом, вони виділяють багато лужного слизу, який нейтралізує кисле середовище, захищає кишку від пошкоджень НСІ.

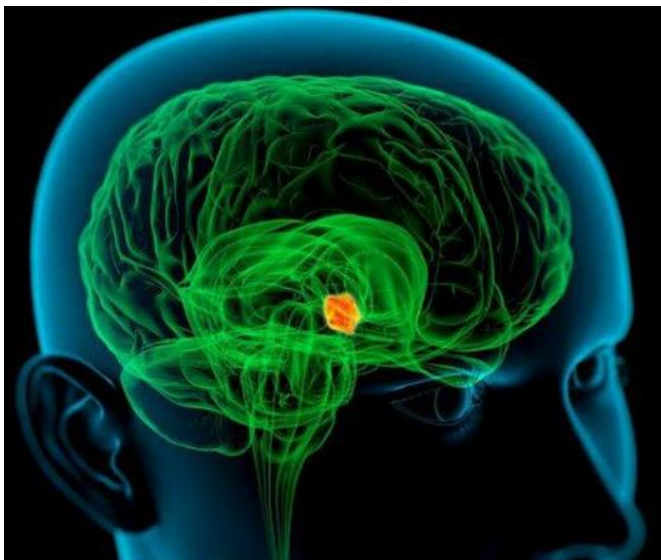
Всмоктування - це процес транспорту речовин із порожнини кишки у внутрішнє середовище організму - кров і лімфу. Всмоктування продуктів

гідролізу білків, жирів, вуглеводів, а також вітамінів, солей і води починається у 12-палій кишці і закінчується у верхніх 1/3-1/2 частинах тонкої кишки.

14.4. Голод та насичення як регулятори споживання їжі

Відчуття голоду і насичення відіграють вирішальну роль у регуляції споживання їжі. Зовнішнім проявом голоду є поведінкова реакція пошуку їжі, спрямована на ліквідацію цього відчуття. Суб'єктивне відчуття голоду при порожньому шлунку виникає періодично, кожні 1,5-2 год. Воно зникає у процесі їди і не відновлюється, доки в шлунку є шлунковий вміст.

Існує різниця у поняттях голоду і апетиту. Якщо *голод* - це стан, для ліквідації якого потрібно спожити певну кількість їжі, і регулюється він гіпоталамусом, то *апетит* виявляється вибірково до якості їжі і залежить від багатьох чинників, зокрема відчуття голоду.



Харчовий центр. У формуванні відчуття голоду беруть участь гіпоталамічні структури. Експериментально встановлено, що роль центру голоду відіграють бокові ядра середньої частини гіпоталамуса, а центру насичення – вентроприсередні (вентро-медіальні). (рис. 14.5).

Подразнення бокових ядер викликає *гіперфагію* (підвищене споживання їжі), а їх руйнування - відмову від їжі (*афагію*). Вилив на центри насичення викликає протилежні реакції. Механізм формування цих відчуттів і відповідних реакцій найбільш адекватно пояснює *глюкостатична теорія*, яка ґрунтується на експериментальному встановленні наявності

глюкорецепторів у гіпоталамусі. Саме вони сприймають зміни концентрації глюкози в крові. У формуванні харчових відчуттів і відповідної поведінки беруть участь також пептидні гормони (рис. 14.6).

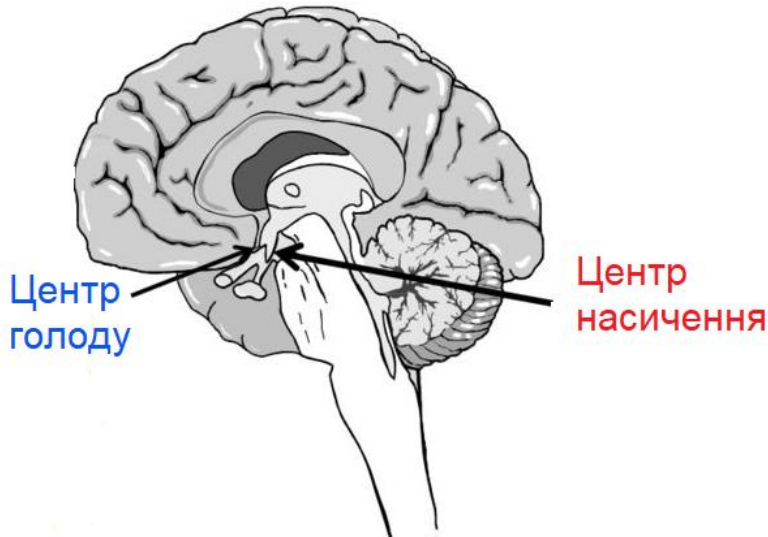


Рис. 14.5 – Гіпоталамічні відділи харчового центру

Дослідження свідчать про існування живильного гомеостазу, що підтримує відносну сталість концентрації поживних речовин у

внутрішньому середовищі організму. Кров транспортує їх до травних залоз, і речовини, що всмокталися з травного каналу, знову виділяються в порожнину шлунка й дванадцятипалої кишки. Шлунок, кишки, печінка під час голодування здатні виділяти з травними соками значну кількість білка (альбуміни і глобуліни крові), який під впливом травних ферментів перетворюється на амінокислоти. Останні всмоктуються і поновлюють клітини і тканини. Біологічний зміст цього процесу полягає в тому, що під час голодування білки крові не можуть бути використані клітинами, які утилізують лише кінцеві продукти гідролізу білка - амінокислоти. Отже, в крові підтримується відносна сталість концентрацій основних поживних речовин.

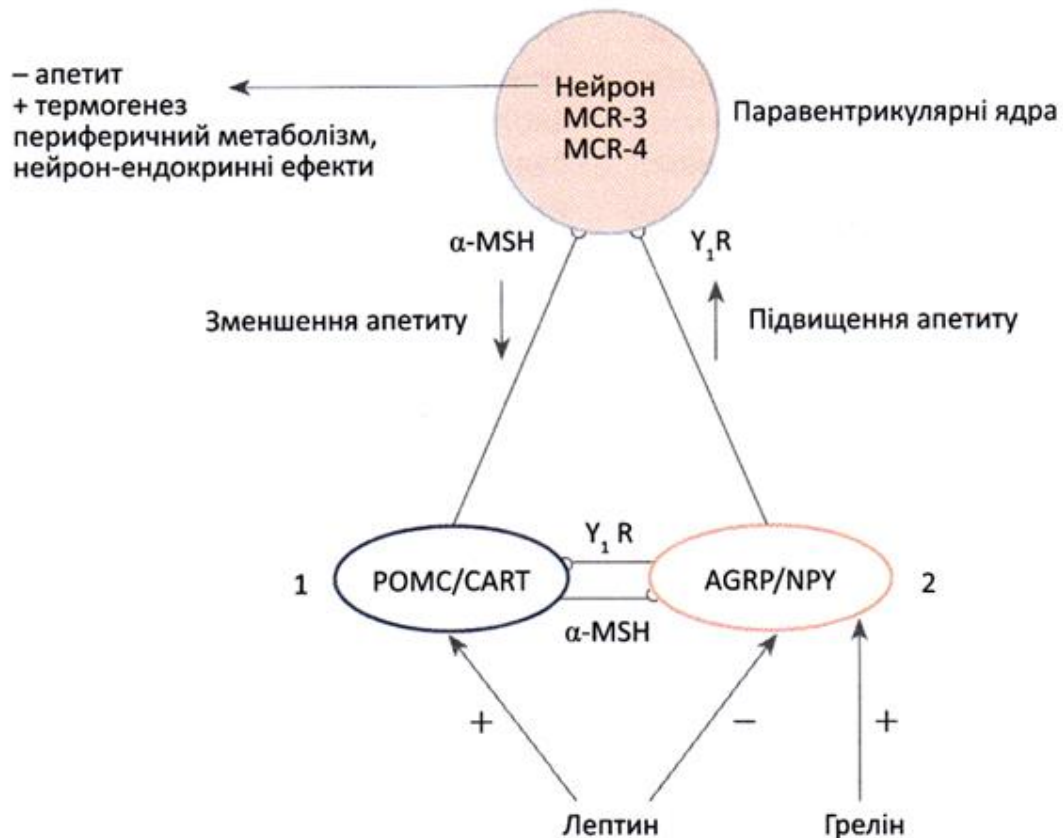


Рис. 14.6 - Вплив дугоподібних ядер гіпоталамуса на харчову поведінку

1- POMC (проопіомеланокортинові нейрони), які виділяють α -MSH (α -меланоцитостимулюючий гормон) і CART (кокаїн- і амфетамін-опосередковані транскрипти), що зменшують вживання їжі і значно підвищують енерготрати; 2 - AGRP (нейрони, що продукують меланін-опосередкований білок) і NPY (нейрони, що синтезують нейропептид Y,R), який суттєво збільшує вживання їжі і зменшує енерготрати. Лептин - гормон адипоцитів, що зменшує вживання їжі. Грелін - інтестинальний гормон клітин шлунка, що стимулює вживання їжі. Знак (+) - активація, знак (-) - гальмування

15. ВИДІЛЕННЯ

15.1 Виділення. Будова і функції нирок

У процесі метаболізму в органах і тканинах утворюються продукти розпаду, які повинні виводитися з організму. Крім того, при розпаді в

організмі білків, нуклеїнових кислот та інших азотовмісних сполук утворюються токсичні речовини: аміак, сечова кислота і креатин ін. які при накопиченні більше певної концентрації порушують нормальний перебіг основних фізіологічних процесів.

Система виділення - це сукупність виконавчих структур та апарату регуляції, що здійснюють видільну функцію і тим самим беруть участь у підтримці гомеостазу організму.

До *органів виділення* (виконавчі структури) відносять: легені, кишечник, шкіру, молочні залози. Центральним, найважливішим органом, регулюючим процеси виділення, є нирки і пов'язані з ними органи



сечовиділення.

Нирка - парний орган, бобоподібної форми, його маса 120-200 г. Розташовані нирки в поперековій області, по обидві боки хребта, на внутрішній поверхні задньої черевної стінки.

Нирка має декілька оболонок. Зовні вона покрита тонкою сполучнотканною пластинкою - *фіброзною капсулою*.

Нирка складається з внутрішньої *мозкової речовини* (2,5 см) і поверхневої - *кіркової речовини* (0,7 см), які відрізняються густиною і кольором (кіркова речовина - темно-червоного кольору, *мозкова* - більш світла) (рис.15.1). Мозкова речовина створена 10-15 конусоподібними *пірамідами*. Кожна піраміда має основу, - до кіркової речовини, і верхівку з сосочком. Кіркова речовина розташована на периферії нирки, проте, проникає в мозкову речовину у вигляді ниркових стовпів.

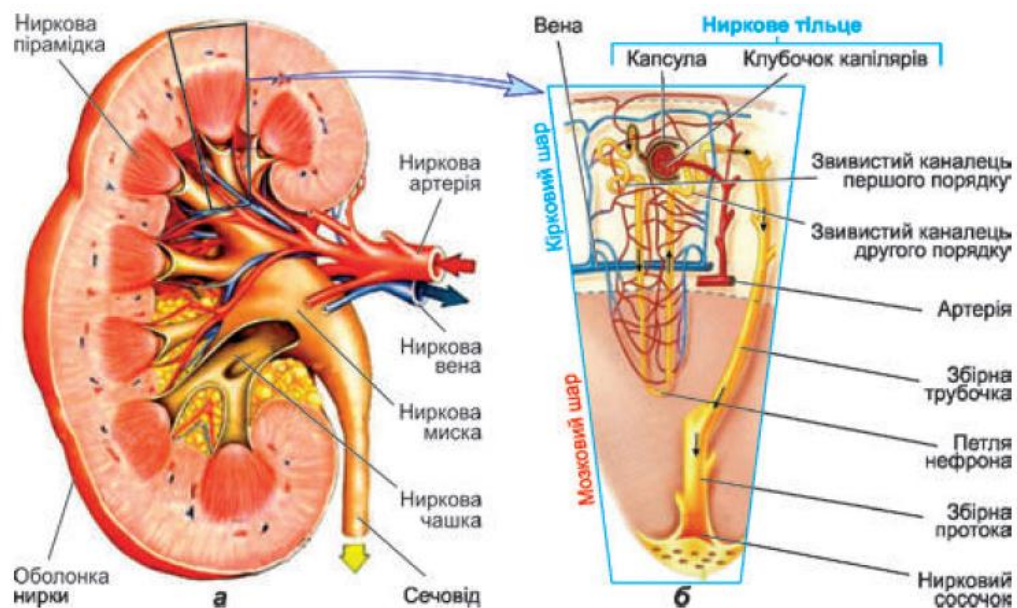


Рис. 15.1 – Будова нирки

Мозкова речовина тонкими відростками вростає в кіркове, утворюючи проміння. Через сосочки пірамід сеча, що утворилася, потрапляє в проміжні відділи сечових шляхів - *малі миски*, які впадають у верхню і нижню *великі миски*. У свою чергу вони зливаються в одну ниркову миску, яка переходить у сечовід.

Сечовід - трубка, завдовжки 30–50 см, що з'єднує ниркову миску з сечовим міхуром.

Сечовий міхур, місткістю 700-800 см³, є вмістищем сечі. Дно міхура, переходить в сечовидільний канал, через який сеча виводиться на зовні..

Структурно-функціональною одиницею нирки є **нефрон**. Кількість нефронів в кожній нирці 1–1,5 млн. В нефроні відбуваються всі основні процеси, ППП при зводять до утворення сечі.

Нефрон складається з капілярного клубочка (гломерули, мальпігієва тільця), піп укладений в двостінну *капсулу Шумлянського-Боумена*, та системи звивистих каналів. Порожнина капсули переходить в просвіт проксимального каналця нефрона. Канадець проходить крізь

мозковий шар нирки, згинається, утворює петлю (Генле) і повертається в кіркову речовину до рівня клубочка нефрона, де починається дистальний канадець, який переходить в збірну трубку. Збірні трубки, ізваючись, утворюють загальні вивідні протоки, які проходять через мозковий шар нирки до верхівок сосочків.

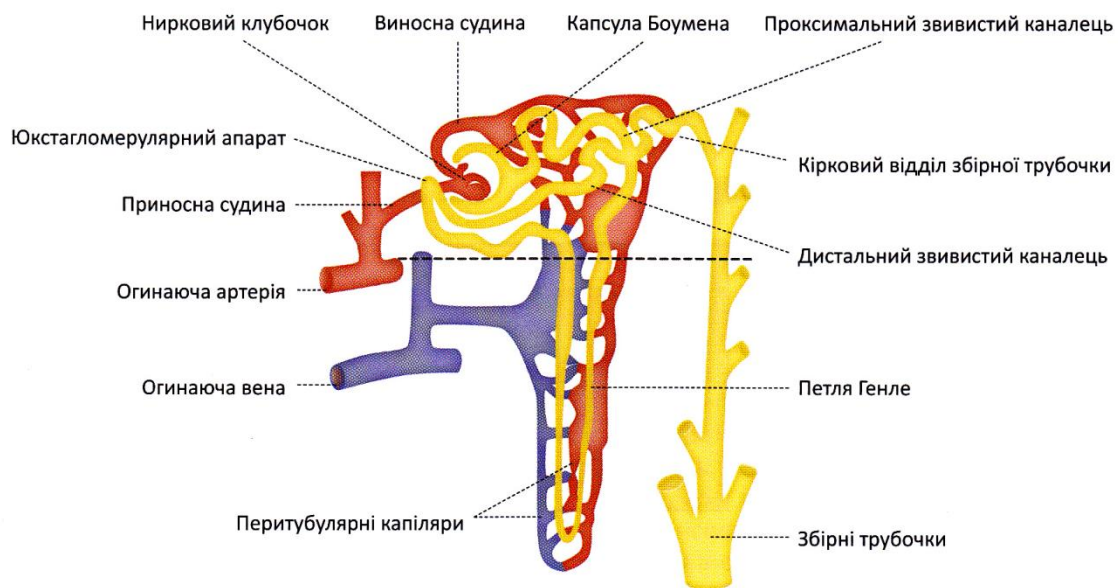


Рис. 15.2 - Будова нефрона та його кровозабезпечення

Дистальний і проксимальний відділи - це звивисті каналці нефрона, *петля Генле* - прямі каналці. В петлі Генле, у свою чергу, розрізняють низхідну і висхідну частини. Звивисті каналці зсередини вкриті одношаровим кубічним епітелієм, збірні трубки - циліндричним.

Кожний нефрон включає 6 послідовних відділів:

- 1) ниркове тільце (мальпігієво тільце), що складається з капсули Шумлянського-Боумена і судинного клубочка;
- 2) проксимальний звивистий каналець (канадець I порядку);
- 3) низхідна частина петлі Генле (товстий низхідний сегмент петлі);
- 4) висхідна частина петлі Генле (тонкий висхідний сегмент петлі);
- 5) дистальний звивистий каналець (каналець її порядку);
- 6) збірна трубка.

Розрізняють декілька типів нефронів: суперфіціальні, або поверхневі, інтракортикальні (кіркові) і кетамедулярні.

Кіркові нефрони майже цілком розташовані в кірковій частині нирки, і лише їх петлі Генле спускаються на невелику глибину в мозкову речовину.

Кетамедулярні, в основному, розташовані в зовнішньому мозковому шарі, їх клітини спускаються всередину мозкового шару.

Функції нирок полягають у наступному.

1. Основна функція нирок - *екскреторна*. Вона включає:

- екскрецію продуктів азотистого обміну (сечовина);
- екскрецію надлишку органічних речовин, які потрапили з їжею чи утворилися в процесі метаболізму (глюкоза, амінокислоти тощо);
- екскрецію чужорідних речовин, наприклад, лікарських засобів.

2. *Регуляторна функція*:

- об'ємів рідин організму - шляхом зменшення чи збільшення діурезу;
- сталості осмотичного тиску;
- іонного складу рідин внутрішнього середовища;
- кислотно-основної рівноваги (рН);
- артеріального тиску (ренін, простагландини, кількість рідини);
- фібринолізу (урокиназа);
- еритропоезу (синтез еритропоетину).

3. *Ендокринна функція* - секреція біологічно активних речовин.

У цілому всі функції нирок зводяться до підтримання сталості внутрішнього середовища організму, тобто до підтримання **гомеостазу**.

15.2. Сечоутворення. Механізм розведення і концентрування сечі

Сечоутворення є сукупністю 3-х процесів:

- 1) клубочкова фільтрація.
- 2) канальцева реабсорбція.
- 3) канальцева секреція.

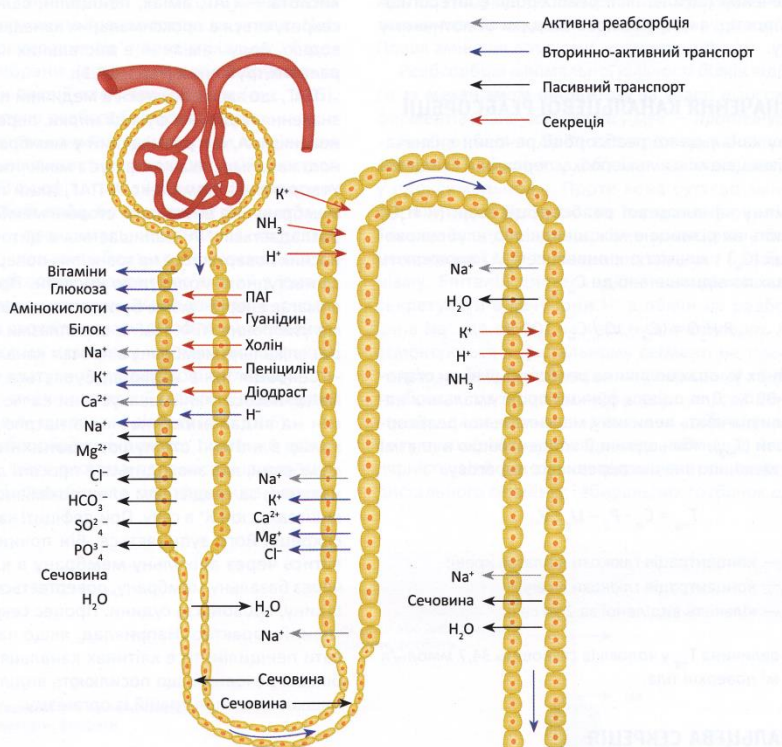


Рис. 15.3 - Механізм і напрямок транспорту речовин у різних відділах нефрона

Клубочкова (гломерулярна) фільтрація. У капілярах клубочка ниркового тільця відбувається фільтрація плазми крові. Фільтруюча мембрана складається з 3-х шарів:

- 1) ендотелій капілярів, який має пори;
- 2) базальна мембрана;
- 3) епітелій внутрішнього листка капсули, що складається з особливих клітин - *подоцитів*, між відростками яких є пори.

З 3-х шарів ниркового фільтру тільки базальна мембрана є напівпроникним ультрафільтром, тоді як два інші шари не перешкоджають проходженню плазми і лише здатні затримувати формені елементи крові і білки з молекулярною масою більше 68000.

Фільтрація плазми з капілярів клубочка в порожнину капсули обумовлена Кількістю фільтраційного тиску . Цей тиск залежить від:

- 1) гідростатичного тиску крові в капілярах клубочка;
- 2) онкотичного тиску плазми крові;
- 3) гідростатичного тиску рідини в порожнині капсули Шумлянського-Боумена.

Чим вище рівень тиску крові в клубочку, тим інтенсивніше фільтрація. Тиск в капілярах клубочка створюється різницею в діаметрі приносної і виносної артеріол і складає близько 70 мм рт. ст. Онкотичний тиск плазми (30 мм рт. ст.) утримуючи рідину в кровоносних судинах перешкоджає фільтрації, як і гідростатичний тиск фільтрату усередині порожнини капсули (20 мм рт. ст.). Тиск фільтрації обумовлений різницею між величиною гідростатичного тиску крові в капілярах клубочка і величинами онкотичного тиску крові і гідростатичного тиску фільтрату:

$$\text{ФТ} = \text{ГТКК} - (\text{ОТП} + \text{ГТФ}) = 70 - (30 + 20) \times 20 \text{ мм рт. ст.}$$

Механізм регуляції клубочкової фільтрації пов'язаний із зміною фільтраційного тиску. При його збільшенні фільтрація зростає, при зниженні зменшується.

В результаті фільтрації крові утворюється 180 л ультрафільтрату або первинної сечі. Її склад подібний до складу плазми крові по загальній концентрації осмотично активних речовин: Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- , сечовини, глюкози. Відсутні практично всі крупномолекулярні білки.

В ультрафільтраті містяться речовини, які необхідні організму для підтримки гомеостазу. Тому вони разом з водою піддаються реабсорбції або зворотному всмоктуванню.

Канальцева реабсорбція - це процес всмоктування клітинами канальців і перенесення в міжклітинну рідину, і капіляри нефрона необхідних організму речовин.

Для процесу реабсорбції істотне значення має поняття про поріг виведення. *Поріг виведення* - це концентрація речовини в крові, при якій

воно не може бути реабсорбовано повністю. Практично всі біологічно важливі для організму речовини мають поріг виведення..

Механізм зворотного всмоктування включає: перенесення речовин з фільтрату в клітини канальця, звідки вони доставляються транспортними системами мембран в міжклітинний простір; з міжклітинних просторів дифундують у високопроникні навколосанальцеві капіляри і виводяться з нефрону.

Реабсорбція речовин здійснюється різними видами транспорту.

Активний транспорт здійснюється за участю спеціальних ферментативних систем, з витратою енергії АТФ та інших високоенергетичних продуктів проти електрохімічного градієнта. Активно реабсорбуються фосфати, іони і солі Na^+ .

Вторинно-активний транспорт. З просвіту канальця в клітини речовини проходять за допомогою переносника, який обов'язково приєднує Na^+ . Усередині клітини комплекс дисоціює. Таким чином, реабсорбуються глюкоза і амінокислоти.

Пасивний транспорт відбувається без витрат енергії за рахунок дифузії і осмосу. Велика роль в цьому процесі належить різниці гідростатичного тиску в капілярах канальців. За рахунок пасивної реабсорбції здійснюється зворотне всмоктування H_2O , хлоридів, сечовини.

Піноцитоз. Таким шляхом здійснюється зворотне всмоктування білків.

За рахунок активного поглинання Na^+ і супроводжуючих його аніонів, осмотичний тиск фільтрату знижується і в капіляри шляхом осмосу переходить еквівалентна кількість води. Таким чином, у канальцях утворюється фільтрат ізотонічний крові капілярів. Цей фільтрат поступає до петлі Генле. Тут відбувається подальша реабсорбція і концентрація сечі за рахунок поворотньо-прямоточної системи.

Концентрація сечі відбувається таким чином. У висхідній частині петлі нефрону, реабсорбуються Na, K, Ca, Mg, Cl, сечовина. Переходячи в міжклітинну рідину, вони підвищують її осмотичний тиск, оскільки H₂O в цьому відділі не реабсорбується.

Низхідна частина петлі Генле пропускає воду, яка рухається в міжклітинному просторі по законах осмосу, оскільки осмотичний тиск там вище за рахунок виходу іонів Na⁺, Cl⁻, K⁺ з висхідної частини.

Вихід H₂O з низхідної частини петлі призводить до того, що сеча стає більш концентрованою по відношенню до плазми крові. Це сприяє реабсорбції Na⁺ у висхідній частині петлі, що у свою чергу, викликає вихід H₂O в низхідній частині. Ці два процеси пов'язані один з одним, в результаті сеча втрачає в петлі Генле велику кількість H₂O і Na⁺, тобто стає більш концентрованою.

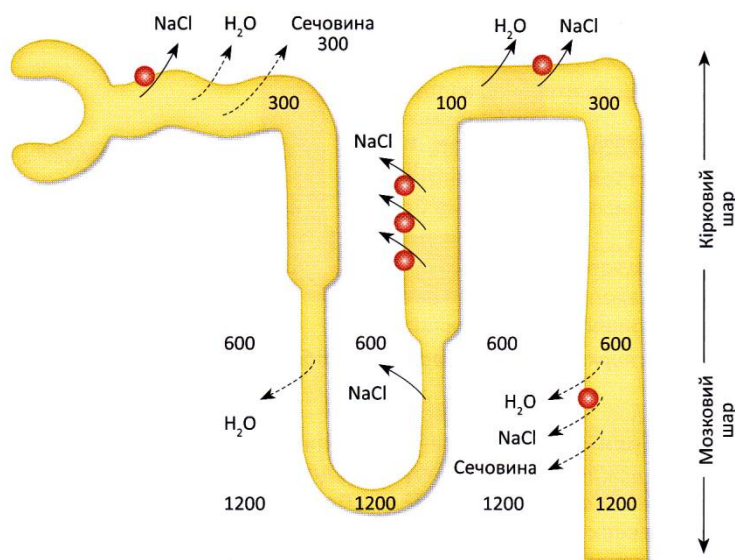


Рис. 15.4 – Процеси розведення і концентрування сечі

Роль петлі Генле як противоточного концентруючого механізму визначають наступні чинники:

- 1) близьке сусідство низхідного і висхідного коліна петлі Генле;
- 2) проникність низхідного коліна для H₂O;
- 3) непроникність низхідного коліна для розчинених речовин;
- 4) проникність висхідного сегменту для Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg⁺, Cl⁻;

5) наявність механізмів активного транспорту у висхідному коліні.

У дистальній частині каналця відбувається подальша реабсорбція Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , H_2O , залежна від концентрації цих речовин в крові (факультативна реабсорбція). Якщо їх багато, то вони не реабсорбуються, якщо мало, то вони повертаються в кров. Дистальний відділ регулює і підтримує сталість концентрації іонів Na^+ і K^+ в організмі. Проникність стінок дистальної частини каналця для H_2O регулюється антидіуретичним гормоном гіпофіза (секреція якого залежить від осмотичного тиску крові).

Канальцева секреція - це:

1) процес перенесення речовин з крові в просвіт каналця в незмінному вигляді, що збільшує швидкість екскреції речовини ниркою;

2) виділення з клітин каналців в кров або просвіт каналця синтезованих в нирці фізіологічно активних речовин (простагландіни, брадикінін

Шляхом секреції з крові виділяються продукти білкового обміну, які не фільтруються в клубочку: креатинін, сечова кислота, сечовина.

Клітинами каналців нефронів синтезується в кров цілий ряд біологічно активних речовин, які поступають в кров (ендокринна функція). До них підносяться:

1) *ренін* - переводить ангіотензиноген в ангіотензин, що призводить до підвищення артеріального тиску;

2) *кініноген* - стимулює утворення кінінів;

3) *урокиназа* - активатор плазміногена;

4) *серотонін* - судинозвужувальна речовина.

У збірних трубках - останньому відділі нефрону відбувається подальша реабсорбція води.

Завдяки фільтрації, реабсорбції і секреції утворюється вторинна сеча в кількості 1,5-2 л за добу.

15.3. Інші функції нирок. Регуляція функції нирок

Нирки крім своєї головної функції, що полягає у виведенні з крові продуктів обміну речовин, насамперед азотовмісних, а також деяких токсичних і сторонніх речовин екзогенного походження, виконують інші функції - гомеостатичні, які спрямовані на підтримання сталості внутрішнього середовища організму. До них належать осмо- та волюморегуляція, регуляція сольового складу і кислотно-основного стану крові й рідин тіла, регуляція артеріального тиску, а також внутрішньосекреторна та метаболічна функції тощо.

Осмо- і волюморегуляторна функції.

У процесі сечоутворення в каналцях нефрона відбувається інтенсивна реабсорбція води, об'єм якої залежить від ступеня гідратації організму.

Звідси випливає, що нирки є основним органом осморегуляції.

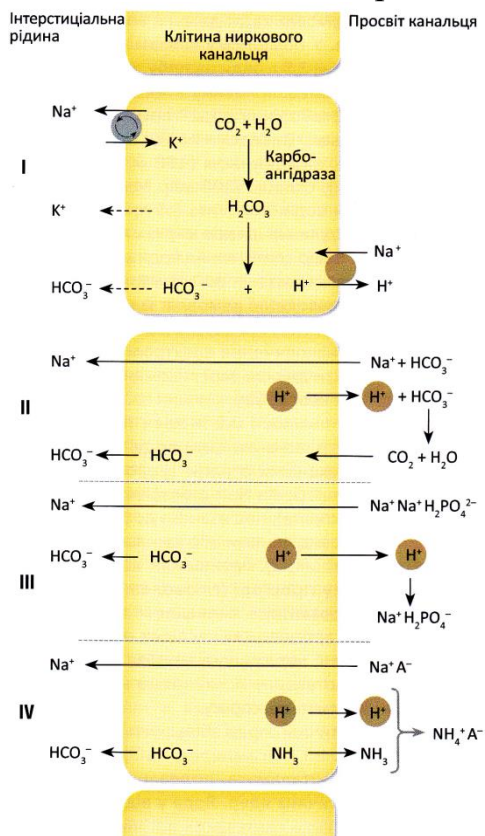


Рис. 15.5 – Секреція іонів водню клітинами ниркового каналця

Осморегуляція - це комплекс реакцій, що підтримують сталість осмотичного тиску внутрішнього (рідкого) середовища організму.

Волюморегуляція. Регуляція об'єму позаклітинної рідини здійснюється, як правило, одночасно з регуляцією осмотичного тиску цієї рідини за тими самими механізмами. Гіпергідратація організму, спричинена водним

навантаженням, супроводжується як зниженням осмотичного тиску крові й тканинної рідини, так і збільшенням їх об'єму. Такі зрушення усуваються зменшенням *секреції вазопресину і посиленням виведенням води нирками*.

Регуляція іонного складу крові. Ниркам у цій системі відводиться роль головного виконавчого органу. Затримуючи певні іони шляхом їх реабсорбції або посилюючи їх виведення з організму шляхом секреції, нирки відіграють головну роль в підтриманні іонного гомеостазу. Ця функція нирок контролюється переважно гуморальним шляхом.

Регуляція кислотно-основного стану. Нирки відіграють чи не головну роль (після буферних систем крові) у підтриманні сталості реакції (рН) крові.

Метаболічна функція нирок полягає в перетворенні зайвих і відпрацьованих органічних сполук на такі речовини, які організм може використовувати в подальших процесах життєдіяльності.

Внутрішньосекреторна функція нирок. Нирки виробляють низку фізіологічно активних речовин, які виливають на функцію як власне нирок, так і інших органів та систем організму (це еритропоетин - гормон вироблення еритроцитів кістковим мозком; ренін є пусковим компонентом системи, що започатковує утворення 2-х гормонів, які є активними судиннозвужувачами та регуляторами обміну натрію і калію в організмі).

Регуляція артеріального тиску. Нирки відіграють важливу роль у регуляції артеріального тиску, діючи як безпосередньо через зміни об'єму крові, так і гуморально - шляхом виділення гормонів, що впливають на судинний тонус.

Регуляція діяльності нирок.

Нервова регуляція - включає, перш за все, судинорухові реакції, які змінюють системний артеріальний тиск, тим самим змінюючи рівень фільтрації, а отже і рівень діурезу. Вивчений вплив ВНС на реабсорбцію.

При подразненні симпатичних нервів зменшується виведення води і збільшується виведення Na.

Рефлекторна регуляція здійснюється з екстеро- і інтерорецепторів. При больових подразненнях виникає різке зменшення діурезу (олігурія) аж до повного його припинення (анурія). Кора мозку викликає зміни в роботі нирок або безпосередньо через вегетативні нерви, або через нейрони гіпоталамуса.

Гуморальна регуляція здійснюється гормонами: мінералокортикоїдами - альдостероном і дезоксикортикостероном, антидіуретичним гормоном (АДГ), глюкокортикоїдами і тироксином.

Мінералокортикоїди діють на клітини висхідного коліна петлі Генле і дистальної частини каналців нефрону. Під впливом цих гормонів посилюється процес зворотного всмоктування Na^+ і Cl^- , і одночасно зменшується реабсорбція K^+ і H^+ . Механізм дії мінералокортикоїдів пов'язаний з посиленням потужності натрієвого насоса. Гормони кори надниркових залоз сприяють збільшенню діурезу, посилюючи фільтрацію і зменшуючи реабсорбцію та екскрецію K^+ .

Вазопресин (АДГ), що виділяється з гіпофіза, змінює проникність стінок кінцевого відділу дистальної частини каналців і збірних трубок і, тим самим, збільшує зворотне всмоктування води. Механізм дії АДГ полягає в стимуляції секреції гіалуронідази клітинами збірних трубок. Цей фермент змінює гіалуронові структури сполучної тканини, збільшуючи їх проникність для води і тим самим забезпечуючи рух води по осмотичному градієнту (зменшується діурез).

Тироксин стимулює діурез, пригнічуючи реабсорбцію води. Це пов'язано з тим, що він забезпечує швидке окислення білків, яке спричиняє за собою значну екскрецію води і солей. Глюкокортикоїди - кортизон і гідрокортизон - стимулюють реабсорбцію Na^+ , посилюють виведення K^+ ,

грають вирішальну роль в регуляції виділення води - мають значну діуретичною дію.

Регуляція осмотичного тиску.

Осморецептори локалізовані в області гіпоталамуса, в печінці, серці, нирках і інших органах. Згідно осморецепторній гіпотези Вернея, під впливом імпульсів від осморецепторів при збільшенні осмолярності плазми крові відбувається викид АДГ з нейрогіпофізу, що призводить до затримки води в організмі. Таке явище виникає, наприклад, при обезводненні.

Регуляція об'єму позаклітинної рідини (волюморегуляція).

Волюморекцептори (рецептори розтягування, що реагують на зміну об'єму циркулюючої рідини (ОЦК) і інтерстиціальної рідини) локалізовані в зонах низького і високого тиску в артеріальній і венозній системах. При підвищенні притоку венозної крові по легневих венах стінка лівого передсердя розтягується, збуджуються волюморекцептори, внаслідок чого виникають імпульси, що йдуть по аферентним волокнах вагуса (блукаючого нерва). Імпульси досягають судинного центру (депресорний), внаслідок чого знижується діяльність серця і в малий круг кровообігу йде менше крові. Одночасно імпульси досягають гіпоталамуса і зменшується секреція АДГ, зростає діурез, нормалізується ОЦК (об'єм циркулюючої крові).

16. ФІЗІОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

16.1. Загальні властивості сенсорних систем

Сенсорні системи (аналізатори) - комплекс утворень, які забезпечують сприйняття, переробку й аналіз інформації, що надходить. Ці структури беруть участь у формуванні відчуттів, уявлень про оточуючий світ, явища, предмети.

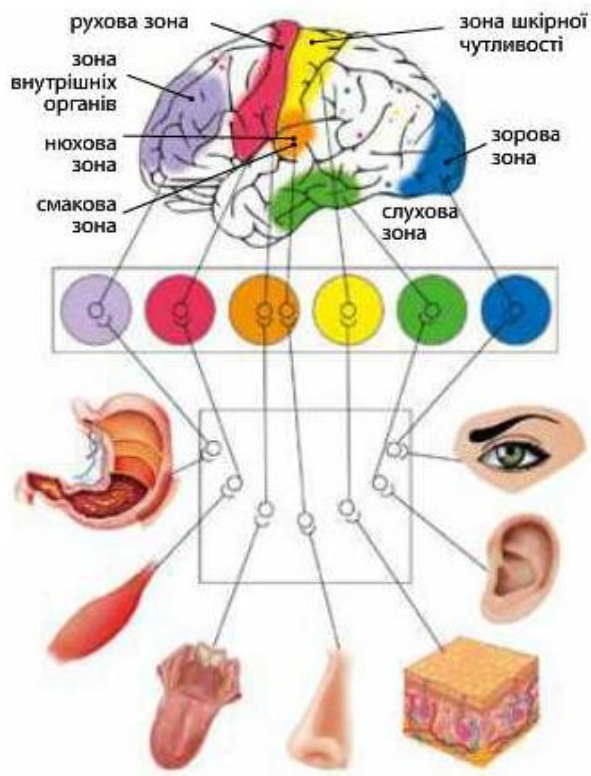


Рис. 16.1 - Сенсорні системи людини

Сенсорні системи виконують наступні функції:

- виявлення подразника;
- розрізнення подразників;
- кодування інформації;
- проведення інформації сенсорними шляхами, її переробка й перетворення; детекція ознак предметів;
- упізнання образів.

Завдяки сенсорним системам головний мозок отримує інформацію про довкілля та стан свого організму.

Аналізатори поділяють на дві групи:

1) *зовнішні* - зоровий, слуховий, смаковий, нюховий, шкірний. За рахунок діяльності цих аналізаторів людина пізнає навколишній матеріальний світ.

2) *внутрішні* - руховий, вестибулярний, аналізатор внутрішніх органів. За рахунок діяльності цих аналізаторів головний мозок одержує інформацію про внутрішні органи, руховий апарат, розташування окремих частин тіла.

Аналізатор - це сукупність 3-х відділів нервової системи: периферичного, провідникового і центрального. *Периферичний відділ* – це рецептори. **Рецептор** - це спеціалізована клітина чи її частина, яка сприймає подразнення і перетворює його в код. Ці структури приймають подразнення навколишнього середовища, в них енергія подразнення

перетворюється на енергію нервового імпульсу. *Провідниковий відділ* - чутливі нервові шляхи, що проводять нервові імпульси в центральний відділ аналізатора. *Центральний головний відділ* аналізатора - певні області кори головного мозку. У ньому нерве збудження перетворюється на відчуття.

Рецептори утворюють *рецепторні ділянки* - сукупність точок периферії, подразнення яких викликає подразнення однієї і тієї ж клітини.

Функції рецептора: сприйняття подразнення, первинне розрізнення, формування коду.

Особливостями рецепторів є:

- по-перше, те, що джерелом енергії для їх діяльності є потенційна енергія, яка накопичена в них у результаті обмінних процесів;
- по-друге, вони вибірково чутливі до адекватних подразників, тобто володіють *специфічністю*;
- по-третє, на виході з них чи з рецепторної клітини виникає електрична активність у вигляді локального потенціалу, який, у результаті, перетворюється в потенціал дії (ПД).

Рецептори відрізняються один від одного за структурою і функціями. За характером діючого подразника рецептори поділяють на:

- екстерорецептори;
- інтерорецептори;
- пропріорецептори.

Екстерорецептори сприймають подразнення із зовнішнього середовища. До них відносяться рецептори ока (фоторецептори), слухові рецептори (фонорецептори), нюхові рецептори слизової оболонки носа, смакові рецептори слизової оболонки язика, температурні, больові і тактильні рецептори шкіри і слизових оболонок.

Інтерорецептори розташовані у внутрішніх органах, стінках кровоносних судин.

Пропріорецептори знаходяться у м'язах, сухожиллях, зв'язках, суглобових поверхнях кісток. Вони збуджуються у результаті розтягування м'язів і зміни положення кінцівок і тіла по відношенню один до одного.

За типом модальності подразнення рецептори поділяють на механо-, термо-, хемо-, фоно-, фоторецептори.

За якістю відчуття виділяють: слухові, зорові, смакові, нюхові, больові.

За віддаленістю від подразника їх поділяють на дистантні (фоно-, фоторецептори) і контактні (тактильні, смакові). *Дистантні* сприймають подразнення від предметів на значній відстані від організму. *Контактні* сприймають подразнення від предметів, які до них торкаються.

За способом реагувати на один чи більше число подразників: *моносенсорні* (фоторецептори) і *полісенсорні* (механотермоноцицептори).

За здатністю до адаптації виділяють: рецептори, що швидко адаптуються (тільця Пачіні), погано адаптуються (вестибулярні, пропріоцептивні) і такі, що майже не адаптуються (больові).

За величиною порогу поділять на *низькопорогові* (фоно-, фоторецептори) і *високوپорогові* (деякі механорецептори легень).

За особливостями їх активації - на *первинночутливі*, чи первинні, і *вторинночутливі*, чи вторинні. Первинні - такі, у яких подразнення діє безпосередньо на відросток нервової сенсорна клітини (нюхові, больові, температурні, тактильні, пропріоцептивні). Вторинні - такі, у яких між подразником і нервовою клітиною знаходиться спеціалізована (не нервова) рецепторна клітина (смакові, слухові, вестибулярні, зорові), тому дія подразника є опосередкованою.

Провідниковий відділ сенсорних систем

ПД який виник, поширюється нервовими волокнами по сенсорних шляхах у ділянки, що лежать вище. Розрізняють наступні типи шляхів.

1. *Специфічні шляхи* - які несуть інформацію від рецепторів через різні рівні ЦНС до специфічних ядер таламуса, а від них до специфічних центрів кори - *проекційних ділянок*. Ці шляхи забезпечують інформацію про фізичні параметри подразників.

2. *Асоціативні таламо-кортикальні шляхи* - не мають прямих зв'язків з рецепторами, отримують інформацію від асоціативних ядер таламуса. Ці шляхи забезпечують інформованість про біологічне значення подразників.

3. *Неспецифічні шляхи* - утворені ретикулярною формацією (РФ), впливають на збудливість працюючих нервових центрів.

4. У сенсорних системах є також *еферентні шляхи*, які впливають на збудження різних рівнів сенсорних систем. При проходженні імпульсів по сенсорних шляхах відбувається не тільки збудження, але й гальмування різних рівнів ЦНС.

Провідниковий відділ забезпечує не тільки проведення імпульсів, але й їх переробку з виділенням корисної інформації та гальмуванням менш важливої. Це можливо тому, що провідниковий відділ має не тільки нервові волокна, але й нервові клітини різних рівнів ЦНС.

Кірковий відділ сенсорних систем представлений проекційними (первинними чи специфічними) і асоціативними (вторинними, третинними) ділянками.

Проекційна ділянка кожної сенсорної системи є центром певного виду чутливості, де формується відчуття. Вона складається переважно з моносенсорних клітин, які отримують інформацію від специфічних ядер таламуса певного типу по специфічному шляху. Проекційна ділянка забезпечує сприймання фізичних параметрів подразника. У проекційних ділянках виявлена *топічна організація*, тобто, впорядковане розташування проекцій від рецепторів.

Асоціативні ділянки складаються переважно з полісенсорних клітин, які отримують інформацію не від рецепторів, а від асоціативних ядер

таламуса. Завдяки цьому асоціативні ділянки забезпечую оцінювання біологічного значення подразника, оцінку джерела виникнення стимулу.

У кірковому відділі кожної сенсорної системи відбуваються процеси аналізу та синтезу, розпізнання образів, формування уявлень, детекція (виділення) ознак і організація процесів запам'ятовування важливої інформації.

Властивості сенсорних систем.

Постійність настроювання - це властивість, основана на тому, що існують певні діапазони сприйняття тих чи інших подразнень.

Специфічність органів чуття полягає у тому, що кожен рецептор у процесі еволюції пристосувався до сприйняття певного виду подразнення, специфічного для нього чи адекватного. До таких подразників органи чуття найбільш чутливі.

Неадекватні подразники діють лише при дуже великій силі й збуджують не рецептори, а нервові волокна, які не володіють специфічністю, тому подразнення не буде відображати всі якості подразника.

Висока чутливість до дії адекватних подразників. Формування відчуттів відбувається при дії подразника достатньої сили - не менше порогової. Розрізняють два види порогів відчуття: *абсолютний та диференційний (розрізнення)*. *Абсолютний поріг* - та найменша сила подразнення, яка здатна викликати відчуття. Пороги для адекватних подразників дуже малі. *Диференційний поріг* відчуття - та мінімальна прибавка до подразнення, яка викликає зміну інтенсивності відчуття. Вивченням цього питання займався Вебер. Він встановив, що існує залежність між силою подразнення та інтенсивністю відчуття. Пізніше був сформульований *психофізіологічний закон*, відповідно до якого інтенсивність відчуття пропорційна логарифму інтенсивності подразнення.

Адаптація сенсорних систем. Адаптація - зниження інтенсивності відчуття, яке виникло при довготривалій чи постійній дії подразника.

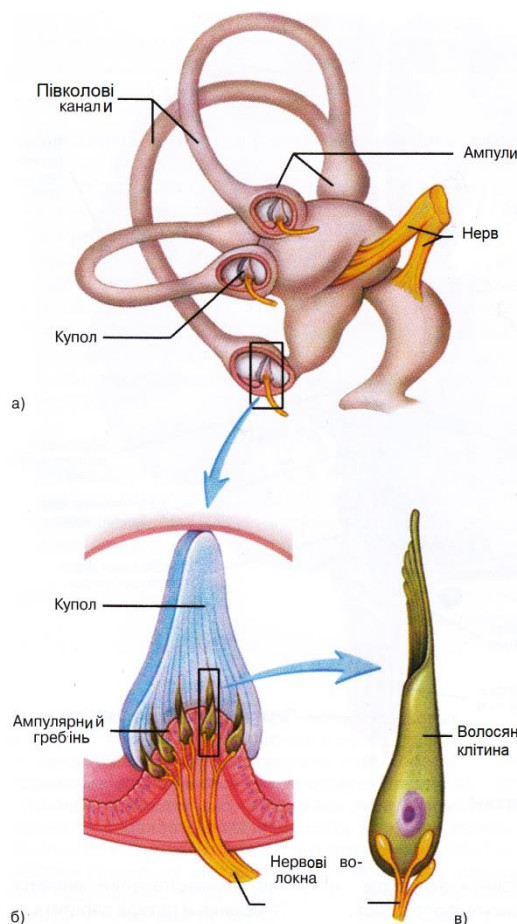
Фактори, які впливають на швидкість адаптації.

1. *Зовнішній фактор*. Обумовлений особливостями допоміжних структур рецепторного апарату.

2. *Внутрішній фактор* пов'язують з фізико-хімічними процесами, які відбуваються в рецепторах.

16.2. Аналізатори, їх будова, функція та класифікація

Аналізатор - це сукупність анатомо-фізіологічних периферичних та центральних нервових структур, які сприймають і аналізують інформацію про дію на організм різноманітних подразників. Це сукупність 3-х відділів нервової системи: периферичного, провідникового і центрального.



Периферичний відділ (сприймаюча частина) представлений рецепторами (рис. 16.2). **Рецептор** - це спеціалізована клітина чи її частина, яка сприймає подразнення і перетворює його в код. Ці структури приймають подразнення навколишнього середовища, в них енергія подразнення перетворюється на енергію нервового імпульсу.

Орган чуття — це комплекс рецепторів з іншими нерепторними клітинами чи тканинами, що виконують допоміжні функції, які сприймають подразнення певного виду.

Рис. 16.2 – Півколові канали та ампулярний

гребінь гравітаційного аналізатора

Функції рецептора: сприйняття подразнення, первинне розрізнення, формування коду.

Загальна структура аналізатора представлена на рис. 16.3.

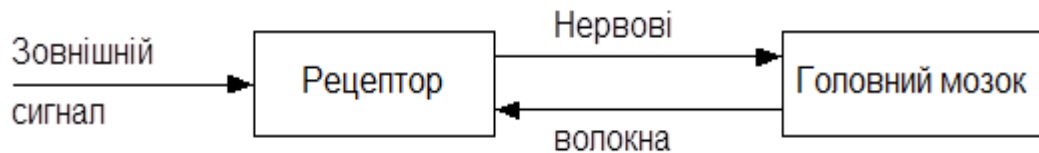


Рисунок 16.3 – Структурна схема аналізатора

Провідниковий відділ (нервові клітини і волокна) - чутливі нервові шляхи, що проводять нервові імпульси в центральний відділ аналізатора.

Розрізняють наступні типи шляхів.

1. *Специфічні шляхи* - які несуть інформацію від рецепторів через різні рівні ЦНС до специфічних ядер таламуса, а від них до специфічних центрів кори проекційних ділянок. Ці шляхи забезпечують інформацію про фізичні параметри подразників.

2. *Асоціативні таламо-кортикальні шляхи* - не мають прямих зв'язків з рецепторами, отримують інформацію від асоціативних ядер таламуса. Ці шляхи забезпечують інформованість про біологічне значення подразників.

3. *Неспецифічні шляхи* - утворені ретикулярною формацією (РФ), впливають на збудливість працюючих нервових центрів.

4. У сенсорних системах є також *еферентні шляхи*, які впливають на збудження різних рівнів сенсорних систем. При проходженні імпульсів по сенсорних шляхах відбувається не тільки збудження, але й гальмування різних рівнів ЦНС.

Провідниковий відділ забезпечує не тільки проведення імпульсів, але й їх переробку з виділенням корисної інформації та гальмуванням менш важливої. Це можливо тому, що провідниковий відділ має не тільки нервові волокна, але й нервові клітини різних рівнів ЦНС.

Центральний головний відділ аналізатора (мозковий центр) - певні області кори головного мозку. Це чутливі зони головного мозку, де відбуваються аналіз і інтеграція отриманої інформації, розпізнавання образів. У ньому нерве збудження перетворюється на відчуття.

Функції аналізатора:

- виявлення подразника;
- розрізнення подразників;
- кодування інформації;
- проведення інформації сенсорними шляхами, її переробка й перетворення; детекція ознак предметів;
- упізнання образів.

Аналізатори поділяють на дві групи:

1) *зовнішні* - зоровий, слуховий, смаковий, нюховий, шкірний. За рахунок діяльності цих аналізаторів людина пізнає навколишній матеріальний світ.

2) *внутрішні* - руховий, вестибулярний, аналізатор внутрішніх органів. За рахунок діяльності цих аналізаторів головний мозок одержує інформацію про внутрішні органи, руховий апарат, розташування окремих частин тіла.

Розрізняють *зоровий, слуховий, нюховий, смаковий, присінковий (вестибулярний), соматосенсорний (шкірний, пропріорецептивний), інтерорецептивний (вісцеральний, або внутрішній)* аналізатори.

16.3. Зорова сенсорна система. Слухова сенсорна система.

Вестибулярний аналізатор. Нюхова сенсорна система. Смакова сенсорна система. Соматосенсорний аналізатор

Зорова сенсорна система дозволяє орієнтуватися в просторі, вивчати оточуючий світ, навчатися, брати участь у творчій діяльності. Це можливо

тому, що зорова сенсорна система забезпечує отримання до 90 % усієї інформації про навколишній світ.

Зоровий аналізатор забезпечує сприйняття величини, форми і кольору предметів, їх взаємне розташування і відстань між ними.

Функції зорової сенсорної системи:

- розрізнення світла і темряви;
- визначення кольору предметів і явищ навколишнього світу;
- оцінка інтенсивності світла й кольору;
- оцінка віддаленості видимих предметів;
- оцінка об'ємності й глибини розташування предметів;
- оцінка знаходження джерела світла;
- формування відчуттів, уявлень, образів.

Зорова сенсорна система складається з трьох функціональних частини:

- 1) світлопровідної й заломлюючої частини ока;
- 2) рухового апарату ока;
- 3) власної сенсорної частини, що включає рецепторний, провідниковий і корковий відділи, які забезпечують сприйняття та аналіз світлових сигналів (рис. 16.4).

Око розташоване в порожнині очної ямки. Його стінку утворюють три оболонки. Передня частина зовнішньої оболонки ока - рогівка, яка переходить в **склеру** або білкову оболонку. Наступна оболонка ока - судинна. Внутрішня оболонка - **сітківка**, на якій знаходяться **фоторецептори**.

Оптична система ока збирає світлові промені та забезпечує чітке зображення предметів на сітківці (де розташований рецепторний апарат) в чіткому, зменшеному і переверненому вигляді.

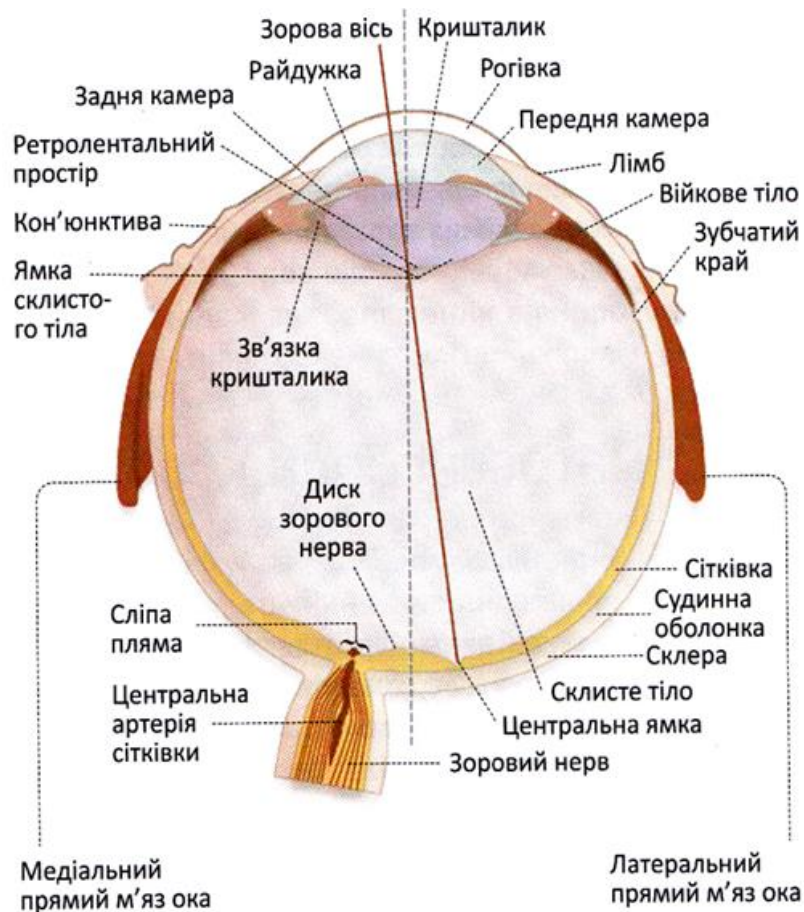


Рис. 16.4 – Будова ока

Оптична система ока представлена:

- передньою і задньою поверхнею рогової оболонки;
- кришталіком;
- склоподібним тілом.

Світлове проміння, що поступає в око, проходить через оптичну систему і потрапляє на **сітківку**. Хід проміння залежить від показників заломлення і радіусу кривизни поверхні рогової оболонки, **кришталіка** і склоподібного тіла. Заломлюючу силу оптичної системи ока виражають в діоптріях.

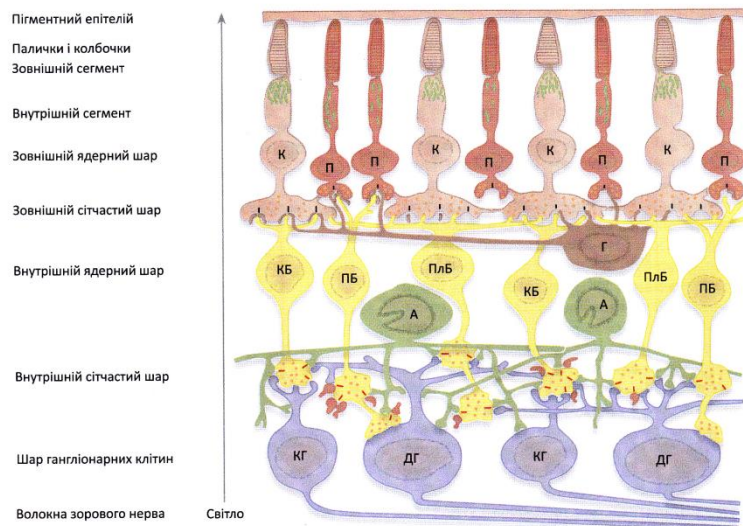


Рис. 16.5 – Будова сітківки:

К – колбочки; П – палички; КБ, ПБ, ПлБ – карликові, паличкові та плоскі біполярні клітини; ДГ, КГ – дифузні та карликлі гангліозні клітини; Г – горизонтальні клітини; А – амакринні клітини

Будова сітківки. Має складну багат шарову структуру, містить два види фоторецепторів (**палички і колбочки**) та декілька видів нервових клітин. При дії світла в колбочках і паличках здійснюються фізичні і хімічні процеси. У паличках знаходиться *пигмент родопсин*, в колбочках - *йодопсин*. Колбочки здійснюють денний зір і сприймають кольори, палички забезпечують сутінковий зір. Світло викликає зміни зорового пігменту в паличках і колбочках, внаслідок чого виникає подразнення нервових клітин, які формують зоровий нерв. В зоровій зоні кори формується зоровий образ (на основі попереднього «досвіду»).

Слухова сенсорна система є структурою, що сприймає і диференціює звукові подразнення. Функції слухової сенсорної системи мають велике значення для:

- повнішого пізнання оточуючого світу;
- зв'язку з оточуючим середовищем і для орієнтування в ньому, що особливо важливо для людей, позбавлених зору.

Подразником слухової сенсорної системи є звук. Відповідно, ця система є екстероцептивною, механорецептивною, дистантною.

Звуки, які сприймаються людиною, мають фізичні та психологічні параметри. До фізичних параметрів відносять частоту й амплітуду (інтенсивність) звукових коливань. Частота вимірюється в герцах (Гц). Вухо людини сприймає звукові коливання з частотою від 20 до 20 000 Гц.

Має наступні відділи:

- 1) рецептори вуха (фонорецептори);
- 2) слуховий нерв;
- 3) скронева область кори великих півкуль.

Будова органу слуху представлена на рис. 16.6.

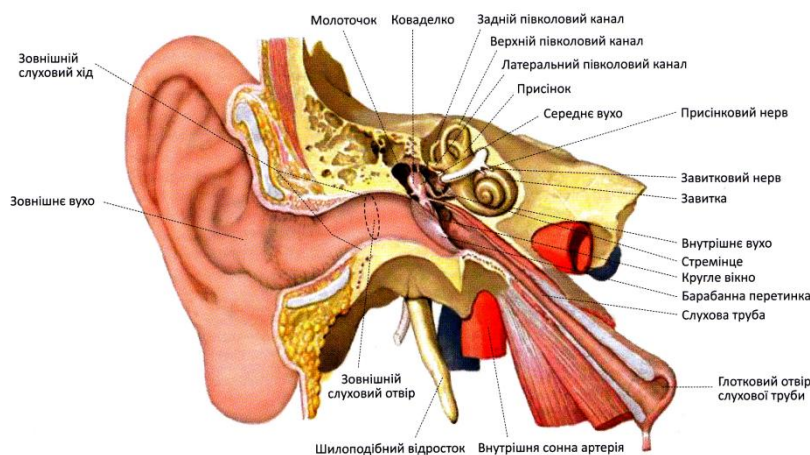


Рис. 16.6 – Будова органу слуху

Орган слуху включає: зовнішнє, середнє і внутрішнє вухо. Зовнішнє вухо включає вушну

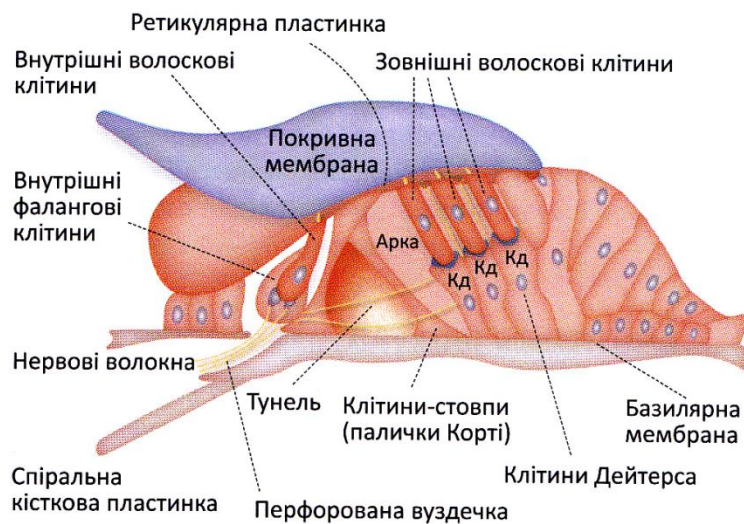
раковину, зовнішній слуховий прохід, барабанну перетинку.

Вушна раковина уловлює звукові коливання. Зовнішній слуховий прохід проводить звукові коливання до барабанної перетинки. Барабанна перетинка відділяє зовнішнє вухо від середнього. Барабанна перетинка коливається, коли на неї падають звукові коливання різних довжин хвиль. Середнє вухо. До його складу входить система слухових кісточок: молоточок, коваделко, стремінце. Молоточок з'єднується з барабанною перетинкою, а з другого - коваделцем, а коваделко сполучено із стремінцем. Значення слухових кісточок полягає в тому, що вони беруть участь в передачі коливань від барабанної перетинки до внутрішнього вуха.

Внутрішнє вухо. У його структуру входять: присінок, півколові канали і завитка. Присінок і півколові канали до органу слуху не відносяться, а є вестибулярним апаратом.

Завитка - кістковий спіральний канал, розділений двома перетинками: вестибулярною мембраною і основною мембраною. Ці мембрани розділяють кістковий канал равлика на 3 ходи: верхній, середній, нижній. Верхній і нижній ходи заповнені перелімфою.

Середній хід - ендолімфою. На основній мембрані середнього ходу



равлика знаходиться звукосприймаючий апарат *кортіїв орган* (рис.16.7). В його склад входять рецепторні волоскові клітини. Вони перетворюють звукові коливання на нервові імпульси.

Рис. 16.7 – Будова кортієвого органу

Передача звукових коливань може бути двох видів: повітряна і кісткова. При прямій провідності звукові коливання передаються від вушної раковини по зовнішньому слуховому проходу, до барабанної перетинки системи слухових кісточок, мембрані овального вікна. В результаті коливається перелімфа верхніх і нижніх ходів завитки зміщується мембрана круглого вікна, спостерігаються коливання ендолімфи середнього ходу, коливається основна мембрана і волоскові клітини. В результаті виникає нервовий імпульс, який по слуховому нерву передається до скроневої частини кори великих півкуль. Нейрони кори

приходять в збудження і виникає відчуття звуку. Кісткова провідність звуку здійснюється через кістки черепа.

Вестибулярний аналізатор регулює положення та рухи тіла у просторі, підтримує рівновагу.

Перифіричний відділ - рецептори, розташовані у вестибулярному апараті. Вони збуджуються при зміні швидкості обертального руху, прямолінійному прискоренні, зміні сили тяжіння, вібрації.

Провідниковий відділ - вестибулярний нерв, по якому нервові імпульси надходять у мозковий відділ аналізатора. Він розташований в передніх відділах скроневої частини кори великих півкуль.

При збудженні нейронів кори виникають відчуття, які дають уявлення про положення тіла і окремих його частин у просторі, сприяють збереженню рівноваги, підтримують певну позу тіла у спокої і при русі.

Вестибулярний апарат складається з присінка і 3-х півколових каналів внутрішнього вуха. *Півколові канали* - це вузькі ходи правильної форми, розташовані в трьох взаємно перпендикулярних площинах. Один кінець кожного каналу колбоподібно розширений - ампула. Присінок складається зі сферичного і еліптичного мішечків, в яких зосереджені рецепторні клітини, що містять кристали карбонату кальцію (отоліти)

Руховий аналізатор сприяє визначенню положення тіла або окремих його частин у просторі та ступеня скорочення кожного м'яза.

Перифіричний відділ - **пропріорецептори** м'язів (м'язове веретено), сухожиль (тільця Гольджі), зв'язок, окістя (пластинчаті тільця).

Провідниковий відділ - чутливі нерви і провідні шляхи спинного і головного мозку.

Мозковий відділ - рухова область кори - передня центральна звивина лобової частини. Де здійснюється вищий аналіз і синтез рухових реакцій.

Смаковий аналізатор. За допомогою смакового аналізатора проводиться опробування їжі при безпосередньому зіткненні її із слизовою оболонкою порожнини рота.

Периферичний відділ - смакові цибулини - рецептори, закладені в епітелії слизової оболонки порожнини рота. Смакові цибулини знаходяться в основному на сосочках язика, нагадують цибулину, що складається з 2 видів клітин в опорних (зовнішніх) і смакових (внутрішніх). Нервові волокна входять усередину смакової цибулини і там вільно закінчуються. Хімічні речовини їжі подразнюють мікрворсинки смакових рецепторів, після чого вони збуджуються. Відчуття смаку може бути гірким, солодким, кислим і солоним. Є сосочки, які сприймають тільки гіркий смак, солодкий та ін. Є і такі, які викликають два або три смакові відчуття. Смакові відчуття виникають тільки тоді, коли речовина знаходиться в розчиненому стані.

Провідниковий відділ - волокна лицевого, язикоглоткового і блукаючого нервів по яких нервові імпульси передаються в коркове представництво смакового аналізатора, локалізованого біля основи задньої центральної звивини.

Нюховий аналізатор бере участь у визначенні запахів, пов'язаних з появою в навколишньому середовищі пахучих речовин. Так само як і смаковий він реагує на хімічне подразнення.

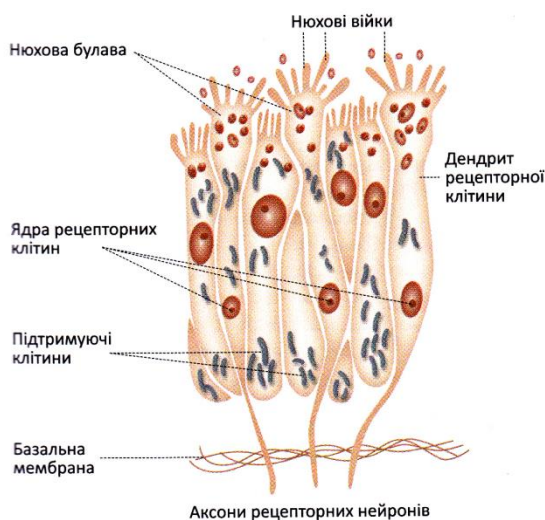


Рис. 16.8 – Будова нюхових рецепторів

Рецептори нюху закладені в слизовій оболонці верхньої і нижньої частини носової порожнини (рис. 16.8). Тут розташований епітелій, що складається з рецепторних і опорних

клітин. Рецепторні клітини збуджуються під дією газоподібних речовин, що вдихають з повітрям. Внутрішній кінець нюхової клітини продовжується у вигляді нервового волокна.

Провідниковий відділ представлений нюховим нервом, який передає нервові імпульси в область гіпокампу лімбічної системи, де знаходиться мозковий відділ.

Шкірний аналізатор. Периферична частина шкірного аналізатора представлена сукупністю рецепторів поверхні шкіри. Розрізняють 4 види рецепції: теплову, холодову (температурна); тактильну (дотик, тиск); больову. Кожному виду відповідає свій специфічний подразник.

Тактильні рецептори - це нервові сплетіння біля волосяної цибулини (у шкірі, що покрита волоссям); тельця Мейснера (у шкірі, що позбавлена волосся і судинах шкіри); і тільця Меркеля (в епітелії шкіри рук, ніг, грудей, спини).

Рецептори тиску - пластинчасті тельця Пачині, розташовані в глибоких шарах шкіри, в сухожиллях, зв'язках, очеревині.

Провідниковий відділ — чутливі нервові волокна, що йдуть в спинний, довгастий, проміжний мозок.

Мозковий відділ - задня центральна звивина, де виникають відчуття.

Теплові рецептори - тельця Руффіні, холодіві - колби Краузе. Крім того роль температурних рецепторів можуть виконувати закінчення аферентних нервових волокон.

Провідниковий відділ — спиноталамічний шлях, волокна якого закінчуються у таламусі і ретикулярній формації стовбура мозку.

Мозковий відділ — задня центральна звивина кори великих півкуль. Там формуються температурні відчуття.

Больова рецепція. Біль - це відчуття, яке виникає при дії на організм пошкоджуючи чинників. Існують специфічні рецептори - *больові або ноціоцептори*, які розташовані в шкірі, м'язах, суглобах, окісті, підшкірній

клітковині і у внутрішніх органах. Вони є цільними нервовими закінченнями - розгалуженнями дендриту аферентного волокна, що несе імпульси в спинний або довгастий мозок.

Провідниковий відділ - спиноталамичний шлях до специфічних ядер таламуса, а від них в область постцентральної звивини. У цих ділянках проходить аналіз і усвідомлення болю. Остаточне відчуття виникає за участю нейронів лобової частини кори. Від неспецифічних ядер таламуса імпульсація йде до обширних ділянок кори і досягає лімбічної системи.

17. САМОСТІЙНА РОБОТА НАД ДИСЦИПЛІНОЮ

Форми самостійної роботи студентів за дисципліною

Самостійна робота студентів під час вивчення курсу «Фізіологія людини» включає наступні види роботи:

- самостійне опанування теоретичного матеріалу за рекомендованою літературою з усіх тем курсу;
- самоконтроль студентами набутих знань з програми дисципліни за запитаннями поточного контролю;
- підготовка індивідуальних завдань у вигляді рефератів;
- підготовка до контрольних заходів та підсумкового контролю – заліку;
- виконання завдань для самостійної роботи за визначеними темами.

Рекомендована література

Основна література

1. Фізіологія людини: підручник / В. І. Філімонов. К.: Всеукраїнське спец. видавн. «Медицина», 2021. 488 с.

<https://www.medpublish.com.ua/phiziologija-ljudini-pidruchnik-vnz-r-a-v-philimonov-3ye-v>

2. Шевчук В.Г., Мороз В.М., Белан С.М., М.Р. Гжегоцький.
Фізіологія : підручник для студ. вищ. мед. навч. закладів – 3-тє вид.
Вінниця : Нова Книга, 2017. 448 с. [untitled \(chmnu.edu.ua\)](http://chmnu.edu.ua)

3. Чернуха І. С. Фізіологія людини: навчальний посібник. Частина I / Чернуха І. С., Ляшевич А. М., Решетнік Є. М., Горощенко В. Є. – Житомир: вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 124 с.

[Фізіологія людини: навчальний посібник. Частина I](#)

4. Пасічніченко О.М., Макарчук М.Ю. Фізіологія нервів і м'язів: Навчальний посібник. Київ, 2020. 157с. [НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ЦЕНТР](#)

5. Іонов І.А. Фізіологія вищої нервової діяльності (ВНД): навчальний посібник / І.А Іонов, Т.Є. Комісова, А.В. Мамотенко, С.О. Шаповалов, О.М. Сукач, Теремецька Н.Ф., Катеринич О.О. Х. : ФОП Петров В.В., 2017. 143 с.[ФІЗІОЛОГІЯ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ \(ВНД\)](#)

6. Крушельницька Я. В. Фізіологія і психологія праці: підручник / Я.В. Крушельницька. К.: КНЕУ, 2003. 367 с.
<http://base.dnsgb.com.ua/files/book/%D0%9A%D1%80%D1%83%D1%88%D0>

Допоміжна література

1. Physiology : textbook / V. M. Moroz [et al.] ; ed. by V. M. Moroz, O. A. Shandra. 4th ed. Vinnytsia : Nova Knyha, 2019. 722 p.

[PHYSIOLOGY - Кафедра фізіології](#)

2. Неведомська Є. О. Фізіологія людини та рухової активності: навч. посіб. для практичних робіт для студ. вищ. навч. закл. / Євгенія Олексіївна Неведомська. К. : Київськ. ун-т імені Бориса Грінченка, 2017. 74 с.

[ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ та РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ](#)

3. Основи анатомії та фізіології людини» для здобувачів ступеня бакалавра [Електронний ресурс]: навчальний / КПІ ім. Ігоря Сікорського: уклад. О.Я. Беспалова. Електронні текстові дані (1 файл: 8,37 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 63 с [Основи анатомії та фізіології людини - КПІ](#)

10. Анатомія та фізіологія людини: підручник (ВНЗ І—ІІІ р. а.) / П.І. Сидоренко. — 5-е вид., випр. Київ.:Медицина, 2015. 248 с.

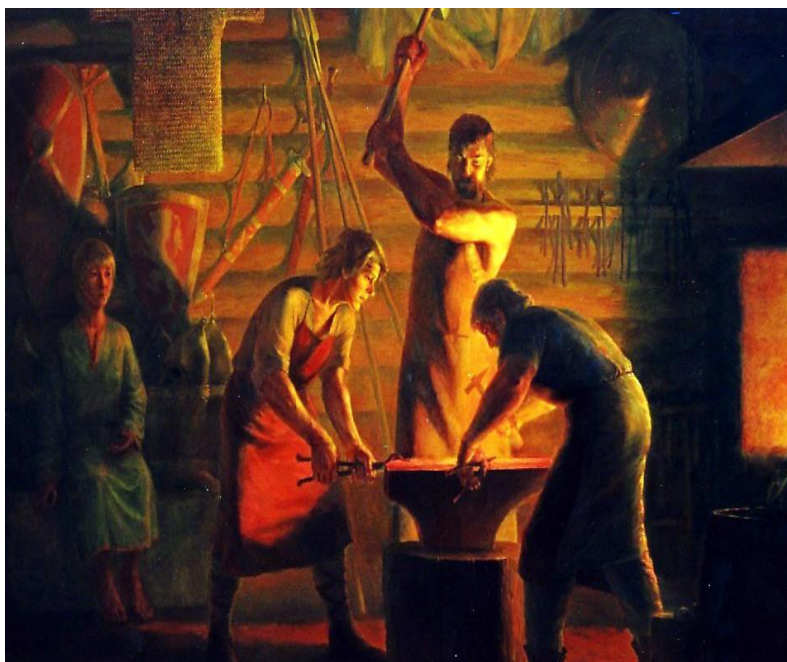
[Сидоренко П. І. Анатомія та фізіологія людини:підручник.](#)

<http://cpto.dp.ua > docs > other > molodsha-sestra>

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

17.1. Предмет фізіології, історія, значення фізіології

Завдання 17.1.1. Значення фізіології для охорони праці



1. Опрацюйте матеріал 1 теми та охарактеризуйте зв'язки фізіології з іншими науками.
2. Проаналізуйте, які фізіологічні дослідження заклали теоретичний фундамент охорони праці.
3. Висловіть власну думку з точки зору тенденцій у розвитку фізіології щодо досліджень трудової діяльності людини.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.1.2. Розвиток фізіології в Україні.



Чаговець Василь Юрійович
(1873–1941)

1. Дайте аналіз внеску відомих українських фізіологів у розвиток фізіологічної науки.

2. Поясніть це на прикладі внеску у розвиток електрофізіології досліджень В.Ю. Чаговиця та П.Г. Костюка.

3. Зробіть висновок щодо значення цих досліджень для підвищення і збереження працездатності людини під час праці.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

17.2. Методологічні принципи та методи фізіології. Основні поняття фізіології

Завдання 17.2.1. Методологічні принципи фізіології



1. Проаналізуйте фундаментальні принципи фізіології та окресліть їх роль в охороні праці.

2. Розкрийте з точки зору фізіологічних понять термін «гуманізація праці».

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.2.2. Методи фізіологічних досліджень



1. Розкрийте суть основних методів фізіологічних досліджень.

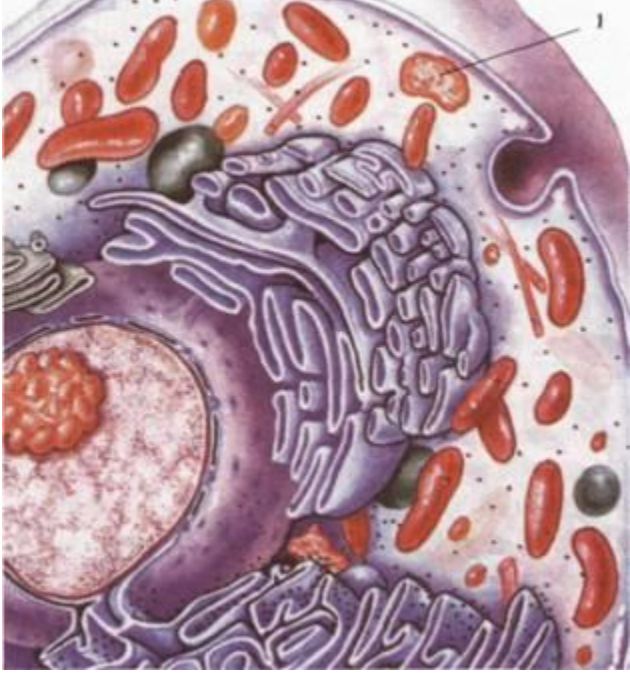
2. Проаналізуйте роль методики хронічного експерименту І.П. Павлова у розумінні фізіологічних функцій організму.

3. Висловіть Вашу думку щодо внеску експериментальних досліджень у раціоналізацію праці.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

17.3. Організм людини та його фізіологічні функції

Завдання 17.3.1. Організм людини

	1. Проаналізуйте компоненти поняття «організм», як саморегулююча одиниця органічного світу. 2. З'ясуйте та охарактеризуйте процеси, що пов'язані з самовідновленням клітинних структур організму. 3. Розкрийте зв'язок між працею та фізіологічними функціями організму.
--	---

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

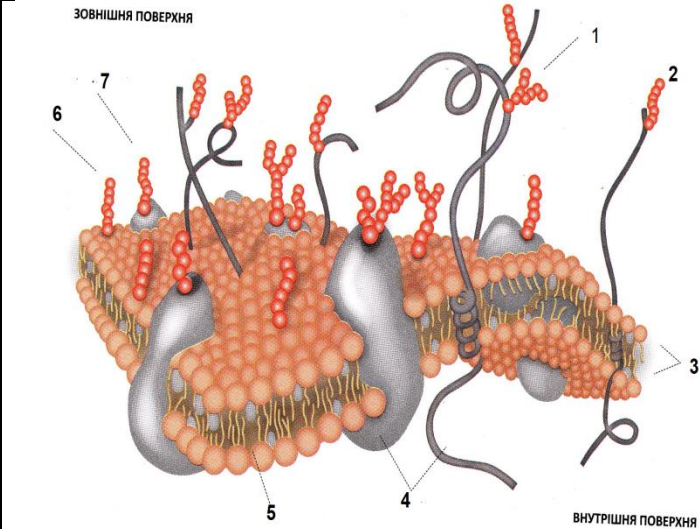
Завдання 17.3.2. Регулювання фізіологічних функцій

	1. З'ясуйте роль негативного зворотного зв'язку у регулюванні фізіологічних процесів. 2. Визначте, що таке позитивний зворотній зв'язок і чому його механізми можуть зруйнувати організм. 3. Охарактеризуйте зв'язок, що є основним механізмом саморегуляції гомеостазу. 4. Наведіть приклади регулювання фізіологічних функцій організму під час роботи.
---	---

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

17.4. Біоелектричні потенціали

Завдання 17.4.1. Будова плазматичної мембрани.



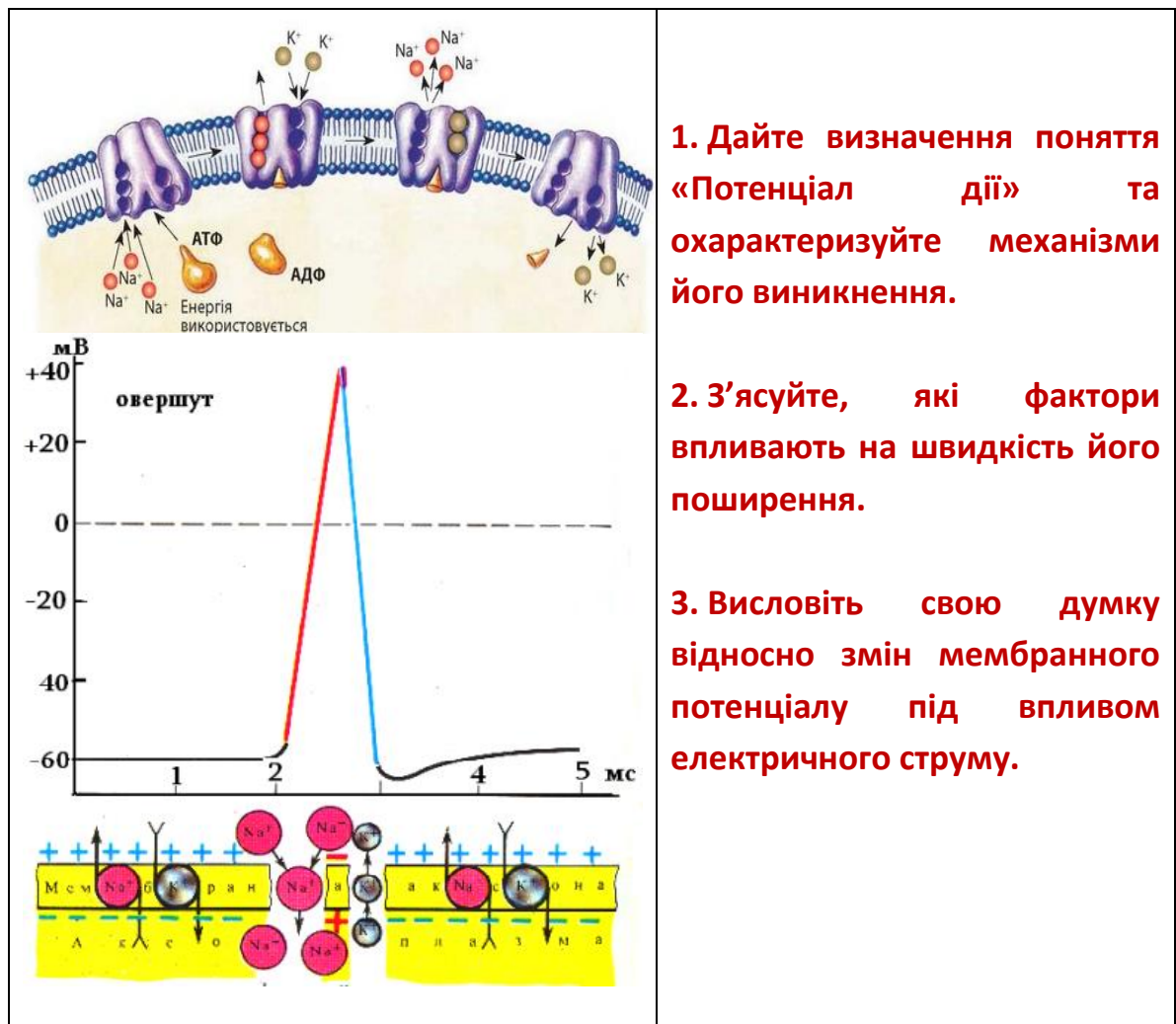
1. Охарактеризуйте сучасну модель біологічних мембран та зробіть надписи до малюнку:

1 -;
2 -;
3 -;
4 -;
5 -;
6 -;
7 -

2. Порівняйте види транспорту через клітинну мембрану.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.4.2. Потенціал дії.



1. Дайте визначення поняття «Потенціал дії» та охарактеризуйте механізми його виникнення.

2. З'ясуйте, які фактори впливають на швидкість його поширення.

3. Висловіть свою думку відносно змін мембранного потенціалу під впливом електричного струму.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

17.5. Нервова система як провідна фізіологічна система

Завдання 17.5.1. Структура і функції клітин нервової системи

Жир

Пучок

Аксон

1. Доведіть на прикладах роль нервових клітин у сприйманні, обробці, збереженні і передачі інформації під час роботи.

2. З'ясуйте будову нейрона та зробіть надписи до малюнку:

1 -;

2 -;

3 -;

4 -;

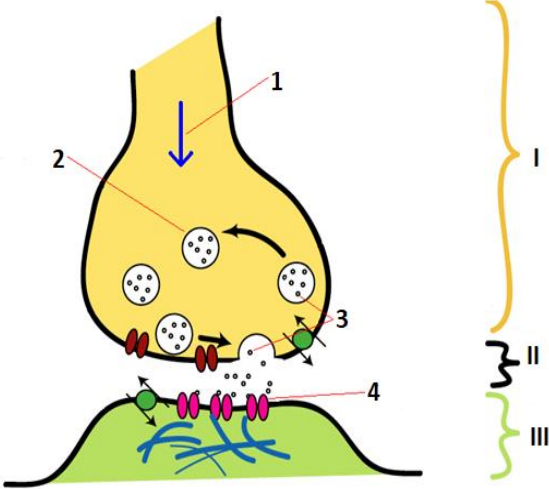
5 -;

6 -

3. Дайте порівняльну характеристику функцій нейронів та нейроглії.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.5.2. Механізми і закони проведення збудження

	1. Порівняйте особливості будови хімічних і електричних синапсів та зробіть надписи до малюнку: I -; II -; III -; 1 -; 2 -; 3 -; 4 - 2. Поясніть виникнення потенціалів дії та їх поширення вздовж аксонів. 3. Сформулюйте суть законів проведення збуджень нервовими волокнами. 4. Як на Вашу думку, чи вплине на безпеку праці зменшення швидкості поширення потенціалу дії та синаптичної передачі, які відбуваються з віком у людини?
№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

17.6. Рефлекторна діяльність нервової системи

Завдання 17.6.1. Компоненти та особливості рефлексу

1. Встановіть, які структури входять до складу рефлекторної дуги. Охарактеризуйте головні ланки рефлекторної дуги та зробіть надписи до малюнку:

1 -;

2-;

3 -;

4 -;

5 -;

6 -.....;

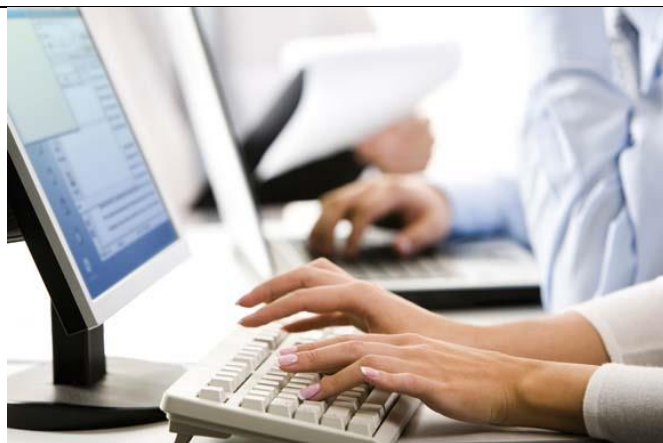
2. Охарактеризуйте властивості нервових центрів.

3. З'ясуйте, які механізми лежать в основі координації рефлекторних процесів.

4. Проаналізуйте будь-який трудовий процес та виділіть у ньому рухові рефлекси.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.6.2. Праця як умовно-рефлекторний процес



1. Поясніть, чому працю з фізіологічного погляду розглядають як рефлекторний процес?
2. Як на Вашу думку, чому безумовні рефлекси беруть участь у здійсненні трудового процесу?
3. З'ясуйте, що є причиною нейрофізіологічного конфлікту між рефlekсами з різним спрямуванням під час трудових операцій.
4. Дайте розгорнуту відповідь: чому при виконанні тривалої фізичної роботи у людини розвивається втома та у якому відділі рефлекторної дуги локалізується джерело втоми?
5. Опрацюйте матеріал 6 лекції та сформулюйте свою думку щодо причин підвищення працездатності і продуктивності праці за рахунок формування робочого динамічного стереотипу у працівника.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

17.7. Фізіологія центральної нервової системи

Завдання 17.7.1. Спинний мозок

1. З'ясуйте будову спинного мозку та зробіть надписи до кожного малюнку:

1 -;

2 -;

3 -;

4 -;

5 -;

6 -;

7 -;

8 -;

9 -

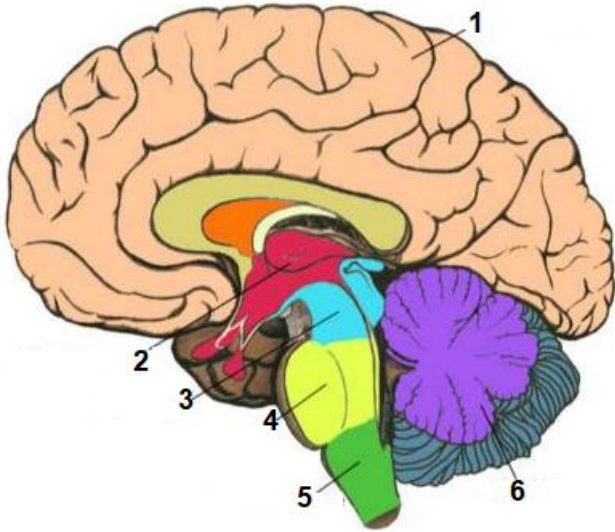
2. Охарактеризуйте функції спинного мозку.

3. Поясніть функціональне значення передніх і задніх корінців спинного мозку.

4. Визначте, які розлади будуть спостерігатися у працівника, якщо внаслідок травми були пошкоджені передні корінці спинного мозку?

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.7.2. Головний мозок



1. Вкажіть головні структури головного мозку та зробіть надписи до малюнку:

1 -;

2 -;

3 -;

4 -;

5 -;

6 -;

2. Визначте функції головних відділів головного мозку та їх роль у регуляції руху та постанови тіла.

3. Як на Вашу думку, які порушення процесу дихання відбудуться, якщо у працівника внаслідок травми відбулося пошкодження стовбура мозку між мостом і довгастим мозком?

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

17.8. Фізіологія вищої нервової діяльності

Завдання 17.8.1. Інтегративні функції нервової системи

Кірковий харчовий центр Таламус Кірковий зоровий центр А Кора великого головного мозку Довгастий мозок Язик Слинна залоза Інтероцептори шлунка Б	1. Дайте визначення поняття «Вищі інтегративні функції нервової системи» та порівняйте функції вищої та нижчої нервової діяльності. 2. Виділіть головні відмінності між умовними та безумовними рефlekсами. 3. Класифікуйте, умовні рефlekси за походженням та значенням для діяльності організму. 4. Проаналізуйте, чому умовні рефlekси вважають вищою формою нервової діяльності людини. 5. З'ясуйте умови вироблення умовного рефlekсу та опишіть механізм його виникнення на прикладі малюнків А та Б. 6. Передбачте, як вплине гальмування умовних рефlekсів на безпеку праці.
--	---

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 8.2. Сигнальні системи

А

Б

1. Порівняйте характеристики першої та другої сигнальних систем.

2. Оберіть основний і найважливіший компонент другої сигнальної системи, завдяки якому людина може вийти за межі власної особистості.

3. З'ясуйте, які типи вищої нервової діяльності виділяв І. П. Павлов за умови, що у людини друга сигнальна система переважає. Зробіть висновок, який тип нервової системи у Вас.

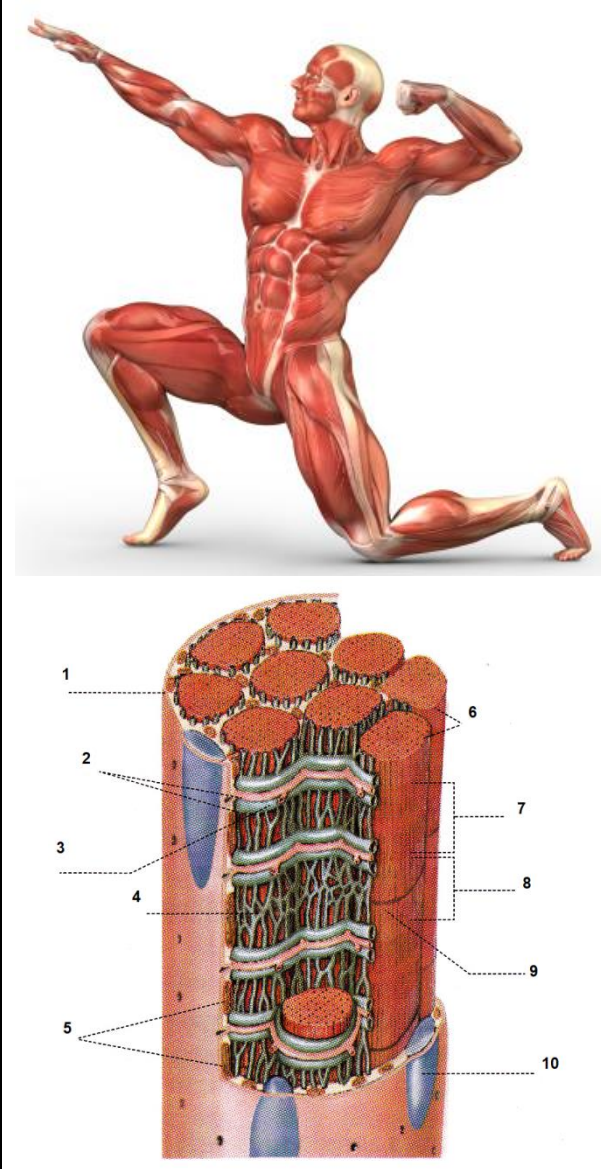
4. Встановіть, які центри головного мозку забезпечують можливість розмовляти, розуміти сказані і написані слова. Назвіть їх та виділіть на малюнку Б.

5. Спрогнозуйте, які наслідки будуть для працівника, якщо при травмуванні пошкоджена ліва півкуля мозку.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

17.9. Фізіологія рухового апарату людини

Завдання 17.9.1. Руховий апарат людини



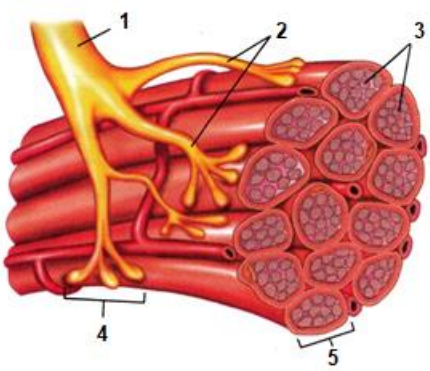
1. Проаналізуйте будову рухового апарату людини та встановіть функції його елементів.
2. З'ясуйте особливості використання різних рухових ланок при виконанні рухів під час роботи. Наведіть приклади.
3. Опишіть будову скелетних м'язів та зробіть надписи до малюнку структури м'язового волокна:

1 -;
 2 -;
 3 -;
 4 -;
 5 -;
 6 -;
 7 -;
 8 -;
 9 -;
 10 -

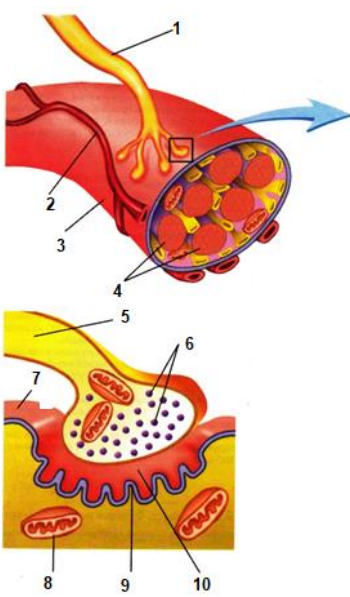
4. Поясніть суть фізіологічного закону середніх навантажень і середніх швидкостей скорочення м'язів та його використання у нормуванні праці.
5. Висуніть гіпотезу щодо впливу науково-технічного прогресу на м'язову силу і м'язову витривалість працівників.
6. Класифікуйте трудові рухи та сформулюйте принципи їх раціоналізації.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.9.2. Скорочення м'язів



А



Б

1. З'ясуйте, що таке рухова одиниця та зробіть надписи до малюнків рухової одиниці (А) та нервово-м'язового з'єднання (Б).
2. Порівняйте види скорочень скелетних м'язів.
3. Проаналізуйте механізм скорочення скелетних м'язів та поясніть роль кальцію у цьому процесі.
4. Поясніть, які явища відповідають за утворення тепла у м'язах після фізичного навантаження?
5. Встановіть головне у вікових змінах скелетних м'язів людини і як це може вплинути на безпеку праці.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

17.10. Ендокринна система.

Завдання 17.10.1. Ендокринна система

	1. Дайте визначення поняттям «Ендокринна система», «ендокринні залози», «гормон» та зробіть надписи до малюнку, щодо локалізації основних ендокринних залоз. 2. Порівняйте ендокринну та нервову системи за механізмами регуляції організму та поясніть, чому їх не можна повністю розділити. 3. Підсумуйте, як відбувається регуляція секреції гормонів нервовою системою. 4. Передбачте процеси в організмі, коли людина потрапила у небезпеку, внаслідок чого відбулося виділення адреналіну наднирниками.
--	---

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.10.2. Гормони

1. Виділіть категорії гормонів за хімічною будовою та по типу впливу на організм.

2. Порівняйте гормони за функціями і властивостями.

3. Опишіть механізми дії гормонів.

4. Зробіть висновок щодо впливу стресу на секрецію гормону росту та гормону щитовидної залози.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

17.11. Кров, лімфа, тканинна рідина

Завдання 17.11.1. Кров



1


2


3


1. Проаналізуйте, з яких елементів складається система крові та поясніть зв'язок між ними.

2. Опишіть функції крові та визначить місце дихальної функції щодо забезпечення працездатності людини.

3. Виділіть на малюнку клітини крові, які не мають ядра та зробіть надпис до нього:

1 -;

2 -;

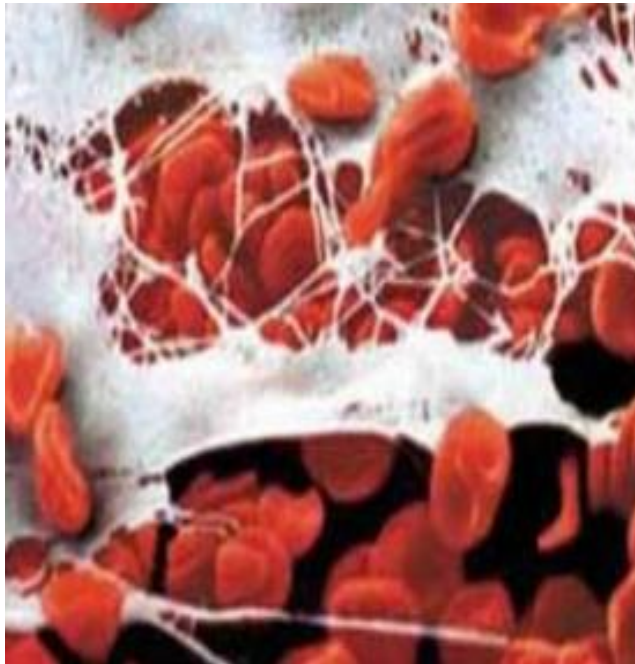
3 -;

1. Знайдіть відповідь, які показники крові потерпають змін внаслідок виснажливого фізичного навантаження?

2. З'ясуйте роль крові у підтриманні працездатності людини (під час роботи).

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.11.2. Згортання крові

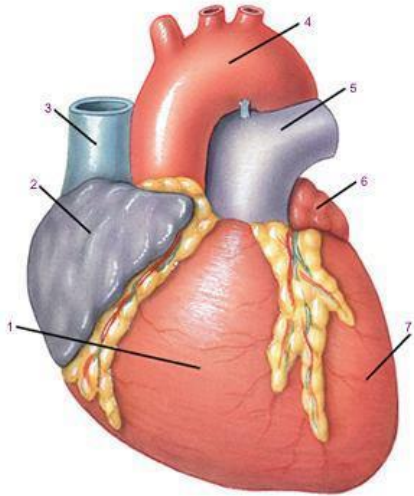
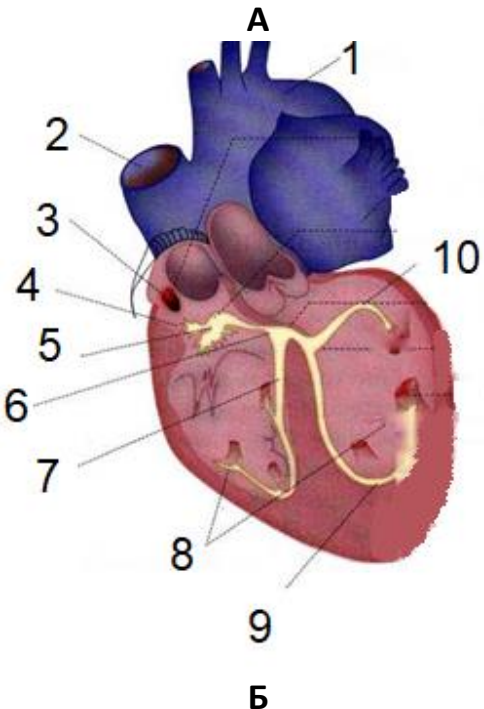


1. Дайте визначення поняттям «Згортання крові» та «Гемостаз» та поясніть різницю між ними.
2. Опишіть етапи коагуляційного гомостазу та виділіть ключову реакцію.
3. Назвіть вітаміни, які обов'язково мають брати участь у процесі згортання крові:
 - 1 – Вітамін В₁;
 - 2 – Вітамін В₁₂;
 - 3 – Вітамін А;
 - 4 – Вітамін Д;
 - 5 - Вітамін К.
3. Визначить місце процесу згортання крові під час першої допомоги при механічних травмах.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

17.12. Серцево-судинна система

Завдання 17.12.1. Серцева діяльність

1. З'ясуйте будову серця та його функції та зробіть надписи до малюнку А:

1 -;

2 -;

3 -;

4 -;

5 -;

6 -;

7 -

2. Визначить фізіологічні особливості серцевого м'яза та назвіть закон, якому підпорядковується його робота.

3. Опишіть провідну систему серця і її функції та зробіть надписи до малюнку Б:

1 -;

2 -;

3 -;

4 -;

5 -;

6 -;

7 -;

8 -;

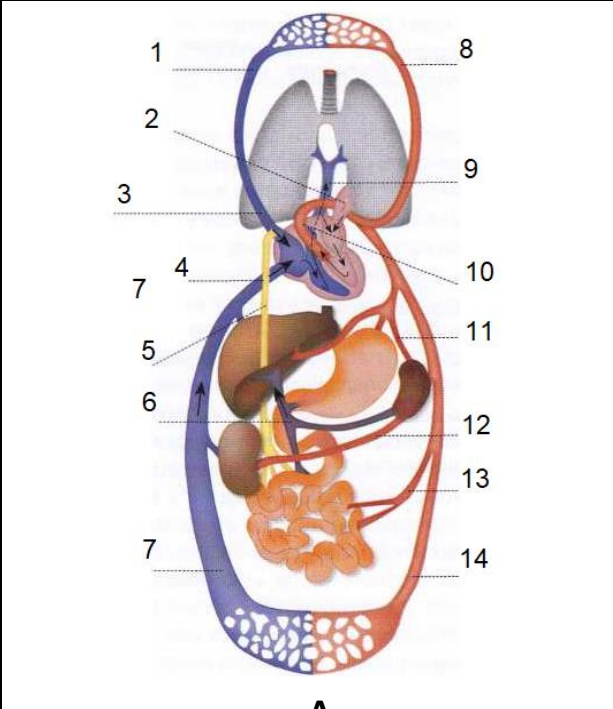
9 -;

10 -

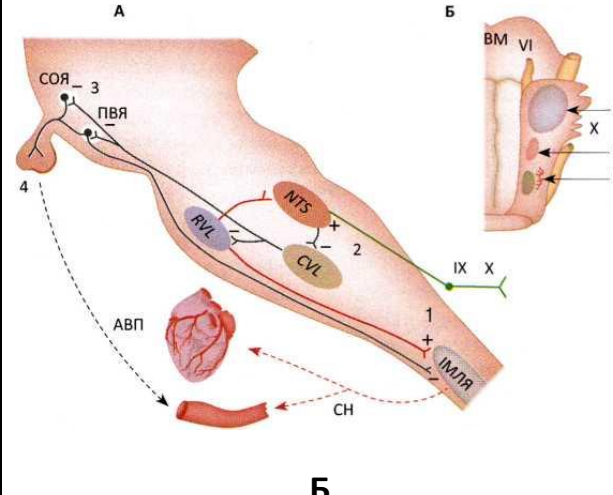
4. Охарактеризуйте зовнішні прояви роботи серця та як за ними можна визначити важкість роботи?

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.12.2. Гемодинаміка



А



Б

1. Охарактеризуйте рух крові по великому і малому колам кровообігу та зробіть надписи до малюнку А:

1 -;

2 -;

3 -;

4 -;

5 -;

6 -;

7 -;

8 -;

9 -;

10 -;

11 -;

12 -;

13 -;

14 -;

2. Опишіть типи судин за функціями та особливостями будови.

3. З'ясуйте закономірності руху крові судинами.

4. Розгляньте структуру судинорухового центру на малюнку Б та визначить його місце розташування у ЦНС і пояснить його функції.

5. Порівняйте, як змінюється пульс та артеріальний тиск під час значних фізичних навантажень та у спокої. ..

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

17.13. Дихання

Завдання 17.13.1. Зовнішнє дихання

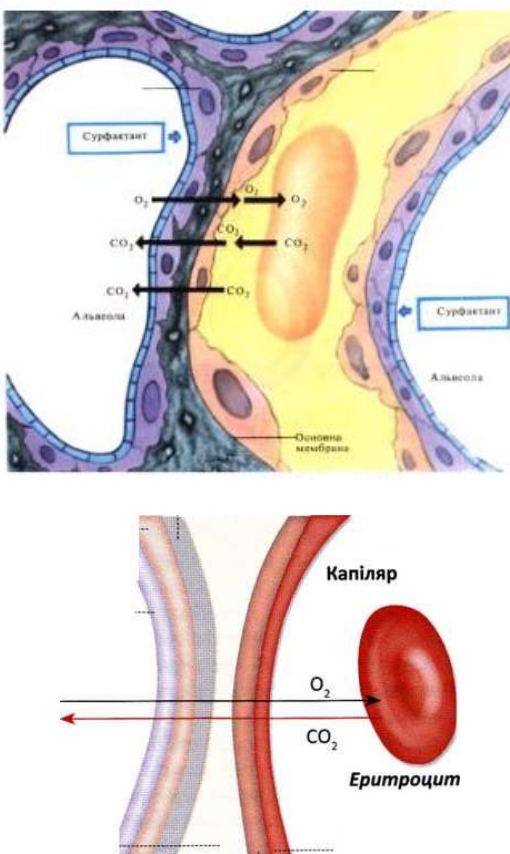
А

Б

- 1. Проаналізуйте, з яких елементів складається система дихання та поясніть функції кожного елементу.**
- 2. З'ясуйте механізм вентиляції легень та зробіть надписи до малюнку А.**
- 3. Проаналізуйте типи дихання та визначить, який є оптимальним для вентиляції легень.**
- 4. Визначить, яка структура дихальної частки легень зображена на малюнку Б та зробіть надписи до нього.**
- 5. Порівняйте характер дихання під час важкої фізичної роботи та у спокої та з'ясуйте причини гіпервентиляції легень.**

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.13.2. Газообмін

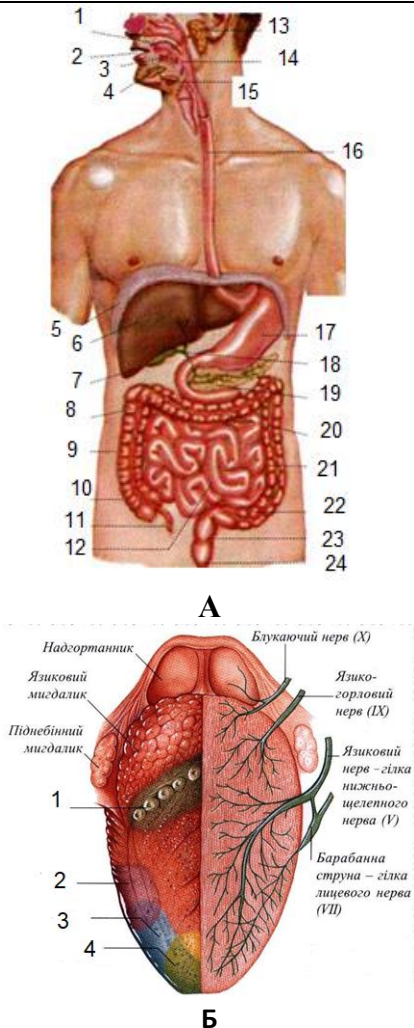


1. З'ясуйте механізми транспортування газів кров'ю та класифікуйте їх відповідно до кисню та вуглекислого газу.
2. Вкажіть роль сурфактанту у процесі дихання.
3. Охарактеризуйте механізми обміну газів між альвеолами, капілярами і тканинами.
4. Поясніть принципи регуляції тканинного дихання.
5. Визначить, у якому стані знаходиться кисень у крові та висловіть думку, які хімічні речовини у повітрі виробничого середовища впливають на нього.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

17.14. Травлення

Завдання 17.14.1. Травна система



А

Б

1. Проаналізуйте, з яких елементів складається система травлення, поясніть її функції та зробить надписи до малюнку А:

1 -;

2 -;

3 -;

4 -;

5 -;

6 -;

7 -;

8 -;

9 -;

10 -;

11 -;

12 -;

13 -;

14 -;

15 -;

16 -;

17 -;

18 -;

19 -;

20 -;

21 -;

22 -;

23 -;

24 -;

2. Класифікуйте типи травлення та охарактеризуйте їх.

3. Опишіть будову ротової порожнини та її функції.

4. З'ясуйте топографію смакових полів язика та зробить надписи до малюнку Б:

1 -;

2 -;

3 -;

4 -;

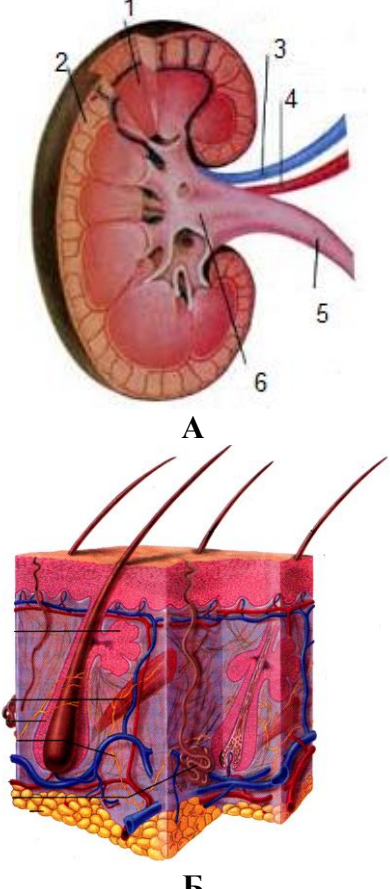
№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.14.2. Механізми травлення

1. Охарактеризуйте роль слинних залоз у травленні, склад слини та її властивості.
2. Назвіть функції шлунку та охарактеризуйте склад і властивості шлункового соку.
3. Опишіть фази шлункової секреції та їх регуляцію.
4. Охарактеризуйте види кишкового травлення.
5. Опишіть травні процеси у товстому кишечнику.
6. Як на Вашу думку, чи буде впливати на процеси травлення робота працівників у нічну зміну?

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.15.1. Система виділення

 А Б	1. Дайте визначення поняттю «Система виділення» та складіть список органів виділення. 2. Опишіть будову і функції сечовидільної системи. 3. Вкажіть роль нирок у процесах виділення та зробіть надписи до малюнку А щодо їх будови: 1 -; 2 -; 3 -; 4 -; 5 -; 6 - 4. Охарактеризуйте видільну функцію шкіри. 5. Проаналізуйте, функціями якого з органів виділення є підтримання сталості внутрішнього середовища організму.
--	---

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.15.2. Сечоутворення

А

Приносна артеріола Виносна артеріола

Б

1. Сформулюйте, з яких процесів складається сечоутворення.

2. З'ясуйте, що є структурно-функціональною одиницею нирки та зробіть надписи до малюнку А:

1 -;

2 -;

3 -;

4 -;

5 -;

6 -;

7 -;

3. Поясніть, де відбувається процес фільтрації плазми крові та зробіть надписи до малюнку Б:

1 -;

2 -;

4. Охарактеризуйте механізми концентрування сечі.

5. Як на Вашу думку, будуть реагувати нирки людини, якщо вона працює в умовах високогір'я з розрідженим газовим середовищем?

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.16.1. Властивості сенсорних систем

	1. Дайте визначення поняття сенсорні системи та наведіть їх структурно-функціональну організацію. 2. Зобразіть схематично структуру аналізаторів та назвіть їх функції. 3. З'ясуйте, які функції характерні для рецепторів та наведіть їх класифікацію. 4. Сформулюйте властивості сенсорних систем та зробіть висновок про зв'язок адаптації з виробничими травмами. 5. Проілюструйте на прикладах роль сенсорних систем у забезпеченні безпеки праці на виробництві.
--	---

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

Завдання 17.16.2. Зорова сенсорна система

1. З'ясуйте головні відділи зорового аналізатора та зробіть надписи до малюнку А:

1 -;
2 -;
3 -;
4 -;
5 -;
6 -;
7 -;
8 -;
9 -;
10 -;
11 -;
12 -;
13 -;
14 -

2. Визначить функції зорової сенсорної системи та зробіть висновок щодо найважливіших з точки зору безпеки праці.

3. Дайте визначення поняття «Акомодація» та вкажіть її види.

4. Поясніть роль родопсину у фоторецепції.

5. Спрогнозуйте, як буде впливати на зір пошкодження рогівки внаслідок механічної виробничої травми.

№ питання	Відповідь
1	
2	
3	

ГЛОСАРІЙ

А

Авітаміноз – захворювання при нестачі вітамінів у їжі.

Автоматія – здатність серця до незалежного виникнення збудження.

Автономна (вегетативна) нервова система - нервова система, яка іннервує всі внутрішні органи, ендокринні залози та мимовільні м'язи шкіри, серце та судини, тобто органи, які здійснюють вегетативні функції в організмі та становлять внутрішнє середовище організму.

Аглютинація еритроцитів – склеювання та осідання еритроцитів.

Аглютиніни – специфічні антитіла плазми крові.

Аглютиногени – специфічні антигени поверхні еритроцитів.

Адреналін – гормон надниркових залоз і нейромедіатор.

Адренокортикотропний гормон – гормон передньої долі гіпофізу.

Аксон - видовжений відросток нейрона.

Альбуміни – білки плазми крові.

Альвеоли – тонкостінні структури легень людини і ссавців, де відбувається газообмін.

Альдостерон – гормон надниркових залоз.

Аналітико-синтетична діяльність мозку - здатність кори розділяти, вичленувати і розділяти окремі подразники, диференціювати їх.

Анаболізм – пластичний обмін речовин, сукупність процесів біосинтезу в організмі або клітині.

Андрогени – чоловічі статеві гормони.

Антиген – молекула (частина молекули) чужорідного походження, що викликає імунну відповідь.

Артерії – тип кровоносних судин.

Архітектоніка кори - це загальний план кори головного мозку.

Асиміляція – надходження та обмін речовин, сукупність процесів біосинтезу в організмі.

Асоціативні волокна - волокна, які зв'язують між собою окремі ділянки однієї півкулі.

Асоціативні нейрони - це нейрони, які забезпечують нервовий зв'язок між різними групами нервових клітин.

Асоціативні поля - поля, що беруть участь в інтеграції сенсорної інформації та забезпеченні зв'язків між чутливими і руховими зонами кори.

Астроцити - це клітини нейроглії, відростки яких обволікають кровоносні капіляри і забезпечують транспорт речовин з крові до головного і спинного мозку.

Аферентні (доцентрові, інформаційні, чутливі) нерви - це нерви, по яких збудження поширюється в напрямку ЦНС.

Аферентні (інформаційні, чутливі) нейрони - це нерви, які сприймають нервові імпульси із внутрішнього та зовнішнього середовища через чутливі нервові закінчення (рецептори) і дендрити.

Ацетилхолін - нейромедіатор нервової системи.

Б

Базальні, або підкіркові, ганглії - скупчення сірої речовини, що розташоване між лобними частками і проміжним мозком.

Біла речовина - речовина, утворена сукупністю аксонів, укритих мієліном; здійснює двосторонні зв'язки між головним і спинним мозком.

Біоелектричні явища - явища, пов'язані з виникненням і поширенням збудження, яке характеризується зміною електричного заряду живої тканини.

Біологічна мембрана — найважливіша клітинна структура, що складається з подвійного шару ліпідів, містить специфічні білки, має напівпроникні властивості.

Блукаючий черепно-мозковий десятий нерв - нерв, який забезпечує такі життєво-важливі функції як діяльність залоз, травлення, серцеві скорочення.

Блоковий черепно-мозковий четвертий нерв - нерв, який змінює кривизну кришталика під час фокусування.

Бронхи – орган, частина дихальної системи (повітроносних шляхів).

В

Вазопресин – гормон задньої долі гіпофізу.

Вегетативна нервова система – функціональний елемент нервової системи, що регулює діяльність внутрішніх («вегетативних») органів.

Велике коло кровообігу – частина кровообігу людини та вищих хребетних тварин

Великий (кінцевий) мозок - складова головного мозку, що складається з двох півкуль, покритих мозковим плащем (корою); у півкулях головного мозку містяться лівий і правий шлуночки.

Великі півкулі головного мозку - складові переднього (кінцевого) головного мозку; складаються з підкіркових гангліїв і мозкового плаща (кори), які оточують бокові шлуночки.

Вени – тип кровоносних судин.

Вестибулярний апарат – орган чуття, який сприймає положення голови відносно сил тяжіння та прискорення.

Видих – дихальний рух, частина дихального циклу.

Висхідні шляхи - нервові волокна, що проводять імпульси із периферії (від рецепторів шкіри, м'язів, суглобів, внутрішніх органів) до головного мозку.

Відцентровий (руховий, еферентний, командний) нейрон – це нейрон, що несе збудження від ЦНС до робочого органу (ефектора).

Вітаміни – низькомолекулярні біологічно активні речовини різної хімічної природи.

Водії ритму (пейсмейкери) – групи збудливих клітин, здатних періодично генерувати збудження.

Волокна аферентних (висхідних) шляхів - нервові волокна, що проводять збудження від пропріорецепторів м'язів, рецепторів сухожилок, дотикових рецепторів шкіри і частково рецепторів внутрішніх органів до ЦНС.

Волокна еферентних (низхідних) шляхів - нервові волокна, що зв'язують відділи головного мозку з ефекторними нейронами спинного мозку.

Волокна провідної системи серця – видозмінені клітини серцевого м'яза, що проводять збудження по серцю.

Волокна Пуркін'є – видозмінені клітини серцевого м'яза, що проводять збудження від пучка Гіса до клітин серцевого м'яза.

Вставні нейрони спинного мозку - це різnorідна група нервових клітин, які мають швидкість поширення нервового імпульсу понад 1000 імп/с.

Г

Газообмін – процес обміну газами за рахунок вільної дифузії між рідинами, рідинами та повітрям тощо.

Гальмування - активний нервовий процес, результатом якого є послаблення або припинення процесу збудження; запобігає виснаженню нервових клітин при дуже сильних і частих подразненнях.

Гальмування постсинаптичне - гальмування, яке зумовлює гіперполяризацію постсинаптичної мембрани за рахунок медіатора, який виділяється пресинаптичним закінченням гальмівних нейронів.

Гальмування пресинаптичне - гальмування, яке розвивається в пресинаптичних розгалуженнях аферентних аксонів, завдяки чому блокується проведення імпульсів до синапсів і виникає гальмування реакції відповіді, здійснюється за допомогою спеціальних вставних нейронів.

Гастрин – гормон шлунку, що бере участь в гуморальній регуляції виділення шлункового соку.

Гіпоталамус (підзгір'я) - відділ проміжного мозку, який складається з 32 пар ядер; за допомогою нервових волокон підзгір'я має зв'язки з ретикулярною формацією, стовбуром мозку, гіпофізом, згір'ям; є головним підкірковим центром регуляції вегетативних функцій організму; бере участь у регуляції і діяльності серцево-судинної і травної системи, регулює функції парасимпатичної частини автономної (вегетативної) нервової системи.

Гемостаз – процес зсідання крові.

Гомеостаз – постійність хімічного складу і фізико-хімічних властивостей внутрішнього середовища, Виражається низкою біологічних констант, тобто стійких кількісних показників, що характеризують нормальний стан організму.

Гіповітаміноз – захворювання, пов'язане з недостатнім надходженням вітамінів.

Гіпоталамус – відділ головного мозку.

Гіпотиреоз – захворювання, пов'язане з недостатньою активністю щитоподібних залоз.

Гормон – біологічно активна речовина, що виділяється залозами внутрішньої секреції в кров і діє на віддалені органи-мішені.

Гормони-антагоністи – пари гормонів з протилежною дією.

Гортань – орган, частина дихальної системи (повітроносних шляхів).

Грудна клітка – частина скелету людини.

Групи крові – особливості крові, зумовлені наявністю певних білків у мембранах еритроцитів і плазмі крові.

Губчаста кісткова речовина – тип кісткової речовини з арочно-сітчастим розташуванням кісткових пластинок і значними порожнинами між ними.

Д

Дванадцятипала кишка – орган, частина травної трубки.

Двостулковий (мітральний) клапан – стулковий клапан лівої половини серця людини (між лівим передсердям і лівим шлуночком).

Дерма – середній шар шкіри людини та ссавців.

Дисиміляція – сукупність біохімічних процесів розпаду макромолекул в клітині, вивільнення енергії хімічних зв'язків і запасання її у молекулах АТФ.

Дихальний об'єм – кількість повітря, що людина вдихає і видихає при спокійному диханні.

Дихальний центр – нервовий вузол довгастого мозку.

Дихальний цикл – періодичний процес зміни об'єму органів дихання, що супроводжується вентиляцією легень і газообміном з кров'ю.

Діастола – фаза серцевого циклу.

Діастолічний тиск – тиск крові у великих артеріях під час розслаблення серця, нижнє значення при вимірюванні сфінгоманометром.

Діафрагма – м'язова перегородка людини та ссавців, що відокремлює грудну порожнину від черевної, бере участь в дихальних рухах.

Ділянка нервової системи (нервовий центр) - це ділянка, де збудження, зазнавши складних змін, передається на відцентровий нейрон.

Довгастий мозок - відділ головного мозку, який є продовженням спинного мозку, довжина 28 мм.

Домінанта (від лат. *dominans* - пануючий) - це панівна ділянка кори великих півкуль головного мозку, яка залучає до себе збудження з інших центрів, нагромаджує їх і гальмує їхню здатність реагувати на подразники, що за інших умов мали б їх збуджувати.

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

Друга сигнальна система – сигнальна система людини (можливо, й деяких тварин), в якій інформація передається за допомогою вторинних сигналів, що не відповідають первинному впливу на органи чуття (мова, символи тощо).

Е

Екстерорецептори (від лат. *exter* - зовнішній, *receptor* - той, що сприймає) - чутливі утворення, що здійснюють сприйняття подразнень від довкілля.

Ендокард – внутрішній шар серця, ендотеліальний шар.

Ендокринні залози – залози, що не мають протоків, які відкривались би на поверхню чи в порожнину тіла, а виділяють секрети в кров (або інші рідини організму).

Енергетичний обмін – сукупність процесів розщеплення речовин в клітині з виділенням енергії.

Епідерміс – поверхневий шар шкіри людини та тварин, утворений багат шаровим епітелієм.

Епікард – зовнішній сполучнотканинний шар серця.

Епіфіз (шишкоподібна залоза) – залоза внутрішньої секреції.

Еритропоетин – гормон, що регулює утворення еритроцитів (еритропоез).

Еритроцити – червоні кров'яні тільця, клітини крові, що мають двовгнуту форму та беруть участь у транспортуванні газів організмом.

Естрогени – гормони жіночої статеві системи.

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

Еферентні (рухові, командні) нейрони - нейрони, які отримують нервові збудження внаслідок імпульсів, що виникли в інших нейронах.

Еферентні нерви (відцентрові) - нервові волокна, які передають збудження із ЦНС до іннервованого органу.

Ж

Життєва ємність легень – найбільша кількість повітря, видихуваного після максимального вдиху.

Жовч, секрет печінки – розчин жовчних кислот і низькомолекулярних речовин.

З

Загальна ємність легень – кількість повітря, що міститься в легенях на рівні максимального вдиху.

Задні роги - вузькі виступи сірої речовини спинного мозку, що йдуть в напрямку до задньої поверхні.

Задній корінець - утвір, який утворюється волокнами чутливих (доцентрових) клітин, тіла яких розташовані у спинномозкових вузлах.

Задній мозок – відділ головного мозку.

Залишковий об'єм – кількість повітря, що залишається в легенях після максимального видиху.

Залоза змішаної секреції – залоза, різні частини якої функціонують як залози внутрішньої та зовнішньої секреції.

Залози слинні – залози травної системи людини та багатьох тварин, що виділяють секрети (слину) в ротову порожнину.

Закрутка морського коника - складова лімбічної системи, яка модифікує вияв емоцій - таких як гнів і страх.

Замінні амінокислоти – частина амінокислот, які входять до складу білкових молекул і можуть бути синтезовані в організмі.

Збудження – процес переходу в активний стан нервової клітини, групи нейронів чи ділянки нервової системи в цілому.

Збудливість - стан виникнення збудження у відповідь на дію того чи іншого подразника.

Зернисті (гранулоцити) лейкоцити – група лейкоцитів з гранулами включень в цитоплазмі, які добре видно при мікроскопічному дослідженні.

З'єднання кісток – спосіб контакту між двома кістками (чи більшою кількістю), який зумовлює їхнє взаємне розташування та ступінь рухливості.

Зсідання крові – багатоступеневий процес зупинення кровотечі при порушенні цілісності судин.

I

Імунітет – здатність організму відрізнати притаманні йому речовини від чужорідних і знешкоджувати небезпечні агенти.

Імуноглобуліни – білки імунної системи, антитіла.

Інсулін – гормон підшлункової залози.

Інтерорецептори (від лат. *interior* - внутрішній, *receptor* - той, що сприймає) - чутливі утворення, що сприймають зміни внутрішнього середовища організму.

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

K

Капіляри – тип кровоносних судин.

Катаболізм – енергетичний обмін речовин, сукупність процесів розщеплення в організмі або клітині.

Кишковий сік – розчин травних ферментів та інших речовин (в т.ч. низькомолекулярних), що виділяється залозами стінок кишечника та травними залозами.

Кінцевий мозок – відділ головного мозку.

Клітини імунної пам'яті – клітини імунної системи, що беруть участь у зберіганні та відтворенні інформації про контакт з певними чужорідними речовинами (антигенами) шляхом виділення антитіл.

Колбочки – один з типів фоторецепторів сітківки ока.

Контрактура – стійке стягування, зведення судомами м'язу, сильно уповільнене його розслаблення.

Кора (плащ) у людини - це сіра речовина півкуль, утворена клітинами, від яких відходять відростки.

Корисний час – найменший час, протягом якого має діяти струм, равний реобазі, щоб викликати потенціал дії.

Коркова речовина нирки – анатомічно виділений шар нирок, в якому знаходяться переважно клубочковий апарат і звивисті каналця нефронів.

Кортизон – гормон надниркових залоз.

Л

Лабільність (функціональна рухливість) – швидкість переходу від стану спокою у стан збудження і виходу з нього.

Легені – орган дихання людини и хребетних тварин .

Лейкоцити – безбарвні клітини крові.

Лімфа – транспортна (дренажна) система організму людини.

Лімфоцити – клітини крові, гранулярні лейкоцити, що беруть участь в реакціях імунітету.

Ліпіди – прості та складні органічні сполуки з масою до 1500 дальтон, що розчиняються в неполярних розчинниках (ацетон, низькомолекулярні спирти, хлороформ).

Лютеїнізуючий гормон – гормон передньої долі гіпофізу.

Ліквор - спинномозкова рідина.

Лімбічна система - сукупність низки структур головного мозку (кінцевого, проміжного і середнього його відділів), об'єднаних за анатомічними і функціональними ознаками; сполучає кіркові та середньомозкові ділянки із нижчими центрами; відіграє складну роль у вияві інстинктів, активності, емоцій, визначає вплив настрою, сприйняття запаху, світла.

М

Макроергічний зв'язок – хімічний зв'язок, що легко руйнується і віддає енергію.

Макрофаги – клітини крові, лейкоцити, здатні до фагоцитозу.

Медіатор (від лат. *mediator* - посередник) - фізіологічно активні речовини, завдяки яким в нервовій системі відбуваються контактні міжклітинні взаємодії; виробляються нервовими і рецепторними клітинами.

Медіатори (нейромедіатори) – біологічно активні речовини, які здійснюють (або гальмують) передачу збудження від однієї нервової клітини до іншої (або м'язової клітини) в синапсах.

Меланоцитстимулюючий гормон – гормон середньої частки гіпофізу.

Мелатонін – гормон середньої частки гіпофізу.

Мембранний потенціал – різниця електричних потенціалів між цитоплазмою збудливої клітини і зовнішнім середовищем, тобто по обидва боки поверхневої клітинної мембрани.

Мертвий простір – об'єм дихальної системи в ділянках, де не відбувається газообміну.

Метаболізм – обмін речовин, сукупність процесів в організмі або клітині.

Механорецептори – тип рецепторів за природою сигналу.

Мигдалеподібне тіло - структура, яка входить до складу лімбічної системи і впливає на поведінку та активність, виходячи із внутрішніх потреб організму.

Міжклітинна речовина – тканин внутрішнього середовища.

Мієлінові нерви - це нерви, які мають мієлінову оболонку; мієлінова оболонка через проміжки рівної довжини переривається, залишаючи відкритими ділянки осевого циліндра; іннервують м'язи, зв'язки, сухожилки, окістя кісток.

Мінералокортикоїди – гормони коркової речовини надниркових залоз, що регулюють обмін мінеральних солей.

Міокард – середній, м'язовий шар серця.

Міоневральний апарат – місце контакту нервового волокна з м'язовим, тобто це синапс.

Міст, або вароліїв міст, - це складова частина головного мозку, розташована на нижній поверхні головного мозку у вигляді широкого виступу; межує спереду з ніжками середнього мозку, позаду - з довгастим мозком, а по бокам переходить у середні мозочкові ніжки.

Мова – продукт вищої нервової діяльності людини, який полягає в формуванні системи конкретних і абстрактних понять і правил їх об'єднання у вислови.

Мозкова речовина нирки – анатомічно виділений шар нирок, в якому знаходяться переважно клубочковий апарат і звивисті каналця нефронів.

Мозочок - це складова частина головного мозку, розташована позаду довгастого мозку і моста, має дві півкулі, з'єднані черв'яком; на поверхні півкуль сіра речовина утворює кору, а всередині мозочка - його ядра; є головним керівним органом рухової системи, який здійснює координацію і контроль усіх видів рухів - від простих рухових актів - до складних форм поведінкової рухової активності.

Морський коник - структура лімбічної системи, яка являє собою зігнуту смугу сірої речовини; впливає на процес навчання, пам'яті, пізнання нового.

М'язове волокно - це рухова одиниця м'язу. Ця одиниця складається з актинових і міозінових білків. Кожен м'яз іннервується руховими нервами. Кожен руховий нейрон зазвичай іннервує групу м'язових волокон.

Н

Надпорогова сила - сила подразнення, більша за порогову.

Натрій-калієвий насос – механізм, що забезпечує активне виведення («викачування») з протоплазми проникаючих до неї іонів натрію і введення («закачування») іонів калію.

Нейроглія - підтримуючі клітини нервової системи, які забезпечують опору, захист і живлення нейронів.

Нейрон - структурна і функціональна одиниця нервової системи.

Нейрони біполярні - нейрони, від кожного кінця видовженого тіла якого відходить два відростки.

Нейрони мультиполярні - нейрони, від тіла яких відходять багато відростків.

Нейрони уніполярні - нейрони, від тіла яких відходить єдиний відросток, який далі поділяється на гілки аксона.

Нейромоторна одиниця – кожне нерве волокно, що іннервує групу м'язових волокон.

Немієлінові нерви - нерви, що не мають мієлінову оболонку, волокна ізольовані один від одного тоненькою ендотеліальною оболонкою і зустрічаються переважно в нервах автономної нервової системи.

Нервове волокно - це відростки нервових клітин.

Нервовий центр - це складна сукупність нейронів, необхідних для здійснення рефлекторного акту чи регуляції певної функції організму.

Нефрон – структурна та функціональна одиниця нирок.

Низхідні шляхи - сукупність нервових волокон, що передають імпульси від головного мозку до рухових центрів спинного мозку, а від них ці імпульси йдуть до скелетних м'язів.

Нирки – орган видільної системи людини та хребетних тварин.

Ниркова миска – анатомічна структура нирки, порожнина, де збирається сеча.

Нюхова зона - ділянка, розміщена на внутрішній поверхні скроневих часток великих півкуль головного мозку.

Нюхові цибулини - утворення, які входять до складу лімбічної системи головного мозку, відтворюють відчуття певного запаху, викликають спогади про давно забуті емоції.

О

Обмін речовин – метаболізм, сукупність процесів в організмі або клітині.

Оболонка м'яка - внутрішня (найглибша) оболонка головного або спинного мозку, розташована під павутинною, утворена щільною сполучною тканиною, містить багато кровоносних судин.

Оболонка павутинна - серединна тонка, безбарвна і прозора оболонка головного або спинного мозку; щільно прилягає до внутрішньої поверхні твердої оболонки; бідна на нерви і судини.

Оболонка тверда - зовнішня оболонка головного або спинного мозку, утворена щільною сполучною тканиною; в деяких місцях зростається з кістками хребта.

Одностороннє проведення збудження (властивість збудження) - це здатність проводити збудження в одному напрямку, що зумовлена властивістю хімічних синапсів проводити збудження від аферентного аксона до еферентного нейрона через синапс.

Олігодендроцити - клітини нейроглії, які своєю плазматичною мембраною обгортають відростки нейрогліїв головного і спинного мозку і формують мієлінову оболонку.

Остеобласти – клітини кісткової тканини.

Остеокласти – клітини кісткової тканини.

Остеон – структурний елемент щільної кісткової тканини.

Остеоцити – клітини кісткової тканини.

Острівці Лангерганса – групи клітин підшлункової залози з внутрішньосекреторною функцією.

Організм – самостійно існуюча одиниця органічного світу, що представляє собою систему, яка саморегулюється, реагує як одне ціле на різні зміни зовнішнього середовища.

Органи – це анатомічне утворення, що характеризується своєрідною структурною і функціональною єдністю різних тканин.

II

Палички – один з типів фоторецепторів сітківки ока.

Пам'ять – здатність певних систем (нервової, імунної тощо) сприймати, зберігати та відтворювати певну інформацію.

Парабіоз – це особливе нехвильове, тривале збудження, що виникає у відповідь на сильні різноманітні зовнішні впливи.

Парасимпатична нервова система – відділ вегетативної нервової системи, що відповідає за переведення органів у стан спокою.

Паращитоподібні залози – залози внутрішньої секреції.

Пепсин – активна форма протеолітичного ферменту шлункового соку.

Парасимпатична нервова система (від лат. префікса *para* - суміжність, *sympathes* - співчутливий) - автономна (вегетативна) нервова система, яка сприяє відновленню втрачених організмом ресурсів, забезпечує нормальну життєдіяльність людського організму у стані спокою та під час сну.

Передсердя – частина (камера) серця людини та тварин

Передні роги - це короткі і широкі виступи спинного мозку, що йдуть до передньої поверхні спинного мозку.

Передні корінці - утвори, які являють собою відростки у сірій речовині передніх рогів спинного мозку.

Перехвати Ранв'є - вузли нервового волокна.

Переливання крові – процес перенесення частини крові від однієї людини (донора) до іншої, яка через хворобу чи кровотечу на це потребує (акцептор).

Перикард – зовнішня сполучнотканинна оболонка серця.

Перистальтика – хвилеподібні рухи стінок шлунково-кишкового тракту.

Периферична нервова система - частина нервової системи, до якої належать 12 пар черепно-мозкових нервів і 31 пара спинномозкових нервів, їх сплетення, нервові вузли і ганглії.

Печінка – багатофункціональний орган травної системи тварин і людини.

Півмісяцеві клапани – клапани серця (між шлуночками та артеріями) та судин, утворені кишенеподібними структурами.

Підпорогова сила - сила подразнення, яка не викликає нервового збудження.

Підшлункова залоза – залоза змішаної секреції.

Підшлунковий сік – панкреатичний сік, розчин ферментів (переважно в неактивних формах), що виділяється підшлунковою залозою в дванадцятипалу кишку.

Плазма крові – рідка міжклітинна речовина крові.

Пластичний обмін – сукупність процесів синтезу, що відбуваються з поглинанням енергії.

Плевра – оболонка, що вкриває легені, складається з двох шарів.

Плевральна порожнина – заповнена газами та частково рідиною порожнина між листками плеври.

Післядія збудження (властивість збудження) - це така властивість збудження, пов'язана з продовженням рефлекторної відповіді після припинення подразнення.

Подразливість - здатність живих систем під впливом подразників переходити із стану фізіологічного спокою до стану активності.

Подразливість – здатність клітини реагувати на зміни в оточуючому середовищі.

Подразник адекватний - агент, що діє на тканину, пристосовану для його сприймання (наприклад, світло – на око, нервовий імпульс – на м'яз).

Подразники безумовні - подразники, що викликають природжені, спадкові рефлекси.

Подразники внутрішні - це фізичні і хімічні зміни внутрішнього середовища, наприклад, зміна соматичного тиску, хімічного складу крові, вплив гормону, вуглекислого газу, нервового імпульсу.

Подразники зовнішні - це чинники зовнішнього середовища, здатні спричинювати рефлекси; розрізняють такі зовнішні подразники: фізичні - механічні (тиск, втома), температурні, звукові, світлові, електричні; хімічні – кислоти, луги, солі, пахучі і смакові речовини, отрути; біологічні – усі живі істоти, віруси.

Поняття - це основна форма логічного мислення, в якій відбувається сутність предмета, тобто сукупність всіх його істотних ознак.

Поріг - рівень, на якому стимул починає передавати електричний імпульс.

Порогова сила - найменша сила подразнення, здатна викликати збудження.

Постсинаптична мембрана - мембрана, що міститься на тілі або дендритах нейрона, до якого передається нервовий імпульс.

Потенціал дії – зміна електричної різниці потенціалів під час збудження.

Пресинаптична мембрана - мембрана, що знаходиться на нервовому закінченні і має вигляд гудзиків, кілець, бляшок.

Провідність - здатність передавати збудження, що виникло.

Прогестерон – гормон яєчників.

Пролактин – гормон передньої долі гіпофізу.

Проміжний мозок - ділянка головного мозку, що складається з чотирьох частин - надзгір'я (епіфіза), згір'я (таламуса), підзгір'я (гіпоталамуса) і третього мозкового шлуночка.

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

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

Просторова сумація збуджень (властивість збудження) - властивість збудження, яка виникає тоді, коли кілька допорогових подразників діють на різні ділянки рецептивного поля якогось рефлексу.

Пульсова хвиля – хвиля поштовхоподібних коливань стінок великих артерій.

Пучок Гіса – видозмінені клітини серцевого м'яза, що проводять збудження від серцевого вузла по міжшлуночковій перегородці.

Р

Резус-фактора (*Rh*) – особливості крові, зумовлені наявністю певних білків у мембранах еритроцитів і плазмі крові

Ренін – гормон нирок, що бере участь у каскадній регуляції артеріального

Реобаза – мінімальна сила струму (або напруги), здатна викликати збудження.

Ретикулярна формація - утворення, яке складається з нейронів різних типів і форм, густо переплетене волокнами і розташоване від верхнього кінця спинного мозку до згір'я і подзгір'я.

Рефлекс (від лат. *reflexus* - відбиття) - реакція організму за участю нервової системи на подразнення.

Рефлекторна дуга - шлях, по якому збудження, що виникло в рецепторі, передається до робочого органу.

Рефлекторна функція спинного мозку - функція спинного мозку, яка полягає у здійсненні складних рухових реакцій організму.

Рефрактерність – тимчасова незбудливість клітини під час її збудження.

Рецептор (від лат. *receptor* - той, що сприймає) - чутливе периферичне нервеве закінчення, яке сприймає подразнення та перетворює його на нервові імпульси; перша ланка рефлекторної дуги.

Рецептор – спеціалізована клітина, здатна сприймати подразнення певного типу та генерувати у відповідь на нього нервовий сигнал.

Рецепторне поле - це сукупність рецепторів, які замикаються на один нейрон того чи іншого рівня нервової системи.

Ротова порожнина – орган, частина травної трубки.

Рухова одиниця - це сукупність мязових волокон, які управляються однією нервовою клітиною.

Руховий центр мови - центр мови, який міститься у нижній частині лобової частки.

Рухові α -нейрони спинного мозку - це великі нервові клітини з довгими дендритами; аксони цих нейронів мають швидкість проведення збудження 70–120 м/с.

Рухові γ -нейрони спинного мозку - це нервові клітини, що розсіяні серед α - нейронів; аксони цих нейронів мають швидкість поширення збудження 10–40 м/с.

Рухові корінці спинного мозку - це корінці (передні), через які збудження передається від спинного мозку до м'язів та інших органів.

С

Сальні залози – шкірні залози людини та ссавців, розташовані в дермі шкіри.

Свідомість – функція головного мозку людини, що полягає у відображенні дійсності в певних формах.

Секретин – гормон дванадцятипалої кишки, який регулює секрецію соків шлунку і дванадцятипалої кишки.

Секреція – процес виділення клітинами (органами) певних продуктів назовні або в судини, протоки, порожнини.

Сенсорна кора – ділянка кори великих півкуль, що обробляє інформацію від органів чуття.

Сенсорні зони – ділянки сенсорної кори, пов'язані з первинною обробкою інформації певного типу.

Середній мозок – відділ головного мозку.

Серотонін – нейромедіатор.

Серце – орган кровоносної системи людини та тварин.

Серцевий цикл – періодичний процес зміни об'єму серця, що супроводжується закономірним скороченням і розслабленням ділянок серця.

Сечоводи – органи видільної системи, парні трубчасті протоки, що виводять сечу з нирок.

Сигнальна система друга - утворює словесні подразники, властиві людині.

Сигнальна система перша - сукупність безпосередніх сигналів (звуків, кольорів, запахів), яка властива всім тваринам і людям.

Симпатична нервова система (від лат. *sympaths* - співчутливий) - автономна (вегетативна) нервова система, співдружні нерви якої іннервують всі органи і тканини організму (прискорюють і підтримують скорочення серця, розширення зіниці, підвищують кров'яний тиск, підсилюють обмін речовин тощо).

Сила м'язу (абсолютна) – напруження, що розвивається м'язом при максимальному скороченні.

Сила м'язу (відносна) – відношення абсолютної сили м'язу до його поперечного перерізу у см².

Соматична нервова система – функціональний елемент нервової системи, що регулює діяльність м'язів.

Соматотропний гормон (гормон росту) – гормон передньої долі гіпофізу.

Сон – стан організму людини і тварин, при якому обмежений контакт із зовнішнім світом.

Синапс (від грец. *synapsis* - зв'язок) - спеціалізований функціональний контакт між збудливими клітинами (нервовими, м'язовими, секреторними), які необхідні для передачі і перетворення нервових імпульсів.

Синаптична щілина - простір, який знаходиться між пресинаптичною і постсинаптичною мембранами синапса.

Синоатріальний вузол – один з вузлів – водіїв ритму серця.

Систола – фаза серцевого циклу.

Систолічний тиск – тиск крові у великих артеріях під час скорочення шлуночків, верхнє значення при вимірюванні сфінгоманометром.

Сіра речовина - речовина, утворена тілами нейронів і безмієліновими аксонами.

Сірий бугор - ядро підгір'я, яке бере участь в регуляції багатьох ендокринних залоз і обміну речовин.

Сітківка – шар клітин очного яблука, що сприймає світло та здійснює первинну обробку сигналів.

Скелет вільних кінцівок – відділ скелету людини та хребетних тварин.

Склера – зовнішній сполучнотканинний шар очного яблука.

Слуховий центр мови - ділянка, що розташована у скроневій частці кори головного мозку.

Слуховий черепно-мозковий 8 нерв - чутливі волокна нерва передають інформацію про звук, рівновагу, положення голови.

Слина – секрет слинних залоз.

Сліпа пляма – ділянка сітківки, на якій немає фоторецепторів (у місці виходу зорового нерва).

Соматична нервова система - нервова система, що іннервує довільну мускулатуру скелета та деяких внутрішніх органів - язика, глотки, гортані, очного яблука, середнього вуха.

Сновидіння – результат спонтанної активності певних ділянок мозку під час сну.

Спіральний, або кортіїв орган – периферійна частина звукосприймального апарата хребетних тварин і людини (рецептор слухового аналізатора).

Спинний мозок - частина ЦНС, що розміщена в каналі хребта.

Стара кора, або архикортекс, - відносно рання частина кори головного мозку; розвивається в еволюції пізніше стародавньої кори - палеокортекса.

Стародавня кора, або палеокортекс, - найдавніша частина кори великих півкуль головного мозку.

Статеві гормони – гормон статевих та деяких інших залоз, що регулюють вияв статевих ознак.

Статеві залози – залози змішаної секреції.

Стравохід – орган, частина травної трубки.

Стрес - особливий функціональний стан, що виникає внаслідок реакції організму на екстремальний вплив, який сприймається як загрозливий для життя і здоров'я людини.

Стрес емоційний - особливий функціональний стан організму, спричинений сигнальними подразниками.

Стрес інформаційний _ особливий функціональний стан організму, що виникає в ситуації інформаційного перенавантаження, коли людина не може впоратися із завданнями або не може прийняти правильне рішення в необхідному темпі при високій відповідальності за наслідки цього рішення.

Стулкові (атріовентрикулярні) клапани – клапани серця (між передсердями та шлуночками), утворені кількома стулками (2–3).

Суглоб – структура, що забезпечує рухоме з'єднання кісток.

Судини кровоносні – органи кровоносної системи, яким рухається кров.

Судинноруховий центр – нервовий центр довгастого мозку, що регулює діаметр отвору судин (переважно артерій м'язового типу).

Сухожилля – частина поперечносмугастого м'яза, сполучно-тканинний утвір, якою м'яз прикріплюється до кісток.

Сфінктер – кільцевий м'яз, що виконує функцію регуляції пересування їжі шлунково-кишковим трактом.

Т

Таламус (згир'я) - утворення сірої речовини, куди направляються доцентрові імпульси від усіх рецепторів (крім нюхового аналізатора).

Таламус – відділ головного мозку.

Темперамент – характеристика особистості людини, зумовлена типом вищої нервової діяльності.

Терморецептори – тип рецепторів за природою сигналу.

Тестостерон – чоловічий статевий гормон.

Тимозини і тимопоетини – гормони виличкової залози.

Тимус – (вилочкова, зобна залоза), залоза внутрішньої секреції.

Тиреотропін – гормон гіпофізу, що впливає на щитоподібної залози.

Тироксин і трийодтиронін – гормони щитоподібної залози.

Товстий кишечник – орган, частина травної трубки.

Тонкий кишечник – орган, частина травної трубки.

Тонус м'язу – здатність м'язу тривало і стійко підтримувати стан скорочення при найменших витратах речовин і енергії.

Тонус нервових центрів (властивість збудження) - це стале незначне збудження нейронів нервового центру, у створенні і підтриманні якого беруть участь аферентні імпульси, що надходять від периферичних рецепторів ЦНС, а також різні гуморальні подразники.

Трансформація ритму збудження (властивість збудження) - це частота імпульсів, які нервові центри надсилають до виконавчих органів, певною мірою визначаються силою і частотою подразнення рецепторів.

Трахея – орган дихальної системи (повітроносних шляхів).

Трипсин – протеолітичний фермент підшлункової залози.

Тристулковий клапан – стулковий клапан правої половини серця людини (між правим передсердям і правим шлуночком).

Тромбін – активна форма ферменту, що бере участь у зсіданні крові.

Тромбоцити – кров'яні пластинки; клітини крові, що беруть участь у зсіданні крові.

У

Умовний рефлекс – тимчасове функціональне об'єднання групи нервових клітин, пов'язане з утворенням зв'язків між різними безумовними рефlekсами .

Уповільнене проведення збудження (властивість збудження) - таке збудження в нервовому центрі, що зумовлене синаптичною затримкою, тобто часом, потрібним для нового розвитку дії медіатору на постсинаптичну мембрану проміжних та еферентних нейронів.

Ф

Фермент – клас білків, що здатні прискорювати певні хімічні реакції.

Фібриноген – розчинний білок плазми крові, який при певних умовах перетворюється на нерозчинний фібрин.

Фолікул – компонент яєчника; міхурець, всередині якого дозріває одна яйцеклітина.

Фолікулостимулюючий гормон – гормон передньої долі гіпофізу.

Формені елементи крові – клітини крові.

Фоторецептори – тип рецепторів за природою сигналу.

Функціональна залишкова ємність легень – об'єм повітря, що залишається в легенях після спокійного видиху.

Х

Хвостате ядро - ядро, що входить до складу базальних чинників; пов'язане з регуляцією рухових функцій.

Хребет – відділ скелету людини та хребетних тварин.

Хребці – кістки, з яких складається хребет.

Хронаксія – найменший час, протягом якого електричний струм, що дорівнює подвоєній реобазі має діяти на тканину, що викликати збудження.

Ц

Центр вдиху – регуляторний центр дихання у довгастому мозку.

Центр видиху – регуляторний центр дихання у довгастому мозку.

Центр вищої інтегративної діяльності мозку людини - центр, розташований в тім'яній частці великих півкуль головного мозку.

Центр збереження рівноваги і положення тіла в просторі - центр, розміщений в корі верхньої та середньої скроневих звивин великих півкуль головного мозку.

Центр зорового аналізатора - центр, розташований в потиличній ділянці в зоні шпорної борозни великих півкуль головного мозку.

Центр мови - центр, що міститься у лівій півкулі головного мозку.

Центр шкірного аналізатора - центр, розташований в задньоцентральної ділянці великих півкуль головного мозку.

Центральна нервова система (ЦНС) - система, яка складається із головного і спинного мозку.

Цукровий діабет – гормональне захворювання, пов'язане з порушенням виділення гормонів підшлункової залози.

Ч

Часова сумація збуджень (властивість збудження) - властивість збудження, що виникає тоді, коли допорогові подразнення багаторазово повторюються через короткі інтервали часу.

Червоне ядро - ядро, розміщене в середньому мозку; регулює м'язовий тонус; важливий координаційний і регулювальний центр екстра пірамідних шляхів, керує автоматичними рухами.

Червоний кістковий мозок – кровотворна (гематопоетична) тканина, розташована в порожнинах губчастої кісткової тканини кісток.

Череп – відділ скелету людини та хребетних тварин.

Чорна речовина - ділянка, розташована у середньому мозку і зв'язана з координуванням складних актів ковтання і жування, регуляцією пальців рук.

Ш

Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ) – один з стандартних лабораторних показників крові. **Шкіра** – зовнішній покрив тіла ряду тварин і людини.

Шлунковий сік – розчин травних ферментів та інших речовин (в т.ч. низькомолекулярних), що виділяється шлунковими залозами.

Шлунок – орган, частина травної трубки.

Шлуночок – частина (камера) серця людини.

Щитоподібна залоза – залоза внутрішньої секреції.

Я

Ядерна зона рухового аналізатора - зона, розташована в передньо і задньоцентральної ділянках кори великих півкуль головного мозку.

Ядерна зона слухового аналізатора - зона, розташована в скроневій ділянці кори великих півкуль головного мозку.

Ядерна зона смакового аналізатора - зона, розташована поблизу больової борозни великих півкуль головного мозку.

Джерела інформації

1. Фізіологія / В. Г. Шевчук, В. М. Мороз, С. М. Белан та ін. – Вінниця: Нова Книга, 2018. – 448 с.
2. Чайченко Г. М. Фізіологія людини / Г. М. Чайченко, В. О. Цибенко, В. Д. Сокур. – К.: Вища школа, 2003. – 463 с.
3. Маліков М. В. Фізіологія людини. – Запоріжжя: ЗНУ, 2009. – 757 с.
4. Калініна Т. О. Фізіологія і психологія праці. – Х.: Вид-во ХНЕУ, 2005. – 268 с.
5. Мороз В. М. Фізіологія. Короткий курс. / В. М. Мороз, М. В. Йолдухівський, Н. В. Белік та ін. – Вінниця: Нова книга, 2015. – 408 с.
6. Крушельницька Я. В. Фізіологія і психологія праці: Навчальний посібник / Я. В. Крушельницька. – К.: КНЕУ, 2000. – 232 с.
7. Сілі Р. Р. Анатомія і фізіологія / Р. Р. Сілі, Т. Д. Стівенс, Ф. Тейд. У 2-х томах. – К.: Олімпійська література, 2007. – 1224 с.
8. Крушельницька Я. В. Фізіологія і психологія праці: Навчально-методичний посібник для самот. вивч. Дисц. – К.: КНЕУ, 2002. – 182 с.
9. Кизименко Л.Д. Основи анатомії і фізіології людини. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2009. – 245 с.
10. Основні фізіологічні поняття, цифри, визначення з курсу «Фізіологія людини та тварин» : Питання до тестових завдань : навчально-методичний посібник / уклад.: Т. В. Гладкій, Г. В. Майкова. – Одеса : Астропринт, 2010. – 72 с
11. Вадзюк С. М. , Родинський О. Г. Фізіологічні терміни. Тлумачний словник . Видавництво: Укрмедкнига, 2020. – 204 с.
12. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем): підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] /

М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с.

13. Чайченко Г. М. Фізіологія вищої нервової діяльності : підручник / Г. М. Чайченко. – Київ : Либідь, 1993. – 214 с.

14. Гігієна праці : підручник / Ю. І. Кундієв , О. П. Яворовський , А. М. Шевченко та ін.; за ред. акад. НАН України, НАН України, проф. Ю. І. Кундієва, чл.-кор. НАН України, проф. О. П. Яворовського. – К. : ВСВ «Медицина», 2019. – 904 с.

15. Плахтій П. Д., Савчук А. М. Фізіологія та психологія праці. / П. Д. Плахтій, А. М. Савчук ; за ред. П. Д. Плахтія. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2014. – 352 с.

16. Плахтій П. Д. Фізіологія і біохімія м'язів та м'язової діяльності / П. Д. Плахтій, Т. В. Коваль, Л. С. Соколенко. – Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2011. – 176 с.

17. Фізіологія : навч. посібник / О. А. Кащенко, О. М. Поспелов, С. Л. Ляшенко, Г. О. Волохова ; за ред. проф. О. А. Шандри. – Одеса : ОНМедУ, 2013. – 288 с.

18. Фізіологія людини : навч. посіб. - Вид. 2-ге, доп. / Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І. [та ін.]. – Львів : ЛДУФК, 2013.– 208 с.

19. Мікробіологія та фізіологія харчування: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів освіти I – IV рівнів акредитації. Видання третє, перероблене та доповнене / В. Д. Малигіна, О. А. Ракша-Слюсарєва, Н. О. Попова. – К.: Кондор-Видавництво, 2017. – 312 с.

20. Фізіологія : навчальний посібник до лабораторних занять і самостійної роботи студентів спеціальності «Медицина» / уклад.: А. Г. Моренко, А. І. Поручинський, Т. В. Качинська, Т. Ф. Поручинська. Ч. 1. переробл. і доповн. Луцьк : Вежа-Друк, 2022. – 102 с.

21. Пасічніченко О. М., Макаруч М. Ю. Фізіологія нервів і м'язів (Навчальний посібник). – Київ, 2020. – 157с.

22. Фізіологія людини [Текст] : навч. посіб. для студ. пед. ун-тів та ін-тів: [В 3 ч.]. – Т. 1 : Нейрогуморальна регуляція функцій організму людини / О. С. Кучерук, П. Д. Плахтій. – Кам'янець-Подільський держ. педагогічний ун-т. – Кам'янець-Подільський, 2000. – 215 с.

23. Фізіологія людини [Текст] : навч. посіб. для студ. пед. ун-тів та ін-тів: [В 3 ч.]. – Ч. 2 : Обмін речовин і енергозабезпечення м'язової діяльності / П. Д. Плахтій. – Кам'янець-Подільський держ. педагогічний ун-т. – Кам'янець-Подільський, 2000. – 218 с.

24. Введення в фізіологію. Фізіологія збудливих тканин : навчально-методичний посібник для викладачів / М. А. Тихоновська [та ін.] – Запоріжжя : ЗДМУ, 2015. – 91с.

25. Півень С. М. Фізіологія обміну речовин і енергії. Терморегуляція : навчальний посібник / С. М. Півень. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 85 с.

26. Черненко-Курагіна Н. П. Фізіологічні характеристики розумової діяльності людей з різними індивідуально-типологічними властивостями вищої нервової діяльності при низькому темпі переробки інформації / Н. П. Черненко-Курагіна // Вісник Черкаського університету, 2016. – №1. – С. 120–125.

27. Вегетативне забезпечення розумової роботи з різною швидкістю пред'явлення інформації / Черненко Н. П., Макаренко М. В., Лизогуб В. С. та ін. // Вісник Черкаського університету, 2009. – Вип. 156. – С. 121–128.

28. Трахтенберг І. М. Гігієна розумової праці / І. М. Трахтенберг. – Київ: «Здоров'я», 1997. – 103 с.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Предмет, історія, методи і значення фізіології	6
1.1. Фізіологія людини як дисципліна. Завдання і зв'язок курсу з іншими дисциплінами	6
1.2. Предмет фізіології, значення фізіології.....	10
1.3. Історія розвитку фізіології.....	12
2. Методологічні принципи та методи фізіології. Основні поняття фізіології.....	18
2.1. Методологічні принципи фізіології.....	18
2.2. Методи фізіологічних досліджень	21
2.3. Основні поняття фізіології.....	23
3. Організм людини та його фізіологічні функції.....	26
3.1. Організм і рівні його організації	26
3.2. Біологічні реакції	30
3.3. Регулювання фізіологічних функцій.....	31
4. Біоелектричні потенціали.....	34
4.1. Будова плазматичної мембрани	34
4.2. Асиметричний розподіл іонів і механізми його виникнення	37
4.3. Мембранний потенціал спокою. Потенціали дії	39
4.4. Закономірності подразнення клітин електричним струмом Полярний закон. Закон «усе або нічого».....	45
5. Нервова система як провідна фізіологічна система.....	50
5.1. Загальні відомості про нервову систему людини. Типи нервової системи людини.....	50
5.2. Нервова клітина як основна структурна одиниця нервової системи. Будова і функції нейронів, класифікація. Нейроглія	

Нервові волокна	53
5.3. Фізіологія синапсів. Класифікація синапсів. Будова і механізм передачі збудження	57
5.4. Закони проведення збудження нервовими волокнами.....	60
6. Рефлекторна діяльність нервової системи.....	61
6.1. Вища і нижча нервова діяльність. Рефлекторна функція ЦНС	61
6.2. Рефлекторна дуга. Координація рефлекторних процесів	64
6.3. Динамічний робочий стереотип як одиниця трудової поведінки людини, умови його формування і вдосконалення...	70
7. Фізіологія центральної нервової системи.....	75
7.1. Центральна нервова система. Нервові процеси – збудження і гальмування та закономірності їх взаємодії. Іррадіація, концентрація, урівноваженість, індукція	75
7.2. Властивості нервових процесів: сила, рухливість, урівноваженість як фізіологічна основа темпераменту	80
7.3. Будова та рефлекторна діяльність спинного мозку	83
8. Фізіологія вищої нервової діяльності.....	88
8.1. Природжені та набуті форми поведінки	88
8.2. Закономірності умовно-рефлекторної діяльності. Гальмування умовних рефлексів.....	93
8.3. Аналітико-синтетична діяльність кори головного мозку. Співвідношення першої та другої сигнальних систем у різних видах трудової діяльності.....	96
8.4. Анатомо-фізіологічні основи мови. Фізіологічні основи мислення. Свідомість як функція мозку. Нервова пам'ять. Функції ЦНС в процесі праці. Фізіологія сну.....	100
9. Фізіологія рухового апарату людини.....	104

9.1. Загальні відомості про будову рухового апарату людини та його функції	104
9.2. Типи скорочення м'язів. Енергетика м'язового скорочення. Теплопродукція.....	108
9.3. М'язова сила і витривалість. Методи вимірювань. Сутність фізіологічного закону середніх навантажень і середніх швидкостей скорочення м'язів та його використання в нормуванні праці	110
9.4. М'язова діяльність. Динамічна і статична робота. Праця як поєднання динамічних рухів і статичної напруги. Локальний, регіональний і загальний характер м'язових навантажень.....	112
10. Ендокринна система.....	115
10.1. Залози внутрішньої секреції	115
10.2. Гормони. Класифікація. Роль гормонів в організмі людини (гіпоталамусу, гіпофізу, підшлункової залози, наднирникових залоз, статевих залоз та ін.).....	118
10.3. Тканинні гормони.....	126
11. Кров, лімфа, тканинна рідина.....	128
11.1. Кров, лімфа, тканинна рідина. Об'єм, склад, функції. Формені елементи крові	128
11.2. Захисні системи організму. Імунітет	133
11.3. Система згортання крові	137
11.4. Кровотворення і його регуляція.....	143
12. Серцево-судинна система.....	146
12.1. Кровообіг. Будова серця. Властивості серцевого м'яза. Робота серця та її прояви. Іннервація серця і регуляція його функцій	146
12.2. Кровоносні судини. Рух крові в судинах	151

12.3.	Центральна та рефлекторна регуляція кровообігу	156
12.4.	Лімфатична система	160
13.	Дихання.....	163
13.1.	Легеневе дихання людини. Будова дихальної системи людини	163
13.2.	Механізм вдиху та видиху. Кількісні характеристики дихання	166
13.3.	Газообмін у легенях та тканинах. Тканинне дихання	169
13.4.	Регуляція дихання. Роль вищих відділів центральної нервової системи у регуляції дихання. Дихання людини за різних умов. Дихання під час фізичного навантаження	173
14.	Травлення. Функції травної системи	179
14.1.	Травна система людини. Функції травної системи	179
14.2.	Травлення у ротовій порожнині. Травлення у шлунку, тонкій та товстій кишці.....	182
14.3.	Порожнинне та мембранне травлення у тонкій кишці	14.4.
	Голод та насичення як регулятори споживання їжі	187
14.4.	Голод та насичення як регулятори споживання їжі.....	190
15.	Виділення.....	192
15.1.	Виділення. Будова і функції нирок	192
15.2.	Сечоутворення. Механізм розведення і концентрування сечі	197
15.3.	Інші функції нирок. Регуляція функції нирок.....	202
16.	Фізіологія сенсорних систем.....	205
16.1.	Загальні властивості сенсорних систем.....	205
16.2.	Аналізатори, їх будова, функція та класифікація.....	211
16.3.	Зорова сенсорна система. Слухова сенсорна система. Вестибулярний аналізатор. Нюхова сенсорна система. Смакова	

	сенсорна система. Соматосенсорний аналізатор.....	213
17.	Самостійна робота над дисципліною.....	223
	Завдання для самостійної роботи.....	225
17.1.	Предмет фізіології, історія, значення фізіології.....	225
17.2.	Методологічні принципи та методи фізіології. Основні поняття фізіології.....	226
17.3.	Організм людини та його фізіологічні функції.....	229
17.4.	Біоелектричні потенціали.....	231
17.5.	Нервова система як провідна фізіологічна система.....	233
17.6.	Рефлекторна діяльність нервової системи.....	235
17.7.	Фізіологія центральної нервової системи.....	237
17.8.	Фізіологія вищої нервової діяльності.....	239
17.9.	Фізіологія рухового апарату людини.....	241
17.10.	Ендокринна система.....	243
17.11.	Кров, лімфа, тканинна рідина.....	245
17.12.	Серцево-судинна система.....	247
17.13.	Дихання.....	249
17.14.	Травлення.....	251
17.15.	Виділення.....	253
17.16.	Сенсорні системи.....	255
	Глосарій.....	257
	Джерела інформації.....	284

Навчальне видання

ВАСЬКОВЕЦЬ Людмила Антонівна

ФІЗІОЛОГІЯ

Конспект лекцій

для студентів спеціальності 263 – Цивільна безпека,
освітня програма – Охорона праці

Частина 1

Відповідальний за випуск проф. Березуцький В. В.

Роботу до видання рекомендувала проф. Райко В.Ф.

В авторській редакції

План 2023 р., поз. 621.

Гарнітура Таймс. Обсяг –12,1 друк. арк.

Видавничий центр НТУ «ХПІ»

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5478 від 21.08.2017 р

61002, Харків, вул. Кирпичова, 2