

І.О. Сяська, В.П. Марциновський



***Нормальна фізіологія
людини***

Навчальний посібник

УДК 612 (075.8)
С 99

*Рекомендовано до друку навчальний посібник
«Нормальна фізіологія людини»
Вченою радою Рівненського державного гуманітарного
університету (протокол № 11 від 26 листопада 2021 р.)*

Рецензенти:

Григус І. М., доктор медичних наук, професор, директор навчально-наукового інституту охорони здоров'я Національного університету водного господарства та природокористування;

Піонтковський В. К., доктор медичних наук, заступник директора КП «Рівненська обласна клінічна лікарня імені Юрія Семенюка».

Сяська І. О., Марциновський В. П. Нормальна фізіологія людини. Навчальний посібник. Рівне: О.Зень, 2022. 196 с.

ISBN 978-617-601-406-5

У навчальному посібнику викладено короткий курс фізіології людини, який охоплює більшість розділів цього предмету з позицій нормальної та клінічної фізіології. У методиці виконання лабораторних робіт, включених у посібник, наголошується на біоетичних підходах до постановки фізіологічних експериментів, запропоновано заміну гострих експериментів на віртуальні з використанням мультимедійних технологій і відповідного програмного забезпечення. Навчальний посібник побудовано з урахуванням структури і завдань навчальної дисципліни „Нормальна фізіологія людини” та рекомендовано для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 227 Фізична терапія, ерготерапія.

УДК 612 (075.8)

© Сяська І. О., Марциновський В.П. 2022 р.

ISBN 978-617-601-406-5 © РДГУ

ЗМІСТ

Передмова	4
Розділ 1. Фізіологія збудливих тканин і нервової системи	5
1.1. Вступ у фізіологію. Історія розвитку фізіології як науки.	5
1.2. Фізіологія збудження. Потенціал дії.....	9
1.3. Фізіологія нервів і синапсів.....	18
1.4. Загальні закономірності діяльності ЦНС.....	28
1.5. Фізіологічна характеристика ЦНС та ВНС.....	35
1.5.1. Сенсорні функції ЦНС.....	35
1.5.2. Роль ЦНС в регуляції рухових функцій.....	37
1.5.3. Фізіологія вегетативної нервової системи.....	45
1.6. Фізіологія м'язів.....	50
Розділ 2. Загальна функціональна характеристика сенсорних систем	59
2.1. Вчення про сенсорні системи. Фізіологія больової, температурної і тактильної чутливості.....	59
2.2. Фізіологія зорового аналізатора.....	66
2.3. Фізіологічна характеристика та взаємодія слухового, нюхового, смакового аналізаторів.....	73
Розділ 3. Фізіологія вісцеральних систем	81
3.1. Фізіологічна характеристика крові.....	81
3.2. Фізіологічна характеристика серцево-судинної системи...	102
3.3. Фізіологія дихання.....	121
3.4. Фізіологія травлення.....	133
3.5. Фізіологія виділення.....	139
Розділ 4. Фізіологія обміну речовин і енергії та ендокринної системи	154
4.1. Фізіологічні основи обміну речовин і енергії в організмі людини і тварин.....	154
4.2. Фізіологічні механізми терморегуляції.....	156
4.3. Фізіологія ендокринної системи.....	159
Розділ 5. Лабораторний практикум	166
Література	194

ПЕРЕДМОВА

Нормальна фізіологія людини передбачає вивчення закономірностей функціонування живих організмів і їх окремих структур (клітин, тканин, органів і функціональних систем), що є основою життєдіяльності організму в цілому і дає змогу саморегулюватися, відтворюватися і взаємодіяти з навколишнім середовищем для ритмічної і цілеспрямованої діяльності. Посібник підготовлений згідно освітньо-професійної програми для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 227 „Фізична терапія, ерготерапія”.

У навчальному посібнику викладено короткий курс фізіології людини, який охоплює більшість розділів цього предмету з позицій нормальної та клінічної фізіології. Вивчення цього курсу побудоване за функціональним принципом на основі сучасних досягнень науки про будову і функції біологічної матерії на всіх рівнях її організації. Основними завданнями фізичної реабілітації є: функціональне відновлення пацієнта (повне або компенсація при недостатньому чи відсутності відновлення); забезпечення його пристосування до повсякденного життя і праці; залучення до трудового процесу; диспансерний нагляд за реабілітованим. Вирішення кожного із цих завдань вимагає міцних знань з фізіології. Так, функціональне відновлення пацієнта неможливе без знання нормальних параметрів функцій організму, бо воно ґрунтується на виявленні відхилень фізіологічних показників від норми. Грамотне лікування захворювань вимагає розуміння механізмів регуляції фізіологічних процесів, бо тільки в цьому випадку можна цілеспрямовано впливати на них за допомогою медикаментозних та немедикаментозних засобів.

У методиці виконання лабораторних робіт, включених у посібник, наголошується на біоетичних підходах до постановки фізіологічних експериментів, запропоновано заміну гострих експериментів на віртуальні з використанням мультимедійних технологій і відповідного програмного забезпечення. Виконання лабораторних завдань допоможе студентам глибше осмислити закономірності основних фізіологічних функцій організму, одержати безпосереднє підтвердження теоретичних положень про ці функції, засвоїти сучасні методи фізіологічних досліджень, навчитися аналізувати здобуті результати.

РОЗДІЛ 1. ФІЗІОЛОГІЯ ЗБУДЛИВИХ ТКАНИН І НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

1.1. Вступ у фізіологію. Історія розвитку фізіології як науки

Основоположні поняття фізіології людини і тварин

Фізіологія людини – наука, яка вивчає функції здорового організму людини та механізми регуляції цих функцій.

Фізіологічна функція – це прояв життєдіяльності організму, що має адаптаційний характер; або – це сукупність взаємозв'язаних фізіологічних процесів, які спрямовані на досягнення певного корисного для організму результату.

Фізіологічний процес – послідовність фізіологічних явищ, які приводять до реалізації функції. В основі фізіологічних процесів лежать конкретні фізіологічні механізми.

Механізм – це спосіб реалізації фізіологічного процесу.

Регуляція функції – пристосування даної функції до потреб організму в конкретних умовах життєдіяльності. Як правило, вона досягається за рахунок координуючого впливу центральної нервової та ендокринної систем.

Гомеостаз – це відносна постійність хімічного складу і фізико-хімічних властивостей внутрішнього середовища організму (крові, лімфи і міжклітинної речовини). Фізіологічні функції організму спрямовані на підтримання гомеостазу.

Фізіологічна норма – статистична характеристика показників життєдіяльності, яка характеризує оптимальний стан організму. Це може бути або середня величина показника або певний діапазон його відхилень. Нормативні параметри фізіологічних функцій та процесів отримують в результаті статистичної оцінки показників при обстеженні великих однорідних груп здорових людей.

Вивчення фізіологічних закономірностей ґрунтується на інформації про макро- та мікроскопічну структуру органів і тканин, на знанні біохімічних та фізіологічних процесів живого організму. Фізіологія синтезує фактичні дані таких наук, як анатомія, біохімія, біофізика, гістологія, молекулярна біологія, об'єднуючи їх в єдину систему знань про організм людини.

Фізіологія вивчає функції на різних рівнях організації живої матерії – субклітинному, клітинному, органному, системному. У відповідності з цим, виділяють такі розділи фізіології, як фізіологія

клітинних мембран, клітинна фізіологія, органна фізіологія, фізіологія функціональних систем та інші. Багато з них виділились у самостійні наукові напрями. Найбільшу цінність для формування клінічного мислення має фізіологія функціональних систем, основоположником якої по праву вважається російський фізіолог П.К.Анохін. Під **функціональною системою** розуміють вибіркове об'єднання різних анатомічних органів структур та тканин з метою забезпечення певного корисного результату. Системний підхід до вивчення функцій має ряд переваг перед традиційним анатомічним підходом. Він формує синтетичне розуміння закономірностей функціонування цілісного організму, орієнтує на виявлення різноманітних взаємозв'язків між елементами функціональної системи та встановлення їхньої взаємної підпорядкованості.

Головним фактором, який об'єднує органи в функціональну систему, є **корисний пристосувальний для системи і організму в цілому результат**. Такими корисними пристосувальними результатами, довкола яких формуються функціональні системи, є, в першу чергу, показники внутрішнього середовища організму (концентрація глюкози, парціальні тиски кисню і вуглекислого газу, температура, рН крові, рівень осмотичного та кров'яного тиску і т.д.). Окремі корисні пристосувальні результати різних функціональних систем організму забезпечують в своїй сукупності нормальне протікання метаболізму в організмі і пристосування до оточуючого середовища. В кожному функціональну систему об'єднуються різні органи і системи незалежно від їх анатомічної та гістологічної спільності. Так, наприклад, в функціональну систему, яка забезпечує оптимальну для метаболізму напругу дихальних газів крові, включаються органи дихання, серце, апарат кровообігу, кров, органи виділення, ЦНС, залози внутрішньої секреції і т.д. В функціональну систему, яка забезпечує оптимальний рівень температури тіла, включаються легені, нирки, потові залози, шлунково-кишковий тракт, нервова система і залози внутрішньої секреції. Таким же чином інші функціональні системи вибірково об'єднують різні органи з метою досягнення певного корисного для організму пристосувального результату. Звертає на себе увагу той факт, що нервові та ендокринні структури є обов'язковими елементами кожної функціональної системи.

П.К.Анохін висунув положення про те, що кожна функціональна система організму працює за принципом

саморегуляції з постійною інформацією про стан її корисного пристосувального результату. *Принцип саморегуляції* полягає в тому, що будь-яке відхилення корисного пристосувального результату функціональної системи від оптимального для метаболізму рівня на основі зворотних зв'язків негайно мобілізує різні механізми цієї системи для повернення цього результату до попереднього рівня. Так, якщо в крові різко змінюється концентрація глюкози або температура тіла, то згідно принципу саморегуляції негайно включається ланцюг фізіологічних процесів, які відновлюють оптимальний рівень глюкози чи температури тіла. Можна вважати, що гомеостаз цілісного організму досягається координованою діяльністю різних функціональних систем.

За П.К.Анохіним, кожна функціональна система включає наступні універсальні для всіх функціональних систем вузлові компоненти:

- *корисний пристосувальний результат*, як основна системоутворююча ланка функціональної системи;
- *рецептори результату*;
- *зворотну аферентацію*, яка йде від рецепторів результату в центральні регуляторні структури;
- *центральну архітектуру*, яка є вибіркоким об'єднанням нервових центрів різних рівнів;
- *виконавчі механізми*, що включають соматичні, вегетативні, ендокринні регуляторні механізми та цілеспрямовані поведінкові реакції.

Основними завданнями фізичної реабілітації є: функціональне відновлення пацієнта (повне або компенсація при недостатньому чи відсутності відновлення); забезпечення його пристосування до повсякденного життя і праці; залучення до трудового процесу; диспансерний нагляд за реабілітованим.

Вирішення кожного із цих завдань вимагає міцних знань з фізіології. Так, функціональне відновлення пацієнта неможливе без знання нормальних параметрів функцій організму, бо воно ґрунтується на виявленні відхилень фізіологічних показників від норми. Грамотне лікування захворювань вимагає розуміння механізмів регуляції фізіологічних процесів, бо тільки в цьому випадку можна цілеспрямовано впливати на них з допомогою медикаментозних та немедикаментозних засобів. Знання функції різних структур організму, процесів, що лежать в основі цих

функцій, та їх конкретних механізмів необхідно для того, щоб розробити науково-обґрунтовані методи їх корекції та методи профілактики порушень.

Короткий опис історії розвитку фізіології як науки

Початкові знання про функції людини і тварин були сформульовані лікарями і мислителями Древньої Греції – Гіппократом (460 – 377 р. до н.е.), Арістотелем (384 – 322 р. до н.е.) і Давнього Риму – Галеном (171 – 200 р.).

У X – XI ст. високий рівень культури був у Середній Азії. Тут жив і творив найбільший вчений того часу Ібн-Сіна – Авіцена (980 – 1037). Його наукові трактати з медицини містять чимало відомостей про функції організму.

В епоху Відродження посилювався інтерес до природничих наук, у тому числі і до біології. Виникнення фізіології як самостійної експериментальної науки пов'язано з ім'ям англійського лікаря Уільяма Гарвея (1578 – 1657), що у 1628 році опублікував фундаментальну працю „Анатомічне дослідження про рухи серця і крові у тварин”. Дослідами на тваринах було доведено, що кров рухається в одному напрямку по замкнутій системі кровоносних судин – артерій і вен і що постійний рух крові обумовлений скороченнями серця. Відкриття було доповнено італійським дослідником М. Мальпігі (1628 – 1694). Вивчивши під мікроскопом капіляри, що з'єднують артерії і вени у замкнену систему судин, він описав також мікроскопічну будову кров'яних тілець, шкіри, легенів, нирок.

Протягом наступних двох століть фізіологія розвивалась дуже повільно. Серед фундаментальних робіт XVII–XVIII ст. можна назвати відкриття Р. Декартом (1596-1650) принципу рефлекторної діяльності нервової системи (застосування самого поняття „рефлекс” і його формулювання запропоновані чехом ї. Прохазкою, 1749-1820), вимірювання величини кров'яного тиску (Хелс), закону збереження матерії (М. В. Ломоносов), відкриття кисню (Прістлі), спільності процесів горіння і газообміну (Лавуазьє), відкриття „тваринної електрики” – здатності живих тканин генерувати електричні потенціали (Гальвані).

Перший повноцінний посібник із фізіології на латинській мові в 8 томах „Elementa physiologia corporis humani” було написано А. фон Галлером у 1757 – 1766 роках і згодом неодноразово обновлявся німецькими авторами. У першій половині

XIX сторіччя з'явилися підручники з фізіології Г. Прохаски (Чехія), І. Мюллера (Німеччина), О.М. Філомафітського (Росія).

У XIX сторіччі в ряді країн Європи закладаються і формуються фізіологічні школи, засновані на експериментальних дослідженнях. Їхніми видатними представниками були: у Німеччині – І. Мюллер (1801 – 1858), Г. Гельмгольц (1821 – 1894), Э. Дюбуа-Реймон (1818 – 1896), Р. Гейденгайн (1834 – 1897), К. Людвіг (1816 – 1885); у Франції – Ф. Мажанді (1783 – 1855), К. Бернар (1813 – 1878); в Англії – Ч. Белл (1774 – 1842), Дж. Ленглі (1850 – 1916), Ч. Шеррингтон (1855 – 1949); у США – У. Кеннон (1871 – 1945); у Росії – І. М. Сеченов (1829 – 1905), І. П. Павлов (1849 – 1936).

Фізіологія XX сторіччя характеризується комплексним підходом до вивчення життєвих процесів, розглядом їх на різних рівнях організації, широким використанням в експериментах новітньої електронної апаратури.

Всі фізіологічні функції і механізми їхньої регуляції стали розглядатися з урахуванням їх фізико-хімічної, біохімічної і молекулярної природи. Поряд із цим чітко визначився системний і функціональний підхід до вивчення організму, що дозволяє простежити явища в їхній динаміці й у зв'язку з багатьма іншими процесами і явищами.

Питання охорони здоров'я і виробництва зажадали поглибленого вивчення фізіології різних представників тваринного світу і людини, що призвело до створення великих науково-дослідних інститутів і лабораторій, спроможних проводити глибокі комплексні дослідження.

1.2. Фізіологія збудження. Потенціал дії

Сучасні уявлення про будову та функцію клітинних мембран

Клітини живих організмів під впливом факторів зовнішнього та внутрішнього середовища переходять із стану фізіологічного спокою в стан активності. Цю їх властивість називають *подразливістю*. Крім цього клітини деяких тканин здатні не просто активуватися, а генерувати у відповідь на дію зовнішніх порогових подразників спеціалізовані коливання електричного потенціалу їх зовнішньої мембрани. Такі тканини називають *збудливими*. До

збудливих тканин відносять нервову, м'язову та залозисту тканини. Оскільки генерація електричних потенціалів пов'язана із особливостями клітинних мембран, то спочатку розглянемо її структуру і функції.

Зовнішня клітинна мембрана або плазмолема складається з двох шарів молекул ліпідів (переважно фосфоліпідів) та білків, молекули яких пронизують наскрізь обидва шари ліпідів (трансмембранних білків), або фіксуються на поверхні зовнішнього шару чи виступають всередину клітини (поверхневих білків). За хімічною структурою більшість білків є глікопротеїдами. Товщина плазмолем складає 7,5-10 нм (10^{-9} м). Вона виконує такі функції:

- *створення бар'єру між середовищем клітини та оточуючою міжклітинною рідиною;*
- *підтримка внутрішньої структури клітини (цитоскелету);*
- *рецепція різних медіаторів, гормонів та інших фізіологічно активних речовин.*

В структурі клітинних мембран виявлені специфічні канали, через які транспортуються іони та молекули. Ці канали, як правило, розміщені у місці вкраплення білків всередину біліпідного шару. Вони є високоселективними, тобто через кожний з таких каналів транспортується лише певний вид іонів чи молекул. Канали можуть бути відкритими чи закритими, що залежить від конформаційних змін білкових молекул. Так, добре вивченими є натрієві та калієві канали. Натрієві канали мають діаметр 0,3-0,5 нм, їх внутрішня поверхня негативно заряджена по відношенню до зовнішньої; калієві канали вужчі – їх діаметр складає 0,3 нм, а заряду вони не мають.

В залежності від того, який механізм контролює стан воріт іонних каналів, розрізняють *потенціалозалежні та хемочутливі канали*. У потенціалозалежних каналів ворота реагують на різницю електричних потенціалів по обидва боки мембрани, а у хемочутливих – на приєднання до білкових молекул фізіологічно активних речовин. Стан воріт змінюється дуже швидко: за мільйонні частки секунди.

Транспорт речовин через мембрану та його механізми

Транспорт речовин через клітинну мембрану здійснюється двома способами: пасивно та активно. До **пасивного транспорту** відносять просту та полегшену дифузію, фільтрацію та осмос.

Навчальне видання

СЯСЬКА Інна Олексіївна,
МАРЦИНОВСЬКИЙ Віталій Петрович

НОРМАЛЬНА ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

Навчальний посібник

Підписано до друку

Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman Суг.

Умовн. друк. арк. 12,6.

Тираж 300 прим.

Видавець: Олег Зень
Свідоцтво РВ № 26 від 6 квітня 2004 р.

Друк: VPM-ПОЛІГРАФ