

ЗМІСТ

Передмова.....	4
Розділ 1. Фізіологія як наука. Поняття про фізіологію рухової активності.....	5
Розділ 2. Фізіологія м'язової діяльності.....	11
Розділ 3. Фізіологічні основи дозування фізичного тренування.....	30
Розділ 4. Фізіологічні основи формування та розвитку рухових навичок.....	35
Розділ 5. Фізіологічні основи оздоровчої фізичної культури.....	120
Розділ 6. Фізіологічна характеристика статичних та динамічних вправ.....	135
Розділ 7. Фізіологічна характеристика передстартового стану.....	147
Розділ 8. Функціональні зміни в організмі при фізичних навантаженнях. Фізіологічна характеристика втоми.....	157
Розділ 9. Фізіологічна характеристика відновлення. Фізіологічні механізми витривалості.....	180
Розділ 10. Особливості тренування в різних кліматичних умовах.....	190
Розділ 11. Загальні поняття про функціональні проби.....	198
Розділ 12. Фізіологічний контроль та показники тренуваності спортсменів.....	204
Розділ 13. Вплив занять фізичними вправами на розумову й фізичну працездатність.....	212
Розділ 14. Основні засоби та методи підвищення фізичної працездатності.....	220
Розділ 15. Загальні поняття про адаптацію організму.....	225
Розділ 16. Адаптація організму людини до фізичних навантажень.....	238
Розділ 17. Фізіологія серцево-судинної системи. Адаптація серцево-судинної системи до фізичних навантажень.....	243
Розділ 18. Фізіологія дихальної системи. Її адаптація до фізичних навантажень.....	270
Розділ 19. Вікові фізіологічні особливості адаптації організму до фізичної активності.....	284
Розділ 20. Фізіологічні особливості адаптації організму до фізичної активності в похилому віці.....	290
Література.....	296

ПЕРЕДМОВА

Підручник «Фізіологія рухової активності» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 22 «Охорона здоров'я» спеціальності 227 «Терапія та реабілітація», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Фізична терапія, ерготерапія», створено авторським колективом кафедр анатомії з клінічною анатомією та оперативною хірургією і фізіології Полтавського державного медичного університету. У підручнику подано загальні відомості про фізіологію як науку, що вивчає функціональні аспекти організму людини. Особлива увага приділяється фізіології рухової активності: висвітлено особливості перебігу в цей час фізіологічних процесів в організмі людини, описано морфофункціональні зміни в органах і системах під час м'язової діяльності, зазначено механізми формування рухових навичок та особливості фізичного розвитку в дитячому та юнацькому віці.

З огляду на те, що без засвоєння основних положень і закономірностей фізіології людини неможливе опанування будь-яких спеціальностей у галузях знань 22 «Охорона здоров'я» і 09 «Біологія», підручник може бути використаний у процесі підготовки майбутніх фахівців, які навчаються за освітньо-професійними програмами «Медицина», «Стоматологія», «Фармація, промислова фармація», «Громадське здоров'я», «Медсестринство», «Парамедик», «Біологія».

Текст підручника супроводжується відповідними рисунками, які дають загальне уявлення про будову анатомічних структур, безпосередньо пов'язаних із фізіологією рухової активності, або допомагають зрозуміти окремі складні аспекти дисципліни.

Робота з підручником передбачає опанування кожним здобувачем освіти знань у світі природничо-наукових уявлень про рухові функції організму людини загалом, уміння використовувати здобуті знання під час подальшого вивчення інших фундаментальних медико-біологічних наук та в практичній діяльності ерготерапевта.

Автори висловлюють вдячність Олександрові Бобкову, Антону Бордюжі, Владиславу Лещенку, Аріні Храмовій, Катерині Ногтенко, Олександрі Цуп, Олегу Стовбуну, Ельдару Нурдінову та Тетяні Бондарчук за допомогу в підготовці підручника до видання та створенні ілюстрацій.

РОЗДІЛ 1

ФІЗІОЛОГІЯ ЯК НАУКА.

ПОНЯТТЯ ПРО ФІЗІОЛОГІЮ

РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ

Фізіологія (лат. *physis* – природа, *logos* – вчення) – це наука про процеси життєдіяльності організму, складників його фізіологічних систем, окремих органів, тканин, клітин і субклітинних структур, механізми регуляції цих процесів і вплив на функції організму природних чинників зовнішнього середовища.

У природі існує багато різних видів живих організмів, функціонування яких суттєво відрізняється. Тому фізіологію поділяють на кілька самостійних наук: фізіологію рослин, фізіологію мікроорганізмів, фізіологію тварин і фізіологію людини. Об'єктом вивчення фізіології людини є організм людини, особливості функціонування якого залежать від того, здоровий чи хворий цей організм. Тому фізіологію людини можна поділити на 2 науки: нормальну і патологічну. Нормальна фізіологія вивчає життєдіяльність здорового організму людини, а патологічна – хворого.

Фізіологія – експериментальна наука, основним методом пізнання механізмів і закономірностей у ній є *експеримент*, що дає змогу не тільки відповісти, що відбувається в організмі, а й з'ясувати, як і чому відбувається той чи той фізіологічний процес, як виникає, якими механізмами підтримується й керується. Добір методичних прийомів залежить від того, яку мету ставить експериментатор в експерименті.

Виокремлюють 2 основні різновиди експериментів:

1. *Гострий дослід*, або *вівісекція*. Під час цього процесу здійснюють хірургічне втручання, досліджують функції відкритого або ізольованого органа. Триває гострий експеримент від декількох десятків хвилин до декількох годин.

2. *Хронічний дослід*. У процесі хронічних досліджень здійснюють оперативне втручання для отримання доступу до органів. Потім домагаються загоєння операційних ран і лише після цього переходять до досліджень. Хронічні експерименти можуть тривати багато років.

Останнім часом спостерігаються значні методологічні вдосконалення. Механічні перетворювачі сигналів замінюють електронними системами, процеси записують на магнітні носії, обробка матеріалів здійснюється за допомогою комп'ютерної техніки. Так звані аналітичні дослідження використовують для того, щоб отримати уявлення про процеси, які відбуваються в організмі, у нервових, м'язових або екскреторних клітинах.

На ранніх етапах розвитку фізіології широко використовували методи *ампутації* – руйнування частини або всього органа. Якщо орган не видаляється, а пересаджується в нове місце чи організм, це називають *трансплантацією*. Цей підхід дуже результативний під час вивчення функцій ендокринних залоз.

Метод *фістули* використовують для дослідження функціонування органів, які розташовані глибоко в тілі й не піддаються безпосередньому спостереженню. Різновидом цієї методики може бути видалення проток залоз, як-от привушні або підщелепні слинні залози, у шкірі.

Метод *катетеризації* полягає в тому, що в кровоносні судини, серце і протоки залоз уводять тонкі синтетичні трубки та за допомогою катетера фіксують процеси, які там відбуваються.

Для встановлення функціональної залежності органа від впливу нервової системи використовують метод *денервації*. До того ж нервові волокна, що іннервують цей орган, перерізають або викликають подразнення за участю електричного чи хімічного подразника.

Останніми роками широко використовують різні інструментальні методики в поєднанні зі стимуляцією мозкових або периферійних структур і реєстрацією в них електричної активності, застосовуючи макро- й мікроелектроди.

Фізіологічні закономірності функціонування живих організмів ґрунтуються на даних про макро- і мікроскопічну структуру органів і тканини, біохімічні й біофізичні процеси, які відбуваються у клітинах, тканинах і органах.

У структурах організму, які вивчають морфологічні дисципліни, відбуваються фізичні й хімічні процеси, що є предметом вивчення біофізики та біохімії. Фізичні й хімічні процеси – основа виконання функцій, які вивчає фізіологія. Тому

з'ясування фізіологічних механізмів базується на даних анатомії, гістології, біохімії, біофізики та інших дисциплін.

Фізіологія синтезує знання інших дисциплін, об'єднуючи їх у єдину систему знань про організм. З іншого боку, фізіологія є підґрунтям для вивчення інших медичних наук, як-от патофізіологія та клінічні дисципліни.

Розкриваючи основні механізми, що забезпечують існування цілого організму і його взаємодію з навколишнім середовищем, фізіологія дає можливість з'ясувати причини, умови і характер порушень діяльності цих механізмів за умов хвороби. Вона допомагає визначити шляхи й засоби впливу на організм, які дають змогу нормалізувати порушені функції, відновити здоров'я.

Фізіологія рухової активності є спеціальним розділом фізіологічної науки, що вивчає зміни функцій організму під впливом м'язової (спортивної) діяльності, а також обґрунтовує практичні заходи щодо підвищення її ефективності.

Основною метою вивчення дисципліни є опанування знань про зміни фізіологічних функцій організму в процесі занять фізичною культурою і спортом, про вплив рухової активності на функціональні можливості організму залежно від ступеня його тренуваності, а також на стан здоров'я дітей, підлітків, осіб зрілого та похилого віку.

Історія розвитку фізіології

Виникла фізіологія в далеку давнину у зв'язку з потребами медицини. Уже в античні часи формувалися елементарні уявлення про будову та функціонування органів. Гіппократ (460–377 рр. до н. е.) уявляв організм людини як певну єдність рідких середовищ і психічного складу особистості. Аналогічний підхід був притаманний для лікарів Стародавнього Китаю, Індії та Близького Сходу.

Певним етапом у розвитку фізіологічних уявлень було використання вівісекційних прийомів, початок яких покладено Клавдієм Галеном – класиком античної медицини. Саме він уперше запропонував у практику медицини експеримент.

У часи Середньовіччя фізіологія, як й інші науки, пережила часи занепаду. Церква активно протидіяла науковцям

і забороняла їхню діяльність. Трактати античних часів були приховані, і все зводилося до «божественного» пояснення діяльності людського організму. Тому епоха Ренесансу (XV–XVI ст.) стала ковтком свіжого повітря не тільки для мистецтва, а й для науки. Саме тоді Рене Декарт (1596–1650 рр.) сформулював рефлекторний принцип організації рухів, а Вільям Гарвей (1578–1657 рр.) відкрив кровообіг.

Уперше ж термін «фізіологія» вжито в 1542 році в праці французького лікаря Жана Фернеля в значенні «розділ медицини про функцію органів». Уважається, що роком визнання фізіології як самостійної науки є 1628-й, коли англійський лікар Вільям Гарвей опублікував свою книгу «Анатомічні дослідження про рух серця і крові у тварин», у якій показав існування кровообігу.

Правильність уявлень про наявність замкненої системи кровообігу підтвердив італійський учений Марчелло Мальпігі (1628–1694 рр.), який відкрив формені елементи крові, альвеолярну будову легень, а також зв'язок артерій з венами через капіляри.

Із 1738 року фізіологію як самостійну дисципліну почали читати в Санкт-Петербурзькому університеті. М. В. Ломоносов у цей період сформулював трикомпонентну теорію кольорового зору, створив першу класифікацію смакових відчуттів, висунув думку про утворення теплоти в самому організмі.

Наприкінці XVIII ст. італійський фізик Луїджі Гальвані довів наявність у тканині «тваринної електрики» і разом з Карло Маттеучі дослідив процеси збудження.

У 1848 році В. А. Басов провів операцію накладання хронічної фістули шлунка собаці. У середині XIX ст. фізіологія відокремилася від анатомії і її стали викладати як незалежну науку.

І. М. Сеченов увійшов в історію як один із фундаторів фізіології. Він першим проаналізував розчинені гази в крові, відкривши явище сумачії та явище гальмування в центральній нервовій системі. У 1863 році вийшла книга «Рефлекси головного мозку», у якій опубліковано перші уявлення про розум. Учений писав, що всі ранні рухи становлять суть рефлексів саме за походженням. Діяльність Сеченова належить до періоду, який називається класичним.

Видатним учнем Сеченова був М. Є. Введенський, який досліджував окремі питання з нервово-м'язової фізіології, процеси збудження й гальмування. Він відкрив явище оптимуму

й песимуму подразнення, парабіоз. М. Є. Введенський, як новатор у галузі електрофізіологічного дослідження, застосував телефон для реестрування електрофізіологічних процесів; він установив трансформацію ритму в нервово-м'язовому препараті, зміну збудливості (рефрактерність, екзальтаційну фазу); великого значення набуло його дослідження гальмівної дії подразнень великої частоти та сили.

Продовжувачем праць М. Є. Введенського був О. О. Ухтомський, якому належить вчення про домінанту як робочий принцип нервових центрів і засвоєння ритму.

І. П. Павлов зробив великий внесок у розвиток вітчизняної та світової фізіології. Павлов, творець учення про вищу нервову діяльність, вивчав серцево-судинну систему і фізіологію травлення. Суттєвою рисою «павловської» фізіології є нервізм.

Нервізм – система матеріалістичних поглядів, що розглядають організм у взаємодії з навколишнім середовищем і першочергову роль, яка відводиться нервовій системі. Цілісність організму, на думку матеріалістів, забезпечує нервова система.

У 1904 році І. П. Павлов отримав Нобелівську премію за дослідження в галузі фізіології травлення. Він підготував значну кількість учнів, які зробили значний внесок у фізіологію, як-от Л. А. Орбелі, К. М. Биков, Г. В. Фольборт, П. К. Анохін.

Розвиток фізіології на Полтавщині

Розвиток фізіології на Полтавщині з часу створення Полтавського медичного стоматологічного інституту (нині – Полтавський державний медичний університет) безпосередньо пов'язаний із кафедрою нормальної фізіології, якою до 1973 року завідувала професор О. М. Фуголь (рис. 1), учениця видатного вітчизняного фізіолога, академіка Г. В. Фольборта.

Наукова тематика кафедри в цей період розвивалася у світлі «павловського» вчення про вищу нервову діяльність і вплив кори великих півкуль головного мозку на вегетативні функції організму. У цей час проводилося комплексне дослідження трофічної функції нервової системи та механізмів розвитку нервової дистрофії в собак, різних типів вищої нервової діяльності, вегетативних функцій, біоелектричної активності жувальних м'язів, змін хімічного складу слини при умовних і безумовних рефлексх.



Рис. 1. Ольга Максимівна Фуголь

Тривалий час, із 1973 до 2006 року, кафедру нормальної фізіології очолював професор В. П. Міщенко (**рис. 2**). Тематика наукових досліджень у цей час охоплювала питання фізіології й патології гемостазу. Основні проблеми, які вивчали полтавські фізіологи, стосувалися вивчення ролі еритроцитів, тромбоцитів і різних тканин у регуляції процесу гемостазу та його значення для перебігу низки патологічних реакцій. Вони створили концепцію про єдину захисну систему крові, що містить фізіологічні антиоксидантні, гемостатичні, фібринолітичні та імунні реакції.

У 2006 році кафедру нормальної фізіології очолив професор І. В. Міщенко.

У 2021 році на кафедрі створено лабораторію функціональної діагностики для навчально-наукової роботи.



Рис. 2. Віталій Петрович Міщенко

РОЗДІЛ 2

ФІЗІОЛОГІЯ М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

М'язова система є активною частиною опорно-рухового апарату, вона складається з м'язів (лат. *musculi*; гр. *myos, sarkos*), що переважно утворені м'язовою тканиною, головна властивість якої – скоротливість.

Перші відомості з анатомії м'язів представлено в “Corpus Hippocraticum” («Збірник Гіппократа») і працях Галена. У головній праці А. Везалія “De humani corporis fabrica libri septem” («Сім книг про будову тіла людини», 1543 р.) описову анатомію скелета й м'язової системи наведено дуже детально. Важливим етапом у вивченні м'язової системи стало відкриття в 1863 році Р. А. Кеплікером і В. Ф. Кюне аферентної іннервації скелетних м'язів, що стало основою для формування уявлень про пропріоцептивну іннервацію м'язів, які в подальшому були розвинуті в працях Ч. С. Шеррінгтона і Р. А. Граніта. Фундаментальні дослідження з функціональної анатомії м'язової системи виконали П. Ф. Лесгафт і М. Ф. Іваницький. Важливий етап у вивченні м'язової системи пов'язаний із розробленням питань міогістогенезу.

М'язи поділяють на три основні категорії (рис. 3):

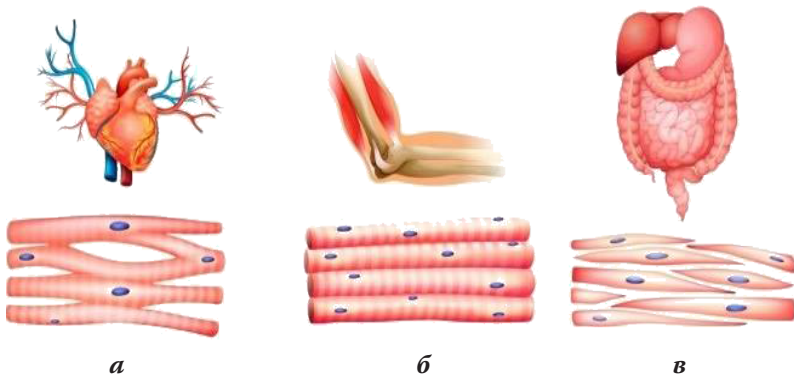


Рис. 3. Категорії м'язів:

а – серцевий м'яз; *б* – скелетні м'язи; *в* – гладкі м'язи

1. *Скелетні м'язи*: прикріплені до кісток, які контролюють свідомий рух тіла. Вони дають нам змогу виконувати різні види рухів – від ходьби до складних спортивних вправ.

2. *Гладкі м'язи*: розташовані в стінках внутрішніх органів, судинах та інших структурах. Вони виконують функції, які не контролює свідомість, як-от перистальтика кишечника, регулювання артеріального тиску, переміщення рідини судинами.

3. *Серцевий м'яз*: складається з унікальних м'язових клітин, які формують стінки серця. Цей м'яз автономно контролює ритмічне скорочення серця, необхідне для перекачування крові по всьому організму.

Функції м'язів

М'язи виконують різноманітні функції в організмі (рис. 4), серед яких:

- *Рух*: Скелетні м'язи дають нам змогу виконувати рухи тіла – від простих жестикуляцій до складних атлетичних вправ.
- *Підтримка структури тіла*: м'язи допомагають підтримувати форму і структуру тіла, правильну позу та структуру суглобів.
- *Терморегуляція*: м'язи генерують тепло під час скорочення, що допомагає підтримувати температуру тіла на оптимальному рівні.
- *Обмін речовин*: м'язи впливають на обмін речовин в організмі, споживання калорій та регулювання глюкози в крові.
- *Підтримка кровообігу*: серцевий м'яз регулює кровообіг, перекачуючи кров через усі органи й тканини, що необхідно для постачання кисню та поживних речовин і виведення відпрацьованих продуктів обміну речовин.

М'язові тканини – це тканини, різні за будовою і походженням, але подібні за однією ключовою здатністю – скороченням. Складаються з видовжених клітин (міоцитів), які приймають імпульси від нервової системи і відповідають на них скороченням. Вони забезпечують переміщення в просторі організму загалом, рух органів усередині організму (серце, язик, кишечник тощо) та складаються з м'язових волокон.

Властивість змінювати форму мають клітини багатьох тканин, але в м'язових тканинах ця здатність є головною функцією.