

УДК 612.8+612.43]-053.9

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-2\(48\)-2119-2130](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-2(48)-2119-2130)

Лагодич Тетяна Сергіївна кандидат медичних наук, доцент, НМУ імені О.О. Богомольця, м. Київ, тел.: (044) 234-92-76, <https://orcid.org/0009-0004-3531-471X>

Русалов Віталій Леонідович, кандидат медичних наук, доцент, НМУ імені О.О. Богомольця, м. Київ, тел.: (044) 234-92-76, <https://orcid.org/0000-0001-9972-9448>

ОСОБЛИВОСТІ ФІЗІОЛОГІЇ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ТА ЕНДОКРИННОЇ СИСТЕМИ У ЛЮДЕЙ ПОХИЛОГО ВІКУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Анотація. Вік людини починає рахуватися з моменту народження і завершується зі смертю. Його можна умовно класифікувати на різні періоди, які, в біологічному сенсі, не мають чітких меж.

Організм людини на будь-якому віковому етапі функціонує як єдине ціле. Усі системи організму (опорно-рухова, серцево-судинна, дихальна, видільна та ін.) тісно взаємопов'язані, отже функціональні зміни в одній із фізіологічних систем призводять до змін діяльності в іншій.

При старінні нерівномірно змінюється збудливість окремих нервових центрів, в результаті чого згладжуються відмінності в збудливості різних центрів мозку. Це призводить до порушення інтеграційної та координаційної діяльності мозку, до виникнення неадекватних реакцій, неврозів.

Також з віком зазнають змін функціонування залоз внутрішньої секреції, що позначається на особливостях гормональної регуляції життєвих процесів. Це відбувається в результаті їх власного старіння, зниження ефективності в роботі окремих залоз, зміни сприйнятливості тканин до дії гормонів, а також особливостями нервової регуляції функцій ендокринних залоз.

Упродовж всього життя людини гормони необхідні для росту і розвитку організму, підтримання параметрів гомеостазу, короткочасної і довготривалої адаптації до умов навколишнього середовища. З діяльністю ендокринних залоз і секрецією гормонів пов'язані не тільки процеси росту і розвитку, але і старіння людини.

Основні зміни ендокринних функцій у старості можуть проявлятися у:

- 1) поступовому зменшенні синтезу, секреції та рівня більшості гормонів у крові;
- 2) підвищенні чутливості тканин до ефектів малих доз гормонів;
- 3) зменшенні реактивності органів мішеней до ефектів великих доз більшості гормонів;

4) зниженні ефективності механізмів саморегуляції в ендокринній системі, переважно за рахунок ослаблення зворотних зв'язків у системі регуляції;

5) низької ефективності та швидкого виснажування адаптивних реакцій, що забезпечуються ендокринною системою.

У процесі старіння відбувається не тільки зниження функцій систем та їх дезінтеграція, а й зниження ефективності компенсаторних механізмів. Так, при зниженні рівня секреції деяких гормонів може підвищуватися чутливість клітин до їхньої дії. Усі зміни в організмі, що відбуваються під час старіння, можна розділити на такі види:

1) хронобіологічні зміни – вікові зміни тканин (чим більший термін життя, тим яскравіші такі зміни);

2) онтобіологічні зміни залежать від біологічного віку (наприклад зміни нейрогуморальної регуляції);

3) видоспецифічні зміни - властиві кожному виду (наприклад зміни ферментів);

4) індивідуальні зміни, що притаманні окремим людям.

Ключові слова: функції, центральна нервова система, ендокринна система, похилий вік.

Lagodych Tetiana Sergiivna candidate of medical sciences, associate professor, Bogomolets National Medical University, Kyiv, tel.: (044) 234-92-76, <https://orcid.org/0009-0004-3531-471X>

Rusalov Vitalii Leonidovych candidate of medical sciences, associate professor, Bogomolets National Medical University, Kyiv, tel.: (044) 234-92-76, <https://orcid.org/0000-0001-9972-9448>

FEATURES OF THE PHYSIOLOGY OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM AND ENDOCRINE SYSTEM IN ELDERLY PEOPLE (LITERATURE REVIEW)

Abstract. Human age begins to be counted the moment of birth and ends with death. It can be conditionally classified into different periods, which, in the biological sense, do not have clear boundaries.

The human body functions as a single whole at any age stage. All systems of the body: musculoskeletal, cardiovascular, respiratory, excretory, etc. - are closely interconnected, functional changes in one of the physiological systems lead to changes in activity in another. All systems of the body (musculoskeletal, cardiovascular, respiratory, excretory, etc.) are closely interconnected, therefore functional changes in one of the physiological systems lead to changes in activity in another.

With aging, the excitability of individual nerve centers changes unevenly, as a result of which the differences in the excitability of different brain centers are smoothed out. This leads to a violation of the integration and coordination activity of the brain, to the occurrence of inadequate reactions and neuroses.

Also, with age, the functioning of the endocrine glands undergoes changes, which affects the features of hormonal regulation of life processes. This occurs as a result of their own aging, a decrease in the efficiency of individual glands, changes in the susceptibility of tissues to the action of hormones, as well as the features of the nervous regulation of the functions of the endocrine glands.

Throughout a person's life, hormones are necessary for the growth and development of the body, maintaining homeostasis parameters and short-term and long-term adaptation to environmental conditions. Not only the processes of growth and development, but also human aging is associated with the activity of the endocrine glands and the secretion of hormones.

The main changes in endocrine functions in old age can manifest themselves in:

- 1) a gradual decrease in the synthesis, secretion and level of most hormones in the blood;
- 2) an increase in the sensitivity of tissues to the effects of small doses of hormones;
- 3) a decrease in the reactivity of target organs to the effects of large doses of most hormones;
- 4) reduced efficiency of self-regulation mechanisms in the endocrine system, mainly due to weakening of feedback in the regulatory system;
- 5) low efficiency and rapid depletion of adaptive reactions provided by the endocrine system.

In the process of aging, not only does the function of the systems decrease and their disintegration occur, but also the efficiency of compensatory mechanisms decreases. Thus, with a decrease in the level of secretion of some hormones, the sensitivity of cells to their action may increase. All changes in the body that occur during aging can be divided into the following types:

- 1) chronobiological changes - age-related changes in tissues (the longer the lifespan, the brighter such changes);
- 2) onto biological changes depend on biological age (for example, changes in neurohumoral regulation);
- 3) species-specific changes - inherent to each species (for example, changes in enzymes);
- 4) individual changes inherent in individual people.

Keywords. Functions, central nervous system, endocrine system, old age.

Постановка проблеми. Одним із наслідків вікових процесів є зміни життєво важливих функцій та звуження діапазону адаптації організму, розвиток хворобливого стану.

Нервова система регулює, поєднує, узгоджує діяльність органів і систем організму, зумовлює його оптимальне функціонування та адаптацію до змін зовнішнього середовища.

У старості підвищується чутливість структур мозку до біологічно активних речовин і лікарських препаратів. Найбільш виражені морфологічні й функціональні вікові зміни в корі великих півкуль, лімбічній системі (зокрема в гіпокампі), базальних гангліях. Меншою мірою вони характерні для мозочка, центрів стовбура мозку та спинного мозку. Суттєвих вікових змін зазнають лімбічна система і гіпоталамус, які координують поведінкові реакції з вимогами організму.

Формування з віком функціональних змін в ядрах стовбура мозку є причиною порушення регуляції постави і руху, зниження м'язової працездатності, вегетативного забезпечення організму.

З віком падає працездатність нервових клітин. Це обмежує можливості для формування нових психологічних понять. У процесі старіння знижується продуктивність розумової діяльності, слабшає пам'ять.

Істотні зміни відбуваються у вегетативній нервовій системі, що пов'язано з дистрофічними процесами, які відбуваються у всіх її ланках. Це, зокрема, виявляється в подовженні латентного часу вегетативних рефлексів, в ослабленні сили рефлексів. Особливе значення для процесів старіння мають зміни, що виникають у вищих вегетативних центрах. Так, наприклад, при старінні з'являється «гіпоталамічна дезінформація», тобто неадекватна реакція нейронів гіпоталамуса на інформацію із внутрішнього середовища організму [1].

Вважають, що саме вікові зміни гіпоталамуса є однією з причин розвитку артеріальної гіпертензії, коронарної недостатності. Цим же пояснюється зниження стрес-реакції у людей похилого і старечого віку, що зменшує їхні адаптивні можливості.

Зниження мозкового кровотоку та порушення синтезу і секреції нейро-медіаторів може призводити до інволюційних змін вищої нервової діяльності людини, а також високу ймовірність розвитку старечої депресії, хвороби Паркінсона. У міру структурно-функціональних змін мозку відбувається значне ускладнення системи пам'яті. Це може привести до нерівномірної і неоднозначної зміни показників пам'яті з віком [3].

Ендокринну функцію організму забезпечують системи, в які входять: ендокринні залози (секретують гормон), циркуляційний транспорт гормонів та відповідні органи або тканини-мішені (відповідають на дію гормонів) [4, 5].

Ендокринні залози мають великий вплив на обмін речовин, на фізичний і психічний розвиток людини, на підтримку параметрів гомеостазу, таких як концентрація глюкози в крові, артеріальний тиск, онкотичний і осмотичний тиск крові, концентрація Na^+ , K^+ , Ca^{2+} та інших іонів [4, 5].

За даними ВООЗ на ендокринні захворювання в Україні страждає 52 % дорослого населення та 80 % людей похилого віку [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В даній роботі була зібрана інформація про вікові особливості функцій центральної нервової та ендокринної систем.

Мета статті - провести огляд літературних джерел, присвячених вивченню змін структур центральної нервової системи та ендокринної системи у людей похилого віку.

Матеріали і методи. У роботі було проведено аналіз наукових публікацій за період з 2013 по 2024 роки.

Виклад основного матеріалу. Організм людини представляє собою єдину саморегулюючу систему, функціональні особливості якого змінюються у процесі онтогенезу, функціонуванні протягом усього життя. Відомо, що вплив генетичної програми і факторів зовнішнього середовища на фізичний розвиток неоднаковий у різні вікові періоди.

У процесі росту та розвитку організму виникають специфічні анатомічні й функціональні особливості, які мають назву вікових. Відповідно до цього життєвий цикл людини розділений на періоди, або етапи, між якими немає чітко окреслених меж [1].

Потрібно зауважити, що періодизація – це умовний поділ єдиного процесу для зручності його вивчення. Насправді індивідуальний розвиток – це неперервний процес, одна його стадія непомітно й плавно переходить у наступну [1]. Але, частіше користуються такою віковою періодизацією за біологічними ознаками:

Вікова періодизація за біологічними ознаками [1].

Назва вікового періоду	Тривалість (роки)	
	хлопчики / чоловіки	дівчата / жінки
Період новонародженості	Перших 4 тижні	
Грудний період	4 тижні–1 рік	
Раннє дитинство	1–3 роки	
Перше дитинство	4–7	
Друге дитинство	8–12	8–11
Підлітковий період	13–16	12–15
Юнацький період	17–21	16–20
Зрілий вік, 1-й період	22–35	21–35
Зрілий вік, 2-й період	36–60	36–55
Похилий вік	61–74	56–74
Старечий вік	75–90	
Довгожителі	90 і більше	

Розрізняють вік хронологічний (паспортний) та біологічний.

Хронологічний вік – це період (у роках, місяцях, днях), прожитий від дня народження до певного відлічуваного моменту. Біологічний вік визначається сукупністю анатомічних і фізіологічних особливостей організму, що відповідають віковим нормам для даної популяції.

На відміну від паспортного віку, біологічний (або анатомо-фізіологічний) вік обіймає ряд років життя людини, протягом яких відбуваються певні біологічні зміни.

При оцінці біологічного віку враховують також фізіологічні та біохімічні показники (рівні основного й інших видів обміну речовин, особливості серцево-судинної, дихальної, нейроендокринної й інших систем) та рівень психічного розвитку індивіду [1].

У сучасній геронтології широко використовують терміни «фізіологічне» та «передчасне» старіння. Фізіологічне (природне) старіння характеризується визначеним темпом і послідовністю вікових змін, що відповідають біологічним, адаптаційно-регуляторним можливостям певної людської популяції. Передчасне (прискорене) старіння характеризується швидшим розвитком вікових змін або ж більшою мірою їх прояву в певній віковий період [1].

При передчасному старінні більш виражене обмеження пристосувальних можливостей організму, що призводить до різкого скорочення резервних можливостей функціонування органів та систем. Найбільш вираженими проявами передчасного старіння людини є легка перевтома, зниження працездатності, ранні зміни пам'яті, емоційної сфери, репродуктивної здатності, зниження адаптаційних можливостей серцево-судинної, дихальної систем тощо. Причиною прискореного старіння можуть бути емоційне перенапруження, різні захворювання (ішемічна хвороба серця, виразкова хвороба, хронічні захворювання органів дихання, цукровий діабет та ін.), психічні стреси, радіоактивне опромінення, шкідливі звички, забруднення навколишнього середовища й багато інших факторів.

Також існує сповільнене (ретардоване) старіння, що призводить до збільшення тривалості життя – довголіття. У цих випадках вікові зміни з'являються значно пізніше, ніж у цілому в популяції.

За статистикою, частіше трапляється передчасне старіння, тому актуальним є пошук засобів профілактики та лікування захворювань, що прискорюють старіння, оздоровлення довкілля, пропаганда здорового способу життя, раціонального харчування, рухової активності [1].

Люди похилого віку стали окремою демографічною, соціальною та медико-біологічною категорією. Статистичні дані свідчать про те, що на тривалість життя негативно впливають паління, надлишкове вживання алкоголю, переїдання, що призводить до ожиріння, неправильний режим харчування, сон менше чи більше восьми годин, гіподинамія, несприятливе екологічне та соціально-економічне довкілля. Велике значення має й психологічний стан [1].

Нервова система регулює, координує, узгоджує діяльність органів і систем організму, обумовлює оптимум функціонування, об'єднуючи усі частини організму в єдине ціле. Завдяки особливостям своєї будови нервова система забезпечує швидку і точну передачу інформації від рецепторів до ЦНС, переробку цієї інформації з наступним формуванням відповіді та передачею відповідного наказу виконавчим органам [2].

З віком сповільнюється частота ритмів ЕЕГ, найбільші зміни виникають у діапазоні альфа- і тета-ритму, генераторами яких є гіпокамп, ядра перегородки, структури гіпоталамуса. Деградація базальних гангліїв, порушення функціональних властивостей їх клітинних мембран ведуть до зміни кількості рецепторів та іонних каналів, зменшення кількості синапсів і нейромедіаторів та відображаються на емоційному стані, вегетативних та рухових функціях організму.

При старінні знижується енергетичний обмін нейронів, падає активність аксоплазматичного транспорту, порушується синаптична передача, зменшується кількість адренергічних, холінергічних, дофамінергічних та ГАМК-рецепторів, знижується збудливість нейронів, падає частота нервових імпульсів, зменшується об'єм інформації, яка передається з центральної нервової системи на периферію.

Інволюційні зміни в нервовій системі розвиваються повільніше, ніж в інших органах. Зниження маси й об'єму мозку, зменшення поверхні кори великих півкуль, збільшення розмірів шлуночків мозку починає відбуватися після 60 років. До 80 років маса мозку знижується всього на 6–7 %. При старінні зменшується густина нейронів (особливо в префронтальній і скроневій зонах кори, у мозочку), але зростає кількість гліальних клітин. Число нейронів у мозку зменшується на 10–20 %, а в деяких його ділянках – на 30–50 %. Характерна ознака старіння – накопичення в міжклітинному просторі амілоїдних субстанцій, а в нейронах – ліпофусцину, що складаються з білків і ліпідів (продуктів життєдіяльності нейрона), швидкість накопичення якого зростає при стресах і при дефіциті вітаміну Е.

Першими «старіють» лобові частки лівої півкулі (послаблення самоконтролю над своїми діями), потім – скроневі відділи лівої півкулі (зниження слухового сприйняття, мови, затруднення в мовному опосередкуванні. На наступному етапі «старіють» мозолисте тіло (зниження інтелектуальної активності) та права півкуля (порушення просторової орієнтації, координації рухів), а далі – стовбурові структури мозку [1, 2].

Із віком знижується мозковий кровотік, зменшується здатність нейронів утилізувати глюкозу. За рахунок зменшення активності ферментів, що беруть участь у синтезі медіаторів, у різних відділах головного мозку знижується рівень ацетілхоліну, дофаміну, серотоніну, норадреналіну, гаммааміномасляної кислоти й інших нейромедіаторов.

При старінні в нейронах розвиваються зміни в проникності каналів клітинних мембран, таких як K^+ , Ca^{2+} та інші, знижується інтенсивність роботи

натрій-калієвої й кальцієвої pomp, величина мембранного потенціалу клітини, підвищується тривалість потенціалу дії та абсолютного рефрактерного періоду, знижується швидкість проведення збудження по нервових волокнах (зокрема за рахунок зменшення товщини мієлінової оболонки), а також швидкість синаптичної передачі, порушується ефективність реципрокного й інших видів центрального гальмування, зменшується взаємодія між різними центрами головного та спинного мозку, що знижує ефективність регуляції й інтеграційної діяльності мозку. Це призводить до підвищення порогу безумовних рефлексорних реакцій, зниження сухожилкових рефлексів. Також послаблюється постсинаптичне гальмування у спинному мозку, знижується низхідний контроль над рефлексорними реакціями, що призводить до зменшення швидкості проведення нервових імпульсів, змін рухової діяльності людини [1, 2].

Гуморальна система разом із нервовою регулюють і координують функцію органів і систем організму, але дія цих систем виявляється по-різному [1]. Не зважаючи на різні впливи, доцільніше говорити про нейро-гуморальну систему регуляції [5, 8].

Проте галузь нейроендокринології сьогодні розширилася, щоб охопити численні взаємні зв'язки взаємодії між центральною нервовою системою, вегетативною (автономною) нервовою системою, ендокринною та імунною системами в регуляції гомеостазу та поведінкових реакцій на зміни навколишнього середовища [4].

У процесі старіння відбуваються зміни функціонального стану щитоподібної залози. З віком знижується активність секреції та затримується процес синтезу йодованих тиронінів [5, 14].

Периферійний ефект тиреоїдних гормонів залежить від концентрації їх вільних фракцій у крові. З віком знижується інтенсивність біосинтезу тиреоїдних гормонів, їх секреція, концентрація в крові, збільшується відносна частка вільного тироксину в кількості гормону, що циркулює в крові. Зниження з віком тироксинзв'язувальної здатності білків крові має пристосувальне значення, що спрямовано на підтримку постійної концентрації вільної фракції тироксину, яка фізіологічно більш активна [5]. Зниження тироксинзв'язувальної функції глобуліну крові призводить до збільшення вільного тироксину, що призводить до його проникності в тканини в умовах зниженої секреції його щитоподібною залозою.

Зміни відбуваються і в паренхімі щитоподібної залози, яка стає неоднорідною: залозиста тканина чергується з прошарками лімфоїдної, фолікули поліморфні, у деяких ділянках фолікули зникають, колоїд гомогенний, стає щільнішим. Зменшується висота клітин фолікулів і кількість сполучної тканини. Артеріосклероз призводить до зниження інтенсивності кровопостачання залози [9].

При старінні змінюється структура інсулярного апарату підшлункової залози. Зменшуються кількість і розмір клітин панкреатичних ostrivciv, структура стінок капілярів. У старечому віці спостерігається функціональна пружність бета-клітин, їх гіперфункція, що пов'язано з ущільненням каріоплазми клітин, розширенням периваскулярних пазух, каналців ендоплазматичної сітки, підвищенням тургору мітохондрій. Одночасно в інсулярному апараті відбуваються дистрофічні зміни: вакуолізація мітохондрій, поява вторинних лізосом, ліпідних гранул. Дистрофічні зміни призводять до зменшення активності інсуліну.

Однак вікові зміни залозистих тканин стимулюють діапазон адаптації, що особливо проявляється в умовах цукрового навантаження.

Важливим ланцюжком механізму забезпечення організму інсуліном є реакція тканин на дію гормону. Ефекти інсуліну в тканинах реалізуються шляхом контролю гліколізу, глюконеогенезу, ліпогенезу, біосинтезу РНК і ДНК. Від стану периферійних тканин залежатиме кінцевий біологічний ефект інсуліну [4, 5].

Під час старіння організму, з одного боку, знижується активність гормону, з іншого – відбуваються структурні й метаболічні зміни в тканинах. З віком спостерігається зниження реактивної можливості тканин, що ще більше порушує інсулінове забезпечення організму [1, 13].

Вікові зміни наднирникових залоз проявляються в розростанні сполучної тканини, часто розвиваються мікроаденоми, вогнищеві гіперплазії, атрофія кіркового шару. У клітинах кіркового шару також відбуваються дегенеративні зміни в ядрах і мітохондріях, з'являються лізосоми, ліпідні гранули, вакуолі [9].

У чоловіків значно зменшується виділення альдостерону після 60 років, у жінок – після 70 років. У клімактеричний період значно зменшується секреція статевих гормонів.

Остеопороз є серйозною проблемою для здоров'я літніх жінок у постменопаузі. Більшість жінок у постменопаузі з остеопорозом мають втрату кісткової маси, пов'язану з дефіцитом естрогену. Остеопороз також може бути наслідком надмірного використання глюкокортикоїдів, що викликає демінералізація кістки зі значними змінами просторових неоднорідностей кістки на мікромасштабі [10, 11]. Кісткова маса збільшується в дитинстві, досягаючи максимального рівня до третього або четвертого десятиліття життя жінки. Після цього починається і прискорюється втрата кісткової тканини при менопаузі. Дослідження показали, що рівень остеопорозу збільшується приблизно вдвічі кожні 5 років, починаючи з 45 – 49 років на 3,3%, поступово збільшуючись до 50,3% у віці 85 років і старше [10].

Зниження секреції глюкокортикоїдів починається після 70 років, після 80 років їх рівень становить 75 % від їх норми в зрілому віці. Уведений кортизон у людини старечого віку зникає з плазми крові значно повільніше, ніж у молодій людини.

Андрогенна функція кори надниркових залоз значно зменшується вже після 60 років. Одночасно зростає чутливість кори надниркових залоз до кортикотропіну, зменшуються реактивна властивість залоз, їх потенційні можливості, швидко наростає виснаження функціональної діяльності надниркових залоз.

У старечому віці знижується синтез медіаторів нервової системи, підвищується чутливість адренорецепторів. Змінюються сезонні коливання катехоламінів у різних відділах мозку в зрілому і старечому віці, а також добові коливання та коливання в разі стресових станів.

Тривалість життя та пристосувальні можливості в одному й тому ж віці в різних людей істотно відрізняються.

Висновки з даного дослідження. Наведений огляд літератури демонструє, що вікові зміни є невід'ємною частиною людського життя. Протягом онтогенезу відбуваються складні та багатогранні трансформації в усіх системах організму. Особливу увагу приділено віковим змінам нервової та ендокринної систем, які відіграють ключову роль у регуляції функцій організму.

З віком спостерігається поступове зниження функціональних можливостей нервової системи, що проявляється у змінах нейрохімічних процесів, структурних особливостей мозку та когнітивних функцій. Ендокринна система також зазнає значних змін, що впливають на метаболічні процеси, гомеостаз та адаптаційні можливості організму.

Важливо зазначити, що швидкість і характер вікових змін є індивідуальними та залежать від багатьох факторів, включаючи генетичну схильність, спосіб життя, вплив навколишнього середовища та наявність супутніх захворювань.

Висновки цього огляду підкреслюють необхідність комплексного підходу до вивчення процесів старіння.

Глибоке розуміння вікових змін дозволить розробити ефективні стратегії профілактики та лікування пов'язаних з віком захворювань, а також покращити якість життя людей похилого віку.

Перспективи подальших досліджень вікових змін в організмі людини є надзвичайно широкими та багатообіцяючими. Глибоке розуміння молекулярних механізмів старіння дозволить розробити нові цільові терапевтичні стратегії.

Вивчення впливу зовнішніх факторів, таких як дієта, фізична активність, стрес та забруднення довкілля, на швидкість старіння відкриє нові можливості для профілактики вікових захворювань та покращення якості життя.

Розробка персоналізованих підходів до лікування, заснованих на генетичних особливостях кожної людини, є одним із перспективних напрямків. Крім того, дослідження соціальних аспектів старіння, таких як якість життя літніх людей та розробка програм соціальної підтримки, є надзвичайно важливими для суспільства.

Інші перспективні напрямки включають дослідження мікробіому, зв'язку між запаленням та старінням, розробку нових біомаркерів старіння та створення моделей старіння.

Розуміння механізмів старіння дозволить розробити нові методи діагностики, профілактики та лікування вікових захворювань, а також підвищити якість життя людей похилого віку.

Література:

1. Коцан І. Я., Швайко С. Є., Дмитроца О. Р. Вікова фізіологія: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / І. Я. Коцан, С. Є. Швайко, О. Р. Дмитроца; Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, біологічний факультет, кафедра фізіології людини і тварин. – Луцьк: [б. в.], 2013. – 378 с.
2. Дмитроца О. Р., Швайко С. Є., Сокол А. П. Вікова фізіологія: методичні вказівки до проведення лабораторних робіт / О. Р. Дмитроца, С. Є. Швайко, А. П. Сокол; Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, біологічний факультет, кафедра фізіології людини і тварин. – Луцьк: [б. в.], 2013. – 112 с.
3. Коц С.М., Коц В.П. Вікова фізіологія та вища нервова діяльність: навч. посіб. – Харків: ХНПУ, 2020. – 288 с.
4. Якушко О.С. Сучасні уявлення про структурно-функціональні особливості ендокринних залоз. – «Світ медицини та біології», 2016. – №4(58), с. 153-159. URL: <https://womab.com.ua/ua/smb-2016-04/6396>
5. Швайко С.Є., Пикалюк В.С., Дмитроца О.Р., Шевчук Т.Я., Поручинська Т.Ф., Поручинський А.І., Комшук Т.С. Залози внутрішньої секреції та обмін речовин. – Луцьк, 2009. – 424 с.
6. Патологічна фізіологія: підручник / М.С. Регада, А.І. Березнякова, Н.М. Кононенко, Т.І. Тюпка, С.І. Крижна, І.Ю. Тищенко та ін. – Львів: ПП «Магнолія 2006», 2024. – 490 с.
7. Плахтій П.Д., Кучерук О.С. Фізіологія людини. Нейрогуморальна регуляція функцій: Навч. посіб. – Київ: ВД «Професіонал», 2000. – 336 с.
8. Фізіологія. 3-я редакція проф. В.Г. Шевчука. 5-те вид. – Вінниця: Нова книга, 2021. – 448 с.
9. Луцик О.Д. Гістологія. Цитологія. Ембріологія: підручник / О.Д. Луцик, Ю.Б. Чайковський. – Вінниця: Нова книга, 2018. – 592 с.
10. Cheng C.-H., Chen L.-R., Chen K.-H. Osteoporosis due to hormone imbalance: an overview of the effects of estrogen deficiency and glucocorticoid overuse on bone turnover. – International Journal of Molecular Sciences, 2022, Jan 25; 23(3). – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8836058/>
11. Фармакотерапія остеопорозу в жінок після менопаузи (клінічні настанови ESE, 2019) / підготувала Ольга Королюк. – Медична газета «Здоров'я України 21 сторіччя», 2019. – № 19 (464), жовтень. – URL: <https://health-ua.com/article/44529-farmakoterapiya-osteoporozu-v-zhnoek-pslya-menopauzi-kljnchn-nastanovi-ESE-201>
12. Guyton A.C., Hall J.E. Textbook of medical physiology: textbook / A.C. Guyton, J.E. Hall; ed. by G.A.C., H.J.E. – 13th ed. – Philadelphia: Elsevier, 2016. – 1148 p.
13. Довідник з клінічної ендокринології / за ред. М.Д. Тронька, О.В. Большової. – К.: Видавничий дім «Медкнига», 2020. – 368 с.
14. Kenny, G.P., Yardley, J., Brown, K., Segal, R.J., Jay, O. Heat stress in older adults and patients with common chronic diseases. – Canadian Medical Association Journal, 2010, 182(10), 1053–1060. – DOI: 10.1503/cmaj.081050.
15. Клінічна фізіологія: підручник / В.І. Філімонов, Д.І. Маракушин, К.В. Тарасова та ін.; за ред. К.В. Тарасової. – 2-е вид., переробл. і доповн. – К.: ВСВ «Медицина», 2022. – 776 с.

References:

1. Kotsan, I. Ya., Shvaiko, S. Ye., & Dmytrotsa, O. R. (2013). *Vikova fiziologhiia: Navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchykh navchalnykh zakladiv* [Age physiology: A textbook for university students]. Lesya Ukrainka Eastern European National University, Faculty of Biology, Department of Human and Animal Physiology. Lutsk: [b. v.] [in Ukrainian].
2. Dmytrotsa, O. R., Shvaiko, S. Ye., & Sokol, A. P. (2013). *Vikova fiziologhiia: Metodychni vkazivky do provedennia laboratornykh robot* [Age physiology: Methodical instructions for laboratory work]. Lesya Ukrainka Eastern European National University, Faculty of Biology, Department of Human and Animal Physiology. Lutsk: [b. v.] [in Ukrainian].
3. Kots, S. M., & Kots, V. P. (2020). *Vikova fiziologhiia ta vyshcha nervova diialnist* [Age physiology and higher nervous activity]. Kharkiv: KhNPU [in Ukrainian].
4. Yakushko, O. S. (2016). Suchasni uivlennia pro strukturno-funktsionalni osoblyvosti endokrynnykh zaloz [Modern concepts of the structural and functional features of endocrine glands]. *Svit Medytsyny ta Biologii - World of Medicine and Biology*, (4)58, 153-159. Retrieved from <https://womab.com.ua/ua/smb-2016-04/6396> [in Ukrainian]
5. Shvaiko, S. Ye., Pikaliuk, V. S., Dmytrotsa, O. R., Shevchuk, T. Ya., Poruchynska, T. F., Poruchynskyi, A. I., & Komshuk, T. S. (2009). *Zalozy vnutrishnoi sekretsii ta obmin rechovyn - Endocrine glands and metabolism*. Lutsk. [in Ukrainian]
6. Reheda, M. S., Berezniakova, A. I., Kononenko, N. M., Tiupka, T. I., Kryzhna, S. I., Tyshchenko, I. Yu., et al. (2024). *Patolohichna fiziologhiia* [Pathological physiology]. Lviv: PP "Magnolia 2006". [in Ukrainian]
7. Plakhtii, P. D., & Kucheruk, O. S. (2000). *Fiziologhiia liudyny. Neurohumoralna rehuliatsiia funktsii* [Human physiology. Neurohumoral regulation of functions]. Kyiv: VD "Professional". [in Ukrainian]
8. Shevchuk, V. H. (Ed.). (2021). *Fiziologhiia* [Physiology] (3rd ed., 5th revised ed.). Vinnytsia: Nova Knyha. [in Ukrainian]
9. Lutsyk O.D., & Chaikovskuy Yu.B. (2018) *Histologhiia. Tsytolohiia. Embriologhiia* [Histology. Cytology. Embryology]. Vinnytsia: Nova Knyha[in Ukrainian]. [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-10\(44\)-1221-1233](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-10(44)-1221-1233)
10. Cheng, C.-H., Chen, L.-R., & Chen, K.-H. (2022). Osteoporosis due to hormone imbalance: An overview of the effects of estrogen deficiency and glucocorticoid overuse on bone turnover. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8836058/>
11. Cheng, C.-H., Chen, L.-R., & Chen, K.-H. (2022). Osteoporosis due to hormone imbalance: An overview of the effects of estrogen deficiency and glucocorticoid overuse on bone turnover. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8836058/>
12. Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2016). *Textbook of medical physiology* (13th ed.). Philadelphia: Elsevier.
13. Tron'ka, M. D., & Bol'shova, O. V. (Eds.). (2020). *Dovidnyk z klinichnoi endokrynolohii* [Handbook of clinical endocrinology]. Kyiv: Vydavnychiy dim "Medknyha". [in Ukrainian]
14. Kenny, G. P., Yardley, J., Brown, K., Segal, R. J., & Jay, O. (2010). Heat stress in older adults and patients with common chronic diseases. *Canadian Medical Association Journal*, 182(10), 1053–1060. <https://doi.org/10.1503/cmaj.081050>
15. Filimonov, V. I., Marakushyn, D. I., Tarasova, K. V., et al. (Eds.). (2022). *Klinichna fiziologhiia* [Clinical physiology] (2nd ed., rev. and updated). Kyiv: VSV "Medytsyna". [in Ukrainian]