

“ВІКОВА АНАТОМІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ”

Лекція № 8

Тема лекції:

ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ ВЕГЕТАТИВНИХ СИСТЕМ ТА ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ ОСІБ ЛІТНЬОГО ТА СТАРЕЧОГО ВІКУ

План лекції:

1. Вступ.
2. Вікові особливості дихальної системи.
3. Особливості опорно-рухового апарату осіб літнього і старечого віку.
4. Морфологічні та функціональні особливості центральної та периферичної нервової системи людей літнього і старечого віку.
5. Особливості вищої нервової діяльності осіб літнього і старечого віку.
6. Зміни рухової діяльності, прояви рухових якостей у людей літнього і старечого віку.
7. Висновок.

Тривалість лекції – 2 академічні години

Навчальні та виховні завдання: висвітлити основні морфологічні та функціональні особливості дихальної системи, опорно-рухового апарату, центральної нервової системи осіб літнього та старечого віку, вказати на взаємозв'язок цих особливостей із показниками вищої нервової діяльності та рухової активності осіб цієї вікової групи, наголосити на особливостях прояву рухових якостей осіб літнього та старечого віку.

Матеріальне забезпечення: мультимедійні презентації.

Склав: доц. Вовканич Л.С.

Затверджена на засіданні

кафедри анатомії та фізіології

“ _____ ” _____ 2020 р.

протокол № _____

1. Вступ.

Завершальний етап онтогенезу людини супроводжується рядом інволюційних змін у вегетативних системах, опорно-руховому апараті, нервовій системі. Знання цих особливостей необхідне не лише для правильної організації фізичної активності людей цих груп, а й для формування розуміння ролі фізичної культури як засобу профілактики багатьох вікових змін.

2. Вікові особливості дихальної системи.

Зміни у дихання похилого та старечого віку пов'язані перш за все із структурними змінами апарату зовнішнього дихання. Це перш за все деформація грудної клітки, яка у похилому віці вкорочується, набуває бочкоподібної форми і втрачає здатність змінювати свій об'єм у межах, характерних для молодшого віку. Окрім того, відбувається втрата еластичності реберних хрящів, зменшується рухливість з'єднань ребер із хребцями та грудиною, відбувається атрофія волокон міжреберних м'язів та діафрагми, які безпосередньо беруть участь в акті дихання. Це призводить до зменшення екскурсії грудної клітки та діафрагми, що веде до погіршення функціональних показників дихання.

Власне легені у старечому віці зменшуються та стають менш еластичні. Відбувається зменшення поверхні газообміну, а менша здатність тканини легень до розтягування призводить до зменшення резервних можливостей легень.

Такі зміни апарату дихання призводять до зменшення у похилому та старечому віці ЖЕЛ та ряду її компонентів, зокрема дихального об'єму, резервного об'єму вдиху та видиху. Поряд з цим відбувається зростання об'єму залишкового повітря, яке у 20-30 років складає 25%, а у віці 60-70 років – 45% від загальної ємності легень. Відповідно зменшується об'єм повітря, що бере участь у газообміні.

Поряд з цим у старіючому організмі існує ряд механізмів, які забезпечують пристосування до зменшення функціональних можливостей апарату дихання. Так, у цьому віковому періоді спостерігається зростання

частоти дихання, що забезпечує, не зважаючи на зменшення дихального об'єму, до зростання вентиляції легень. Існують дані про зростання хвилинного об'єму дихання до 150 % від величини, характерної для середнього віку. Проте після 80 років все ж спостерігається спад легеневої вентиляції. При цьому не відбувається повної компенсації, оскільки у старості в газообміні бере участь лише до 58% кисню, а не 70%, як у середньому віці, тобто ефективність дихання у старості знижується. Про це свідчить також зменшення величини коефіцієнту використання кисню з 37% у віці 26-39 років до 23% у віці 84 роки.

Одним із найважливіших показників змін складу внутрішнього середовища організму, у якому інтегруються вікові зміни функцій зовнішнього дихання, є розвиток у старості фізіологічної гіпоксемії, тобто зменшення напруження кисню в крові. Під час старіння насиченість артеріальної крові киснем зменшується від 98% у середньому віці до 90% у 60-69 років. Образно кажучи, люди похилого і старечого віку навіть у стані спокою живуть в умовах, що відповідають висоті 1500-2000 м над рівнем моря.

Усі ці зміни відбиваються на здатності організму людей похилого і старечого віку адаптувати дихання до зростаючих потреб організму у кисні під час фізичних навантажень. Відомо, що у старості різко зменшуються функціональні резерви дихання. Зокрема, максимальна величина вентиляції легень зменшується із 98 л/хв у 30-40 років до 76 л/хв у 60-70 років та 50 л/хв у 80 років, а у 90 років становить лише близько 30% від такої осіб середнього віку. Під впливом фізичних навантажень у старості зростання легеневої вентиляції відбувається не шляхом зростання глибини дихання, а внаслідок значного зростання його частоти. Як і для серцево-судинної системи, тут виявляється значно більша чутливість до середніх навантажень. При роботі невеликої і середньої потужності хвилинний об'єм дихання та споживання кисню у старших людей зростають у значно більшій мірі, ніж середньому віці. Проте при тривалому чи значному фізичному навантаженні вентиляція легень починає відставати від цього показника у осіб молодшого та середнього віку. З віком виникає “бар’єр адаптації”, що запобігає перенавантаженню організму.

Навіть при незначних навантаженнях у осіб похилого та старечого віку може виникнути артеріальна гіпоксемія, тобто зменшення напруженості кисню в артеріальній крові. Ще однією особливістю змін зовнішнього дихання під час фізичного навантаження у людей похилого і старечого віку є те, що основні зміни дихання зміщуються на перші хвилини періоду відновлення, тобто наступають швидше, ніж у осіб молодшого та середнього віку. Період відновлення легеневої вентиляції і ліквідації кисневого боргу у старших людей також триваліший, у залежності від навантаження його тривалість може збільшуватись у 1,5-2 рази.

Таким чином, наявні дані про швидке вичерпування резервів адаптації функцій дихання, значну тривалість періоду відновлення, зниження ефективності дихання навіть при невеликому навантаженні на організм – все це вказує на обмеженість резервів і адаптаційних можливостей організму у похилому та старечому віці. Це може призводити до небажаних наслідків при великих навантаженнях на організм як у повсякденному житті, так і під час різноманітних захворювань, які значно ускладнюють роботу фізіологічних систем організму.

3. Особливості опорно-рухового апарату осіб похилого і старечого віку. Зміни рухової діяльності.

Процеси старіння у значній мірі відображаються на руховій активності осіб похилого та старечого віку. Ці зміни пов'язані як із змінами у опорно-руховому апараті, так і з погіршенням протікання рефлекторних процесів координації рухової діяльності на рівні центральної нервової системи та периферійних структур.

Втрата еластичності рядом хрящів та зв'язок, зменшення еластичності та збільшення товщини синовіальної капсули, зменшення виділення синовіальної рідини веде до погіршення роботи суглобового апарату, скованості рухів, зменшення амплітуди та швидкості рухів у суглобах. Вікова деформація хребців і міжхребцевих дисків призводить до розвитку остеохондрозу і радикулітів. У значній мірі цьому сприяє також зменшення еластичності м'язів

та їх здатності до розслаблення. Не слід забувати також про зміну структури та хімічного складу кісткової тканини з віком. У більшості людей 45-50 р. спостерігається остеопороз (розрідження) кісткової тканини трубчастих кісток, втрата ними солей кальцію. Окрім того, спостерігається зменшення товщини шару компактної речовини, руйнування кістково-мозкового каналу. Зменшення міцності та еластичності кісток, їх підвищена крихкість у похилому та старечому віці, а особливо у віці довгожителів, є серйозним фактором ризику з огляду на можливість легкого утворення тріщин та переломів при падінні чи у випадку неправильно підбраного фізичного навантаження. Особливо це небезпечно у зв'язку з можливим процесом погіршення зростання кісток довгожителів. Проте не лише зміни у кістково-суглобовому апараті визначають відмінності рухової активності осіб старечого та похилого віку у порівнянні з молодшими віковими групами. Значні зміни відбуваються і на рівні нервово-м'язового апарату та центральних нервових структур.

Зміни у структурі та функціональних властивостях м'язів. З віком збільшується частота і вираженість м'язової гіпотрофії. Зокрема, діаметр м'язових волокон у 20-26 р. становить 40-45 мкм, у 50 р. – 20-26 мкм, у 70 р. – 20 мкм. Є дані про зменшення посмугованості м'язів, більш нерівномірне розташування міофібрил, зниження активності ферментів м'язів. Відбувається зменшення кількості м'язових волокон типу ІІВ, що призводить до зменшення сили і швидкості скорочень м'язів. Спостерігається зменшення мембранного потенціалу м'язового волокна, час поширення збудження по м'язових волокнах зростає у 2 рази у порівнянні із зрілим віком (5,6 мсек – 10 мсек), спостерігаються зміни ЕМГ. Зокрема, при старінні “пакети” біоелектричних струмів стають менш компактними, тривалість періодів електричної активності зростає, може спостерігатись безперервна біоелектрична активність. Погіршення процесів проведення збудження може бути пов'язане із редукцією мієлінової оболонки у всьому іннерваційному апараті скелетної мускулатури. Окрім того, рядом дослідників наводяться дані, що свідчать про погіршення м'язової трофіки у похилому та старечому віці. Менше надходження до м'язів кисню та поживних речовин може бути результатом як погіршення регуляторних процесів на рівні

організму, зокрема зменшення функціональних резервів дихальної та серцево-судинної систем, так і погіршення кровопостачання м'язів внаслідок зміни густини капілярної сітки, зменшення проникності стінок капілярів. Об'єм м'язів зменшується, зменшується тонус м'язів, м'язові масиви верхніх і нижніх кінцівок стають в'ялими, знижується сила м'язів. У той же час зменшується і здатність м'язів до довільного розслаблення. Збудливість м'язів при механічному подразненні з віком зростає.

4. Морфологічні та функціональні особливості центральної та периферичної нервової системи людей похилого і старечого віку.

У похилому і старечому віці спостерігається ряд морфологічних та функціональних змін у центральній нервовій системі. Перш за все, слід пам'ятати, що у віці після 30 р. нервова система щоденно втрачає 30-50 тис. нейронів, тобто 11-18 млн. в рік. Таким чином, до 90 р. втрачається понад 1 млрд. нейронів. Особливо виражені зміни спостерігаються у пірамідних клітинах кори великих півкуль та нейронах Пуркін'є у корі мозочка. Змінюється і здатність нейронів відновлювати свої зв'язки після пошкодження чи модифікувати синаптичні структури після зміни рівня активності. Після 60 років спостерігається зниження амплітуди і частоти альфа-ритму ЕЕГ, зростає вираженість бета-ритму і повільних компонентів ЕЕГ. Спостерігається збільшення латентного періоду сенсомоторних реакцій, що веде до погіршення швидкості, спритності і координації рухів.

В осіб похилого віку спостерігається посилення взаємного впливу різнорідних рефлексів, при цьому у першу чергу змінюються складніші за структурою рухові акти. Зберігається відносна перевага тих видів діяльності, які сформовані на основі мови і трудових процесів.

Після 30 років швидкість розповсюдження збудження по периферичних нервових волокнах починає зменшуватись. Найбільш очевидно це виявляється

у вирішенні задач на швидкість. При цьому за умов відсутності ліміту часу результати осіб зрілого та похилого віку практично однакові.

Загальноприйнятим є положення про зростання з віком центральної затримки моно- та полісинаптичних рефлексів, зростання латентних періодів м'язових рефлексів, що виникають у відповідь на механічне чи електричне подразнення. У моторних нервах провідність зменшується у період з 18 до 86 років на 0,15 м/с, а у сенсорних – на 0,16 м/с в рік. Швидкість проведення збудження по спинному мозку зменшується у період з 60 до 86 років на 0,78 м/с в рік. Існують дані про ослаблення з віком процесів постсинаптичного гальмування.

Усе це знаходить своє відображення у реалізації рефлекторних актів за участю мотонейронів спинного мозку. Зокрема, спостерігається ослаблення сухожильних рефлексів. За даними Маньковського у осіб віком понад 80 років зменшення вираженості чи відсутність ахілового рефлексу спостерігається у 50% випадків. Процент таких осіб наростає з віком. Саме з віковими змінами протікання сухожильних рефлексів пов'язують у певній мірі сповільнення моторних реакцій на різні подразники, а також порушення пластичності рухів, що спостерігається у людей похилого і старечого віку.

При старінні змінюються взаємовідносини між спинальним рівнем та вищими моторними центрами. Це відбувається внаслідок ослаблення прегангліонарних впливів. Існують дані про зниження субординаційних впливів з боку вищих нервових центрів на сегментарний апарат спинного мозку.

Безумовно, що зміни у нервовій системі не обмежуються лише рівнем спинного мозку. На сьогодні існує ряд даних про подвійну роль знім центрально-нервової регуляції у вікових зсувах функцій нейромоторного апарату. Їх традиційно пов'язують із структурними порушеннями у ЦНС, перш за все із зменшенням кількості нейронів і заміною їх на гліальні клітини. Зміни моторної поведінки старших людей пояснюються фізіологічною атрофією частини мозку (стріопалідарної системи, таламус, лімбіко-ретикулярний комплекс, сіра речовина мозочка), які регулюють швидкі моторні акти, забезпечують координацію рухів.

Особливої уваги заслуговують зміни обміну катехоламінів, як основа для розвитку захворювання Паркінсона. У ряді досліджень саме хвороба Паркінсона розглядається як модель динаміки дофамінових рецепторів при старінні. На цьому базується і ряд методів запобігання чи зменшення інтенсивності вікових змін. Зокрема, у людей, що дотримувались багатого леводофа раціону не відбувалося зменшення моторної активності з віком.

5. Особливості вищої нервової діяльності осіб похилого віку.

Перш за все, слід зазначити, що зміни сприйняття і обробки інформації у похилому і старечому віці у певній мірі пов'язані із процесами сприйняття інформації. У загальному під час старіння спостерігається *погіршення функціонування усіх сенсорних систем*. Найбільш виражені зміни при цьому спостерігаються у *зоровій та слуховій* сенсорних системах. Зменшення із віком еластичності кришталика призводить до того, що після 50 р. акомодация ока зменшується у 4-5 раз. Це призводить до розвитку старечої далекозорості і зниження гостроти зору. З віком відбувається зменшення меж поля зору та підвищуються пороги розрізнення кольорів. Зменшується з віком і поріг *звукового сприйняття*. Слід зазначити, що зниження порогів для високих частот спостерігається уже по завершенню підліткового віку, проте у похилому і старечому віці гірше сприймаються уже звуки, які лежать у мовному діапазоні. Зміни у слуховій сенсорній системі переважно обумовлені процесами, що відбуваються на рівні звукосприймаючого апарату внутрішнього вуха (зменшення еластичності основної мембрани і ін.).

У людей похилого віку (особливо після 70 р.) порівняно складніше виробляються позитивні і негативні умовні рефлексії. Нові рефлексії при цьому виявляються нестійкими. Спостерігається погіршення стійкості основних нервових процесів, зменшення їх сили, лабільності. Погіршується диференціювання умовних подразників. Таким чином, можна говорити про порушення взаємовідносин між процесами збудження і гальмування при ослабленні перших та значній недостатності другого.

У осіб із вираженими віковими змінами виявляється функціональна невідповідність у діяльності I і II сигнальних систем. Вона виявляється у сповільненості рефлексів I сигнальної системи за умови досить правильної оцінки подразників II сигнальної системи.

Зміни процесів вищої нервової діяльності осіб похилого та старечого віку характеризуються залежністю від загального прояву вікових змін. В осіб на початкових стадіях вікових змін спостерігається незначне ослаблення пам'яті, переважно про недавні події, підвищена втомлюваність і слабо виражені соматичні прояви старіння. У випадку більш виражених вікових змін виявляються захворювання, характерні для інволюційного віку – атеросклероз і гіпертонічна хвороба. У цьому випадку були наявні дратівливість, підвищена балакучість, неуважність, легка зміна емоцій. За патологічних змін вищої нервової діяльності спостерігається старече слабоумство, анамнезія недавніх подій. Початкові зміни вищої нервової діяльності виявляються у неможливості одночасного здійснення двох чи трьох видів діяльності, якщо вони попередньо не були автоматизовані. За цих умов у людей похилого віку розвивається охоронне гальмування, що запобігає перевтомі нервової системи.

Постійна розумова діяльність сповільнює інволюційні процеси у корі головного мозку. Оптимум розвитку інтелекту припадає на 18-20 р., у 50 р. він становить уже 80%, а в 60 р. – 75% від максимального. Зниження інтелектуальних функцій проявляється в основному у творчо-креативній сфері - зменшення кмітливості, винахідливості, уяви, абстрактного аналізу. Проте вербально-психічні функції досягають свого максимуму пізніше – до 40 р., і лише починають знижуватись після 60 р. Люди старших вікових груп також легко вирішують ряд задач на основі значного життєвого досвіду.

6. Зміни рухової діяльності, прояви рухових якостей у людей похилого і старечого віку.

Погіршення рухових якостей із віком індивідуальне. Проте загальною тенденцією є першочергове погіршення швидкості, гнучкості і спритності, і досить тривале збереження сили і витривалості, особливо аеробної.

У старших вікових групах спостерігається погіршення усіх проявів швидкості. Так, від 20 до 60 р. латентний період зростає у 1.5-2 рази. При цьому після 60 р. спостерігається зменшення швидкості спаду проявів швидкості. Так, якщо у 20-30 р. швидкість згинання передпліччя становила 70,5 град./сек., то у 40 р. – 61.4 град/сек., а у 60-70 р. – 42.1 град./сек. При регулярних заняттях фізичними вправами прояви швидкості зменшуються не так виражено. Так, у тренуваних зменшення становить 20-40%, а у нетренуваних – 25-60% від максимальних величин.

Силові показники до 40-45 р. стабільні, а у 60 р. знижуються приблизно на 25%. За даними кистьової динамометрії *сила* м'язів становить у віці 18-34 років 45-50 кг, у 60-69 років – 35-40 кг, а у 90 років - 25 кг, що свідчать про зменшення фізичної сили м'язів при фізіологічному старінні. При цьому до 60 р. у більшій мірі знижується сила м'язів тулуба. При регулярних заняттях фізичними вправами ці зміни можуть бути відділені.

Витривалість із віком змінюється найменше. Нерідко вона знаходиться на високому рівні у 70-75 р. При цьому різні прояви витривалості змінюються у різній мірі. Швидкісна, силова та швидкісно-силова витривалість зменшується раніше, ще у зрілому віці (40-45 р.). У старості спостерігається зміна характеру ергографічної кривої – замість поступового зниження амплітуди рухів спостерігається різке припинення роботи при досить значній амплітуді. Такий “феномен обриву” забезпечує режим роботи, за якого спостерігається швидке відновлення. . Таким чином, з віком настають значні зміни у тонусі, силі та здатності м'язів до розслаблення. За даними ряду авторів такі зміни менш виражені при збереженні помірної фізичної активності.

У той же час зміни рухової активності обумовлені і тими процесами, які відбуваються у центральних структурах рухового апарату. Зокрема, характеристики біоелектричної активності м'язів у спокої свідчать про погіршення під час старіння здатності м'язів до активного розслаблення. Це, очевидно, обумовлене ослабленням гальмівних надсегментарних (перш за все кортикальних) впливів. Час розслаблення після довільного скорочення у процесі старіння зменшується із 0,5 с до 1 с у осіб старечого та похилого віку.

Отримані показники є непрямими доказами зменшення функціональної лабільності і погіршення процесів термінової готовності до дії при старінні. Під час старіння збільшується також генералізація збудження у руховому апараті. Фізіологічними механізмами цього явища є, з одного боку, зміна рухових синергій, а з іншого – більш широка іррадіація збудження в ЦНС.

Окрім того, з віком міняється динаміка основних нервових процесів, зменшується лабільність нервових центрів, ослаблюється центральне гальмування, що і обумовлює зниження працездатності, швидкий розвиток втоми в умовах цілісних рухових актів.

Темп рухів з віком, як правило, знижується, що особливо яскраво виявляється при виконанні складних актів, що вимагають досконалої координації взаємодії м'язів і адекватної синергічної зміни їхнього тону. Ознаки сповільнення рухів (брадикінезії) при ходьбі виявлені у 45,5% у осіб похилого віку та у 87,8% довгожителів. У той же час зміни у виконанні простих рухових актів в довільному темпі у більшості осіб 60-90 років не виявлено.

Зберігається і достатній рівень підтримання рівноваги, проте стійке вертикальне положення тіла досягається включенням додаткових механізмів регуляції пози, що свідчить про зниження їх резервних можливостей при старінні. При спробі утримання певної пози у старечому віці у багатьох випадках спостерігається статопозний тремор. Виявляється такий тремор на початку та в кінці активного скорочення м'язів, що може бути пов'язане із зниженням м'язової сили, а також погіршенням трофіки м'язів.

У старості відбувається розпад комплексів поєднаних рухів, що виявляється у зменшенні співдружних рухів, так званих фізіологічних синкінезій, зміні рухових навиків (хода, зміна пози). Спостерігається, наприклад, сповільнення темпу такого складного рухового акту, як ходьба. У той же час прості синергії, наприклад, стискання пальців у кулак, поворот голови при погляді вбік, практично не зазнають змін. Після 50 р. спостерігається сповільнене формування нових рухових навиків. Тому під час вивчення вправ у цьому віці словесна інструкція повинна поєднуватись із показом. Людям похилого і старечого віку важко виконувати ігрові прийоми,

рухи, що вимагають складної координації, та всіх вправ, що виконуються у швидкому темпі.

Складні рухи, як правило, складаються із серії простих елементів, кожен із яких гальмується та замінюється на наступний у певному порядку. У людей старечого та похилого віку спостерігається розчленування складних рухів за рахунок збільшення тривалості пауз. Спостерігається також деяка сповільненість та дезавтоматизація рухів кисті. Сповільнення складних рухових актів у більшості досліджуваних відбувається, як правило, за рахунок збільшення тривалості перемикання з одного елемента на інший. Виявлено також зростання часу простої рухової реакції на різноманітні стимули. Під час старіння спостерігається збільшення латентного періоду гальмування, який у молодих людей складає 2 мс, а у похилих – 16 мс, у довгожителів – 44 мс. Це свідчить про переважні зміни у гальмівних рухових реакціях. Отримані дані свідчать про зменшення при старінні ефективності премоторної організації рухових актів (кортикальні механізми).

Таким чином, наведені факти свідчать про суттєві зміни у нервовій ланці рухового апарату. Ці зміни відбуваються як на рівні головного, так і на рівні спинного мозку. Результатом їх є порушення протікання простих та складних рухових актів.

Практично усі автори, що досліджували процеси старіння, ставили на перше місце серед засобів продовження активного довголіття і профілактики негативних змін засоби фізичного тренування. Проте у цьому віковому періоді особливого значення набуває визначення *оптимального рівня* фізичного навантаження, яке за мінімального об'єму викликає максимально можливий позитивний результат. Найбільш доступним і достовірним критерієм дозування навантажень для осіб різного віку є ЧСС та %МПК. Так, у віці 20 р. рекомендоване значення ЧСС під час фізичних навантажень – 140, 30 р. – 130, 50 р. – 120, 60 р. і вище – 100-110 уд/хв. На думку Н.А.Амосова максимальна ЧСС для добре тренуваних людей похилого віку – 150, а у початківців – 120-130 уд/хв. При цьому споживання кисню під час оздоровчих вправ у людей похилого віку не повинно перевищувати 50-60 % МПК.

7. Висновок.

Суттєві зміни, що виникають у процесі старіння в опорно-руховому апараті, нервовій системі, та ряді вегетативних систем осіб старших вікових груп можуть бути суттєво зменшені шляхом правильно організованої фізичної активності.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Біологічний вік людини (теоретичний та методичний аспекти) / Л. С. Вовканич ; Львівський держ. ун-т фізичної культури. НДІ ЛДУФК. Кафедра анатомії та фізіології. - Л. : СПОЛОМ, 2009. – 92 с.
2. Биология старения / Руководство по физиологии. – Л.: Наука, 1982 – 616 с.
3. Ванюштин Б.Ф., Берышев Г.Д. Молекулярно-генетические механизмы старения. – М.: Медицина, 1977. – 296 с.
4. Вовканич Л.С. Довідник для студентів із дисципліни «Вікова анатомія і фізіологія» / Вовканич Л.С. – Львів, 2017. – 19 с.
5. Вовканич Л. Вікова анатомія і фізіологія : навч. посіб. для практич. занять / Любомир Вовканич. - Львів : ЛДУФК, 2016. – 208 с. Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/7670>
6. Вовканич Л. С. Характеристика методик визначення біологічного віку людини (міні - огляд) / Л. С. Вовканич // Здоровий спосіб життя : зб. наук. ст. - Львів, 2008. - Вип. 28. - С. 19 - 26. Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/12205>
7. Возрастная физиология / Руководство по физиологии. – Л.: Наука, 1975 – 690 с.
8. Виленчук М.М. Биологические основы старения и долголетия. – М., 1976. – 157 с.
9. Гериатрия: Учебное пособие. – М.: Медицина, 1990. – 240 с.
10. Канунго М. Биохимия старения. – М.: Мир, 1982. – 296 с.
11. Котова С. Возрастная физиология и анатомия человека: учебное пособие / Котова С., Бессчетнова О. В. – Балашов: Изд-во «Фомичев», 2006. – 220 с.

12. Красноперова Н.А. Возрастная анатомия и физиология / Красноперова Н.А. – Владос, 2012. – 214 с.
13. Возрастная анатомия и физиология : в 2 т. Т. 1. Организм человека, его регуляторные и интегративные системы : учебник для академического бакалавриата / З. В. Любимова, А. А. Никитина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 447 с.
14. Любимова З.В. Возрастная физиология: учебник для студентов вузов: В 2-х частях. Часть 1 / Любимова З.В., Маринова К.В., Никитина А. А. – Владос, 2003 – 304 с.
15. Любимова З.В. Возрастная физиология: учебник для студентов вузов: В 2-х частях. Часть 2 / Любимова З.В., Маринова К.В., Никитина А. А. – Владос, 2008 – 240 с.
16. Мачерет Е.А., Замостян В.П., Лисенюк В.П. Старение и двигательные возможности. – К., 1985. – 176 с.
17. Солодков А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная / Солодков А.С., Сологуб Е.Б. – М.: Терра-Спорт: Олимпия Пресс 2001 – 520 с.