

**ФІЗИЧНА АКТИВНІСТЬ ЯК ПРОФІЛАКТИКА  
ВТРАТИ М'ЯЗОВОЇ МАСИ ТА СТАРІННЯ**

**PHYSICAL ACTIVITY AS A PREVENTION OF AGING LOSS OF MUSCLE MASS**

Траверсе Г. М., Горошко В. І.

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
м. Полтава, Україна*

DOI <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2022.12.12>

**Анотації**

Протягом останніх 30 років гериатричний синдром активно вивчається зарубіжними вченими. В Україні геронтологи почали займатися цим питанням відносно недавно, а саркопенія отримала статус незалежного захворювання за МКХ-10 з кодом М62.84. Метою цього огляду стало обговорення впливу скорочення м'язів на запобігання атрофії м'язів та деякі докази щодо комбінованих втручань для лікування та профілактики саркопенії. У статті проаналізовано дослідження, в яких зверталася увага на те, що прогресивні тренування з обтяженням можуть призвести до збільшення м'язової маси у людей похилого віку, оскільки м'язові волокна людей похилого віку здатні до гіпертрофії і не відрізняються від подібних змін, що спостерігаються у молодих людей. Ці результати дозволили припустити, що м'язи людей похилого віку не обмежені у своїй здатності адаптуватися. Ряд авторів показали, що після прогресивного тренування у людей похилого віку збільшуються як довжина пучків м'язових волокон так і жорсткість зв'язкового апарату на 10% і 64% відповідно. Однак тренування з обтяженнями розглядаються як одна зі стратегій лікування та профілактики як саркопенії, так і астенії, оскільки заслуговує на серйозну увагу і медикаментозна корекція обміну речовин у цій групі людей. Показано, що у віковій атрофії м'язів важливу роль відіграють окислювальний стрес, хронічне запалення та мітохондріальна дисфункція, тому дослідники почали рекомендувати застосування антиоксидантів та інші зниження калорійності харчування. Висновок: первинна профілактика вікової саркопенії у дорослих повинна включати насамперед щоденні безперервні фізичні вправи, доповнюючи їх антиоксидантною терапією та помірним обмеженням калорій.

**Ключові слова:** *саркопенія, окислювальний стрес, хронічне запалення, мітохондріальна дисфункція.*

During the last 30 years, geriatric syndrome has been actively studied by foreign scientists. In Ukraine, gerontologists began to deal with this issue relatively recently, and sarcopenia received the status of an independent disease according to ICD-10 with code M62.84. The aim of this review was to discuss the effects of muscle contraction in preventing muscle atrophy and some of the evidence for combined interventions for the treatment and prevention of sarcopenia. The article analyzes studies that have shown that progressive weight training can lead to increased muscle mass in the elderly, since the muscle fibers of the elderly are capable of hypertrophy and do not differ from similar changes observed in in young people. These results suggested that the muscles of the elderly are not limited in their ability to adapt. Today, the main areas of prevention of sarcopenia in people of older age groups are nutritional correction and therapeutic physical education. The effectiveness of physical exercise exceeds the results of other types of treatment for sarcopenia, which were used without a combination with physical exercise (various options for hormone replacement therapy, nutritional correction, etc.). A number of authors have shown that after progressive training in the elderly, both the length of muscle fiber bundles and the stiffness of the ligamentous apparatus increase by 10% and 64%, respectively. However, weight training is considered as one of the treatment and prevention strategies for both sarcopenia and asthenia, as it deserves serious attention and medical correction of metabolism in this group of people. Oxidative stress, chronic inflammation, and mitochondrial dysfunction have been shown to play an important role in age-related muscle atrophy, so researchers have begun to recommend the use of antioxidants and other calorie-reducing foods. Conclusion: primary prevention of age-related sarcopenia in adults should primarily include daily continuous physical exercise, supplemented by antioxidant therapy and moderate caloric restriction.

**Key words:** *sarcopenia, oxidative stress, chronic inflammation, mitochondrial dysfunction.*

Понад 20 століть головною проблемою людства є атрофія та слабкість м'язів, які виникають у літньому віці, що призводить до значної втрати працездатності, підвищеного ризику падінь і переломів і, зрештою, втрати незалежності [1, 2]. Саркопенія може початися у 40-45 років, але наслідки цієї втрати м'язової маси зазвичай не проявляються до 70 років. Вважається, що приблизно від однієї чверті до половини населення старшого 65 років страждає на саркопенію [3]. Враховуючи швидке старіння населення, дослідження є важливими для кращого розуміння розвитку, прогресування, профілактики та лікування саркопенії. Хоча клітинні та молекулярні механізми, відповідальні за втрату та атрофію м'язових волокон, залишаються нез'ясованими, багато вчених надали докази ефективності фізичної активності для запобігання розвитку саркопенії. Саркопенія також стала темою для занепокоєння в останні роки, оскільки швидкість зростає за прогнозами, потроїться між 2017 і 2050 роками [4]. Протягом останніх 30 років геріатричний синдром активно вивчається зарубіжними вченими. В Україні геронтологи почали займатися цим питанням відносно недавно, а саркопенія, один із основних геріатричних синдромів, у 2016 році отримала статус незалежного захворювання за МКБ-10 з кодом M62.84. Проте зарубіжні вчені почали вивчати саркопенію значно раніше. Наприклад, у Європі рекомендації Європейської робочої групи з саркопенії у літніх людей (EWGSOP) щодо діагностики та лікування саркопенії були розроблені в 2010 році та переглянуті та оновлені в 2018 році під назвою EWGSOP2. Країни Азії (Японія, Корея, Китай, Індонезія, В'єтнам) підготувала рекомендації Азіатської робочої групи з саркопенії (AWGS) у 2019 році. Проблему мультиморбідності досліджували і продовжують розробляти українські учені. Однак на сьогоднішній день не існує єдиної методики діагностики поєднання саркопенії та її прогресування з географічним регіоном, національністю, віком, статтю. Провісники розвитку саркопенії у хворих літнього віку з поліпатологією відсутні. Ці факти свідчать

про необхідність подальших досліджень, удосконалення та впровадження нових методів діагностики та прогнозування ризику розвитку саркопенії у пацієнтів похилого віку, які страждають на численні хронічні неінфекційні захворювання.

**Метою** цього огляду стало обговорення впливу скорочення м'язів на запобігання атрофії м'язів та деякі докази щодо комбінованих втручань для лікування та профілактики саркопенії.

**Методи дослідження.** У роботі використані методи структурно-логічного аналізу та бібліосемантичний метод дослідження. Бібліосемантичний метод застосовувався для з'ясування стану вивчення проблем старшої астениї та саркопенії, сучасних медичних інформаційних систем в Україні та світі та шляхів їх розв'язання через аналіз даних ВООЗ, літературних джерел, електронних ресурсів. Метод структурно-логічного аналізу дозволив виділити, логічно структурувати та установити зв'язки між впровадженням єдиної медичної інформаційної системи та результатом роботи з пацієнтами з саркопенією.

**Результати дослідження.** На тлі глобального демографічного старіння населення спостерігається зростання абсолютної та відносної чисельності груп осіб похилого віку [6] як прояв феномену глобального старіння населення. Концепція старіння населення є відносно новою проблемою історично. Наприклад, у 1950 році в жодній країні не було більше 11% населення старше 65 років, але уже в 2000 році цей показник становив 18%. Однак до 2050 року проблема може загостритися, коли частка населення у віці 65 років і старше досягне 38%. За прогнозами, до 2050 року кількість населення старшого від 60 років буде більшою, ніж молоді віком від 10 до 24 років (2,1 млрд проти 2 млрд). На тлі старіння населення в усьому світі прогресує урбанізація. За останні 50 років відбулися зміни в розподілі населення. За оцінками ВООЗ, до 2030 року 6 із 10 людей житимуть у міських агломераціях, а до 2050 року 70% населення житимуть у містах [5,7]. Процес

побутової та промислової механізації збільшується, що призводить до зменшення фізичних навантажень, тренувань, ризику саркопенії та старечої астенії.

За словами Lenzi (2019), суспільство повинно зосередитися на покращенні фізичного та психічного здоров'я кожного, незалежно від віку. Збільшення очікуваної тривалості життя та покращення якості життя чітко пов'язані зі зниженням смертності від неінфекційних захворювань, якій можна запобігти [8]. Особливо важливим є покращення здоров'я та якості життя людей похилого віку. До 2050 року очікується, що близько 16% населення світу буде старше 65 років. Відбувається складна реконструкція вікової та статеві структури людини соціальні, економічні, медико-психологічні зміни в суспільстві. Сучасний демографічний перехід, який називають четвертою стадією демографічного переходу, свідчить про те, що кількість літнього населення з часом буде збільшуватися. Зростає навантаження на здорових людей, соціальні фонди, пенсійні фонди та системи охорони здоров'я [9]. Відповідно до звіту Європейського Союзу (ЄС) про старіння, демографічний склад європейського населення різко зміниться в найближчі десятиліття, при цьому частка людей похилого віку зростатиме. Прогнозується, що до 2060 року частка громадян ЄС старше 65 років зросте з 18% до 28%. Частка людей старше 80 років за цей же період зростає з 5% до 12%. За Chang A.Y., et al. (2019), глобальне старіння населення, включаючи концепцію здорового або успішного старіння, привертає постійний інтерес протягом десятиліть. Багато людей визначають старість, встановлюючи універсальний віковий поріг, який часто впливає з таких норм, як соціальна політика та вік виходу на пенсію, і вважають усіх, хто перевищує цей віковий поріг, літніми. ВООЗ та ООН зазвичай застосовують вікові пороги 60, 65 або 70 років. Проте вік, з якого особа вважається літньою, базується на об'єктивних показниках і має враховувати такі умови: здоров'я людей [10], у тому числі, чи супроводжується старіння насе-

лення поліпшенням чи погіршенням здоров'я. В даний час проводиться багато досліджень щодо старечої астенії. Проект SUNFRAIL, який координується регіоном Емілія-Романья за наукової підтримки Palma Health Trust, спрямований на розробку передових методів і інструментів для покращення діагностики, профілактики та її лікування. Проект SPRINTT (Sarcopenia and Physical Vulnerability in Older People: A Multicomponent Treatment Strategy) перевіряє ефективність багатоконпонентних методів лікування астенії та саркопенії [2]. Багато авторів досліджували подібність у патогенезі гіпотрофії, кахексії, саркопенії та старечої астенії. Існує багато досліджень, які вивчають зв'язок між вразливістю та різними розладами на клітинному, тканинному, органному, системному рівнях і в усьому організмі. Так, за даними Ticinesi A. et al. (2019), мікрофлора кишківника людини регулює численні процеси, включаючи всмоктування поживних речовин, запалення, окислювальний стрес, імунну функцію та анаболічний баланс, і ці явища мають вирішальне значення для маси та функції скелета. Існує припущення, що існує вісь сідничного м'яза, яка регулює появу та прогресування вікового фізичного зниження маси тіла та саркопенії [11]. Стареча астенія та саркопенічні процеси мають багато спільних патогенних властивостей, пов'язаних з віком механізмів, що сприяють саркопенії та фізичному виснаженню, включають запалення, анаболічну резистентність і підвищений окислювальний стрес. Дослідники вважають, що саркопенія часто відповідає зниженню фізичної активності. З часом фізична працездатність і самопочуття знижуються, особливо після таких стресових факторів, як гостра хвороба. Старіння характеризується втратою м'язової маси та зміщенням відкладень жирової тканини в область живота з формуванням абдомінального ожиріння. За даними Argiles J.M., et al. (2015), пов'язана з віком втрата скелетних м'язів може бути пов'язана з кахексією (втратою м'язової маси внаслідок захворювання) або саркопенією (дегенеративною втратою м'язової маси та функції). Ці вікові

зміни складу тіла базуються не лише на зниженні основного метаболізму, а й на загальному зниженні фізичної активності. Це також відображає негативний білково-енергетичний баланс через механізми старіння, такі як зменшення споживання їжі, нездатність синтезувати білок, аномальний метаболізм, гормональні зміни та запалення. Дослідження показали, що саркопенія тісно пов'язана з передчасним старінням. У слабких літніх пацієнтів часто спостерігається зниження м'язової сили, швидкості ходьби та витривалості, що супроводжується втратою самостійкості у повсякденній діяльності та підвищеним ризиком падінь, переломів, госпіталізації та смерті. Ряд авторів визначили необхідність використання тестів для оцінки функціональної активності у пацієнтів із астеною та саркопенією для прогнозування результату. Функціональне погіршення, визначене тестом підйому на стільці та швидкістю ходьби, є першою ознакою функціонального погіршення та підвищує ймовірність депресії, падінь та ризику переломів, інституціоналізації та смертності, що також знижує якість життя. Хоча саркопенія та астеною залишаються двома різними станами з різними діагностичними критеріями, вони мають спільне патофізіологічне підґрунтя та пов'язані з подібними негативними наслідками з точки зору прогнозу. Авторів зацікавили відомості про те, що м'язові волокна літніх людей гіпертрофовані (~30% збільшення розміру після 16 тижнів високоінтенсивних тренувань) і здатні включати нові ядра в волокна. Такі зміни нічим не відрізняються від подібних змін, які спостерігаються у молодих людей. Ці результати свідчать про те, що адаптаційні можливості м'язів у людей похилого віку не обмежені. І дані показують, що поєднання високоінтенсивних силових тренувань з іншими цільовими мультидисциплінарними втручаннями знижує смертність, госпіталізацію в будинках престарілих та інвалідність після перелому стегна порівняно зі звичайним лікуванням. Саркопенія та астеною вважаються серйозними клінічними проблемами у людей похилого віку, але доне-

давня методи лікування цих виснажливих станів не мали широкої підтримки. Дослідження впливу фізичних вправ та харчування на астеною швидко поширюються [9]. Зростає кількість переконливих доказів того, що прогресивне силове тренування може боротися як із саркопенією, так і з астеною [10]. Так, багато авторів показали, що довжина пучка м'язового волокна та жорсткість сухожилля збільшуються на 10% та 64% відповідно після градуйованого тренування у літніх людей [11]. Ряд авторів вказує на збільшення площі поперечного перерізу м'язів стегна на 4,6% після 24 тижнів тренувань у поєднанні з помірним прийомом білкових добавок у людей похилого віку з обмеженою рухливістю [11], що має особливе значення для клініцистів, оскільки сидячий характер літніх людей призводить до зниження м'язової маси і сили. Таким чином, добре розроблена прогресивна програма силових тренувань має позитивний вплив як на нервову, так і на м'язову системи, що зрештою призводить до значного збільшення м'язової маси та сили у літніх людей. Однак силові тренування слід розглядати як одну з стратегій лікування та профілактики саркопенії та астеною, оскільки модифікація метаболізму ліків у цієї групи людей також заслуговує серйозної уваги. Учені припускають, що окислювальний стрес, хронічне запалення та мітохондріальна дисфункція відіграють важливу роль у віковій атрофії м'язів. Взаємодія цих факторів може впливати на баланс між синтезом і деградацією білків, які індукують апоптоз, що призводить до значної втрати м'язової маси. Окислювальний стрес – це дисбаланс рівнів оксидантів і антиоксидантів [7]. Як у стані спокою, так і під час атрофії без навантаження, старіння привертає до підвищених рівнів окисного стресу скелетних м'язів [8]. Крім того, в основі патогенезу хронічних захворювань з атрофією м'язів лежить окислювальний стрес [9]. Було показано, що підвищений рівень хронічного запалення низького ступеня, спричиненого окисним стресом, шкідливий для скелетних м'язів у людей [11] і на тваринних моделях [8]. У молодих людей

ресинтез білків скелетних м'язів відбувається збалансовано, але цей баланс порушується в процесі старіння, що призводить до підвищення окисного стресу [9]. Як наслідок, порушення внутрішньоклітинного окислювально-відновного балансу є основною причиною хронічного стану незначного запалення. Хронічне молекулярне запалення вважається основним механізмом старіння та вікових захворювань і може служити містком між нормальним старінням і віковими патологічними процесами. Дійсно, добре відомо, що підвищений окислювальний стрес і запалення пов'язані з багатьма захворюваннями скелетних м'язів. Хронічне безсимптомне запалення може бути маркером функціонального обмеження у людей похилого віку з певними захворюваннями/станами. Апоптоз і запалення тісно взаємодіють з окисним пошкодженням і беруть участь у віковій втраті м'язової маси і сили. Відомо, що мітохондрії є основним джерелом аденозинфосфату в скелетних м'язах, і мітохондріальна ДНК може бути особливо чутливою до окисного пошкодження ДНК. Хронічне запалення також порушує функцію мітохондрій у кардіоміоцитах. Накопичення пошкоджень мітохондріальної та ядерної ДНК зрештою порушує функцію та призводить до втрати м'язових клітин. У сукупності наслідки окислювального стресу та молекулярного запалення в скелетних м'язах можуть призвести до мітохондріальної дисфункції, зниження синтезу білка, збільшення деградації білка та апоптозу. Таким чином, на додаток до силових тренувань, які можуть послабити як фібротрофічні, так і проапоптотичні сигнали в скелетних м'язах людей похилого віку, необхідні інші харчові та антиоксидантні заходи. Довічне обмеження калорій є важливою частиною запобігання саркопенії. Дослідження показали, що маркери апоптозу зменшуються в скелетних м'язах старіючих щурів, коли кількість споживаних калорій зменшується. Багато авторів підтвердили ефективність обмеження калорійності в покращенні процесу старіння скелетних м'язів. Було показано, що обмеження калорій протягом

усього життя на 40% значно знижує швидкість втрати м'язів і пом'якшує вікову втрату клітковини. Однак інші автори показали, що обмеження калорійності саме по собі не має такого ж ефекту, як фізична активність у поєднанні з помірним обмеженням калорій, а площа поперечного перерізу волокна зберігалася за рахунок включення обох факторів. Ці результати свідчать про те, що первинна профілактика вікової саркопенії у дорослих повинна включати помірне обмеження калорій і продовження щоденних фізичних вправ. Враховуючи роль окисного стресу в розвитку саркопенії, слід також враховувати інші фактори, включаючи антиоксиданти, такі як каротиноїди, які допомагають зменшити стан окисного стресу та хронічного запалення [2,5]. Дослідження показали, що споживання антиоксидантів знижує рівень окислювального стресу та втрати м'язів під час фізичних вправ. Ці результати свідчать про потенційну роль антиоксидантів у лікуванні саркопенії. Дослідження показали, що продукти, що містять антиоксиданти (катехіни, астаксантин, кверцетин, глутатіон, антоціани тощо), є потенційно ефективними для підвищення продуктивності скелетних м'язів і протидії згубним наслідкам невикористання скелетних м'язів. Механізм дії антиоксидантів полягає в запобіганні окисного стресу, оскільки вони збільшують виробництво енергії в мітохондріях, регулюють анаболічні (регенеративні) і катаболічні (протеолітичні) процеси в скелетних м'язах. Це може бути пов'язано з його здатністю пригнічувати запрограмовану смерть клітин і активувати та максимізувати відповідні процеси, розширення капілярної мережі. Однак автори неодноразово підкреслюють, що використання антиоксидантів у поєднанні з іншими втручаннями, такими як фізичні вправи, є більш ефективним у сприянні здоров'ю скелетних м'язів. Незважаючи на те, що медична або фармакологічна терапія саркопенії невідома, є деякі докази того, що підтримка високого рівня білка в раціоні може певною мірою зменшити втрату м'язової маси.

**Висновок.** Оскільки старіння є неминучим процесом, основна увага останніх досліджень була зосереджена на стратегіях продовження життя в здоровому стані. І єдиним відомим

лікуванням, яке може запобігти та повністю повернути назад саркопенію, є тренування з опором (або силові тренування), які відновлюють скорочені м'язи у літніх людей.

### Література

1. Rędownicz, M. J., & Wojton, D. (2020). Plastyczność mięśni szkieletowych: Od miogenezy po regenerację. *Kosmos*, 69(4), 689-702.

2. Turżańska, K., Drelich, M., & Posturzyńska, A. (2019). Rola protein I aktywności fizycznej w leczeniu I zapobieganiu sarkopenii protein and physical activity in prevention and treatment of sarcopenia. *Wiadomości Lekarskie*, 72(9), 1660-1666.

3. Dzerovych, N. I. (2019). Європейські рекомендації 2019 року щодо діагностики саркопенії. *PAIN, JOINTS, SPINE*, 9(4), 257-261.

4. Kosiński, J., Blicharski, T., Przepiórka-Kosińska, J., & Dubiel, A. (2019). Sarkopenia – niedostrzegany problem starzejącego się społeczeństwa Sarcopenia- unnoticed problem of aging society. *Wiadomości Lekarskie*, 72(9), 1655-1659.

5. Kopchak, V. M., Pererva, L. O., Shkarban, V. P., Trachuk, V. I., & Lynnyk, S. V. (2021). Sarcopenia as a predictor of postoperative complications in patients with pancreatic cancer. *Медичні перспективи*, 26(1), 98-105.

6. Kopchak, V. M., Pererva, L. O., Duvalko, O. V., Khanenko, V. V., Andronik, S. V., Suhachov, S. V., & Kropyvnytskyi, V. O. (2019). The methods of prophylaxis of the morbidity

occurrence after pancreateico-duodenal resection. *Klinicheskaia khirurgiia*, 86(5), 3-7.

7. Didokha, I. V., & Aravitska, M. G. (2021). Effects of physical therapy on the level of kinesiphobia, somatic markers of sarcopenia and indicators of fall risk in elderly persons with Parkinson's disease. *Art of Medicine*, 50-58.

8. Korczak, J. (2020). Powikłania terapii hormonalnej (ADT – androgen deprivation therapy) a układ ruchu u pacjentów z rakiem prostaty. *Letters in Oncology Science*, 17(1), 1-6.

9. Abramowicz, P., Glinkowski, W., Pecuszok, P., & Konstantynowicz, J. (2020). Nowe narzędzie do oceny jakości życia osób starszych z sarkopenią: kwestionariusz SarQol® w wersji polskiej. In *Rheumatology Forum* (Vol. 6, No. 2, pp. 63-69).

10. Horoshko V. (2021). The impact of hypodynamia on the functional state of health of young people during their studies in higher educational institutions. *Digital economy trends: global challenges, strategy and technologies: monograph*, 126-134

11. Petermann-Rocha, F., Balntzi, V., Gray, S. R., Lara, J., Ho, F. K., Pell, J. P., & Celis-Morales, C. (2022). Global prevalence of sarcopenia and severe sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 13(1), 86-99.