

УДК 796.011.3.

DOI <https://doi.org/10.24195/olympicus/2025-3.8>**Буховець Божена Олегівна**

кандидат наук з фізичного виховання і спорту,
викладач кафедри гімнастики та фізкультурно-спортивних технологій
Державний заклад «Південноукраїнський національний
педагогічний університет імені К.Д. Ушинського»
ORCID ID: 0000-0003-2386-3995

Прокоф'єва Лілія Анатоліївна

кандидат педагогічних наук,
старший викладач кафедри спортивних ігор і менеджменту фізичної культури
Державний заклад «Південноукраїнський національний
педагогічний університет імені К.Д. Ушинського»
ORCID ID: 0000-0002-7293-0958

Філіпцова Катерина Анатоліївна

кандидат біологічних наук,
доцент кафедри біології та здоров'язбережувальних технологій
Державний заклад «Південноукраїнський національний
педагогічний університет імені К.Д. Ушинського»
ORCID ID: 0000-0003-4385-7090

Підгірний Олег Валерійович

кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри
спортивних ігор і менеджменту фізичної культури
Державний заклад «Південноукраїнський національний
педагогічний університет імені К.Д. Ушинського»
ORCID ID: 0000-0003-4385-7090

Дишель Галина Олександрівна

старший викладач кафедри біології та здоров'язбережувальних технологій
Державний заклад «Південноукраїнський національний
педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського»
ORCID ID: 0000-0002-4850-9442

БІОМЕХАНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ХОДЬБИ У ОСІБ ЗРІЛОГО ВІКУ В КОНТЕКСТІ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Актуальність проблеми. Для осіб зрілого віку, за даними науковців, ходьба є ефективним засобом оздоровчої фізичної культури, оскільки вона не вимагає значних фізичних зусиль, не потребує істотних часових і фінансових витрат, має мінімальні протипоказання та виконується з помірною інтенсивністю. Разом із тим дискусійним залишається питання щодо механізмів впливу темпу ходьби, який визначається довжиною кроку, та її ритму, що залежить від частоти кроків у представників зрілого віку.

Методи. Для реалізації поставленої мети використано такі методи дослідження: теоретичні (аналіз наукової та методичної літератури, узагальнення, системний аналіз); педагогічні (експеримент, спостереження); інструментальні (біологічний зворотний зв'язок (БЗЗ) із використанням електроміографії (ЕМГ)); математичні.

Результати. Під час порівняльного аналізу біоелектричної активності литкових м'язів правої та лівої ніг у осіб зрілого віку було зафіксовано високий рівень ЕМГ (понад 600 мкВ). Зокрема, показники електроміографічної активності м'язів лівої ноги виявилися нижчими порівняно з правою, що може свідчити про переважне навантаження на домінуючу кінцівку під час динамічних рухів. Водночас рівень асиметрії виявився несуттєвим, що може пояснюватися більш рівномірним, хоча і менш інтенсивним, розподілом м'язового навантаження між кінцівками.

Висновки. За результатами, отриманими в представленому дослідженні, можна припустити, що заняття фізичною культурою у формі дозованої ходьби створюють умови для формування достатньо високого рівня м'язової активності литкових м'язів. Водночас зафіксовані показники свідчать про збереження певної асиметрії у навантаженні, що, ймовірно, пов'язано з індивідуальними особливостями рухового стереотипу. Регулярне залучення осіб зрілого віку до занять фізичною культурою, зокрема у вигляді оздоровчої ходьби, забезпечує помірно симетричне функціональне навантаження на опорно-руховий апарат, що сприяє збереженню його функціонального стану.

Ключові слова: біомеханічний аналіз, особи зрілого віку, фізична культура та спорт, фізкультурно-оздоровча спрямованість, ходьба, рух.

Вступ. Категорія осіб зрілого віку (45–59 років за класифікацією ВООЗ) потребує рухової активності, але меншою мірою бере участь у її організованих формах на відміну осіб молодого віку, особливо здобувачів, які в умовах освітнього процесу відвідують заняття фізичною культурою. Для осіб зрілого віку процес фізичної культури реалізується лише за власним бажанням в умовах фізкультурно-оздоровчих центрів або муніципальних майданчиків для покращення фізичного стану [5].

Для осіб зрілого віку, на думку науковців, як засіб оздоровчої фізичної культури можливо застосовувати ходьбу, оскільки вона не потребує вагомих зусиль, часових і фінансових витрат та має вельми обмежені протипоказання і застосовується з помірною інтенсивністю [3]. Однак дискусійним є питання обґрунтування механізму дії її темпу, що визначається довжиною кроку, ритму ходьби, що задається частотою кроків в осіб зрілого віку. Разом ці два параметри характеризують каденцію ходьби (крок/хв), яка за ходьби на відстань більше 1 км без зупинки вибирається особою мимоволі [10].

Особливості біомеханіки ходьби осіб зрілого віку включають зниження швидкості, зміни в амплітуді рухів суглобів, збільшення часу підтримки ваги на одній нозі та зменшення довжини кроку. Із віком зменшуються сила м'язів, гнучкість суглобів та координація рухів, що впливає на ефективність та безпеку ходьби. Особи зрілого віку ходять повільніше, а їхній крок стає коротшим, що призводить до зниження загальної швидкості пересування.

Амплітуда рухів у суглобах, особливо в тазостегновому та колінному, зменшується, що може обмежувати рухливість та впливати на плавність ходьби. Постановка стопи може змінюватися, і, як наслідок, збільшується кут відхилення стопи, що впливає на розподіл навантаження на стопу та може підвищити ризик травм. Рухи у верхній частині тіла, такі як рухи рук, також можуть зменшуватися, що впливає на загальну координацію та стабільність.

Із віком м'язова сила та витривалість зменшуються, що може призводити до змін у роботі м'язів-стабілізаторів та збільшення навантаження на інші групи м'язів. Науковці розрізняють такі причини змін у біомеханіці ходьби: зменшення щільності кісток (остеопороз) та атрофія м'язів можуть впливати на стабільність та рухливість суглобів; зменшення швидкості проведення нервових імпульсів та погіршення координації рухів також можуть впливати на біомеханіку ходьби. Розуміння особливостей біомеханіки ходьби у осіб зрілого віку дає змогу розробляти ефективні програми фізкультурно-оздоровчої спрямованості.

Мета та завдання. Мета статті – дослідження іннервації литкових м'язів методом біологічного зворотного зв'язку в поєднанні з електроміографією в осіб зрілого віку.

Відповідно до мети представленої наукової роботи, вирішувалися такі завдання:

1. Аналіз даних спеціалізованої наукової літератури з представленої теми наукового дослідження.
2. Визначення показників середнього значення ЕМГ (у мкВ) та асиметрії (%) іннервації

литкових м'язів методом біологічного зворотного зв'язку в поєднанні з електроміографією в осіб зрілого віку.

Методи дослідження. Для реалізації поставленої мети були використані такі методи дослідження: теоретичні (аналіз наукової та методичної літератури, узагальнення, системний аналіз); педагогічні (експеримент, спостереження); інструментальні (біологічний зворотний зв'язок (БЗЗ) із використанням електроміографії (ЕМГ)); математичні.

Результати дослідження. У науковому дослідженні взяли участь 30 осіб зрілого віку. Педагогічний експеримент реалізовувався на базі наукового центру «Олімпікус» кафедри гімнастики та фізкультурно-спортивних технологій ДЗ «Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського».

Під час аналізу ЕМГ (у мкВ) осіб зрілого віку було виявлено: меншу середню складність сигналу (entropy) у проксимальних м'язах (vastus lateralis, biceps femoris) на відміну від дистального gastrocnemius, де складність залишалася вищою, що свідчить про адаптивні механізми в литці.

Також зі збільшенням швидкості ходьби зростала варіабельність амплітуди ЕМГ (в мкВ), однак у gastrocnemius ця змінність менша, ніж в інших м'язах. Необхідно зауважити, що з віком незмінно виявляються менш стабільними патерни м'язової активності, що є передвісниками зниження стійкості ходи. Особи зрілого віку демонструють вищу асиметрію ЕМГ (у мкВ) активності у 12% досліджуваних, що підтверджує раніше отримані дані про дисбаланс литкових м'язів.

У 30% досліджуваних ЕМГ лівої ноги та 35% правої ноги «Heel strike» відносилися до початкової фази кроку, коли п'ятка перша торкається землі (рис. 1).

«Mid-stance», або середина опорної фази, є одним з етапів нормального циклу ходьби. Він настає після початкового контакту п'ятки з поверхнею та передує завершенню опорної фази. У цей момент вага тіла повністю переноситься на опорну ногу, яка знаходиться під тілом. Дана фаза у 40% досліджуваних була констатована без особливостей у лівій нозі та у 43% у правій.

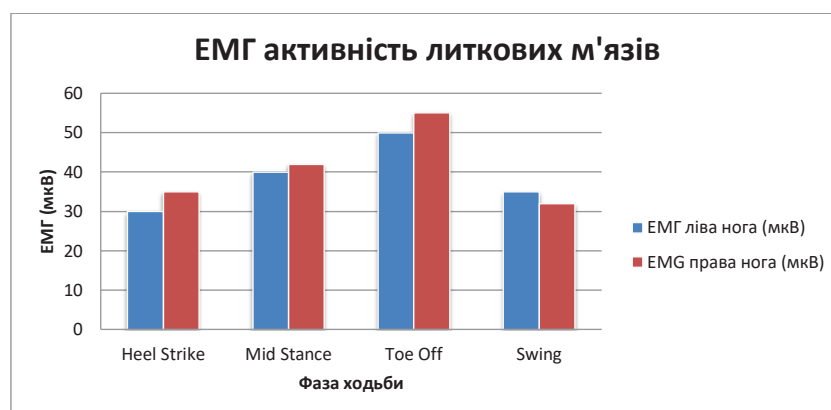


Рис. 1. ЕМ-активність литкових м'язів лівої та правої ніг під час різних фаз ходьби в осіб зрілого віку, %

«Toe Off» є однією з ключових фаз біомеханіки ходьби. Для даної фази характерним є активне відштовхування від поверхні, коли нога знаходиться позаду тіла. У цій фазі м'язи гомілки та стопи працюють разом, щоб забезпечити перехід від опори на п'яту до відштовхування пальцями.

«Swing» означає коливання, розмах, вагання під час ходьби, що у правій нозі були констатовані без особливостей у 32% досліджуваних, а у лівій – у 34%.

За даними наукового дослідження відзначалася збільшена одночасна активація антагоністів, яка підтримує стабільність рухів, але може призводити до зниження якості патерну ходьби.

Під час порівняльного аналізу роботи литкових м'язів правої та лівої ніг у осіб зрілого віку визначався високий рівень ЕМГ (понад 600 мкВ) (табл. 1). За показниками ЕМГ литкових м'язів лівої ноги поступалася правій. Такі результати можуть свідчити про високе навантаження на ці м'язи за динамічних рухів. Асиметрія була констатовано несуттєвою, що може бути пов'язано з рівномірнішим, але менш інтенсивним навантаженням.

Таблиця 1

Показники середнього значення ЕМГ (у мкВ) та асиметрії (%) литкових м'язів

Литкові м'язи		
ЕМГ (мкВ)		K _{ас} (%)
права нога	ліва нога	
824,39	747,21	26,98
K _{ас} – середній коефіцієнт асиметрії електроміограми по групі		

Висновки. Методика БЗЗ у поєднанні з ЕМГ надає якісні дані щодо дослідження іннервації м'язів, що в перспективі допоможе виявляти біомеханічні порушення ланок ОРА на ранніх стадіях. Дані, отримані за допомогою діагностики, дають можливість прогнозувати результати фізкультурно-оздоровчої діяльності та уникати порушень біомеханіки рухів у ходьбі. За даними, отриманими в представленому дослідженні, можливо припустити, що заняття фізичною культурою у вигляді дозованої ходьби створили фундамент для сильного, однак усе-таки асиметричного навантаження на литкові м'язи. Заняття фізичною культурою особами зрілого віку забезпечує помірно симетричне навантаження на опорно-руховий апарат осіб зрілого віку.

Література:

1. Архіпов О.А. Якісний біомеханічний аналіз техніки бігу на короткі, середні та довгі дистанції. *Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова. Серія 15.* 2016. № 1(70) 16. С. 285–288.
2. Бейгул І., Бейгул О., Лисяк Д. Біомеханічні аспекти виконання виведення спортсмена з рівноваги у боротьбі дзюдо. *Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 15.* 2025. № 2(187). С. 32–35. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc-series15.2025.02\(187\).06](https://doi.org/10.31392/UDU-nc-series15.2025.02(187).06)
3. Біомеханічний аналіз регуляції просторової організації тіла гімнастів / Б.О. Буховець та ін. *Академічні візії.* 2025. № 40. С. 1–6. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15163836>
4. Аналіз впливу біомеханічних засобів прямої дії на технічну майстерність спортсменів / Б.О. Буховець та ін. *Академічні візії.* 2025. № 44. С. 1–6. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15780649>
5. Гамалій В. Біомеханічні аспекти раціоналізації процесу навчання рухів у процесів технічної підготовки спортсменів. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту.* 2020. № 2. С. 36–41.
6. Іванова Г.С., Скворцов Д.В., Клімов Л.В. Оцінка постуральної функції у клінічній практиці. *Вісник відновлювальної медицини.* 2014. № 1. С. 19–25.
7. Кашуба В. Біомеханіка просторової організації тіла людини: теоретичні та практичні аспекти. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту.* 2020. № 2. С. 67–84.
8. Юденко О.В., Оленев Д.Г. Біомеханіка з основами кінезіології – важливий освітній компонент програми для здобувачів вищої освіти спеціальності 017 «Фізична культура і спорт» в умовах ВВНЗ. *Педагогічна академія: наукові записки.* 2025. № 14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14908849>
9. Liu L., Deguchi T., Shiokawa M., Hamaguchi K., Shinya, M. A kinetic analysis of the judo osoto-gari technique: relationship to sweeping leg velocity. *Sports Biomechanics.* 2022. № 7. Р. 1–17. <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2125432>
10. Hrysomallis C. Relationship between Balance Ability, Training and Sports Injury Risk. *Sports Med.* 2007. № 37(6). Р. 547–556
11. Sacripanti A. Biomechanical revision of the principles of Dr. Jigorō Kano's jūdō kōdōkan. *Medicina dello Sport.* 2012. № 65(2). Р. 265–81.

References:

1. Arkhipov, O.A. (2016). Yakisnyy biomekhanichnyy analiz tekhniki bihu na korotki, seredni ta dovhi dystantsiyi [Qualitative biomechanical analysis of running technique for short, medium and long distances.]. *Naukovyy chasopys Natsional'noho pedahohichnoho universytetu im. M.P. Drahomanova. Seriya 15*, 1(70) 16, 285–288 [in Ukrainian].
2. Beyhul, I., Beyhul, O., Lysyak, D. (2025). Biomekhanichni aspekty vykonannya vyvedennya sport·smena z rivnovahy u borot'bi dzyudo [Biomechanical aspects of the execution of an athlete's off-balance throw in judo wrestling]. *Naukovyy chasopys Ukrayins'koho derzhavnoho universytetu imeni Mykhayla Drahomanova. Seriya 15*, 2(187), 32–35. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.02\(187\).06](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.02(187).06) [in Ukrainian].
3. Bukhovets, B.O., Pohorelova, O.O., Lytvynenko, Yu.V., Prokofyeva, L.A., Dyshel, H.O. (2025). Biomekhanichnyy analiz rehulyatsiyi prostorovoyi orhanizatsiyi tila himnastiv [Biomechanical analysis of the regulation of the spatial organization of the gymnasts' body]. *Akademichni viziyyi*, 40, 1–6. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15163836> [in Ukrainian].
4. Bukhovets, B.O., Rychok, T.M., Prokofyeva, L.A., Hordiyenko, D.V., Diskalenko, S.I. (2025). Analiz vplyvu biomekhanichnykh zasobiv pryamoyi diyi na tekhnichnu maysternist' sportsmeniv [Analysis of the influence of biomechanical means of direct action on the technical skill of athletes]. *Akademichni viziyyi*, 44, 1–6. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15780649> [in Ukrainian].
5. Hamaliy, V. (2020). Biomekhanichni aspekty ratsionalizatsiyi protsesu navchannya rukhiv u protsesi tekhnichnoyi pidhotovky sport·smeniv [Biomechanical aspects of rationalization of the process of learning movements in the process of technical training of athletes]. *Teoriya i metodyka fizychnoho vykhovannya i sportu*, 2, 36–41. <https://doi.org/10.32652/tmfvs.2020.2.36-4> [in Ukrainian].
6. Ivanova, H.Ye., Skvortsov, D.V., Klimov, L.V. (2014). Otsinka posturalnoyi funktsiyi u klinichniy praktytsi [Assessment of postural function in clinical practice]. *Visnyk vidnovlyuvalnoyi medytsyny*, 1, 19–25. [in Ukrainian].
7. Kashuba, V. (2020). Biomekhanika prostorovoyi orhanizatsiyi tila lyudyny: teoretychni ta praktychni aspekty [Biomechanics of the spatial organization of the human body: theoretical and practical aspects]. *Teoriya i metodyka fizychnoho vykhovannya i sportu*, 2, 67–84 [in Ukrainian].
8. Yudenko, O.V., Olyenev, D.H. (2025). Biomekhanika z osnovamy kineziolohiyi – vazhlyvyi osvityniy komponent prohramy dlya zdobuvachiv vyshchoyi osvity spetsial'nosti 017 «Fizychna kul'tura i sport» v umovakh VVNZ [Biomechanics with the basics of kinesiology is an important educational component of the program for higher education applicants in the specialty 017 «Physical Culture and Sports» in the conditions of VVNIZ.]. *Pedahohichna Akademiya: naukovi zapysky*, 14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14908849> [in Ukrainian].
9. Liu, L., Deguchi, T., Shiokawa, M., Hamaguchi, K., Shinya, M.A. (2022). Kinetic analysis of the judo osoto-gari technique: relationship to sweeping leg velocity. *Sports Biomechanics*, 7, 1–17.
10. Liu, L., Deguchi, T., Shiokawa, M., Hamaguchi, K., Shinya, M.A. (2022). Kinetic analysis of the judo osoto-gari technique: relationship to sweeping leg velocity. *Sports Biomechanics*, 7, 1–17. <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2125432> [in English].
10. Hrysomallis, C. (2007). Relationship between Balance Ability, Training and Sports Injury Risk. *Sports Med.*, 37(6), 547–556 [in English].
11. Sacripanti, A. (2012). Biomechanical revision of the principles of Dr. Jigorō Kano's jūdō kōdōkan. *Medicina dello Sport*, 65(2), 265–81 [in English].

**Bukhovets Bozhena, Prokofievna Liliya, Filiptsova Kateryna,
Pidhirnyi Oleg, Dyshel Galyna**

BIOMECHANICAL FEATURES OF WALKING IN MATURE PEOPLE IN THE CONTEXT OF PHYSICAL CULTURE

Relevance of the problem. For mature people, according to scientists, walking is an effective means of health-improving physical culture, since it does not require significant physical effort, does not require significant time and financial costs, has minimal contraindications and is performed with moderate intensity. At the same time, the question of the mechanisms of influence of the pace of walking,

which is determined by the length of the step, and its rhythm, which depends on the frequency of steps, in representatives of mature age remains debatable.

Methods. To achieve the set goal, the following research methods were used: theoretical methods (analysis of scientific and methodological literature; generalization; system analysis); pedagogical (experiment, observation); instrumental (biofeedback (BFF) using electromyography (EMG)); mathematical.

Results. In a comparative analysis of the bioelectric activity of the calf muscles of the right and left legs in mature people, a high level of EMG (over 600 μV) was recorded. In particular, the electromyographic activity indicators of the muscles of the left leg were lower compared to the right, which may indicate a predominant load on the dominant limb during dynamic movements.

At the same time, the level of asymmetry was insignificant, which may be explained by a more uniform, albeit less intense distribution of muscle load between the limbs.

Conclusions. According to the results obtained in the presented study, it can be assumed that physical education in the form of dosed walking creates conditions for the formation of a sufficiently high level of muscle activity of the calf muscles. At the same time, the recorded indicators indicate the preservation of a certain asymmetry in the load, which is probably associated with the individual characteristics of the motor stereotype. Regular involvement of mature people in physical education, in particular in the form of health-improving walking, provides a moderately symmetrical functional load on the musculoskeletal system, which contributes to the preservation of its functional state.

Key words: biomechanical analysis, mature individuals, physical culture and sports, physical culture and health-improving orientation, walking, movement.

Дата надходження статті: 01.08.2025

Дата прийняття статті: 12.09.2025

Опубліковано: 23.10.2025