

Застосування заходів фізичної терапії для відновлення постурального контролю в осіб із розсіяним склерозом

УДК: 364.265:611.959615.825

М. С. Балаж¹, О. В. Гордашевський²

¹Український католицький університет, Львів, Україна

²Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. Заходи фізичної терапії мають потенційний позитивний вплив на різні чинники порушень постурального контролю при розсіяному склерозі. *Мета.* За даними джерел спеціальної літератури розглянути сучасні підходи до застосування заходів фізичної терапії для відновлення постурального контролю в осіб із розсіяним склерозом. *Методи.* Аналіз та узагальнення даних наукової літератури і практичних рекомендацій до застосування заходів фізичної терапії для відновлення постурального контролю в осіб із розсіяним склерозом. *Результати.* У ряді досліджень було продемонстровано ефективність аеробних та силових вправ, гідрокінезитерапії, йоги та тренувань на основі віртуальної реальності на показники балансу та постурального контролю в осіб із розсіяним склерозом. Порушення постурального контролю є поширеним наслідком розсіяного склерозу, що призводить до порушень мобільності та незалежності пацієнтів. Результати систематичних оглядів та мета-аналізів показують, що програми фізичної терапії, які включають різні види вправ, є ефективними для покращення балансу та відновлення постурального контролю при розсіяному склерозі. Проте залишається відкритим питання оптимальних параметрів вправ та переваг одних програм перед іншими.

Ключові слова: розсіяний склероз, реабілітація, фізична терапія, терапевтичні вправи, баланс, постуральний контроль.

Application of physical therapy measures to restore postural control in patients with multiple sclerosis

M. S. Balazs¹, O. V. Hordashevskyi²

¹Ukrainian Catholic University, Lviv, Ukraine

²National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

Abstract. Physical therapy measures have a potential positive effect on various factors of postural control disorders in multiple sclerosis. *Objective.* To examine modern approaches to the use of physical therapy measures to restore postural control in people with multiple sclerosis according to the sources of special literature. *Methods.* Analysis and synthesis of scientific literature and practical recommendations for the use of physical therapy measures to restore postural control in people with multiple sclerosis. *Results.* A number of studies have demonstrated the effectiveness of aerobic and strength exercises, hydrokinesitherapy, yoga, and virtual reality training on balance and postural control in people with multiple sclerosis. Impaired postural control is a common consequence of multiple sclerosis, leading to impaired mobility and independence. The results of systematic reviews and meta-analyses show that physical therapy programs that include various types of exercises are effective in improving balance and restoring postural control in patients with multiple sclerosis. However, the question of optimal exercise parameters and the advantages of some programs over others remains open.

Keywords: multiple sclerosis, rehabilitation, physical therapy, therapeutic exercise, balance, postural control.

Постановка проблеми. Розсіяний склероз (РС) — це аутоімунне демієлінізуюче нейродегенеративне захворювання центральної нервової системи (ЦНС), яке є провідною причиною нетравматичної неврологічної інвалідності серед осіб молодого віку [22]. Поширеність РС у світі становить близько 2,6 млн осіб [24].

В Україні у 2020 р. налічувалося 20 924 особи (з них 67 % жінок та 33 % чоловіків), хворих на РС. Кількість нових випадків РС на рік в Україні становить 3,7 на 100 тис. населення, а середній вік встановлення діагнозу — приблизно 31–34 роки [1].

Характерною ознакою захворювання та його прогресування є нейрональне запалення та руйнування мієлінової тканини, що призводить до порушення діяльності ЦНС [13].

РС характеризується різноманітними клінічними проявами, що включають (але не обмежуються) фізичні симптоми, такі як м'язова слабкість, зниження мобільності, а також такі психічні симптоми: втома та погіршення когнітивних функцій [13, 21].

Унаслідок поєднання фізичних та психічних розладів приблизно у 75 % осіб із РС спостерігаються порушення рівноваги та ходьби на ранніх і пізніх стадіях захворювання, що підвищує ризик падінь і травмування [7].

Фізичні травми та психологічні страхи, пов'язані з падінням, можуть додатково вплинути на фізичний стан і психічне здоров'я пацієнтів, утворюючи так зване «порочне коло», що має ще більш негативний вплив на якість життя пацієнтів та зниження їхньої соціальної участі [8, 21].

За останні 30 років було досягнуто значних успіхів у лікуванні та реабілітації осіб із РС. Останні наукові дані та висновки експертів свідчать про те, що заходи фізичної терапії можуть бути єдиним найефективнішим нефармакологічним симптоматичним методом лікування РС [28]. У ряді систематичних оглядів було продемонстровано ефективність фізичної терапії для зменшення симптоматики РС та покращення якості життя [2, 17, 26], котра широко використовується як критерій ефективності втручань [15, 30, 35, 38].

Результати наукових досліджень дають підстави наполегливо рекомендувати застосування фізичних вправ у комплексному реабілітаційному менеджменті РС на всіх стадіях захворювання [23], як і при інших захворюваннях нервової системи [6, 27, 39]. Різні види терапевтичних вправ все частіше використовуються в клінічному реабілітаційному менеджменті РС [28], як і при патологіях інших систем організму [16, 37].

Проте поточні рекомендації з фізичної терапії при РС мають здебільшого загальний характер, залишаючи відкритим питання визначення чітких параметрів фізичних вправ, ефективних для корекції постурального контролю та зменшення ризику падінь.

Роботу виконано відповідно до плану НДР НУФВСУ на 2021–2025 рр. за темою 4.1. «Відновлення функціональних можливостей, діяльності та участі осіб різних нозологічних, професійних та вікових груп засобами фізичної терапії» (номер держреєстрації 0121U107926).

Мета дослідження — за даними джерел спеціальної літератури розглянути сучасні підходи до застосування заходів фізичної терапії для відновлення постурального контролю в осіб із розсіяним склерозом.

Методи дослідження: аналіз та узагальнення даних наукової літератури і практичних рекомендацій до застосування заходів фізичної терапії для відновлення постурального контролю в осіб із РС.

Результати дослідження та їх обговорення. Постуральний контроль є узагальнюючим терміном, який стосується здатності тіла попереджати або реагувати на умови, які загрожують стабільності, і підтримувати або регулювати положення тіла, щоб запобігти падінню. Здатність підтримувати або змінювати позу є не автоматичною реакцією, а складним процесом, що втілює різноманітність сенсомоторних процесів [10].

Результати мета-аналізу L. Comber et al. вказують на те, що незалежно від складності завдання чи сенсорного стану людини з РС демонструють значний дефіцит постурального контролю порівняно зі здоровими особами [10].

Згідно з даними M. H. Cameron et al., переважна більшість осіб із РС мають порушення постурального контролю та ходьби навіть на ранніх стадіях захворювання. Повідомляється, що 50–80 % людей з РС мають порушення рівноваги та ходьби, а понад 50 % пацієнтів переносять падіння принаймні один раз на рік [7].

E. Grazioli et al. вважають втрату рівноваги та здатності до самостійної ходьби двома основними порушеннями внаслідок РС, що призводять до підвищеного сприйняття втоми, прогресування тяжкості захворювання і втрати пацієнтом незалежності у повсякденному житті [19].

Подібно до клінічних проявів самого захворювання фактори ризику падінь при РС різноманітні. В останні роки увага дослідників прикута до вивчення ролі фізичних, психологічних і соціальних чинників, пов'язаних з падіннями при РС, та ефективності заходів фізичної терапії для

відновлення постурального контролю та профілактики падінь [10].

Користь фізичних вправ для покращення рухових функцій пацієнтів із РС була продемонстрована у багатьох наукових дослідженнях. Так, зростаюча кількість доказів, отриманих з клінічних випробувань, вказує на можливу нейропротекторну роль фізичних вправ при РС [12, 29]. В осіб із РС фізичні вправи можуть зменшити нейронний апоптоз і нейродегенерацію, а також бути ефективними для стимуляції нейропластичності [29].

Експериментальні моделі розсіяного склерозу на тваринах вказують на переконливі докази індукованих фізичними вправами змін у структурі та функції нейронів, однак дослідження на людях ще не підтвердили цього однозначно [18].

Докази, отримані у клінічних дослідженнях, вказують на те, що фізичні вправи покращують результати, виміряні за допомогою нейронної візуалізації та мають позитивний вплив на периферичні біомаркери, пов'язані зі здоров'ям нейронів, а також, що фізичні вправи можуть сприяти загальному збереженню клітин мозку [25, 34].

Останні наукові дані вказують на ефективність застосування фізичних вправ для покращення фізичного та психічного стану пацієнтів із РС, а також для балансу та зменшення ризику падінь [14, 20, 21, 32]. Так, у систематичному огляді L. Andreu-Caravaca et al., до якого увійшли 43 дослідження із загальною вибіркою 1070 осіб, було продемонстровано позитивний ефект аеробних тренувань на швидкість ходьби, витривалість під час ходьби та рівновагу в осіб із РС [3].

В іншому дослідженні на основі систематичного огляду та мета-аналізу 44 досліджень дійшли висновку, що тривалі (більше 6 тиж.) силові тренування високої інтенсивності (понад 80 % одного повторного максимуму) із частотою тренувань двічі на тиждень можуть бути ефективними для збільшення сили, функціональної здатності, покращення рівноваги та зменшення втоми у людей з РС [4].

У систематичному огляді та мета-аналізі C. Garcna-Mucoz et al., до якого було включено сім досліджень із загальною кількістю 321 учасник, оцінювали ефективність вестибулярних вправ для терапії порушень рівноваги при РС. Згідно з отриманими даними, вестибулярна реабілітація була більш ефективною для розвитку рівноваги і покращення симптомів запаморочення, порівняно з групою контролю. Щодо порівняння ефективності вестибулярних вправ із іншими втручаннями, статистичної значущості відмінностей між групами не було досягнуто [17].

Метою систематичного огляду та мета-аналізу M. I. Arik et al. було визначення впливу вправ пілатесу на рівновагу у людей з РС. На основі аналізу восьми релевантних досліджень автори зробили висновок, що такі вправи можуть бути додатковим методом для покращення рівноваги у хворих на РС, проте потрібні подальші ґрунтовні дослідження для оцінки ефективності цього методу порівняно з іншими фізіотерапевтичними втручаннями [5].

Ефективність тренувань з подвійним завданням було доведено для різних популяцій пацієнтів, які мають порушення рівноваги та ходьби. Це стимулювало проведення ряду досліджень з оцінювання ефективності тренінгу з подвійними завданнями для осіб із РС, результати яких були узагальнені в нещодавніх систематичних оглядах [31, 33].

Результати систематичного огляду N. Morelli et al., до якого увійшли п'ять рандомізованих контрольованих досліджень (РКД) вказують на відсутність достатніх доказів на підтримку використання втручань із подвійними завданнями для покращення клінічних показників рівноваги та ходьби при РС [33].

Дані систематичного огляду та мета-аналізу A. Martino Cinnera et al., до якого було включено 13 досліджень за участю 584 пацієнтів, вказують на те, що тренування з подвійними завданнями є ефективною терапією для покращення динамічної рівноваги та функціональної мобільності у пацієнтів із РС. Натомість, обмежена кількість досліджень, в яких оцінювали показники статичної рівноваги, наразі не дозволяють зробити висновок про будь-які можливі покращення цієї здатності [31].

Бурхливий технологічний розвиток сприяв збільшенню кількості досліджень, які оцінюють ефективність тренувань на основі віртуальної реальності в реабілітації осіб із РС.

Результати систематичного огляду і мета-аналізу 11 РКД і квазірандомізованих клінічних досліджень M. J. Casuso-Holgado et al. показали, що тренування балансу у віртуальній реальності є більш ефективним, ніж відсутність втручання для покращення постурального контролю в осіб із РС, однак не було виявлено значного загального ефекту порівняно зі звичайним тренуванням [9].

До більш пізнього систематичного огляду та мета-аналізу I. Cortés-Pérez et al. було включено 19 РКД, у яких порівнювалася ефективність тренувань на основі віртуальної реальності з іншими втручаннями. Висновки учених показали, що тренування на основі віртуальної реальності

є ефективним у покращенні функціонального балансу, динамічної рівноваги, пострурального контролю і у зменшенні страху падіння. Окрім того, вони підкреслюють, що оптимальним дозуванням тренувань на основі віртуальної реальності для досягнення найбільшого покращення функціонального балансу було щонайменше 40 сеансів з частотою занять п'ять сеансів на тиждень і тривалістю одного заняття 40–45 хв; а для динамічної рівноваги — програма тривалістю від 8 до 19 тиж. з частотою занять двічі на тиждень, 20–30 хв на один сеанс [11].

Представляє інтерес дослідження Z. Nao et al, в якому було використано мережевий мета-аналіз для порівняння різних програм вправ (гідрокінезитерапія, аеробні вправи, йога, пілатес, вправи на основі віртуальної реальності, вібраційна терапія та вправи з опором), щоб оцінити їх ефективність для покращення рухових функцій осіб із РС. До огляду було включено 31 РКД із загальною кількістю 904 пацієнти. На основі проведеного мережевого мета-аналізу автори дійшли висновку, що хоча кожен досліджуваний тип вправ корисний, проте йога, тренування на основі віртуальної реальності та аеробні тренування є найбільш ефективними для покращення функціональної рівноваги в осіб із РС, тоді як вправи у воді, тренування у віртуальній реальності та аеробні тренування є найбільш ефективними для покращення функціональної здатності до ходьби [21].

Література

1. Державний експертний центр Міністерства охорони здоров'я України. Розсіяний склероз у дорослих та дітей. Клінічна настанова, заснована на доказах [State Expert Center of the Ministry of Health of Ukraine. Multiple sclerosis in adults and children. Evidence-based clinical practice guideline]. 2024. 310 с.
2. Alphonsus KB, Su Y, D'Arcy C. The effect of exercise, yoga and physiotherapy on the quality of life of people with multiple sclerosis: Systematic review and meta-analysis. *Complementary therapies in medicine*. 2019;43:188-95. doi: 10.1016/j.ctim.2019.02.010.
3. Andreu-Caravaca L, Ramos-Campo DJ, Chung LH, Rubio-Arias JA. Dosage and Effectiveness of Aerobic Training on Cardiorespiratory Fitness, Functional Capacity, Balance, and Fatigue in People With Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2021;102(9):1826-39. doi: 10.1016/j.apmr.2021.01.078.
4. Andreu-Caravaca L, Ramos-Campo DJ, Chung LH, Martínez-Rodríguez A, Rubio-Arias JA. Effects and optimal dosage of resistance training on strength, functional capacity, balance, general health perception, and fatigue in people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Disability and rehabilitation*. 2023;45(10):1595-607. doi: 10.1080/09638288.2022.2069295.
5. Arik MI, Kiloatar H, Saracoglu I. Do Pilates exercises improve balance in patients with multiple sclerosis? A systematic review and meta-analysis. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2022;57:103410. doi: 10.1016/j.msard.2021.103410.
6. Bannikova R, Lazarijeva O, Vitomskiy V, Kerestei V, Kovelska A, Myronyuk I, Brushko V, Kormiltsev V. Physical rehabilitation of patients with cerebral blood flow acute disorders in the late recovery period. *Sport mont*. 2021; 19(S2): 159-163. doi: 10.26773/smj.210927.
7. Cameron MH, Nilsagard Y. Balance, gait, and falls in multiple sclerosis. *Handbook of clinical neurology*. 2018;159:237-50. doi: 10.1016/B978-0-444-63916-5.00015-X.
8. Casey B, Coote S, Galvin R, Donnelly A. Objective physical activity levels in people with multiple sclerosis: Meta-analysis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2018;28(9):1960-9. doi: 10.1111/sms.13214.
9. Casuso-Holgado MJ, Martín-Valero R, Carazo AF, Medrano-Sánchez EM, Cortés-Vega MD, Montero-Bancalero FJ. Effectiveness of virtual reality training for balance and gait rehabilitation in people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*. 2018;32(9):1220-34. doi: 10.1177/0269215518768084.
10. Comber L, Sosnoff JJ, Galvin R, Coote S. Postural control deficits in people with Multiple Sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*. 2018;61:445-52. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.02.018.
11. Cortés-Pérez I, Osuna-Pérez MC, Montoro-Cárdenas D, Lomas-Vega R, et al. Virtual reality-based therapy improves balance and reduces fear of falling in patients with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2023;20(1):42. doi: 10.1186/s12984-023-01174-z.
12. Dalgas U, Langeskov-Christensen M, Stenager E, Riemenschneider M, et al. Exercise as Medicine in Multiple Sclerosis-Time for a Paradigm Shift: Preventive, Symptomatic, and Disease-Modifying Aspects and Perspectives. *Current neurology and neuroscience reports*. 2019;19(11):88. doi: 10.1007/s11910-019-1002-3.
13. Dobson R, Giovannoni G. Multiple sclerosis - a review. *European journal of neurology*. 2019;26(1):27-40. doi: 10.1111/ene.13819.

Таким чином, незважаючи на те що більшість досліджень демонструють позитивні результати фізичних вправ для покращення пострурального контролю у людей з РС, аналіз спеціальної літератури виявив відсутність єдності думок дослідників та практикуючих фахівців щодо типу, частоти, інтенсивності, тривалості та оптимального поєднання різних засобів фізичної терапії.

Така неоднорідність типів/режимів фізіотерапевтичних втручань, що застосовуються при РС на даному етапі, так само як неоднорідність протоколів РКД ускладнюють впровадження стандартизованого підходу до побудови програм корекції пострурального контролю для тематичного контингенту [36] та вказують на необхідність проведення подальших досліджень в даному напрямі.

Висновки. Порушення пострурального контролю є поширеним наслідком РС, що призводить до порушень мобільності та незалежності пацієнтів. Результати систематичних оглядів та мета-аналізів показують, що програми фізичної терапії, які включають різні види вправ, є ефективними для покращення балансу та відновлення пострурального контролю при РС. Проте залишається відкритим питання оптимальних параметрів вправ та переваг одних програм перед іншими.

Перспективи подальших досліджень передбачають вивчення впливу фізичних вправ на відновлення пострурального контролю в осіб із РС та визначення оптимальних параметрів тренувань.

14. Du L, Xi H, Zhang S, Zhou Y, Tao X, Lv Y, Hou X, Yu L. Effects of exercise in people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in public health*. 2024;12:1387658. doi: 10.3389/fpubh.2024.
15. Fedorenko SM, Vitomskiy VV, Lazariyeva OB, Doroshenko EYu, Vitomska MV, Onoprienko IV. Quality of life using the EQ-5D-5L and the features of its dynamics among the orthopedic profile patients in outpatient program of physical therapy. *Zaporozhye medical journal*. 2020;22(3):315-322. doi: 10.14739/2310-1210.2020.3.204898.
16. Fedorenko S, Vitomskiy V, Lazariyeva O, Kashuba V, Andrieiva O, Vitomska M, Potop V, Lytyvenko Y. Influence Specificities of the Type of Attitude towards a Disease on Physical Therapy Satisfaction Among the Orthopedic Profile Patients and the Possibilities of Attitude Improvement. *Journal of Physical Education and Sport JPES*. 2020;20 (2):896-904. doi: 10.7752/jpes.2020.02128.
17. Garcia-Muñoz C, Cortés-Vega MD, Heredia-Rizo AM, Martín-Vale-ro R, Garcia-Bernal MI, Garuso-Holgado MJ. Effectiveness of Vestibular Training for Balance and Dizziness Rehabilitation in People with Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of clinical medicine*, 2020; 21, 9(2):590. doi: 10.3390/jcm9020590
18. Gentile A, Musella A, De Vito F, Rizzo FR, Fresenga D, Bullitta S, Vanni V, Guadalupi L, Stampanoni Bass M, Butarri F, Centonze D, Mandole-si G. Immunomodulatory Effects of Exercise in Experimental Multiple Sclerosis. *Frontiers in immunology*. 2019;10:2197. doi: 10.3389/fimmu.2019.02197.
19. Grazioli E, Tranchita E, Borriello G, Cerulli C, Minganti C, Parisi A. The Effects of Concurrent Resistance and Aerobic Exercise Training on Functional Status in Patients with Multiple Sclerosis. *Current sports medicine reports*. 2019;18(12):452-7. doi: 10.1249/JSR.0000000000000661
20. Gunn H, Markevics S, Haas B, Marsden J, Freeman J. Systematic Review: The Effectiveness of Interventions to Reduce Falls and Improve Balance in Adults With Multiple Sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2015;96(10):1898-912. doi: 10.1016/j.apmr.2015.05.018.
21. Hao Z, Zhang X, Chen P. Effects of Different Exercise Therapies on Balance Function and Functional Walking Ability in Multiple Sclerosis Disease Patients-A Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *International journal of environmental research and public health*. 2022;19(12):7175. doi: 10.3390/ijerph19127175.
22. Hauser SL, Cree BAC. Treatment of Multiple Sclerosis: A Review. *The American journal of medicine*. 2020;133(12):1380-90. doi: 10.1016/j.amjmed.2020.05.049.
23. Kalb R, Brown TR, Coote S, Costello K, Dalgas U, Garmon E, Giesser B, Halper J, Karpatkin H, Keller J, Ng AV, Pilutti LA, Rohrig A, Van Asch P, Zackowski K, Motl RW. Exercise and lifestyle physical activity recommendations for people with multiple sclerosis throughout the disease course. *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)*. 2020;26(12):1459-69. doi: 10.1177/1352458520915629.
24. King R. Atlas of MS 3rd Edition. PART 1: Mapping Multiple Sclerosis around the World Key Epidemiology Findings; Multiple Sclerosis International Federation: London, UK; 2020. 37 p.
25. Kjølhed T, Siemonsen S, Wenzel D, Stellmann JP, Ringgaard S, Pedersen BG, Stenager E, Petersen T, Vissing K, Heesen C, Dalgas U. Can resistance training impact MRI outcomes in relapsing-remitting multiple sclerosis? *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)*. 2018;24(10):1356-65. doi: 10.1177/1352458517722645.
26. Latimer-Cheung AE, Pilutti LA, Hicks AL, Martin Ginis KA, Fenuta AM, MacKibbin KA. Effects of exercise training on fitness, mobility, fatigue, and health-related quality of life among adults with multiple sclerosis: a systematic review to inform guideline development. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2013; 94(9):1800-28.e3. doi: 10.1016/j.apmr.2013.04.020.
27. Lazariyeva O, Vasylenko Y, Vitomskiy V, Vitomska M, Kovelska A, Dutchak U, Kovalenko T. Dynamics of premature infants' physical development and neurosonography over the first year after a physical rehabilitation programme. *Zdravotnicke listy, Ročník 10, Číslo 2, 2022*. 29-37. doi: 10.32782/1339-3022/2022/2.10.5.
28. Learmonth YC, Motl RW. Exercise Training for Multiple Sclerosis: A Narrative Review of History, Benefits, Safety, Guidelines, and Promotion International journal of environmental research and public health. 2021;18(24):13245. doi: 10.3390/ijerph182413245.
29. Mahalakshmi B, Maurya N, Lee SD, Bharath Kumar V. Possible Neuroprotective Mechanisms of Physical Exercise in Neurodegeneration International journal of molecular sciences. 2020;21(16):5895. doi: 10.3390/ijms21165895.
30. Marck CH, Learmonth YC, Chen J, van der Mei I. Physical activity, sitting time and exercise types, and associations with symptoms in Australian people with multiple sclerosis. *Disability and rehabilitation*. 2022;44(8):1380-8. doi: 10.1080/09638288.2020.1817985.
31. Martino Cinnera A, Bisirri A, Leone E, Morone Gaeta A. Effect of dual-task training on balance in patients with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*. 2021;35(10):1399-412. doi: 10.1177/02692155211010372.
32. Molhemi F, Monjezi S, Mehravar M, Shaterzadeh-Yazdi MJ, Salehi R, Hesam S. Effects of virtual reality vs. conventional balance training on balance and falls in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2021; 102:290-9. doi: 10.1016/j.apmr.2020.09.395.
33. Morelli N, Morelli H. Dual task training effects on gait and balance outcomes in multiple sclerosis: A systematic review. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2021;49:102794. doi: 10.1016/j.msard.2021.102794.
34. Negaresh R, Motl RW, Zimmer P, Mokhtarzade M, Baker JS. Effects of exercise training on multiple sclerosis biomarkers of central nervous system and disease status: a systematic review of intervention studies. *European journal of neurology*. 2019;26(5):711-21. doi: 10.1111/ene.13929.
35. Rusanov A, Vitomskiy V, Roi I, Borzykh N, Kudrin A. The impact of physical therapy programs on the quality of life of patients with Adhesive Capsulitis and Myofascial Pain Syndrome. *Journal of Physical Education and Sport*. 2023;23(9):2445-2452. doi: 10.7752/jpes.2023.
36. Sortino M, Petrigna L, Trovato B, Amato A, Castorina A, D'Agata V, Maugeri G, Musumeci G. An Overview of Physical Exercise Program Protocols and Effects on the Physical Function in Multiple Sclerosis: An Umbrella Review. *Journal of functional morphology and kinesiology*. 2023;8(4):154. doi: 10.3390/jfmk8040154.
37. Vitomskiy V. Critical review of the justification of limitations in physical therapy and activities of daily living in cardiac surgery patients. *Physiother Quart*. 2022;30(2):51-8. doi: 10.5114/pq.2021.108676.
38. Vitomskiy VV, Lazariyeva OB, Ra'ad Abdul Hadi Mohammad Alalwan, Vitomska MV. Restoration of ankle joint, quality of life dynamics and assessment of achilles tendon rupture consequences. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*. 2017;21(6):308-314. doi: 10.15561/18189172.2017.0608.
39. Vitomskiy VV, Klavina A, Mruga MR, Molik B, Gavreliuk SV, Reklaitiene D, Lazariyeva OB, Kovelska AV, Vitomska MV, Morgultc-Adamowicz N, Kwok Ng, Pozeriene J, Campa M. Physical therapy graduate students' and examiners' perception of objective structured clinical examination: a feedback for process improvement. *Health, Sport, Rehabilitation*. 2022;8(2):63-77. doi: 10.34142/HSR.2022.08.02.06.