

ТЕРАПІЯ ТА РЕАБІЛІТАЦІЯ

УДК 364.265:611.959615.825

DOI <https://doi.org/10.32782/health-2025.1.18>

ВПЛИВ ТРЕНУВАНЬ РІВНОВАГИ НА ФУНКЦІОНАЛЬНУ МОБІЛЬНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЖИТТЯ ПАЦІЄНТІВ ІЗ РОЗСІЯНИМ СКЛЕРОЗОМ

Балаж Марія Степанівна,кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент,
доцент кафедри фізичної терапії, ерготерапії
Хмельницького національного університету
ORCID: 0000-0002-6710-9567**Гордашевський Олександр В'ячеславович,**аспірант кафедри терапії та реабілітації
Національного університету фізичного виховання і спорту України
ORCID: 0009-0000-4394-5416

Розсіяний склероз (далі – РС) – поширене хронічне захворювання центральної нервової системи (далі – ЦНС). Порушення рівноваги є одним з найбільш розповсюджених наслідків РС, що призводить до порушення мобільності, збільшення ризику падінь та погіршення якості життя осіб із цим захворюванням. Тренування рівноваги є важливою частиною реабілітаційних програм при РС, проте оптимальні методи та параметри таких тренувань на сьогодні не визначені. Мета дослідження – оцінити вплив різних методів тренування рівноваги на показники функціональної мобільності та якості життя пацієнтів із РС. Дизайн дослідження – рандомізоване клінічне незасліплене дослідження, в якому порівнювали ефективність програм фізичної терапії із використанням різних методів тренування рівноваги для осіб із РС. У дослідженні взяли участь 57 пацієнтів із РС, яких було випадковим чином розподілено на дві групи: групу втручання та групу порівняння. У групі втручання було реалізовано програму фізичної терапії із застосуванням методу нейром'язової активації Neurac, у групі порівняння використовували програму фізичної терапії із використанням загальноприйнятих вправ для розвитку балансу та координації. Для оцінки показників результату було використано індекс мобільності Рівермід та короткий опитувальник оцінки якості життя Всесвітньої організації охорони здоров'я. Повторне оцінювання проводили через 21 день від початку реабілітаційних втручань. Оцінка ефективності програми фізичної терапії із застосуванням методу Neurac терапії для осіб із РС продемонструвала статистично значущий більший розмір ефекту для показників функціональної мобільності та якості життя у групі втручання порівняно з групою, в якій застосовували загальноприйняті вправи для розвитку балансу. Програма фізичної терапії із застосуванням методики Neurac-терапії сприяла клінічно значущим змінам у показниках функціональної мобільності та якості життя для пацієнтів із РС, тоді як у групі втручання клінічно значущі зміни спостерігали тільки для показника функціональної мобільності. Отримані результати відкривають перспективи для подальших досліджень довгострокової ефективності методики Neurac у пацієнтів із РС.

Ключові слова: розсіяний склероз, функціональна мобільність, якість життя, фізична терапія, тренування рівноваги.

Mariia Balazh, Oleksandr Hordashevskiy. The effect of balance training on functional mobility and quality of life in patients with multiple sclerosis

Multiple sclerosis (MS) is a common chronic disease of the central nervous system (CNS). Balance impairment is one of the most common consequences of MS, leading to impaired mobility, increased risk of falls, and a poorer quality of life for people with the disease. Balance training is an important part of rehabilitation programs for MS, but the optimal methods and parameters of such training have not been determined. The aim of the study is to evaluate the effect of different methods of balance training on functional mobility and quality of life in patients with MS. The study design was a randomized clinical non-blinded trial comparing the effectiveness of physical therapy programs using different methods of balance training for people with MS. The study involved 57 patients with MS who were randomly assigned to two groups – an intervention group and a comparison group. In the intervention group, a physical therapy program using the Neurac neuromuscular activation method was implemented, and in the comparison group, a physical therapy program using conventional exercises to develop balance and coordination was used. The Rivermead Mobility Index and the World Health Organization Short Form Quality of Life Questionnaire were used to assess outcome measures. Reassessment was conducted 21 days after the start of rehabilitation interventions. Evaluation of the effectiveness of the Neurac therapy physical therapy program for people with MS demonstrated a statistically significant effect size for functional mobility and quality of life in the intervention group compared to the group that used conventional balance exercises. A physical therapy program using the Neurac therapy method contributed to clinically significant changes in functional mobility and quality of life for patients with MS, while in the intervention group clinically significant changes were observed only for functional mobility. These results open up prospects for further studies of the long-term efficacy of the Neurac technique in patients with MS.

Key words: multiple sclerosis, functional mobility, quality of life, physical therapy, balance training.

Вступ. Розсіяний склероз (РС) – хронічне запальне нейродегенеративне захворювання центральної нервової системи (ЦНС) [1]. У міру прогресування захворювання призводить до широкого спектра порушень, включаючи порушення ходи та рівноваги, які спричиняють погіршення мобільності та збільшення ризику падінь у 50–80% осіб із РС [2]. Обмеження рухової активності внаслідок порушень балансу, своєю чергою, є однією з основних причин обмеження соціальної участі та погіршення якості життя при РС [3; 4].

Контроль рівноваги – це складна рухова навичка, зумовлена взаємодією багатьох підсистем, яка включає компоненти рухової, сенсорної та когнітивної рівноваги [5]. Порушення рівноваги визначаються як труднощі у підтримці вертикального положення під час статичних, складних і реактивних станів постурального контролю [6].

Нейродегенеративні ураження, спричинені РС, призводять до змін інтеграції сенсорних входних сигналів, впливають на когнітивну обробку сенсорних даних [5] та перешкоджають виконанню швидкої, адекватної рухової активності, що призводить до дефіциту контролю рівноваги [7].

Розповсюдженість порушень рівноваги та падінь в осіб із РС підкреслюють важливість застосування заходів для відновлення рівноваги у цієї категорії пацієнтів [8].

Тренування рівноваги визначається як вправи, зосереджені на контролі центру маси стосовно площі опори під час різноманітних складних дій. В основу уявлень про ефекти тренування рівноваги під час РС покладено концепцію нейропластичності, яка визначається як «здатність центральної нервової системи адаптуватися у відповідь на зміни в навколишньому середовищі або пошкодження» [9]. Прагнення до покращення якості роботи під час виконання складного рухового завдання сприяє реорганізації нейронних мереж [10], що сприяє покращенню балансу [6].

Впродовж останніх десятиліть було розроблено кілька реабілітаційних підходів до тренування рівноваги у разі РС [5; 11]. Проте оптимальні параметри тренувань балансу в осіб із РС, а також переваги одних методів та стратегій перед іншими до цих пір не визначені, що вказує на необхідність проведення подальших досліджень у цьому напрямі.

Мета дослідження – оцінити вплив різних методів тренування рівноваги на показники функціональної мобільності та якості життя пацієнтів із РС.

Матеріал і методи дослідження. Дизайн дослідження – рандомізоване клінічне незасліплене дослідження, в якому порівнювали ефективність програм фізичної терапії із використанням різних методів тренування рівноваги для осіб із РС. Учасники дослідження – пацієнти із РС, які проходили лікування на базі реабілітаційного центру клініки сучасної неврології «Аксімед» (м. Київ). Критерії включення: діагноз «розсіяний склероз», оцінка за розширеною шкалою оцінки ступеня інвалідизації при розсіяному склерозі Expanded Disability Status Scale (EDSS) від 1,0 до 6,5 бала, стабільний неврологічний стан та відсутність супутніх захворювань, які можуть впливати на здатність до виконання програми фізичної терапії. Критерії виключення: оцінка за шкалою EDSS більше 6,5 бала, лихоманка та інші гострі стани, психічні розлади, тяжкі порушення когнітивної функції (< 19 балів згідно з Монреальським когнітивним тестом МОСА) наявність супутніх патологій, які можуть спотворити результати тестування або впливати на здатність до виконання програми фізичної терапії. Учасники надали інформовану згоду на участь у дослідженні. Протокол дослідження був схвалений комісією з біомедичної етики Національного університету фізичного виховання і спорту України; процедури дослідження були проведені з дотриманням Гельсінської декларації Світової медичної асоціації [12] та Закону України «Основи українського законодавства про охорону здоров'я» про етичні норми і правила проведення медичних досліджень за участю людини [13].

95 пацієнтів було оцінено на відповідність критеріям включення, з яких 57 пацієнтів (14 чоловіків та 43 жінки) були відібрані для участі у дослідженні.

Випадковим чином пацієнтів розподілили на 2 групи: групу втручання (29 осіб) та групу порівняння (28 осіб), в яких застосовували різні методи тренування рівноваги у комплексі заходів фізичної терапії: у групі втручання програма тренування рівноваги була представлена методикою нейром'язової активації Neurac-терапії, тоді як пацієнти групи порівняння виконували програму фізичної терапії із застосуванням загальноприйнятих вправ для розвитку балансу. Всі інші заходи фізичної терапії, а також інші реабілітаційні втручання були однаковими в обох групах.

Учасників дослідження обстежували два рази: вперше – перед початком застосування заходів фізичної терапії, вдруге – через 21 день від початку втручання.

Для оцінки показників результату було використано індекс мобільності Рівермід (Rivermead Mobility Index) та короткий опитувальник Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) «The World Health Organization Quality of Life» (WHOQOL-BREF). Індекс мобільності Рівермід використовували для оцінки функціональної мобільності. Такий метод є надійним та валідним для пацієнтів із РС [14], а також є одним із найбільш чутливих показників результату для виявлення покращення мобільності у пацієнтів із РС [15]. Коротку версію опитувальника ВООЗ [16] було використано для оцінки якості життя пацієнтів із РС.

Статистична обробка даних. В дослідженні використовували методи описових та варіаційних статистик. Відповідність розподілу кількісних даних закону нормального розподілу перевіряли за допомогою критерію Шапіро-Уїлка (W). Для кількісних показників із розподілом, відмінним від нормального, та якісних порядкових показників визначали медіану (Me), верхній і нижній квартилі (25%; 75%). Для номінальних показників проводили розрахунок частот. Для оцінки значущості різниці між двома групами незв'язаних кількісних та якісних порядкових даних використовували U-критерій Мана-Уїтні, а для біномінальних показників – точний критерій Фішера. Для оцінки значущості різниці між двома групами зв'язаних кількісних та порядкових якісних даних використовували T-критерій Вілкоксона. Значущість відмінностей оцінювали за рівнем асимптоматичної значущості (p). У разі статистичної обробки приймали надійність P=95%. Для статистичної обробки даних використовували прикладну програму IBM SPSS Statistics 27.

Результати дослідження та їх обговорення. Згідно з результатами первинного обстеження, група втручання та група порівняння не відрізнялись за основними вихідними характеристиками (вік, стать, оцінка інвалідності, функціональна мобільність та якість життя) (табл. 1).

Програми фізичної терапії для обох груп учасників дослідження ґрунтувались на поточних рекомендаціях Національного товариства розсіяного склерозу [17] щодо призначення фізичних тренувань при РС та включали тренування функціональної мобільності, аеробний компонент (тренування ходьби), силовий компонент (вправи з опором та обтяженням) та тренування на рівновагу.

У групі втручання програма тренування рівноваги була представлена методикою нейром'язової активації Neurac [18]. Ця методика передбачає виконання вправ, спрямованих на покращення постурального контролю у підвищеному положенні, за допомогою спеціального обладнання Redcord®.

У групі порівняння такий компонент програми фізичної терапії був представлений загальноприйнятими вправами для тренування балансу та координації.

Частота, тривалість та інтенсивність тренувань була однаковою в обох групах (табл. 2).

Аналіз змін показників результату під впливом програми фізичної терапії із застосуванням методики Neurac виявив статистично значущі ($p = 0,012$) позитивні зміни функціональної мобільності в групі втручання: показник індексу мобільності Рівермід (Me (25%;75%)) збільшився з 10 (7; 12) балів до 13 (8; 14) балів (табл. 3).

У дослідженнях F.M. Collen et al. [19] та S.E. Lord et al. [20] мінімальну клінічно значущу зміну для індексу Рівермід при РС було визначено на рівні 2 балів. Відповідно, отримані дані свідчать про суттєве клінічне покращення функціональної мобільності у пацієнтів із РС під впливом програми фізичної терапії із застосуванням методики Neurac.

Покращення функціональної мобільності супроводжувалося статистично значущим ($p = 0,001$) покращенням якості життя пацієнтів групи втручання: з 56 (36; 68,5) балів до 70 (46,75; 82,25) балів. Попередньо, згідно з формулою M. de Mol et al. [21], було розраховано величину мінімаль-

Таблиця 1

Базові характеристики учасників груп дослідження під час первинного обстеження

Показник	Значення показника		Статистична значущість різниці між групами
	Група втручання, n=29	Група порівняння, n=28	
Вік, Me (25; 75)	29 (23,5; 33)	30 (24,25; 35,75)	p = 0,420
Кількість чоловіків, n (%)	8 (28)	6 (21)	p = 0,672
Оцінка інвалідності за шкалою EDSS, Me (25; 75)	3,5 (2; 4,75)	3,25 (2; 4,5)	p = 0,785
Індекс мобільності Рівермід, Me (25; 75)	10 (7; 12)	10 (7; 12)	p = 0,866
Загальний показник якості життя, Me (25; 75)	56 (36; 68,5)	51,5 (35,75; 68,75)	p = 0,823

Таблиця 2

Компоненти та параметри програм фізичної терапії для груп дослідження

Група втручання	Група порівняння
Функціональне тренування	
Тренування навичок переміщень та мобільності. Тривалість заняття: до 30 хвилин Частота занять: 3 заняття на тиждень	
Аеробний компонент	
Тренування ходьби Тривалість заняття: до 30 хв Частота занять: 3–5 занять на тиждень Інтенсивність: від низької до помірної (40–70% від максимальної ЧСС), залежно від ступеня інвалідності	
Силовий компонент	
Динамічні вправи для основних м'язових груп, з вагою власного тіла, додатковим обтяженням, супротивом (еластичними стрічками). Тривалість заняття: 20–30 хв Частота занять: 2–3 заняття на тиждень Інтенсивність: у діапазоні від 40% до 60% від одного повторного максимуму Кількість повторень: 1–3 підходи для кожної вправи, 8–15 повторень у підході, 5–10 вправ у занятті. Між підходами та вправами перерви на відпочинок від 2 до 4 хв	
Тренування на рівновагу	
NEURAC-терапія з використанням обладнання Redcord®. Вправи у петлях Redcord®: пасивні та активні динамічні вправи для кінцівок і тулуба; вправи для розвитку балансу на нестабільних платформах з використанням вібраційної стимуляції Redcord Stimula® Тривалість заняття: 15–30 хвилин на день Частота занять: 5–6 разів на тиждень	Вправи для балансу та координації Вправи, під час виконання яких пацієнт повинен зміщувати центр ваги і реагувати на зовнішні сигнали: стійки на одній нозі з опорою або без, вправи на балансувальній подушці чи нестабільній поверхні, перехресна ходьба задом наперед або боком, вправи з м'ячем тощо Тривалість заняття: 15–30 хвилин на день Частота занять: 5–6 разів на тиждень

Таблиця 3

Динаміка функціональної мобільності та якості життя пацієнтів групи втручання

Показник	Значення показника				Значущість різниці
	До втручання		Після втручання		
	Me	25%;75%	Me	25%;75%	
Індекс мобільності Рівермід, бали	10	7; 12	13	8; 14	p = 0,012
Якість життя, бали	56	36; 68,5	70	46,75; 82,25	p = 0,001

Таблиця 4

Динаміка функціональної мобільності та якості життя пацієнтів групи порівняння

Показник	Значення показника				Значущість різниці
	До втручання		Після втручання		
	Me	25%;75%	Me	25%;75%	
Індекс мобільності Рівермід, бали	10	7;12	12	8;13	p = 0,001
Якість життя, бали	51,5	35,75; 68,75	61	43;77	p = 0,001

ної клінічно значущої різниці загального показника якості життя, що дорівнювала 10,7 бала для учасників дослідження. Таким чином, отримані результати засвідчили клінічно значуще покращення якості життя у пацієнтів групи втручання.

У пацієнтів групи порівняння під впливом програми фізичної терапії із застосуванням загальноприйнятих тренувань балансу та рівноваги спостерігали статистично значуще (p = 0,001) та клінічно значуще покращення індексу мобільності Рівермід: з 10 (7;12) до 12 (8;13) балів. Щодо оцінки якості життя ана-

ліз змін виявив статистично значуще (p = 0,001) покращення загального показника якості життя, яке, однак, не досягло рівня значного клінічного покращення (табл. 4).

Таким чином, заходи фізичної терапії сприяли статистично значущому покращенню функціональної мобільності та якості життя в обох групах пацієнтів із РС, проте клінічно значуще покращення якості життя спостерігали тільки в групі втручання.

Порівняльний аналіз розмірів ефекту виявив статистично значущу різницю між групою втру-

Розмір ефекту для показників функціональної мобільності та якості життя у пацієнтів групи втручання та групи порівняння

Показник	Розмір ефекту, %						Значущість різниці між групами
	Група втручання			Група порівняння			
	Me	25 %	75 %	Me	25 %	75 %	
Індекс мобільності Рівермід, бали	16,7	12,6	18,6	9,1	8,3	14,3	p = 0,012
Якість життя, бали	12,4	11,9	13,6	10,8	10	11,5	p = 0,001

чання та групою порівняння за показниками функціональної мобільності ($p = 0,012$) та якості життя ($p = 0,001$) на користь групи втручання (табл. 5).

Ці результати вказують на більшу ефективність програми фізичної терапії із застосуванням тренування рівноваги на основі методики Neuras, порівняно з використанням загальноприйнятих вправ для тренування балансу та координації.

Отримані дані узгоджуються з даними попередніх досліджень щодо ефективності Neuras-терапії, які продемонстрували ефективність цієї методики для покращення постурального контролю, мобільності та якості життя у пацієнтів, які мають порушення рухової функції [22; 23].

Водночас слід зазначити, що попередні дослідження із використанням методу Neuras були проведені за участю пацієнтів, які перенесли мозковий інсульт [22] та пацієнтів ортопедичного профілю [23; 24].

Оцінку ефективності застосування Neuras-терапії для пацієнтів із РС у цьому дослідженні було проведено вперше.

Таким чином, отримані результати, незважаючи на обмеження дослідження (невелика вибірка та мала тривалість спостереження), дають обґрунтування для впровадження методу Neuras-терапії

у практику реабілітації осіб із РС та відкривають перспективи для подальших досліджень щодо оцінки ефективності цього методу.

Висновки

1. Актуальні наукові дані свідчать, що тренування балансу є важливою частиною програм фізичної терапії для осіб із РС, проте оптимальні параметри такого типу тренувань ще остаточно не визначені та потребують наукового обґрунтування.

2. Оцінка ефективності програми фізичної терапії із застосуванням методу Neuras-терапії для осіб із РС продемонструвала статистично значущий більший розмір ефекту для показників функціональної мобільності та якості життя у групі втручання порівняно з групою, в якій застосовували загальноприйняті вправи для розвитку балансу.

3. Програма фізичної терапії із застосуванням методики Neuras-терапії сприяла клінічно значущим змінам у показниках функціональної мобільності та якості життя для пацієнтів із РС, тоді як у групі втручання клінічно значущі зміни спостерігали тільки для показника функціональної мобільності.

Перспективи подальших досліджень полягають в оцінці віддалених результатів застосування методики Neuras для пацієнтів із РС.

ЛІТЕРАТУРА

- Multiple sclerosis / M. Filippi et al. *Nat Rev Disease Primers*. 2018. Vol. 4(1). P. 43. DOI: 10.1038/s41572-018-0050-3.
- Cameron M.H., Nilsagard Y. Balance, gait, and falls in multiple sclerosis. *Handb Clin Neurol*. 2018. Vol. 159. P. 237–250. DOI: 10.1016/B978-0-444-63916-5.00015-X.
- Fall definitions, faller classifications and outcomes used in falls research among people with multiple sclerosis: a systematic review / N. O'Malley et al. *Disabil Rehabil*. 2022. Vol. 44(6). P. 856–864. DOI: 10.1080/09638288.2020.1786173.
- Kinesiophobia in People with Multiple Sclerosis and Its Relationship with Physical Activity, Pain and Acceptance of Disease / D. Wasiuk-Zowada et al. *Medicina (Kaunas)*. 2022. Vol. 10. No. 58(3). P. 414. DOI: 10.3390/medicina58030414.
- Effects of Balance Exercise Interventions on Balance-Related Performance in People With Multiple Sclerosis: A Systematic Review and a Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials / A. Wallin et al. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2024. Vol. 38(10). P. 775–790. DOI: <https://doi.org/10.1177/15459683241273402>.
- Mobility and balance rehabilitation in multiple sclerosis: A systematic review and dose-response meta-analysis / C. Corrini et al. *Mult Scler Relat Disord*. 2023. Vol. 69. P. 104424. DOI: 10.1016/j.msard.2022.104424.
- Prosperini L., Castelli L. Spotlight on postural control in patients with multiple sclerosis. *Degener Neurol Neuromuscul Dis*. 2018. Vol. 8. P. 25–34. DOI: <https://doi.org/10.2147/DNND.S135755>.
- Postural control deficits in people with Multiple Sclerosis: A systematic review and meta-analysis / L. Comber et al. *Gait Posture*. 2018. Vol. 61. P. 445–452. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2018.02.018.

9. Sharma N., Classen J., Cohen L.G. Neural plasticity and its contribution to functional recovery. *Handb Clin Neurol*. 2013. Vol. 110. P. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52901-5.00001-0>.
10. Motor Control: Theory and Practical Applications / ed. A. Shumway-Cook A., M.H. Woollacott. 2 ed, Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2001. 614 p.
11. 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. *Int J Environ Res Public Health*. 2022. Vol. 11, No.19(12). P. 7175. DOI: 10.3390/ijerph19127175.
12. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*. 2013. № 310(20). P. 2191–2194. DOI: 10.1001/jama.2013.281053.
13. Основи законодавства України про охорону здоров'я : Закон України від 19.11.1992 № 2802 XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#> (дата звернення: 20.03.2025).
14. Selecting Rehabilitation Outcome Measures for People with Multiple Sclerosis / E.T. Cohen et al. *Int J MS Care*. 2015 Vol. 17(4). P. 181–189. DOI: 10.7224/1537-2073.2014-067.
15. Responsiveness and meaningful improvement of mobility measures following MS rehabilitation / I. Baert et al. *Neurology*. 2018. Vol. 13, No. 91(20). P. e1880–e1892. DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000006532>.
16. WHO. WHOQOL: Measuring Quality of Life WHOQOL-BREF. URL: <https://www.who.int/tools/whoqol/whoqol-bref>.
17. Exercise and lifestyle physical activity recommendations for people with multiple sclerosis throughout the disease course / R. Kalb et al. *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)*. 2020. Vol. 26(12). P. 1459–1469. DOI: 10.1177/1352458520915629.
18. Neurac. Redcord. URL: <https://www.redcord.com/neurac> (date of access: 20.03.2025).
19. The Rivermead Mobility Index: a further development of the Rivermead Motor Assessment / F.M. Collen et al. *Int Disabil Stud*. 1991. Vol. 13(2). P. 50–54. DOI: <https://doi.org/10.3109/03790799109166684>.
20. Lord S.E., Wade D.T., Halligan P.W. A comparison of two physiotherapy treatment approaches to improve walking in multiple sclerosis: a pilot randomized controlled study. *Clin Rehabil*. 1998. Vol. 12. P. 477–486. DOI: <https://doi.org/10.1191/026921598675863454>.
21. Satisfactory results of a psychometric analysis and calculation of minimal clinically important differences of the World Health Organization quality of life-BREF questionnaire in an observational cohort study with lung cancer and mesothelioma patients / M. de Mol et al. *BMC Cancer*. 2018. Vol. 18. P. 1173. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12885-018-4793-8>.
22. Muscle Energy Technique plus Neurac Method in Stroke Patients with Hemiplegia Complicated by Diabetes Mellitus and Assessment of Quality of Life / J. Wang et al. *Disease markers*. 2022. Vol. 2022. P. 6318721. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/6318721>.
23. The effect of the neurac sling exercise on postural balance adjustment and muscular response patterns in chronic low back pain patients / J.H. Kim et al. *Journal of physical therapy science*. 2013. Vol. 25(8). P. 1015–1019. DOI: <https://doi.org/10.1589/jpts.25.1015>.
24. Gwon A.J., Kim S.Y., Oh D.W. Effects of integrating Neurac vibration into a side-lying bridge exercise on a sling in patients with chronic low back pain: a randomized controlled study. *Physiother Theory Pract*. 2020. Vol. 36(8). P. 907–915. DOI: 10.1080/09593985.2018.1513616.

REFERENCES

1. Filippi, M., Bar-Or, A., Piehl, F., Preziosa, P., Solari, A., Vukusic, S., & Rocca, M.A. (2018). Multiple sclerosis. *Nature reviews. Disease primers*, 4(1), 43. <https://doi.org/10.1038/s41572-018-0041-4>.
2. Cameron, M.H., & Nilsagard, Y. (2018). Balance, gait, and falls in multiple sclerosis. *Handbook of clinical neurology*, 159, 237–250. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63916-5.00015-X>.
3. O'Malley, N., Clifford, A.M., Comber, L., & Coote, S. (2022). Fall definitions, faller classifications and outcomes used in falls research among people with multiple sclerosis: a systematic review. *Disability and rehabilitation*, 44(6), 856–864. <https://doi.org/10.1080/09638288.2020.1786173>.
4. Wasiuk-Zowada, D., Brzęk, A., Krzystanek, E., & Knapik, A. (2022). Kinesiophobia in People with Multiple Sclerosis and Its Relationship with Physical Activity, Pain and Acceptance of Disease. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 58(3), 414. <https://doi.org/10.3390/medicina58030414>.
5. Wallin, A., Johansson, S., Brincks, J., Dalgas, U., Franzén, E., & Callesen, J. (2024). Effects of Balance Exercise Interventions on Balance-Related Performance in People With Multiple Sclerosis: A Systematic Review and a Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Neurorehabilitation and neural repair*, 38(10), 775–790. <https://doi.org/10.1177/15459683241273402>
6. Corrini, C., Gervasoni, E., Perini, G., Cosentino, C., Putzolu, M., Montesano, A., Pelosin, E., Prosperini, L., & Cattaneo, D. (2023). Mobility and balance rehabilitation in multiple sclerosis: A systematic review and dose-response meta-analysis. *Multiple sclerosis and related disorders*, 69, 104424. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2022.104424>.
7. Prosperini, L., & Castelli, L. (2018). Spotlight on postural control in patients with multiple sclerosis. *Degenerative neurological and neuromuscular disease*, 8, 25–34. <https://doi.org/10.2147/DNND.S135755>.
8. Comber, L., Sosnoff, J.J., Galvin, R., & Coote, S. (2018). Postural control deficits in people with Multiple Sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Gait & posture*, 61, 445–452. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.02.018>.
9. Sharma, N., Classen, J., & Cohen, L.G. (2013). Neural plasticity and its contribution to functional recovery. *Handbook of clinical neurology*, 110, 3–12. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52901-5.00001-0>.

10. Shumway-Cook, A., Woollacott, M.H. (ed.) (2001) *Motor Control: Theory and Practical Applications*. 2 ed, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 614 p.
11. Hao, Z., Zhang, X., & Chen, P. (2022). 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*, 19(12), 7175. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127175>.
12. World Medical Association (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, 310(20), 2191–2194. doi: 10.1001/jama.2013.281053.
13. Law of Ukraine (1992). Fundamentals of the Ukrainian Legislation on Health Care (2802-XII). Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#>. [in Ukrainian].
14. Cohen, E.T., Potter, K., Allen, D.D., Bennett, S.E., Brandfass, K.G., Widener, G.L., & Yorke, A.M. (2015). Selecting Rehabilitation Outcome Measures for People with Multiple Sclerosis. *International journal of MS care*, 17(4), 181–189. <https://doi.org/10.7224/1537-2073.2014-067>.
15. Baert, I., Smedal, T., Kalron, A., Rasova, K., Heric-Mansrud, A., Ehling, R., Elorriaga Minguez, I., Nedeljko, U., Tacchino, A., Hellinckx, P., Adriaenssens, G., Stachowiak, G., Gusowski, K., Cattaneo, D., Borgers, S., Hebert, J., Dalgas, U., & Feys, P. (2018). Responsiveness and meaningful improvement of mobility measures following MS rehabilitation. *Neurology*, 91(20), e1880–e1892. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000006532>.
16. WHO. WHOQOL: Measuring Quality of Life WHOQOL-BREF. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.who.int/tools/whoqol/whoqol-bref>. (date of access: 07.04.2025)
17. Kalb, R., Brown, T.R., Coote, S., Costello, K., Dalgas, U., Garmon, E., Giesser, B., Halper, J., Karpatkin, H., Keller, J., Ng, A.V., Pilutti, L.A., Rohrig, A., Van Asch, P., Zackowski, K., & Motl, R.W. (2020). Exercise and lifestyle physical activity recommendations for people with multiple sclerosis throughout the disease course. *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)*, 26(12), 1459–1469. <https://doi.org/10.1177/1352458520915629>.
18. Neurac. Redcord. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.redcord.com/neurac> (date of access: 20.03.2025).
19. Collen, F.M., Wade, D.T., Robb, G.F., & Bradshaw, C.M. (1991). The Rivermead Mobility Index: a further development of the Rivermead Motor Assessment. *International disability studies*, 13(2), 50–54. <https://doi.org/10.3109/03790799109166684>.
20. Lord, S.E., Wade, D.T., & Halligan, P.W. (1998). A comparison of two physiotherapy treatment approaches to improve walking in multiple sclerosis: a pilot randomized controlled study. *Clinical rehabilitation*, 12(6), 477–486. <https://doi.org/10.1191/026921598675863454>.
21. de Mol, M., Visser, S., Aerts, J.G.J.V., Lodder, P., de Vries, J., & den Ouden, B.L. (2018). Satisfactory results of a psychometric analysis and calculation of minimal clinically important differences of the World Health Organization quality of life-BREF questionnaire in an observational cohort study with lung cancer and mesothelioma patients. *BMC cancer*, 18(1), 1173. <https://doi.org/10.1186/s12885-018-4793-8>.
22. Wang, J., Wang, S., Wu, H., Dong, S., & Zhang, B. (2022). Muscle Energy Technique plus Neurac Method in Stroke Patients with Hemiplegia Complicated by Diabetes Mellitus and Assessment of Quality of Life. *Disease markers*, 2022, 6318721. <https://doi.org/10.1155/2022/6318721>.
23. Kim, J.H., Kim, Y.E., Bae, S.H., & Kim, K.Y. (2013). The effect of the neurac sling exercise on postural balance adjustment and muscular response patterns in chronic low back pain patients. *Journal of physical therapy science*, 25(8), 1015–1019. <https://doi.org/10.1589/jpts.25.1015>.
24. Gwon, A.J., Kim, S.Y., & Oh, D.W. (2020). Effects of integrating Neurac vibration into a side-lying bridge exercise on a sling in patients with chronic low back pain: a randomized controlled study. *Physiotherapy theory and practice*, 36(8), 907–915. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1513616>.