

Poruchy rovnováhy a možnosti rehabilitace u pacientů se sclerosis multiplex

¹⁻³ **Mgr. Klára Novotná, PhD.**

^{1,4} **MUDr. Ingrid Menkyová**

¹ Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. LF UK a VFN v Praze

² MSrehab z. s.

³ Klinika rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN v Praze

⁴ II. neurologická klinika Lekárskej fakulty Univerzity Komenského a Univerzitnej nemocnice v Bratislave

Abstrakt

Rešeršní článek popisuje zkušenosti s různými rehabilitačními intervencemi zaměřenými na zlepšení rovnováhy u osob s roztroušenou sklerózou. Nejčastěji se využívají různé možnosti fyzioterapeutického cvičení, konkrétně různé typy balančního tréninku včetně využití moderních technologií. Nejvíce efektivní se zdají být rehabilitační individuálně zacílené programy na základě vyšetření rovnováhy. Pro dosažení dostatečného efektu však musí být balanční trénink dostatečně intenzivní.

Klíčová slova: roztroušená skleróza, rovnováha, rehabilitace, cvičení, pády



Abstract

The review article summarizes results from studies with balance intervention in people with multiple sclerosis. Most frequently the interventions were focused on different types of balance training. The most effective ones are balance programs aimed at individual difficulties based on balance assessment. To achieve a sufficient effect, however, balance training must be intense enough.

Key words: multiple sclerosis, balance, rehabilitation, exercise, falls

Úvod

Poruchy rovnováhy jsou jedním z nejčastějších symptomů, pro které je osobám s onemocněním roztroušená skleróza (RS) indikována rehabilitační léčba.

Na patogenezi poruch rovnováhy se u RS podílí kromě narušené funkce muskuloskeletálního systému (poruchy koordinace, snížená svalová síla, spasticita) také do značné míry poruchy cití. Až 80 % pacientů trpí poškozením somatosenzitivity (i když úplná ztráta citlivosti je vzácná).^{1,2} Nejčastěji bývá u RS narušena propriocepce (66 %), poté taktilní (60 %) a vibrační cití (44 %). Posturální nestabilita se dále zhoršuje s omezením zraku a zúžením opěrné báze. Naopak již lehký dotek pevné opory konečky prstů pomáhá zvýšit stabilitu,³ což je také možné využít právě při cíleném tréninku rovnováhy.

Vyšetření rovnováhy

V rámci klinických studií se u osob s RS nejčastěji používá k vyšetření rovnováhy standardizovaný test podle Bergové (*Berg Balance Scale*).⁴ U osob s vyšší disabilitou (EDSS < 4) je však vhodnější využít standardizovaný test Mini-BESTest, který zahrnuje náročnější balanční úkoly včetně variant chůze.⁵ Z přístrojových možností vyšetření se nabízí posturografie (plošina měřící pomocí změn reakčních sil posturální výchylky).

Z nástrojů hodnotících subjektivní pohled pacienta je nejčastěji využíván dotazník *Activities-specific Balance Confidence scale* (ABC scale).⁶

Další jednoduchou možností je zaznamenávání pádů, přičemž je přesnější a více vypovídající prospektivní než retrospektivní záznam pádů.⁷ Pro rozlišení, zda jsou pacienti ohroženi zvýšeným rizikem pádů, stačí

v klinické praxi jednoduchý dotaz, zda došlo k pádu v předchozím roce, který je téměř stejně vypovídající jako složité přístrojové vyšetření.⁸

Možnosti rehabilitačních intervencí

Individuální trénink rovnováhy s fyzioterapeutem patří mezi nejužívanější formu rehabilitační terapie. Tento trénink rovnováhy by měl být ideálně založen na individuálním vstupním vyšetření rovnováhy, aby se určilo, která komponenta rovnováhy je vlivem onemocnění nejvíce porušena (statická/dynamická/reaktivní) a zda jsou poruchy rovnováhy dominantně způsobeny spíše poruchou motoriky (vlivem spasticity nebo snížené svalové síly), poruchou čítí (taktilního čítí, propiocepce, zraku atd.) nebo kognitivních funkcí (poruchou koncentrace, zvládání souběžných dvojích úkolů apod.). Na základě tohoto komplexního vyšetření je pak možné rehabilitační intervence cíleněji zaměřit.⁹ Podle vstupního vyšetření rovnováhy se pak individuálně zvolí konkrétní balanční úkoly a jejich obtížnost. Nejčastěji se využívá kombinace senzomotorických cvičení (tj. motorických úkolů se současným využitím propioceptivních stimulů, nejčastěji v oblasti plosky). Tento typ intervence vede k výraznějšímu zlepšení než pouhý motorický trénink.^{10,11} Pro zlepšení ve funkčních testech rovnováhy se však zdá nezbytné zahrnout do tréninku rovnováhy také prvky chůze (ideálně v terénu).¹²⁻¹⁴ Prokázalo se, že individuálně přizpůsobený trénink je pro zlepšení rovnováhy efektivnější než jednotný (individuálně nemodifikovaný) balanční trénink různých variant stoje a chůze.¹⁵

Do individuálního balančního tréninku je možné zahrnout také **vestibulární rehabilitaci**, ze které mohou profitovat zejména pacienti s vyšším neurologickým nálezem (EDSS 6 – 7).¹

Obecně u individuální formy cvičení došlo k výraznějšímu zlepšení ve studiích, které využívaly intenzivnější formu cvičení (minimálně třikrát týdně). Minimální délka trvání intervencí byla zpravidla 3 týdny (s frekvencí terapie čtyřikrát až pětkrát týdně), nejčastěji se však pohybuje v délce 4 – 12 týdnů.

Další možnost představuje **skupinový balanční trénink**, který se nejčastěji zaměřuje posilování tzv. středu těla (v českém prostředí se používá termín hluboký stabilizační systém, v anglické terminologii *core muscles*),^{17,18} dále pak posilování dolních končetin často v kombinaci s tréninkem stability stoje a chůze. Některé formy cvičebního tréninku využívají klasické posilovací stroje a pomůcky, jiné se zaměřují spíše na trénink tzv. funkčních cviků (jako je například výstup na schod, vstávání ze sedu, ná kroky apod.). Cvičení může být organizováno např. formou kruhového tréninku (všichni se postupně vystřídají na jednotlivých cvičebních stanovištích se stejnými cviky),^{19,20} nebo jako individualizovaný trénink ve skupině pacientů.²¹ Postupně se obtížnost tréninku zvyšuje od nácviku jednoduchých úkolů (*single task*) ke komplexnějším pohybům často kombinujícím dva motorické úkoly nebo motorický a kognitivní úkol (tzv. *dual task*).¹⁸ Některé formy skupinového tréninku mohou být také v kombinaci s vytrvalostním tréninkem nebo mohou zahrnovat také složku edukační (poučení o symptomech RS, okolnostech a příčinách pádů a vhodné strategie pro prevenci pádů).^{22,23} Pro některé pacienty může být při skupinovém tréninku výhodou (oproti individuální formě) vzájemná motivace účastníků.

Cílený trénink chůze má však zřejmě ještě významnější vliv na zlepšení rovnováhy než pouhý silový trénink.²⁴ Téměř všechny sledované studie realizovaly trénink chůze na běžecím trenažéru (*treadmill*), kde je možné kontrolovat nastavení rychlosti a sklonu. Ve studii srovnávající vliv tréninku chůze do kopce a z kopce (4 týdny, 3krát týdně) byl větší efekt zaznamenán při tréninku chůze z kopce, kdy dochází k náročnější excentrické svalové práci.²⁵ U moderně vybavených pracovišť je další možností doplnění tréninku chůze na běžecím pásu o **prvky virtuální reality**.^{26,27}

Zejména pro osoby s vyšší mírou neurologického deficitu se v současné době stává trendem **trénink chůze s pomocí robotických systémů**. Tento způsob tréninku je opět možné u některých přístrojů kombinovat s virtuální realitou.^{28,29} Při srovnání tréninku s využitím robotických systémů a běžného tréninku chůze se zdá, že pro osoby schopné chůze (EDSS 4 – 6.5) je běžný trénink chůze stejně efektivní jako trénink s nákladnými robotickými systémy.^{30,31} Pro pacienty s vyšší disabilitou, kteří však již mají velmi

omezenou schopnost samostatné chůze s oporou (EDSS 6.5 – 7), může tento typ tréninku představovat možnost udržet svalovou sílu a schopnost chůze alespoň pár metrů.^{32,33}

Před několika lety bylo mezi pacienty velmi populární **cvičení na vibračních plošinách**. Z celkového počtu jedenácti hodnocených studií, které se zabývaly sledováním cvičení s vibračními plošinami, nebylo však u žádné z nich prokázáno přesvědčivé zlepšení.

U některých studií bylo sice zaznamenáno zlepšení, které ovšem nebylo významnější než u kontrolních skupin se stejným cvičebním bez zapnutých vibrací.³⁴⁻³⁷ Ačkoli tedy při pravidelném cvičení na vibrační plošině dochází ke zvýšení svalové síly, neprojeví se toto zpravidla na zlepšení rovnováhy.^{34,38,39}

Dalším trendem v neurorehabilitaci je **exergaming neboli využití herních systémů pro cvičení**. Tato forma terapie je vyhledávaná mimo jiné proto, že se předpokládá větší motivační efekt herních prvků než běžné cvičení. Většina realizovaných studií využívala pro balanční trénink systém Nintendo Wii® s tenzometrickou plošinou, na které pacient stojí a změnami polohy svého těžiště ovládá hru. Tento typ tréninku má srovnatelný účinek s běžným balančním tréninkem.⁴⁰⁻⁴⁴ Pro výraznější efekt je však zapotřebí častějšího tréninku s frekvencí nejméně třikrát týdně.^{40,45,46} Trénink s herními konzolami (kromě Nintendo Wii® se využívá také systém Kinect® nebo například různé komerční taneční podložky) je však problematicky proveditelný u osob s EDSS ≤ 6, protože u těchto osob může být vlivem spasticity a snížené síly problém přizpůsobit rychlost pohybu tempu hry.^{41, 46-48}

Tyto herní platformy je možné (po instruktaži fyzioterapeutem) použít i pro **domácí balanční trénink**. V zahraničních studiích se pro tyto formy tréninku používala konzole Nintendo Wii®, v českém prostředí je oblíbený český terapeutický systém Homebalance® (www.homebalance.cz), který funguje také na principu využití tenzometrické plošiny a herní audiovizuální zpětné vazby, také pro domácí trénink rovnováhy.^{49,50} Další možností je domácí cvičení podle webové aplikace nebo různých online cvičebních videí vytvořené pro osoby s RS fyzioterapeuty.^{51,52} Tyto formy domácího cvičení (jen podle zadaných cviků) bez přímé interakce s terapeutem se však zdají právě kvůli absenci zpětné vazby a chybějící supervizi méně účinné.

Pro domácí posilování se podobně jako u skupinového cvičení využívají cviky s váhou vlastního těla (varianty dřepů, výpadů) nebo s využitím posilovací gumy (*theraband*) nebo malých závaží (které však mohou být v domácím prostředí nahrazeny např. lahvíčkami s vodou).⁵³ U pacientů s vyšší disabilitou, kteří mají výrazněji narušené posturální svalstvo, je důležité také posilování nádechových svalů (bránice) pomocí dechových pomůcek. Protože se dechové svaly také podílí na celkové postuře těla, může i tento typ zdánlivě jednoduchého dechového tréninku zlepšit výkon pacienta v testech rovnováhy.⁵⁴

Cvičení pilates, při kterém se cíleně a kontrolovaně posilují svaly hlubokého stabilizačního systému (včetně *m. transversus abdominis*), je mezi osobami s RS jednou z nejvíce oblíbených forem cvičení, která může vést díky posílení svalů středu těla zlepšení rovnováhy.^{55,56} Individuálně vedené i skupinové cvičení Pilates má srovnatelné pozitivní dopady na chůzi a rovnováhu jako cvičení s fyzioterapeutem nebo cvičení ve vodním prostředí.⁵⁷⁻⁵⁹ Britská studie zahrnující 100 pacientů, která porovnávala cvičení pilates s běžným rehabilitačním cvičením nebo s relaxačním cvičením, neprokázala u žádné z těchto intervencí zlepšení chůze.⁶⁰

Další možností pro trénink rovnováhy jsou také některé **tzv. body and mind formy cvičení**, které propojují pomalejší koordinované pohyby s dechem a vědomým soustředěním na pohyb. Zdají se být vhodnou možností pro trénink rovnováhy. Je popsáno, že dlouhodobé pravidelné praktikování **tai-či** má pozitivní vliv na zlepšení kontroly rovnováhy.^{61,62} Studie s nižším počtem probandů také naznačují u osob s menší a střední disabilitou pozitivní efekt pravidelného cvičení **jógy** a efekt **terapie pomocí Feldenkreisovy metody**.^{63,64}

Pro trénink rovnováhy je výhodné také **využít pozitivního působení vodního prostředí** s působením vztlaku a odporu vody, kdy po 8 – 12 týdnech cvičení třikrát týdně bylo zaznamenáno zlepšení ve funkčních testech rovnováhy.^{58,65,66} Kromě tradičního rehabilitačního cvičení v bazénu využívají některá

zahraniční pracoviště také cvičení ve vodě s prvky vestibulární rehabilitace (cvičení podle Halliwickova konceptu nebo s prvky plyometrie).⁶⁷

Vzhledem k poměrně široké paletě možností různých typů cvičení s potenciálem zlepšení rovnováhy u osob s RS se tedy zdá pro dosažení efektu a dlouhodobou adhezenci pacienta k terapii cvičební trénink rovnováhy co nejvíce individualizovat a přizpůsobit preferencím a možnostem každého jednotlivého pacienta.⁶⁸

Limitem tohoto rešeršního článku je jistě fakt, že vzhledem k velké heterogenitě studií je jakákoli generalizace obtížná. Realizované studie se velmi lišily charakteristikou zahrnutých pacientů, použitými vyšetřeními a statistickým vyhodnocením. Některé méně kvalitní studie obsahovaly porovnání experimentální a kontrolní skupiny zvlášť, zatímco studie s propracovanější metodikou zahrnovaly také statistické porovnání skupin mezi sebou. Přesná délka cvičení a počet cvičebních hodin, který je nutný, aby bylo možné dosáhnout u osob s RS klinicky významného zlepšení, tedy není dosud znám. Ze studií u seniorské populace však víme, že je zapotřebí nejméně 50 terapeutických jednotek, aby došlo k pozitivnímu ovlivnění rovnováhy.⁶⁹

Závěr

Vzhledem k tomu, že se jednotlivé analyzované studie velmi lišily svou délkou i intenzitou terapie, je obtížné vyvozovat obecné závěry. Tento článek si klade za cíl především představit široké možnosti cvičebních intervencí, které jsou v současné době u osob s RS v zahraničí studovány a využívány pro zlepšení rovnováhy. Jsme přesvědčeni, že tento přehled může pomoci neurologům, rehabilitačním lékařům a fyzioterapeutům, kteří se v klinické praxi s pacienty s RS s poruchami rovnováhy setkávají.

Literatura

1. Sanders EA, Arts RJ. *Paraesthesiae in multiple sclerosis. Journal of the neurological sciences.* 1986;74(2-3):297-305.
2. Merchut MP, Gruener G. *Quantitative sensory threshold testing in patients with multiple sclerosis. Electromyography and clinical neurophysiology.* 1993;33(2):119-24.
3. Kanekar N, Lee YJ, Aruin AS. *Effect of light finger touch in balance control of individuals with multiple sclerosis. Gait & posture.* 2013;38(4):643-7.
4. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JL, Maki B. *Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. Canadian journal of public health = Revue canadienne de sante publique.* 1992;83 Suppl 2:S7-11.
5. Godi M, Franchignoni F, Caligari M, Giordano A, Turcato AM, Nardone A. *Comparison of reliability, validity, and responsiveness of the mini-BESTest and Berg Balance Scale in patients with balance disorders. Physical therapy.* 2013;93(2):158-67.
6. Nilsagard Y, Carling A, Forsberg A. *Activities-specific balance confidence in people with multiple sclerosis. Multiple sclerosis international.* 2012;2012:613925.
7. Gunn H, Creanor S, Haas B, Marsden J, Freeman J. *Frequency, characteristics, and consequences of falls in multiple sclerosis: findings from a cohort study. Arch Phys Med Rehabil.* 2014;95(3):538-45.
8. Cameron MH, Thielman E, Mazumder R, Bourdette D. *Predicting falls in people with multiple sclerosis: fall history is as accurate as more complex measures. Multiple sclerosis international.* 2013;2013:496325.
9. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: translating research into clinical practice: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.*
10. Cattaneo D, Jonsdottir J, Zocchi M, Regola A. *Effects of balance exercises on people with multiple sclerosis: a pilot study. Clinical rehabilitation.* 2007;21(9):771-81.
11. Gandolfi M, Munari D, Geroin C, Gajofatto A, Benedetti MD, Midiri A, et al. *Sensory integration balance training in patients with multiple sclerosis: a randomized, controlled trial. Multiple Sclerosis*

Journal. 2015;21(11):1453-62.

12. Davies BL, Arpin DJ, Liu M, Reelfs H, Volkman KG, Healey K, et al. Two different types of high-frequency physical therapy promote improvements in the balance and mobility of persons with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2016;97(12):2095-101. e3.
13. Cattaneo D, Jonsdottir J, Regola A, Carabalona R. Stabilometric assessment of context dependent balance recovery in persons with multiple sclerosis: a randomized controlled study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2014;11(1):1-7.
14. Prosperini L, Leonardi L, De Carli P, Mannocchi ML, Pozzilli C. Visuo-proprioceptive training reduces risk of falls in patients with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*. 2010;16(4):491-9.
15. Brichetto G, Piccardo E, Pedullà L, Battaglia MA, Tacchino A. Tailored balance exercises on people with multiple sclerosis: a pilot randomized, controlled study. *Multiple Sclerosis Journal*. 2015;21(8):1055-63.
16. Tramontano M, Martino Cinnera A, Manzari L, Tozzi FF, Caltagirone C, Morone G, et al. Vestibular rehabilitation has positive effects on balance, fatigue and activities of daily living in highly disabled multiple sclerosis people: A preliminary randomized controlled trial. *Restorative neurology and neuroscience*. 2018;36(6):709-18.
17. Tarakci E, Yeldan I, Huseyinsinoglu BE, Zenginler Y, Eraksoy M. Group exercise training for balance, functional status, spasticity, fatigue and quality of life in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2013;27(9):813-22.
18. Carling A, Forsberg A, Gunnarsson M, Nilsagård Y. CoDuSe group exercise programme improves balance and reduces falls in people with multiple sclerosis: A multi-centre, randomized, controlled pilot study. *Multiple Sclerosis Journal*. 2017;23(10):1394-404.
19. Straudi S, Martinuzzi C, Pavarelli C, Charabati AS, Benedetti MG, Foti C, et al. A task-oriented circuit training in multiple sclerosis: a feasibility study. *BMC neurology*. 2014;14(1):1-9.
20. Ozkul C, Guclu-Gunduz A, Eldemir K, Apaydin Y, Gulsen C, Yazici G, et al. Effect of task-oriented circuit training on motor and cognitive performance in patients with multiple sclerosis: A single-blinded randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation*. 2020(Preprint):1-11.
21. Arntzen EC, Straume B, Odeh F, Feys P, Normann B. Group-based, individualized, comprehensive core stability and balance intervention provides immediate and long-term improvements in walking in individuals with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Physiotherapy Research International*. 2020;25(1):e1798.
22. Cattaneo D, Gervasoni E, Pupillo E, Bianchi E, Aprile I, Imbimbo I, et al. Educational and Exercise Intervention to Prevent Falls and Improve Participation in Subjects With Neurological Conditions: The NEUROFALL Randomized Controlled Trial. *Frontiers in neurology*. 2019;10:865.
23. Gunn H, Andrade J, Paul L, Miller L, Creanor S, Stevens K, et al. A self-management programme to reduce falls and improve safe mobility in people with secondary progressive MS: the BRiMS feasibility RCT. *Health technology assessment*. 2019.
24. Brændvik SM, Koret T, Helbostad JL, Lorås H, Bråthen G, Hovdal HO, et al. Treadmill training or progressive strength training to improve walking in people with multiple sclerosis? A randomized parallel group trial. *Physiotherapy research international*. 2016;21(4):228-36.
25. Samaei A, Bakhtiary AH, Hajihassani A, Fatemi E, Motaharinezhad F. Uphill and downhill walking in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *International journal of MS care*. 2016;18(1):34-41.
26. Kalron A, Fonkatz I, Frid L, Baransi H, Achiron A. The effect of balance training on postural control in people with multiple sclerosis using the CAREN virtual reality system: a pilot randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2016;13(1):1-10.
27. Peruzzi A, Zarbo IR, Cereatti A, Della Croce U, Mirelman A. An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis. *Disability and rehabilitation*. 2017;39(15):1557-63.
28. Calabrò RS, Russo M, Naro A, De Luca R, Leo A, Tomasello P, et al. Robotic gait training in multiple sclerosis rehabilitation: Can virtual reality make the difference? Findings from a randomized controlled trial. *Journal of the neurological sciences*. 2017;377:25-30.
29. Munari D, Fonte C, Varalta V, Battistuzzi E, Cassini S, Montagnoli AP, et al. Effects of robot-assisted gait training combined with virtual reality on motor and cognitive functions in patients with multiple

sclerosis: A pilot, single-blind, randomized controlled trial. *Restorative neurology and neuroscience*. 2020(Preprint):1-14.

30. Schwartz I, Sajin A, Moreh E, Fisher I, Neeb M, Forest A, et al. Robot-assisted gait training in multiple sclerosis patients: a randomized trial. *Multiple Sclerosis Journal*. 2012;18(6):881-90.
31. Straudi S, Manfredini F, Lamberti N, Martinuzzi C, Maietti E, Basaglia N. Robot-assisted gait training is not superior to intensive overground walking in multiple sclerosis with severe disability (the RAGTIME study): A randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis Journal*. 2020;26(6):716-24.
32. Straudi S, Fanciullacci C, Martinuzzi C, Pavarelli C, Rossi B, Chisari C, et al. The effects of robot-assisted gait training in progressive multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis Journal*. 2016;22(3):373-84.
33. Vaney C, Gattlen B, Lugon-Moulin V, Meichtry A, Hausammann R, Foinant D, et al. Robotic-assisted step training (Iokomat) not superior to equal intensity of over-ground rehabilitation in patients with multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2012;26(3):212-21.
34. Claerbout M, Gebara B, Ilsbrouckx S, Verschueren S, Peers K, Van Asch P, et al. Effects of 3 weeks' whole body vibration training on muscle strength and functional mobility in hospitalized persons with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*. 2012;18(4):498-505.
35. Hilgers C, Mündermann A, Riehle H, Dettmers C. Effects of whole-body vibration training on physical function in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation*. 2013;32(3):655-63.
36. Uszynski MK, Purtill H, Donnelly A, Coote S. Comparing the effects of whole-body vibration to standard exercise in ambulatory people with multiple sclerosis: a randomised controlled feasibility study. *Clinical rehabilitation*. 2016;30(7):657-68.
37. Wolfsegger T, Assar H, Topakian R. 3-week whole body vibration does not improve gait function in mildly affected multiple sclerosis patients—a randomized controlled trial. *Journal of the neurological sciences*. 2014;347(1-2):119-23.
38. Broekmans T, Roelants M, Alders G, Feys P, Thijs H, Eijnde BO. Exploring the effects of a 20-week whole-body vibration training programme on leg muscle performance and function in persons with multiple sclerosis. *Journal of rehabilitation medicine*. 2010;42(9):866-72.
39. Abbasi M, Yoosefinejad AK, Poursadeghfard M, Jahromi FP, Motealleh A, Sobhani S. Whole body vibration improves core muscle strength and endurance in ambulant individuals with multiple sclerosis: A randomized clinical trial. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2019;32:88-93.
40. Brichetto G, Spallarossa P, de Carvalho MLL, Battaglia MA. The effect of Nintendo® Wii® on balance in people with multiple sclerosis: a pilot randomized control study. *Multiple Sclerosis Journal*. 2013;19(9):1219-21.
41. Khalil H, Al-Sharman A, El-Salem K, Alghwiri AA, Al-Shorafat D, Khazaaleh S. The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis (MS): a feasibility study. *NeuroRehabilitation*. 2018;43(4):473-82.
42. Robinson J, Dixon J, Macsween A, Van Schaik P, Martin D. The effects of exergaming on balance, gait, technology acceptance and flow experience in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *BMC sports science, medicine and rehabilitation*. 2015;7(1):1-12.
43. Yazgan YZ, Tarakci E, Tarakci D, Ozdinler AR, Kurtuncu M. Comparison of the effects of two different exergaming systems on balance, functionality, fatigue, and quality of life in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2020;39:101902.
44. Kramer A, Dettmers C, Gruber M. Exergaming with additional postural demands improves balance and gait in patients with multiple sclerosis as much as conventional balance training and leads to high adherence to home-based balance training. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2014;95(10):1803-9.
45. Prosperini L, Fanelli F, Petsas N, Sbardella E, Tona F, Raz E, et al. Multiple sclerosis: changes in microarchitecture of white matter tracts after training with a video game balance board. *Radiology*. 2014;273(2):529-38.
46. Hoang P, Schoene D, Gandevia S, Smith S, Lord SR. Effects of a home-based step training programme on balance, stepping, cognition and functional performance in people with multiple sclerosis—a randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis Journal*. 2016;22(1):94-103.

47. Thomas S, Fazakarley L, Thomas PW, Collyer S, Brenton S, Perring S, et al. Mii-vitaliSe: a pilot randomised controlled trial of a home gaming system (Nintendo Wii) to increase activity levels, vitality and well-being in people with multiple sclerosis. *BMJ open*. 2017;7(9).
48. Nilsagård YE, Forsberg AS, von Koch L. Balance exercise for persons with multiple sclerosis using Wii games: a randomised, controlled multi-centre study. *Multiple sclerosis journal*. 2013;19(2):209-16.
49. Prosperini L, Fortuna D, Gianni C, Leonardi L, Marchetti MR, Pozzilli C. Home-based balance training using the Wii balance board: a randomized, crossover pilot study in multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2013;27(6):516-25.
50. Novotna K, Janatova M, Hana K, Svestkova O, Preiningerova Lizrova J, Kubala Havrdova E. Biofeedback based home balance training can improve balance but not gait in people with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis international*. 2019;2019.
51. Conroy SS, Zhan M, Culpepper WJ, Royal III W, Wallin MT. Self-directed exercise in multiple sclerosis: evaluation of a home automated tele-management system. *Journal of telemedicine and telecare*. 2018;24(6):410-9.
52. McAuley E, Wójcicki TR, Learmonth YC, Roberts SA, Hubbard EA, Kinnett-Hopkins D, et al. Effects of a DVD-delivered exercise intervention on physical function in older adults with multiple sclerosis: A pilot randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis Journal-Experimental, Translational and Clinical*. 2015;1:2055217315584838.
53. Sosnoff JJ, Finlayson M, McAuley E, Morrison S, Motl RW. Home-based exercise program and fall-risk reduction in older adults with multiple sclerosis: phase 1 randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2014;28(3):254-63.
54. Pfalzer L, Fry D. Effects of a 10-week inspiratory muscle training program on lower-extremity mobility in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *International journal of MS care*. 2011;13(1):32-42.
55. Abasıyanık Z, Ertekin Ö, Kahraman T, Yigit P, Özakbaş S. The effects of Clinical Pilates training on walking, balance, fall risk, respiratory, and cognitive functions in persons with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Explore*. 2020;16(1):12-20.
56. Duff WRD, Andrushko JW, Renshaw DW, Chilibeck PD, Farthing JP, Danielson J, et al. Impact of Pilates Exercise in Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *International journal of MS care*. 2018;20(2):92-100.
57. Kalron A, Rosenblum U, Frid L, Achiron A. Pilates exercise training vs. physical therapy for improving walking and balance in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2017;31(3):319-28.
58. Marandi SM, Nejad VS, Shanazari Z, Zolaktaf V. A comparison of 12 weeks of pilates and aquatic training on the dynamic balance of women with multiple sclerosis. *International journal of preventive medicine*. 2013;4(Suppl 1):S110-7.
59. Guclu-Gunduz A, Citaker S, Irkeç C, Nazlıel B, Batur-Caglayan HZ. The effects of pilates on balance, mobility and strength in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation*. 2014;34(2):337-42.
60. Fox EE, Hough AD, Creanor S, Gear M, Freeman JA. Effects of Pilates-Based Core Stability Training in Ambulant People With Multiple Sclerosis: Multicenter, Assessor-Blinded, Randomized Controlled Trial. *Physical therapy*. 2016;96(8):1170-8.
61. Ultramari VRLM, Calvo APC, Rodrigues RAS, Fett WCR, Moraes Neto JUd, Ferraz AdF, et al. Physical and functional aspects of persons with multiple sclerosis practicing Tai-Geiko: randomized trial. *Clinics*. 2020;75.
62. Burschka JM, Keune PM, Hofstadt-van Oy U, Oschmann P, Kuhn P. Mindfulness-based interventions in multiple sclerosis: beneficial effects of Tai Chi on balance, coordination, fatigue and depression. *BMC neurology*. 2014;14(1):165.
63. de Oliveira G, Fernandes MdCCG, de Faria Oliveira JD, Rodrigues MR, Santaella DF. Yoga training has positive effects on postural balance and its influence on activities of daily living in people with multiple sclerosis: a pilot study. *EXPLORE*. 2016;12(5):325-32.
64. Stephens J, DuShuttle D, Hatcher C, Shmunes J, Slaninka C. Use of awareness through movement improves balance and balance confidence in people with multiple sclerosis: a randomized controlled study. *pre*. 2001;25(2):39-49.

65. Kargarfard M, Shariat A, Ingle L, Cleland JA, Kargarfard M. Randomized controlled trial to examine the impact of aquatic exercise training on functional capacity, balance, and perceptions of fatigue in female patients with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2018;99(2):234-41.
66. Aida FJ, Gama de Matos D, de Souza RF, Gomes AB, Saavedra F, Garrido N, et al. Influence of aquatic exercises in physical condition in patients with multiple sclerosis. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2017;58(5):684-9.
67. Gurpinar B, Kara B, Idiman E. Effects of aquatic exercises on postural control and hand function in Multiple Sclerosis: Halliwick versus Aquatic Plyometric Exercises: a randomised trial. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*. 2020;20(2):249.
68. Mulligan H, Treharne GJ, Hale LA, Smith C. Combining self-help and professional help to minimize barriers to physical activity in persons with multiple sclerosis: a trial of the "Blue Prescription" approach in New Zealand. *Journal of neurologic physical therapy : JNPT*. 2013;37(2):51-7.
69. Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JC. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta- *Journal of the American Geriatrics Society*. 2008;56(12):2234-43.

Páčil sa Vám článok?

Stiahnuť článok