proLékaře.cz | 23.11.2026


doi: 10.48095/cccsnn2022110

# Poruchy rovnováhy u osob s roztroušenou sklerózou a možnosti rehabilitační terapie – aktuální poznatky kontrolovaných klinických studií

## Balance disorders in patients with multiple sclerosis and possible rehabilitation therapy – current findings from controlled clinical trials


### Souhrn

Systematický rešeršní článek popisuje výsledky klinických rehabilitačních a fyzioterapeutických studií, které byly primárně zaměřeny na zlepšení rovnováhy u osob s RS. Byly prohledány databáze medicínské literatury PubMed a PEDro za pomoci kombinace těchto klíčových slov: balance, training, exercise, rehabilitation, multiple sclerosis (rovnováha, trénink, cvičení, rehabilitace, roztroušená skleróza). Za účelem rešerše bylo vyhledáno celkem 183 publikovaných klinických studií, z nichž 104 bylo zařazeno. Vyhledané studie byly zaměřené na různé rehabilitační intervence pro zlepšení rovnováhy. Nejčastěji se jednalo o fyzioterapeutické intervence, balanční trénink, silový trénink, trénink chůze a využití virtuální reality nebo robotiky. Nejvíce efektivní jsou programy zacílené na individuální obtíže na základě vyšetření rovnováhy, vedené buď individuální, nebo skupinovou formou. Pro dosažení dostatečného efektu však musí být balanční trénink dostatečně intenzivní.

### Abstract

This review article summarizes the results from rehabilitation and physiotherapeutic clinical studies with balance intervention in people with MS. The databases of medical literature PubMed and PEDro were searched using a combination of these keywords: balance, training, exercise, rehabilitation, multiple sclerosis. In total 183 papers were screened and 104 papers were included. In available studies, various rehabilitation interventions for balance improvement were used. Most frequently different types of physiotherapeutic approach, balance training, resistance training, gait trainig and virtual reality or robotics. The most effective are balance programs aimed at individual difficulties based on the individual balance assessment or organized in groups. To achieve a sufficient effect, however, balance training must be adequately intensive.



**Redakční rada potvrzuje, že rukopis práce splnil ICMJE kritéria pro publikace zasílané do biomedicínských časopisů.**
The Editorial Board declares that the manuscript met the ICMJE "uniform requirements" for biomedical papers.



K. Novotná[1–3]*, I. Menkyová[1,4]*, M. Janatová[3,5]

[1] Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. LF UK a VFN v Praze
[2] MSrehab z.s., Praha
[3] Klinika rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN v Praze
[4] 2. Neurologická klinika Lékarskej fakulty UK a Univerzitnej nemocnice v Bratislave, Slovensko
[5] Společné pracoviště biomedicínského inženýrství ČVUT a UK, Praha
* Autorky Novotná a Menkyová se na přípravě rukopisy podíleli stejnou mírou.

✉ Mgr. Klára Novotná, Ph.D.
Neurologická klinika
a Centrum klinických neurověd
1. LF UK a VFN v Praze
Kateřinská 468
120 00 Nové Město
e-mail: klara.novotna@vfn.cz



Přijato k recenzi: 27. 3. 2021
Přijato do tisku: 22. 3. 2022

### Klíčová slova

roztroušená skleróza – rovnováha – rehabilitace – cvičení – pády

### Key words

multiple sclerosis – balance – rehabilitation– exercise – falls

prolekare.cz | 23.11.2026

## Úvod

Chronické neurodegenerativní onemocnění RS je nejčastější příčinou invalidity mladých dospělých. Vlivem různé lokalizace zánětlivých ložisek v CNS se může RS projevovat různými symptomy (poruchy citlivosti, snížená svalová síla, spasticita, snížená propriocepce, poruchy zraku, únava a další) [1]. Všechny tyto symptomy se mohou podílet na poruchách rovnováhy u osob s RS [2]. Poruchy rovnováhy jsou u nich častým symptomem, který se může objevovat již u pacientů s minimálním neurologickým deficitem [3].

Rovnováha je definována jako schopnost kontrolovat těžiště těla ve vztahu k opěrné bázi. Nároky na rovnováhu se mění vlivem prostředí a vykonávané aktivity. Zachování posturální kontroly vyžaduje komplexní interakci mezi nervovým a muskuloskeletálním systémem (vč. nepoškozených aferentních vstupů do CNS). Při vyšetření je potřeba rozlišit schopnost udržet rovnováhu statickou, dynamickou (proaktivní) a reaktivní [4]. Zejména reaktivní rovnováha, tedy schopnost vyrovnat se s nečekanými výchylkami těžiště těla (perturbacemi), se zdá být zásadní pro předcházení pádům [5].

## Možnosti vyšetření rovnováhy

V běžné klinické praxi se statická posturální stabilita vyšetřuje pomocí Rombergova stoje II a III, dynamická posturální stabilita pak vyšetřením chůze a jejích modifikací. V rámci klinických studií se u osob s RS k vyšetření rovnováhy nejčastěji používá standardizovaný test Berg Balance Scale [6]. Tento test, který byl původně vytvořen pro detekci poruch rovnováhy u geriatrických pacientů, však může být málo citlivý na mírné poruchy rovnováhy, které se mohou vyskytovat u pacientů s nižší hodnotou Expanded Disability Status Scale (EDSS). Pro detekci poruch rovnováhy u osob s EDSS < 4 je vhodnější využít standardizovaný test Mini-BESTest, který zahrnuje náročnější balanční úkoly vč. chůze [7]. Časová náročnost obou těchto specializovaných standardizovaných testů je cca 20 min. Jednodušší a rychlejší klinické vyšetření představuje Timed, Up and Go test (TUG), který je vzhledem k menší prostorové náročnosti možné provádět i v běžné ordinaci lékaře. Tento test se ukazuje také jako jednoduchý prediktor rizika pádu u osob s RS [8,9].

## Přístrojové vyšetření rovnováhy

Posturografie je vyšetřovací metoda kvantifikující posturální stabilitu (posturální výchylky). Tato metoda může být statická (měření během klidného stoje) nebo dynamická. Statická posturografie využívá stabilní silové plošiny měřící reakční síly (např. systém Kistler [Winterthur, Švýcarsko], přístroj AMTI OR6-5 [AMTI, Watertown, MA, USA]) nebo akcelerometry/gyroskopy umístěné na trup (nejčastěji do oblasti obratle L5) či na hlavu vyšetřovaného. Obě možnosti měří posturální výchylky trupu. Dynamické posturografické vyšetření probíhá na pohyblivé plošině a snímá reakce na předem nepředvídatelné vychylující stimuly. Dále analyzuje relativní podíl somatosenzorických, vestibulárních a vizuálních systémů při snaze zachovat nebo obnovit posturální kontrolu (např. systém Balance Master od NeuroCom [Marousi, Řecko]). Levnější, ale méně komplexní variantu představují inerciální senzory (akcelerometry a gyroskopy) umístněné na trup pacienta, který s nimi může provádět funkční klinické testy chůze (např. TUG), při které přístroj zaznamenává jeho posturální výchylky [10].

## Subjektivní hodnocení poruch rovnováhy pacientem (patient outcome measures)

Z nástrojů hodnotících subjektivní pohled pacienta je nejčastěji využíván dotazník Activities-specific Balance Confidence scale (ABC scale). Jedná se o dotazník s 16 položkami (aktivitami), u nichž má dotazovaný vyjádřit v procentech svou jistotu, že neztratí rovnováhu [11]. Další možností je dotazník Falls Efficacy Scale International (FESI-I), který také obsahuje 16 aktivit a dotazovaný označuje na škále od jednoho do čtyř bodů, nakolik se obává pádu [12].

Další jednoduchou možností je zaznamenávání pádů, přičemž je přesnější a více vypovídající prospektivní než retrospektivní záznam pádů [13]. Pro rozlišení, zda jsou osoby ohroženy zvýšeným rizikem pádů, stačí v klinické praxi jednoduchý dotaz na pády v předchozím roce, který je téměř stejně vypovídající jako složité přístrojové vyšetření [14].

Poruchy rovnováhy jsou jedním z častých symptomů, pro které u osob s onemocněním RS indikována rehabilitační léčba.

Cílem našeho článku bylo zmapovat a popsat, které rehabilitační postupy (především metody fyzioterapie) se u poruch rovnováhy při onemocnění RS (tj. u dospělých neurologických pacientů) používají a s jakým terapeutickým efektem (evidence based).

## Metodika

Pro účely tohoto článku byly prohledány databáze medicínské literatury PubMed a PEDro za pomoci kombinace těchto klíčových slov: balance, training, exercise, rehabilitation, multiple sclerosis (rovnováha, trénink, cvičení, rehabilitace, roztroušená skleróza). Vyhledávání bylo omezeno pouze na období let 2000–2020. Do analýzy byly zařazeny pouze: 1) klinické studie porovnávající efekt konkrétní rehabilitační/cvičební intervence oproti kontrolní skupině; 2) studie zahrnující objektivní nebo subjektivní hodnocení rovnováhy; 3) studie publikované v anglickém jazyce; 4) studie zahrnující pouze dospělé neurologické pacienty s RS.

Samotné vyhledávání článků probíhalo v období od října do listopadu 2020. Jednotlivé články byly vyhledány fyzioterapeutem (KN) a lékařem – neurologem (IM). Do procesu kvalitativního hodnocení byli zapojeni všichni autoři článku (KN, IM a MJ).

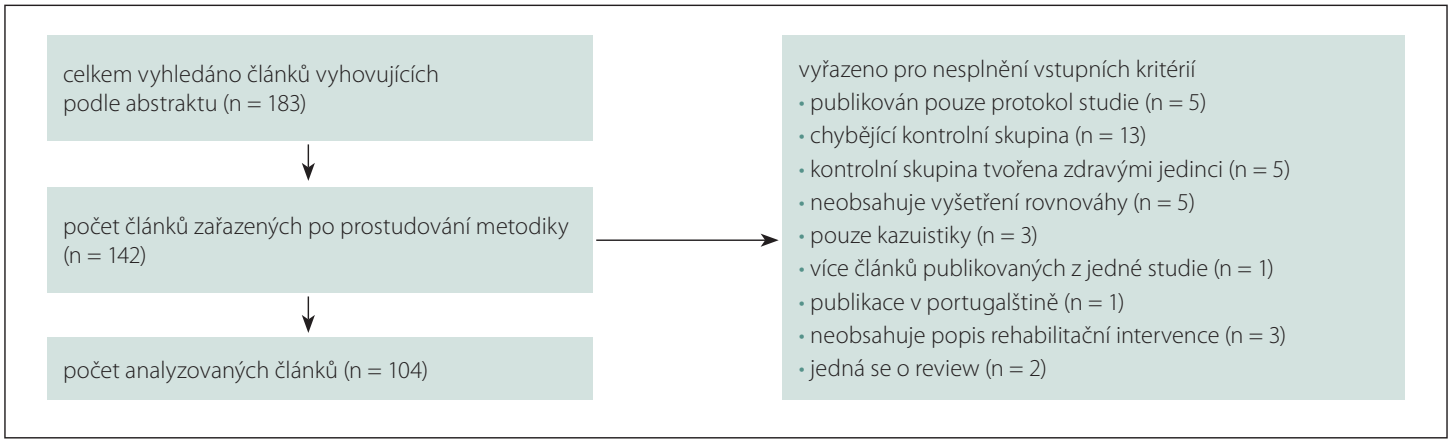
Kvalita vyhledaných studií byla hodnocena pomocí škály PEDro. Jedná se o jedenáctibodovou škálu, která hodnotí metodologickou kvalitu randomizovaných studií. V rámci této škály je hodnocena kvalita randomizace, zaslepenost probandů a vyšetřujících a popis a porovnání výsledků mezi hodnocenými skupinami. Čím vyšší je bodové hodnocení, tím vyšší je metodologická kvalita článku [15]. Do článku nebyly zařazeny studie s příliš nízkou metodologickou kvalitou (hodnocení na škále PEDro ≥ 4).

## Výsledky

Na základě zadané kombinace klíčových slov bylo nalezeno 6 921 článků. Při kontrole abstraktů (v případě nejasnosti celých článků) bylo identifikováno 183 potenciálně vhodných článků. Po přečtení fulltextů byla část studií vyřazena pro nesplnění podmínek (chyběla kontrolní skupina, kontrolní skupinou nebyli pacienti s RS, ale zdraví dobrovolníci, studie neobsahovala hodnocení rovnováhy nebo popis balanční intervence), a pro finální analýzu tak zůstalo 104 studií. Průběh vyhledávání je zobrazen na obr. 1.

Nalezené studie se zaměřovaly na různé typy balančních intervencí. Nejčastěji se jednalo o individuální balanční trénink (n = 14), posilování (n = 11), trénink chůze (n = 10), cvičení s využitím robotických systémů (n = 10), cvičení s využitím herních systémů (tzv. exergaming) (n = 10), trénink s vibračními plošinami (n = 10), skupinový balanční trénink (n = 8), domácí cvičební program (n = 7), cvičení pilates (n = 6), kombinovaný trénink využívající aerobní a posilovací cvičení (n = 6), cvičení ve vodním prostředí (n = 3). Dále byly

prolékaře.cz | 23.11.2026




**Obr. 1. Schéma třídění vyhledaných článků do systematické rešerše.**
n – počet
Fig. 1. Scheme of sorting the searched articles into a systematic search.
n – number

**Tab. 1. Individuální balanční trénink.**

| Místo studie | Počet osob s RS celkem | Experimentální skupina | Kontrolní skupina | Délka trvání | Hodnocené parametry rovnováhy | PEDro scale | Výsledky | Citace |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Irán | 72 | 24 osob Cawthorne-Cooksey cvičení<br>23 osob Frenkelovo cvičení | 25 osob bez intervence | 12 týdnů (3× týdně) | BBS | 6 | Cawthorne-Cooksey cvičení efektivnější než Frankelovo cvičení i kontrolní skupina | Afrasiabifar et al 2018 [16] |
| Itálie | 32 | 16 osob individualizovaný balanční trénink (s důrazem na prvky propriocepce, vizuálními nebo vestibulárními) | 16 osob běžný RHB program (různé varianty stoje, chůze na páse) | 4 týdny (3× týdně) | BBS, dynamická posturografie | 6 | obě skupiny zlepšeny, větší efekt na BBS u individualizovaného balančního tréninku | Brichetto et al 2015 [17] |
| Itálie | 53 | 25 osob balanční intervence motorické a senzorické strategie ve stoji a v chůzi | 28 osob běžná RHB (zvýšení ROM, zvýšení síly, chůze po rovném povrchu) | 3 týdny (celkem 15 terapií po 45 min) | BBS posturografie | 5 | experimentální zlepšena statická rovnováha | Cattaneo et al 2014 [18] |
| Itálie | 44 | 20 osob trénink motorických a senzorických strategií<br>11 osob jen motorické strategie | 13 osob kontrolní bez intervence | 3 týdny (celkem 12 terapií) | BBS, DGI, ABC scale | 7 | BBS zlepšen u obou intervencí (u kombinované motoricko-senzorické více) | Cattaneo et al 2007 [19] |

ABC – Activity Balance Scale; BBS – Berg Balance Scale; DGI – Dynamic Gait Index; DK – dolní končetina; RHB – rehabilitace; ROM – range of motion; SOT – Sensory Organisation Test; TUG – Timed Up and Go

pro zlepšení rovnováhy využity také alternativní formy cvičení, jako je cvičení tai-chi (n = 2), cvičení jógy (n = 1), cvičení Feldenkreisovy metody (n = 1) nebo hipoterapie (n = 1). Z méně častých forem balančního tréninku se studie zaměřovaly také na využití vestibulární rehabilitace (n = 1) nebo neinvazivní elektrotaktilní stimulace jazyka (n = 1).

Počet probandů v jednotlivých studiích se pohyboval od 6 po 78 osob. Nejčastěji se jednalo o osoby s RS s mírným až středním neurologickým deficitem podle Kurtzkeho škály. Pouze menší počet studií zahrnoval osoby s EDSS ≥ 6, které potřebují při chůzi oporu (n = 19).

Délka cvičebních intervencí se pohybovala od 2 týdnů až po 6 měsíců, přičemž nejčastější délka trvání balanční intervence byla 8–12 týdnů s frekvencí terapie 2–3× týdně.

Většina rehabilitačních intervencí využívala pro hodnocení efektu terapie standardizovaný test Berg Balance Scale (n = 55) nebo TUG (n = 48), méně často pak hodnocení chůze (n = 20) nebo jiné funkční testy (n = 11), minimálně pak Mini-BESTest

prolékaře.cz | 2311.2026

Tab. 1 – pokračování. Individuální balanční trénink.

| Místo studie | Počet osob s RS celkem | Experimentální skupina | Kontrolní skupina | Délka trvání | Hodnocené parametry rovnováhy | PEDro scale | Výsledky | Citace |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Itálie, ČR | 119 | 78 individuální balanční trénink s fyzioterapeutem | 41 osob běžná RHB (necílené na rovnováhu) | 20 terapií (2–3× týdně) | počet pádů, TUG, BBS, ABC scale | 5 | nedošlo ke snížení pádů a zlepšení sledovaných parametrů | Cattaneo et al 2016 [20] |
| USA | 42 | 14 osob (20 min trénink na labilních plochách, 20 min chůze) | 13 osob (15 min posilování a strečink, 15 min chůze, 15 min balanční) | 6 týdnů (5 dní v týdnu, 2× denně) | SOT, parametry chůze | 3 | zlepšení parametrů v obou skupinách | Davies et al 2016 [21] |
| USA | 30 | 10 osob (2× týdně telerehabilitace s fyzioterapeutem) 10 osob (2× týdně běžná fyzioterapie) | 10 osob (domácí cvičební program, 5 dní v týdnu) | 8 týdnů | BBS posturografie, ABC scale | 6 | nebyl rozdíl u obou experimentálních skupin, BBS zlepšena u kontrolní skupiny | Fjelstadt-Pardo et al 2018 [22] |
| Itálie | 80 | 39 osob trénink rovnováhy (běžně, s omezením zraku, s omezením propriocepce) | 41 osob běžná RHB | 5 týdnů (3× týdně, celkem 15) | BBS, ABC scale, posturografie, počet pádů | 7 | zlepšení posturografie, BBS a počtu pádů (více v experimentální) | Gandolfi et al 2015 [23] |
| Itálie | 30 | 15 osob (30 min cvičení a 15 min chůze na páse) | 15 osob (30 min cvičení) | 2 týdny (celkem 12 terapií) | BBS | 4 | nedošlo ke zlepšení | Gervasoni et al 2014 [24] |
| Turecko | 20 | 10 osob (cvičení stability trupu dle Bobath konceptu) | 10 osob jiné neurorehabilitační cvičení | 8 týdnů (3× týdně) | BBS | 5 | obě skupiny zlepšeny v BBS | Keser et al 2013 [25] |
| Irán | 48 | 12 osob (balanční trénink + masáž) 12 osob balanční trénink (strečink, posilování, chůze, balanční cvičení) | 12 osob jen masáž 12 osob bez intervence | 5 týdnů (5× týdně 30 min, celkem 15) | BBS, TUG | 7 | BBS a TUG zlepšeno po cvičení a masáži | Negahban et al 2013 [26] |
| ČR, Itálie | 149 | 94 osob fyzioterapie vč. 25 min balančního tréninku (v Itálii senzoricko-motorický trénink, v ČR motorické programy aktivující terapie) | 55 osob běžný RHB program (v Itálii rehabilitační pobyt, v ČR Vojtova reflexní lokomoce ambulantně) | celkem 20 terapií | BBS, TUG | 5 | zlepšení BBS v experimentální skupině | Pavlikova et al 2020 [27] |
| Itálie | 40 | 40 osob vizuo-proprioceptivní trénink (statické, dynamické, stoj na 1 DK, vizuální biofeedback, nestabilní povrchy) | sami sobě kontrolo před | 12 týdnů (3× týdně, 45 min) | posturografie stoj na 1 DK | 5 | zlepšení posturografie | Prosperini et al 2010 [28] |
| Turecko | 42 | 14 osob balanční trénink 14 osob trénink lumbální stabilizace | 14 osob task oriented training | 18 terapií celkem | SOT, BBS Functional reach | 5 | zlepšení SOT, BBS a Functional reach ve všech 3 skupinách, samotný balanční trénink nevede ke zlepšení ataxie u RS | Salci et al 2016 [29] |

ABC – Activity Balance Scale; BBS – Berg Balance Scale; DGI – Dynamic Gait Index; DK – dolní končetina; RHB – rehabilitace; ROM – range of motion; SOT – Sensory Organisation Test; TUG – Timed Up and Go

prolékaře.cz | 23.11.2026

Tab. 2. Skupinový balanční trénink.

| Místo studie | Počet osob s RS celkem | Experimentální skupina | Kontrolní skupina | Délka trvání | Hodnocené parametry rovnováhy | PEDro scale | Výsledky | Citace |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Norsko | 79 | 39 osob skupinový individualizovaný balanční trénink | 40 osob běžný RHB program | 6 týdnů (3× týdně) | Rivermead gait score, test chůze | 7 | zlepšení chůze v experimentální skupině | Arntzen et al 2020 [31] |
| Švédsko | 51 | 23 skupinový trénink (2–5 osob, 30 min trénink core muscles, trénink senzorický a dual task) | 25 osob kontrolní (s odloženou intervencí) | 7 týdnů (celkem 14 hodin) | BBS posturografie FESI počet pádů | 8 | zlepšení BBS a snížení počtu pádů po tréninku | Carling et al 2017 [32] |
| Itálie | 90 osob (33 s RS 32 s PN 25 s CMP) | 16 osob s RS edukační program (informace o nemoci, pádech a strategie jak jim předcházet) doplněný domácím cvičením | 17 RS osob kontrolní (z celkem 48) | 8 týdnů (2–3× týdně) | BBS ABC Scale | 7 | nedošlo ke zlepšení, pouze podle dotazníku lepší fungování v komunitě | Cattaneo et al 2019 [33] |
| Velká Británie | 56 | 30 osob Brims program (edukační program a instruktáž domácích cviků) plus běžná péče | 26 osob běžná péče | 12 týdnů | MiniBEST test Functional Reach FESI | 7 | nedošlo ke zlepšení | Gunn et al 2019 [34] |
| USA | 88 | 44 osob Beems program (2× týdně společné cvičení a každý den doma) – balanční s a bez využití zraku a různé povrchy | 44 osob bez intervence | 6 týdnů | SOT | 7 | zlepšení SOT | Hebert et al 2018 [35] |
| Turecko | 20 | 10 osob kruhový task oriented training | 10 osob kontrolní – jen relaxace doma | 6 týdnů (2× týdně) | BBS SOT TUG ABC scale | 7 | zlepšení ve sledovaných parametrech rovnováhy | Ozkul et al 2020 [36] |
| Itálie | 24 | 12 osob kruhový task oriented training | 12 osob kontrolní bez intervence | 2 týdny (2× týdně) + 12 týdnů domácí | TUG | 6 | nedošlo ke zlepšení rovnováhy | Straudi et al 2014 [37] |
| Turecko | 99 | 51 osob skupinový trénink s fyzioterapeutem (strečink, posilování s therabandem, s vlastní vahou) | 48 osob bez intervence | 12 týdnů (3× týdně) | BBS | 8 | zlepšení BBS | Tarakci et al 2013 [38] |

ABC – Activity Balance Scale; BBS – Berg Balance Scale; FESI – Falls Efficacy Scale; PN – Parkinsonova nemoc; RHB – rehabilitace; SOT – Sensory Organisation Test; TUG – Timed Up and Go

(n = 4). Pouze část studií objektivně hodnotila schopnost udržení rovnováhy pomocí posturografie (n = 33). Ze subjektivních hodnotících škál se nejčastěji využíval dotazník ABC Scale (n = 16), méně často FESI-I (n = 8). Pouze minimum studií sledovalo přímý přenos zlepšení rovnováhy do běžného denního života pomocí hodnocení počtu pádů (n = 4).

Hodnocené studie sledující efekt rehabilitační intervence na rovnováhu byly realizovány v Itálii (n = 22), USA (n = 17), Íránu (n = 14), Turecku (n = 9), Velké Británii (n = 7), ČR (n = 4), Německu (n = 4), Brazílii (n = 4), Belgii (n = 4), Izraeli (n = 3), Kanadě (n = 3), Austrálii (n = 2), Švédsku (n = 2), Norsku (n = 2), Finsku (n = 1), Dánsku (n = 1), Irsku (n = 1), Švýcarsku (n = 1) a Jordánsku (n = 1).

Metodologická kvalita studií hodnocená podle PEDro scale se pohybovala od 4 do 9 bodů (s průměrem 5,9 bodů).

Následuje zhodnocení jednotlivých typů metod využitých pro trénink rovnováhy.

### Individuální balanční trénink

Individuální trénink rovnováhy (tab. 1) [16–29] nejčastěji využívá kombinaci senzomoto-

prolekare.cz | 2311.2026

Tab. 3. Silový trénink pro zlepšení rovnováhy.

| Místo studie | Počet osob s RS celkem | Experimentální skupina | Kontrolní skupina | Délka trvání | Hodnocené parametry rovnováhy | PEDro scale | Výsledky | Citace |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Brazílie | 23 | 11 osob posilovací trénink | 12 osob bez intervence | 12 týdnů | TUG<br>BBS<br>Sit to stand | 5 | zlepšení TUG a BBS | Aidar et al 2017 [39] |
| Irán | 69 | 36 osob posilování (30 min vlastní trénink – posilování core muscles) | 36 osob bez intervence | 10 týdnů (3× týdně) | funkční testy (bridge, plank) | 5 | větší zlepšení u pacientů s EDSS 4–5,5 než u těch s mírnou disabilitou | Amiri et al 2019 [40] |
| Turecko | 43 | 14 osob kruhový trénink progresivní posilování, 10 osob domácí cvičební program | 9 kontrolní bez intervence | 8 týdnů (2× týdně) | TUG<br>DGI<br>FESI<br>Functional reach | 5 | kruhový trénink zlepšen TUG a DGI, domácí cvičební program zlepšení FESI | Cakit et al 2010 [41] |
| Dánsko | 71 | 23 osob progresivní svalový trénink versus 28 osob koordinační balanční trénink | 20 kontrolní bez intervence | 10 týdnů (2× týdně hodina) | MiniBEST test | 9 | MiniBEST test nejvýznamněji zlepšen u koordinačního tréninku | Callesen et al 2020 [42] |
| Velká Británie | 37 | 18 osob domácí posilovací trénink doplněný elektrogymnastikou | 18 osob domácí posilovací program | 12 týdnů | BBS<br>TUG | 6 | nedošlo ke zlepšení rovnováhy | Coote et al 2015 [43] |
| USA | 37 | 19 osob domácí posilovací trénink (výpady, dřepy, lýtka…) | 17 kontrolní bez intervence | 8 týdnů (3× týdně) | TUG<br>posturografie | 6 | nedošlo k významnému zlepšení rovnováhy | DeBolt et al 2004 [44] |
| Irán | 24 žen | 12 osob posilovací cvičení s vibrační plošinou | 12 osob kontrolní bez intervence | 8 týdnů (3× týdně) | stoj na 1 DK | 5 | zlepšení stoje na 1 DK | Eftekhari et al 2012 [45] |
| USA | 19 | 11 osob běžné cvičení a excentrické posilování | 11 osob běžné cvičení | 12 týdnů (3× týdně) | BBS<br>TUG | 5 | nedošlo ke zlepšení rovnováhy | Hayes et al 2011 [46] |
| Itálie | 29 | 14 osob posilovací trénink | 15 osob vytrvalostní trénink | 4 týdny (5 dní v týdnu) | BBS | 5 | u obou zlepšen BBS | Tavazzi et al 2018 [47] |
| Irán | 20 mužů | 8 osob individuální progresivní posilování | 10 kontrolní bez intervence | 8 týdnů (3× týdně) | TUG | 5 | zlepšen TUG | Moradi et al 2015 [48] |
| USA | 15 | 15 osob s RS individuální progresivní posilování | 15 zdravých kontrol | 12 týdnů (2× týdně) | posturografie | | snížení posturálních výchylek, po tréninku nebyl rozdíl mezi RS a kontrolami | Huisinga et al 2012 [49] |

BBS – Berg Balance Scale; DGI – Dynamic Gait Index; DK – dolní končetina; EDSS – Expanded Disability Status Scale; FESI – Falls Efficacy Scale; RHB – rehabilitace; SOT – Sensory Organisation Test; TUG – Timed Up and Go

rických cvičení (tj. motorických úkolů se současným využitím proprioceptivních stimulů, nejčastěji v oblasti plosky). Při tomto typu intervence došlo k výraznějšímu zlepšení než při pouze motorickém tréninku [19,23]. Pro zlepšení ve funkčních testech rovnováhy se zdá být nezbytné zahrnout do tréninku rovnováhy také trénink chůze [21]. Po rehabilitaci zahrnující trénink stoje a chůze (spolu se senzorickými/senzitivními stimuly) došlo ke snížení počtu pádů a k výraznějšímu zlepšení při posturografickém vyšetření než po tréninku chůze po rovném povrchu a protahování [18,21]. Balanční trénink založený na individuálním vyšetření (zaměřený více na vizuální, senzomotorické nebo vestibulární stimuly) je pro zlepšení rovnováhy efektivnější než standardizovaný jednotný balanční trénink různých variant stoje a chůze [17]. Z intenzivní vestibulární rehabilitace mohou profitovat také pacienti s těžším neurologickým deficitem (EDSS 6–7) [30]. Při výběru vhodného typu balančního tréninku záleží také na konkrétních neurologických symptomech pacientů. Např. u pacientů s poškozením mozečku se trénink rovnováhy zdá být efektivnější než posilování posturálních

prolékaře.cz | 23.11.2026

Tab. 4. Kombinovaný trénink.

| Místo studie | Počet osob s RS celkem | Experimentální skupina | Kontrolní skupina | Délka trvání | Hodnocené parametry rovnováhy | PEDro scale | Výsledky | Citace |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Velká Británie | 32 | 20 osob kruhový trénink (aerobní, posilovací, balanční), plus domácí cvičení dle letáku | 12 osob bez intervence | 12 týdnů (2× týdně) | BBS<br>TUG<br>ABC scale | 7 | zlepšení ABC scale | Learmonth et al 2012 [50] |
| Finsko | 95 | 45 osob cvičení (3 týdny při RHB pobytu a pak 23 týdnů doma) – kombinace silový a aerobní trénink | 46 osob kontrola bez intervence | 26 týdnů (3–4× týdně) | Equiscale | 6 | zlepšena statická rovnováha | Romberg et al 2004 [51] |
| Austrálie | 16 | 6 osob nejdříve vytrvalostní a pak silový trénink | 15 silový a pak aerobní trénink | 8 týdnů (2× týdně) | TUG<br>Functional reach | 5 | zlepšení v obou typech tréninku | Sabapathy et al 2011 [52] |
| Irán | 59 | 39 osob kombinované cvičení – aerobní, posilovací, balanční, strečink | 20 kontrol bez intervence | 10 týdnů (3× týdně) | BBS | 3 | zlepšení BBS | Sangelaji et al 2014 [53] |
| Irán | 40 | 10 osob – 1 aerobní a 3 posilovací týdně,<br>10 osob – 2 aerobní a 2 posilovací týdně,<br>10 osob – 3 aerobní a 1 posilovací, | 10 kontrolní bez intervence | 8 týdnů | TUG<br>BBS | 6 | BBS zlepšen jen u 1. skupiny | Sangelaji et al 2016 [54] |
| Itálie | 20 | 10 aerobně posilovací trénink | 10 osob běžná fyzioterapie | 12 týdnů (2× týdně) | BBS<br>TUG | 6 | zlepšení TUG v experimentální | Grazioli et al 2019 [55] |

ABC – Activity Balance Scale; BBS – Berg Balance Scale; RHB – rehabilitace; TUG – Timed Up and Go

svalů [29]. Pro balanční trénink se v českém prostředí v běžné klinické praxi hojně využívají fyzioterapeutické metodiky cvičení na neurofyziologickém podkladě, jako jsou senzomotorický trénink, dynamická neuromuskulární stabilizace nebo Bobath koncept. Na tento typ intervencí se však randomizované studie z důvodu komplikovanější metodologie zaměřují méně (vlivem individuální modifikace terapií, nesnadnosti sestavení kontrolní skupiny apod.). V námi provedeném vyhledávání splnily podmínky pouze studie popisující využití těchto metod na neurofyziologickém podkladě: motorické programy aktivující terapie nebo terapie podle Bobath konceptu [25,27].

Při porovnání výsledků individuální balanční terapie došlo ke zlepšení v klinických testech rovnováhy a ve studiích, které využívaly intenzivnější formu cvičení (minimálně 3× týdně). Minimální délka trvání intervencí v zahrnutých studiích byla 3 týdny (frekvence terapie 4–5× týdně), nejčastěji však 5–12 týdnů.

## Skupinový balanční trénink

Při skupinovém balančním tréninku (tab. 2) [31–38] se nejčastěji kombinuje posilování tzv. středu těla (v českém prostředí se používá termín hluboký stabilizační systém – tzv. HSSP, v anglické terminologii core muscles) [32,38] s tréninkem rovnováhy stoje a chůze. Cvičení může být organizováno formou kruhového tréninku [36,37], jako individualizovaný trénink ve skupině pacientů [31] nebo formou nácviku jednoduchých (single task) nebo kombinovaných (dual task) balančních úkonů [32]. Vhodné je také využít senzomotorických podnětů a klást důraz na procvičování cviků ze skupinového cvičení také v domácím prostředí [35]. Některé formy skupinového tréninku kombinují složku edukační (poučení o symptomech RS, okolnostech a příčinách pádů a vhodné strategie pro prevenci pádů) s následným skupinovým nebo individuálním domácím cvičením [33,34]. Při této intervenci však v hodnocených studiích nedošlo k významnému zlepšení sledovaných parametrů (snížení počtu pádů).

## Posilování

Posilovací cvičení (nejčastěji s využitím posilovacích strojů) se ve většině studií (tab. 3) [39–49] nejčastěji zaměřovalo na již zmiňované posilování svalů hlubokého stabilizačního systému páteře a posturálních svalů dolních končetin (s obvyklou délkou trvání tréninku 8–12 týdnů a frekvencí 2–3× týdně). Ačkoli po pravidelném silovém tréninku došlo ke zvýšení svalové síly, ne vždy se toto zlepšení přeneslo do zlepšení rovnováhy a chůze. Při využití postupné progrese zátěže bylo zaznamenáno zlepšení při vyšetření rovnováhy [41,48,49]. V kontrolované studii porovnávající efekt posilování oproti aerobnímu tréninku (každodenní trénink při 4týdenním rehabilitačním pobytu) bylo u pacientů s RS se střední mírou neurologického deficitu u výzkumné i kontrolní skupiny zaznamenáno zlepšení ve standardizovaném testu Berg Balance Scale. U obou skupin byla pozorována také normalizace hodnot funkční MR [47]. Avšak při srovnání desetitýdenního posilování s progresí zá-

prolekare.cz | 2311.2026

Tab. 5. Trénink chůze.

| Místo studie | Počet osob s RS celkem | Experimentální skupina | Kontrolní skupina | Délka trvání | Hodnocené parametry rovnováhy | PEDro scale | Výsledky | Citace |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Irán | 31 | 10 osob trénink na treadmill (30 min na 40–75% mTF), 11 osob jóga (60 min hathajóga) | 10 osob bez intervence | 8 týdnů (3× týdně) | BBS | 4 | BBS zlepšen u obou tréninku | Ahmadi et al 2013 [56] |
| Norsko | 28 | 13 osob trénink na treadmill | 15 silový trénink (3× týdně 30 min) | 8 týdnů (3× týdně 30 min) | posturální výchylky při chůzi | 6 | zlepšení ve skupině na treadmill | Braendvik et al 2016 [57] |
| Itálie | 38 | 26 osob trénink na treadmilu s kognitivním dual task | 12 osob jen trénink na treadmilu | 4 týdny (30 min 5× týdně) | TUG BBS DGI | 8 | zlepšení TUG | Jonsdottir et al 2018 [58] |
| Izrael | 32 | 16 osob chůze + virtuální realita CAREN | 16 osob běžný cvičební program (10 min strečink a 20 min trénink senzomotoriky) | 6 týdnů (2× týdně 30 min) | posturografie BBS FESI Functional Reach | 7 | zlepšení Functional reach a FESI | Kalron et al 2016 [59] |
| Irán | 38 | 23 osob balanční aktivity (varianty stoje a chůze) plus dual task kognitivní | 24 osob pouze balanční aktivity (stoje, chůze) | 4 týdny (3× týdně 45 min) | TUG BBS ABC scale | 5 | v obou skupinách zlepšeny balanční parametry | Monjezi et al 2017 [60] |
| Ïtálie | 25 | 14 osob trénink na treadmill s virtuální realitou | 11 osob treadmill trénink | 6 týdnů (3× týdně, celkem 18 terapií po 30 min) | TUG BBS | 5 | není významné zlepšení oproti kontrolám | Perruzi et al 2017 [61] |
| ČR | 44 | 22 osob FES plus hodina posturální korekce, FES na doma | 16 osob posturální korekce (2× týdně hodina) | 8 týdnů | BBS TUG ABC scale | 6 | u obou skupin zlepšen BBS | Prokopiusova et al 2020 [62] |
| Irán | 34 | 17 osob chůze z kopce (na treadmill) | 17 osob chůze do kopce (na treadmill) | 4 týdny (3× týdně, 30 min) | TUG posturografie | 7 | TUG zlepšen u obou skupin, z kopce více, posturografie také lepší z kopce | Samaei et al 2016 [63] |
| USA | 14 | 6 osob trénink rovnováhy a chůze | 8 osob trénink rovnováhy a chůze-dual task | 12 týdnů (2× týdně) | BBS ABC scale | 5 | není rozdíl v BBS mezi oběma typy tréninku | Sosnoff et al 2017 [64] |
| Belgie | 47 | 24 osob trénink chůze s kognitivními dual task | 23 osob pouze motorický nebo kognitivní úkol | 8 týdnů (20 terapií) | TUG FESI | 7 | obě skupiny zlepšeny v TUG | Veldkampt et al 2019 [65] |

ABC – Activity Balance Scale; BBS – Berg Balance Scale; DGI – Dynamic Gait Index; FES – funkční elektrostimulace; FESI – Falls Efficacy Scale; mTF – maximální tepové frekvence; SOT – Sensory Organisation Test; TUG – Timed Up and Go

těže s balančně-koordinačním tréninkem pro zlepšení v testu chůze a Mini-BESTestu byl efektivní pouze druhý typ tréninku [42]. Ani domácí posilovací trénink, zacílený především na funkční posilování dolních končetin pomocí výpadů, dřepů a výponů, nevedl k signifikantnímu zlepšení rovnováhy [44].

### Kombinovaný trénink

Kombinovaný trénink (kombinující posilování a aerobní cvičení, případně i balanční prvky nebo strečink) (tab. 4) [50–55] v délce minimálně 10–12 týdnů měl v hodnocených studiích pozitivní efekt na funkční testy rovnováhy [50,51,55]. Při porovnávání, zda má větší vliv na zlepšení rovnováhy trénink se stejným zastoupením aerobních a posilovacích aktivit oproti tréninku s větším zastoupením aerobních nebo silových aktivit, se ukázal jako nejefektivnější trénink s převahou posilování (3 : 1, posilování vs. aerobní cvičení) [54].

### Trénink chůze

Cílený trénink chůze má však zřejmě ještě pozitivnější vliv na zlepšení rovnováhy než pouhý silový trénink [44]. Téměř všechny studie (tab. 5) [56–65] realizovaly trénink chůze na běžeckém trenažéru (treadmillu), kde je možné kontrolované nastavení rychlosti a sklonu. Při srovnání vlivu tréninku chůze do kopce a z kopce (4 týdny, 3× týdně) byl větší efekt na snížení výchylek těžiště a funkční test TUG zaznamenán při tré-

prolékaře.cz | 23.11.2026

Tab. 6. Robotický trénink chůze.

| Místo studie | Počet osob s RS celkem | Experimentální skupina | Kontrolní skupina | Délka trvání | Hodnocené parametry rovnováhy | PEDro scale | Výsledky | Citace |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Itálie | 40 | 20 osob robotický trénink chůze s virtuální realitou | 20 osob jen robotický trénink | 8 týdnů (5 dní v týdnu, 40 min Lokomatu) | BBS TUG | 8 | není signifikantní rozdíl mezi skupinami | Calabro et al 2017 [66] |
| Itálie | 22 | 12 osob roboticky asistovaný trénink | 10 osob sensory integrated balance trénink | 6 týdnů (celkem 12 terapií 2× týdně) | BBS SOT posturografie ABC scale | 6 | obě skupiny zlepšeny v BBS, senzorický balanční trénink lepší v SOT | Gandolfi et al 2015 [67] |
| Kanada | 29 | 17 osob domácí užívání exoskeletonu | 18 osob odložená terapie | 2 týdny domácího užívání | TUG | 5 | není signifikantní zlepšení | McGibonn et al 2018 [68] |
| Itálie | 17 | 8 osob robotický trénink chůze s virtuální realitou | 9 osob jen robotický trénink | 6 týdnů (celkem 12 terapií 2× týdně) | BBS posturografie | 7 | nedošlo ke zlepšení rovnováhy | Munari et al 2020 [69] |
| USA | 7 | 7 osob roboticky asistovaný trénink 20 min, pak jen 20 min treadmill | 4 osoby s odloženou terapií | 8 týdnů (2× týdně 40 min) | Functional reach při posturografii | 5 | nedošlo k signifikantnímu zlepšení rovnováhy | Ruiz et al 2013 [70] |
| Itálie | 45 | 22 osob robotický trénink chůze s virtuální realitou | 23 osob kontrolní bez intervence | 6 týdnů | TUG Tinetti balance scale | 7 | TUG zlepšen u obou skupin, Tinetti balance scale pouze u experimentální skupiny | Russo et al 2018 [71] |
| Izrael | 32 | 15 osob roboticky asistovaný trénink chůze | 17 osob běžný trénink chůze | 4 týdny (2–3× týdně) | TUG BBS | 7 | nedošlo k signifikantně významnému rozdílu mezi skupinami | Schwartz et al 2012 [72] |
| Itálie | 52 | 24 osob roboticky asistovaný trénink chůze | 25 osob běžný trénink chůze | 6 týdnů (2× týdně, celkem 12) | TUG BBS | 6 | došlo ke zlepšení BBS | Straudi et al 2016 [73] |
| Itálie | 66 | 36 osob roboticky asistovaný trénink chůze | 36 osob běžný trénink chůze | 4 týdny (12 celkem, 2 h trénink) | TUG BBS | 8 | oba tréninky zlepšují rovnováhu, není mezi nimi signifikantní rozdíl | Straudi et al 2020 [74] |
| Švýcarsko | 67 | 34 osob roboticky asistovaný trénink chůze | 33 osob běžný trénink chůze | 3 týdny (3× týdně 30 min, celkem) | BBS | 6 | nedošlo k signifikantnímu zlepšení | Vaney et al 2012 [75] |

ABC – Activity Balance Scale; BBS – Berg Balance Scale; RHB – rehabilitace; SOT – Sensory Organisation Test; TUG – Timed Up and Go

ninku chůze z kopce [63]. Velmi aktuálním tématem je také kombinace běžného tréninku chůze (single task) s dalším motorickým nebo kognitivním úkolem (dual task). Ve studiích však zatím nebyl prokázán očekávaný klinicky významnější vliv tréninku dual task [58,60,64,65]. U moderně vybavených pracovišť je další možností doplnění tréninku chůze na běžeckém pásu o prvky virtuální reality [59,61]. Zlepšení rovnováhy ve standardizovaném testu Berg Balance Scale bylo dosaženo také při využití tréninku chůze s přidanou funkční elektrostimulací dorzální flexe hlezna, která byla doplněna instruktáží o správném posturálním nastavení [62].

## Využití robotických systémů

Zejména pro osoby s vyšší mírou neurologického deficitu se v současné době nabízí trénink chůze s pomocí robotických systémů (tab. 6) [66–75]. Tento způsob tréninku je opět možné u některých přístrojů kombinovat s virtuální realitou [66,69]. 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 robotickými systémy [72,74]. Pro osoby, které již mají velmi omezenou schopnost samostatné chůze s oporou (EDSS 6,5–7), může tento typ tréninku pomoci udržení svalové síly a funkce [73,75].

## Vibrační plošiny

Z celkového počtu jedenácti hodnocených studií (tab. 7) [76–86], které se zabývaly sledováním cvičení s vibračními plošinami, nebylo u žádné z nich prokázáno přesvědčivé zlepšení díky využití vibrační plošiny. U některých studií bylo zaznamenáno zlepšení, které však nebylo výraznější

prolékaře.cz | 2311.2026

Tab. 7. Trénink s vibrační plošinou.

| Místo studie | Počet osob s RS celkem | Experimentální skupina | Kontrolní skupina | Délka trvání | Hodnocené parametry rovnováhy | PEDro scale | Výsledky | Citace |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Irán | 46 | 22 osob, 5–10 min cvičení na vibrační plošině | 24 osob, bez intervence | 6 týdnů | funkční test--side bridge, síla trupových svalů | 6 | v experimentální skupině došlo ke zlepšení | Abbasi et al 2019 [76] |
| Belgie | 25 | 11 osob trénink na vibrační plošině (1 h terapie – vč. rozehřátí na rotopedu a protažení, od původních 2 min po 16 min po 20 týdnech), různé varianty stoje | 14 osob bez intervence | 20 týdnů (celkem 22 terapií) | BBS TUG | 5 | nedošlo ke zlepšení | Broeksman et al 2010 [77] |
| Belgie | 55 | 20 osob na vibrační plošině 18 osob s překrytou plošinou | 17 osob kontrolní bez intervence | 3 týdny (během RHB pobytu), celkem 10 terapií | BBS TUG | 6 | nedošlo ke zlepšení rovnováhy | Claerbout et al 2012 [78] |
| Irán | 30 | 16 osob cvičení s vibrační plošinou | 14 osob kontrolní bez intervence | 10 týdnů (3× týdně) | BBS TUG Functional reach | 5 | zlepšení BBS a Functional reach | Ebrahimi et al 2015 [79] |
| USA | 21 žen | 12 osob trénink na vibrační plošině (5× 30 s) | 9 osob kontrolní bez intervence | 5 týdnů (jednou týdně) | BBS TUG SOT | 5 | nedošlo k signifikantnímu zlepšení | Freitas et al 2018 [80] |
| Německo | 60 | 30 osob na vibrační plošině | 30 osob kontrolní –stejné cviky na vypnuté plošině | 3 týdny (3× týdně) – během RHB pobytu | TUG | 5 | zlepšení u obou nebyl signifikantní rozdíl mezi skupinami | Hilgers et al 2013 [81] |
| Německo | 15 | 15 osob trénink na vibrační plošině | 15 osob – kontrolní (6 týdnů před) | 6 týdnů | posturografie | | nedošlo ke zlepšení posturografie | Krause et al 2019 [82] |
| UK | 16 | 8 osob cvičení s vibracemi, pauza pak bez vibrací | 8 osob cvičení bez vibrací, pauza, pak s vibracemi | 4 týdny (3× týdně) | TUG | 4 | nedošlo k signifikantnímu zlepšení | Schyns et al 2009 [83] |
| Irsko | 27 | 14 osob cvičení a vibrační plošina | 13 osob jen cvičení bez plošiny | 12 týdnů (3× týdně) | TUG MiniBEST test | 7 | obě skupiny zlepšeny, není mezi nimi signifikantní rozdíl | Uszynski et al 2016 [84] |
| Rakousko | 18 | 9 osob trénink na vibrační plošině | 9 osob placebo (bez vibrací) | 3 týdny | TUG | 6 | nedošlo k signifikantnímu zlepšení, není rozdíl mezi skupinami | Wolfseger et al 2014 [85] |
| Irán | 24 žen | 12 osob posilovací cvičení s vibrační plošinou | 12 osob kontrolní bez intervence | 8 týdnů (3× týdně) | stoj na 1 DK | 5 | zlepšení stoje na 1 DK | Eftekhari et al 2012 [86] |

BBS – Berg Balance Scale; DK – dolní končetina; RHB – rehabilitace; SOT – Sensory Organisation Test; TUG – Timed Up and Go

než u kontrolních skupin s obdobnou cvičební intervencí bez vibrací [78,81,84,85]. Ačkoli tedy při pravidelném cvičení na vibrační plošině dochází ke zvýšení svalové síly, zpravidla se to neprojeví na zlepšení rovnováhy [76–78].

## Exergaming

Exergaming, neboli využití herních systémů pro cvičení, je v posledních letech v rehabilitaci velmi oblíbené (tab. 8) [87–96], mimo jiné proto, že se předpokládá motivační efekt herních prvků. Většina realizovaných studií využívala pro balanční trénink systém Nintendo Wii® (Nintendo, Kjóto, Japonsko) s tenzometrickou plošinou, na které pacient stojí a změnami polohy svého těžiště ovládá hru. Tento typ tréninku má srovnatelný účinek s běžným balančním tréninkem [87,89,94,96].

prolékaře.cz | 23.11.2026

Tab. 8. Herní systémy pro trénink rovnováhy.

| Místo studie | Počet osob s RS celkem | Experimentální skupina | Kontrolní skupina | Délka trvání | Hodnocené parametry rovnováhy | PEDro scale | Výsledky | Citace |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Itálie | 36 | 18 osob trénink na Nintendo Wii | 18 běžný RHB program rovnováhy | 4 týdny (3× týdně) celkem 12 | BBS posturografie | 7 | BBS více zlepšeno v experimentální skupině | Brichetto et al 2013 [87] |
| Austrálie | 44 | 28 osob domácí trénink na taneční podložce | 22 osob běžná aktivita | 12 týdnů (min. 2× týdně 30 min) | posturografie TUG | 7 | došlo ke zlepšení posturografie | Hoang et al 2016 [88] |
| Jordánsko | 40 | 20 osob trénink s Microsoft Kinect nebo Nintendo Wii | 20 osob kontrolní (jen domácí cvičení podle letáku) | 6 týdnů | BBS TUG FESI | 6 | došlo ke zlepšení BBS u experimentální | Khalil et al 2018 [89] |
| Německo | 61 | 21 osob trénink s herní konzolí na nestabilní plošině, 20 osob jen stoj na nestabilní plošině (posturomed) | 20 osob běžný balanční trénink | 3 týdny (celkem 9× 30 min) | posturografie stoj na 1 DK | 6 | po všech typech intervence došlo ke zlepšení | Kramer et al 2014 [90] |
| Švédsko | 84 | 41 osob Nintendo Wii se supervizí | 39 osob kontrolní | 6–7 týdnů (2× týdně 30 min – celkem 12 terapií) | TUG TUG + dual task ABC scale DGI | 7 | nedošlo k signifikantnímu zlepšení | Nilsagard et al 2013 [91] |
| Itálie | 27 | 13 osob trénink hned, 14 osob později – domácí trénink na Nintendo Wii | 13 osob sami sobě kontrolou | 12 týdnů (5× týdně 30 min) | posturografie | 6 | zlepšení posturografie a funkční MR | Prosperini et al 2014 [92] |
| Itálie | 36 | 18 osob nejdříve trénink na Nintendo Wii | 18 osob odložený trénink | 12 týdnů (5× týdně 30 min) | posturografie | 6 | zlepšení posturografie, rsledovány byl také výskyt zdravotních komplikací (minimální) | Prosperini et al 2013 [93] |
| Velká Británie | 56 | 20 osob trénink s Nintendem wii, 18 osob běžný balanční trénink | 18 osob kontrolní bez intervence | 4 týdny (2× týdně- 40–60 min) | posturografie | 5 | u obou intervencí zlepšení posturografie, není signifikantní rozdíl mezi oběma intervencemi | Robinson et al 2015 [94] |
| Velká Británie | 30 | 15 osob cvičení doma s Nintendo Wii – program Mee vitalise | 15 osob odložený trénink po 6 měsících | 12 měsíců | TUG posturografie výdrž ve stoji | 5 | nedošlo k signifikantnímu zlepšení | Thomas et al 2017 [95] |
| Turecko | 47 | 16 osob trénink na Nintendo Wii fit, 12 osob trénink s Balance trainer | 15 osob kontrolní bez intervence | 8 týdnů (2× týdně) | TUG BBS | 5 | obě skupiny zlepšeny | Yazgan et al 2020 [96] |

ABC – Activity Balance Scale; BBS – Berg Balance Scale; DGI – Dynamic Gait Index; DK – dolní končetina; FESI – Falls Efficacy Scale; RHB – rehabilitace; TUG – Timed Up and Go

Výraznější efekt se zdá být u častějšího tréninku s frekvencí 3× týdně [87,90,92]. Trénink s herními konzolemi (kromě Nintendo Wii® také Kinect® [Microsoft, Redmont, WA, USA] nebo taneční podložka) byl využíván u osob s EDSS ≤ 6, protože u osob s vyšší disabilitou může být problém přizpůsobit rychlost pohybů tempu hry [88,89,91,95].

## Domácí balanční trénink

Pro domácí balanční trénink (tab. 9) [97–102] je možné po vhodné instruktáži využít také herní konzoli Nintendo Wii® nebo terapeutický systém Homebalance® (Praha, ČR), fungující na principu využití tenzometrické plošiny a herní audiovizuální zpětné vazby, také pro domácí trénink rovnováhy [93,99]. Další možností je domácí cvičení podle webové aplikace nebo podle DVD vytvořených pro osoby s RS [97,98], které se však zdají být kvůli absenci zpětné vazby a chybějící supervizi méně účinné. Pro domácí cvičení je využíváno funkční posilování především s váhou vlastního těla (varianty dřepů, výpadů) nebo s využitím therabandů [102]. Pro zlepšení

prolekare.cz | 23.11.2026

Tab. 9. Domácí balanční cvičení.

| Místo studie | Počet osob s RS celkem | Experimentální skupina | Kontrolní skupina | Délka trvání | Hodnocené parametry rovnováhy | PEDro scale | Výsledky | Citace |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| USA | 24 | 12 osob domácí cvičení formou telerehabilitace | 12 osob domácí cvičení | 6 měsíců | BBS | 5 | nedošlo k signifikantnímu rozdílu mezi skupinami | Conroy et al 2018 [97] |
| USA | 48 | 24 osob domácí trénink podle DVD | 24 osob doslalo DVD o zdravém životním stylu | 6 měsíců | stoj na 1 DK | 7 | zlepšení stoje na 1 DK pouze unilaterálně | McAuley et al 2015 [98] |
| ČR | 39 | 23 osob domácí trénink na Homebalance® | 16 osob bez intervence | 4 týdny (denně 15 min) | BBS MiniBEST test FESI | 5 | zlepšení v testech rovnováhy | Novotna et al 2019 [99] |
| USA | 46 | 20 domácí trénink nádechových svalů s Threshold | 19 osob bez intervence | 10 týdnů (10–15 min) | stoj na 1 DK tandemový stoj | 5 | došlo ke zlepšení funkčních testů rovnováhy | Pfalzer et al 2011 [100] |
| USA | 34 | 11 osob domácí cvičení, 9 osob edukace, 8 osob kombinace cvičení a edukace | 9 osob bez intervence | 12 týdnů | dotazník prevence pádů | 5 | zlepšení skóre v dotazníku prevence pádů po domácím cvičení | Sosnoff et al 2015 [101] |
| USA | 27 | 13 osob domácí cvičební program | 14 osob bez intervence | 12 týdnů (3× týdně) | BBS TUG ABC dotazník prevence pádů | 6 | došlo ke zlepšení v dotazníku ABC | Sosnoff et al 2014 [102] |

ABC – Activity Balance Scale; BBS – Berg Balance Scale; DK – dolní končetina; FESI – Falls Efficacy Scale; TUG – Timed Up and Go

rovnováhy je důležité zvýšení síly posturálních svalů, takže také posilování nádechových svalů (bránice) pomocí dechových pomůcek může v testech rovnováhy zlepšit výkon [100].

### Pilates

Cvičení pilates (tab. 10) [103–108], při kterém se cíleně a kontrolovaně posilují svaly hlubokého stabilizačního systému (vč. m. transversus abdominis), může vést ke zlepšení rovnováhy [103,104]. Individuálně vedené i skupinové cvičení pilates má srovnatelné pozitivní dopady na chůzi a rovnováhu jako cvičení s fyzioterapeutem nebo cvičení ve vodním prostředí [106–108]. 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 [105].

### Alternativní terapie pro trénink rovnováhy

Další možností pro trénink rovnováhy (tab. 11) [30,109–114] jsou také některé tzv. body and mind formy cvičení, které propojují pomalejší koordinované pohyby s dechem a vědomým soustředěním na pohyb a které se zdají být vhodnou možností pro trénink rovnováhy. Je popsáno, že dlouhodobé pravidelné praktikování tai-chi má pozitivní vliv na zlepšení kontroly rovnováhy [110,111]. Studie s nižším počtem probandů u osob s menší a střední disabilitou také naznačují efekt cvičení jógy a efekt terapie pomocí Feldenkreisovy metody® [112,113]. Zlepšení ve standardizovaném testu Berg Balance Scale uvádějí také studie sledující efekt 14týdenní hipoterapie [114] nebo 14týdenní neinvazivní stimulace jazyka [109].

### Cvičení ve vodním prostředí

Pro trénink rovnováhy je výhodné také využít pozitivního působení vodního prostředí (tab. 12) [115–118] s působením vztlaku a odporu vody, kdy po 8–12 týdnech cvičení 3× týdně došlo ke zlepšení ve funkčních testech rovnováhy [108,115,117]. Kromě běžného rehabilitačního cvičení je možné v bazénu využít také cvičení s prvky vestibulární rehabilitace (cvičení podle Halliwackova konceptu nebo s prvky plyometrie), u kterých bylo také zaznamenáno zlepšení v testu Limity stability [116].

## Diskuze

U osob s RS je problematika možného ovlivnění poruch rovnováhy opravdu aktuální, protože se jedná o častý symptom, který pacienty subjektivně velmi obtěžuje. Na patogenezi poruch rovnováhy se u RS kromě narušené funkce muskuloskeletálního systému (poruchy koordinace, snížená svalová síla, spasticita) do značné míry podílí také poruchy senzitivity. Až 80 % pacientů trpí poškozením somatosenzitivity (i když úplná ztráta citlivosti je vzácná) [119,120]. Konkrétně byly doloženy snížená taktilní citlivost v oblasti planty [121], snížená taktilní a vibrační citlivost v oblasti paty [122] a prvního metatarzofalangeálního kloubu [123]. Poruchy citlivosti bývají přítomné na obou dolních končetinách, často bez výraznějších stranových rozdílů [122,124]. U osob s RS bývá nejčastěji narušena propriocepce (66 %), poté taktilní (60 %) a vibrační čití (44 %). Všechny tyto poruchy čití jsou nezávislými prediktory poruch rovnováhy [124]. Posturální nestabilita se zhoršuje s omezením zraku a zúžením opěrné báze. Již lehký dotek konečky prstů pevné opory pak pomáhá posturální stabilitě [125], což je právě při cíleném tréninku rovnováhy také možné využít.

prolékaře.cz | 23.11.2026

Tab. 10. Cvičení pilates pro trénink rovnováhy.

| Místo studie | Počet osob s RS celkem | Experimentální skupina | Kontrolní skupina | Délka trvání | Hodnocené parametry rovnováhy | PEDro scale | Výsledky | Citace |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Turecko | 33 | 16 skupinové cvičení pilates (jednou týdně skupinově s fyzioterapeutem) plus domácí program | 17 osob domácí zdravotní cvičení 3× týdně dle brožury | 8 týdnů | TUG<br>TUG + dual task posturografie<br>ABC<br>FESI | 4 | posturografie zlepšena u skupiny pilates, test TUG zlepšen obou skupin | Abasyinik et al 2020 [103] |
| Kanada | 30 | 15 osob skupinové cvičení pilates | 15 osob bez intervence | 12 týdnů (2× týdně) | TUG<br>Fullerton balance scale | 7 | zlepšení v TUG u experimentální skupiny | Duff et al 2018 [104] |
| Velká Británie | 100 | 33 osob pilates (individuálně 12× po 30 min), 35 osob běžné cvičení (individuálně 12× po 30 min) | 32 osob relaxace | 12 týdnů | Functional reach<br>ABC | 8 | nedošlo k signifikantnímu zlepšení rovnováhy | Fox et al 2016 [105] |
| Turecko | 26 | 18 osob pilates | 8 osob kontrolní (domácí cvičení) | 8 týdnů (2× týdně) | BBS<br>TUG<br>ABC | 4 | zlepšení balančních parametrů v experimentální skupině | Guclu-Gunduz et al 2014 [106] |
| Izrael | 45 | 22 osob individuální pilates | 23 osob individuální fyzioterapie | 12 týdnů (jednou týdně) | TUG<br>BBS<br>Functional reach | 7 | nedošlo k signifikantnímu zlepšení rovnováhy | Kalron et al 2017 [107] |
| Irán | 57 | 19 osob pilates, 19 osob cvičení v bazénu | 19 osob bez intervence | 12 týdnů (3× týdně hodina) | TUG | 3 | zlepšení TUG u obou experimentálních skupin | Marandi et al 2013 [108] |

ABC – Activity Balance Scale; BBS – Berg Balance Scale; FESI – Falls Efficacy Scale; TUG – Timed Up and Go

Předkládané studie ilustrují, že se v současné době nabízejí široké možnosti různých typů cvičení s potenciálem zlepšení rovnováhy u osob s RS. Je tedy možné trénink rovnováhy více individualizovat a více přizpůsobit preferencím každého jednotlivého pacienta [126].

Trénink rovnováhy by měl být ideálně založen na individuálním vyšetření rovnováhy, aby se ozřejmilo, která komponenta rovnováhy (statická/dynamická/reaktivní) je vlivem onemocnění nejvíce porušena a zda jsou poruchy rovnováhy způsobeny poruchou motoriky, propriocepce, zraku nebo kognitivních funkcí. Na základě tohoto komplexního vyšetření je pak možné rehabilitační intervence cíleněji zaměřit [4]. Informace získané ze vstupního vyšetření rovnováhy se pak využijí pro individuální nastavení konkrétních balančních úkolů a jejich obtížnosti. Informace ze vstupního vyšetření je možné využít pro nastavení typu a obtížnosti intervence nejen při individuálním, ale do jisté míry i při skupinovém tréninku. Pro některé pacienty může být vzájemná motivace účastníků při skupinovém tréninku výhodou.

Limitem této rešerše je fakt, že vzhledem k velké heterogenitě studií je jakákoli generalizace obtížná. Studie se velmi lišily svým designem, hodnocenými parametry 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. Dá se však říct, že drtivá většina vyhledaných studií sledovala možnosti cvičení pro zlepšení rovnováhy u osob s mírnou až střední neurologickou disabilitou. Studie se také lišily celkovou délkou trvání (od 2 týdnů do 6 měsíců) a frekvencí cvičení, a tedy i celkovým počtem odcvičených hodin. Přesná délka cvičení a počet cvičebních hodin, který je nutný, aby bylo možné u osob s RS klinicky dosáhnout významného zlepšení, nejsou známy. Ze studií sledujících efekt intervencí zaměřených na trénink rovnováhy u seniorů však víme, že je potřeba nejméně 50 terapeutických jednotek [127].

Pouze menší počet studií zahrnoval osoby s EDSS ≥ 6, které při chůzi potřebují oporu (n = 21). Přitom právě pro tyto osoby je trénink s cílem zlepšení nebo alespoň udržení balančních schopnosti nadmíru potřebný, protože právě v této skupině pacientů je velký výskyt pádů [128]. Většina realizovaných studií s osobami s EDSS ≥ 6 však zahrnovala široké spektrum pacientů, od osob s minimálním neurologickým nálezem až po zmiňované osoby, které musí chodit s oporou, takže není zcela zřejmé, zda jsou tyto intervence pro osoby s vyšším neurologickým deficitem efektivní. Pouze malé množství studií se zaměřilo na osoby se středním a vyšším deficitem s EDSS 4–7. U těchto pacientů se zdá být efektivní sedmitýdenní skupinový balanční trénink využívající posilování svalů hlubokého stabilizačního systému spolu se senzitivní stimulací tréninkem dual task [32]. Dále jsou pro tyto pacienty efektivní intenzivní 4týdenní rehabilitační pobyt doplněný posilovacím tréninkem [47], vestibulární rehabilitací prováděnou 5× týdně po dobu

prolékaře.cz | 2311.2026

Tab. 11. Alternativní terapie pro trénink rovnováhy.

| Místo studie | Počet osob s RS celkem | Experimentální skupina | Kontrolní skupina | Délka trvání | Hodnocené parametry rovnováhy | PEDro scale | Výsledky | Citace |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kanada | 14 | 7 osob neinvazivní stimulace jazyka plus fyzická a kognitivní RHB | 7 osob stejný trénink a falešná stimulace | 14 týdnů (první 2 týdny 2× denně), pak 12 týdnů doma | SOT | 5 | zlepšení SOT v experimentální skupině | Leonard et al 2017 [109] |
| Německo | 32 | 15 osob skupinové cvičení tai-chi | 15 osob bez intervence | 6 měsíců (2× týdně 90 min) | vlastní rovnováhy a koordinace | 5 | zlepšení rovnováhy v experimentální skupině | Burschka et al 2014 [110] |
| Brazílie | 20 | 10 osob experimentální tai-geiko (východní směr cvičení – bio-energetické) | 10 osob kontrolní bez intervence | 8 týdnů (2× týdně) | TUG posturografie | 6 | zlepšení posturografie v experimentální skupině | Ultramari et al 2020 [111] |
| Itálie | 30 | 15 osob vestibulární rehabilitace | 15 osob běžná RHB | 4 týdny (5 dní v týdnu 40 min) | BBS Tineti gait balance | 5 | zlepšení rovnováhy v experimentální skupině | Tramontano et al 2018 [30] |
| Brazílie | 12 | 6 osob cvičení jógy | 6 osob bez intervence | 6 měsíců (hodina týdně) | BBS | 7 | zlepšení rovnováhy v experimentální skupině | de Oliviera et al 2016 [112] |
| USA | 12 | 6 osob cvičení dle Feldenkreisovy metody – Awareness through movement | 6 osob kontrolní, pouze edukační program | 10 týdnů, 8 h (2–4 h každá lekce) | posturografie ABC | 4 | zlepšení rovnováhy v experimentální skupině | Stephens et al 2001 [113] |
| USA | 15 | 9 osob hipoterapie | 6 osob kontrolní bez intervence | 14 týdnů (jednou týdně) | BBS | 4 | zlepšení rovnováhy v experimentální skupině | Silkwood-Sherer et al 2007 [114] |

ABC – Activity Balance Scale; BBS – Berg Balance Scale; RHB – rehabilitace; SOT – Sensory Organisation Test; TUG – Timed Up and Go

Tab. 12. Cvičení ve vodním prostředí pro trénink rovnováhy.

| Místo studie | Počet osob s RS celkem | Experimentální skupina | Kontrolní skupina | Délka trvání | Hodnocené parametry rovnováhy | PEDro scale | Výsledky | Citace |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Brazílie | 26 | 13 osob cvičení ve vodě (3× týdně hodinu) | 13 osob bez intervence | 12 týdnů (3× týdně) | TUG BBS | 5 | zlepšení v experimentální skupině | Aidar et al 2018 [115] |
| Turecko | 30 | 13 osob Halliwack exercise ve vodě | 15 osob cvičení plyometrie ve vodě | 8 týdnů (2× týdně) | posturografie | 6 | zlepšení v obou skupinách | Gurpinar et al 2020 [116] |
| Irán | 32 žen | 17 osob cvičení ve vodě | 15 osob kontrolní bez intervence | 8 týdnů (3× týdně) | BBS | 7 | zlepšení v experimentální skupině | Kargafard et al 2018 [117] |
| Irán | 57 žen | 19 osob pilates, 19 osob cvičení v bazénu | 19 osob kontrolní bez intervence | 12 týdnů (3× týdně hodina) | TUG | 3 | zlepšení u obou intervencí | Marandi et al 2013 [118] |

BBS – Berg Balance Scale; TUG – Timed Up and Go

minimálně 4 týdnů [30] a trénink chůze s využitím robotických systémů [73,75]. Naopak pouze edukační program o problematice pádů s edukací domácího cvičení nevedl ke změně sledovaných parametrů [34]. Také posilování svalů dolních končetin doplněné elektrogymnastikou nebylo u osob chodících s oporou (EDSS ≥ 6) dostatečně efektivní [129].

prolékaře.cz | 23.11.2026

Pouze dvě randomizované kontrolované studie zahrnovaly klasické metody fyzioterapie na neurofyziologickém podkladě, které jsou v českém prostředí při individuální fyzioterapii zpravidla nejčastěji využívány (oproti skupinovým balančním tréninkům, které naopak v českém prostředí nejsou běžné). Mezi často využívané metody na neurofyziologickém podkladě patří např. Vojtova reflexní lokomoce, senzomotorické cvičení, cvičení podle Bobath konceptu a další. Jejich malé zastoupení v naší rešerši může být způsobeno volbou klíčových slov nebo také malým počtem klinických studií zaměřujících se na využití těchto metod. Je možné, že by při jiném výběru klíčových slov bylo vyhledáno více studií. Pro velkou heterogenitu použitých vyšetřovacích metod nebyly tyto zařazeny do klíčových slov, což však mohlo výsledky vyhledávání ovlivnit.

I přes výše uvedené limity věříme, že náš článek pomůže rozšířit povědomí o možných intervencích, které jsou v zahraničí úspěšně používány pro zlepšení rovnováhy.

## 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 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.

### Konflikt zájmů

Autoři deklarují, že v souvislosti s předmětem práce nemají žádný konflikt zájmů.

### Literatura


**1.** Kubala Havrdová E, Zápotocká K, Bratrychová V. Roztroušená skleróza. Praha: Mladá fronta 2013.

**2.** Cameron MH, Lord S. Postural control in multiple sclerosis: implications for fall prevention. Curr Neurol Neurosci Rep 2010; 10(5): 407–412. doi: 10.1007/s11910-010-0128-0.

**3.** Martin CL, Phillips BA, Kilpatrick TJ et al. Gait and balance impairment in early multiple sclerosis in the absence of clinical disability. Mult Scler 2006; 12(5): 620–628. doi: 10.1177/1352458506070658.

**4.** Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. Lippincott Williams & Wilkins 2007.

**5.** Mansfield A, Wong JS, McIlroy W et al. Do measures of reactive balance control predict falls in people with stroke returning to the community? Physiotherapy 2015; 101(4): 373–380. doi: 10.1016/j.physio.2015.01.009.

**6.** Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI et al. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. Can J Public Health 1992; 83 (Suppl 2): S7–S11.

**7.** Godi M, Franchignoni F, Caligari M et al. Comparison of reliability, validity, and responsiveness of the mini-BESTest and Berg Balance Scale in patients with balance disorders. Phys Ther 2013; 93(2): 158–167. doi: 10.2522/ptj.20120171.

**8.** Nilsagard Y, Lundholm C, Gunnarsson LG et al. Clinical relevance using timed walk tests and „timed up and go" testing in persons with multiple sclerosis. Physiother Res Int 2007; 12(2): 105–114. doi: 10.1002/pri.358.

**9.** Kalron A, Dolev M, Givon U. Further construct validity of the Timed Up-and-Go Test as a measure of ambulation in multiple sclerosis patients. Eur J Phys Rehabil Med 2017; 53(6): 841–847. doi: 10.23736/S1973-9087.17.04599-3.

**10.** Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. Eur J Phys Rehabil Med 2010; 46(2): 239–248.

**11.** Nilsagard Y, Carling A, Forsberg A. Activities-specific balance confidence in people with multiple sclerosis. Mult Scler Int 2012; 2012: 613925. doi: 10.1155/2012/613925.

**12.** van Vliet R, Hoang P, Lord S et al. Falls efficacy scale-international: a cross-sectional validation in people with multiple sclerosis. Arch Phys Med Rehabil 2013; 94(5): 883–889. doi: 10.1016/j.apmr.2012.10.034.

**13.** Gunn H, Creanor S, Haas B et al. Frequency, characteristics, and consequences of falls in multiple sclerosis: findings from a cohort study. Arch Phys Med Rehabil 2014; 95(3): 538–545. doi: 10.1016/j.apmr.2013.08.244.

**14.** Cameron MH, Thielman E, Mazumder R et al. Predicting falls in people with multiple sclerosis: fall history is as accurate as more complex measures. Mult Scler Int 2013; 2013: 496325. doi: 10.1155/2013/496325.

**15.** Maher CG, Sherrington C, Herbert RD et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. Phys Ther 2003; 83(8): 713–721.

**16.** Afrasiabifar A, Karami F, Najafi Doulatabad S. Comparing the effect of Cawthorne–Cooksey and Frenkel exercises on balance in patients with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2018; 32(1): 57–65. doi: 10.1177/0269215517714592.

**17.** Brichetto G, Piccardo E, Pedullà L et al. Tailored balance exercises on people with multiple sclerosis: a pilot randomized, controlled study. Multiple Scler 2015; 21(8): 1055–1063. doi: 10.1177/1352458514557985.

**18.** Cattaneo D, Jonsdottir J, Regola A et al. Stabilometric assessment of context dependent balance recovery in persons with multiple sclerosis: a randomized controlled study. J Neuroeng Rehabil 2014; 11(1): 1–7. doi: 10.1186/1743-0003-11-100.

**19.** Cattaneo D, Jonsdottir J, Zocchi M et al. Effects of balance exercises on people with multiple sclerosis: a pilot study. Clin Rehabil 2007; 21(9): 771–781. doi: 10.1177/0269215507077602.

**20.** Cattaneo D, Rasova K, Gervasoni E et al. Falls prevention and balance rehabilitation in multiple sclerosis: a bi-centre randomised controlled trial. Disabil Rehabil 2018; 40(5): 522–526. doi: 10.1080/09638288.2016.1258089.

**21.** Davies BL, Arpin DJ, Liu M et al. Two different types of high-frequency physical therapy promote improvements in the balance and mobility of persons with multiple sclerosis. Arch Phys Med Rehabil 2016; 97(12): 2095–2101.e3. doi: 10.1016/j.apmr.2016.05.024.

**22.** Fjeldstad-Pardo C, Thiessen A, Pardo G. Telerehabilitation in multiple sclerosis: results of a randomized feasibility and efficacy pilot study. Int J Telerehabil 2018; 10(2): 55–64. doi: 10.5195/ijt.2018.6256.

**23.** Gandolfi M, Munari D, Geroin C et al. Sensory integration balance training in patients with multiple sclerosis: a randomized, controlled trial. Mult Scler 2015; 21(11): 1453–1462. doi: 10.1177/1352458514562438.

**24.** Gervasoni E, Cattaneo D, Montesano A et al. Effects of fatigue on balance and mobility in subjects with multiple sclerosis: a brief report. ISRN Neurol 2012; 2012: 316097. doi: 10.5402/2012/316097.

**25.** Keser I, Kirdi N, Meric A et al. Comparing routine neurorehabilitation program with trunk exercises based on Bobath concept in multiple sclerosis: pilot study. J Rehabil Res Dev 2013; 50(1): 133–140. doi: 10.1682/jrrd.2011.12.0231.

**26.** Negahban H, Rezaie S, Goharpey S. Massage therapy and exercise therapy in patients with multiple sclerosis: a randomized controlled pilot study. Clin Rehabil 2013; 27(12): 1126–1136. doi: 10.1177/0269215513491586.

**27.** Pavlikova M, Cattaneo D, Jonsdottir J et al. The impact of balance specific physiotherapy, intensity of therapy and disability on static and dynamic balance in people with multiple sclerosis: a multi-center prospective study. Multiple Scler Relat Disord 2020; 40: 101974. doi: 10.1016/j.msard.2020.101974.

**28.** Prosperini L, Leonardi L, De Carli P et al. Visuo-proprioceptive training reduces risk of falls in patients with multiple sclerosis. Multiple Scler 2010; 16(4): 491–499. doi: 10.1177/1352458509359923.

**29.** Salcı Y, Fil A, Armutlu K et al. Effects of different exercise modalities on ataxia in multiple sclerosis patients: a randomized controlled study. Disabil Rehabil 2017; 39(26): 2626–2632. doi: 10.1080/09638288.2016.1236411.

**30.** Tramontano M, Martino Cinnera A, Manzari L 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. Restor Neurol Neurosci 2018; 36(6): 709–718. doi: 10.3233/RNN-180850.

**31.** Arntzen EC, Straume B, Odeh F et al. 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. Physiother Res Int 2020; 25(1): e1798. doi: 10.1002/pri.1798.

**32.** Carling A, Forsberg A, Gunnarsson M et al. CoDuSe group exercise programme improves balance and reduces falls in people with multiple sclerosis: a multi-centre, randomized, controlled pilot study. Multiple Scler 2017; 23(10): 1394–1404. doi: 10.1177/1352458516677591.

**33.** Cattaneo D, Gervasoni E, Pupillo E et al. Educational and exercise intervention to prevent falls and improve participation in subjects with neurological conditions: the NEUROFALL randomized controlled trial. Front Neurol 2019; 10: 865. doi: 10.3389/fneur.2019.00865.

**34.** Gunn H, Andrade J, Paul L et al. A self-management programme to reduce falls and improve safe mobility in people with secondary progressive MS: the BRiMS feasibility RCT. Health Technol Assess 2019; 23(27): 1–166. doi: 10.3310/hta23270.

**35.** Hebert JR, Corboy JR, Vollmer T et al. Efficacy of balance and eye-movement exercises for persons with multiple sclerosis (BEEMS). Neurology 2018; 90(9): e797–e807. doi: 10.1212/WNL.0000000000005013.

**36.** Ozkul C, Guclu-Gunduz A, Eldemir K 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; 46(3): 343–353. doi: 10.3233/NRE-203029.

**37.** Straudi S, Martinuzzi C, Pavarelli C et al. A task-oriented circuit training in multiple sclerosis: a feasibility study. BMC Neurol 2014; 14(1): 124. doi: 10.1186/1471-2377-14-124.

**38.** Tarakci E, Yeldan I, Huseyinsinoglu BE et al. Group exercise training for balance, functional status, spasticity, fatigue and quality of life in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2013; 27(9): 813–822. doi: 10.1177/0269215513481047.

prolékaře.cz | 2311.2026

**39.** Aidar FJ, Carneiro AL, Costa Moreira O et al. Effects of resistance training on the physical condition of people with multiple sclerosis. J Sports Med Phys Fitness 2018; 58(7–8): 1127–1134. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07621-6.
**40.** Amiri B, Sahebozamani M, Sedighi B. The effects of 10-week core stability training on balance in women with multiple sclerosis according to Expanded Disability Status Scale: a single-blinded randomized controlled trial. Eur J Phys Rehabil Med 2019; 55(2): 199–208. doi: 10.23736/S1973-9087.18.04778-0.
**41.** Cakit BD, Nacir B, Genç H et al. Cycling progressive resistance training for people with multiple sclerosis: a randomized controlled study. Am J Phys Med Rehabil 2010; 89(6): 446–457. doi: 10.1097/PHM.0b013e3181d3e71f.
**42.** Callesen J, Cattaneo D, Brincks J et al. How do resistance training and balance and motor control training affect gait performance and fatigue impact in people with multiple sclerosis? A randomized controlled multi-center study. Mult Scler 2020; 26(11): 1420–1432. doi: 10.1177/1352458519865740.
**43.** Coote S, Hughes L, Rainsford G et al. Pilot randomized trial of progressive resistance exercise augmented by neuromuscular electrical stimulation for people with multiple sclerosis who use walking aids. Arch Phys Med Rehabil 2015; 96(2): 197–204. doi: 10.1016/j.apmr.2014.09.021.
**44.** DeBolt LS, McCubbin JA. The effects of home-based resistance exercise on balance, power, and mobility in adults with multiple sclerosis. Arch Phys Med Rehabil 2004; 85(2): 290–297. doi: 10.1016/j.apmr.2003.06.003.
**45.** Eftekhari E, Mostahfezian M, Etemadifar M et al. Resistance training and vibration improve muscle strength and functional capacity in female patients with multiple sclerosis. Asian J Sports Med 2012; 3(4): 279–284. doi: 10.5812/asjsm.34552.
**46.** Hayes HA, Gappmaier E, LaStayo PC. Effects of high-intensity resistance training on strength, mobility, balance, and fatigue in individuals with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. J Neurol Phys Ther 2011; 35(1): 2–10. doi: 10.1097/NPT.0b013e31820b5a9d.
**47.** Tavazzi E, Bergsland N, Cattaneo D et al. Effects of motor rehabilitation on mobility and brain plasticity in multiple sclerosis: a structural and functional MRI study. J Neurol 2018; 265(6): 1393–1401. doi: 10.1007/s00415-018-8859-y.
**48.** Moradi M, Sahraian MA, Aghsaie A et al. Effects of eight-week resistance training program in men with multiple sclerosis. Asian J Sports Med 2015; 6(2): e22838. doi: 10.5812/asjsm.6(2)2015.22838.
**49.** Huisinga JM, Filipi ML, Stergiou N. Supervised resistance training results in changes in postural control in patients with multiple sclerosis. Motor Control 2012; 16(1): 50–63. doi: 10.1123/mcj.16.1.50.
**50.** Learmonth Y, Paul L, Miller L et al. The effects of a 12-week leisure centre-based, group exercise intervention for people moderately affected with multiple sclerosis: a randomized controlled pilot study. Clin Rehabil 2012; 26(7): 579–593. doi: 10.1177/0269215511423946.
**51.** Romberg A, Virtanen A, Ruutiainen J et al. Effects of a 6-month exercise program on patients with multiple sclerosis: a randomized study. Neurology 2004; 63(11): 2034–2038. doi: 10.1212/01.wnl.0000145761.38400.65.
**52.** Sabapathy NM, Minahan CL, Turner GT et al. Comparing endurance- and resistance-exercise training in people with multiple sclerosis: a randomized pilot study. Clin Rehabil 2011; 25(1): 14–24. doi: 10.1177/0269215510375908.
**53.** Sangelaji B, Nabavi SM, Estebsari F et al. Effect of combination exercise therapy on walking distance, postural balance, fatigue and quality of life in multiple sclerosis patients: a clinical trial study. Iran Red Crescent Med J 2014; 16(6): e17173. doi: 10.5812/ircmj.17173.
**54.** Sangelaji B, Kordi M, Banihashemi F et al. A combined exercise model for improving muscle strength, balance, walking distance, and motor agility in multiple sclerosis patients: a randomized clinical trial. Iran J Neurol 2016; 15(3): 111–120.
**55.** Grazioli E, Tranchita E, Borriello G et al. The effects of concurrent resistance and aerobic exercise training on functional status in patients with multiple sclerosis. Curr Sports Med Rep 2019; 18(12): 452–457. doi: 10.1249/JSR.0000000000000661.
**56.** Ahmadi A, Arastoo AA, Nikbakht M. The effects of a treadmill training programme on balance, speed and endurance walking, fatigue and quality of life in people with multiple sclerosis. Int SportMed J 2010; 11(4): 389–397.
**57.** Brændvik SM, Koret T, Helbostad JL et al. Treadmill training or progressive strength training to improve walking in people with multiple sclerosis? A randomized parallel group trial. Physiother Res Int 2016; 21(4): 228–236. doi: 10.1002/pri.1636.
**58.** Jonsdottir J, Gervasoni E, Bowman T et al. Intensive multimodal training to improve gait resistance, mobility, balance and cognitive function in persons with multiple sclerosis: a pilot randomized controlled trial. Front Neurol 2018; 9: 800. doi: 10.3389/fneur.2018.00800.
**59.** Kalron A, Fonkatz I, Frid L et al. The effect of balance training on postural control in people with multiple sclerosis using the CAREN virtual reality system: a pilot randomized controlled trial. J Neuroeng Rehabil 2016; 13(1): 13. doi: 10.1186/s12984-016-0124-y.
**60.** Monjezi S, Negahban H, Tajali S et al. Effects of dual-task balance training on postural performance in patients with multiple sclerosis: a double-blind, randomized controlled pilot trial. Clin Rehabil 2017; 31(2): 234–241. doi: 10.1177/0269215516639735.
**61.** Peruzzi A, Zarbo IR, Cereatti A et al. An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis. Disabil Rehabil 2017; 39(15): 1557–1563. doi: 10.1080/09638288.2016.1224935.
**62.** Prokopiusova T, Pavlikova M, Markova M et al. Randomized comparison of functional electric stimulation in posturally corrected position and motor program activating therapy: treating foot drop in people with multiple sclerosis. Eur J Phys Rehabil Med 2020; 56(4): 394–402. doi: 10.23736/S1973-9087.20.06104-3.
**63.** Samaei A, Bakhtiary AH, Hajihasani A et al. Uphill and downhill walking in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. Int J MS Care 2016; 18(1): 34–41. doi: 10.7224/1537-2073.2014-072.
**64.** Sosnoff JJ, Wajda DA, Sandroff BM et al. Dual task training in persons with multiple sclerosis: a feasability randomized controlled trial. Clin Rehabil 2017; 31(10): 1322–1331. doi: 10.1177/0269215517698028.
**65.** Veldkamp R, Baert I, Kalron A et al. Structured cognitive-motor dual task training compared to single mobility training in persons with multiple sclerosis, a multicenter RCT. J Clin Med 2019; 8(12): 2177. doi: 10.3390/jcm8122177.
**66.** Calabrò RS, Russo M, Naro A et al. Robotic gait training in multiple sclerosis rehabilitation: can virtual reality make the difference? Findings from a randomized controlled trial. J Neurol Sci 2017; 377: 25–30. doi: 10.1016/j.jns.2017.03.047.
**67.** Gandolfi M, Geroin C, Picelli A et al. Robot-assisted vs. sensory integration training in treating gait and balance dysfunctions in patients with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. Front Hum Neurosci 2014; 8: 318. doi: 10.3389/fnhum.2014.00318.
**68.** McGibbon CA, Sexton A, Jayaraman A et al. Evaluation of the Keeogo exoskeleton for assisting ambulatory activities in people with multiple sclerosis: an open-label, randomized, cross-over trial. J Neuroeng Rehabil 2018; 15(1): 117. doi: 10.1186/s12984-018-0468-6.
**69.** Munari D, Fonte C, Varalta V 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. Restor Neurol Neurosci 2020; 38(2): 151–164. doi: 10.3233/RNN-190974.
**70.** Ruiz J, Labas MP, Triche EW et al. Combination of robot-assisted and conventional body-weight-supported treadmill training improves gait in persons with multiple sclerosis: a pilot study. J Neurol Phys Ther 2013; 37(4): 187–193. doi: 10.1097/NPT.0000000000000018.
**71.** Russo M, Dattola V, De Cola MC et al. The role of robotic gait training coupled with virtual reality in boosting the rehabilitative outcomes in patients with multiple sclerosis. Int J Rehabil Res 2018; 41(2): 166–172. doi: 10.1097/MRR.0000000000000270.
**72.** Schwartz I, Sajin A, Moreh E et al. Robot-assisted gait training in multiple sclerosis patients: a randomized trial. Mult Scler 2012; 18(6): 881–890. doi: 10.1177/1352458511431075.
**73.** Straudi S, Fanciullacci C, Martinuzzi C et al. The effects of robot-assisted gait training in progressive multiple sclerosis: a randomized controlled trial. Mult Scler 2016; 22(3): 373–384. doi: 10.1177/1352458515620933.
**74.** Straudi S, Manfredini F, Lamberti N et al. Robot-assisted gait training is not superior to intensive overground walking in multiple sclerosis with severe disability (the RAGTIME study): a randomized controlled trial. Mult Scler 2020; 26(6): 716–724. doi: 10.1177/1352458519833901.
**75.** Vaney C, Gattlen B, Lugon-Moulin V et al. Robotic-assisted step training (lokomat) not superior to equal intensity of over-ground rehabilitation in patients with multiple sclerosis. Neurorehabil Neural Rep 2012; 26(3): 212–221. doi: 10.1177/1545968311425923.
**76.** Abbasi M, Yoosefinejad AK, Poursadeghfard M et al. Whole body vibration improves core muscle strength and endurance in ambulant individuals with multiple sclerosis: a randomized clinical trial. Mult Scler Relat Disord 2019; 32: 88–93. doi: 10.1016/j.msard.2019.04.028.
**77.** Broekmans T, Roelants M, Alders G et al. Exploring the effects of a 20-week whole-body vibration training programme on leg muscle performance and function in persons with multiple sclerosis. J Rehabil Med 2010; 42(9): 866–872. doi: 10.2340/16501977-0609.
**78.** Claerbout M, Gebara B, Ilsbroukx S et al. Effects of 3 weeks' whole body vibration training on muscle strength and functional mobility in hospitalized persons with multiple sclerosis. Mult Scler 2012; 18(4): 498–505. doi: 10.1177/1352458511423267.
**79.** Ebrahimi A, Eftekhari E, Etemadifar M. Effects of whole body vibration on hormonal & functional indices in patients with multiple sclerosis. IndianJMedRes2015;142(4):450–458.doi:10.4103/0971-5916.169210.
**80.** Freitas ED, Frederiksen C, Miller RM et al. Acute and chronic effects of whole-body vibration on balance, postural stability, and mobility in women with multiple sclerosis. Dose Response 2018; 16(4): 1559325818816577. doi: 10.1177/1559325818816577.
**81.** Hilgers C, Mündermann A, Riehle H et al. Effects of whole-body vibration training on physical function in patients with multiple sclerosis. NeuroRehabilitation 2013; 32(3): 655–663. doi: 10.3233/NRE-130888.
**82.** Krause A, Lee K, Freyler K et al. Whole-body vibration impedes the deterioration of postural control in patients with multiple sclerosis. Mult Scler Relat Disord 2019; 31: 134–140. doi: 10.1016/j.msard.2019.03.026.
**83.** Schyns F, Paul L, Finlay K et al. Vibration therapy in multiple sclerosis: a pilot study exploring its effects on tone, muscle force, sensation and functional performance. Clin Rehabil 2009; 23(9): 771–781. doi: 10.1177/0269215508101758.
**84.** Uszynski MK, Purtill H, Donnelly A et al. Comparing the effects of whole-body vibration to standard exercise in ambulatory people with multiple sclerosis: a randomised controlled feasibility study. Clin Rehabil 2016; 30(7): 657–668. doi: 10.1177/0269215515595522.

prolékaře.cz | 23.11.2026

**85.** 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. J Neurol Sci 2014; 347(1–2): 119–123. doi: 10.1016/j.jns.2014.09.030.
**86.** Eftekhari E, Mostahfezian M, Etemadifar M et al. Resistance training and vibration improve muscle strength and functional capacity in female patients with multiple sclerosis. Asian J Sports Med 2012; 3(4): 279–284. doi: 10.5812/asjsm.34552.
**87.** Brichetto G, Spallarossa P, de Carvalho MLL et al. The effect of Nintendo® Wii® on balance in people with multiple sclerosis: a pilot randomized control study. Mult Scler 2013; 19(9): 1219–1221. doi: 10.1177/1352458512472747.
**88.** Hoang P, Schoene D, Gandevia S et al. Effects of a home-based step training programme on balance, stepping, cognition and functional performance in people with multiple sclerosis – a randomized controlled trial. Mult Scler 2016; 22(1): 94–103. doi: 10.1177/1352458515579442.
**89.** Khalil H, Al-Sharman A, El-Salem K et al. The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis (MS): a feasibility study. NeuroRehabilitation 2018; 43(4): 473–482. doi: 10.3233/NRE-182471.
**90.** 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. Arch Phys Med Rehabil 2014; 95(10): 1803–1809. doi: 10.1016/j.apmr.2014.04.020.
**91.** Nilsagård YE, Forsberg AS, von Koch L. Balance exercise for persons with multiple sclerosis using Wii games: a randomised, controlled multi-centre study. Mult Scler 2013; 19(2): 209–216. doi: 10.1177/1352458512450088.
**92.** Prosperini L, Fanelli F, Petsas N et al. Multiple sclerosis: changes in microarchitecture of white matter tracts after training with a video game balance board. Radiology 2014; 273(2): 529–538. doi: 10.1148/radiol.14140168.
**93.** Prosperini L, Fortuna D, Giannì C et al. Home-based balance training using the Wii balance board: a randomized, crossover pilot study in multiple sclerosis. Neurorehabil Neural Repair 2013; 27(6): 516–525. doi: 10.1177/1545968313478484.
**94.** Robinson J, Dixon J, Macsween A et al. The effects of exergaming on balance, gait, technology acceptance and flow experience in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. BMC Sports Sci Med Rehabil 2015; 7(1): 8. doi: 10.1186/s13102-015-0001-1.
**95.** Thomas S, Fazakarley L, Thomas PW 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): e016966. doi: 10.1136/bmjopen-2017-016966.
**96.** Yazgan YZ, Tarakci E, Tarakci D et al. 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. Mult Scler Relat Disord 2020; 39: 101902. doi: 10.1016/j.msard.2019.101902.
**97.** Conroy SS, Zhan M, Culpepper WJ et al. Self-directed exercise in multiple sclerosis: evaluation of a home automated tele-management system. J Telemed Telecare 2018; 24(6): 410–419. doi: 10.1177/1357633X17702757.
**98.** McAuley E, Wójcicki TR, Learmonth YC et al. Effects of a DVD-delivered exercise intervention on physical function in older adults with multiple sclerosis: a pilot randomized controlled trial. Mult Scler J Exp Transl Clin 2015; 1: 2055217315584838. doi: 10.1177/2055217315584838.
**99.** Novotna K, Janatova M, Hana K et al. Biofeedback based home balance training can improve balance but not gait in people with multiple sclerosis. Mult Scler Int 2019; 2019: 2854130. doi: 10.1155/2019/2854130.
**100.** 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. Int J MS Care 2011; 13(1): 32–42. doi: 10.7224/1537-2073-13.1.32.
**101.** Sosnoff JJ, Moon Y, Wajda DA et al. Fall risk and incidence reduction in high risk individuals with multiple sclerosis: a pilot randomized control trial. Clin Rehabil 2015; 29(10): 952–960. doi: 10.1177/0269215514564899.
**102.** Sosnoff JJ, Finlayson M, McAuley E et al. Home-based exercise program and fall-risk reduction in older adults with multiple sclerosis: phase 1 randomized controlled trial. Clin Rehabil 2014; 28(3): 254–263. doi: 10.1177/0269215513501092.
**103.** Abasıyanık Z, Ertekin Ö, Kahraman T et al. 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. doi: 10.1016/j.explore.2019.07.010.
**104.** Duff WRD, Andrushko JW, Renshaw DW et al. Impact of pilates exercise in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. Int J MS Care 2018; 20(2): 92–100. doi: 10.7224/1537-2073.2017-066.
**105.** Fox EE, Hough AD, Creanor S et al. Effects of pilates-based core stability training in ambulant people with multiple sclerosis: multicenter, assessor-blinded, randomized controlled trial. Phys Ther 2016; 96(8): 1170–1178. doi: 10.2522/ptj.20150166.
**106.** Guclu-Gunduz A, Citaker S, Irkec C et al. The effects of pilates on balance, mobility and strength in patients with multiple sclerosis. NeuroRehabilitation 2014; 34(2): 337–342. doi: 10.3233/NRE-130957.
**107.** Kalron A, Rosenblum U, Frid L et al. Pilates exercise training vs. physical therapy for improving walking and balance in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2017; 31(3): 319–328. doi: 10.1177/0269215516637202.
**108.** Marandi SM, Nejad VS, Shanazari Z et al. A comparison of 12 weeks of pilates and aquatic training on the dynamic balance of women with mulitple sclerosis. Int J Prev Med 2013; 4(Suppl 1): S110–117.
**109.** Leonard G, Lapierre Y, Chen J-K et al. Noninvasive tongue stimulation combined with intensive cognitive and physical rehabilitation induces neuroplastic changes in patients with multiple sclerosis: a multimodal neuroimaging study. Mult Scler J Exp Transl Clin 2017; 3(1): 2055217317690561. doi: 10.1177/2055217317690561.
**110.** Burschka JM, Keune PM, Hofstadt-van Oy U et al. Mindfulness-based interventions in multiple sclerosis: beneficial effects of Tai Chi on balance, coordination, fatigue and depression. BMC Neurol 2014; 14(1): 165. doi: 10.1186/s12883-014-0165-4.
**111.** Ultramari VRLM, Calvo APC, Rodrigues RAS et al. Physical and functional aspects of persons with multiple sclerosis practicing Tai-Geiko: randomized trial. Clinics 2020; 75: e1272. doi: 10.6061/clinics/2020/e1272.
**112.** de Oliveira G, Fernandes MdCCG, de Faria Oliveira JD et al. 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): 325–332. doi: 10.1016/j.explore.2016.06.005.
**113.** Stephens J, DuShuttle D, Hatcher C et al. Use of awareness through movement improves balance and balance confidence in people with multiple sclerosis: a randomized controlled study. Neurol Rep 2001; 25(2): 39–49.
**114.** Silkwood-Sherer D, Warmbier H. Effects of hippotherapy on postural stability, in persons with multiple sclerosis: a pilot study. J Neurol Phys Ther 2007; 31(2): 77–84. doi: 10.1097/NPT.0b013e31806769f7.
**115.** Aidar FJ, Gama de Matos D, de Souza RF et al. Influence of aquatic exercises in physical condition in patients with multiple sclerosis. J Sports Med Phys Fitness 2018; 58(5): 684–689. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07151-1.
**116.** 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. J Musculoskelet Neuronal Interact 2020; 20(2): 249–255.
**117.** Kargarfard M, Shariat A, Ingle L et al. 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. Arch Phys Med Rehabil 2018; 99(2): 234–241. doi: 10.1016/j.apmr.2017.06.015.
**118.** Marandi SM, Nejad VS, Shanazari Z et al. A comparison of 12 weeks of pilates and aquatic training on the dynamic balance of women with mulitple sclerosis. Int J Prev Med 2013; 4 (Suppl 1): S110–S117.
**119.** Sanders EA, Arts RJ. Paraesthesiae in multiple sclerosis. J Neurol Sci 1986; 74(2–3): 297–305. doi: 10.1016/0022-510x(86)90115-2.
**120.** Merchut MP, Gruener G. Quantitative sensory threshold testing in patients with multiple sclerosis. Electromyogr Clin Neurophysiol 1993; 33(2): 119–124.
**121.** Kelleher KJ, Spence WD, Solomonidis SE et al. The effect of impaired plantar sensation on gait in people with multiple sclerosis. Int J MS Care 2009; 11(1): 25–31.
**122.** Citaker S, Gunduz AG, Guclu MB et al. Relationship between foot sensation and standing balance in patients with multiple sclerosis. Gait Posture 2011; 34(2): 275–278. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.05.015.
**123.** Roeing KL, Wajda DA, Sosnoff JJ. Time dependent structure of postural sway in individuals with multiple sclerosis. Gait Posture 2016; 48: 19–23. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.04.023.
**124.** Jamali A, Sadeghi-Demneh E, Fereshtenajad N et al. Somatosensory impairment and its association with balance limitation in people with multiple sclerosis. Gait Posture 2017; 57: 224–229. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.06.020.
**125.** Kanekar N, Lee YJ, Aruin AS. Effect of light finger touch in balance control of individuals with multiple sclerosis. Gait Posture 2013; 38(4): 643–647. doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.02.017.
**126.** Mulligan H, Treharne GJ, Hale LA et al. 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. J Neurol Phys Ther 2013; 37(2): 51–57. doi: 10.1097/NPT.0b013e318292799e.
**127.** Sherrington C, Whitney JC, Lord SR et al. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. J Am Geriatr Soc 2008; 56(12): 2234–2243. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.02014.x.
**128.** Nilsagård Y, Lundholm C, Denison E et al. Predicting accidental falls in people with multiple sclerosis – a longitudinal study. Clin Rehabil 2009; 23(3): 259–269. doi: 10.1177/0269215508095087.
**129.** Coote S, Hughes L, Rainsford G et al. Pilot randomized trial of progressive resistance exercise augmented by neuromuscular electrical stimulation for people with multiple sclerosis who use walking aids. Arch Phys Med Rehabil 2015; 96(2): 197–204. doi: 10.1016/j.apmr.2014.09.021.