proLékaře.cz | 18.11.2026



doi: 10.14735/amcsnn2020101

# Randomizovaná kontrolovaná studie efektu terapie poruch rovnováhy s využitím audiovizuální zpětné vazby u seniorů

## A randomized controlled study of the effect of balance disorder therapy using audiovisual feedback on senior citizens

**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.

L. Šajtárová[1], M. Janatová[2,3], T. Veselý[2,3], M. Lopotová[1,2], P. Smrčka[2,3], K. Hána[2,3]

[1] Therap – Tilia s.r.o.
[2] Fakulta biomedicínského inženýrství, ČVUT v Praze
[3] Centrum podpory aplikačních výstupů a spin-off firem, 1. LF UK, Praha

✉
MUDr. Markéta Janatová
Společné pracoviště biomedicínského inženýrství
FBMI ČVUT a 1. LF UK
Studničkova 7
128 00 Praha
e-mail:
marketa.janatova@fbmi.cvut.cz

Přijato k recenzi: 11. 7. 2019
Přijato do tisku: 12. 12. 2019

### Souhrn

*Cíl:* Cílem studie bylo ověřit efekt terapie s využitím tenzometrické plošiny a audiovizuální zpětné vazby na rovnováhu u seniorů a porovnat ho s efektem konvenční terapie u kontrolní skupiny. *Pacienti a metody:* Výzkumná skupina 15 seniorů (12 žen) podstoupila 9 terapeutických jednotek s audiovizuální zpětnou vazbou. Celkem 15 seniorů (14 žen) tvořilo kontrolní skupinu, která absolvovala 9 terapeutických jednotek konvenční fyzioterapie. Obě skupiny podstoupily vstupní vyšetření, stejný počet terapeutických jednotek a výstupní vyšetření. K hodnocení účinku terapie byly zvoleny testy Mini-BESTest, Timed Up and Go test a testování času potřebného ke splnění referenční scény v systému Homebalance. *Výsledky:* U výzkumné skupiny došlo ke statisticky významnému zlepšení v Mini-BESTestu (p = 0,05), v Timed Up and Go testu (p = 0,01) a v čase referenční scény (medián 68 s). U kontrolní skupiny došlo pouze ke statisticky významnému zlepšení času referenční scény (medián 11 s). Zlepšení v čase referenční scény bylo statisticky významně vyšší u výzkumné skupiny než u kontrolní skupiny (p = 0,01). *Závěr:* Audiovizuální zpětná vazba je využitelná a bezpečná v terapii poruch rovnováhy u seniorů. Terapie s využitím tenzometrické plošiny a audiovizuální zpětné vazby byla efektivnější než konvenční fyzioterapie bez technických prostředků.

### Klíčová slova

posturální stabilita – senior – tenzometrická plošina – audiovizuální zpětná vazba

### Abstract

*Aim:* The purpose of the study was to investigate the effect of therapy based on the use of a force platform and audiovisual feedback on the balance of senior citizens and to compare it to the effect of conventional therapy in control group. *Patients and methods:* A research group of 15 senior citizens (12 women) underwent 9 therapeutic units with an audiovisual feedback. A control group of 15 senior citizens (14 women) completed 9 therapeutic units of conventional physiotherapy. Both groups underwent an initial examination, the same number of therapeutic units and a final examination. The Mini-BESTest, Timed Up and Go test and the time limit needed to complete the reference scene in the Homebalance system were chosen to evaluate the effect of the therapy. *Results:* There was a statistically significant improvement in the Mini-BESTest (P = 0.05), Timed Up and Go test (P = 0.01) and in the reference scene completion time (median 68 s) in the research group. The control group had only a statistically significant improvement in the reference scene completion time (median 11 s). The improvement in reference scene completion time was statistically significantly higher in the research group than in the control group (P = 0.01). *Conclusion:* Audiovisual feedback is a safe and useful tool in the treatment of balance disorders in senior citizens. The therapy with force platform and audiovisual feedback was more effective than conventional physiotherapy which does not employ technical aids.

### Key words

posture stability – senior – force platform – audiovisual feedback

proLékaře.cz | 18.11.2026



## Úvod

S narůstajícím věkem dochází ke zhoršení posturální stability, což má za následek zvýšené riziko pádů a souvisejících komplikací. Pro terapii poruch rovnováhy je možné využít kromě konvenčních přístupů také technické prostředky na principu audiovizuální zpětné vazby. Výhodou terapie s využitím virtuálního prostředí je možnost modifikovat podmínky s ohledem na momentální kondici pacienta a motorický trénink je potencován interaktivní multisenzorickou stimulací [1].

Při terapii poruch rovnováhy s audiovizuální zpětnou vazbou je často využívána tenzometrická plošina. Plošina má v sobě zabudované obvykle tři nebo čtyři tenzometry. Z hodnot naměřených těmito senzory lze vypočítat působiště vektoru reakční síly podložky, což umožňuje hodnocení reaktivity CNS pro udržení postury. Zpětná vazba je pacientovi prezentována nejčastěji ve formě virtuální terapeutické scény zobrazené na obrazovce počítače nebo na plátně. V klinické praxi jsou využívány robustní rehabilitační přístroje i běžně dostupné senzory, původně určené pro herní průmysl. Při využití herních konzolí byly zaznamenány ojedinělé nežádoucí účinky, intervence je však pacienty obvykle dobře snášena [2]. Příkladem využívaného herního senzoru je tenzometrická plošina Wii Balance Board (Nintendo, Kjóto, Japonsko), která má vyhovující parametry pro využití v terapii a diagnostice poruch rovnováhy [3]. Při plnění zadání zapojuje pacient kyčelní i hlezenní mechanizmus pro zajištění posturální stability a dostává okamžitou zpětnou vazbu o správnosti pohybových strategií [4].

V zahraničních studiích byl potvrzen pozitivní efekt využití virtuálních herních scén u pacientů vyššího věku na motorické a kognitivní funkce [5]. Dále byl pozorován pozitivní vliv tohoto typu terapie na zlepšení kvality života, motivace k pravidelnému cvičení a snížení deprese a úzkostí [6].

V metaanalýze efektu využití technických prostředků na principu virtuální reality bylo u seniorů pozorováno zlepšení stability a chůze, vč. zlepšení výsledků standardizovaných testů Berg Balance Scale a Timed Up and Go test (TUG) [7]. Autoři Donath et al vyhodnotili na základě přehledu literatury terapii s využitím virtuální reality u pacientů v domově seniorů jako mírně méně efektivní než konvenční terapii, využití virtuální reality i přes tento fakt na základě výsledků studií doporučují jako vhodný doplněk konvenční terapie u seniorů [8].

Cílem experimentu v této publikaci bylo ověřit, zda je terapie s využitím tenzometrické plošiny a audiovizuální zpětné vazby efektivní metodou pro kognitivně posturální trénink u seniorů a porovnat ho s efektem konvenční terapie u kontrolní skupiny.

## Materiál a metodika

Prospektivní randomizované kontrolované studie se zúčastnilo 30 pacientů (26 žen). Průměrný věk pacientů byl 84,1 let se směrodatnou odchylkou (standard deviation; SD) 6,9 let (tab. 1).

Indikací k zařazení do studie byla diagnostikovaná porucha rovnováhy standardizovaným testem Mini-BESTest, která není způsobena žádným závažným neurologickým onemocněním. Kontraindikacemi byly těžká porucha zraku, nespolupráce pacienta, počet bodů v testu Mini Mental State Examination (MMSE) nižší než 25 a počet bodů v testu Index Barthelové (BI) nižší než 65.

Účastníci studie byli náhodně rozděleni do dvou skupin. Výzkumná skupina podstoupila terapii poruch rovnováhy s tenzometrickou plošinou a audiovizuální zpětnou vazbou. Pro tento účel byl použit zdravotnický prostředek Homebalance (HomeBalance s.r.o., Praha, ČR), složený z tenzometrické plošiny Wii Balance Board a tabletu s terapeutickým softwarem s herními scénami (obr. 1). Kontrolní skupina podstoupila konvenční fyzioterapii zaměřenou na poruchy rovnováhy.

Obě skupiny absolvovaly devět terapeutických jednotek v délce 25 min s frekvencí 3× týdně. Terapie probíhala v rehabilitační cvičebně Domova pro seniory Háje. V rámci vstupního vyšetření byla u všech pacientů odebrána anamnéza, provedeny kineziologický rozbor a standardizované testy MMSE a BI. Pro hodnocení efektu terapie byly u všech pacientů před terapiemi a po sérii terapií provedeny standardizované testy Mini-BESTest a TUG a změřen čas referenční dynamické scény v systému Homebalance (tab. 1). V dynamické referenční scéně pacient ve stoji na tenzometrické plošině plnil v herní terapeutické scéně vždy stejné zadání, při kterém měnil polohu zobrazeného objektu na předem určené pozice.

Pacienti z výzkumné skupiny při terapii stáli na plošině bez obuvi ve stoji na šíři kyčelních kloubů s chodidly umístěnými ve stejné vzdálenosti od středu plošiny (obr. 2). Tablet byl u každého pacienta umístěn ve výši očí. Obtížnost terapie byla vždy individuálně nastavena dle stavu pacienta. Během jedné cvičební jednotky byly většinou použity dva různé typy grafického znázornění terapeutické scény. Do systému se ukládaly informace o délce cvičení a získaném počtu bodů v terapeutických hrách. Během terapie byly s ohledem na aktuální kondici individuálních pacientů prováděny pauzy na odpočinek, přičemž celkový čas odcvičených minut na přístroji byl u všech pacientů stejný.

Pacienti v kontrolní skupině absolvovali ve stejném časovém rozsahu fyzioterapeutickou intervenci zaměřenou na terapii poruch rovnováhy metodami, které jsou běžně využívány v Domově pro seniory Háje. Standardizovaná vždy stejná terapeutická jednotka obsahovala cviky zaměřené na stabilizaci trupu v sedě na balanční čočce, stimulaci plosky nohy, cviky zaměřené na posílení svalů dolních končetin, nácvik modifikací stoje a chůzi po čáře.

Ke statistickému zpracování dat byl využit software SPSS 13.0 (IBM, Armonk, NY, USA). Nejprve byl použit test normality Shapir-Wilkův test. K testování byly dále použity neparametrické testy, Wilcoxonův neparametrický test pro 2 závislé výběry a Mann-

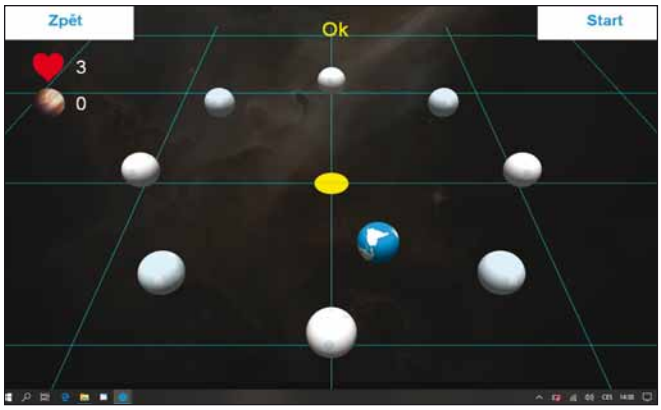
Tab. 1. Charakteristika souboru probandů.

| Údaje o pacientech (SD) | Výzkumná skupina | Kontrolní skupina |
|---|---|---|
| počet pacientů ženy/muži | 12/3 | 14/1 |
| průměrný věk (roky) | 86,7 (6,7) | 81,5 (6) |
| MMSE (průměrný počet bodů) | 28,3 (1,6) | 27,4 (1,6) |
| Index Barthelové (průměrný počet bodů) | 91,3 (5,8) | 86,3 (6,7) |
| Mini-BESTest (průměrný počet bodů) | 14,8 (5) | 13,3 (5,5) |
| Time Up and Go Text (průměrný čas) | 22 (7,5) | 22,7 (6,8) |

MMSE – Mini Mental State Examination; SD – směrodatná odchylka

proLékaře.cz | 18.11.2026






Obr. 1. Terapeutická scéna.
Fig. 1. Therapeutic scene.



Obr. 2. Tenzometrická plošina.
Fig. 2. Force platform.

-Whitneyho U neparametrický test pro 2 nezávislé výběry.

## Výsledky

U výzkumné skupiny došlo ke statisticky významnému zlepšení v testu Mini-BESTest na hladině významnosti p = 0,05 a v testu TUG na hladině významnosti p = 0,01. U kontrolní skupiny ke statisticky významnému zlepšení ve standardizovaných testech nedošlo.

U obou skupin došlo ke zlepšení času potřebného ke splnění referenční scény v systému Homebalance. Medián zkrácení času potřebného pro splnění dynamické referenční scény u výzkumné skupiny byl 68 vteřin. Medián zkrácení času u kontrolní skupiny byl 11 vteřin (obr. 3). U výzkumné skupiny nastalo statisticky významnější zkrácení času potřebného ke splnění referenční scény než u kontrolní skupiny (p = 0,01).

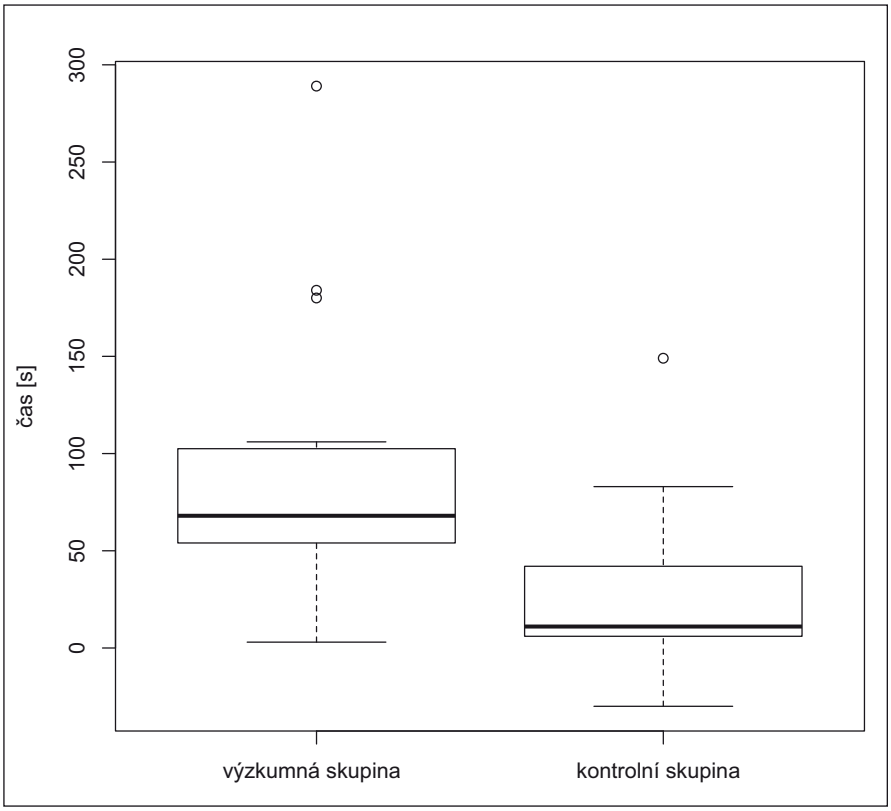
U žádného účastníka studie nebyly zaznamenány žádné úrazy, komplikace ani nežádoucí účinky.

## Diskuze

Studie se zúčastnilo celkem 30 seniorů v zastoupení 26 žen a 4 mužů. Důvodem nízkého počtu mužů byl fakt, že v Domově pro seniory Háje je poměrově zastoupeno více žen než mužů a pro účely studie nebylo možné zapojit více mužských pacientů, kteří by splňovali indikační kritéria. Toto nerovnoměrné zastoupení zároveň lépe odpovídá nestejnoměrnému poměru mužů a žen v zařízení, kde studie probíhala.

Autoři Chao et al na základě přehledu literatury konstatovali, že při využití herní konzole Nintendo Wii u osob vyššího věku dochází ke zlepšení sociálních interakcí a zvýšení motivace k pravidelnému cvičení [6]. U pacientů z výzkumné skupiny jsme pozorovali, že při terapii byli herní terapeutickou scénou motivováni plně se soustředit na vykonávaný úkol. Senioři v kontrolní skupině měli tendence často navazovat verbální kontakt a bylo nutné je opakovaně korigovat k lepšímu soustředění na průběh terapeutické jednotky. Pacienti ve výzkumné skupině se aktivně dotazovali, jaký počet bodů měli při předchozí terapii, a byli motivovaní svůj předchozí výsledek zlepšit. Využití systému Homebalance bylo tedy přínosné pro udržení plné koncentrace a motivace k optimálnímu výkonu. Pro rozvoj psychosociální interakce verbálním kontaktem bylo možné při terapii se systémem Homebalance využít krátké pauzy mezi plněním jednotlivých terapeutických scén.

V zahraničních studiích bylo pozorováno statisticky významné zlepšení ve standardizovaných testech zaměřených na rovnováhu a chůzi při využití virtuální reality v terapii poruch rovnováhy u seniorů [7]. Po devíti




Obr. 3. Zkrácení času potřebného ke splnění referenční scény.
Fig. 3. Shortening of reference scene completion time.

proLékaře.cz | 18.11.2026



terapeutických jednotkách se systémem Homebalance bylo u výzkumné skupiny pozorováno statisticky významné zlepšení rovnováhy a chůze ve standardizovaných testech MiniBESTest a TUG. V kontrolní skupině ke statisticky významnému zlepšení ve standardizovaných testech nedošlo. Autoři Donath et al uvádějí na základě analýzy dostupné literatury celkově mírně vyšší účinek konvenční terapie než terapie s využitím virtuální reality [8]. V analyzovaných zahraničních studiích byly často využity běžné herní konzole, které mají v terapii řadu limitujících faktorů. Oproti tomu ve studii se systémem Homebalance byl využit zdravotnický prostředek, který umožňuje optimálního nastavení terapeutických scén pro individuálního pacienta.

Autoři Janatová et al pozorovali v pilotní studii zkrácení času potřebného ke splnění referenční dynamické scény u zdravých probandů vyššího věku po každodenním domácím tréninku rovnováhy se systémem Homebalance po dobu 3 týdnů [4]. Také u výzkumné skupiny pacientů v Domově pro seniory Háje bylo pozorováno zkrácení času, a to i přesto, že terapie neprobíhala každý den. Zlepšení bylo statisticky významně větší než u kontrolní skupiny. Pravidelná terapie s využitím audiovizuální zpětné vazby zvýšila efekt motorického učení při nácviku reakce na podněty v dynamických virtuálních scénách.

U kontrolní skupiny seniorů v Domově pro seniory Háje, která podstoupila konvenční fyzioterapii, došlo ke statisticky významnému zkrácení času potřebného k dokončení referenční scény v systému Homebalance, a tedy ke zlepšení dynamických posturálních reakcí při audiovizuálních podnětech. Tento výsledek se shoduje se závěry metaanalýzy studií zaměřených na hodnocení efektu různých terapeutických přístupů u seniorů [8]. Oproti metaanalýze však bylo zlepšení menší než u výzkumné skupiny podstupující intervenci s audiovizuální zpětnou vazbou. V této věkové skupině neočekáváme spontánní zlepšení rovnováhy. Dle výsledků studií lze konstatovat, že pravidelná fyzioterapeutická intervence, fyzická aktivita i terapie s využitím audiovizuální zpětné vazby jsou vhodnými prostředky ke zlepšení rovnováhy a snížení rizika pádů u seniorů.

Autoři Clark et al na základě rešerše literatury zjistili, že plošina Nintendo Wii Balance Board má vhodné parametry pro diagnostiku a terapii poruch rovnováhy [3]. Při využití herní konzole Nintendo Wii se však mohou objevit nežádoucí účinky, jako jsou bolesti zad nebo zánět šlach [2]. U žádného z pacientů v této studii se při opakovaném použití zdravotnického prostředku Homebalance nevyskytly žádné nežádoucí účinky a terapie byla dobře snášena. Proto hodnotíme tento zdravotnický prostředek jako bezpečný a využitelný v klinické praxi.

## Závěr

Cílem studie bylo zhodnotit využitelnost a efekt audiovizuální zpětné vazby a tenzometrické plošiny v terapii poruch rovnováhy u seniorů. Ke statisticky významnému zlepšení ve standardizovaných testech došlo pouze u výzkumné skupiny. V čase potřebném k dokončení referenční dynamické scény došlo ke statisticky významně většímu zlepšení u výzkumné skupiny než u kontrolní skupiny. U žádného ze seniorů nedošlo během devíti terapeutických jednotek k rozvoji žádných nežádoucích účinků a terapie byla všemi pacienty dobře snášena. Bylo ověřeno, že tento typ terapie je vhodný pro využití v terapii poruch rovnováhy u seniorů.

## Etické principy

Studie byla provedena v souladu se standardy etické komise a Helsinskou deklarací z roku 1975, revidovanou v roce 2000. Souhlas s prováděním výzkumu byl udělen etickou komisí VFN v Praze dne 16. 10. 2014, číslo jednací 161/14. Pacienti podepsali informovaný souhlas a byli seznámeni s průběhem studie a s možností, že mohou ze studie kdykoliv odstoupit.

## Grantová podpora

Studie byla podpořena grantem SGS17/206/OHK4/3T/17 – Komplexní monitoring pacienta v průběhu terapie s využitím virtuální reality.

## Konflikt zájmů

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

## Literatura

**1.** Krobot A, Kolářová B, Kolář P et al. Neurorehabilitace chůze po cévní mozkové příhodě. Cesk Slov Neurol N 2017; 80/113(5): 521–526. doi: 10.14735/amcsnn2017521.
**2.** Tripette J, Murakami H, Ryan KR et al. The contribution of Nintendo Wii Fit series in the field of health: a systematic review and meta-analysis. PeerJ 2017; 5: e3600. doi: 10.7717/peerj.3600.
**3.** Clark RA, Mentiplay BF, Pua YH et al. Reliability and validity of the Wii Balance Board for assessment of standing balance: a systematic review. Gait Posture 2018; 61: 40–54. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.12.022.
**4.** Janatová M, Tichá M, Melecký R et al. Pilotní studie využití tenzometrické plošiny v domácí terapii poruch rovnováhy. Cesk Slov Neurol N 2016; 79/112(5): 591–594.
**5.** Choi SD, Guo L, Kang D et al. Exergame technology and interactive interventions for elderly fall prevention: a systematic literature review. Appl Ergon 2017; 65: 570–581. doi: 10.1016/j.apergo.2016.10.013.
**6.** Chao Y, Scherer YK, Montgomery CA. Effects of using Nintendo Wii™ exergames in older adults: a review of the literature. J Aging Health 2015; 27(3): 379–402. doi: 10.1177/0898264314551171.
**7.** Amorim JS, Leite RC, Brizola R. et al. Virtual reality therapy for rehabilitation of balance in the elderly: a systematic review and META-analysis. Adv Rheumatol 2018; 58(1): 18. doi: 10.1186/s42358-018-0013-0.
**8.** Donath L, Rössler R, Faude O. Effects of virtual reality training (exergaming) compared to alternative exercise training and passive control on standing balance and functional mobility in healthy community-dwelling seniors: a meta-analytical review. Sports Med 2016; 46(9): 1293–1309. doi: 10.1007/s40279-016-0485-1.