

## Izboljšanje ravnotežja in sposobnosti hoje pri pacientih z Guillain-Barrejevim sindromom po vadbi na ravnotežni plošči Wii z igrami Wii Fit

### Improvement of balance and walking abilities in patients with Guillain-Barre Syndrome after training on Wii balance board with Wii Fit games

Aleksander Zupanc<sup>1</sup>

#### IZVLEČEK

**Uvod:** Pri pacientih z Guillain-Barréjevim sindromom je za izboljšanje funkcioniranja potrebna fizioterapija, ki vključuje vadbo za ravnotežje. Ta se lahko izvaja z uporabo navidezne resničnosti. Namen raziskave je bil ugotoviti, koliko preiskovancev je izvajalo vadbo po posameznih igrah, njihovo izboljšanje ravnotežja in sposobnosti hoje po vadbi na ravnotežni plošči Wii z igrami Wii Fit ter povezanost trajanja vadbe z izboljšanjem izidov merilnih orodij.

**Metode:** V retrospektivno raziskavo smo vključili 32 pacientov (povprečna starost 52 let, SO 14), ki so poleg fizioterapevtskih postopkov dodatno vadili s sistemom Nintendo. Pred vadbo in po njej smo jih ocenili z Bergovo lestvico za oceno ravnotežja, testom funkcijskega dosega, testom hoje na 10 metrov in 6-minutnim testom hoje.

**Rezultati:** Najpogosteje sta bili izbrani igri nagibna miza in pingvin. Povprečno 3,4 tedna (SO 1,5) po vadbi na ravnotežni plošči Wii in povprečno 28 minut na vadbo (SO 10) so se statistično značilno izboljšali izidi Bergove lestvice za oceno ravnotežja v povprečju za 16 točk (SO 9), testa funkcijskega dosega v povprečju za 12 cm (SO 8), testa sproščene hoje na 10 metrov v povprečju za 0,35 m/s (SO 0,27) in 6-minutnega testa hoje v povprečju za 157 metrov (SO 97). Med trajanjem vadbe in izboljšanjem hitrosti sproščene hoje ( $r = 0,52$ ) ter prehojene razdalje ( $r = 0,51$ ) je bila povezanost dobra, z izboljšanjem ravnotežja ( $r = 0,31$ ) in funkcijskega doseganja ( $r = 0,30$ ) pa zmerna.

**Zaključek:** Pri pacientih z Guillain-Barréjevim sindromom je po vadbi na ravnotežni plošči Wii z igrami Wii Fit prišlo do izboljšanja ravnotežja in sposobnosti hoje. Tako vadbo priporočamo kot dodatek fizioterapevtskim postopkom.

**Ključne besede:** navidezna resničnost, premičnost, vadba stoje, sistem Nintendo, biološka povratna zveza.

#### ABSTRACT

**Background:** To improve functioning patients with Guillain-Barré Syndrome need physiotherapy with balance training, which can be implemented with virtual reality. The purpose of this study was to determine how many participants performed selected games, their improvement of balance and walking abilities after training on Wii balance board with Wii Fit games and correlation of training time with measurement outcomes. **Methods:** Thirty-two patients (average age 52 years, SD 14), who trained with Nintendo system as addition to the physiotherapy procedure, were included in retrospective study. Before and after training patients were assessed with Berg balance scale, Functional reach test, 10-meter walk test and 6-minute walk test. Data were analysed with t test for dependent sample and Spearman correlation coefficient. **Results:** Tilt table and penguin were most often selected games. On average 3.4 weeks (SD 1.5) after training on Wii balance board and 28 minutes on average by one session (SD 10), the results improved statistically significantly on the Berg balance scale 16 points on average (SD 9), on Functional reach test 12 cm on average (SD 8), on comfortable 10-meter walk test 0.35 m/s on average (SD 0.27) and on 6-minute walk test 157 meter on average (SD 97). Between training time and improvement of comfortable walking speed ( $r = 0.52$ ) and walking distance ( $r = 0.51$ ) correlations were good and with improvement of balance ( $r = 0.31$ ) and functional reaching ( $r = 0.30$ ) the correlations were moderate. **Conclusion:** After training on Wii balance board with Wii Fit games patients with Guillain-Barré Syndrome improved balance and walking abilities. We recommend such exercise practices as addition to physiotherapy procedure.

**Key words:** virtual reality, mobility, training in standing, Nintendo system, biofeedback.

---

<sup>1</sup>Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije - Soča, Ljubljana

**Korespondenca/Correspondence:** Aleksander Zupanc, mag. fiziot.; e-pošta: aleksander.zupanc@ir-rs.si

Prispelo: 17.9.2019

Sprejeto: 11.11.2019

## UVOD

Guillain-Barréjev sindrom je akutna vnetna demielinizacijska polinevropatija, ki povzroči okvare perifernega živčevja in s tem okvaro gibalne funkcije ter funkcije čutil (1). Okvara funkcije čutil je značilno povezana z okvaro gibalne funkcije in uravnavanjem ravnotežja (2). Pri pacientih se pojavi napredujoča šibkost mišic, ki lahko zajame spodnje in zgornje ude, trup, obrazne in bulbarne mišice, pojavijo pa se lahko tudi motnje dihanja (3). Šibkost mišic pri pacientih z Guillain-Barréjevim sindromom je povezana z motnjami nadzora trupa, ravnotežja in sposobnosti hoje ter pogosto utrudljivostjo (4). Ti pacienti imajo moteno sposobnost prenosa telesne teže na eno ud in ohranjanja stoje na eni nogi, kar zmanjša sposobnost hoje, obračanja in hoje po stopnicah (5). Nepremičnih postane približno od 80 do 90 % pacientov z Guillain-Barréjevim sindromom (3, 6). Okrog 20 % jih ni sposobnih hoditi brez pripomočka za hojo šest mesecev po začetku bolezni (7). Motnje v delovanju senzorično-motoričnega sistema so pogosto vzrok za večje tveganje za padce. Bolezen se lahko pojavi v kateri koli starosti (7, 8). Šibkost mišic se stopnjuje v prvih dveh do štirih tednih po pojavu prvih simptomov in se nato postopno izboljšuje skozi tedne in mesece (7). Prognoza bolezni je ugodna, 90 % pacientov pridobi popolno funkcijo eno leto od pojava bolezni (8).

Pogostost padcev pri starejših lahko zmanjšamo z vadbo za izboljšanje propriocepcije in ravnotežja (9). Vadba za izboljšanje mišične moči in v ravnotežje usmerjena vadba sta varni in učinkoviti za zmanjšanje tveganja za padce pri pacientih s periferno nevropatijo in starejših ljudeh (10). Zaradi resnosti težav, ki se pojavijo pri pacientih Guillain-Barréjevim sindromom, je zelo pomembno, da je vadba usmerjena v preprečevanje zapletov in izboljšanje funkcijskega stanja. Vadbo z navidezno resničnostjo, na primer s sistemom Nintendo na ravnotežni plošči Wii (11), lahko pacienti v začetnem obdobju bolezni izvajajo v sedečem položaju (12). Pri pacientih z motnjami uravnavanja ravnotežja in zmanjšanimi sposobnostmi hoje se je vadba s sistemom Nintendo pokazala kot učinkovita pri izboljšanju funkcijskih sposobnosti (13, 14). Zdravi mladi odrasli so z vadbo na ravnotežni plošči Wii z igrami Wii Fit izboljšali ravnotežje enako

učinkovito kot z običajno v ravnotežje usmerjeno vadbo (15). Vadba v navidezni resničnosti spodbuja zaznavno-vidne spretnosti, ki so pomembne za uspešno odzivanje na motnje v okolju (16). Vadba s sistemom Nintendo ima lahko telesni, psihološki in socialni učinek (17), predvsem pa dodatno spodbuja in motivira posameznike za ponavljanje gibalne naloge (18). Pri starejših je vadba na ravnotežni plošči Wii izboljšala moč mišic stegna in splošno telesno pripravljenost ter povečala motivacijo za vadbo (19). Tvrstna vadba omogoča raznolikost ponavljanja telesnih gibov ter povratne in poudarjene informacije pacientu o kakovosti gibanja in telesne drže (20).

Namen te raziskave je bil pri pacientih z Guillain-Barréjevim sindromom ugotoviti, koliko preiskovancev je izvajalo vadbo po posameznih igrah, izboljšanje njihovega ravnotežja in sposobnosti hoje, potem ko so vadili na ravnotežni plošči Wii z igrami Wii Fit kot dodatek k fizioterapevtskim postopkom, ter povezanost trajanja vadbe z izboljšanjem izidov merilnih orodij.

## METODE

### Preiskovanci

Podatke smo retrospektivno zbrali iz fizioterapevtske dokumentacije. Raziskavo je odobrila Komisija za medicinsko etiko na Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu - Soča, številka 60/2018. Vključili smo paciente z Guillain-Barréjevim sindromom, ki so bili na rehabilitaciji od novembra 2013 do februarja 2017. V tem obdobju jih je 32 (41 %) vadilo stoje na ravnotežni plošči Wii s sistemom Nintendo, nekateri med njimi (n = 13) so pred obdobjem, zajetim v to raziskavo, izvajali vadbo z istim sistemom za navidezno resničnost v sedečem položaju.

17 preiskovancev je bilo moških in 15 žensk, starih od 25 do 72 let (povprečna starost 52 let, SO 14 let). Pri hoji jih je 20 uporabljalo hoduljo, sedem bergle, pet pa jih je hodilo brez pripomočka za hojo.

## Postopki vadbe

Pacienti z Guillain-Barréjevim sindromom so vadili na ravnotežni plošči Wii vsak dan. Ravnotežna plošča Wii je bila oddaljena 2,2 metra od televizorja. Na televizor z diagonalo 110 centimetrov, ki je bil oddaljen od tal 1,22 metra, smo priključili igralni sistem Nintendo Wii in igre Wii Fit (Nintendo of Europe GMBH, Nintendo Centre, Grossostheim, Germany). Ravnotežna plošča Wii je ploščate kvadratne oblike in ima štiri senzorje, ki so v kotih plošče in zaznavajo projekcijo težišča uporabnika. Vadeči s prenosi telesne mase na ravnotežni plošči igra igro, podatki pa se prek »bluetooth« povezave sproti prenašajo v igralno konzolo. Podatki se nato kot povratna informacija za vadečega sproti prikažejo v obliki animacije na televizorju in rezultata posamezne vadbe. Plošča za delovanje potrebuje štiri baterije AA in je lahko v uporabi do 60 ur (21, 22).

Preiskovanci so stoje prenašali telesno maso z ene strani na drugo in naprej ter nazaj, skladno z zahtevami izbrane igre. Pred njimi je bila vedno postavljena navadna hodulja za uravnavanje ravnotežja, uporabili so jo, če so jo potrebovali. Vadbo na ravnotežni plošči Wii je vodil in nadzoroval fizioterapevt. Pri tem je preiskovanca usmerjal besedno in z dotikom (12). Fizioterapevt je igre izbral glede na sposobnosti pacienta. Izbral je med igrami Wii Fit: nagibna miza, pingvin, polmesec, premagovanje ovir, nogomet, ski slalom, odmik noge, ravnotežni mehurček in skoki.

Vadba z navidezno resničnostjo je bila dodana standardni fizioterapevtski obravnavi, ki je trajala od 50 do 90 minut na dan in vključevala aktivno asistirane vaje za spodnje ude, vadbo na mehanski napravi motomed, vadbo stojê in vadbo hoje, vadbo s pomočjo elektromiografske biološke povratne zveze za krepitev posamezne mišice, predvsem mišic gležnja, in skupinsko vadbo v bazenu. Vključeni so bili tudi v rehabilitacijsko zdravstveno nego, delovno terapijo ter psihološko in socialno obravnavo (23).

## Ocenjevalni postopki

Preiskovanci so bili pred začetkom vadbe stoje na ravnotežni plošči Wii in po njej ocenjeni s standardiziranimi merilnimi orodji. Ravnotežje smo ocenili z Bergovo lestvico za oceno ravnotežja (24), meje stabilnosti smo ocenili s testom

funkcijskega dosega (25). Njihove sposobnosti hoje smo ugotavljali s testom sproščene hoje na 10 metrov (26) in 6-minutnim testom hoje (27, 28).

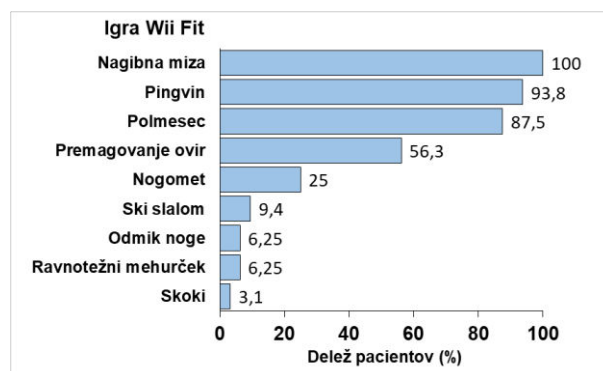
## Analiza podatkov

Za izračun opisne statistike in grafični prikaz deležev izbranih iger smo uporabili Microsoft Excel 2010. Za izračun statističnih testov smo uporabili programje IBM SPSS Statistics 22 (IBM Corp., Armonk, ZDA, 2016). Izračunali smo deleže preiskovancev glede na izbrane igre. Razlike v povprečni vrednosti med merami izida pred vadbo in po njej smo testirali s testom t za odvisne vzorce, za ugotavljanje povezanosti med trajanjem vadbe in izboljšanjem izidov merilnih orodij smo izračunali Pearsonov koeficient korelacije (r). Za stopnjo značilnosti je bila določena p-vrednost pri 0,01. Vrednost korelacijskih koeficientov pod 0,25 pomeni, da je povezanost slaba, med 0,25 in 0,5 zmerna, do 0,75 dobra in nad 0,75 zelo dobra (29).

## REZULTATI

Preiskovanci so izvajali vadbo stoje na ravnotežni plošči Wii v povprečju 3,4 tedna (SO 1,5; razpon od 2 do 6 tednov), povprečno 28 minut na vadbo (SO 10; razpon od 10 do 60 minut). Največ preiskovancev je vadilo z igrami nagibna miza, pingvin in polmesec. Delež posameznih iger, ki so jih preiskovanci izvajali, je prikazan na sliki 1.

Primerjava izidov pred vadbo in po njej na ravnotežni plošči Wii je pokazala izboljšanje ravnotežja in sposobnosti hoje (preglednica 1). Ugotovili smo, da je med trajanjem vadbe in izboljšanjem izida hitrosti sproščene hoje ( $r = 0,52$ ) in 6-minutnega testa hoje ( $r = 0,51$ ) dobra



Slika 1: Delež izbranih iger pri vadbi na ravnotežni plošči Wii s sistemom Nintendo

*Preglednica 1: Povprečne vrednosti, standardni odkloni, mediane in razponi za izide merilnih orodij in izračun t-testa za odvisne vzorce za primerjavo dosežkov pacientov pred vadbo na ravnotežni plošči Wii s sistemom Nintendo in po njej*

| Merilno orodje | Pred vadbo        |                     | Po vadbi          |                     | Razlika<br>p-vrednost |
|----------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|
|                | Povprečje<br>(SO) | Mediana (razpon)    | Povprečje<br>(SO) | Mediana (razpon)    |                       |
| BBS (točke)    | 33 (9)            | 30 (18–56)          | 49 (7)            | 51 (31–56)          | 0,001                 |
| FRT (cm)       | 12 (9)            | 11 (0–33)           | 24 (9)            | 27 (0–40)           | 0,001                 |
| 10MWT (m/s)    | 0,56<br>(0,26)    | 0,57<br>(0,08–1,11) | 0,91<br>(0,28)    | 0,95<br>(0,38–1,37) | 0,001                 |
| 6MWT (m)       | 172<br>(99)       | 145<br>(30–430)     | 328<br>(86)       | 329<br>(150–560)    | 0,001                 |

*BBS – Bergova lestvica za oceno ravnotežja (angl. Berg balance scale), FRT – test funkcijskega dosega (angl. Functional reach test), 10MWT – test hoje na 10 metrov (angl. Ten meter walk test), 6MWT – 6-minutni test hoje (angl. Six minute walk test).*

povezanost, med izboljšanjem izida Bergove lestvice za oceno ravnotežja ( $r = 0,31$ ) in funkcijskim doseganjem ( $r = 0,30$ ) pa zmerna, a pri slednjih dveh ni statistično značilna.

V obdobju vadbe stoje na ravnotežni plošči Wii s sistemom Nintendo zaradi varnostnih ukrepov in stalnega nadzora fizioterapevta noben preiskovanec med vadbo ni padel ali se kako drugače poškodoval.

## RAZPRAVA

Pri pacientih z Guillain-Barréjevim sindromom, ki so poleg celostne rehabilitacije dodatno vadili na ravnotežni plošči Wii s sistemom Nintendo, je prišlo do izboljšanja ravnotežja in sposobnosti hoje. Preiskovanci so imeli pred začetkom vadbe zmanjšane sposobnosti ravnotežja in premičnosti. Povprečni izid Bergove lestvice za oceno ravnotežja (33 točk) je pokazal nižjo raven funkcijske samostojnosti (30). Izidi te lestvice lahko napovedo uporabo pripomočka za hojo. Posameznik, ki ima ravnotežje ocenjeno z izidom, nižjim od 43 točk, bo najverjetneje hodil s pomočjo hodulje (30). Pred začetkom vadbe je 62,5 % preiskovancev hodilo s pomočjo hodulje. Njihov povprečni izid Bergove lestvice je bil 30 točk (SO 8). Delež preiskovancev (18,75 %), ki so po vadbi hodili s hoduljo, je bil nižji, njihov povprečni izid Bergove lestvice (46 točk, SO 8) pa višji kot pred vadbo. Pet preiskovancev, ki so pred vadbo na ravnotežni plošči Wii hodili brez pripomočka za hojo, je imelo v povprečju 43 točk

(SO 12) pri Bergovi lestvici za oceno ravnotežja. En preiskovanec je bil že pred začetkom vadbe na ravnotežni plošči Wii ocenjen z najvišjim izidom (56 točk). Preiskovanci so po vadbi izboljšali izid Bergove lestvice v povprečju za 16 točk (SO 9). Klinično pomembno izboljšanje ravnotežja pomeni že izboljšanje za od 4 do 6 točk (31). Podobno izboljšanje izida Bergove lestvice (v povprečju 14 točk) so v naši predhodni raziskavi dosegli pacienti s pridobljenimi okvarami perifernega živčevja, ki so vadili stoje na ravnotežni plošči Wii in igrami Wii Fit od dva do šest tednov (32). Klinično pomembno izboljšanje izida Bergove lestvice (v povprečju 12 točk) so dosegli tudi pacienti z Guillain-Barréjevim sindromom, ki so vadili sede (33). Pri starejših, ki so vadili na ravnotežni plošči Wii z igrami Wii Fit, so že poročali o izboljšanju statičnega in dinamičnega ravnotežja (34, 35) ter hoje (36, 37). Zdravi preiskovanci so izboljšali ravnotežje le z vadbo na ravnotežni plošči Wii (38). Tudi pri preiskovancu z Guillain-Barréjevim sindromom, ki je izvajal le vadbo na ravnotežni plošči Wii, je prišlo do klinično pomembnega izboljšanja ravnotežja in hitrosti sproščene hoje ter prehojene razdalje (12).

Bergova lestvica z oceno ravnotežja vključuje nalogo z doseganjem zgornjega uda, vendar smo želeli oceniti meje stabilnosti s testom funkcijskega dosega. Glede na povprečni izid funkcijskega dosega pred vadbo so bili preiskovanci ogroženi za padce, saj so v povprečju dosegali manj kot 15 cm (39). Po vadbi s sistemom Nintendo so izboljšali

funkcijski doseg v povprečju za 12 cm (SO 7,51) in tako izboljšali meje stabilnosti.

Pred vadbo je bila pri preiskovancih povprečna hitrost sproščene hoje 0,56 m/s. S podobno povprečno hitrostjo (0,58 m/s) so hodili starejši z gibalnimi okvarami v kliničnem okolju (40). Lee in sodelavci (37) so poročali, da so starejši z vadbo na ravnotežni plošči Wii in igrami Wii Fit izboljšali sposobnosti hoje. Tudi naši preiskovanci so po vadbi na ravnotežni plošči Wii izboljšali sposobnosti hoje, 44 % preiskovancev je hodilo brez pripomočka za hojo. Po vadbi na ravnotežni plošči Wii so hodili statistično značilno hitreje za 0,35 m/s, kar pomeni tudi klinično pomembno izboljšanje hitrosti hoje (41). Izboljšali so tudi vzdržljivost, saj so prehodili statistično značilno daljšo razdaljo (41).

Trajanje vadbe na ravnotežni plošči Wii je dobro povezano z izboljšanjem hitrosti sproščene hoje in prehojene razdalje, z izboljšanjem ravnotežja pa je bila povezanost zmerna in statistično neznačilna.

Izsledki te raziskave pri pacientih z Guillain-Barréjevim sindromom, ki so vadili na ravnotežni plošči Wii, so spodbudni. Pomanjkljivost je odsotnost kontrolne skupine, ki bi pokazala, kakšno bi bilo izboljšanje ravnotežja in premičnosti brez vadbe s sistemom Nintendo. Zavedamo se, da učinkov izboljšanja izidov ocene ravnotežja in premičnosti ne moremo pripisati le vadbi na ravnotežni plošči Wii z igrami Wii Fit, saj so bili preiskovanci vključeni tudi v druge postopke fizioterapije in programe drugih članov rehabilitacijskega tima. Pri izboljšanju telesne funkcije in dejavnosti pri pacientih z Guillain-Barréjevim sindromom je pomemben tudi naravni potek bolezni.

## ZAKLJUČEK

Predvidevamo, da je vadba na ravnotežni plošči Wii pri pacientih z Guillain-Barréjevim sindromom pripomogla k izboljšanju ravnotežja in sposobnosti hoje. Tako vadbo priporočamo kot dodatno vadbo za ravnotežje. Za potrditev učinkovitosti vadbe na ravnotežni plošči Wii bi bilo treba izvesti randomiziran poskus s kontrolno skupino.

## LITERATURA

1. Tuacek TA, Tsukimoto GR, Figliolia CS, Cardoso MCC, Tsukimoto DR, Rosa CDP, et al. (2013). Neuropathies - Guillain-Barré syndrome: rehabilitation. *Acta Fisiatr* 20(2): 89–95.
2. Huzmeli ED, Korkmaz NC, Duman T, Gokcek O (2018). Effects of sensory deficits on balance, functional status and trunk control in patients diagnosed with Guillain-Barre syndrome. *Neurosciences* 23(4): 301–7.
3. Menze AJ, Burns TM (2012). Guillain-Barre Syndrome. In: Donofrio PD ed. *Textbook of peripheral neuropathy*. 1st ed. New York: Demos Medical Publishing; 2012: 167–86.
4. Drenthen J, Jacobs BC, Maathuis EM, van Doorn PA, Visser GH, Blok JH (2013). Residual fatigue in Guillain-Barre syndrome is related to axonal loss. *Neurology* 81(21): 1827–31.
5. Richardson JK, Ashton-Miller JA, Lee SG, Jacobs K (1996). Moderate peripheral neuropathy impairs weight transfer and unipedal balance in the elderly. *Arch Phys Med Rehabil* 77(11): 1152–6.
6. Dhadke SV, Dhadke VN, Bangar SS, Korade MB (2013). Clinical profile of Guillain Barre Syndrome. *J Assoc Physicians India*. 61(3): 168–72.
7. Willison HJ, Jacobs BC, van Doorn PA (2016). Guillain-Barré syndrome. *Lancet* 388(10045): 717–27.
8. González-Suárez I, Sanz-Gallego I, Rodríguez de Rivera FJ, Arpa J (2013). Guillain-Barré syndrome: natural history and prognostic factors: a retrospective review of 106 cases. *BMC Neurol* 13: 95.
9. Westlake KP, Culham EG (2007). Sensory-specific balance training in older adults: effect on proprioceptive reintegration and cognitive demands. *Phys Ther* 87(10): 1274–83.
10. Toftagen C, Visovsky C, Berry DL (2012). Strength and balance training for adults with peripheral neuropathy and high risk of fall: current evidence and implications for future research. *Oncol Nurs Forum* 39(5): E416–24.
11. Zupanc A (2014a). Vadba na ravnotežni plošči Wii pri starostnikih. *Fizioterapija*. 22(2): 22–31.
12. Zupanc A (2014b). Vadba na ravnotežni plošči Wii v sedečem položaju pri pacientu z Guillain Barrejevim sindromom. *Fizioterapija*. 22(1): 55–60.
13. Puh U, Majcen N, Hlebš S, Rugelj D (2014). Effects of Wii balance board exercises on balance after posterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 22(5):1124–30.
14. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, et al. (2010). Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot

- randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke* 41(7): 1477–84.
15. Gioftsidou A, Vernadakis N, Malliou P, Batzios S, Sofokleous P, Antoniou P, et al. (2013). Typical balance exercises or exergames for balance improvement? *J Back Musculoskelet Rehabil.* 26(3): 299–305.
  16. Reed Jones RJ, Dorgo S, Hitchings MK, Bader JO (2012). Wii Fit Plus balance test scores for assessment of balance and mobility in older adults. *Gait Posture* 36(3): 430–3.
  17. Zupanc A (2015a). Možnost uporabe sistema Nintendo za vadbo za ravnotežje kot dodatek fizioterapiji pri starostnikih. *Rehabilitacija* 14(1): 110–6.
  18. Zupanc A (2015b). Veselje, motivacija in zanimanje za vadbo na ravnotežni plošči Wii pri pacientih s pridobljenimi okvarami perifernih živcev in njihovo zaznavanje izboljšanja ravnotežja in hoje. *Fizioterapija*. 23(2): 33–41.
  19. Jorgensen MG, Laessoe U, Hendriksen C, Nielsen OB, Aagaard P (2013). Efficacy of Nintendo Wii training on mechanical leg muscle function and postural balance in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 68(7): 845–52.
  20. Mao Y, Chen P, Li L, Huang D (2014). Virtual reality training improves balance function. *Neural Regen Res* 9(17): 1628–34.
  21. Shih CH, Shih CT, Chiang MS (2010). A new standing posture detector to enable people with multiple disabilities to control environmental stimulation by changing their standing posture through a commercial Wii Balance Board. *Res Dev Disabil* 31(1): 281–6.
  22. Young W, Ferguson S, Brault S, Craig C (2011). Assessing and training standing balance in older adults: a novel approach using the Nintendo Wii Balance Board. *Gait Posture* 33(2): 303–5.
  23. Novak P (2014). Priporočila za rehabilitacijo bolnikov s pridobljenimi okvarami perifernega živčevja (na terciarni ravni). *Rehabilitacija* 13 (supl. 1): 97–104.
  24. Rugelj D, Palma P (2013). Bergova lestvica za oceno ravnotežja. *Fizioterapija* 21(1): 15–25.
  25. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S (1990). Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 45(6): 192–7.
  26. Puh U (2014). Test hoje na 10 metrov. *Fizioterapija* 22(1): 45–54.
  27. ATS (2002). ATS guidelines on 6 MWT "ATS statement: guidelines for the six-minute walk test". *Am J Respir Crit Care Med* 166: 111–7.
  28. Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L (2002). Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Phys Ther* 82(2): 128–37.
  29. Portney LG, Watkins MP (2009). *Foundations of clinical research: applications to practice. Validity of measurements.* 3rd edition. Upper Saddle River. New Jersey: 97–118.
  30. Stevenson TJ, Connelly DM, Murray JM, Huggett D, Overend T (2010). Threshold Berg Balance Scale Scores for Gait-Aid Use in Elderly Subjects: A Secondary Analysis. *Physiother Can* 62(2): 133–40.
  31. Wood Dauphnee S, Berg K, Bravo G, Williams JI (1997). The balance scale: responsiveness to clinically meaningful changes. *Can J Rehab* 10: 35–50.
  32. Zupanc A, Vidmar G (2014). Ali vadba na ravnotežni plošči Wii z igrami Wii Fit pri bolnikih s pridobljenimi okvarami perifernih živcev vpliva na ravnotežje in hojo? *Rehabilitacija* 13(2): 16–22.
  33. Zupanc A (2018). Vadba na ravnotežni plošči Wii sede s sistemom Nintendo pri bolnikih z Guillain-Barrejevim sindromom kot dodatek fizioterapevtski obravnavi. *Rehabilitacija* 16(1): 39–45.
  34. Padala KP, Padala PR, Lensing SY, et al. (2017). Efficacy of Wii-Fit on Static and Dynamic Balance in Community Dwelling Older Veterans: A Randomized Controlled Pilot Trial. *J Aging Res* 2017: 4653635.
  35. Nicholson VP, McKean M, Lowe J, Fawcett C, Burkett B (2015). Six weeks of unsupervised Nintendo Wii Fit gaming is effective at improving balance in independent older adults. *Aging Phys Act* 23(1): 153–8.
  36. Padala KP, Padala PR, Malloy TR, et al. (2012). Wii-Fit for Improving Gait and Balance in an Assisted Living Facility: A Pilot Study. *J Aging Resear* 2012: 597573.
  37. Lee A, Biggan JR, Taylor W, Ray C (2014). The Effects of a Nintendo Wii Exercise Intervention on Gait in Older Adults. *Activities, Adaptation & Aging*, 38(1): 53–69.
  38. Vando S, Unim B, Cassario SA, Padulo J, Masala D (2013). Effectiveness of perceptual training-proprioceptive feed-back in a virtual visual divers group of healthy subjects: a pilot study. *Epidemiol Biostat Public Health* 10(2): 88441–9.
  39. Duncan PW, Studenski S, Chandler J, Prescott B (1992). Functional reach: predictiv validity in a sample of elderly male veterans. *J Gerontol* 47(3): 93–8.
  40. Peel NM, Kuys SS, Klein K (2013). Gait speed as a measure in geriatric assessment in clinical settings: a systematic review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 68 (1): 39–46.
  41. Perera S, Mody SH, Woodman RC, Studenski SA (2006). Meaningful change and responsiveness in

common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc* 54(5): 743–9.