

VADBA RAVNOTEŽJA S SISTEMOM REWIRE PRI BOLNIKIH PO MOŽGANSKI KAPI *BALANCE TRAINING OF PATIENTS AFTER STROKE WITH THE REWIRE SYSTEM*

Marko Rudolf, dipl. fiziot., doc. dr. Nika Goljar, dr. med., prof. dr. Imre Cikajlo, univ. dipl. inž. el.
Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Ljubljana

Povzetek

Izhodišče:

V rehabilitaciji po možganski kapi se v terapevtski praksi vedno pogosteje uporablja vadba v navidezni resničnosti (VR). Namen naše raziskave je bil ugotoviti, ali je vadba ravnotežja s pomočjo navideznega okolja pri bolnikih po možganski kapi enako učinkovita kot konvencionalna vadba ravnotežja. V ta namen smo uporabili tri specifične video igre za vadbo ravnotežja iz sistema REWIRE, ki jih je bilo možno funkcionalno posnemati s konvencionalno vadbo ravnotežja pri bolnikih po možganski kapi.

Metode:

V raziskavo, ki je potekala od junija 2016 do maja 2017 na Oddelku za rehabilitacijo bolnikov po možganski kapi na Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu – Soča (URI – Soča), je bilo vključenih 20 bolnikov, ki so bili naključno razdeljeni v testno (vadba ravnotežja s pomočjo navideznega okolja) in kontrolno skupino (konvencionalna vadba ravnotežja). Dodatna vadba ravnotežja je v obeh skupinah trajala pet dni. Dan pred začetkom vadbe in dan po koncu vadbe smo pri vseh bolnikih izvedli test hitrosti hoje na 10 metrov, časovno merjeni test vstani in pojdi, test korakanja v štirih kvadratih ter Modificirane klinične teste senzorične integracije.

Rezultati:

Po vadbi so bili rezultati testa hoje na 10 metrov in testa korakanja v štirih kvadratih pri testni skupini statistično značilno boljši, pri kontrolni skupini so se statistično značilno izboljšali izidi časovno merjenega testa vstani in pojdi in testa hitrosti hoje na 10 metrov. Med skupinama statistično pomembnih razlik po vadbi ni bilo.

Abstract

Background:

Rehabilitation of persons after stroke is using virtual reality (VR) in therapeutic practice more than ever. The objective of our study was to determine whether the balance training exercise within virtual environment can be as effective as the conventional balance training for persons after stroke. We used three specific “exergames” from the REWIRE system designed for balance training that were functionally very close to the conventional balance training for patients after stroke.

Methods:

Between June 2016 and May 2017, 20 patients of the Department for Rehabilitation of Patients After Stroke of the University Rehabilitation Institute in Ljubljana participated in the study. The participants were randomised into two groups: the experimental group training with additional VR “exergames” and the control group receiving additional conventional balance training. The additional balance exercises were limited to 5 days for both groups. Before and after the exercises, a set of clinical tests (the 10m walking test, the Timed up & go test, the Four Square Step Test and modified sensory integration tests) were conducted.

Results:

The Timed Up & Go test and the Four Square Step Test showed statistically significant improvements in the test group. The control group showed statistically significant improvement in 10m walk test and also the Timed Up & Go test. However, there were no statistically significant differences between the groups after the exercises.

Conclusions:

Balance training with REWIRE exergames was relatively simple to use and comparable with conventional balance training in terms of effectiveness. We believe that the additional therapeutic

Zaključek:

Vadba ravnotežja v navideznem okolju s sistemom video iger REWIRE je bila razmeroma preprosta in primerljivo učinkovita kot konvencionalna vadba ravnotežja. Ocenjujemo, da je lahko koristen dodaten terapevtski postopek pri rehabilitaciji bolnikov po možganski kapi.

Ključne besede:

vadba ravnotežja; rehabilitacija; možganska kap; navidezna resničnost

procedure may be useful in rehabilitation of persons after a stroke.

Key words:

balance training; stroke rehabilitation; virtual reality

UVOD

Ravnotežje je zahtevna motorična in kognitivna funkcija, na katero vplivajo številni dejavniki, kot so mišična zmogljivost, gibljivost, čutilni prilivi iz mišic in sklepov, vidnega ter vestibularnega sistema, kakor tudi kognitivni in čustveni dejavniki (1). Težave z ravnotežjem so po možganski kapi pogoste in prispevajo k slabi premičnosti in zmanjšujejo vsakodnevno dejavnost ter povečajo tveganje za padec (2).

V številnih člankih avtorji poročajo, da je za doseg nevroplastičnih sprememb v možganih, ki bi povzročile funkcionalno izboljšanje motoričnih funkcij, potrebno veliko število pravilnih ponovitev gibov (3 - 5). Ta pogoj izvedbe velikega števila ponovitev je v standardni kompleksni fizioterapevtski obravnavi zaradi pomanjkanja časa, usposobljenega strokovnega kadra in drugih težav pogosto zelo težko doseči (6, 7).

Zato se v terapevtski praksi vedno pogosteje uporablja vadba v navidezni resničnosti (VR), ki je lahko zelo raznovrstna in hkrati dobro nadzorovana, ker lahko nadziramo parametre vadbe ter tako usmerjamo ponovljive naloge. Parametre, kot so trajanje, število ponovitev, stopnja težavnosti in način izvedbe naloge lahko kadarkoli spremenimo, jih primerjamo, ocenimo in analiziramo (8).

Laver je s pregledom in metaanalizo raziskav s področja uporabe navidezne resničnosti pri bolnikih po možganski kapi potrdil učinkovitost vadbe za izboljšanje opravljanja vsakodnevni dejavnosti in funkcije okvarjenega zgornjega uda pri bolnikih po možganski kapi v navidezni resničnosti, dodani standardni terapevtski obravnavi (za podaljšanje terapevtskega časa), pa tudi v primerjavi z enakim obsegom standardne vadbe (9).

Pri rednem kliničnem delu na oddelku za rehabilitacijo bolnikov po možganski kapi URI - Soča že dalj časa poskušamo intenzivirati vadbo za izboljšanje ravnotežja, funkcije zgornjih udov in funkcije hoje s pomočjo navideznega okolja. Uporabljali smo na trgu dostopni sistem X - BOX (Microsoft Inc, ZDA, 10). Pri tem pa zahtevnosti vadbe pogosto nismo mogli ustrezno prilagoditi

bolnikovim sposobnostim. Vadba je bila zanje prezahtevna, manj zanimiva, terapevti pa so imeli težave z vrednotenjem bolnikovega napredka. Za sistem X - BOX je namreč za bolnike po možganski kapi razvitih le malo ustreznih videoiger, ki jih ni možno spreminjati in prilagajati.

V sklopu mednarodnega projekta Rehabilitative Wayout In Responsive home Environments (REWIRE) so s pomočjo fizioterapevtov razvili sistem video iger za vadbo v navideznem okolju, ki je osnovan na taksonomiji preprostih motoričnih spretnosti (*angl.* Gentile's Motor Skills Taxonomy). Cilj projekta je bil, da bi bolnikom, ki so zaključili z rehabilitacijo v rehabilitacijskem centru, omogočili nadaljevanje vadbe v domačem okolju (11). Na voljo je 17 različnih video iger. Vsaka od njih ima pet različnih težavnostnih stopenj. Večino iger se izvaja z ravnotežno desko (Wii Balance Board), nekaj pa s pomočjo Kinect kamere. Sistem REWIRE omogoča spreminjanje časa igranja, zajemanje številnih biomehanskih parametrov, povratne informacije (vidne in slušne) o kakovosti gibanja in drže ter ocenjevanje popolnosti izvedbe gibov in bolnikovega napredovanja.

Namen naše raziskave je bil ugotoviti, ali je vadba ravnotežja s pomočjo navideznega okolja pri bolnikih po možganski kapi enako učinkovita kot konvencionalna vadba ravnotežja. V ta namen smo uporabili tri specifične video igre za vadbo ravnotežja iz sistema REWIRE, ki jih je bilo možno funkcionalno posnemati s standardno vadbo ravnotežja pri bolnikih po možganski kapi.

METODE**Preiskovanci**

V raziskavo, ki je potekala od junija 2016 do maja 2017 (Clinical-Trials.gov identifier: NCT03282968) na Oddelku za rehabilitacijo bolnikov po možganski kapi URI - Soča, je bilo vključenih 20 bolnikov, ki so bili naključno razdeljeni v testno in kontrolno skupino, po 10 v vsako. Bolniki so izpolnjevali naslednja merila za vključitev: stanje po prvi možganski kapi, prvi sprejem v rehabilitacijske programe na URI - Soča, sposobnost sledenja

navodilom in zmožnost aktivnega sodelovanja (najmanj 25 točk od 30 možnih pri Kratkem preizkusu spoznavnih sposobnosti – KPSS (12)) ter sposobnost samostojne hoje (kategorije od 5 do 7 po lestvici FIM (13)). Dan pred začetkom petdnevne vadbe in dan po koncu vadbe smo bolnike ocenili z naslednjimi standardiziranimi testi: testom hitrosti hoje na 10 metrov (14, 15), časovno merjenim testom vstani in pojdi (16, 17), testom korakanja v štirih kvadratih (18, 19) ter Modificiranim kliničnim testom senzorične integracije (Rombergov test, Poostren Rombergov test, test stoje na levem in desnem spodnjem udu ter test stoje na penasti blazini (20 - 22), ki so bili izvedeni z odprtimi in zaprtimi očmi, z zadrževanjem položaja do največ 45 sekund). Bolniki so podpisali pristopno izjavo za sodelovanje v raziskavi. Raziskavo je odobrila Komisija za medicinsko etiko URI – Soča 2. 2. 2015.

Opis vadbe testne skupine

Vsi preiskovanci so imeli standardno fizioterapevtsko obravnavo, ki temelji na 45-minutni obravnavi z uveljavljenimi nevrofizioterapevtskimi postopki, določenimi individualno glede na kratkoročne in dolgoročne cilje rehabilitacije, 5-krat tedensko. Testna skupina je poleg ustaljenega nevrofizioterapevtskega programa dodatno vadila ravnotežje s pomočjo treh izbranih iger iz nabora sistema REWIRE pet dni zapovrstjo po 15 min. Vsebine video iger v sistemu REWIRE so »Življenje na kmetiji«, kar naj bi pri bolnikih povzročalo mirno in sproščeno vzdušje. Večinoma se video igre izvaja z ravnotežno desko (Wii Balance Board), nekaj pa s pomočjo Kinect kamere. Pri vadbi s Kinect kamero ima v igri bolnik vlogo Avatarja in izvaja naloge s spreminjanjem položaja telesa. Sistem REWIRE omogoča spreminjanje časa igranja, zajemanje številnih biomehanskih parametrov, povratne informacije (vidne in slušne) o kakovosti gibanja in drže ter ocenjevanje popolnosti izvedbe gibov in bolnikovega napredovanja.

Od 17 razpoložljivih video iger smo izbrali tri specifične za vadbo ravnotežja, ki jih je bilo možno funkcionalno posnemati s standardno vadbo ravnotežja pri bolnikih po možganski kapi. Vsaka od njih ima pet težavnostnih stopenj. V raziskavi smo zaradi lažje primerljivosti uporabljali pri vseh treh video igrah le tretjo stopnjo težavnosti.

Preiskovanec je najprej tri minute vadil igro »Lovilec sadja« (»Fruit catcher« - prenosi teže). Temu je sledil triminutni počitek. Nato je tri minute izvajal igro »Jezdec« (»Horse runner« - počepi). Sledil je ponovni triminutni počitek. Na koncu je vadil še tri minute z igro »Žive ovire« (»Animal hurdler« - izmenična stoja na eni nogi). Med vadbo je stal na ravnotežni deski (Wii Balance Board) in nalogo, ki jo je opazoval na televizijskem zaslonu, izvajal s spreminjanjem položaja telesa. Zaradi varnosti se je med vadbo po potrebi lahko držal trdne opore. Med odmorom je sedel. Fizioterapevt je bil prisoten ves čas vadbe in je, če je bilo potrebno, bolniku nudil fizično pomoč ali dodatna pojasnila.

Pri igri »Lovilec sadja« je bolnik v obliki Avatarja stal pod drevesom in imel na glavi košaro, v katero je lovil jabolka, ki so padla z vej. Pri tretji stopnji, ki smo jo uporabljali med raziskavo, so jabolka padala izmenično z leve in desne strani drevesa, z

istega mesta, v enakomernem časovnem obdobju. Če je hotel preiskovanec uspešno ujeti jabolko v košaro, je moral enakomerno prenašati težo z enega na drugi spodnji ud ter paziti na simetrično stojo. Če je težo prenesel prepozno, v premajhnem obsegu, s prekomernim nagibom trupa ali asimetrično, je prejel zvočno in vidno opozorilo, da naloga ni bila pravilno izvedena. Sistem REWIRE ob pomoči Kinect kamere in ravnotežne deske (Wii Balance Board) namreč zaznava bolnikov nagib hrbtenice v frontalni in sagitalni ravnini ter položaj trupa in kolen v sagitalni ravnini. Če je bolnik pravilno ujel jabolko v košaro, je prejel določeno število točk, ki so se seštevale.



Slika 1: Igra »Lovilec sadja«.

Figure 1: The »Fruit catcher« game.

Pri igri »Jezdec« je bolnik kot Avatar jahal konja, ki se je samostojno sprehajal skozi gozd. Jezdec se je moral ves čas izmikati vejam, ki bi ga lahko zadele v glavo. Tako je moral bolnik v bližini drevesa izvesti počep in ga zadržati vsaj dve sekundi, da se je veji izognil, nato se je moral počasi vzravnavati. Ko se je vzravnaval, se je z glavo dotaknil kozarca medu, ga na ta način pobral in s tem pridobil točke. Zaradi varnosti je bil med vadbo za bolnikom ves čas pripravljen stol, na katerega bi lahko sedel, če bi bilo to potrebno. Poleg tega je imel bolnik na dosegu rok trdno oporo, ki jo je lahko uporabil, če se mu je naloga zdela prezahtevna. Tudi pri tej igri sistem REWIRE s kamero Kinect in ravnotežno desko (Wii Balance Board) zaznava bolnikov nagib hrbtenice v frontalni in sagitalni ravnini ter položaj stopal v sagitalni ravnini.

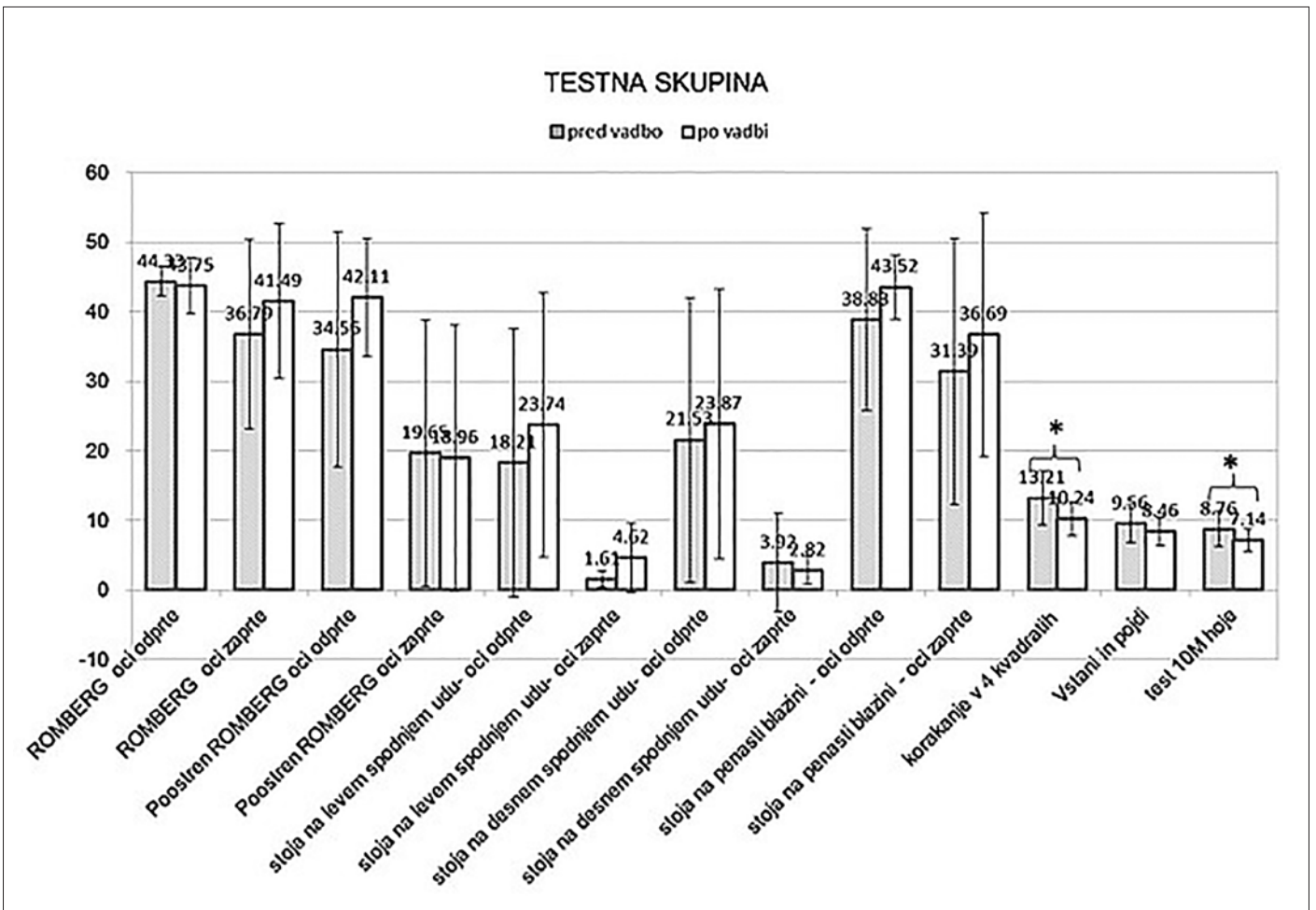
Pri igri »Žive ovire« je bolnik kot Avatar stal na travniku. Njegova naloga je bila, da je ob pravem času izmenično dvignil nogo za najmanj dve sekundi. V nalogi se mu je približeval deževnik, izmenično z leve ali desne strani. Z dvigom noge je moral deževniku omogočiti, da je zlezal mimo, ne da bi ga zadel ali pohodil. Tudi pri tej igri sistem REWIRE s kamero Kinect in ravnotežno desko (Wii Balance Board) zaznava bolnikov nagib hrbtenice v frontalni in sagitalni ravnini. Bolnik je imel možnost trdne opore, zlasti če je težko dvigoval okvarjeni spodnji ud ali stal na okvarjenem spodnjem udu. Zaradi pojava asimetrije v trupu je namreč lahko prišlo do slabšega rezultata.



Slika 2: Igra »Jezdec«.
Figure 2: The »Horse runner« game.



Slika 3: Igra »Žive ovire«.
Figure 3: The »Animal hurdler« game.



Slika 4: Rezultati prvih in drugih meritev pri testni skupini (stolpci prikazujejo povprečja, navpične črte prikazujejo interval ± 1 SD; * $p < 0,05$).

Figure 4: Results of the first and second measurements in the experimental group (bars depict means, error bars depict ± 1 SD interval; * $p < 0.05$).

Opis vadbe bolnikov v kontrolni skupini

Kontrolna skupina je poleg ustaljenega nefizioterapevtskega programa pet dni zapovrstjo 15 minut dodatno izvajala vaje za ravnotežje ob lestvini. Časovni potek vadbe in izbor vaj je v celoti posnemal vadbo testne skupine. Tako je bolnik najprej tri minute vadil prenose teže z levega na desni spodnji ud (na vsakem je tri minute izvajal počepce. Ponovno je sledil triminutni počitek. Na koncu pa je vadil še tri minute izmenično dvigovanje spodnjih udov (kakor da bi stopal na pručko). Zaradi varnosti in nudenja morebitne pomoči je bil ves čas vadbe prisoten fizioterapevt.

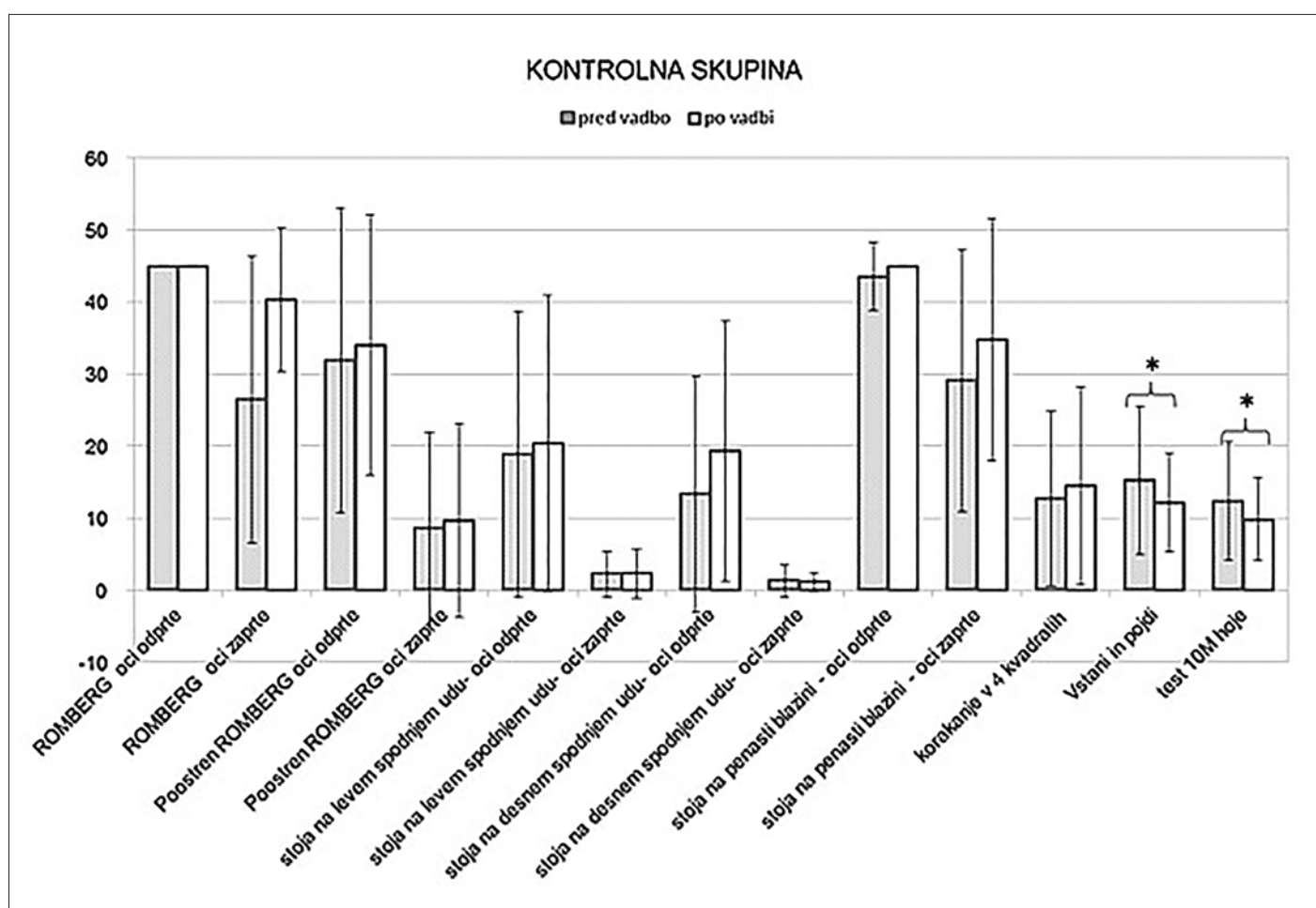
Statistična analiza

Za vse obravnavane spremenljivke smo izračunali opisne statistike. Za testiranje razlike v povprečni vrednosti številskih spremenljivk med prvo in drugo meritvijo smo uporabili Wilcoxonov test predznačenih rangov, za primerjavo med testno in kontrolno skupino pa test Manna in Whitneyja. Stopnjo statistične značilnosti smo postavili pri $p = 0,05$. Za analizo podatkov smo uporabili programje Matlab Statistical Toolbox (MathWorks, Natick MA, USA) (23) in GNU PSPP (Free Software Foundation, Inc., Boston MA, USA).

REZULTATI

V testno skupino je bilo vključenih 10 bolnikov, šest moških in štiri ženske, pet z levostransko okvaro, štirje z desnostransko in eden z obojestransko. Povprečna starost bolnikov je bila 50 let (razpon od 38 do 65 let), povprečno število točk pri KPSS je bilo 28,6 (razpon od 27 do 30 točk). V kontrolno skupino je bilo vključenih 10 bolnikov, devet moških in ena ženska, štirje bolniki z levostransko okvaro in šest z desnostransko okvaro. Povprečna starost bolnikov je bila 52 let (razpon od 18 do 66 let), povprečno število točk pri KPSS je bilo 27,6 (razpon od 25 do 30 točk). Razen glede spola ($p = 0,030$) se skupini po starosti, strani nevrološke okvare in KPSS med seboj nista statistično značilno razlikovali.

Na Sliki 4 so predstavljeni rezultati prvih in drugih meritev testne skupine, na Sliki 5 pa rezultati prvih in drugih meritev kontrolne skupine. Pri testni skupini je prišlo do statistično značilne razlike pri testu hitrosti hoje na 10 metrov ($p = 0,008$) in pri testu korakanja v štirih kvadratih ($p = 0,009$). Pri časovno merjenem testu vstani in pojdi pa kljub temu, da je pri osmih bolnikih prišlo do izboljšanja rezultata, statistično značilne razlike ni bilo ($p = 0,092$). Pri kontrolni skupini smo statistično značilni razliki ugotovili pri časovno merjenem testu vstani in pojdi ($p = 0,011$) in pri testu



Slika 5: Rezultati prvih in drugih meritev pri kontrolni skupini (stolpci prikazujejo povprečja, navpične črte prikazujejo interval ± 1 SD; * $p < 0,05$).

Figure 5: Results of the first and second measurements in the control group (bars depict means, error bars depict ± 1 SD interval; * $p < 0.05$).

hitrosti hoje na 10 metrov ($p = 0,008$). Med testno in kontrolno skupino statistično značilnih razlik ni bilo, razen pri testu stoje na desni nogi z zaprtimi očmi ($p = 0,035$) in pri Poostrenem Rombergovem testu z zaprtimi očmi ($p = 0,050$).

RAZPRAVA

Po rezultatih kliničnih testov ugotavljamo, da je prišlo pri obeh skupinah v relativno kratkem času vadbe do statistično pomembnega napredka pri časovnem testu hitrosti hoje na 10 metrov ($p < 0,05$), vendar brez statistično pomembnih razlik med skupinama. Izboljšanje funkcije ravnotežja smo pri testni skupini zaznali s testom korakanja v štirih kvadratih ($p = 0,009$), pri kontrolni skupini pa s časovno merjenim testom vstani in pojdi ($p = 0,011$). Tudi Wuest je raziskovala učinke vadbe ravnotežja s pomočjo sistema REWIRE in ugotovila, da je pri starostnikih, ki so bili v raziskavo vključeni, prišlo do izboljšanja funkcije hoje, ravnotežja in do pozitivnih učinkov pri izvedbi dnevnih aktivnosti (24).

Corbetta je ugotovil, da dokazov o učinkovitosti vadbe z navidezno resničnostjo še vedno ni dovolj, vendar pa so jasno vidni pozitivni učinki vadbe, ko se ta dodaja standardni fizioterapevtski obravnavi (25). Podobno navajajo tudi nizozemske klinične smerice za rehabilitacijo po možganski kapi, v katerih je zapisano, da ostaja še nedokazano, ali je vadba z navidezno resničnostjo primernejša od ostalih metod za izboljšanje hoje, lahko pa se uporablja kot dodatek k standardnim postopkom (26). Učinki vadbe z navidezno resničnostjo na ravnotežje in hojo ostajajo, v primerjavi z raziskavami rehabilitacije za zgornji ud, manj raziskani. Izsledki kažejo na izboljšanje simetrije telesa, ravnotežja, mišične moči, hitrosti hoje in kakovosti hoje po stopnicah (27, 28). Tako je Llorens v svoji raziskavi dokazal, da vadba z uporabo navidezne resničnosti lahko izboljša ravnotežje pri bolnikih po možganski kapi (29).

V primerjavi s komercialno dostopnimi sistemi za vadbo v navideznem okolju sistem REWIRE prinaša prednosti za bolnike po možganski kapi. Prednost vidimo predvsem v enostavnem prilagajanju različnih ključnih parametrov, kot so trajanje, pogostost in intenzivnost vadbe ter načina izvedbe naloge, možnosti njihove primerjave, ocenjevanja in analiziranja. Kljub temu, da med raziskavo stopnje zahtevnosti nismo spreminjali, je stopnja zahtevnosti pri vsakodnevem kliničnem delu zelo pomembna, saj vpliva na uspešnost izvajanja igre in na zadovoljstvo bolnika. Podobno je tudi s trajanjem vadbe, ki ga zaradi enakosti pogojev v raziskavi sicer nismo spreminjali, a je prav tako zelo pomembno, saj se lahko z njim prilagajamo bolnikovim sposobnostim, hkrati pa sledimo sodobnemu načelu ponavljajoče se vadbe. Dokazano je, da je število ponovitev pri vadbi določene dejavnosti ključno za izboljšanje gibanja. Ponavljanje skupaj s selektivno pozornostjo omogoči spremembo zapisa pravilne izvedbe gibalne naloge iz kratkoročnega v dolgoročni spomin, oz. spodbudi plastičnost centralnega živčevja (30). Pomembni so tudi motivacijski dejavniki posameznika, zato je velika prednost sistema REWIRE možnost izbire različnih iger. Pri raziskavi smo se sicer osredinili le na

tri tipske igre, v sistemu pa lahko fizioterapevt poišče različne sorodne vadbe, prilagojene bolnikom z različnimi sposobnostmi. K prednostim sistema štejemo tudi spodbujanje učenja na podlagi povratnih informacij, ki jih bolnik prejema med vadbo. V naši testni skupini so postali bolniki, ki so bili kognitivno bolj sposobni, po petih dneh vadbe precej samostojni in so marsikatero aktivnost zadnji dan lahko izvajali samostojno, terapevt pa je skrbel le za varnost izvedbe.

Pomanjkljivosti pri uporabi sistema REWIRE, ki so nas najbolj motile, so povezane s povratnimi informacijami (slušne in vidne) o drži in kakovosti gibanja. Dovoljen je le manjši odmik od sredine, kar je bilo za večino bolnikov prezahtevno. Če je bolnik večkrat zapored dobil zvočno in vidno navodilo, da mora bolj pravilno izvesti nalogo, mu je to povzročilo nelagodje, nezadovoljstvo, včasih celo jezo. Zaradi previsoke zahtevnosti nepravilnosti pri drži kljub trudu ni uspel odpraviti. Npr. pri igri »Jezdec« so se bolniki pogosto hitro utrudili in težje kontrolirali položaj trupa med počepom. Navidezna terapevtka je namreč med počepom zahtevala, da je trup precej zravnano, kar pa je bilo za bolnika pretežko, poleg tega je pri nekaterih bolnikih po treh minutah prišlo do večje utrujenosti mišic v obeh spodnjih udih. Pri igri »Žive ovire« so bolniki pogosto dobili informacijo, da so spodnji ud premalo dvignili, prepozno ali preveč asimetrično, kar je bolnikom povzročilo nelagodje. Zaradi popravkov, ki jih je zahtevala navidezna terapevtka, je bolnik namesto predvidenih treh minut zaradi prekinitvev, potrebnih za izboljšanje položaja oz. izvedbe naloge, posamezno igro izvajal lahko precej dlje - maksimalno celo do desetih minut. Po drugi strani smo pri igri »Lovilec sadja« opažali zlasti pri kognitivno boljših bolnikih, da je igra na tretji stopnji postajala nezanimiva. Igro so nekateri bolniki precej hitro osvojili in jo izvajali brez posebnih težav, zato so sčasoma izgubili motivacijo.

Pri večini bolnikov je bila za varno izvedbo nalog potrebna zunanja opora, sicer naloge niso uspeli dokončati. Bolniki so pogosto potrebovali tudi dodatna navodila, usmeritve, popravke ali taktilne informacije s strani fizioterapevta, zlasti pri nadzoru položaja kolena na okvarjeni strani, zagotavljanju ustreznega položaja okvarjenega zgornjega uda in glave, ker sistem teh informacij ni zaznal. Navidezna terapevtka tovrstnih povratnih informacij, ki so za kakovost gibanja tudi zelo pomembne, ni sporočala. Navodila in povratne informacije zaenkrat tudi niso prilagojene slovenskemu govornemu področju, zato so bolniki potrebovali pomoč pri izvajanju vadbe tudi zaradi jezika.

Pri sistemu REWIRE se nam je zdelo slabo podajanje povratnih informacij o skupnem seštevku točkovanja. Pri vsaki nalogi je bolnik prejel točke za uspešnost pri izvedbi naloge, na koncu pa poročilo o uspešnosti glede na seštevke vseh točk. Večkrat smo zasledili, da je bolnik nalogo izvedel z več napakami in zbral med vadbo malo točk, a je kljub temu prejel nagrado. Take informacije za bolnika seveda niso ustrezne.

Tako kot pri izvajanju ostalih rehabilitacijskih postopkov je tudi pri vadbi s sistemom REWIRE potrebno upoštevati bolnikove funkcijske in kognitivne sposobnosti oz. omejitve le-teh. Vadba

s sistemom REWIRE je kljub možnosti prilagajanja stopnje zahtevnosti še vedno lahko prezahtevna za bolnike z večjo stopnjo motnje gibanja. Prav tako je potrebno biti zelo pozoren tudi pri bolnikih z večjo stopnjo kognitivne okvare, da se vadba ustrezno prilagodi oz. da se z vadbo predčasno zaključi, če se izkaže, da je vadba prenaporna. Nekaj bolnikov z okvaro v desni možganski polobli je imelo kljub relativno visoki oceni na KPSS velike težave pri izvajanju posameznih video iger. Med celotno vadbo so potrebovali pomoč fizioterapevta. Bolniki z dobrimi kognitivnimi zmoglostmi in zmoglostmi gibanja pa so pomoč fizioterapevta potrebovali le v začetni fazi oz. ob prehodu na zahtevnejšo stopnjo. Čeprav so video igre v sistemu REWIRE izdelane po meri bolnikov, je pri vadbi v navideznem okolju potreben vsaj v začetnem obdobju nadzor terapevta.

ZAKLJUČEK

Na podlagi rezultatov raziskave in pridobljenih izkušenj lahko zaključimo, da je vadba ravnotežja v navideznem okolju z video igrami iz sistema REWIRE primerljivo učinkovita kot standardna vadba ravnotežja. Za lažjo in širšo uporabo v kliničnem okolju bi bilo potrebno še izpopolnjevanje sistemskih rešitev.

Literatura:

1. Massion J. Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. *Prog Neurobiol.* 1992; 38(1): 35–56.
2. Tyson SF, Hanley M, Chillala J, Selley A, Tallis RC. Balance disability after stroke. *Phys Ther.* 2006; 86(1): 30–8.
3. Plautz EJ, Milliken GW, Nudo RJ. Effects of repetitive motor training on movement representations in adult squirrel monkeys: role of use versus learning. *Neurobiol Learn Mem.* 2000; 74 (1): 27–55.
4. Kwakkel G. Impact of intensity of practice after stroke: issues for consideration. *Disabil Rehabil.* 2006; 28(13-14): 823–30.
5. Lang CE, Macdonald JR, Reisman DS, Boyd L, Jacobson Kimberley T, Schindler-Ivens SM, et al. Observation of amounts of movement practice provided during stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009; 90(10): 1692–8.
6. Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol.* 2009; 8(8): 741–54.
7. Foley N, Teasell RW, Bhogal SK, Doherty T, Speechley MR. The efficacy of stroke rehabilitation. *Top Stroke Rehabil.* 2003; 10(2): 1–18.
8. Jack D, Rares B, Merians AS, Tremaine M, Burdea GC, Adamovich S, et al. Virtual reality - enhanced stroke rehabilitation. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2001; 9(3): 308–318.
9. Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015; 12(2): CD008349.
10. Vukan L. Vadba s sistemom Xbox Kinect pri bolniku po možganski kapi: poročilo o primeru [diplomska naloga]. Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za fizioterapijo; 2016.
11. Rehabilitative workout in responsive home environments (REWIRE); 2011 Dostopno na: www.rewire-project.eu (citirano: 09. 11. 2018).
12. Granda G, Mlakar J, Vodusek DB. Kratek preizkus spoznavnih sposobnosti – umerjanje pri preiskovancih, starih od 55 do 75 let. *Zdrav Vestn.* 2003; 72(10): 575–81.
13. Grabljevec K. Funkcijsko ocenjevanje izida rehabilitacije z Lestvico funkcijske neodvisnosti 'FIM'. *Rehabilitacija.* 2004; 3(1–2): 13–21.
14. Wade DT. *Measurement in neurological rehabilitation.* Oxford ; New York ; Tokyo : Oxford University Press; cop. 1992.
15. Puh U. Test hoje na 10 metrov. *Fizioterapija.* 2014; 22(1): 45–54.
16. Podsiadlo D, Richardson S. The timed »Up and Go«: a test of basic functional mobility for frailelderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991; 39(2): 142–8.
17. Jakovljević M. Časovno merjeni test vstani in pojdi. *Fizioterapija.* 2013; 21(1): 38–47.
18. Dite W, Temple VA. A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002; 83(11): 1566–71.
19. Sonc N, Rugelj D. Normativne vrednosti časovno merjenega testa korakanja v štirih kvadratih. *Fizioterapija.* 2014; 22(1): 31–7.
20. Puh U, Pavlič N, Hlebš S. Test stoje na eni nogi kot modificiran klinični test senzorične interakcije: zanesljivost posameznega preiskovalca pri ocenjevanju zdravih mladih odraslih. *Fizioterapija.* 2015; 23(1): 30–40.
21. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction on balance. suggestions from the field. *Phys Ther.* 1986; 66(10): 1548–50.
22. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: theory and practical applications.* Baltimore (MD): Williams & Wilkins; 1995; 323–4.
23. Statistics toolbox: for use to MATLAB. The MathWorks. Dostopno na: http://cda.psych.uiuc.edu/matlab_pdf/stats.pdf (citirano 9. 11. 2018).
24. Wuest S, Borghese NA, Pirovano M, Mainetti R, van de Langerberg R, de Bruin ED. Usability and effects of an exergame – based balance training program. *Games Health J.* 2014; 3(2): 106 – 114.
25. Corbetta D, Imeri F, Gatti R. Rehabilitation that incorporate virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review. *J Physiother.* 2015; 61(3): 117 – 124.
26. Veerbek J, van Wegen E, van Peppen RPS, Kwakkel G. et al. Clinical practice guideline for physical therapy after stroke. Dostopno na: https://www.researchgate.net/publication/282247781_Clinical_Practice_Guideline_for_Physical_Therapy_after_Stroke_Dutch_KNGF-richtlijn_Beroerte (citirano 09. 11. 2018).
27. Mirelman A, Bonato P, Deutsch JE. Effects of training with robot – virtual reality system compared with a robot alone on the gait of individuals after stroke. *Stroke.* 2009; 40(1): 169 – 174.
28. Yom C, Cho HY, lee B. Effects of virtual reality-based ankle exercise on the dynamic balance, muscle tone, and gait of stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2015; 27(3): 845 – 9.
29. Llorens R, Gil-Gomez JA, Alcaniz M, Colomer C, Noe E. Improvement in balance using a virtually reality – based stepping exercise: a randomised controlled trial involving individuals with stroke. *Clin Rehabil.* 2014; 2 (3): 261 – 8.
30. Lederman E. *Neuromuscular rehabilitation in manual and physical therapies: principles to practice.* Edinburgh: Churchill Livingstone/Elsevier; 2010.