

Takojšnji vpliv masaže stopala na stoji na eni nogi in hitrost hoje pri pacientih po možganski kapi

Immediate effects of foot massage on one-leg stance and gait speed in stroke patients

Neža Šparovec¹, Marko Rudolf², Urška Puh¹

IZVLEČEK

Uvod: Različne senzorične spodbude, med katere spada tudi masaža, lahko vplivajo na povečanje senzibilitete in izboljšanje gibalnih sposobnosti pacientov po možganski kapi. Namen študije je bil ugotoviti, ali ima ročna masaža stopala in gležnja kratkoročni pozitiven učinek na ravnotežje in hitrost hoje. **Metode:** V raziskavo je bilo vključenih 20 pacientov po možganski kapi in 20 zdravih preiskovancev. Pri vseh smo dva dni zapored izvajali test stoji na eni nogi na trdi in mehki podlagi, z odprtimi in zaprtimi očmi, pri pacientih pa tudi test sproščene in hitre hoje na deset metrov. Testiranje smo opravili pred masažo naključno izbranega stopala in po njej. Naslednji dan smo masirali drugo nogo. Za primerjavo rezultatov pred masažo in po njej smo uporabili t-test za odvisna vzorca. **Rezultati:** Po masaži so se v večini testnih pogojev povprečne vrednosti ravnotežja na masirani in nemasirani nogi izboljšale, statistično značilne razlike so se pokazale le pri zdravih preiskovancih. Statistično značilno se je izboljšala tudi hitrost hitre hoje po masaži okvarjene noge. **Zaključki:** Masažo stopala okvarjene noge je pri pacientih po možganski kapi smiselno izvajati, saj vpliva na izboljšanje sposobnosti hitre hoje. Za potrditev učinkov in mehanizmov delovanja masaže stopala so potrebne nadaljnje raziskave.

Ključne besede: možganska kap, ravnotežje, senzorične spodbude, masaža stopala in gležnja.

ABSTRACT

Background: Various sensory stimulations, including massage, might increase somatosensation and improve motor abilities of patients after stroke. The purpose of the study was to establish short-term effects of manual foot and ankle massage on balance and gait speed in stroke patients. **Methods:** 20 patients after stroke and 20 healthy subjects participated in the study. Patients and healthy subjects performed one-leg stance test on firm and compliant surface with eyes opened and closed, for two consecutive days. Additionally, patients performed 10-meter walk test with comfortable and fast speed. The assessment was performed before and after the massage of the randomly selected leg. The other leg was massaged the next day. For comparison of data before and after massage, a paired samples t-test was used. **Results:** After the massage the average one-leg stance test performance of patients improved in most test conditions on the massaged and the unmassaged foot; which was statistically significant only in healthy subjects. After the massage of the affected leg, the increase of fast walking speed was statistically significant. **Conclusion:** We might recommend the use of therapeutic massage of the impaired foot in stroke patients, as it affects the improvement of fast gait. To confirm the mechanisms and effects of foot massage further research is needed.

Key words: stroke, balance, gait, sensory stimulations massage of foot and ankle.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

² Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije Soča, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: doc. dr. Urška Puh, dipl. fiziot.; e-pošta: urska.puh@zf.uni-lj.si

Prispelo: 19.05.2013

Sprejeto: 30.06.2013

UVOD

Okvare občutenja po možganski kapi so prisotne pri več kot polovici pacientov (1) in obsegajo različne okvare površinskega in globokega občutenja (2). V primerjavi z okvarami občutenja pri mišično-skeletnih poškodbah in z nekaterimi okvarami perifernega živčevja pri pacientih po možganski kapi senzorični receptorji in periferno živčevje niso okvarjeni, moteni pa sta zaznava in obdelava senzoričnih informacij v osrednjem živčevju (3).

Okvare občutenja s hkratnimi okvarami gibalnih sposobnosti negativno vplivajo na potek in izid rehabilitacije, smrtnost, število bolnišničnih dni in funkcijsko okrevanje pacientov po možganski kapi (1), poleg tega je bila potrjena povezanost med zmanjšanim občutenjem v stopalu in motnjo ravnotežja (4, 5) ter večjo nagnjenostjo za padce (1). Ugotovljeno je bilo, da imajo pacienti po možganski kapi s slabšim globokim občutenjem v gležnju značilno večje nihanje telesnega težišča v primerjavi s pacienti z normalnim občutkom za položaj in gibanje spodnjega uda (4). Če se spremembam gibalnih sposobnosti po možganski kapi pridružijo še okvare občutenja, je verjetnost nepravilne mišične aktivacije in vzorca hoje ter neprimernih odgovorov na motnje ravnotežja med hojo in stojo večja (6).

Spodbujanje okrevanja senzoričnih sposobnosti po možganski kapi, predvsem občutkov za propriocepcijo in kinestezijo, temelji na izvajanju različnih oblik senzoričnih spodbud, ki obsegajo kakršno koli obliko aktivne vadbe ali aktivnega gibanja z okvarjenim udom, povečevanje aferentnega senzoričnega priliva s pasivnimi manualnimi tehnikami in zmanjševanje vidne povratne informacije (3). Sullivan in Hedman (1) sta v Cochranovem pregledu literature razdelila postopke za spodbujanje globokega in površinskega občutenja po vrsti aplikacije na elektrostimulacijo, toplotno stimulacijo, akupunkturo, vibracijo ter senzorično in proprioceptivno vadbo. Schabrun in Hillier (7) pa sta postopke za spodbujanje občutenja razdelila po vključenosti pacienta na pasivne senzorične spodbude ter aktivno senzorično vadbo. Ugotovljeno je bilo, da nekatere oblike pasivnih senzoričnih spodbud vplivajo na izboljšanje površinskega in globokega občutenja, ravnotežja

ter hitrost in mehaniko hoje (1, 7). Spodbujanje številnih senzoričnih prilivov je pomembno tudi za ohranjanje normalne telesne sheme v senzorično-motorični možganski skorji. Kljub pogostim okvaram občutenja pri pacientih po možganski kapi je spodbujanju okrevanja občutenja v rehabilitaciji namenjeno premalo pozornosti (7). Masažo stopala uvrščamo med pasivne senzorične spodbude (3). Predvidevamo, da bi lahko pri pacientih po možganski kapi z njeno uporabo vplivali na povečanje lokalne cirkulacije, stimuliranje kožnih (8) in sklepnih receptorjev (3), zmanjšanje mišičnega tonusa (9) ter izboljšanje občutenja (10).

Namen te raziskave je bil ugotoviti, ali ima klasična terapevtska masaža stopala okvarjene ali neokvarjene noge pri pacientu po možganski kapi kratkoročni pozitivni učinek na vzdrževanje ravnotežja na eni nogi in hitrost hoje. Kratkoročne učinke enakega terapevtskega postopka na ravnotežje smo ugotavljali tudi pri zdravih preiskovancih.

METODE

Preiskovanci

V študijo je bilo vključenih 20 pacientov po možganski kapi ($53,8 \pm 11,5$ leta) in 20 enako starih zdravih prostovoljcev ($54,7 \pm 11,8$ leta). V vsaki skupini je bilo 17 moških in 3 ženske. Pacienti po možganski kapi so bili v času študije vključeni v rehabilitacijski program na Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu Republike Slovenije Soča. Utrpeli so prvo možgansko kap, razumeli so osnovna navodila in so lahko brez pomoči druge osebe opravljali test stoje na eni nogi ter test hitrosti hoje na deset metrov. Iz raziskave so bili izključeni pacienti, ki so imeli že pred možgansko kapjo obliko senzoričnega primanjkljaja ali so že pred možgansko kapjo uporabljali pripomoček za hojo. Pri zdravih preiskovancih so bila merila za vključitev stabilno zdravstveno stanje, sposobnost izvajanja testa na eni nogi, razumevanje navodil in pripravljenost sodelovanja.

Merilni postopki

Pacienti so opravljali test stoje na eni nogi in test hitrosti hoje na deset metrov, zdravi preiskovanci pa so opravljali le test stoje na eni nogi. Testiranje

se je izvajalo pred masažo in po njej, dva dni zaporedoma, v enakem časovnem terminu in prostoru. Izbor testirane in masirane noge je bil naključen, izbran z žrebom ene izmed štirih kombinacij. Med testiranjem preiskovancev nismo verbalno spodbujali.

Test stoje na eni nogi je potekal po standardnem postopku (11), pri čemer je bil sklop meritev sestavljen iz izmeničnih meritev stoje na eni in drugi nogi z odprtimi in zaprtimi očmi, na trdi in mehki podlagi (blazina Bebalanced, Airex). Vsaka meritev se je opravljala trikrat, razen če je bil v prvem ali drugem poskusu dosežen čas 45 sekund (12). Če preiskovanec ni bil sposoben stoje z zaprtimi očmi na trdi podlagi ali stoje z odprtimi očmi na mehki podlagi, testiranja nismo nadaljevali.

Pri pacientih po možganski kapi smo za ugotavljanje hitrosti sproščene in hitre hoje izbrali test hoje na deset metrov z dinamičnim začetkom (13). Merjenje hoje se je izvajalo v obutvi in s pripomočki za hojo (opornice za gleženj in stopalo: $n = 4$; sprehajalna palica: $n = 5$; bergla: $n = 2$; hodulja s kolesi: $n = 1$), ki so jih pacienti redno uporabljali v funkciji. Celotna razdalja testa je znašala 14 metrov, merili smo čas, ki ga je pacient potreboval za osrednjih deset metrov. Z ročno štoparico smo opravili tri zaporedne meritve časa sproščene hoje, nato še tri zaporedne meritve hitre hoje.

Terapevtski postopek

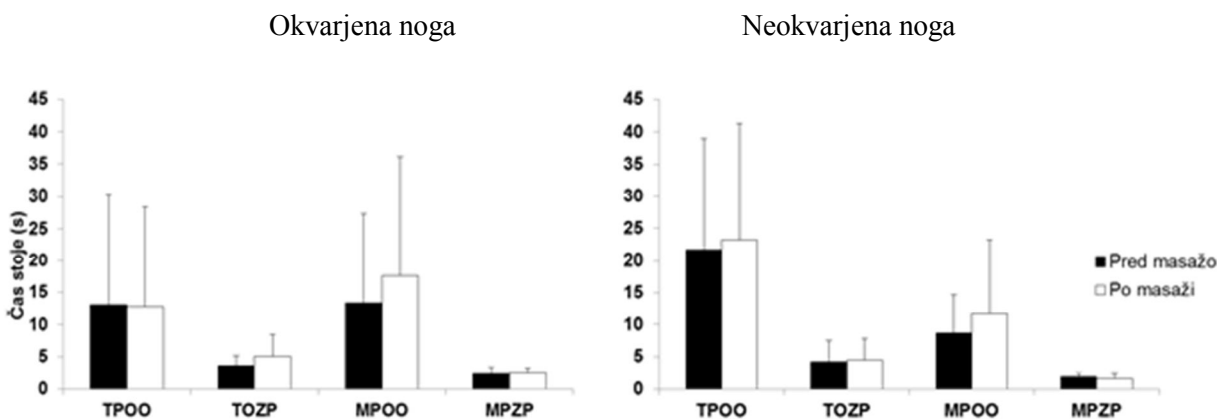
Prvemu testiranju je sledila od 5- do 7-minutna klasična terapevtska (ročna) masaža z žrebom določene noge. Preiskovanec je ležal na hrbtu na terapevtski mizi z rahlo dvignjenim vzglavjem. Masaža je bila izvedena z manjšo količino pudra. Obsegala je površinsko gladenje in gnetenje dorzalne strani stopala, gladenje plantarne strani stopala s palci ter pestjo, gladenje okoli gležnja in gladenje ahilove kite (9, 14). Enako masažo smo ponovili naslednji dan, vendar na drugem spodnjem udju.

Metode statistične analize

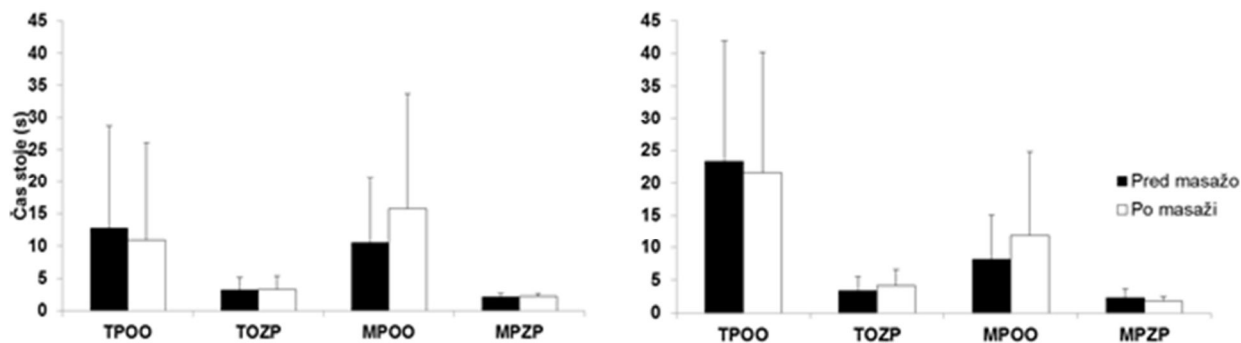
Za statistično analizo smo uporabili program SPSS in Excel 2007. Za primerjavo povprečnih vrednosti pred masažo in po njej smo uporabili parni t-test za odvisne spremenljivke. Meja statistične pomembnosti je bila določena s $p \leq 0,05$.

REZULTATI

Primerjava rezultatov testa stoje na masirani nogi pred masažo in po njej je bila pri pacientih po možganski kapi narejena posebej za okvarjeno in neokvarjeno nogo. Test stoje na okvarjeni nogi na trdi podlagi z odprtimi očmi je izvedlo vseh 20 pacientov, z zaprtimi očmi 8 ter na mehki podlagi z odprtimi očmi 10 in zaprtimi očmi 6. Po masaži smo pri večini testnih pogojev tako na masirani nogi (slika 1) kot tudi na nemasirani (slika 2) nogi opazili boljše rezultate, vendar razlike niso bile statistično značilne.



Slika 1: Primerjava povprečnih vrednosti testa stoje na eni nogi (TPOO – trda podlaga, oči odprte; TPOZ – trda podlaga, oči zaprte; MPOO – mehka podlaga, oči odprte; MPZP – mehka podlaga, oči zaprte) za masirano nogo pred masažo in po njej pri pacientih po možganski kapi

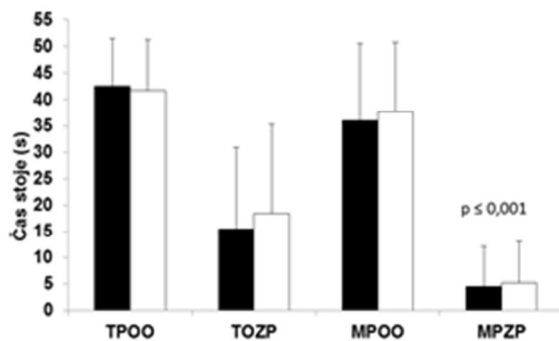


Slika 2: Primerjava povprečnih vrednosti testa stoji na eni nogi (TPOO – trda podlaga, oči odprte; TPOZ – trda podlaga, oči zaprte; MPOO – mehka podlaga, oči odprte; MPZP – mehka podlaga, oči zaprte) za nemasirano nogo pred masažo in po njej pri pacientih po možganski kapi

Po masaži stopala smo tudi pri zdravih preiskovancih na masirani nogi opazili boljše rezultate, vendar se je statistično značilna razlika pokazala le pri stoji na mehki podlagi z zaprtimi očmi ($p < 0,001$) (slika 3). Prav tako smo s primerjavo rezultatov stoji na nemasirani nogi

ugotovili, da so se rezultati po masaži izboljšali v večini testnih pogojev. Statistično značilne razlike smo ugotovili za izvedbo na trdi podlagi z zaprtimi očmi ($p \leq 0,05$) ter na mehki podlagi z odprtimi očmi ($p \leq 0,05$) in v zaprtimi očmi ($p \leq 0,01$) (slika 3).

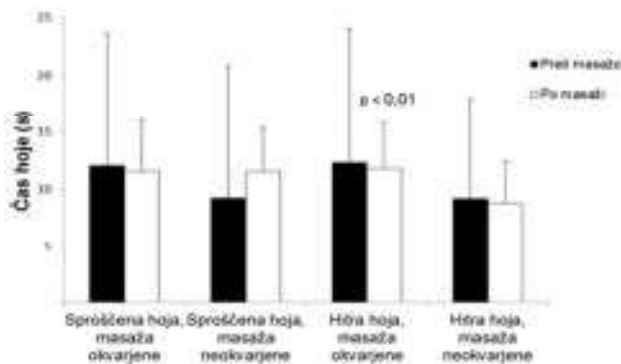
Masirana noga



Slika 3: Primerjava povprečnih vrednosti testa stoji na eni nogi (TPOO – trda podlaga, oči odprte; TPOZ – trda podlaga, oči zaprte; MPOO – mehka podlaga, oči odprte; MPZP – mehka podlaga, oči zaprte) za masirano in nemasirano nogo pred masažo in po njej pri zdravih preiskovancih

Pri vseh pacientih po možganski kapi smo primerjali povprečne vrednosti sproščene in hitre hoje pred masažo okvarjene ter neokvarjene noge in po njej. Primerjava rezultatov hitre hoje je pokazala statistično pomembne razlike le po masaži okvarjene noge ($p \leq 0,01$), po kateri so pacienti za izvedbo testa povprečno porabili 0,4

sekunde manj. Pri testu sproščene hoje so pacienti po masaži okvarjene noge hodili hitreje, vendar razlika ni bila statistično značilna. Prav tako so po masaži neokvarjene noge dosegali večje hitrosti pri hitri hoji, opažene razlike pa niso bile statistično značilne (slika 4).



Slika 4: Primerjava povprečnih vrednosti sproščene in hitre hoje pred masažo za posamezno nogo in po njej pri pacientih po možganski kapi ($n = 20$)

RAZPRAVA

Po masaži stopala smo ugotovili izboljšanje rezultatov testa stoje na eni nogi pri večini testnih pogojev tako na masirani kot tudi na nemasirani nogi, statistične razlike pa so se pojavile zgolj pri zdravih preiskovancih, in sicer le pri nekaterih testnih pogojih.

Občutenje v stopalu in gležnju ima pomembno vlogo pri nadzoru drže in ravnotežja (15). Masaže kot terapijskega postopka za povečanje občutenja in s tem izboljšanje ravnotežja ali hitrosti hoje pri pacientih po možganski kapi nismo zasledili v nobeni izmed predhodnih študij. Dodatna aktivacija kožnih in sklepnih receptorjev z ročno masažo in sklepno mobilizacijo stopala in gležnja je vplivala na zmanjšanje poti središča pritiska pri starejših (8), pri starejših s periferno nevropatijo pa je masaža z vibracijsko napravo vplivala na zmanjšanje nihanja telesnega težišča v mediolateralni smeri (16). V predhodni raziskavi na zdravih preiskovancih pa masaža ni povzročila sprememb v nihanju telesnega težišča, prav tako ni izboljšala povrhnjega občutenja ali vplivala na simetrijo stoje (17).

O pozitivnih učinkih ročne masaže in sklepne mobilizacije stopala in gležnja na ravnotežje pri starejših poročajo Vailannt in sodelavci (8), ki so za testiranje ravnotežja prav tako uporabili test stoje na eni nogi na trdi podlagi z odprtimi očmi. V naši raziskavi pri zdravih preiskovancih pri enakem testnem pogoju po masaži nismo mogli pričakovati izboljšanja rezultatov, saj je kar 18 od

20 preiskovancev že pred masažo doseglo maksimalen čas testiranja. Smo pa pri zdravih preiskovancih po masaži opazili statistično značilno izboljšanje rezultatov stoje na masirani nogi na mehki podlagi z zaprtimi očmi, pri čemer so se rezultati preiskovancev gibali med 1 in 13 sekundami. Sklepamo lahko, da je bila staja na mehki podlagi z zaprtimi očmi za skupino zdravih odraslih preiskovancev v naši raziskavi dovolj zahtevna in tako najprimernejša oblika izvedbe testa stoje na eni nogi. Vendar je po mnenju Emeryjeve in sodelavcev (18) test stoje na mehki podlagi z zaprtimi očmi primeren predvsem za zdrave adolescente. Vzrok, da je bil test stoje na trdi podlagi z odprtimi očmi za zdrave preiskovance v naši študiji neprimeren, pri preiskovancih v študiji Vailannta in sodelavcev (8) pa je pokazal značilna izboljšanja ravnotežja, bi si lahko razlagali z vplivom starosti na ravnotežje (19). V njihovo raziskavo so bili namreč vključeni starostniki med 65. in 95. letom, v naši je bila starost zdravih preiskovancev od 31 do 77 let.

Pri pacientih po možganski kapi se je od vseh pogojev testa stoje na eni nogi za najprimernejšo izkazala staja na trdi podlagi z odprtimi očmi, ki jo je na okvarjeni in neokvarjeni nogi opravilo vseh 20 pacientov, medtem ko je bilo staja na okvarjenem in neokvarjenem spodnjem udu pri drugih testnih pogojih sposobnih izvesti le od 6 do 15 pacientov. Kljub izboljšanju povprečnih rezultatov po masaži pri nobenem testnem pogoju stoje na eni nogi nismo ugotovili statistično značilnega izboljšanja ravnotežja. Sklepamo, da je to posledica nezmožnosti stoje na trdi podlagi z zaprtimi očmi in stoje na mehki podlagi pri več kot polovici pacientov, kar potrjuje dejstvo, da izključena vidna informacija ali spremenjen proprioceptivni priliv zmanjša sposobnost uravnavanja drže (20). Test stoje na eni nogi z zaprtimi očmi je namreč za paciente po možganski kapi velikokrat prezahteven in slabo ponovljiv (21). Pacienti po možganski kapi si namreč pri vzdrževanju mirne stoje bolj kot z drugimi senzoričnimi prilivi pomagajo z vidnimi informacijami, s katerimi nadomestijo oslABLJENE ali spremenjene senzorične prilive (22).

Vpliv masaže na nihanje telesnega težišča in uravnavanje drže je verjetno povezan z njenim trajanjem (23). V naši raziskavi smo izvajali od 5-

do 7-minutno klasično terapevtsko (ročno) masažo, kar bi lahko bilo za spremembe odzivov drže in s tem izboljšanje ravnotežja na eni nogi pod različnimi testnimi pogoji premalo. Za stimulacijo počasi prilagodljivih mehanoreceptorjev in posledično izboljšanje nadzora drže so namreč primerne terapevtske intervencije, ki so daljše od 10 (17) oziroma 30 minut (23).

Učinek masaže stopala in gležnja na hitrost hoje smo ugotavljali le pri pacientih po možganski kapi. Predvidevamo, da smo z masažo okvarjene noge vplivali na izboljšanje občutenja (10), zmanjšanje mišičnega tonusa (9), povečanje lokalne cirkulacije in stimulacijo kožnih (8) ter sklepnih receptorjev na stopalu in gležnju (3) ter prek teh mehanizmov vplivali na izboljšanje ravnotežja in povečanje hitrosti hitre hoje ($p \leq 0,01$). Na izboljšanje ravnotežja bi lahko zaradi zaporednega testiranja v istem dnevu vplivala tudi učinek učenja in bilateralni pozitivni učinek masaže. O bilateralnem vplivu sicer zmanjšane aferentnega senzoričnega priliva so poročali Roberts in sodelavci (2000), ki so ugotovili, da zmanjšan aferentni senzorični priliv zaradi poškodbe sprednje križne vezi ne vpliva le na proprioceptivne sposobnosti poškodovanega, temveč tudi nepoškodovanega spodnjega uda (24). Sklepamo, da smo na hitrost hitre hoje vplivali predvsem z zmanjšanjem povišanega mišičnega tonusa in posledično izboljšanjem aktivacije plantarnih fleksorjev in fleksorja palca, ki pri hoji omogočajo primeren odziv (25). Prav tako pri pacientih po možganski kapi nismo opazili sprememb v hitrosti hitre in sproščene hoje po masaži neokvarjene noge, kar dodatno potrjuje vpliv masaže na povišan mišični tonus in/ali občutenje na okvarjeni strani. Pri hitri hoji je tudi lažje zagotoviti ponovljivost testiranja kot pri sproščeni, saj pacienti lažje razumejo navodilo, naj hodijo tako hitro, kot zmorejo, kot pa, naj hodijo sproščeno. O izboljšanju hitrosti hoje (časovno merjeni test vstani in pojdi) po ročni masaži in sklepni mobilizaciji stopala in gležnja pri zdravih preiskovancih so poročali tudi Vaillan in sodelavci (8).

Raziskati bi bilo treba še dolgoročne učinke ponavljajoče se masaže ter pri pacientih po možganski kapi ugotoviti učinke masaže na simetrijo in nihanje telesnega težišča med mirno stoji. Pri ugotavljanju vpliva masaže na hitrost

hoje bi bilo treba uporabiti še placebo intervencijo, saj bi le tako lahko z gotovostjo trdili, da je izboljšanje hitrosti hoje posledica vpliva masaže in ne drugih dejavnikov.

ZAKLJUČEK

Masažo stopala okvarjene noge je pri pacientih po možganski kapi smiselno izvajati, saj vpliva na izboljšanje sposobnosti hitre hoje. Za potrditev učinkov in mehanizmov delovanja masaže stopala na ravnotežje in hitrost hoje so potrebne nadaljnje raziskave.

LITERATURA

1. Sullivan JE, Hedman LD (2008). Sensory disfunction following stroke: Incidence, significance, examination, and intervention. *Top Stroke Rehabil* 15 (3): 200–17.
2. Doyle S, Bennett S, Fasoli SE, McKenna KT (2010). Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke. *Cochrane Database of Sys Rev* 6 (2): 1–4.
3. Lederman, E. *Neuromuscular rehabilitation in Manual and Physical Therapies. Principles to practice.* London: Churchill Livingstone. 2010: 40–54, 162–7.
4. Niam S, Cheung W, Sullivan P, et al. (1999). Balance and physical impairment after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 80 (10): 1227–33.
5. Keenan M, Perry J, Jordan C (1984). Factors affecting balance and amputation following stroke. *Clin Orthop.* 182: 165–71.
6. Arene N, Hidler J (2009). Understanding Motor Impairment in the Paretic Lower Limb After a Stroke: A Review of the Literature. *Top Stroke Rehabil* 16 (5): 346–56.
7. Schabrun SM, Hillier S (2009). Evidence for the retraining of sensation after stroke: a systematic review. *Clin Rehabil* 23 (1): 27–39.
8. Vaillant J, Rouland A, Martigne P, Braujou R, Nissen MJ, Caillat-Mioussé JL, Vuillerme N, Nougier V, Juvin R (2009). Massage and mobilization of the feet and ankles in elderly adults: Effect on clinical balance performance. *Man Ther* 14 (6): 661–64.
9. Holey E, Cook E (2003). *Evidence-based therapeutic massage*, 2nd. ed. Edinburgh [etc.]: Elsevier Science Limited Churchill Livingstone, 10–55.
10. Ueda W, Katatoka Y, Sagara Y (1993). Effect of gentle massage on regression of sensory analgesia during epidural block. *Anesth Analg* 76 (4): 783–5.

11. Nežič E, Puh U, Hlebš S (2012). Izvedba testa stoje na eni nogi. *Fizioterapija* 20 (1): 26–32.
12. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW (2007). Normative Values for the Unipedal Stance Test with Eyes Open and Closed. *J Geriatr Phys Ther* 30 (1): 1–7.
13. Flansbjerg UB, Holmback AM, Downham D, Patten C, Lexell J (2005). Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. *J Rehabil Med* 37 (2): 75–82.
14. Gaber G (2006). Klasična terapevtska masaža. Ljubljana, Zdravstvena fakulteta, 31–3.
15. Perry SD, McIlroy WE, Maki BE (2000). The role of plantar cutaneous mechanoreceptors in the control of compensatory stepping reactions evoked by unpredictable, multi-directional perturbation. *Brain Research* 22; 877 (2): 401–6.
16. Bernard-Demanze L, Vuillerme N, Ferry M, Berger L (2009). Can tactile plantar stimulation improve postural control of persons with superficial plantar sensory deficit? *Aging Clin Exp Res* 21 (1): 1–7.
17. Bernard-Demanze L, Burdet C, Berger L, Rougier P (2004). Recalibration of somesthetic plantar information in the control of undisturbed upright stance maintenance. *J Int Neurosci* 3 (4): 433–51.
18. Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuk RJ, Rowe BH (2005). Development of a Clinical Static and Dynamic Standing Balance Measurement Tool Appropriate for Use in Adolescents. *Phys Ther* 85 (6): 502–14.
19. Kejonen P (2002). Body movements during postural stabilization: measurements with a motion analysis system; Department of Physical Medicine and Rehabilitation, University of Oulu, Finland.
20. Bayouk JF, Boucher JP, Leroux A (2006). Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input. *Int J Rehabil Res* 29 (1): 51–9.
21. Franchignoni F, Horak F, Godi M, Nardone A, Giordano A (2010). Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: the mini-BESTest. *J Rehabil Med* 42 (4): 323–31.
22. Roerdink M, Geurts ACH, Haart M, Beek PJ (2009). On the relative contribution of the paretic leg to the control of posture after stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 23 (3): 267–74.
23. Bernard-Demanze L, Vuillerme N, Berger L, Rougier P (2006). Magnitude and duration of the effects of plantar sole massages on the upright stance control mechanisms of healthy individuals. *J Int Sport Med* 2 (4): 21–7.
24. Roberts D, Friden T, Stomberg A, Lindstrand A, Moritz U (2000). Bilateral proprioceptive defects with patients with an unilateral anterior cruciate ligament reconstruction: A comparison between patients and healthy individuals. *J Orthop Res* 18 (4): 565–71.
25. Kim CM, Eng JJ (2003). The relationship of lower-extremity muscle torque to locomotor performance in people with stroke. *Phys Ther* 83 (1): 49–57.