

## **Povezanost vzdržljivosti mečnih mišic s hitrostjo hoje pri starejših ženskah**

### **Relationship between performance of calf muscles and walking speed at elderly women**

Klavdija Seražin<sup>1</sup>, Darja Rugelj<sup>1</sup>

#### **IZVLEČEK**

**Uvod:** Na hitrost hoje pri starejših ženskah vpliva več dejavnikov in zmogljivost mišic nog je eden teh dejavnikov. **Namen** raziskave je bil ugotoviti povezanost med vzdržljivostjo mečnih mišic in hitrostjo hoje pri starejših ženskah. **Metode:** V raziskavi je sodelovalo 26 žensk, starih v povprečju 68,85 ( $\pm$  6,18) leta. Primerjali smo rezultate testa hoje na 10 metrov (za sproščeno in hitro hojo) ter test dvigovanja na prste na eni nogi. Pri testu dvigovanja na prste so preiskovanke naredile največje možno število dvigov na prste na eni nogi. **Rezultati:** Med vzdržljivostjo mečnih mišic in hitrostjo hitre hoje je bila ugotovljena zmerna pozitivna korelacija ( $r = 0,509$ ), med vzdržljivostjo mečnih mišic in hitrostjo sproščene hoje pa ni bilo korelacije. **Zaključki:** Vzdržljivost mečnih mišic je zmerno povezana s hitrostjo hitre hoje pri starejših ženskah, zato predlagamo, da se vaje za vzdržljivost mečnih mišic vključujejo v vadbene programe za vzdrževanje ravnotežja in hoje.

**Ključne besede:** mišična zmogljivost, hitrost hoje, test hoje na 10 metrov, test dvigovanja na prste na eni nogi, starejši.

#### **ABSTRACT**

**Introduction:** Gait velocity depends on several factors and muscle performance is one of them. The purpose of this study was to determine the correlation between the endurance of the calf muscle and the walking speed in elderly women. **Methods:** Twenty-six women at the average age of 68.85 ( $\pm$  6.18) years participated in the study. Two functional tests were compared, the 10-meter walk test (preferred and fast velocity) and the one-leg heel-rise test. Maximal number of heel rises was counted. **Results:** There was a good correlation between the number of heel rises and fast walking speed ( $r = 0.509$ ) while there was no correlation between the number of heel rises and comfortable walking speed ( $r = 0.272$ ). **Conclusion:** The endurance of calf muscles is related to the fast walking speed in a group of healthy elderly women, therefore we recommend the use of endurance exercises as a part of balance and gait specific exercises programs.

**Key words:** muscle performance, walking speed, 10-meter walk test, one-leg heel-rise test, elderly women.

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

**Korespondenca/Correspondence:** izr. prof. dr. Darja Rugelj.; e-pošta: darja.rugelj@zf.uni-lj.si

Prispelo: 02.11.2015

Sprejeto: 16.11.2015

## UVOD

S staranjem so povezane spremembe mišične zmogljivosti, gibljivosti in ravnotežja, kar lahko vpliva na vsakodnevne dejavnosti in funkcionalne sposobnosti starejših. Telesne dejavnosti, na primer hoja, pri starejših osebah postanejo otežene, kar lahko poveča tveganje za nastanek nenadnega padca (1). S staranjem se hitrost hoje zmanjšuje, starejše osebe glede na mlade odrasle hodijo počasneje, dolžina koraka je krajša in tako je cel cikel hoje krajši. Na spremembe vzorca hoje pri starejših osebah med drugim vplivajo zmogljivost mišic spodnjih udov, spremembe v senzorični zaznavi in ravnotežje (2). Pri starejših upada hitrost hoje tudi zaradi dolgotrajne hospitalizacije, padcev, bivanja v domovih za ostarele in invalidnosti, zato lahko trdimo, da je hitrost hoje povezana s telesno pripravljenostjo in splošnim zdravstvenim stanjem (3).

Dejavniki, ki so povezani s hitrostjo sproščene in hitre hoje, so poleg starosti, telesne višine in spola (4) tudi aktivnost mišic spodnjih udov. Že v zgodnjem življenjskem obdobju pa se mišična zmogljivost začne zmanjševati, približno od 12 do 15 odstotkov na desetletje po 50. letu starosti (1). Vloga mečnih mišic oziroma plantarnih fleksorjev med hojo je dvojna, in sicer stabilizacija kolena in vzpostavitev stabilnosti gležnja v fazi opore (5). Med normalnim ciklom hoje glavna plantarna fleksorja, mišici dvoglava mečna mišica (lat. m. gastrocnemius) in velika mečna mišica (lat. m. soleus), z ekscentrično kontrakcijo zadržujeta premikanje golenice naprej. Vrh njune aktivnosti nastopi takoj po dvigu pete od podlage, kar povzroči plantarno fleksijo (2). Drugič, proizvajanje sile za pomik telesa naprej in izvedbo naslednjega koraka. Proizvajanje sile odriva, ki v fazi opore omogoča gibanje telesa naprej, navadno obsega koncentrično kontrakcijo mišic plantarnih fleksorjev na koncu faze opore (2). Shumway-Cook in Woollacott (2) opisujeta odzivno funkcijo oziroma koncentrično kontrakcijo mišic plantarnih fleksorjev po dvigu pete od podlage, Sutherland in sodelavci (5) pa so poročali, da njuna funkcija ni pospeševanje telesa naprej, temveč nadzor pospeševalnega momenta. Korak z maksimalno dolžino ni izvedljiv brez nujno potrebnega stabilizacijskega učinka plantarnih fleksorjev na koleno in gleženj (6).

Zmogljivost mišic je splošen pojem, ki obsega več značilnosti mišične kontrakcije, kot so jakost in moč mišic ter njihova vzdržljivost (7). Za različne komponente mišične zmogljivosti se uporabljajo tudi različni ocenjevalni protokoli. Tako se jakost mišične kontrakcije navadno izrazi z maksimalno hoteno kontrakcijo, vzdržljivost pa z maksimalnim številom ponovitev (7). Zato se tudi vrednotenje mišične zmogljivosti v povezavi s hitrostjo hoje med raziskovalci razlikuje. Poročajo o povezanosti hitrosti hoje z mišično jakostjo (8, 9), kakor tudi z mišično vzdržljivostjo (10). Bendall in sodelavci (8) poročajo, da je hitrost hoje pri starejših osebah povezana z jakostjo mečnih mišic, telesno težo, telesno višino, starostjo in prisotnostjo zdravstvenih težav. Pri moških in ženskah so ugotovili pozitivno povezanost med hitrostjo hoje in jakostjo mečnih mišic, telesno težo in telesno višino. Za ženske poročajo (8), da v modelu multiple regresijske analize pri hitrosti hoje 42 % variance predstavljajo naslednji dejavniki: jakost mečnih mišic (13 %), bolečine v nogah (12 %), število korakov (9 %) in telesna višina (8 %). Wang in sodelavci (10) poročajo, da kar 42 % do 57 % variance predstavlja vzdržljivost mečnih mišic, ki je pomembno povezana z vzdržljivostjo hoje, hitrostjo hoje in vzdržljivostjo, izraženo s številom dvigov na stopnico. Hayashida in sodelavci (11) so pokazali, da je hitrost hoje odvisna od mišične jakosti pri obeh spolih in v vseh starostnih skupinah. Bassey in sodelavci (9) so postavili hipotezo, da hitrost hoje vpliva na mišično silo oziroma hitrejša hoja zahteva večjo mišično silo. Ni mogoče trditi, da zmanjšana zmogljivost oziroma šibkost povzroča počasnejšo hojo ali obratno, vendar so te ugotovitve skladne s hipotezami, da telesna dejavnost lahko vpliva na zmogljivost mišic (9). Zato je bil namen naše raziskave ugotoviti, kakšna je povezanost med vzdržljivostjo mečnih mišic in hitrostjo sproščene ter hitre hoje pri zdravih in aktivnih starejših ženskah.

## METODE DELA

### Preiskovanci

V raziskavi je sodelovalo 26 preiskovank. Vključitveni pogoji so bili starost 60 let ali več, da so telesno dejavne in sposobne samostojne hoje brez pripomočkov. Povprečna starost preiskovank je bila  $68,85 \pm 6,18$  leta, povprečna telesna višina

161,23 ± 5,83 cm in povprečna telesna teža 70,27 ± 12,73 kg.

Prostor, v katerem so potekale meritve, je bil svetel, dolg in širok hodnik. V raziskavi so bili uporabljeni ročni kronometer, merilni trak, pisalo, lepilni trak različnih barv, žoga, stojalo za lahen naslon in razpredelnica za vpisovanje rezultatov. Med testiranjem so bile preiskovanke obute v športno obutev. Preiskovanje so opravile dva testa. Prvi test je bil časovno merjen test hoje na 10 metrov (12), drugi pa dvigovanje na prste ene noge (13).

### **Merjenje hitrosti hoje**

Časovno merjen test hoje na 10 metrov je zanesljiv in veljaven pri različnih skupinah preiskovancev. Kot navaja v preglednem članku Puh (12), so o dobri zanesljivosti posameznega preiskovalca poročali za starejše preiskovance, in sicer pri sproščeni hoji (ICC = 0,97) in pri hitri hoji (ICC = 0,96). O dobri zanesljivosti med preiskovalci so prav tako poročali pri zdravih odraslih (ICC = 0,98) (12). Test ima 80-odstotno občutljivost in 89-odstotno specifičnost pri zdravih starejših. Vsaka preiskovanka je po ravni podlagi prehodila razdaljo 14 metrov, z ročnim kronometrom pa se je izmeril čas osrednje razdalje 10 metrov. Označene črte so bile na 0 metrih, 2 metrih, 12 metrih in 14 metrih. Označeno razdaljo so prehodile trikrat sproščeno in trikrat s hitro hojo. Test hoje na 10 metrov so začele s sproščeno hojo in nadaljevale s hitro hojo. Merjenje časa se je začelo, ko je preiskovanka prestopila oznako 2 metrov, in končalo takrat, ko je prestopila oznako po 12 metrih. Preiskovank se ni verbalno spodbujalo (12).

Navodilo pri sproščeni hoji je bilo, da naj preiskovanka prehodi označeno razdaljo s sproščeno vsakdanjo hojo, kot da bi bila na prehodu. Navodilo pri hitri hoji pa je bilo, da naj označeno razdaljo prehodi varno, kolikor hitro zmore, tako kot da bi hitela za avtobusom, vendar ne sme teči (14). Napotek, kdaj naj začne hoditi, pa je bil: »Začnete takrat, ko boste pripravljene.« Povedano ji je bilo, da naj začne hoditi pri prvi označeni točki (0 metrov) in konča pri zadnji označeni točki (14 metrov).

### **Merjenje zmogljivosti mečnih mišic**

Za merjenje vzdržljivosti mečnih mišic je bil uporabljen protokol avtorjev Lunsford in Perry, 1995 (13). Ross in sodelavci (15) poročajo o visoki zanesljivosti posameznega preiskovalca pri izvajanju testa dvigovanja na prste (ICC = 0,96). Na podlagi majhne razlike v številu dvigov pri ponavljanju testa (1,32 ponovitve) in majhne standardne napake meritev (2,1 ponovitve) raziskovalci menijo, da test dvigovanja na prste ponuja stabilnost in zanesljivost meritev zmogljivosti mečnih mišic. Pred začetkom testiranja smo z udarcem žoge z nogo določili dominantni spodnji ud (13). Preiskovanka se je z dominantnim spodnjim udom dvignila na prste in se spustila nazaj na tla. Preiskovanka se je brez obutve in nogavic postavila na dominanten spodnji ud, nedominantnega pa je pokrčila. Z jagodicami prstov rok se je lahko dotikala stojala pred seboj in se začela dvigovati na prste ene noge, ko je bila pripravljena. Opravila je največje mogoče število dvigov na prste oziroma se je dvignila čim višje tolikokrat, da je skozi celoten test vzdrževala vsaj 50 % od maksimalnega obsega plantarne fleksije (13). Test je bil končan, če preiskovanka ni več zmogla dvigovanja na prste, če se je močneje naslonila na stojalo ali če je opravljala gibe plantarne fleksije v obsegu, manjšem od 50 % (13, 15). Zapisana sta bila število dvigov, ki jih je preiskovanka izvedla (13), in čas, ki ga je preiskovanka potrebovala za maksimalno število dvigov. Čas in ritem dvigovanja na prste nista bila omejena.

### **Analiza podatkov in metode statistične analize**

Podatki so bili obdelani s sistemskim programom SPSS in Microsoft Excel. Uporabljena je bila opisna statistika. Za ugotavljanje povezave med spremenljivkami je bil uporabljen Pearsonov korelacijski koeficient. Statistična značilnost je bila določena pri stopnji tveganja, enaki ali manjši od 5 % ( $p < 0,05$ ).

### **REZULTATI**

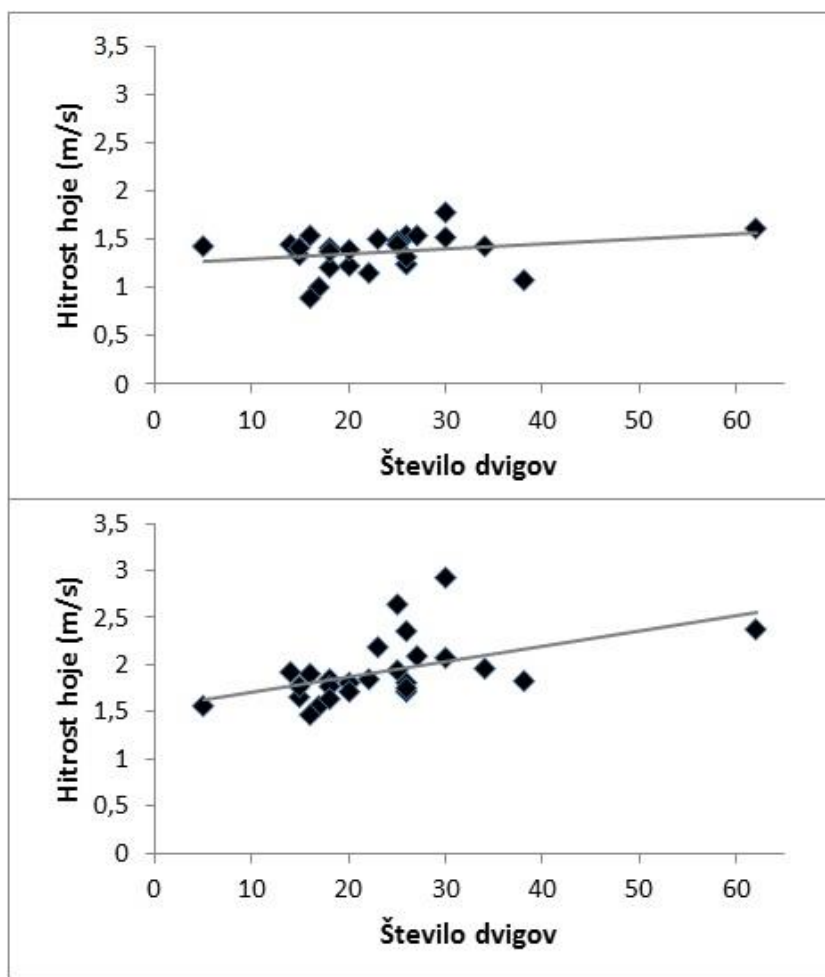
Povprečne vrednosti hitrosti hoje, ki so bile uporabljene pri nadaljnji analizi podatkov, so prikazane v tabeli 1. V tej tabeli so prav tako prikazane najmanjše in največje vrednosti hitrosti hoje, ki so jih opravile preiskovanke.

Tabela 1: Rezultati testa hitrosti hoje na 10 metrov pri starejših ženskah ( $n = 26$ )

| Hitrost hoje           | Povprečna vrednost (m/s) | Standardni odklon | Najmanjša hitrost hoje (m/s) | Največja hitrost hoje (m/s) |
|------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Hitrost sproščene hoje | 1,37                     | 0,19              | 0,9                          | 1,47                        |
| Hitrost hitre hoje     | 1,93                     | 0,34              | 1,78                         | 2,93                        |

Pri primerjavi hitrosti sproščene in hitre hoje s starostjo preiskovank je bilo s Pearsonovo korelacijo ugotovljeno, da med spremenljivkama ni statistično pomembne povezave. Tako hitrost sproščene kot tudi hitre hoje ne korelira s starostjo preiskovank ( $r = -0,048$  in  $r = -0,095$ ). Povezanost med telesno višino preiskovank s hitrostjo sproščene ( $r = 0,460$ ,  $p = 0,018$ ) in hitre hoje ( $r = 0,406$ ,  $p = 0,04$ ) pa je zmerna in statistično pomembna. Višje preiskovanke so hodile hitreje.

Povprečno število dvigov na prste dominantnega uda skupine preiskovank je bilo  $24 \pm 11$ . Preiskovanka z najmanjšim številom dvigov jih je naredila 5, največje število pa je bilo 62 dvigov. Število dvigov na prste je nizko negativno povezano s starostjo preiskovank, povezanost ni statistično pomembna ( $r = -0,112$ ,  $p = 0,587$ ).



Slika 1: Povezanost med hitrostjo sproščene hoje in številom dvigov na prste (a) in povezanost med hitrostjo hitre hoje in številom dvigov na prste (b)

### **Povezanost med vzdržljivostjo mečnih mišic in hitrostjo hoje**

Povezanost med vzdržljivostjo mečnih mišic (število dvigov na prste) in hitrostjo sproščene hoje je nizka in statistično nepomembna ( $r = 0,272$ ,  $p = 0,178$ ). Statistično nepomembna korelacija med spremenljivkama je grafično prikazana na sliki 1a, s katere je razvidno, da trendna linija pozitivno linearno narašča, vendar ne pomembno.

Pri primerjavi hitrosti hitre hoje preiskovank z njihovim opravljenim številom dvigov na prste je bila ugotovljena zmerna pozitivna povezanost, ki je statistično pomembna ( $r = 0,509$ ,  $p = 0,008$ ). Večje ko je bilo število dvigov na prste, večja je bila hitrost hitre hoje. To je grafično prikazano na sliki 1b, s katere je razvidno, da trendna linija med spremenljivkama pozitivno linearno narašča.

### **RAZPRAVA**

Namen raziskave je bil ugotoviti, ali je povezanost med dvema komponentama funkcionalnega gibanja, med vzdržljivostjo mečnih mišic in hitrostjo hoje pri skupini starejših žensk. Analiza vseh podatkov je pokazala, da je med vzdržljivostjo mečnih mišic in hitrostjo hoje statistično pomembna povezanost. Povezanost je večja pri hitrosti hitre hoje ( $r = 0,509$ ), hitrost sproščene hoje pa ne korelira z vzdržljivostjo mečnih mišic ( $r = 0,272$ ). Wang in sodelavci (10) poročajo o močni povezanosti med vzdržljivostjo mečnih mišic in hitrostjo hitre hoje ( $r = 0,80$ ). Razliko med našimi rezultati in rezultati Wanga in sodelavcev (10) lahko delno pripišemo večjemu vzorcu, saj so v študijo vključili 42 preiskovancev, od tega 17 moških in 25 žensk. Hayashida in sodelavci (11) poročajo, da je hitrost hitre hoje odvisna od mišične jakosti; pri obeh spolih in pri vseh starostnih skupinah. Bendall in sodelavci (8) so ugotovili, da je hitrost hoje povezana z jakostjo mečnih mišic. Pri ženskah je bila močna pozitivna korelacija med hitrostjo sproščene hoje in jakostjo mečnih mišic ( $r = 0,36$ ). Ugotovljena je bila tudi pomembna povezava telesne višine s hitrostjo sproščene ( $r = 0,460$ ) in hitre hoje ( $r = 0,406$ ). Tudi Bendall in sodelavci (8) so ugotovili, da je hitrost hoje močno pozitivno povezana s telesno višino.

V naši raziskavi je bila s testom dvigovanja na prste ocenjena mišična vzdržljivost. Nekateri raziskovalci (8, 9) pa so s testom dvigovanja na

prste ocenjevali mišično jakost, prav tako eno izmed glavnih komponent mišične zmogljivosti. Preiskovanci so se dvigovali na prste ene noge, vendar so nekateri raziskovalci zapisali število dvigov, drugi pa silo, s katero so se preiskovanci dvigovali, izmerjeno na pritiskovni plošči (8, 9). Bassey in sodelavci (9) so primerjali jakost troglave mečne mišice ter hitrost sproščene hoje pri moških in ženskah. Poročajo o pomembni povezavi med jakostjo mečnih mišic in hitrostjo hoje pri obeh spolih; pri moških ( $r = 0,41$ ) in pri ženskah ( $r = 0,36$ ). Večja jakost mečnih mišic lahko vpliva na večjo hitrost hoje. Raziskovalci namreč predpostavljajo, da je potrebna večja mišična sila za večjo hitrost hoje (9). Ugotovili so tudi, da obstaja neposreden negativen vpliv starosti na mišično jakost in na podlagi tega sklepali, da naj bi spodbujanje hitrejše hoje v starosti pomagalo pri ohranjanju zmogljivosti mečnih mišic in neodvisnega načina življenja (9).

Vzdržljivost mečnih mišic preiskovank, ki so sodelovale v naši raziskavi, je bila bistveno večja, v povprečju so naredile 24 dvigov, kot poročajo raziskave. Jan in sodelavci na primer (16) navajajo, da so starostnice povprečno izvedle 2,7 dviga na prste. Veliko razliko v številu dvigov na prste lahko pojasnimo tudi z dejstvom, da so naše preiskovanke za svojo starostno skupino precej telesno dejavne in zmogljive. Število dvigov preiskovank naše raziskave je bolj primerljivo s številom dvigov pri mladih odraslih, saj je normativna vrednost pri mladih zdravih 25 dvigov (17). Ta rezultat tudi pojasni nizko negativno povezanost ( $r = -0,112$ ) s starostjo. Čeprav številni avtorji poročajo o zmanjšanju mišične zmogljivosti oziroma izgubi mišične mase v povezavi s starostjo (1, 9, 16, 18), pa so naši rezultati skladni z ugotovitvijo, da so osebe, starejše od 65 let, zelo heterogena skupina, zato ni primerno predpostaviti, da je pri vseh starejših opaziti zmanjšanje fizičnih sposobnosti. Rezultati so skladni z ugotovitvijo, da na funkcijske zmožnosti starejših ne vpliva le kronološka starost, temveč tudi splošno zdravstveno stanje in telesna pripravljenost (2). To se kaže tudi pri spremenljivkah hoje (19) in pri vzdrževanju pokončne stoji, izmerjene z modificiranim testom senzorične interakcije (20). Starost preiskovank prav tako ni bila povezana s hitrostjo sproščene in hitre hoje, čeprav na splošno poročajo, da se s starostjo zmanjša hitrost hoje,

skrajša dolžina koraka in zmanjša kadenca pri ljudeh, starih od 60 do 72 let (2). Zato je dodaten zaključek naše raziskave, da funkcijske sposobnosti starejših oseb niso odvisne predvsem od kronološke starosti, temveč od zdravja in telesne pripravljenosti.

Omejitev naše študije sta majhno število preiskovank in dejstvo, da vzorec preiskovank ni niti reprezentativen niti naključen. Zato zaključkov ne moremo posplošiti. Lahko bi veljali le za skupino zelo aktivnih starejših žensk.

## ZAKLJUČKI

Kaže, da je boljša vzdržljivost mečnih mišic povezana z večjo hitrostjo hitre hoje pri aktivnih starejših ženskah. V skupini aktivnih starejših žensk starost ni pomemben dejavnik za vzdržljivost mečnih mišic in hitrost hoje ter njuno povezanost, zato predlagamo, da se vaje za vzdržljivost mečnih mišic vključujejo v vadbene programe za vzdrževanje ravnotežja in hoje.

## LITERATURA

1. Nakano MM, Otonari TS, Takara, KS, Carmo, CM, Tanaka C (2014) Physical performance, balance, mobility, and muscle strength decline at different rates in elderly people. *J Phys Ther Sci*, 26 (4): 583–6.
2. Shumway-Cook A, Woollacott MH (2012). *Motor control: Translating research into clinical practice*, 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
3. Graham JE, Ostir GV, Fisher SR, Ottenbacher KJ (2008). Assessing walking speed in clinical research: a systematic review. *J Eval Clin Pract*, 14 (4): 552–62.
4. Bohannon RW (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20–79 years: reference values and determinants. *Age and ageing*, 26 (1): 15–9.
5. Sutherland DH, Cooper BA, Daniel D (1980). The role of the ankle plantar flexors in normal walking. *J Bone Joint Surg*, 62-A (3): 354–63.
6. Puh U (2003). Povečanje gibljivosti in mišične zmogljivosti gležnja za izboljšanje hitrosti hoje osebe po možganski kapi v kronični fazi: poročilo o primeru. *Fizioterapija*, 11 (1–2): 18–25. Perry – Gait analysis
7. Kisner C in Colby LA (2007). *Therapeutic exercise* 5th ed. Philadelphia F.A. Davis Co.
8. Bendall MJ, Bassej EJ, Pearson, MB (1989). Factors Affecting Walking Speed of Elderly People. *Age and Ageing*, 18 (5): 327–32.
9. Bassej EJ, Bendall MJ, Pearson M (1988). Muscle strength in the triceps surae and objectively measured customary walking activity in men and women over 65 years of age. *Clin Sci*, 74 (1): 85–9.
10. Wang CY, Olson SL, Protas EJ (2009). Lower extremity muscle performance associated with community ambulation in elderly fallers. *Asian J Gerontol Geriatr*, 4 (2): 52–7.
11. Hayashida I, Tanimoto Y, Takahashi Y, Kusabiraki T, Tamaki J (2014). Correlation between Muscle Strength and Muscle Mass, and Their Association with Walking Speed, in Community-Dwelling Elderly Japanese Individuals. *PLoS One* 9 (11): 1–5.
12. Puh U (2014). Test hoje na 10 metrov. *Fizioterapija*, 22 (1): 45–54.
13. Lunsford BR, Perry J (1995). The standing heel-rise test for ankle plantar flexion: criterion for normal. *Phys Ther*, 75 (8): 694–8.
14. Flansbjer UB, Holmbäck 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.
15. Ross MD, Fontenot EG (2000). Test-retest reliability of the standing heel-rise test. *J Sport Rehabil*, 9: 117–23.
16. Jan MH, Chai HM, Lin YF, Lin JCH, Tsai LY, Ou YC, Lin DH (2005). Effects of age and sex on the results of an ankle plantar-flexor manual muscle test. *Phys Ther*, 85 (10): 1078–84.
17. Hebert-Losier K, Newsham-West RJ, Schneiders AG, Sullivan SJ (2009). Raising the standards of the calf-raise test: A systematic review. *J Sci Med Sport*, 12 (6): 594–602.
18. Thompson LV (1994). Effects of Age and Training on Skeletal Muscle Physiology and Performance. *Phys Ther*, 74 (1): 71–81.
19. Gabell A in Nayak USL (1984). The effect of age on variability of gait. *J Gerontol* 39: 662–6. Citirano po: Shumway-Cook A, Woollacott MH (2012). *Motor control: Translating research into clinical practice*, 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
20. Rugelj D in Sevšek F (2009). Postural sway on compliant surface in different age groups. V: *Proceedings of the XXII Congress of the International Society of Biomechanics: July 5-9, 2009, Cape Town, South Africa*.