

ISSN 1318-2102

junij 2019, letnik 27, številka 1

# FIZIOTERAPIJA



Združenje fizioterapevtov Slovenije  
**STROKOVNO ZDRUŽENJE**  
Slovenian Association of Physiotherapists  
ČLAN WCPT - WCPT MEMBER  
1000 Ljubljana, Linhartova 51  
Slovenija

revija Združenja fizioterapevtov Slovenije  
strokovnega združenja

---

# KAZALO

## IZVIRNI ČLANEK / ORIGINAL ARTICLE

D. Rugelj, M. Sešek

- Ocena učinka tal in stropa modificiranega mini BESTesta pri dveh skupinah starejših odraslih** ..... 1  
*Evaluation of floor and ceiling effect of the modified mini-BESTest for two groups of elderly*

## PREGLEDNI ČLANEK / REVIEW

K. Jenko, S. Hlebš

- Učinki mobilizacije živčevja na kronično nespecifično bolečino v križu** ..... 9  
*Effects of neural mobilization on chronic nonspecific low back pain*

T. Štefín, U. Puh

- Učinkovitost krožne vadbe za izboljšanje premičnosti pri ljudeh v kroničnem obdobju po možganski kapi – sistematični pregled literature** ..... 16  
*Effectiveness of circuit class therapy for improving mobility in people with chronic stroke – systematic literature review*

J. Piculin, A. Kacin

- Vpliv togih lepilnih trakov na obremenitev krožnih vezi prstov pri plezalcih – sistematični pregled literature** ..... 25  
*The influence of nonelastic adhesive taping on loading of finger tendon pulleys in rock climbers – systematic literature review*

B. Pantner, U. Puh

- Ocenjevanje zaznavnega praga za dotik z monofilamenti na spodnjih udih** ..... 32  
*Assessment of touch threshold on the lower limbs with monofilaments*

S. Hlebš, A. Rossone

- Učinki mobilizacije živčevja pri pacientih z bolečino v vratu nevrološkega izvora – sistematični pregled literature** ..... 40  
*Effects of neural mobilization at patients with neurologic neck pain - systematic literature review*

## KLINIČNI PRIMER / CASE REPORT

T. Berčič, T. Žargi, A. Kacin

- Učinki ishemične vadbe na kronično oslabelost mišice quadriceps femoris pri pacientu z večkratnim kirurškim zdravljenjem kolena – poročilo o primeru** ..... 50  
*Effects of ischemic training on chronic weakness of quadriceps femoris muscle in a patient with multiple surgery of a knee – a case report*

---

Uredništvo

**Glavna in odgovorna urednica**  
**Uredniški odbor**

*doc. dr. Urška Puh, dipl. fiziot.*  
*izr. prof. dr. Darja Rugej, viš. fiziot., univ. dipl. org.*  
*izr. prof. dr. Alan Kacin, dipl. fiziot.*  
*doc. dr. Miroljub Jakovljevič, viš. fiziot., univ. dipl. org.*  
*viš. pred. mag. Darija Ščepanovič, viš. fiziot.*  
*viš. pred. mag. Sonja Hlebš, viš. fiziot., univ. dipl. org.*  
*asist. dr. Polona Palma, dipl. fiziot., prof. šp. vzg.*  
*viš. pred. mag. Tine Kovačič, dipl. fiziot.*

**Založništvo**

**Izdajatelj in založnik**

Združenje fizioterapevtov Slovenije – strokovno združenje  
Linhartova 51, 1000 Ljubljana

**Naklada**

770 izvodov

**Spletna izdaja:**

<http://www.physio.si/revija-fizioterapija/>

**ISSN**

1318-2102

**Lektorica**

Vesna Vrabič

**Tisk**

Grga, grafična galanterija, d.o.o., Ljubljana

## **Področje in cilji**

**Fizioterapija** je nacionalna znanstvena in strokovna revija, ki objavlja prispevke z vseh področij fizioterapije (fizioterapija mišično-skeletnega sistema, manualna terapija, nevrofizioterapija, fizioterapija srčno-žilnega in dihalnega sistema, fizioterapija za zdravje žensk, fizioterapija starejših in drugo), vključujoč vlogo fizioterapevtov v promociji in varovanju zdravja, preventivi zdravljenju, rehabilitaciji in rehabilitaciji. Objavlja tudi članke s širšega področja telesne dejavnosti in funkcioniranja človeka ter s področij zmanjšane zmožnosti in zdravja zaradi bolečine. Cilj revije je tudi spodbujanje interdisciplinarnega pristopa k obravnavi pacientov in zdravih ljudi, ki se odraža v tesnejšem sodelovanju s strokovnjaki in učitelji iz drugih ved. Namenjena je fizioterapevtom, pa tudi drugim zdravstvenim delavcem in širši javnosti, ki jih zanimajo razvoj fizioterapije, učinkovitost fizioterapevtskih postopkov, standardizirana merilna orodja in klinične smernice ter priporočila na tem področju.

Fizioterapija izhaja od leta 1992. Objavlja le izvirna, še neobjavljena dela v obliki izvirnih člankov, preglednih člankov, kliničnih primerov ter komentarjev in strokovnih razprav. Članki so recenzirani z zunanjimi anonimnimi recenzijami. Izhaja dvakrat na leto, občasno izidejo suplementi. Fizioterapija je publikacija odprtega dostopa. Tiskan izvod revije je vključen v članarino *Združenja fizioterapevtov Slovenije*.

**Navodila za avtorje:** <http://www.physio.si/navodila-za-pisanje-clankov/>

## Ocena učinka tal in stropa modificiranega mini BESTesta pri dveh skupinah starejših odraslih

### Evaluation of floor and ceiling effect of the modified mini-BESTest for two groups of elderly

Darja Rugelj<sup>1</sup>, Matic Sešek<sup>1</sup>

#### IZVLEČEK

**Uvod:** Za modificirano slovensko različico mini BESTesta učinka tal in stropa za starejše še nista bila raziskana. Namen raziskave je bil ugotoviti za dve različni skupini starejših odraslih, ali je pri modificirani slovenski različici mini BESTesta prisoten učinek tal ali stropa, ter katere posamezne naloge so najzahtevnejše. **Metode:** V raziskavi je sodelovalo 40 v skupnosti živečih starejših in 28 oskrbovancev doma starejših občanov. Vsi so bili ocenjeni z modificiranim mini BESTestom. **Rezultati:** Za skupno oceno modificiranega mini BESTesta nobeden izmed preiskovancev obeh skupin ni dosegel najnižjega števila točk, najvišje mogoče število točk pa ni dosegel noben varovanec doma starejših občanov in le dva v skupnosti živeča preiskovanca ali 5 %. Najzahtevnejša naloga je bila v skupini varovancev doma starejših stoja na eni nogi, v skupini v skupnosti živečih pa test vstani in pojdi s kognitivno nalogo. **Zaključek:** Rezultati testiranja z modificiranim mini BESTestom pri dveh skupinah starejših so pokazali, da lestvica nima učinka stropa in tal ter je primerna za uporabo pri različnih skupinah starejših za vrednotenje rezultatov v ravnotežje usmerjene vadbe ali za spremljanje sprememb ravnotežja zaradi staranja.

**Ključne besede:** ocenjevanje ravnotežja, starejši, merske lastnosti testa.

#### ABSTRACT

**Introduction:** The effects of the floor and ceiling of the modified Slovenian version of the mini-BESTest for the elderly persons have not been established. The purpose of the present work was to determine whether the modified mini-BESTest displays floor or ceiling effect in the two groups of older adults, and to determine which individual item is most difficult. **Methods:** 40 community-dwelling elderly and 28 nursing home residents participated in the study. They were assessed with the modified mini-BESTest. **Results:** In both groups nobody obtained minimum cumulative number of points, the highest possible cumulative number of points was not reached by any nursing home resident, while only 2 participants in the community-dwelling group or 5% obtained maximum number of points. The most demanding task in the nursing home group was one-legged stance, and in the community-dwelling group the timed up and go with cognitive task. **Conclusions:** The results of modified version of the mini-BESTest has neither a ceiling nor a floor effect in both groups and is suitable for use in different groups of elderly as an outcome measure for balance specific exercise as well as for monitoring changes of balance over time.

**Key words:** balance assessment, elderly, metric properties of the test.

---

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

**Korespondenca/Correspondence:** izr. prof. dr. Darja Rugelj, viš. fiziot., univ. dipl. org.; e-pošta: darja.rugelj@zf.uni-lj.si

Prispelo: 12.3.2019

Sprejeto: 4.4.2019

## UVOD

Za optimalno delovanje ravnotežja je potrebno usklajeno delovanje številnih sistemov, udeleženih pri uravnavanju ravnotežja (1). Motnja v delovanju katerega koli od teh sistemov vodi v oslabitev ravnotežja in posledično motnje ravnotežja negativno vplivajo na premičnost in funkcijsko neodvisnost pri izvajanju dejavnosti vsakodnevnega življenja. Poleg tega oslABLJENO ravnotežje pomeni povečano tveganje za padce, tako pri starejših odraslih kot tudi pri osebah s kroničnimi nevrološkiimi boleznimi, kot so Parkinsonova bolezen, možganska kap in multipla skleroza (2, 3). Zato je za načrtovanje in ugotavljanje izida obravnave ter za spremljanje ravnotežja pri kroničnih stanjih potrebno veljavno, zanesljivo, občutljivo, primerljivo in za uporabo preprosto ocenjevalno orodje. V ta namen so Horak in sodelavci (4) razvili izvedbeni test za oceno sistemov, udeleženih pri uravnavanju ravnotežja, imenovan Balance evaluation systems test ali kratko BESTest. BESTest sestavlja 36 gibalnih nalog, vendar je za njegovo izvedbo potrebno približno 45 minut. Pozneje so Franchignoni in sodelavci (5) razvili krajšo inačico, imenovano mini BESTest, ki ga sestavlja 14 gibalnih nalog, za izvedbo pa je potrebnih od 15 do 20 minut (6). Zasnovan je bil tako, da oceni štiri izmed šestih sistemov, udeleženih pri uravnavanju ravnotežja (5), in je predvsem usmerjen v oceno dinamične komponente ravnotežja. Naloge, ki so sestavni del mini BESTesta, ocenijo zmožnost prehajanja v višje položaje, vnaprejšnje prilagoditve drže, odzive na zunanje motnje, zmožnost organizacije senzoričnega priliva med stojo na mehki podlagi ali nagnjeni podporni ploskvi, dinamično stabilnost med hojo in vpliv dodane kognitivne naloge (5, slovenski prevod Rudolf in sod.(7)).

S pomočjo Raschevega modela so analizirali merske lastnosti BESTesta in ugotovili, da je novonastali ocenjevalni protokol enodimenzionalen in notranje skladen ter ima veljavnost konstrukta v svoji originalni inačici (5), prav tako tudi njegovi prevodi (8). V mini BESTest so vključeni deli številnih drugih znanih protokolov za ocenjevanje ravnotežja (časovno merjeni test vstani in pojdi (TUG), indeks dinamične hoje, deli Bergove lestvice za oceno ravnotežja, test stoje na eni nogi, test funkcijskega

dosega in modificirani klinični test senzorične organizacije) (7, 5), zato je veljavnost ocenjevalnega protokola visoka.

Merske lastnosti mini BESTesta so bile preverjene pri različnih skupinah preiskovancev, največ pri osebah z različnimi nevrološkiimi stanji in pri starejših. Namen prispevka ni natančen pregled vseh merskih lastnosti mini BESTesta, vendar pa je za razumevanje testa in v smislu samozadostnosti prispevka kljub vsemu treba zapisati temeljne podatke, saj so merske lastnosti ocenjevalnega protokola pogosto specifične za preiskovano skupino. Ker pa je naš namen ugotavljati tla in strop pri dveh različnih skupinah starejših oseb, bodo v nadaljevanju zapisani najprej izsledki za starejše, ki jim bodo sledili izsledki pri različnih nevrološkiimi stanjih. Natančen opis merskih lastnosti mini BESTesta za različne skupine preiskovancev je dostopen na spletni strani Rehabilitation measures (9).

Konkurenčno veljavnost mini BESTesta so ugotavljali pri starejših, ki živijo v skupnosti, in poročajo o močni povezanosti med Bergovo lestvico za oceno ravnotežja, BESTestom in Brief-BESTestom ter lestvico ABC ( $\rho = 0,83-0,96$ ) (10). Pri preiskovancih po možganski kapi so ugotovili pomembno povezanost s testom vstani in pojdi ( $\rho = -0,82$ ), Bergovo lestvico za oceno ravnotežja ( $\rho = 0,83$ ) in lestvico ABC ( $\rho = 0,5$ ) (11). Zanesljivost preiskovalca ali ponovljivost pri starejših odraslih, živečih v skupnosti, je dobra ( $ICC = 0,71$ ) (10). Pri preiskovancih s Parkinsonovo boleznijo poročajo o visoki zanesljivosti ( $ICC_{(2,1)} = 0,92$ ) (6), enako pri preiskovancih po možganski kapi (Cronbach  $\alpha = 0,89-0,94$ ) (11). Pri pacientih z različnimi motnjami ravnotežja je zanesljivost visoka ( $ICC_{(2,1)} = 0,96$ ) (12). Skladnost med preiskovalci pri starejših odraslih, ki živijo v skupnosti, je dobra ( $ICC = 0,71$ ) (10), pri preiskovancih s Parkinsonovo boleznijo visoka ( $ICC_{(2,1)} = 0,91$ ) (6) in pri preiskovancih po možganski kapi odlična ( $ICC_{(2,1)} = 0,96$ ) (11, 12). Godi in sodelavci (12) so ugotovili visoko skladnost med ocenjevalci ( $ICC_{(2,1)} = 0,98$ ) pri osebah z motnjami ravnotežja. Odzivnost oziroma najmanjša mogoča razlika med dvema testiranjema, ki kaže na izboljšanje ravnotežja kot posledico terapije, je bila ocenjena pri starejših, ki živijo v skupnosti, in znaša 3,8

točke (10), pri osebah po možganski kapi tri točke (11) in v poznejši študiji 4,2 točke (13), pri osebah z motnjami ravnotežja pa prav tako tri točke (12). Za najmanjšo klinično pomembno spremembo so Godi in sodelavci (12) poročali, da je potrebna sprememba najmanj štirih točk. Napovedno veljavnost za padce za starejše, ki živijo v skupnosti, so proučevali Marques in sodelavci (10) in ugotovili mejo pri 19,5 točke s 74-odstotno občutljivostjo in 71-odstotno specifičnostjo. Pri preiskovancih s Parkinsonovo boleznijo so Leddy in sodelavci (6) ugotovili negativno povezavo mini BESTesta s tveganjem za padec. Tisti, ki pri mini BESTestu dosežejo manj kot 20 točk, imajo 65-odstotno verjetnost padca, tisti, ki dosežejo več kot 20 točk, pa le 7-odstotno (specifičnost = 0,78 in občutljivost = 0,88).

O učinku tal za mini BEST test ni poročil. Da ima ocenjevalno orodje pomemben učinek stropa, se šteje, kadar doseže zgornjo mejo več kot 15 % (14, 15) ali 20 % (16, 17, 18) preiskovancev. Pri starejših odraslih, ki živijo v skupnosti, so Ban in sodelavci (19) ugotovili, da mini BESTest nima učinka stropa (le 3,9 % preiskovancev je doseglo najvišje število točk). Pri preiskovancih po možganski kapi učinka tal ali stropa ni (0,9 % preiskovancev doseže najvišje število točk) (11), pri preiskovancih s Parkinsonovo boleznijo poročajo, da ni učinka stropa (0 % preiskovancev doseže najvišje število točk) (6) in le o enem odstotku poročajo King in sodelavci (20). Pri preiskovancih z različnimi motnjami ravnotežja so ugotovili, da izvirna različica mini BESTesta nima učinka stropa in tal (5, 12).

### **Slovenska različica modificiranega mini BESTesta**

Slovenski prevod ocenjevalnega orodja je nekoliko modificiran (7, 21). Prva prilagoditev je uporaba štiristopenjske lestvice od 0 do 3 izvirnega BESTesta, pri čemer 0 pomeni nezmožnost izvedbe naloge in 3 normalno izvedbo. Druga prilagoditev je položaj rok preiskovancev, ki prosto visita ob telesu, kar pri osebah po možganski kapi zagotovi boljšo primerljivost pogojev (7). Merske lastnosti slovenske inačice modificiranega mini BESTesta so visoka notranja skladnost in enodimenzionalnost testa (8), zanesljivost in skladnost med preiskovalci ( $ICC_{(2,1)} = 0,96$ ) (7, 21) ter dobra povezava z Bergovo lestvico za oceno

ravnotežja (22). Za modificirano slovensko različico mini BESTesta učinka tal in stropa še nista bila raziskana za starejše odrasle, zato je bil namen raziskave ugotoviti, ali je pri slovenski različici mini BESTesta prisoten učinek tal ali stropa pri dveh različnih skupinah starejših odraslih ter pri katerih posameznih nalogah se pojavi ali učinek tal ali stropa oziroma katera izmed nalog je najzahtevnejša.

## **METODE**

### **Preiskovanci**

K sodelovanju v raziskavi smo povabili 76 preiskovancev (14 moških in 62 žensk), razdeljenih v dve skupini. V prvi skupini (40 preiskovancev) so bili preiskovanci, ki so bili člani Centra aktivnosti Fužine (v skupnosti živeči mlajši starejši odrasli, v nadaljevanju skupina v skupnosti živeči), v drugo skupino (36 preiskovancev) pa so bili vključeni preiskovanci, ki so bivali v Domu starejših občanov (DSO) Fužine (v nadaljevanju skupina DSO). Vključitvena merila so bila sposobnost gibanja v prostoru s pripomočki ali brez njih in doseženih najmanj 23 točk pri slovenski inačici kratkega preizkusa spoznavnih sposobnosti (23, 24). Pred začetkom testiranja so preiskovanci izpolnili pisno soglasje za sodelovanje v raziskavi, pridobili pa smo tudi soglasje Komisije Republike Slovenije za medicinsko etiko (št. 0120-668/2017/7).

### **Izvedba modificiranega mini BESTesta**

Mini BESTest sestavlja 14 nalog. Vstajanje iz sedečega položaja, stoja na prstih in stoja na eni nogi so naloge, ki ocenjujejo proaktivno ravnotežje oziroma zmožnost predhodne prilagoditve ravnotežja na nameravano gibanje. Nato se izvedejo naloge zaščitnega koraka v štirih smereh, in sicer naprej, nazaj, levo in desno. Namen teh nalog je oceniti reaktivno ravnotežje oziroma ravnotežne reakcije. Sledijo stoja z odprtimi očmi na trdi podlagi, stoja z zaprtimi očmi na mehki podlagi in stoja z zaprtimi očmi na klančini. S temi nalogami preiskovalec oceni sposobnost organizacije senzoričnih sistemov. Sledi ocena ravnotežja med gibanjem oziroma hojo. V ta sklop spadajo naloge: sprememba hitrosti med hojo, hoja z vmesnim obračanjem glave levo in desno, hoja z vmesnim obratom okoli svoje osi, hoja z vmesnim prestopanjem ovire ter test vstani in pojdi s

kognitivno nalogo in brez nje. Navodila za preiskovalca in preiskovanca ter obrazec za ocenjevanje modificirane slovenske različice mini BESTesta smo povzeli po Rudolfu in sodelavcih (21).

### Pripomočki in izvedba

Za izvedbo modificiranega mini BESTesta smo uporabili štoparico (Ultrak 495 100 Lap Memory Timer, Kitajska), penasto podlago Balance Pad proizvajalca Airex™ (Airex Elite Balance Pad, Švica), klančino z naklonom 10° velikosti 60 cm krat 100 cm, oviro (visoko 22,9 cm, široko 18 cm in dolgo 50 cm), stol z ročaji (višina sedeža 46 cm), lepilni trak in vsaj 6 m dolg prostor. Med testiranjem so imeli preiskovanci obute čevlje brez pete ali pa so bili sezuti. Če mora preiskovanec za testiranje uporabiti kakršen koli pripomoček, to nalogo ocenimo za eno oceno nižje. Če preiskovanec za izvedbo naloge potrebuje fizično pomoč preiskovalca ali uporablja ortozo, to nalogo ocenimo z najnižjo oceno (21).

### REZULTATI

Od 76 povabljenih je vključitvenim merilom ustrezalo 68 preiskovancev, skupina v skupnosti živečih 40 preiskovancev in skupina DSO 28 preiskovancev. Podrobni antropometrični podatki za obe skupini sta predstavljeni v preglednici 1. Nekateri preiskovanci skupine DSO so za gibanje uporabljali pripomočke. Skupno je osem preiskovancev uporabljalo pripomočke za hojo in tudi med izvedbo modificiranega mini BESTesta: eno palico so uporabljali štirje preiskovanci, dve palici en preiskovanec, dve bergli eden in hoduljo s kolesi dva preiskovanca.

Rezultati skupne ocene modificiranega mini BESTesta so bili za skupino v skupnosti živečih v povprečju  $38,5 \pm 3$  na razponu od 30 do 42 točk, za skupino DSO pa  $26 \pm 6,1$  na razponu od 14 do 37. Število preiskovancev, ki so dosegli višje ocene modificiranega mini BESTesta (frekvenčna

*Preglednica 1: Antropometrični podatki za udeležence raziskave skupine v skupnosti živečih in skupine DSO*

Spremenljivka	V skupnosti živeči ± SD	(razpon)	DSO ± SD	(razpon)
Število	40		28	
Spol (moški, ženski)	8, 32		5, 23	
Starost (let)	65,2 ± 4	(60–78)	86,5 ± 3,7	80–94
Telesna teža (kg)	74,4 ± 14,5	(55,4–115,0)	66,5 ± 13,8	46,4–103,4
Telesna višina (cm)	165,6 ± 8	(148–186)	156,9 ± 6,4	145,8–170,9
Indeks telesne mase	27 ± 4,1	(20,9–38,2)	27 ± 5,5	18,2–37,3
KPSS (točk)	28,6 ± 1,2	(25–30)	26,6 ± 2	23–30
Št. oseb, ki uporablja pripomočke	/		8	

*DSO: dom starejših občanov, KPSS: kratek preizkus spoznavnih sposobnosti*

*Preglednica 2: Število in deleži preiskovancev iz skupine v skupnosti živečih pri posamezni nalogi modificiranega mini BESTesta*

Naloga	Frekvence ocen (delež v %)			
	0	1	2	3
1 Vstajanje iz sedečega položaja	0	0	0	40 (100 %)
2 Stoja na prstih	1 (2,5 %)	0	12 (30 %)	27 (67,5 %)
3 Stoja na eni nogi	0	4 (10 %)	6 (15 %)	30 (75 %)
4 Zaščitni korak naprej	1 (2,5 %)	1 (2,5 %)	2 (5 %)	36 (90 %)
5 Zaščitni korak nazaj	1 (2,5 %)	1 (2,5 %)	7 (17,5 %)	31 (77,5 %)
6 Zaščitni korak vstran	2 (5 %)	0	1 (2,5 %)	37 (92,5 %)
7 Stoja oči odprte stopala skupaj	0	0	0	40 (100 %)
8 Stoja oči zaprte penasta podlaga	0	6 (15 %)	6 (15 %)	28 (70 %)
9 Klančina zaprte oči	0	0	0	40 (100 %)
10 Sprememba hitrosti hoje	0	0	0	40 (100 %)
11 Hoja z obračanjem glave levo in desno	0	3 (7,5 %)	12 (30 %)	25 (62,5 %)
12 Hoja z obratom okoli svoje osi	0	0	3 (7,5 %)	37 (92,5 %)
13 Prestopanje ovir	0	0	1 (2,5 %)	39 (97,5 %)
14 Časovno merjeni TUG s kognitivno nalogo	1 (2,5 %)	5 (12,5 %)	31 (77,5 %)	3 (7,5 %)

*TUG: časovno merjeni test vstani in pojdi (angl. Timed Up and Go)*

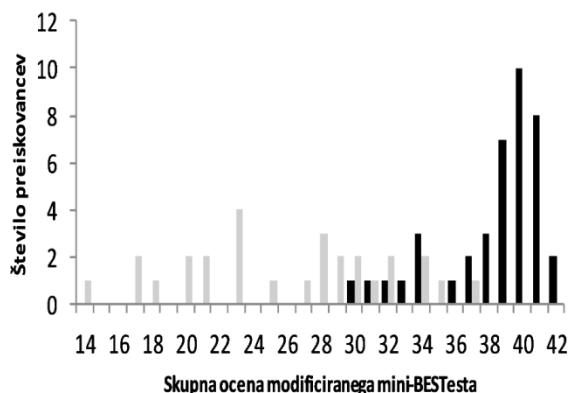
Preglednica 3: Število in deleži preiskovancev iz skupine DSO pri posamezni nalogi modificiranega mini BESTesta

Naloga	Frekvence ocen (delež v %)			
	0	1	2	3
1 Vstajanje iz sedečega položaja	0	2 (7,1 %)	12 (42,9 %)	14 (50 %)
2 Stoja na prstih	3 (10,7 %)	6 (21,4 %)	18 (64,3 %)	1 (3,6 %)
3 Stoja na eni nogi	17 (60,7 %)	6 (21,4 %)	4 (14,3 %)	1 (3,6 %)
4 Zaščitni korak naprej	2 (7,1 %)	3 (10,7 %)	1 (3,6 %)	22 (78,6 %)
5 Zaščitni korak nazaj	5 (17,9 %)	2 (7,1 %)	6 (21,4 %)	15 (53,6 %)
6 Zaščitni korak vstran	8 (28,6 %)	2 (7,1 %)	3 (10,7 %)	15 (53,6 %)
7 Stoja oči odprte stopala skupaj	0	1 (3,6 %)	6 (21,4 %)	21 (75 %)
8 Stoja oči zaprte penasta podlaga	13 (46,4 %)	11 (39,3 %)	3 (10,7 %)	1 (3,6 %)
9 Klančina zaprte oči	9 (32,1 %)	3 (10,7 %)	5 (17,9 %)	11 (39,3 %)
10 Sprememba hitrosti hoje	0	1 (3,6 %)	5 (17,9 %)	22 (78,6 %)
11 Hoja z obračanjem glave levo in desno	0	3 (10,7 %)	16 (57,1 %)	9 (32,1 %)
12 Hoja z obratom okoli svoje osi	0	1 (3,6 %)	22 (78,6 %)	5 (17,9 %)
13 Prestopanje ovir	5 (17,9 %)	3 (10,7 %)	11 (39,3 %)	9 (32,1 %)
14 Časovno merjeni TUG s kognitivno nalogo	11 (39,3 %)	11 (39,3 %)	6 (21,4 %)	0

DSO: dom starejših občanov, TUG: časovno merjeni test vstani in pojdi (angl. Timed Up and Go)

porazdelitev rezultatov), se je med obema skupinama močno razlikovalo, kar je prikazano na sliki 1. Za skupno oceno modificiranega mini BESTesta nihče izmed preiskovancev skupine v skupnosti živečih, pa tudi nihče izmed preiskovancev iz skupine DSO ni dosegel najnižjega števila točk, najvišje mogoče število točk pa ni dosegel noben preiskovanec iz skupine DSO in le dva oziroma 5 % preiskovancev iz skupine v skupnosti živečih (slika 1).

V nadaljevanju smo za učinek tal in učinek stropa analizirali tudi rezultate posameznih nalog modificiranega mini BESTesta in ugotovili, da so v skupini preiskovancev, ki živijo v skupnosti, dosegli strop pri osmih izmed 14 nalog



Slika 1: Število preiskovancev iz skupine v skupnosti živečih (črna) in iz skupine DSO (sivo), ki so dosegli posamezno skupno število točk

modificiranega mini BESTesta (DSO: dom starejših občanov)

(preglednica 2). V skupini DSO pa niso preiskovanci dosegli stropa pri nobeni izmed 14 nalog modificiranega mini BESTesta (preglednica 3). Učinka tal ni bilo pri nobeni nalogi pri skupini v skupnosti živečih (preglednica 2), pri skupini DSO pa je bil učinek tal prisoten pri petih nalogah izmed 14 (preglednica 3). Največ preiskovancev ni uspešno dokončalo nalog stoja na eni nogi, stoja na penasti podlagi z zaprtimi očmi, časovno merjeni test vstani in pojdi (angl. Timed Up and Go – TUG) s kognitivno nalogo, stoja na klančini z zaprtimi očmi in zaščitni korak vstran (razvrščeno padajoče). Rezultati kažejo na to, da je stoja na eni nogi v tej skupini preiskovancev najzahtevnejša, v skupini preiskovancev, ki živijo v skupnosti, pa je najzahtevnejša naloga TUG s kognitivno nalogo, ker je najmanj preiskovancev doseglo najvišje mogoče število točk.

## RAZPRAVA

Namen raziskave je bil ugotoviti, ali je pri slovenski različici modificiranega mini BESTesta prisoten učinek tal in stropa pri dveh različnih skupinah starejših odraslih ter pri katerih posameznih nalogah se pojavi učinek tal ali stropa. Ugotovili smo, da v nobeni skupini ni nihče izmed preiskovancev dosegel najnižje skupne ocene modificiranega mini BESTesta, najvišjo skupno oceno pa je doseglo le 5 % preiskovancev iz skupine v skupnosti živečih, zato lahko sklepamo, da slovenska različica modificiranega mini



BESTest pri starejših nima učinka tal ali stropa. Ker za modificirano slovensko različico mini BESTesta učinka tal in stropa za starejše odrasle še nista bila raziskana, lahko naše izsledke primerjamo le z izsledki raziskave Rudolfa in sodelavcev (21) pri osebah v kroničnem obdobju po možganski kapi, ki ne poročajo o učinku stropa. Za skupino starejših oseb lahko primerjamo le izsledke originalne inačice mini BESTesta. To nam omogoča ugotovljena skladnost med originalno in modificirano lestvico (7, 8). Ban in sodelavci (19) poročajo, da je najvišjo skupno oceno doseglo le 3,9 % preiskovancev. Za izvorno različico mini BESTesta sta učinka tal in stropa raziskana za preiskovance z različnimi patologijami, predvsem nevrološkimi stanji. Franchignoni in sodelavci (5) niso poročali o pomembnem učinku tal ali stropa, le 1,7 % zelo sposobnih preiskovancev je doseglo najvišje število točk. Za podobno skupino preiskovancev Godi in sodelavci (12) poročajo, da je le 2,1 % preiskovancev doseglo najvišjo skupno oceno po končani obravnavi. Za preiskovance po možganski kapi so Tsang in sodelavci (11) poročali, da najnižje skupne ocene ni dosegel nihče izmed preiskovancev, najvišjo skupno oceno pa je doseglo 0,9 % preiskovancev. Pri preiskovancih s Parkinsonovo boleznijo so King in sodelavci (20) poročali, da je najvišjo skupno oceno dosegel 1 % preiskovancev. Vsi ti rezultati kažejo na to, da mini BESTest lestvica nima učinka tal in stropa in je tako zmožna ločiti med preiskovanci z nizko stopnjo dinamičnega ravnotežja in tistimi z visoko stopnjo dinamičnega ravnotežja.

V nadaljevanju smo analizirali tudi posamezne komponente modificiranega mini BESTesta in ju primerjali med obema skupinama. Rezultati so pokazali, da so v skupini preiskovancev, ki živijo v skupnosti, dosegli strop pri osmih izmed 14 nalog. V skupini DSO pa niso preiskovanci dosegli stropa pri nobeni izmed 14 nalog modificiranega mini BESTesta. Učinka tal niso dosegli pri nobeni posamični nalogi v skupini preiskovancev, ki živijo v skupnosti, pri skupini DSO pa je bil prisoten pri petih izmed 14 nalog modificiranega mini BESTesta. Največ preiskovancev ni moglo izvesti naloge stoja na eni nogi, sledijo naloge stoja na penasti podlagi z zaprtimi očimi, časovno merjeni TUG s kognitivno nalogo, stoja na klančini z zaprtimi očmi in zaščitni korak vstran. O analizi stropa in tal za posamezne naloge mini BESTesta

ne poročajo, zato dobljenih rezultatov ne moremo primerjati z izsledki iz literature.

Za analizo težavnosti posameznih nalog so avtorji uporabili koncept ugotavljanja najzahtevnejše naloge, na kar kaže majhno število preiskovancev z najvišjo oceno ali veliko število preiskovancev z najnižjo oceno. Ocene težavnosti posameznih nalog se med raziskavami razlikujejo. Teoretska ocena najtežje naloge je bila stoja na eni nogi (5). Tudi v naši raziskavi je bila v skupini DSO najtežja naloga stoja na eni nogi. Najpogosteje poročajo, da je stoja na eni nogi najtežavnejša naloga za preiskovance po preboleli možganski kapi (22, 8), za preiskovance po poškodbi hrbtnjače poleg stoje na eni nogi še zaščitni korak vstran (26), pri preiskovancih s Parkinsonovo boleznijo pa stoja na prstih in stoja na eni nogi (20). V skupini preiskovancev, ki živijo v skupnosti, pa je bila najzahtevnejša naloga TUG s kognitivno nalogo, saj jo je uspešno dokončalo in prejelo najvišjo oceno le 7,5 % preiskovancev. Ti rezultati so skladni z izsledki predhodnih raziskav, v katerih so ugotavljali, da je TUG s kognitivno nalogo najzahtevnejša naloga pri starejših osebah (19). Več raziskovalcev mini BESTesta je že ugotavljalo, da je TUG s kognitivno nalogo zelo zahteven in ga preiskovanci ne morejo izvesti, zato so predlagali načine vrednotenja brez TUG s kognitivno nalogo (8) ali pa ga zamenjajo z gibalno nalogo (25).

Primerjava rezultatov med obema preiskovanima skupinama je pokazala, da so rezultati testiranja z modificirano slovensko različico mini BESTesta za skupino preiskovancev, ki živijo v skupnosti, v povprečju precej višji (38,5) od skupine DSO (26,4), kar nam pove, da so imeli preiskovanci iz skupine v skupnosti živečih blažje motnje ravnotežja. Opazili smo tudi razlike v težavnosti posameznih nalog med skupino v skupnosti živečih in DSO. To je najverjetneje posledica razlike v starosti preiskovancev, njihovega splošnega zdravstvenega stanja in uporabe pripomočkov. Uporaba pripomočkov lahko vpliva na rezultate testa. V našem primeru je osem preiskovancev uporabljalo pripomoček (palice, bergle ali hoduljo s kolesi) za naloge stoja na eni nogi in štirje pri nalogi stoja na prstih, saj v navodilih ni izrecno napisano, da veljajo pripomočki le za naloge premikanja. Zanimivo je, da tudi teh rezultatov ne

moremo primerjati z rezultati raziskav, ki so validirale mini BESTest (5), ali tistimi, ki so izmerili normativne vrednosti (27), saj so imeli v obeh raziskavah vključitveno merilo samostojno hojo brez uporabe pripomočkov za hojo. Ker normativnih vrednosti za slovensko različico mini BESTesta ni, rezultatov ne moremo umestiti v okvir celotne populacije, zato bi bilo za slovensko različico mini BESTesta v prihodnje poleg normativnih vrednosti treba ugotoviti še odzivnost in najmanjše klinično pomembno število točk za prikaz napredka ter pridobiti še napovedno vrednost za padce.

Omejitev naše raziskave je predvsem priložnost vzorec preiskovancev in razmeroma majhno število preiskovancev s slabšimi funkcijskimi sposobnostmi.

## ZAKLJUČEK

Rezultati testiranja z modificirano slovensko različico mini BESTesta za dve skupini starejših oseb so pokazali, da lestvica kot celota nima niti učinka stropa niti učinka tal. Na podlagi rezultatov naše raziskave lahko priporočimo modificirano različico mini BESTesta za uporabo pri starejših osebah kot merilo izida za vrednotenje rezultatov vadbe in spremljanje sprememb ravnotežja zaradi staranja, saj je poleg odsotnosti učinka tal in stropa za uporabo preprosto ocenjevalno orodje.

## LITERATURA

- Shumway-Cook A, Woollacott MH (2017). Normal Postural Control. In: Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor Control: translating research into clinical practice* 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer 153–82.
- Weaver TB, Robinovitch SN, Laing AC, Yang Y (2016). Falls and Parkinson's disease: evidence from video recordings of actual fall events. *J Am Geriatr Soc* 64 (1): 96–101.
- Mazumder R, Lambert WE, Nguyen T, Bourdette DN, Cameron MH (2015). Fear of falling is associated with recurrent falls in people with multiple sclerosis. *Int J MS Care* 17 (4): 164–70.
- Horak FB, Wrisley DM, Frank J (2009). The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits. *Phys Ther* 89 (5): 484–98.
- 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.
- Leddy AL, Crouner BE, Earhart GM (2011). Utility of the Mini-BESTest, BESTest, and BESTest sections for balance assessments in individuals with Parkinson disease. *J Neurol Phys Ther* 35 (2): 90–7.
- Rudolf M, Kržišnik M, Goljar N, Vidmar G, Burger H (2013). Ocena skladnosti med ocenjevalci pri uporabi slovenskega prevoda modificirane krajše različice testa za oceno sistemov udeleženih pri uravnavanju ravnotežja pri pacientih po možganski kapi (modificiran mini BESTest). *Fizioterapija* 21 (2): 1–11.
- Goljar N, Giordano A, Schnurrer Luke Vrbančič T, Rudolf M, Banicek-Sosa I, Albensi C, Burger H, Franchignoni F (2017). Rasch validation and comparison of Slovenian, Croatian and Italian versions of the mini-BESTest in patients with subacute stroke. *Int J Rehabil Res* 40 (3): 232–9.
- Harro C, Wrisley D, Dannenbaum E (2013). Mini Balance Evaluation Systems Test. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/mini-balance-evaluation-systems-test> <10.3.2019>.
- Marques A, Almeida S, Carvalho J, Cruz J, Oliveria A, Jacome C (2016). Reliability, Validity and Ability to identify fall status of the Balance Evaluation Systems Test, Mini-Balance Evaluation Systems Test and Brief-Balance Evaluation Systems Test in older people living in the community. *Arch Phys Med Rehabil* 97 (12): 2166–73.
- Tsang CSL, Liao LR, Chung RCK, Pang MYC (2013). Psychometric Properties of the Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) in Community-Dwelling Individuals with Chronic Stroke. *Phys Ther* 93 (8): 1102–15.
- Godi M, Franchignoni F, Caligari M, Giordano A, Turcato AM, Nardone A (2013). Comparison of reliability, validity and responsiveness of the mini-BESTest and Berg Balance Scale in patients with balance disorders. *Phys Ther* 93 (2): 158–67.
- Lampropoulou SI, Billis E, Gedikoglou IA, Michailidou C, Nowicky AV, Skrinou D, Michailidi F, Chandrinou D, Meligkoni M (2019). Reliability, validity and minimal detectable change of the Mini-BESTest in Greek participants with chronic stroke. *Physiother Theory Pract* 35 (2): 171–82.
- McHorney CA, Tarlov AR (1995). Individual-patient monitoring in clinical practice: are available health status surveys adequate? *Qual Life Res* 4 (4): 293–307.
- Considine S (2014). The concurrent validity of the 7-Item BBS 3P with other clinical measures of balance in a sample of elderly community-dwelling adults. *Doktorsko delo*. Dublin: Royal College of Surgeons in Ireland.

16. Mao H, Hsueh I, Tang P, Sheu C, Hsieh C (2002). Analysis and Comparison of the Psychometric Properties of Three Balance Measures for Stroke Patients. *Stroke* 33 (4): 1022–7.
17. Tyson SF, DeSouza LH (2004). Development of the Brunel Balance Assessment: a new measure of balance disability post stroke. *Clin Rehabil* 18 (7): 801–10.
18. Blum L, Korner-Bitensky N (2008). Usefulness of the Berg balance scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Phys Ther* 88 (5): 559–66.
19. Ban B, Sevšek F, Rugelj D (2017). A comparison of the ceiling effect between Berg Balance Scale and mini-BESTest in a group of community-dwelling older adults. *Physiotherapy Quarterly* 25 (2): 3–9.
20. King LA, Priest KC, Salarian A, Pierce D, Horak FB (2012). Comparing the Mini-BESTest with the Berg Balance Scale to Evaluate Balance Disorders in Parkinson's Disease. *Parkinsons Dis* 2012: 1–7.
21. Rudolf M, Kržišnik M, Goljar N, Vidmar G, Burger H (2018). POPRAVEK ČLANKA: Ocena skladnosti med ocenjevalci pri uporabi slovenskega prevoda modificirane krajše različice testa za oceno sistemov udeleženih pri uravnavanju ravnotežja pri pacientih po možganski kapi (modificiran mini BESTest). *Fizioterapija* 26 (1): 35-41.
22. Rudolf M, Goljar N, Vidmar G (2015). Primerjava lestvic za ocenjevanje ravnotežja pri pacientih po možganski kapi: modificiran mini BESTest in Bergova lestvica za ocenjevanje ravnotežja. *Fizioterapija* 23 (2): 19–26.
23. Jensterle J, Mlakar J, Vodušek DB (1996). Uporaba kratkega preizkusa spoznavnih sposobnosti pri ocenjevanju demenc. *Zdrav Vestn* 65: 577–82.
24. Granda G, Mlakar J, Vodušek DB (2003). Kratek preizkus spoznavnih sposobnosti – umerjanje pri preiskovancih, starih od 55 do 75 let (I). *Zdrav Vestn* 72 (10): 575–81.
25. Dahl SSH, Jørgensen L (2014). Intra- and Inter-Rater Reliability of the Mini-Balance Evaluation Systems Test in Individuals with Stroke. *Int J Phys Med Rehabil* 2 (1): 177.
26. Jørgensen V, Opheim A, Halvarsson A, Franzén E, Roaldsen KS (2017). Comparison of the Berg Balance Scale and the Mini-BESTest for Assessing Balance in Ambulatory People with Spinal Cord Injury: Validation Study. *Phys Ther* 97 (6): 677–87.
27. O'Hoski S, Sibley KM, Brooks D, Beauchamp MK (2015) Construct validity of the BESTest, mini-BESTest and briefBESTest in adults aged 50 years and older. *Gait Posture* 42: 301–5.

## Učinki mobilizacije živčevja na kronično nespecifično bolečino v križu

### Effects of neural mobilization on chronic nonspecific low back pain

Katja Jenko<sup>1</sup>, Sonja Hlebs<sup>1</sup>

#### IZVLEČEK

**Uvod:** Bolečina v križu je v razvitem svetu ena najpogosteje zdravljenih okvar kostno-mišičnega sistema in eden glavnih vzrokov zmanjšane zmožnosti. Za zdravljenje kronične nespecifične bolečine se največkrat uporablja telesna vadba, poleg številnih postopkov zdravljenja pa se uporablja tudi mobilizacija živčevja. Namen pregleda literature je bil proučiti učinkovitost mobilizacije živčevja pri kronični nespecifični bolečini v križu. **Metode:** V pregled literature smo vključili raziskave, najdene v podatkovnih zbirkah PEDro, PubMed in CINAHL. **Rezultati:** Analiziranih je bilo deset raziskav, v katerih so proučevali učinke različnih tehnik mobilizacije živčevja na bolečino, od tega sedem na stopnjo funkcijske nezmožnosti in tri na obseg gibljivosti spodnjih udov. Rezultati raziskav potrjujejo, da mobilizacija živčevja bistveno vpliva na zmanjšanje bolečine, stopnje nezmožnosti in povečanje gibljivosti. **Zaključki:** Mobilizacija živčevja je učinkovit postopek za zmanjševanje bolečin v križu, v kombinaciji z mobilizacijo ledvene hrbtenice in vajami za medsegmentalno stabilnost. Potrebne so nadaljnje raziskave, v katerih bi proučevali ustrezne parametre postopkov mobilizacije živčevja.

**Ključne besede:** mobilizacija živčevja, dinamični testi živčevja, kronična bolečina v križu, nezmožnost, fizioterapija.

#### ABSTRACT

**Background:** Low back pain is one of the most commonly cured conditions of the musculoskeletal system in the developed world and is one of the main causes of disability. Chronic nonspecific pain is most commonly treated with physical activity. However, there are numerous other approaches to treating this condition, one of them being neural mobilization. The purpose of the study was to systematically review articles that studied the effectiveness of neural mobilization on chronic nonspecific low back pain. **Methods:** An electronic databases search (PEDro, PubMed and CINAHL) was conducted. **Results:** Ten articles were included in the analysis. All of them looked into the effects of various techniques of neural mobilization on the pain, seven dealt with various stages of disability, while the other three focused on the mobility of lower limbs. Results confirmed that neural mobilization greatly reduced pain and disability, while increasing the flexibility. **Conclusion:** Neural mobilizations is an effective method for decreasing low back pain, but its effects can be improved by combining it with lumbar spine mobilization and intersegmental stabilisation exercises. However, further investigations with suitable parameters of neural mobilization are necessary.

**Key words:** neural mobilization, neurodynamic tests, chronic low back pain, disability, physiotherapy.

---

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

**Korespondenca/Correspondence:** viš. pred. mag. Sonja Hlebs, viš. fiziot., univ. dipl. org.; e-pošta: sonja.hlebs@zf.uni-lj.si

Prispelo: 12.2.2019

Sprejeto: 1.4.2019

## UVOD

Bolečina v križu je definirana kot bolečina oziroma mišična napetost, lokalizirana pod prsnim košem na hrbtni strani trupa, združena z bolečino ali brez bolečine v spodnjem udu (1, 2). Lumboishialgijo oziroma sevajočo bolečino vzdolž ishiadičnega živca v en ali v oba spodnja uda najpogosteje povzroča hernija medvretenčne ploščice, povezana pa je lahko tudi s senzoričnimi in motoričnimi primanjkljaji (3). Radikularna bolečina nastane zaradi ukleščanja živčne korenine in povzroča bolečine v spodnjem udu, motnje občutenja in/ali šibkost (4). V 85 % primerov je bolečina v križu nespecifična in se navadno ne more pripisati okvari in/ali bolezni (5). Kljub različnim diagnostičnim preiskavam približno 85 % osebam z bolečinami v križu ne ugotovijo natančnega vzroka za njihov nastanek (6). Simptomi lahko izhajajo iz živčnih korenin, mišic, fascialnih struktur, kosti, sklepov, medvretenčnih ploščic ali organov v trebušni votlini (7). Vnetna stanja lahko povzročijo utesnitve delov živčevja in s tem znake radikulopatij (2). Preostali del predstavlja idiopatska ali nespecifična bolečina v križu, za katero je vzrok predvsem mehanskega izvora (6). Najpogostejši vzrok za nastanek kronične bolečine so degenerativne spremembe oziroma obrabe, poškodbe medvretenčnih ploščic in sklepov ter draženje živčnih korenin zaradi kompresije medvretenčne ploščice (8). Pri prehodu živca skozi vezivno-kostni kanal ali odprtino v vezivnem ali mišičnem tkivu lahko dinamični mehanski pritisk povzroči utesnitveno nevropatijo. V primeru utesnitve živca bolniki občutijo bolečino in/ali motnje občutenja na inervacijskem področju okvarjenega živca (9).

Za zdravljenje kronične bolečine se poleg kinezioterapije največkrat uporabljajo še manualna terapija (raztezanje, sklepna in mehkotivna mobilizacija ter manipulacija) ter elektro- in termoterapija (10). Intenzivni multidisciplinarni pristopi so dokazano učinkoviti pri zmanjševanju kroničnih bolečin v križu (1). Eden izmed naštetih postopkov manualne terapije za zdravljenje bolečine v križu je tudi mobilizacija živčevja (11). Kot del nevrološke preiskave in terapije se pri pacientih z bolečinami v spodnjem udu in križu uporabljajo dinamični testi živčevja (12), s katerimi se ocenjuje mehanika oziroma občutljivost živčevja na razteg in drsenje (13).

Najpogosteje uporabljen dinamični test živčevja za spodnji ud je dvig stegnjenega spodnjega uda (angl. straight leg raise test) (14), s katerim ocenimo mehaniko spodnjih ledvenih in križničnih živčnih korenin, ledveno-križničnega pleteža ter ishiadičnega živca (15). Test dviga stegnjenega spodnjega uda se lahko izvede tudi sede, saj položaj sede zagotavlja posterioren nagib medenice in sprostitve fleksornih mišic kolenskega sklepa (16). Za oceno mehanike možganskih in hrbtenjačnih živcev pa se uporablja test sesedanja (angl. slump test; angl. slump – sesedanje) (17). Dinamični testi živčevja se kot diagnostični postopek uporabljajo pred uporabo različnih tehnik mobilizacije živčevja. Pri zdravljenju nevrogene bolečine v križu se uporabljajo tehnike, ki s kombinacijo sklepnih premikov povzročijo napetost ali pa drsenje živca (11). Tehnika, ki povzroči napetost v živcu, vključuje gibanje sklepov v smeri, ki omogoči podaljšanje oziroma razteg živca (primer: ekstenzija kolenskega sklepa in dorzalna fleksija skočnega sklepa). Tehnika drsenja pa je sestavljena iz kombinacije gibanj dveh ali več sklepov, pri kateri z enim gibom povečamo napetost v živcu (podaljšanje živčne ovojnice), z drugim gibom pa sprostimo obremenjeni živec (primer: kombinacija ekstenzije kolenskega sklepa, plantarne fleksije skočnega sklepa, fleksije vratne hrbtenice in ekstenzije kolenskega sklepa, dorzalne fleksije skočnega sklepa in ekstenzije vratne hrbtenice) (18).

Namen pregleda literature je predstaviti učinke mobilizacije živčevja pri kronični nespecifični bolečini v križu.

## METODE

Iskanje literature je potekalo prek podatkovnih zbirk PEDro, PubMed in CINAHL, v obdobju med oktobrom in decembrom 2018. Uporabljene ključne besede v angleškem jeziku so bile low back pain, neural mobilization, neural stretching, disability, physiotherapy, straight leg raise test, slump test. Vključili smo randomizirane kontrolirane raziskave, ki so vsebovale vsaj eno tehniko mobilizacije živčevja ali pa so primerjale različne tehnike mobilizacije živčevja. Izključene so bile raziskave, ki niso vsebovale primerjalne skupine in pri katerih ni bilo prosto dostopno celotno besedilo.

## REZULTATI

Na podlagi vključitvenih in izključitvenih meril smo v pregled vključili deset raziskav. V vseh so učinke mobilizacije živčevja primerjali z drugimi konzervativnimi oblikami zdravljenja (standardna fizioterapevtska obravnava, različne vaje za medsegmentalno stabilizacijo ledvene hrbtenice, sklepna mobilizacija in/ali ledvena manipulacija). Poleg bolečine so avtorji ugotavljali tudi učinek mobilizacije živčevja na stopnjo funkcijske nezmožnosti in obseg gibljivosti preiskovancev. Bolečino so ocenjevali z uporabo vizualne analogne lestvice in numerične lestvice, funkcijske nezmožnosti z uporabo modificiranega vprašalnika zmanjšane zmožnosti Oswestry in gibljivost z uporabo testa dviga stegnjenega spodnjega uda.

V preglednici 1 so po lestvici PEDro predstavljene ocene kakovosti posameznih raziskav. Protokoli vadbenih intervencij so predstavljeni v preglednici 2.

V vseh desetih raziskavah se je preiskovancem bolečina po koncu obravnave z uporabo različnih mobilizacijskih tehnik zmanjšala. V raziskavah, ki so jih opravili Kaur in Sharma (19) ter Nagrale in sodelavci (20), so rezultati pokazali, da se je bolečina v poskusni in primerjalni skupini zmanjšala, vendar so bile med skupinama statistično pomembne razlike v zmanjšanju bolečine. V šestih raziskavah (21–26) so poročali o statistično značilnem zmanjšanju bolečine v poskusni skupini. Mahmoud (3) je ugotovil, da se je bolečina zmanjšala v obeh skupinah, vendar je do večjih razlik v občutenju bolečine prišlo v skupini, v kateri je bila uporabljena manipulacija ledvene hrbtenice. Malik in sodelavci (14) so vključili dve poskusni skupini in ugotovili, da med njima ni bilo razlik, v obeh pa so ugotovili statistično značilno zmanjšanje bolečine. Tudi pri primerjavi poskusne skupine s primerjalno ni bilo statistično pomembnih razlik v zmanjšanju bolečine.

V sedmih izmed desetih analiziranih raziskav (3, 19–23, 26) so proučevali učinek mobilizacije živčevja na stopnjo nezmožnosti pred koncem terapevtske obravnave in po njem. Ugotovili so, da se je nezmožnost vseh preiskovancev zmanjšala ne glede na protokol terapevtske obravnave. Stopnja nezmožnosti se je najbolj zmanjšala

preiskovancem v raziskavah, ki so jih opravili Jain in sodelavci (26) ter Cleland in sodelavci (23). V treh raziskavah (19–21) po končani terapevtski obravnavi med poskusno in primerjalno skupino ni bilo statistično pomembnih razlik v stopnji nezmožnosti. Mahmoud (3) je poročal o statistično značilnem izboljšanju nezmožnosti v obeh skupinah, vendar je boljši rezultat dosegla skupina, v kateri je bila uporabljena manipulacija ledvene hrbtenice.

V treh raziskavah (14, 19, 24), v katerih so merili obseg gibljivosti oziroma obseg fleksije v kolčnem sklepu s testom dviga stegnjenega spodnjega uda, so ugotovili, da se je z uporabo mobilizacijskih tehnik obseg gibljivosti v kolčnem sklepu povečal. Čolaković in Avdić (24) ter Kaur in Sharma (19) so za merjenje obsega gibljivosti kolčnega sklepa uporabili goniometer, Malik in sodelavci (14) pa inklinometer ter ortozi za stopalo in koleno za ohranjanje kolenskega in skočnega sklepa v ustreznem položaju. Čolaković in Avdić (24) ter Kaur in Sharma (19) so med skupinama ugotovili statistično pomembne razlike v obsegu gibljivosti kolčnega sklepa. Malik in sodelavci (14) so dokazali statistično pomembne razlike v obsegu gibljivosti med vsemi tremi preiskovanimi skupinami. V obeh skupinah, ki sta prejemale tehniko mobilizacije živčevja, se je obseg gibljivosti povečal. Najboljše rezultate pa je dosegla skupina, v kateri so izvajali raztezanje živca v položaju testa sesedanja.

*Preglednica 1: Kakovost raziskav po lestvici PEDro*

	Ocena PEDro
Adel (22)	5
Ali et al. (21)	4
Cleland et al. (23)	6
Čolaković, Avdić (24)	5
Dwornik et al. (25)	4
Jain et al. (26)	3
Kaur, Sharma (19)	4
Mahmoud (3)	5
Malik et al. (14)	3
Negrle et al. (20)	8

*Preglednica 2: Protokoli terapevtskih obravnav v pregledanih raziskavah*

Avtor/-ji	Protokol	Primerjalna skupina	Trajanje terapij
	<b>Poskusna skupina</b>	<b>Primerjalna skupina</b>	
Adel (22)	Mobilizacija ledvene hrbtenice, vaje za stabilizacijo hrbtenice, raztezanje živca v položaju testa dviga stegnjenega spodnjega uda.	Mobilizacija ledvene hrbtenice, vaje za stabilizacijo hrbtenice.	Tri tedne (skupno šest terapij)
Ali et al. (21)	Tehnika drsenja živca v položaju testa sesedanja, vaje za stabilizacijo hrbtenice, kratkovalovna diatermija.	Vaje za stabilizacijo hrbtenice, kratkovalovna diatermija.	Tri tedne
Cleland et al. (23)	Mobilizacija ledvene hrbtenice, vaje za stabilizacijo hrbtenice, raztezanje živca v položaju testa sesedanja.	Mobilizacija ledvene hrbtenice, vaje za stabilizacijo hrbtenice.	Tri tedne, dve obravnavi na teden
Čolaković, Avdić (24)	Natančno določena tehnika drsenja MŽ (kombinacija ekstenzije kolena, fleksije kolka in dorzalne fleksije skočnega sklepa), vaje za stabilizacijo ledvene hrbtenice.	Aktivne vaje za povečevanje obsega gibljivosti hrbtenice in spodnjih udov, vaje za stabilizacijo ledvene hrbtenice.	Štiri tedne, tri obravnave na teden
Dwornik et al. (25)	MŽ: aplicirana na femoralni, ishiadični in tibialni živec.	Standardna fizioterapevtska obravnava (ET, KT)	Dva tedna (deset obravnav v dveh tednih)
Jain et al. (26)	Standardna fizioterapevtska obravnava (MT, terapevtske vaje za stabilizacijo) od drugega tedna naprej: raztezanje živca v položaju testa sesedanja, vadbeni program raztezanja živca v položaju testa sesedanja doma.	Standardna fizioterapevtska obravnava (MT, terapevtske vaje za stabilizacijo)	Štiri tedne, v prvem tednu tri obravnave na teden, v naslednjih treh tednih pa dve obravnavi na teden
Kaur, Sharma (19)	Mobilizacija ishiadičnega živca z raztezanjem v položaju testa dviga stegnjenega spodnjega uda.	Specifične vaje za hrbtenico.	Dva tedna (deset obravnav v dveh tednih)
Mahmoud (3)	Tehnike MŽ (raztezanje živca v položaju testa dviga stegnjenega spodnjega uda, raztezanje živca v položaju testa sesedanja).	Manipulacija (posterioro-anteriorni pritiski na vretenca, rotacije ledvene hrbtenice)	Šest tednov (tri obravnave na teden)
Malik et al. (14)	PS1 – raztezanje živca v položaju testa dviga stegnjenega spodnjega uda, vaje za stabilizacijo ledvene hrbtenice; PS2 – raztezanje živca v položaju testa sesedanja, vaje za stabilizacijo ledvene hrbtenice.	Vaje za stabilizacijo ledvene hrbtenice.	Tri tedne, dve obravnavi na teden
Nagrare et al. (20)	Mobilizacija ledvene hrbtenice, vaje za stabilizacijo, raztezanje živca v položaju testa sesedanja vadbeni program za domov.	Mobilizacija ledvene hrbtenice, vaje za stabilizacijo.	Tri tedne, dve obravnavi na teden

*PS – poskusna skupina (PS1 – prva poskusna skupina, PS2 – druga poskusna skupina), MŽ – mobilizacija živčevja, MT – manualna terapija, ET – elektroterapija, KT – kinezioterapija*

**RAZPRAVA**

Namen pregleda literature je bil predstaviti učinke mobilizacije živčevja pri kronični nespecifični bolečini v križu na funkcijsko nezmožnost in gibljivost. V pregledanih raziskavah so uporabili dve vrsti mobilizacije živčevja: raztezanje živca v položaju testa dviga stegnjenega spodnjega uda in raztezanje živca v položaju testa sesedanja. Uporabljene tehnike so bile raztezanje, drsenje živca v položaju testa sesedanja (21) ali različni oscilacijski premiki s kombinacijo ekstenzije kolenskega sklepa, fleksije kolčnega sklepa in dorzalne fleksije skočnega sklepa (24). Uporaba mobilizacije živčevja in/ali uporaba mobilizacije v kombinaciji z drugimi oblikami intervencij je pri preiskovancih zmanjšala jakost bolečine in stopnjo nezmožnosti. V devetih raziskavah so potrdili učinkovitost mobilizacije živčevja in v eni (3) večjo učinkovitost manipulacije hrbtenice v primerjavi z mobilizacijo živčevja. V pregledani literaturi so avtorji poročali, da imata mobilizacija živčevja in manipulacija pomembno vlogo pri zdravljenju kroničnih bolečin v križu in radikulopatij. Manipulacijski postopki naj bi v primeru radikulopatij razširili prostor znotraj intervertebralnega foramna, skozi katerega korenine živcev zapuščajo hrbtenični kanal. Predvideva se, da manipulacija hrbtenice omogoči tudi sprostitev napetosti v obhrbteničnih mišicah in tako posledično zmanjšano utesnjenost živca (27), zato ima manipulacija morda večji vpliv na zmanjšanje stopnje utesnitve ishiadičnega živca (3).

Različne tehnike mobilizacije živčevja imajo v primerjavi s pasivnim raztezanjem živčevja večji mehanski učinek na živčno in vezivno tkivo (3). Predvideva se, da se pri mobilizaciji živčevja poskuša s posebnimi tehnikami drsenja in napetosti zmanjšati utesnitev in trenje živca oziroma zmanjšati občutljivost na mehanske spremembe (mehanosenzitivnost). Izboljšale naj bi se tudi fiziološke funkcije živčnega tkiva (intranavralni pretok krvi, električna prevodnost, aksonski transport) (26).

V literaturi je torej zaslediti, da je zdravljenje bolečin v križu z uporabo standardne fizioterapevtske obravnave v primerjavi z mobilizacijo živčevja manj učinkovito (21). Če se terapevtskemu programu, ki vključuje vaje za

medsegmentalno stabilizacijo in mobilizacijo ledvene hrbtenice, doda mobilizacija živčevja v položaju testa sesedanja ali v položaju testa dviga stegnjenega spodnjega uda, je učinek na zmanjšanje bolečine večji (24). Uporaba tehnike raztezanja živca v kombinaciji z vajami za medsegmentalno stabilizacijo je učinkovitejša pri zmanjševanju bolečin in kratkoročne nezmožnosti ter spodbujanju centralizacije simptomov (20, 23).

Malik in sodelavci (14) so poročali, da raztezanje živca v položaju testa dviga stegnjenega spodnjega uda in raztezanje živca v položaju testa sesedanja močno zmanjšata jakost bolečine. Sklepali so, da prva tehnika povzroči podaljševanje in krajšanje živca, kar v živcu lahko začasno poveča pritisk, temu pa sledi faza relaksacije. Rezultati avtorjev (14, 22) zato nakazujejo, da je ta tehnika učinkovita pri zmanjšanju bolečine.

Ugotovljeno je bilo, da je uporaba tehnike raztezanja živca v položaju testa sesedanja vprašljiva, saj povzroča napetost po celotnem živčno-meningealnem traktu. Z raztezanjem živca v položaju testa dviga stegnjenega spodnjega uda pa lahko bolj selektivno mobiliziramo ishiadični živec brez povzročitve dodatne napetosti (19).

Iz rezultatov raziskav lahko sklepamo, da se za zdravljenje oseb z nevrogeno bolečino v križu priporočajo mobilizacijske tehnike, ki vključujejo raztezanje živca v položaju testa dviga stegnjenega spodnjega uda in testa sesedanja. Obe vrsti terapije sta učinkoviti obliki intervencij pri zdravljenju bolečin v križu (11).

Čolaković in Avdić (24) ter Kaur in Sharma (19), ki so poleg bolečine ocenjevali tudi obseg gibljivosti spodnjih udov, so ugotovili, da ima povečanje gibljivosti s testom dviga stegnjenega spodnjega uda pozitivne učinke na obnavljanje normalnega gibanja. Zaradi izboljšane gibljivosti se posledično zmanjša tudi stopnja nezmožnosti. Do podobnih ugotovitev sta prišla tudi Kaur in Sharma (19), saj sta dokazala, da ima zmanjšanje bolečine na ocenjevalni lestvici in povečanje obsega gibljivosti pozitiven vpliv na izboljšanje funkcijske nezmožnosti. Nasprotno pa so Malik in sodelavci (14) pri primerjavi raztezanja živca v položaju testa sesedanja in testa dviga stegnjenega spodnjega uda ugotovili, da se obseg gibljivosti



bolj poveča pri izvajanju tehnike raztezanja v položaju testa sesedanja. Slednja naj bi povzročila večji in učinkovitejši razteg živca. K subjektivnemu izboljšanju ocene bolečine na vizualni analogni lestvici in izboljšanju gibljivosti po vprašalniku zmanjšane zmožnosti je v raziskavi Kaur in Sharma (19) pripomogla tudi edukacija preiskovancev. Koristi edukacije preiskovancev zato ne smemo spregledati in jo je smiselno ter priporočljivo uporabljati kot dodatek k zdravljenju bolečine v križu.

Ustrezne parametre intervencij mobilizacije živčevja je težko postaviti, saj večina raziskav o tem ne poroča.

## ZAKLJUČEK

Na podlagi rezultatov pregledanih raziskav lahko povzamemo, da ima mobilizacija živčevja učinek na zmanjšanje bolečine v križu, stopnjo nezmožnosti in povečanje gibljivosti pri pacientih s kronično nespecifično bolečino v križu. V eni izmed desetih raziskav so dokazali večjo učinkovitost manipulacije hrbtenice v primerjavi z mobilizacijo živčevja. Na zmanjšanje bolečine je imelo največji vpliv raztezanje živca v položaju testa dviga stegnjenega spodnjega uda in raztezanje živca v položaju testa sesedanja. Najučinkovitejša je bila kombinacija obeh vrst raztezanja skupaj z vajami za stabilizacijo ledvene hrbtenice in mobilizacijo hrbtenice. Nezmožnost se je izboljšala ne glede na protokol terapevtske obravnave. Glede na rezultate gibljivosti pa težko določimo, katera tehnika mobilizacije živčevja je imela večji vpliv na izboljšanje obsega gibljivosti.

V prihodnje bo treba nameniti več pozornosti zadrževanju učinkov različnih postopkov, saj iz pregledanih raziskav ni jasen dolgoročen učinek mobilizacije živčevja na bolečino v križu. V nadaljnjih raziskavah bi bilo treba tudi natančno definirati parametre posameznih intervencij mobilizacije živčevja.

## LITERATURA

1. Koes BW, Tulder MW, Thomas S (2006). Diagnosis and treatment of low back pain. *BMJ* 332 (7555): 1430–4.
2. Košak R (2010). Bolečina v ledvenem predelu hrbtenice. *Rehabil* 9 (Suppl 2): 3–8.
3. Mahmoud WSE (2015). Effect of neural mobilization versus spinal manipulation in patients with radicular chronic low back pain. *Eur J Sci Res* 131 (1): 122–32.
4. Qaseem A, Wilt TJ, McLean RM, Forciea MA (2017). Noninvasive treatment for acute, subacute and chronic low back pain: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. *ACP* 166 (7): 514–30.
5. Hall H, McIntosh G (2008). Low back pain (chronic). *BMJ Clin Evid* 10: 1–28.
6. Snook SH (2004). Self-care guidelines for the management of nonspecific low back pain. *J Occup Rehabil* 14 (4): 243–53.
7. Allegri M, Montella S, Salici F et al. (2016). Mechanism of low back pain: a guide for diagnosis and therapy. F1000 Faculty Rev-1530.
8. Levin KH (2010). Low back pain. Lyndhurst: Center for Continuing Education. Dostopno na: <http://www.clevelandclinicmeded.com/medicalpubs/diseasemanagement/neurology/low-back-pain/#cesec6> <15. 1. 2018>.
9. Košak R (2010). Bolečina v ledvenem predelu hrbtenice. *Rehabil* 9 (Suppl 2): 3–8.
10. Gordon R, Bloxham S (2016). A systematic review of the effects of exercise and physical activity on non-specific chronic low back pain. *Healthc* 4 (2): 1–19.
11. Neto T, Freitas SR, Marques M, Gomes L, Andrade R, Oliveira R (2017). Effects of lower body quadrant neural mobilization in healthy and low back pain population: a systematic review and meta-analysis. *Musculoskelet Sci Pract* 27: 14–22.
12. Smart KM, Blake C, Staines A, Doody C (2010). Clinical indicators of 'nociceptive', 'peripheral neuropathic' and 'central' mechanisms of musculoskeletal pain. A Delphi survey of expert clinicians. *Man Ther* 15: 80–7.
13. Hlebš S, Slakan B, Klauser M (2017). Manualna terapija-sklepna mobilizacija udov: testiranje in terapije. 2.izdaja. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, 148–52.
14. Malik N, Kataria C, Sachdev NB (2012). Comparative effectiveness of straight leg raise and slump stretching in subjects with low back pain with adverse neural tension. *Inter J Health Rehabil Sci* 1 (1): 2–10.
15. Slakan B, Purkant B, Jakovljević M (1999). Dinamični testi živčevja. In: 8.strokovno posvetovanje slovenskih fizioterapevtov, Portorož, 30. 9–2. 10. 1999. Ljubljana: Društvo fizioterapevtov Slovenije, 21–31.
16. Hall H, McIntosh G (2014). Passive straight leg raise test: definition, interpretation, limitations and utilization. *J Current Clinic Care* 4 (6): 25–32.

17. Mansuri F, Shah N (2015). Effect of slump stretching on pain and disability in non-radicular low back pain. *IAIM* 2 (5): 18–25.
18. Coppiters MW, Hough AD, Dilley A (2009). Different nerve-gliding exercises induce different magnitudes of median nerve longitudinal excursion: an in vivo study using dynamic ultrasound imaging. *J Orthop Sports Phys Ther* 39 (3): 164–71.
19. Kaur G, Sharma S (2011). Effect of passive straight leg raise sciatic nerve mobilization on low back pain of neurogenic origin. *Indian J Physiother Occup Ther* 5 (3): 183–8.
20. Nagrale AV, Patil SP, Gandhi RA, Learman K (2012). Effect of slump stretching versus lumbar mobilization with exercise in subjects with non-radicular low back pain: a randomized clinical trial. *J Man Manip Ther* 20 (1): 35–42.
21. Ali M, Rehman SS, Ahmad S, Farooq MN (2015). Effectiveness of slump neural mobilization technique for the management of chronic radicular low back pain. *RMJ* 40 (1): 41–3.
22. Adel SM (2011). Efficacy of neural mobilization in treatment of low back pain dysfunctions. *J Am Sci* 7 (4): 566–72.
23. Cleland JA, Childs JD, Palmer JA, Eberhart S (2006). Slump stretching in the management of non-radicular low back pain: a pilot clinical trial. *Man Ther* 11 (4): 279–86.
24. Čolaković H, Avdić D (2013). Effects of neural mobilization on pain, straight leg raise test and disability in patients with radicular low back pain. *J Health Sci* 3 (2): 109–12.
25. Dwornik M, Kujawa J, Białoszewski D, Słupik A, Kiebzak W (2009). Electromyographic and clinical evaluation of the efficacy of neuromobilization in patients with low back pain. *Ortop Traumatol Rehabil* 11 (2): 164–76.
26. Jain R, Hameed UA, Tuteja R (2012). Effectiveness of slump stretching in comparison to conventional physiotherapy in treatment of subacute non-radicular low back pain. *Indian J Physiother Occup Ther* 6 (1): 123–6.
27. Perry J, Green A, Singh S, Watson A (2011). A preliminary investigation into the magnitude of effect of lumbar extension exercises and a segmental rotatory manipulation on sympathetic nervous system activity. *Man Ther* 16: 190–5.

## Učinkovitost krožne vadbe za izboljšanje premičnosti pri ljudeh v kroničnem obdobju po možganski kapi – sistematični pregled literature

### Effectiveness of circuit class therapy for improving mobility in people with chronic stroke – systematic literature review

Tina Štefin<sup>1,2</sup>, Urška Puh<sup>2</sup>

#### IZVLEČEK

**Uvod:** Krožna vadba je sestavljena iz funkcijsko specifičnih gibalnih nalog iz vsakdanjega življenja in je priporočena v vseh obdobjih po možganski kapi. **Namen:** Pregledati izsledke raziskav o učinkovitosti krožne vadbe za izboljšanje premičnosti v kroničnem obdobju po možganski kapi. **Metode:** Pregledane so bile podatkovne zbirke PubMed, CINAHL, PEDro, Cochrane in PsycINFO za obdobje od januarja 2017 do januarja 2019. K temu smo dodali še ustrezne raziskave s seznama literature Cochrane sistematičnega pregleda. **Rezultati:** V pregled je bilo vključenih 11 randomiziranih kontroliranih poskusov z ocenami med 5 in 8 po lestvici PEDro. Objavljeni so bili med letoma 2000 in 2017. Sodelovali so pacienti od povprečno 10,3 meseca do 6,7 leta po možganski kapi. Statistično značilno izboljšanje so poročali za prehojeno razdaljo (šest izmed devetih raziskav), aerobno zmogljivost (dve izmed treh raziskav), hitrost hoje (štiri izmed petih raziskav) in ravnotežje (pet izmed devetih raziskav). **Zaključek:** Krožna vadba je lahko učinkovita za izboljšanje premičnosti pri ljudeh v kroničnem obdobju po možganski kapi. Da je učinkovita, mora biti sestavljena iz funkcijsko specifičnih vaj, ki trajajo med 45 in 60 minutami, in potekati trikrat na teden, štiri tedne. Pri daljšem obdobju vadbe je učinkovita tudi nižja frekvenca vadbe.

**Ključne besede:** krožna vadba, hoja, ravnotežje, možganska kap, kronično obdobje.

#### ABSTRACT

**Introduction:** Circuit class therapy consists of function specific motion exercises from daily life and is recommended for all phases after stroke. **Purpose:** The purpose is to review results about its effectiveness to improve mobility in the chronic phase after stroke. **Methods:** Databases PubMed, CINAHL, PEDro, Cochrane and PsycINFO were reviewed for the period from January 2017 to January 2019. Furthermore, relevant studies from the Cochrane systematic literature review were added. **Results:** 11 randomised controlled trials were included in the review with scores from 5 to 8 on PEDro scale. They were published between 2000 and 2017. Participants were on average from 10.3 months to 6.7 years after stroke. Statistically significant improvement was reported for walking distance (6 of 9 researches), aerobic capacity (2 of 3 researches), walking speed (4 of 5 researches) and balance (5 of 9 researches). **Conclusion:** Circuit class therapy may be effective to improve patients' mobility in the chronic phase after stroke. To be effective it should consist of function-specific exercises, last from 45 to 60 minutes and be performed three times a week for four weeks. For a longer exercising period, lower exercise frequency is also effective.

**Key words:** circuit class therapy, walking, balance, stroke, chronic phase.

---

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

<sup>2</sup>Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

**Korespondenca/Correspondence:** Tina Štefin, dipl. fiziot.; e-pošta: tina.stefin@gmail.com

Prispelo: 20.3.2019

Sprejeto: 25.4.2019

## UVOD

Funkcijske sposobnosti ljudi v kroničnem obdobju po možganski kapi so pogosto zmanjšane. Najpogosteje, v 58 %, imajo težave s premičnostjo (1). Zaradi zmanjšane ravnotežja, aerobne zmogljivosti in mišične jakosti (2) prehodijo krajše razdalje, hodijo počasneje, se pogosteje utrudijo med izvajanjem dejavnosti in so bolj ogroženi za padce. Na dodatno slabšanje sposobnosti za hojo pogosto vpliva tudi sedeč način življenja po možganski kapi (3). Ta je povezan še z večjim tveganjem za razvoj drugih srčno-žilnih zapletov, depresijo, psihosocialnimi motnjami in zmanjšano kakovostjo življenja (4). S programi terapevtske vadbe pri ljudeh po možganski kapi lahko vplivamo na izboljšanje njihove telesne pripravljenosti in posledično tudi premičnosti v vseh obdobjih (2).

Krožna vadba je oblika skupinske vadbe, ki je organizirana po posameznih vadbenih postajah oziroma v seriji posamezniku prilagojenih vaj v skupini, ki jih izvajajo na intenziven način. Pri ljudeh po možganski kapi je primarno osredotočena na vadbo vsakodnevnih gibalnih nalog, zato so vaje večinoma funkcijsko specifične, njihov namen pa je izboljšati premičnost, na primer hojo in dinamično ravnotežje (3, 5). Posamezne vaje so lahko osredotočene predvsem v izboljšanje mišične jakosti ali aerobne zmogljivosti (3). Prednost krožne vadbe je, da lahko kljub skupinski izvedbi število ponovitev in težavnost posamezne vaje sproti prilagajamo sposobnostim posameznika (5, 6). Klinične smernice za fizioterapijo po možganski kapi priporočajo krožno vadbo za tiste, ki so sposobni samostojno ali pod nadzorom prehoditi vsaj 10 metrov. Za to populacijo je priporočeno, da je v skupini največ 12 vadečih in da razmerje med številom fizioterapevtov in vadečih ni večje kot 1 : 3 (6).

V Cochrane (3) in drugih sistematičnih pregledih literature (5, 7, 8) so potrdili, da je krožna vadba učinkovita za izboljšanje premičnosti pri ljudeh po možganski kapi, vendar pa v dosedanjih pregledih niso analizirali učinkovitosti ločeno za različna časovna obdobja po možganski kapi, zato še ni jasno, kakšna je učinkovitost krožne vadbe za ljudi v kroničnem obdobju po možganski kapi.

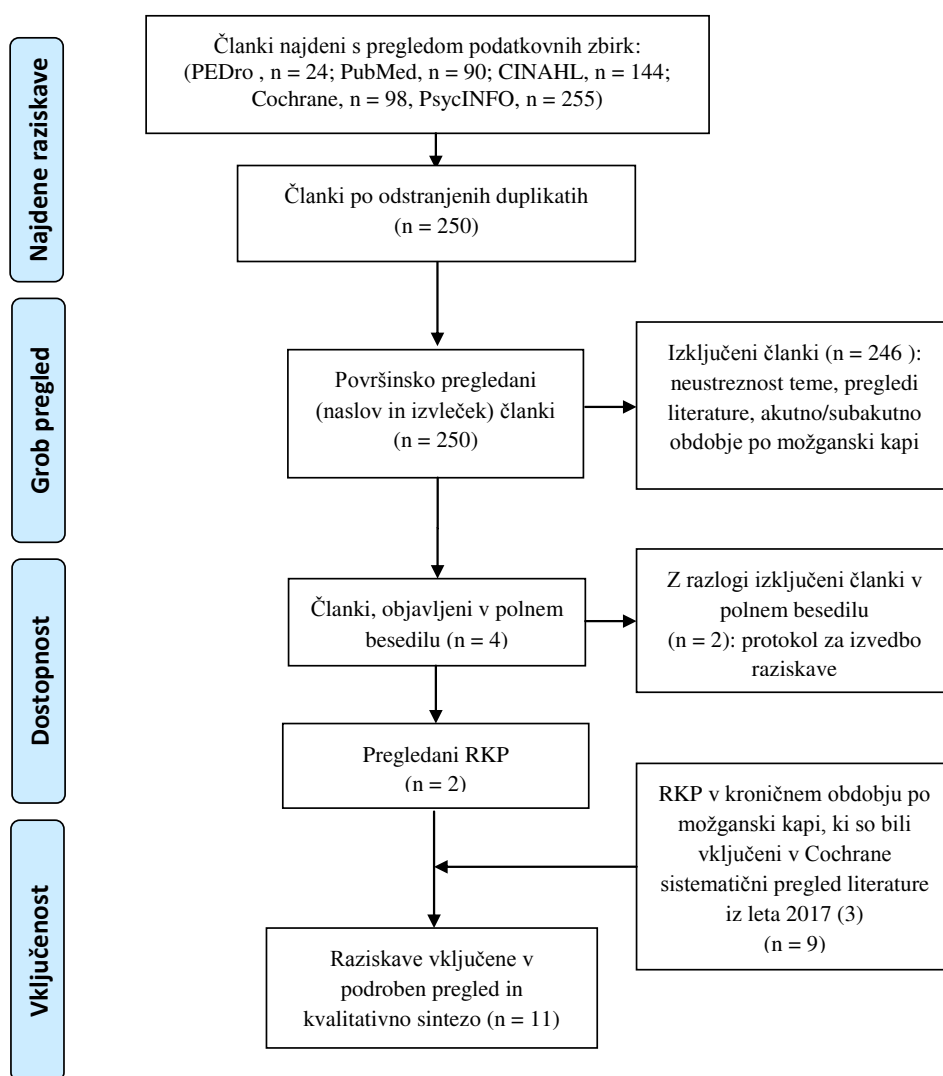
Namen tega pregleda literature je bil na podlagi izsledkov randomiziranih kontroliranih poskusov ugotoviti, ali je krožna vadba učinkovita za izboljšanje premičnosti pri ljudeh v kroničnem obdobju po možganski kapi.

## METODE

Pregledali smo podatkovne zbirke PubMed (indeksira Medline), CINAHL, Cochrane Database of Systematic Reviews, PsycINFO in PEDro. V zbirki PubMed smo iskali z naslednjo kombinacijo ključnih besed: (exercise[Title/Abstract]) OR training[Title/Abstract]) OR circuit[Title/Abstract]) AND stroke[MeSH Terms]) AND randomized controlled trial[Title/Abstract]. Z enako kombinacijo ključnih besed smo iskanje ponovili še v drugih podatkovnih zbirkah. Navedene podatkovne zbirke smo pregledali za obdobje od januarja 2017 do januarja 2019. Dodatno smo na podlagi pregleda seznama literature Cochrane sistematičnega pregleda (3) v pregled vključili raziskave, ki so ustrezale merilom. Vključeni so bili randomizirani kontrolirani poskusi, objavljeni v angleškem jeziku, v katerih so proučevali učinkovitost krožne vadbe za izboljšanje premičnosti pri odraslih več kot šest mesecev po možganski kapi. Izključili smo objave protokolov za izvedbo raziskave. Metodološko kakovost raziskav, vključenih v pregled, smo ovrednotili z ocenami po lestvici PEDro (9), ki smo jih povzeli po istoimenski podatkovni zbirki.

## REZULTATI

Strategija izbora člankov je predstavljena na sliki 1. V pregled smo zajeli 11 raziskav, ki so bile objavljene med letoma 2000 in 2017. Ena raziskava je bila navzkrižna (10). Število preiskovancev v posamezni skupini je bilo od 6 (11) do 124 (12). Povprečna starost preiskovancev je bila od 62,3 leta (11) do 76 let (13), povprečen čas po možganski kapi pa od 10,3 meseca (12) do 6,7 leta (14). Ocena kakovosti raziskav po lestvici PEDro je bila od 5 (11) do 8 (12, 14–17). Glavne značilnosti preiskovancev in ocene kakovosti raziskav so predstavljene v preglednici 1.



Slika 1: Diagram poteka PRISMA (18)

Preiskovanci so bili v vseh raziskavah naključno razdeljeni v dve skupini. V preiskovalnih skupinah so bili deležni krožne vadbe, ki je bila sestavljena iz različnih vsakodnevnih gibalnih nalog, ki so vsebovale elemente za ravnotežje, mišično jakost in vzdržljivost. Število posameznih postaj (gibalnih nalog/vaj) v raziskavah je bilo od 6 (19) do 15 (13, 16, 20). Programi vadbe so trajali od štiri (11, 13) do 40 tednov (14) in so potekali od enkrat (10, 14) do trikrat na teden (11, 13, 15, 17, 19, 21). Trajanje ene obravnave je bilo od 45 (14, 19) do 75 minut (16, 20). Intenzivnost in stopnjevanje vadbe sta bila prilagojena sposobnostim posameznika. Za nadzor intenzivnosti vadbe so v dveh raziskavah uporabili Borgovo lestvico občutenja napora (16, 20), v treh raziskavah pa so jo nadzorovali s

spremljanjem ciljne srčne frekvenca, ki so jo med vadbo beležili z merilci srčnega utripa Polar (15, 17, 19). Vadbeni programi preiskovalnih in kontrolnih skupin so podrobneje predstavljeni v preglednici 2.

V vseh raziskavah so meritve izvedli pred začetkom in ob koncu izvajanja vadbenega programa. V nekaterih raziskavah so meritve izvedli tudi nekaj mesecev po koncu vadbe (10–13, 16, 21). Sposobnost hoje in premikanja so ocenjevali s 6-minutnim testom hoje, testom hoje na 10 metrov, časovno merjenim testom vstani in pojdi ter z rivermeadskim indeksom premičnosti. Za ocenjevanje ravnotežja so uporabili test funkcijskega dosega, Bergovo lestvico za oceno

*Preglednica 1: Ocena kakovosti raziskav in značilnosti preiskovancev v randomiziranih kontroliranih poskusih o učinkovitosti krožne vadbe v kroničnem obdobju po možganski kapi*

Avtorji	PEDro ocena/10	Značilnosti preiskovancev			
		Število in povprečna starost		Čas od možganske kapi	Sposobnost hoje
		Preiskovalna skupina	Kontrolna skupina		
Mudge et al. (13)	7	n = 31 76 let	n = 27 71 let	> 6 mesecev	Samostojno s pripomočkom ali brez.
Harrington et al. (12)	8	n = 119 71 let	n = 124 70 let	> 6 mesecev	/
Tang et al. (15)	8	n = 25 65,9 leta	n = 25 66,9 leta	> 1 leto	Samostojno 5 m s pripomočkom ali brez.
Moore et al. (19)	7	n = 20 68 let	n = 20 70 let	> 6 mesecev	Sposobni opraviti 6MWT s pripomočkom ali brez.
Dean et al. (14)	8	n = 76 66,7 leta	n = 75 67,5 leta	> 6 mesecev	Samostojno 10 m s pripomočkom ali brez.
Marsden et al. (10)	7	n = 12 70 let	n = 13 73,1 leta	> 1 leto	/
Vahlberg et al. (16)	8	n = 34 72,6 leta	n = 33 73,7 leta	> 1 leto	Samostojno 10 m.
Vahlberg et al. (20)	7	n = 20 72,7 leta	n = 23 73,7 leta	> 1 leto	Samostojno 10 m s pripomočkom ali brez.
Pang et al. (17)	8	n = 32 65,8 leta	n = 31 64,7 leta	≥ 1 leto	Samostojno več kot 10 m s pripomočkom ali brez.
Dean et al. (11)	5	n = 6 66,2 leta	n = 6 62,3 leta	1,8 leta*	Samostojno 10 m s pripomočkom ali brez.
Marigold et al. (21)	6	n = 22 68,1 leta	n = 26 67,5 leta	> 1 leto	Samostojno 10 m s pripomočkom ali brez.

*n*: število preiskovancev; /: ni podatka; 6MWT: 6-minutni test hoje; \*: povprečen čas od možganske kapi

*Preglednica 2: Programi vadb v randomiziranih kontroliranih poskusih o učinkovitosti krožne vadbe v kroničnem obdobju po možganski kapi*

Avtorji	Oblika vadbe		Število postaj in trajanje krožne vadbe (postaja: pavza)		Trajanje ene obravnave		Frekvenca (na teden) in obdobje vadbe		Maksimalno razmerje (terapevti : vadeči)	
	PS	KS	PS	KS	PS	KS	PS	KS	PS	KS
	Mudge et al. (13)	KV	IZ	N = 15 2 min: /		50–60 min	90 min	3x 4 tedne	2x	1 : 3
Harrington et al. (12)	KV	standardna obravnava	/		60 min	/	2x 8 tednov	/	1 : 4,5	/
Tang et al. (15)	KV	vadba za ravnotežje in gibljivost	/		60 min		3x 6 mesecev		1 : 4	
Moore et al. (19)	KV	raztezne vaje	N = 6 /		45–60 min		3x 19 tednov		/	
Dean et al. (14)	KV	KV (zgornji udi)	/		45–60 min		1x 40 tednov		/	
Marsden et al. (10)	KV	brez vadbe	N = 10 5 min: /		60 min		1x 7 tednov		1 : 3	
Vahlberg et al. (16)	KV	brez vadbe	N = 15 2 min: 1 min		75 min		2 x 12 tednov		1 : 3,5	
Vahlberg et al. (20)	KV	brez vadbe	N = 15 2 min: 1 min		75 min		2 x 12 tednov		1 : 3,5	
Pang et al. (17)	KV	vadba za zgornje ude	N = 13 /		60 min		3x 19 tednov		1 : 4	1 : 4
Dean et al. (11)	KV	vadba za zgornje ude	N = 10 5 min: /		60 min		3x 4 tedne		1 : 3	1 : 3
Marigold et al. (21)	KV	raztezne vaje in prenosi teže	/		60 min		3x 10 tednov		1 : 3	/

*PS*: preiskovalna skupina; *KS*: kontrolna skupina; *KV*: krožna vadba; *IZ*: izobraževalna delavnica; *N*: število postaj; /: ni podatka

*Preglednica 3: Uporabljena merilna orodja in učinki obravnave v kontroliranih randomiziranih poskusih o učinkovitosti krožne vadbe v kroničnem obdobju po možganski kapi*

Avtorji	Merilna orodja in učinki ob koncu obravnave	Dolgoročni učinki
Mudge et al. (13)	6MWT*, 10MWT sproščena hoja, RMI lestvica ABC	Po 3 mesecih: 10MWT sproščena hoja*, RMI*
Harrington et al. (12)	RMI, TUG test funkcijskega dosega	=
Tang et al. (15)	6MWT VO <sub>2peak</sub>	
Moore et al. (19)	6MWT*, 10MWT* VO <sub>2peak</sub> * BBS*	
Dean et al. (14)	6MWT*, 10MWT hitra*/sproščena, TUG 5TSTS, test polaganja noge na stopnico, test stoje na eni nogi, kratka ocena fiziološkega profila, CSRT*	
Marsden et al. (10)	6MWT, TUG	=
Vahlberg et al. (16)	6MWT, 10MWT sproščena* BBS*, FES SPPB	Po 6 mesecih: 10MWT sproščena hoja*
Vahlberg et al. (20)	6MWT* BBS SPPB	
Pang et al. (17)	6MWT* VO <sub>2max</sub> * BBS	
Dean et al. (11)	6MWT*, 10MWT brez*/s pripomočkom, TUG test polaganja noge na stopnico*	Po 2 mesecih: 6MWT*, 10MWT brez pripomočka* test polaganja noge na stopnico*
Marigold et al. (21)	TUG BBS, lestvica ABC, ravnotežna plošča*, korak po pisku*	=

6MWT: 6-minutni test hoje (angl. 6 minute walk test); 10 MWT: test hoje na 10 metrov (angl. 10 meter walk test); RMI: rivermeadski indeks premičnosti (angl. Rivermead mobility index); lestvica ABC: lestvica zaupanja pri dejavnostih, povezanih z ravnotežjem (angl. activities-specific balance and confidence scale); FES: lestvica učinkovitosti pri padcih (angl. fall efficacy scale); TUG: časovno merjeni test vstani in pojdi (angl. timed up and go test); VO<sub>2max</sub>/VO<sub>2peak</sub>: največja poraba kisika (angl. maximal oxygen consumption); 5TSTS: test petih vstajanj (angl. five time sit-to-stand); BBS: Bergova lestvica za oceno ravnotežja (angl. Berg balance scale); CSRT: test odzivnega časa (angl. choice stepping reaction time); SPPB: skupina kratkih testov telesne zmogljivosti (angl. short physical performance battery); =: ni statistično značilne razlike glede na kontrolno skupino; \*: statistično značilna razlika glede na kontrolno skupino ( $p \leq 0,05$ )

ravnotežja, test polaganja noge na stopnico, test petih vstajanj, test stoje na eni nogi in meritev odzivnega časa (preglednica 3). V dveh raziskavah so vsak mesec beležili število padcev (14, 21). Samozaupanje in samoučinkovitost pri dejavnostih, povezanih z ravnotežjem, oziroma strah pred padci pa so ocenjevali z lestvico zaupanja pri dejavnostih, povezanih z ravnotežjem (13, 21), in lestvico učinkovitosti pri padcih (16). Poleg tega so za oceno tveganja za padce uporabili še kratko oceno fiziološkega profila (angl. short-form physiological profile assessment) (14). V dveh raziskavah so uporabili skupino kratkih testov

telesne zmogljivosti (16, 20). Aerobno zmogljivost so ocenjevali z obremenitvenim testom na sobnem kolesu (15, 17, 19). V nekaterih raziskavah so ugotavljali vpliv krožne vadbe na kakovost življenja (10, 12, 14, 16, 21) in duševno zdravje (12, 16).

V devetih raziskavah so proučevali sposobnost hoje, premikanje in aerobno zmogljivost (preglednica 3). Ob koncu programa krožne vadbe je prišlo v šestih raziskavah do statistično značilno daljše prehojene razdalje (11, 13, 14, 17, 19, 20). V štirih raziskavah se je statistično značilno

izboljšala hitrost hoje (11, 14, 16, 19), v dveh pa aerobna zmogljivost (17, 19). V dveh raziskavah je bila hitrost hoje v preiskovalni skupini glede na kontrolno skupino statistično značilno višja tudi dva (11) oziroma šest mesecev (16) po koncu vadbe. V devetih raziskavah so ocenjevali ravnotežje, ki se je ob koncu krožne vadbe statistično značilno izboljšalo v petih raziskavah (11, 14, 16, 19, 21). Poleg tega so v eni raziskavi (21) poročali še o značilnem zmanjšanju ogroženosti za padce. V treh raziskavah avtorji niso zabeležili neželenih učinkov med izvajanjem krožne vadbe (14, 19, 20), v dveh pa so med krožno vadbo zabeležili nekaj padcev, ki niso imeli posledic (15, 17). V preostalih šestih pregledanih raziskavah avtorji neželenih učinkov niso spremljali. Rezultati raziskav so podrobneje predstavljeni v preglednici 3.

## RAZPRAVA

Fizioterapija pri osebah po možganski kapi obsega različne postopke, ki jih izberemo glede na posameznikove telesne funkcije in gibalne sposobnosti. Pogosto je cilj fizioterapije izboljšati premičnost, ki vključuje hojo in ravnotežje (22), da bi tako izboljšali sodelovanje posameznika v družbi.

Vpliv krožne vadbe na prehojeno razdaljo so proučevali v devetih pregledanih raziskavah (10, 11, 13–17, 19, 20). V šestih (11, 13, 14, 17, 19, 20) je bilo po krožni vadbi izboljšanje prehojene razdalje statistično značilno večje kot pri kontrolni skupini. Primerjava vadbenih programov pokaže, da je za izboljšanje prehojene razdalje učinkovita krožna vadba, ki se v kroničnem obdobju po možganski kapi izvaja vsaj trikrat na teden, štiri tedne (11, 13, 17, 19). Krožna vadba manj kot trikrat na teden v dveh raziskavah ni vplivala na izboljšanje razdalje (10, 16). V posameznih raziskavah je sicer bila učinkovita tudi krožna vadba, ki so jo izvajali enkrat (14) oziroma dvakrat (20) na teden, vendar je bilo obdobje vadbe bistveno daljše, to je 12 (20) oziroma 40 (14) tednov. Pregled pokaže, da je učinkovito trajanje ene obravnave krožne vadbe med 45 in 60 minutami (11, 13, 17, 19) ter da daljša vadba ni učinkovita, če ni skladna z navedeno optimalno frekvenco in obdobjem vadbe (16). Ob izbiri ustreznih parametrov krožne vadbe lahko vplivamo ne le na povečanje prehojene razdalje, temveč tudi

na izboljšanje kakovosti življenja, saj je bila dokazana dobra pozitivna povezanost med 6-minutnim testom hoje in kakovostjo življenja po možganski kapi (23). Z izbiro le navedenih parametrov krožne vadbe je prišlo tudi do povečanja aerobne zmogljivosti (17, 19). To pozitivno vpliva na zmanjšanje dejavnikov tveganja za pojav srčno-žilnih bolezni, ponovne možganske kapi in smrti (24).

Počasnost hoje je povezana z manj neodvisnim življenjem, nižjo kakovostjo življenja in višjo umrljivostjo ljudi po možganski kapi (25). Vpliv krožne vadbe na hitrost hoje so proučevali v petih pregledanih raziskavah (11, 13, 14, 16, 19). V štirih (11, 14, 16, 19) je krožna vadba povzročila statistično značilno večje izboljšanje hitrosti hoje. Primerjava pokaže, da se parametri krožne vadbe med seboj precej razlikujejo. Za izboljšanje hitrosti hoje je bila učinkovita krožna vadba s trajanjem posamezne obravnave med 45 in 75 minutami (11, 14, 16, 19). Pri frekvenci vadbe enkrat na teden je bilo za njeno učinkovitost potrebno daljše obdobje vadbe, in sicer 40 tednov (14). Pri frekvenci od dva- (16) do trikrat (11) na teden je bilo učinkovito že štiri- (11) oziroma 12-tedensko (16) obdobje vadbe. Pri ocenjevanju učinkovitosti krožne vadbe za povečanje hitrosti hoje je smiselno oceniti še posameznikovo sposobnost prilagajanja spremenljivim pogojem v zunanjem okolju, kar lahko ocenimo s kombinacijo testa sproščene in hitre hoje (26). Toda to so naredili le v eni raziskavi (14), v kateri je po krožni vadbi prišlo do večjega izboljšanja hitre, ne pa sproščene hoje. V drugi raziskavi (16) je krožna vadba vplivala na izboljšanje sproščene hoje, v preostalih dveh (11, 19) pa ni jasno, ali so testirali sproščeno ali hitro hojo.

V kroničnem obdobju po možganski kapi so motnje ravnotežja in večja ogroženost za padce povezani z nižjo kakovostjo življenja (27). Vpliv krožne vadbe na ravnotežje so proučevali v devetih pregledanih raziskavah (11, 12–14, 16, 17, 19–21). V petih (11, 14, 16, 19, 21) je krožna vadba vplivala na izboljšanje ravnotežja. V štirih raziskavah (11, 14, 16, 19) je prišlo hkrati tudi do izboljšanja hitrosti hoje. To kaže, da so za izboljšanje ravnotežja učinkoviti enaki parametri krožne vadbe kot za izboljšanje hitrosti hoje. Učinkovit program krožne vadbe je bil največkrat



sestavljen iz vaj, ki so vključevale vstajanje in usedanje, stopanje na stopnico (11, 14, 16, 19), hojo naprej, nazaj oziroma vstran (14, 16, 19) oziroma hojo po različnih površinah (11), dvigovanje na prste in stojo na zmanjšani podporni ploskvi (11, 14, 19). To je skladno z izsledki sistematičnega pregleda in metaanalize (28), s katerima se je potrdilo, da je v kroničnem obdobju po možganski kapi za izboljšanje ravnotežja učinkovita vadba, ki je usmerjena v vadbo ravnotežja, izboljšanje prenosa telesne teže na okvarjeni ud in hoje.

Vse pregledane raziskave, razen ene, ki je bila srednje kakovosti (ocena PEDro: 5), so bile visoke kakovosti (ocene PEDro: 6–8). Zaradi majhnega vzorca preiskovancev je bila v nekaterih raziskavah (11, 13, 17, 15, 20) večja možnost pojava napake prve oziroma druge vrste. Napako prve vrste storimo, ko ničelno domnevo zavrnamo v korist alternativne domneve, pa je ničelna domneva pravilna. Napako druge vrste pa storimo, ko ničelno domnevo obdržimo, pa ničelna domneva ni pravilna, pravilna je alternativna domneva (29). V eni raziskavi so poročali o večjem izpadu preiskovancev v preiskovalni skupini, in sicer o 24-odstotnem izpadu ob koncu raziskave ter o 29-odstotnem izpadu pri ocenjevanju po šestih mesecih (16). Poleg tega v desetih raziskavah (10–13, 15–17, 19–21) niso zagotovili prikrite dodelitve skupinam in so bile tako največ enojno slepe. Kljub temu menimo, da kakovost raziskav ni bila bistven element, ki je vplival na izide. Raziskave so med seboj primerljive tudi glede starosti preiskovancev, časa od možganske kapi in sposobnosti hoje, zato sklepamo, da je bila učinkovitost krožne vadbe v pregledanih raziskavah odvisna predvsem od parametrov vadbenega programa.

Na podlagi pregledanih raziskav ugotavljamo, da je za izboljšanje premičnosti pri ljudeh v kroničnem obdobju po možganski kapi učinkovita krožna vadba, ki traja med 45 in 60 minutami in poteka vsaj trikrat na teden, štiri tedne (11, 13, 17, 19, 21). Učinkovita je sicer tudi nekoliko manjša frekvenca vadbe, kot je enkrat (14) ali dvakrat (16, 20) na teden, vendar mora biti obdobje vadbe v tem primeru bistveno daljše, in sicer med 12 (16, 20) in 40 tedni (14). Krožna vadba naj bo sestavljena iz vsakodnevnih dejavnosti, kot so

vstajanje in usedanje, stoja na zmanjšani podporni ploskvi, hoja po različnih površinah in na različno veliki podporni ploskvi, stopanje na stopnico in čeznjo (11, 13, 14, 16, 17, 19, 20), dvigovanje na prste (11, 13, 14, 17, 19) in korakanje na mestu (13, 19). Kot navajajo smernice za fizioterapijo po možganski kapi (6), lahko za izboljšanje mišične jakosti vključimo vadbo na trenažerjih, za izboljšanje vzdržljivosti pa vadbo na sobnem kolesu ali tekočem traku.

Delna samostojnost vadečih med krožno vadbo tudi spodbuja motorično učenje (3). Socialna interakcija v skupini in navezovanje vrstniških stikov lahko spodbudita sodelovanje in motiviranost za vadbo (6) ter tekmovalnost in s tem intenzivnost vadbe. Krožna vadba naj bi bila zaradi organiziranosti izvedbe vadbe finančno tudi od dva- do trikrat učinkovitejša kot individualna obravnava (6). Zaradi vseh navedenih značilnosti krožne vadbe v primerjavi z individualno obravnavo se pojavlja vprašanje o varnosti krožne vadbe, vendar so v sistematičnem pregledu (3) ugotovili, da je na voljo premalo dokazov o tem, ali je krožna vadba povezana z večjim tveganjem za padce med vadbo.

Pomanjkljivost našega pregleda je, da je bilo iskanje raziskav omejeno le na članke, napisane v angleškem jeziku in objavljene v revijah, ki jih indeksirajo pregledane podatkovne zbirke.

## ZAKLJUČEK

Izsledki pregleda kažejo, da krožna vadba lahko vpliva na izboljšanje premičnosti pri ljudeh v kroničnem obdobju po možganski kapi. Krožna vadba naj bo sestavljena iz šestih do desetih funkcijsko specifičnih vadbenih postaj, traja naj med 45 in 60 minutami in poteka trikrat na teden, vsaj štiri tedne. Če je obdobje vadbe daljše, je učinkovita tudi nižja frekvenca vadbe. Potrebne so dodatne raziskave o intenzivnosti krožne vadbe in njenih dolgoročnih učinkih. Natančno je treba zapisovati tudi padce med vadbo in druge neželene učinke.

## LITERATURA

1. McKeivitt C, Fudge N, Redfern J et al. (2011). Self-reported long-term needs after stroke. *Stroke* 42 (5): 1398–403.
2. Saunders DH, Greig CA, Mead GE (2014). Physical activity and exercise after stroke: review

- of multiple meaningful benefits. *Stroke* 45 (12): 3742–7.
3. English C, Hillier SL, Lynch EA (2017). Circuit class therapy for improving mobility after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 6: CD007513.
  4. Vahlberg B, Cederholm T, Lindmark B, Zetterberg L, Hellström K (2013). Factors related to performance-based mobility and self-reported physical activity in individuals 1-3 years after stroke: a cross-sectional cohort study. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 22 (8): 426–34.
  5. Wevers L, van de Port I, Vermue M, Mead G, Kwakkel G (2009). Effects of task-oriented circuit class training on walking competency after stroke: a systematic review. *Stroke* 40 (7): 2450–9.
  6. Veerbeek JM, van Wegen EEH, van Peppen RPS, Hendriks HJM, Rietberg MB, van der Wees PhJ et al. (2014). KNGF clinical practice guideline for physical therapy in patients with stroke. Dosegljivo na: <https://www.fysionet-evidencebased.nl/index.php/kngf-guidelines-in-english> <25. 1. 2019>.
  7. Jeon BJ, Kim WH, Park EY (2015). Effect of task-oriented training for people with stroke: a meta-analysis focused on repetitive or circuit training. *Top Stroke Rehabil* 22 (1): 34–43.
  8. Bonini-Rocha AC, de Andrade ALS, Moraes AM, Gomide Matheus LB, Diniz LR, Martins WR (2018). Effectiveness of circuit-based exercises on gait speed, balance and functional mobility in people affected by stroke: a meta-analysis. *PM R* 10 (4): 398–409.
  9. PEDro (1999). PEDro scale. Dostopno na: [https://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro\\_scale.pdf](https://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale.pdf) <30. 3. 2019>.
  10. Marsden D, Quinn R, Pond N et al. (2010). A multidisciplinary group programme in rural settings for community-dwelling chronic stroke survivors and their carers: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 24 (4): 328–41.
  11. Dean CM, Richards CL, Malouin F (2000). Task-related circuit training improves performance of locomotor task in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. *Arch Phys Med Rehabil* 81 (4): 409–17.
  12. Harrington R, Taylor G, Hollinghurst S, Reed M, Kay H, Wood VA (2010). A community-based exercise and education scheme for stroke survivors: a randomized controlled trial and economic evaluation. *Clin Rehabil* 24 (1): 3–15.
  13. Mudge S, Barber PA, Stott NS (2009). Circuit-based rehabilitation improves gait endurance but not usual walking activity in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 90 (12): 1989–96.
  14. Dean CM, Rissel C, Sherrington C et al. (2012). Exercise to enhance mobility and prevent falls after stroke: a community stroke club randomized trial. *Neurorehabil Neural Repair* 26 (9): 1046–57.
  15. Tang A, Eng JJ, Krassioukov AV, Madden KM, Mohammadi A, Tsang MY, Tsang TS (2014). Exercise-induced changes in cardiovascular function after stroke: a randomized controlled trial. *Int J Stroke* 9 (7): 883–9.
  16. Vahlberg B, Cederholm T, Lindmark B, Zetterberg L, Hellstrom K (2017a). Short-term and long-term effects of a progressive resistance and balance exercise program in individuals with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil* 39 (16): 1615–22.
  17. Pang MY, Eng JJ, Dawson AS, McKay HA, Harris JE (2005). A community-based fitness and mobility exercise program for older adults with chronic stroke: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 53 (10): 1667–74.
  18. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ* 339: b2535.
  19. Moore SA, Hallsworth K, Jakovljevic DG et al. (2015). Effects of community exercise therapy on metabolic, brain, physical and cognitive function following stroke: a randomized controlled pilot trial. *Neurorehabil Neural Repair* 29 (7): 623–35.
  20. Vahlberg B, Lindmark B, Zetterberg L, Hellstrom K, Cederholm T (2017b). Body composition and physical function after progressive resistance and balance training among older adults after stroke: an exploratory randomized controlled trial. *Disabil Rehabil* 39 (12): 1207–14.
  21. Marigold DS, Eng JJ, Dawson AS, Inglis JT, Harris JE, Gylfadottir S (2005). Exercise leads to faster postural reflexes, improved balance and mobility and fewer falls in older persons with chronic stroke. *J Am Geriatr Soc* 53 (3): 416–23.
  22. Langhorne P, Coupar F, Pollock A (2009). Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol* 8 (8): 741–54.
  23. Muren MA, Hütler M, Hooper J (2008). Functional capacity and health-related quality of life in individuals post stroke. *Top Stroke Rehabil* 15 (1): 51–8.
  24. Prestgaard E, Marriampillai J, Engeseth K et al. (2018). Change in cardiorespiratory fitness and risk of stroke and death. *Stroke* 50 (1): 1–7.
  25. Kollen B, Kwakkel G, Lindeman E (2006). Hemiplegic gait after stroke: is measurement of maximum speed required? *Arch Phys Med Rehabil* 87 (3): 358–63.
  26. Puh U (2014). Test hoje na 10 metrov. *Fizioterapija* 22 (1): 45–54.

27. Schmid AA, Van Puymbroeck M, Altenburger PA, Miller KK, Combs SA, Page SJ (2013). Balance is associated with quality of life in chronic stroke. *Top Stroke Rehabil* 20 (4): 340–6.
28. van Duijnhoven HJ, Heeren A, Peters MA et al. (2016). Effects of exercise therapy on balance capacity in chronic stroke: systematic review and meta-analysis. *Stroke* 47 (10): 2603–10.
29. Košmelj K (2007). *Uporabna statistika*. 2th ed. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, 113.

## Vpliv togih lepilnih trakov na obremenitev krožnih vezi prstov pri plezalcih – sistematični pregled literature

### The influence of nonelastic adhesive taping on loading of finger tendon pulleys in rock climbers – systematic literature review

Jana Piculin<sup>1</sup>, Alan Kacin<sup>1</sup>

#### IZVLEČEK

**Uvod:** Pri plezanju so za držanje majhnih oprimkov potrebne velike sile fleksornih mišic prstov, ki se prek kit prenašajo na krožne vezi prstov. Te so med plezanjem zelo obremenjene in zato pogosto poškodovane. Da bi jih razbremenili in zaščitili pred poškodbo, plezalci pogosto uporabljajo toge lepilne trakove. Namen prispevka je na podlagi pregleda literature predstaviti vpliv nameščanja togih lepilnih trakov na obremenitev krožnih vezi prstov ter njihovo učinkovitost v preventivi poškodb in zaščiti po poškodbi krožnih vezi prstov na roki. **Metode:** Pregledali smo podatkovne zbirke MEDLINE, CINAHL in Science Direct. **Rezultati:** Vključene so bile štiri raziskave, v katerih so ugotavljali vpliv različnih tehnik nameščanja togih lepilnih trakov na obremenitev krožnih vezi prstov. Krožno nameščen togi lepilni trak minimalno razbremeni krožne vezi prstov, vendar jim ne daje zadostne opore, da bi lahko preprečil poškodbo. Tehnika nameščanja v obliki črke H zmanjša odmik kite in s tem trenje med kito in vezmi ter tako pomaga preprečiti razvoj vnetja in bolečine. **Zaključki:** Odsvetujemo nameščanje togih lepilnih trakov v preventivne namene. V pozni fazi rehabilitacije po poškodbi krožnih vezi priporočamo nameščanje togega lepilnega traku v obliki črke H. Za izboljšanje kakovosti dokazov bi bilo treba izvesti randomizirane kontrolirane poskuse.

**Ključne besede:** togi lepilni trak, krožne vezi prstov, plezanje.

#### ABSTRACT

**Introduction:** High forces are generated in the finger flexors while climbing on small holds. They apply stress to the finger pulleys, which are often injured. Climbers often use taping to protect their pulleys from injuries. The purpose of this systematic review was to determine the impact of taping on pulley load and the effect of this method for injury prevention and rehabilitation. **Methods:** MEDLINE, CINAHL and Science Direct databases were searched. **Results:** Four studies evaluating the impact of different taping techniques on pulley load were included in the systematic review. Circular taping is minimally effective in relieving force action on the pulley system and is ineffective in preventing pulley injuries. The H-taping method leads to a significant decrease of the tendon–bone distance in the injured finger, which has positive effects for the prevention of tendonitis in the injured finger because of less friction over the edges of the remaining pulleys. **Conclusion:** We do not recommend using taping as a prophylactic method. We recommend using H-taping in the late phase of pulley injury rehabilitation. There is a need for additional randomized controlled trials.

**Key words:** finger tendon pulley, taping, rock climbing.

---

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

**Korespondenca/Correspondence:** izr. prof. dr. Alan Kacin, dipl. fiziot.; e-pošta: alan.kacin@zf.uni-lj.si

Prispelo: 22.2.2019

Sprejeto: 29.4.2019

**UVOD**

Športno plezanje postaja v zadnjih letih vse bolj priljubljeno (1) in bo leta 2020 prvič na sporedu olimpijskih iger (2). Spada med športe z razmeroma nizkim tveganjem za poškodbe, saj se na 1000 ur plezanja povprečno zgodijo le štiri (3). Kljub temu se zaradi naraščajoče priljubljenosti tega športa fizioterapevti vse pogosteje srečujemo s poškodovanimi plezalci (4). Več kot polovico vseh plezalnih poškodb predstavljajo poškodbe prstov na roki. Najpogosteje so poškodovane krožne vezi prstov, incidenca pri profesionalnih plezalcih znaša od 19 do 26 % (5).

Pri gibanju v navpični ali previsni steni plezalec velik del telesne teže prenese na roke, s katerimi se drži za različne oprimke. Pri tem se generirajo velike sile fleksornih mišic prstov, ki se zaradi flektiranega položaja prstov prek kit prenašajo na vezi (6). Kitne ovojnice, skozi katere drsijo kite fleksornih mišic prstov, so kompleksne strukture, sestavljene iz sinovialne membrane, ki zagotavlja drsenje kite znotraj ovojnice, in vezivnih okrepitev, ki jih na vsakem tričlenem prstu tvori pet krožnih (anularnih A; A1–A5) in tri križne vezi (7). Njihova vloga je ohranjanje položaja kite ob kosteh oziroma čim bližje osi gibanja v posameznem sklepu prsta. Pri tem imajo pomembnejšo vlogo krožne vezi, ki preprečujejo, da bi se med gibanjem prsta kita preveč odmaknila od kosti, in tako zagotavljajo učinkovito ter ekonomično gibanje (8). Vezi A1, A3 in A5 ležijo

nad sklepi in se pripenjajo na volarno ploščo, zato so tanjše in prožnejše, da med gibanjem ne utesnjujejo kite. Vezi A2 in A4 se pripenjata na prvi oziroma drugi členek, sta širši in močnejši ter imata najpomembnejšo vlogo pri preprečevanju odmika kite od kosti (9, 8).

Obremenitve posameznih prstov in vezi med plezanjem so odvisne od oblike oprimka in posledično prijema, ki ga plezalec uporabi (10). Prijeme v grobem delimo na odprte in zaprte (11). Pri zaprtem prijemu so proksimalni interfalangealni (PIP) sklepi prstov v maksimalni fleksiji (90–100°), distalni interfalangealni (DIP) sklepi pa v hiperekstenziji. Plezalci ga uporabljajo za povečanje kontaktne površine pri težjih gibih na majhnih oprimkih in robovih. Pri tem prijemu sta najbolj obremenjena krožna vez A4 in DIP-sklep oziroma njegova volarna plošča (12, 1). Na širokih in gladkih oprimkih plezalci uporabljajo odprti prijem, pri katerem so DIP-sklepi flektirani za približno 60°, PIP-sklepi pa 30°. Pri tem je najbolj obremenjena krožna vez A2 (1). Mehanizem poškodbe krožne vezi prsta na roki je navadno zdrs noge, pri katerem plezalec močnejše stisne oprimek, da bi preprečil padec. To povzroči nenadno povečanje sile, ki se prek kite fleksornih mišic prstov prenaša na krožne vezi. Kadar ta sila preseže kritično vrednost, se vez poškoduje (7). Glavni klinični simptom je akutna bolečina, ob poškodbi plezalec včasih sliši značilen pok. Znak

*Preglednica 1: Razvrščanje poškodb krožnih vezi prstov in predlagani protokoli obravnave*

	Stopnja 1	Stopnja 2	Stopnja 3	Stopnja 4
Poškodba	Nateg vezi	Popolnoma pretrgana vez A4 ali delno pretrgana vez A2 ali A3	Popolnoma pretrgana vez A2 ali A3	Pretrganje več vezi ali ene vezi v kombinaciji s poškodbo lumbričnih mišic
Terapija	Konservativna	Konservativna	Konservativna	Kirurška
Imobilizacija	Brez	10 dni	10–14 dni	14 dni po operaciji
Način imobilizacije	Togi lepilni trak	Togi lepilni trak	Opornica iz termoplastičnega materiala	Opornica iz termoplastičnega materiala
Vrnitev v športno-specifične aktivnosti	6 tednov	6–8 tednov	3 mesece	6 mesecev
Uporaba togih trakov med plezanjem	3 mesece	3 mesece	6 mesecev	> 12 mesecev

poškodbe so otekanje prsta, zmanjšan obseg gibljivosti in zmanjšana mišična zmogljivost, lahko se razvije tudi hematoma. Če poškodovanec flektira prst proti upor, je pri poškodbi več zaporednih vezi opazen odmik kite, ki se po dolžini prsta napne kot tetiva na loku (13). Diagnoza se potrdi z dinamičnim ultrazvokom (14) ali z magnetno resonančnim slikanjem, s katerima se dokaže odmik kite od kosti (15).

Schoffl in sodelavci (3) so predlagali sistem razvrščanja resnosti poškodbe vezi in protokole obravnave. Povzeti so v preglednici 1.

Da bi med intenzivnim treningom preprečili poškodbo krožnih vezi, jih poskušajo plezalci razbremeniti z nameščanjem zunanje opore v obliki togih lepilnih trakov (16). Hkrati ta postopek uporabljajo v poznem obdobju po poškodbi krožnih vezi, saj imajo po nameščanju traku občutek, da lahko razvijejo večjo silo v fleksornih mišicah prstov in se pri tem počutijo zavarovani pred ponovno poškodbo (7). Avtorji so poročali, da lepilne trakove uporablja od 30 do 40 % plezalcev (17, 18).

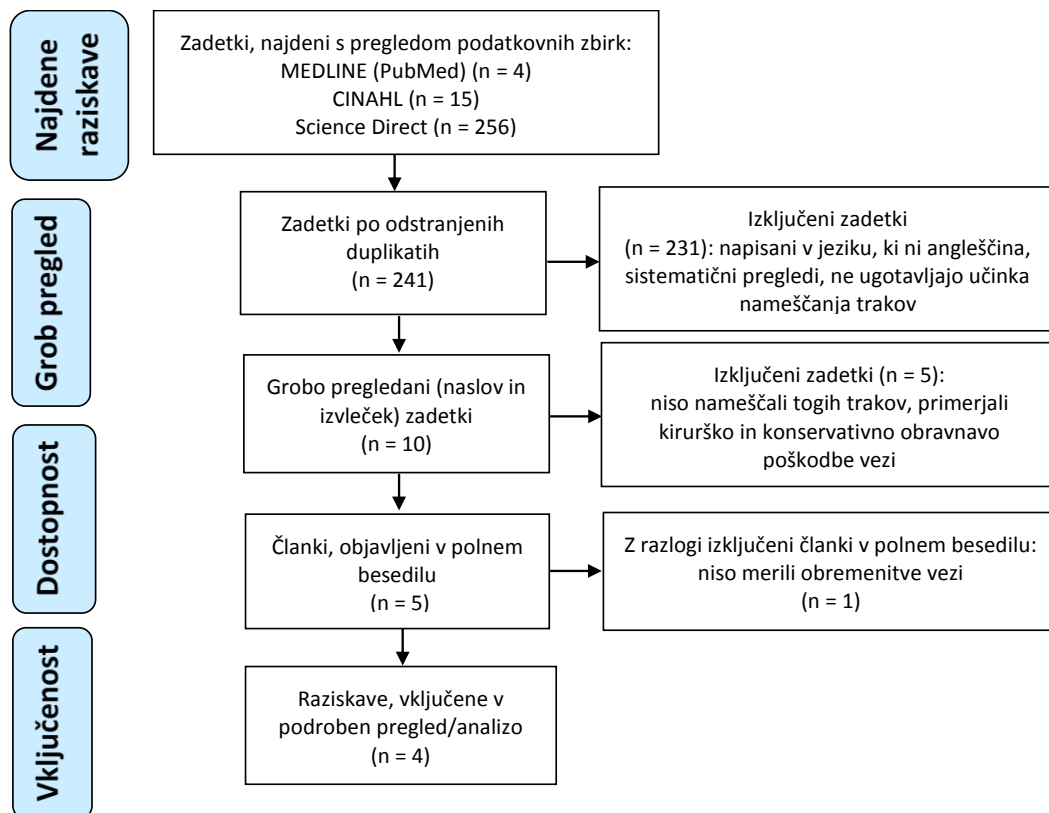
Namen prispevka je na podlagi pregleda literature predstaviti vpliv nameščanja togih lepilnih trakov na obremenitev krožnih vezi prstov ter njihovo učinkovitost v preventivi poškodb in zaščiti po poškodbi krožnih vezi prstov na roki.

## METODE

Pregledali smo podatkovne zbirke MEDLINE, CINAHL in Science Direct. Za iskanje smo uporabili ključne besede »pulley«, »taping« in »climbing«. V pregled smo vključili raziskave, v katerih so ugotavljali učinek nameščanja togih lepilnih trakov na obremenitev krožnih vezi prstov. Zaradi majhnega števila rezultatov smo vključili vse metodološke vrste raziskav. Izključili smo raziskave, v katerih so primerjali učinkovitost kirurške in konservativne obravnave poškodbe vezi. Pregled je obsegal članke v angleškem jeziku in so bili v polnem besedilu objavljeni do vključno oktobra 2018. Iskanja nismo časovno omejili.

## REZULTATI

Pregled sistematičnega pregleda literature je z diagramom poteka PRISMA predstavljen na sliki 1.



Slika 1: Diagram izbora virov, vključenih v podrobnejši pregled (19)

Preglednica 2: Značilnosti preiskovancev in testiranih prstov

Raziskava	N (ž)	Povprečna starost $\pm$ SO ali starostni razpon	Preiskovanci	Testirani prst
Niegl et al. (21)	11	9–32	Nepoškodovani plezalci	Prstanec desne roke
Schoffl et al. (16)	12	36 $\pm$ 9	Plezalci > 1 leto po poškodbi krožne vezi stopnje 1–3	Poškodovani prst in ujemajoči prst nasprotne roke
Schweizer (22)	4 (1)	37 $\pm$ 14	Nepoškodovani odrasli	Sredinec in prstanec obeh rok (skupaj 16 prstov)
Warme in Brooks (20)	9 (5)	20–47	Kadavrski preparati rok nepoškodovanih darovalcev	2–4 prst obeh rok (skupaj 45 prstov)

N: število, SO: standardni odklon, ž: ženske

V sistematični pregled literature smo vključili štiri raziskave, v katerih so ugotavljali vpliv nameščanja togih lepilnih trakov na obremenitev krožnih vezi prstov. Ena izmed raziskav je eksperimentalna biomehanska analiza (20), tri pa klinične raziskave, izvedene na eni skupini preiskovancev, na katerih so testirali različne načine nameščanja togih lepilnih trakov pod različnimi pogoji obremenitve (16, 21, 22). Glavne značilnosti preiskovancev in testiranih prstov so povzete v preglednici 2.

V raziskavah so testirali različne načine nameščanja togih trakov. V treh raziskavah je bil

prst med testiranjem postavljen v položaj zaprtega prijema (20–22), v eni pa v položaj odprtega prijema (16). Avtorji so testirani prst obremenili na različne načine. Načini nameščanja trakov in položaji roke oziroma prsta med obremenitvijo so natančneje opisani v preglednici 3.

V raziskavah so obremenitev krožne vezi merili neposredno z dinamometri (20, 22) ter posredno z meritvijo odmika kite fleksorne mišice prsta (16) oziroma kotov v sklepih prsta (21). Meritve in rezultati so natančneje opisani v preglednici 4.

Preglednica 3: Načini nameščanja trakov ter položaji roke med obremenitvijo

Raziskava	Način nameščanja traku	Položaj prsta/roke	Način obremenitve
Niegl et al. (21)	2 cm širok trak okrog PF	Zaprta prijem	Preiskovanec s celotno TT visi na 15 mm širokem robu
Schoffl et al. (16)	1: okrog distalnega dela PF 2: v obliki št. 8 3: v obliki črke H	Roka vpeta v leseno napravo, dlan v odprtem prijemu za UZ-meritev + zaprtem prijemu za meritev sile	UZ meritev: preiskovanec aktivno flektira prst s silo 10 N Meritev sile: preiskovanec s prstom potegne 15 mm širok rob
Schweizer (22)	13 mm širok, 4-krat ovit okrog prsta 1: na sredini PF 2: na distalnem delu PF	Prst v položaju kot pri zaprtem prijemu	Preiskovanec s prstom potegne 22 mm širok rob
Warme in Brooks (20)	15 mm širok, 3-krat ovit okrog PF	Prst v položaju kot pri zaprtem prijemu	Vlek kit FDP in FDS do poškodbe ene od struktur prsta

D: desna, FDP: mišica flexor digitorum profundum, FDS: mišica flexor digitorum superficialis, L: leva, PIP: proksimalni interfalangealni sklep, PF: proksimalna falanga; TT: telesna teža; UZ: ultrazvok

*Preglednica 4: Meritve in glavni rezultati*

Raziskava	Meritve	Rezultati
Niegl et al. (21)	Kot v DIP- in PIP-sklepu z elektrogoniometrom	Statistično značilno ( $p < 0,01$ ) zmanjšanje hiperekstenzije v DIP-sklepu in zmanjšanje kota fleksije v PIP-sklepu ob uporabi traku
Schoffl et al. (16)	UZ meritve odmika kite fleksorjev prsta	Odmik kite je za 18 % manjši ( $p < 0,05$ ) pri nameščanju traku v obliki črke H na poškodovanem prstu.
	Meritve največje sile mišic fleksorjev prsta	Pri drugih tehnikah nameščanja ni statistično značilnih razlik v odmiku kite ( $p > 0,05$ ). Sila je bila največja ( $p = 0,001$ ) v položaju zaprtega prijema z nameščenim trakom.
Schweizer (22)	Odmik kite in sila, ki deluje na vez A2 s posebej izdelano napravo	Pri proksimalnem nameščanju odmik manjši za 2,8 %, trak absorbira 11 % (41 N) sile. Pri distalnem nameščanju odmik manjši za 22 %, trak absorbira 12 % (45 N) sile.
Warne in Brooks (20)	Sila, pri kateri pride do pretrganja vezi	Ni statistično značilne razlike ( $p = 0,53$ ).

*DIP: distalni interfalangealni sklep; PIP: proksimalni interfalangealni sklep; PF: proksimalna falanga; UZ: ultrazvok*

**RAZPRAVA**

V športnem plezanju, ki postaja vse bolj priljubljeno, je uporaba togih lepilnih trakov zelo razširjen način preprečevanja in rehabilitacije poškodb prstov. V raziskavah, vključenih v pregled literature, so ugotavljali učinke krožnega nameščanja traku, ki so ga od tri- do štirikrat ovili okrog proksimalne falange prsta, v eni (16) pa še nameščanje v obliki številke 8 in črke H. Obremenitev vezi so merili na različne načine. Warne in Brooks s sodelavci (20) so izmerili kritično silo, pri kateri je prišlo do pretrganja vezi, Schweizer (22) ter Schoffl in sodelavci (16) so na proksimalni falangi izmerili odmik kite, Niegl in sodelavci (21) pa so obremenitev vezi ocenili posredno z meritvijo kotov v sklepih prsta. Obremenitev krožne vezi je namreč odvisna od sile kite fleksorne mišice prsta ter kota med kito in vezjo (23). V vseh raziskavah so meritve izvajali v položaju zaprtega prijema, pri katerem najpogosteje prihaja do poškodbe krožnih vezi (24). Schoffl in sodelavci (16) so zaradi lažje izvedbe ultrazvočno meritve opravili v položaju odprtega prijema.

V dveh raziskavah so dokazali, da togi lepilni trak, krožno nameščen na proksimalno falango prsta, ne daje zadostne opore, da bi lahko preprečil poškodbo krožne vezi. Warne in Brooks ter sodelavci (20) so z eksperimentom, ki so ga izvedli

na kadavrskih preparatih rok nepoškodovanih darovalcev, ugotovili, da trak ne vpliva na velikost sile, pri kateri je prišlo do poškodbe vezi. Na podlagi rezultatov so odsvetovali krožno lepljenje trakov na proksimalne falange prstov zaradi preprečevanja poškodb krožnih vezi pri plezalcih. Schweizer in sodelavci (22) so s primerjavo učinka dveh mest nameščanja ugotovili, da je trak učinkovitejši, če je nameščen na distalni del proksimalne falange tik pod PIP-sklep. Ko so preiskovanci vez obremenili s 30–50 N, je tako nameščen trak prevzel 12 % te sile in zmanjšal odmik kite za 22 %. Med plezanjem je vez A2 obremenjena do 380 N, pri zdrsu noge pa lahko ta sila naraste tudi do 450 N. Z večanjem sile, ki deluje na vez, odstotek razbremenitve, ki jo ponuja trak, linearno pada, zato je pri obremenitvah, do katerih prihaja med plezanjem, učinek traku zanemarljiv (22).

Niegl in sodelavci (21) so dokazali, da trak vezi ne razbremeni le neposredno, temveč tudi posredno, s spremembo položaja prsta pri zaprtem prijemu. Krožno nameščen lepilni trak na proksimalno falango je pri zaprtem prijemu statistično značilno zmanjšal hiperekstenzijo v DIP-sklepu za 10°, fleksijo v PIP-sklepu pa za 14°. Z matematičnim modelom so dokazali, da taka sprememba vodi v 11-odstotno zmanjšanje obremenitve vezi A2. Na to vpliva predvsem zmanjšanje kota v PIP-sklepu



(10), zmanjšanje hiperekstenzije v DIP-sklepu pa dodatno zmanjša obremenitev sklepnega hrustanca v tem sklepu (21). Avtorji niso navedli klinične pomembnosti rezultata. Na podlagi te raziskave ne moremo sklepati o učinku nameščanja traku za preprečevanje poškodb krožnih vezi prstov. Avtorji so poudarili, da so za preprečevanje poškodb pomembnejši pravilno in zadostno ogrevanje, uporaba prave tehnike prijemanja ter postopno povečevanje obremenitev roke.

Na podlagi pregledanih raziskav lahko sklepamo, da ima krožno nameščen togi lepilni trak na distalni del proksimalne falange prsta minimalen vpliv na zmanjšanje obremenitve krožnih vezi in ni učinkovita preventivna metoda preprečevanja poškodb vezi pri plezanju. Tudi Josephsen in sodelavci (17) so v presečni prospektivni raziskavi ugotovili, da uporaba lepilnih trakov ne zmanjša pojavnosti poškodb pri plezalcih. V raziskavi, ki so jo Woolings in sodelavci (18) izvedli pri plezalcih, mlajših od 19 let, se je izkazalo, da je incidenca poškodb krožnih vezi pri plezalcih, ki uporabljajo toge trakove, višja. Vzrok bi lahko bil, da trakove uporabljajo plezalci, ki so že bili poškodovani, in je zato verjetnost ponovne poškodbe pri njih višja. Schweizer (15) na podlagi pregleda literature nameščanje togih lepilnih trakov v preventivne namene odsvetuje, saj to ni učinkovit način zaščite nepoškodovane vezi. Za preprečevanje poškodb plezalcem svetujejo pravilno ogrevanje in izogibanje uporabi zaprtega prijema.

Učinke različnih načinov nameščanja togih lepilnih trakov za zaščito vezi po poškodbi so primerjali Schoffl in sodelavci (16). Za edino učinkovito se je izkazalo nameščanje v obliki črke H, pri katerem se je odmik kite statistično značilno zmanjšal za 16 %. Manjši odmik kite pomeni manjše trenje med kito in vezjo, ki je glavni vzrok za razvoj vnetja in bolečine (23). Hkrati je preiskovanec z nameščenim trakom razvil statistično značilno večjo silo fleksornih mišic prstov v položaju zaprtega prijema. Vzrok bi lahko bil psihološki, saj trak plezalcem zagotavlja občutek opore in varnosti (7).

V pozni fazi rehabilitacije po poškodbi krožne vezi se priporoča nameščanje togega lepilnega traku, nameščenega v obliki črke H. Način nameščanja je naslednji: 15 mm širok in 10 cm dolg kos lepilnega

traku po dolžini z obeh strani strgamo na pol tako, da ostane na sredini 10 mm dolg kos traku nepretrgan. Srednji kos traku nalepimo na volarno stran PIP-sklepa, proksimalna kraka pa trdno ovijemo okrog distalnega dela proksimalne falange. Ko plezalec pokrči prst v PIP-sklepu, distalna kraka trdno ovijemo okrog proksimalnega dela distalne falange poškodovanega prsta. Tako nameščen trak podpre kito na mestu, kjer navadno prihaja do največjega odmika in zato vezi razbremeni učinkoviteje kot krožno nameščen trak. Z razbremenitvijo vezi se zmanjša možnost ponovne poškodbe in vnetja drugih krožnih vezi prsta (16). Uporabo te metode so za zaščito vezi po poškodbi v pregledu literature priporočili tudi Algar in Moschetto ter sodelavci (4). Ker se trak kljub togosti med plezanjem raztegne, bi bilo treba raziskati njegove učinke pri daljši uporabi. Za zdaj Schoffl in sodelavci (16) priporočajo, da trak znova nalepimo po vsaki preplezani smeri.

## ZAKLJUČKI

Na podlagi analiziranih raziskav lahko zaključimo, da togi lepilni trak, krožno nameščen na distalni del proksimalne falange, prevzame do 12 % sile, ki deluje na krožno vez, in zmanjša odmik kite do 22 %. Hkrati vez razbremeni tudi posredno, z zmanjšanjem hiperekstenzije v DIP- in fleksije v PIP-sklepu prsta. Z večanjem sile fleksorjev prstov odstotek razbremenitve linearno pada, zato je med plezanjem zanemarljiv. Tak način nameščanja togega lepilnega traku ne daje zadostne opore, da bi lahko preprečil poškodbo krožne vezi, zato se njegova uporaba odsvetuje v preventivne namene. Plezalci naj se za preprečevanje poškodb osredotočijo na primerno ogrevanje, stopnjevanje obremenitve in pravilno tehniko prijemov. Z nameščanjem traku v obliki črke H se je odmik kite v pozni fazi po poškodbi odmik kite statistično značilno zmanjšal za 16 %. Uporaba te tehnike v rehabilitaciji po poškodbi krožnih vezi se priporoča, saj vpliva na zmanjšanje trenja med kito in vezjo ter tako zmanjša možnost za razvoj vnetja in bolečine. Za izboljšanje kakovosti dokazov bi bilo treba na temo uporabe togih lepilnih trakov v športnem plezanju izvesti kakovostne randomizirane kontrolirane poskuse na večjem številu preiskovancev obeh spolov.

**LITERATURA**

1. Chang CY, Torriani M, Huang AJ (2016). Rock climbing injuries: Acute and chronic repetitive trauma. *Curr Probl Diagn Radiol* 45: 205–14.
2. MOK, Mednarodni Olimpijski Komite (2017). History of Sport Climbing at the Olympic Games. <https://tokyo2020.org/en/games/sport/olympic/sport-climbing/>. <1. 11. 2018>.
3. Schöffl VR, Hoffmann G, Küpper T (2013). Acute injury risk and severity in indoor climbing—a prospective analysis of 515,337 indoor climbing wall visits in 5 years. *Wilderness Environ Med* 24 (3): 187–94.
4. Algar L, Moschetto M (2017). Pulley injuries in rock climbers: Hand therapy clinical application. *J Hand Ther* 30 (3): 416–20.
5. King EA, Lien JR (2017). Flexor Tendon Pulley Injuries in Rock Climbers. *Hand Clin* 33 (1): 141–8.
6. Schoffl I, Oppelt K, Jungert J, Schweizer A, Neuhuber W, Schoffl V (2009). The influence of the crimp and slope grip position on the finger pulley system. *J Biomech* 42: 2183–7.
7. Schöffl VR, Einwag F, Strecker W, Schöffl I (2006). Strength measurement and clinical outcome after pulley ruptures in climbers. *Med Sci Sports Exerc* 38 (4): 637–43.
8. Doyle JR (2001). Palmar and digital flexor tendon pulleys. *Clin Orthop Relat Res* 383: 84–96.
9. Schweizer A, Hudek R (2011). Kinetics of crimp and slope grip in rock climbing. *J Appl Biomech* 27 (2): 116–21.
10. Schweizer A (2001). Biomechanical properties of the crimp grip position in rock climbers. *J Biomech* 34 (2): 217–23.
11. Amca AM, Vigouroux L, Aritan S, Berton E (2012). Effect of hold depth and grip technique on maximal finger forces in rock climbing. *J Sports Sci* 30 (7): 669–77.
12. Logan AJ, Makwana N, Mason G, et al (2004). Acute hand and wrist injuries in experienced rock climbers. *Br J Sports Med* 38 (5): 545–8.
13. Tang JB, Xie RG (2001). Effect of A3 pulley and adjacent sheath integrity on tendon excursion and bowstringing. *J Hand Surg Am* 26 (5): 855–61.
14. Klauser A, Frauscher F, Bodner G, et al (2002). Finger pulley injuries in extreme rock climbers: depiction with dynamic US. *Radiology* 222: 755–61.
15. Schweizer A (2012). Sport climbing from a medical point of view. *Swiss Med Wkly* 11; 142: w13688.
16. Schoffl I, Einwag F, Strecker W, Hennig F, Schoffl V (2007). Impact of taping after finger flexor tendon pulley ruptures in rock climbers. *J Appl Biomech* 23 (1): 52–62.
17. Josephsen G, Shinneman S, Tamayo-Sarver J et al. (2007). Injuries in bouldering: a prospective study. *Wilderness Environ Med* 18 (4): 271–80.
18. Woollings KY, McKay CD, Kang J, Meeuwisse WH, Emery CA (2015). Incidence, mechanism and risk factors for injury in youth rock climbers. *Br J Sports Med* 49 (1): 44–50. doi: 10.1136/bjsports-2014-094067.
19. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. (2009). PRISMA Group: Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med* 151: 264–9.
20. Warme WJ, Brooks D (2000). The effect of circumferential taping on flexor tendon pulley failure in rock climbers. *Am J Sports Med* 28 (5): 674–8.
21. Niegl G, Fuss FK, Tan MA (2006) Mechanical Influence of Finger Taping in Sport Climbing. *The Engineering of Sport* 6: 259–64.
22. Schweizer A (2000). Biomechanical effectiveness of taping the A2 pulley in rock climbers. *J Hand Surg Br* 25 (1): 102–7.
23. Roloff I, Schöffl V, Vigouroux L, Quaine F (2006). Biomechanical model for the determination of the forces acting on the finger pulley system. *J Biomech* 39: 915–23.
24. Ginszt M, Ginszt A, Berger M, Gawda P, Tarkowski Z (2016). Finger flexor pulley injury of sport climbers – Literature review. *Pol Ann Med* 23 (2): 191–4.

## Ocenjevanje zaznavnega praga za dotik z monofilamenti na spodnjih udih

### Assessment of touch treshold on the lower limbs with monofilaments

Barbara Pantner<sup>1</sup>, Urška Puh<sup>1</sup>

#### IZVLEČEK

**Uvod:** Zmanjšan občutek za dotik na stopalih je povezan z večjo ogroženostjo za padce, zmanjšan občutek za pritisk pa s tveganjem za poškodbe in razjede zaradi pritiska. Za kvantitativno oceno zaznavnega praga za dotik se uporabljajo monofilamenti. Namen pregleda literature je povzeti izsledke raziskav o zanesljivosti ocenjevanja zaznavnega praga za dotik z monofilamenti na spodnjih udih. **Metode:** Iskanje raziskovalnih člankov je potekalo v PubMed. **Rezultati:** V desetih raziskavah so uporabili Semmes-Weinsteinove monofilamente, v eni pa WEST. Zanesljivost posameznega preiskovalca in med preiskovalci pri ocenjevanju zaznavnega praga za dotik z monofilamenti je nizka do odlična. Zanesljivost izkušenih preiskovalcev je bila visoka do odlična (ICC = 0,76–0,96). Zanesljivost je bila najvišja na 1. prstu in 1. stopalnici plantarno (ICC = 0,52–0,94) in pri določitvi zaznavnega praga na podlagi merila vsaj dveh zaznav od treh prejetih dražljajev (ICC = 0,88–0,95), dveh od dveh (ICC = 0,92–0,94) in treh zaznav od treh prejetih dražljajev (ICC = 0,61–0,92). **Zaključek:** Ocenjevanje zaznavnega praga za dotik z monofilamenti na spodnjih udih je lahko zanesljivo, če je izvedeno po ustreznih postopkih. Na zanesljivost vplivajo izkušnost preiskovalcev, merilo za določitev zaznavnega praga in število predelov ocenjevanja.

**Ključne besede:** zanesljivost, Semmes-Weinsteinovi monofilamenti, WEST, senzorika.

#### ABSTRACT

**Background:** Decreased sense of touch on the feet is associated with a greater risk of falls, and a reduced sense of pressure with the risk of injuries and pressure ulcers. For quantitative assessment of touch sensory threshold, monofilaments are used. The purpose was to review the study results of touch sensory threshold reliability with monofilaments on the lower limbs. **Methods:** Research articles were identified by searching PubMed. **Results:** In the ten studies, Semmes-Weinstein's monofilaments were used, and in one WEST. Intra-tester and inter-tester reliability of touch sensory threshold assessment with the monofilaments was poor to excellent. Reliability of experienced assessors was good to excellent (ICC = 0.76-0.96). Reliability was the highest on the plantar side of the 1st finger and the 1st metatarsal (ICC = 0.52-0.94), and for the sensory threshold criterion based on at least two perceptions of the three received stimuli (ICC = 0.88-0.95), two of two (ICC = 0.92-0.94) and three perceptions of the three received stimuli (ICC = 0.61-0.92). **Conclusions:** Assessment of touch sensory threshold on the lower limbs can be reliable if it is carried out according to the appropriate procedures. Reliability is influenced by experience of assessors, the criterion for determining the sensory threshold and the number of assessment areas.

**Key words:** reliability, Semmes-Weinstein monofilaments, WEST, sensitivity.

---

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

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

Prispelo: 11.4.2019

Sprejeto: 10.5.2019

## UVOD

Koža ima pomembno vlogo pri uravnavanju gibanja, ker posreduje informacije s površine telesa, kot sta dotik in pritisk. Nepogrešljivo je občutenje dražljajev na spodnjih udih, predvsem na plantarni strani stopal, od koder prihaja priliv iz globokih mehanoreceptorjev, tako imenovana somatosenzorična gravicepcija (1, 2). Ob poškodbah ali boleznih je lahko zmanjšana zaznava aferentnih dražljajev iz stopal (3). Podobno kot zmanjšana propriocepcija tudi zmanjšana gravicepcija povzroči motnje nadzora drže ter spremembe hoje (4, 5) in ravnotežja v stoje (2). Zmanjšan občutek za dotik pri starejših poveča ogroženost za padce (4, 5). Ker ima koža tudi pomembno varovalno vlogo, se z zmanjšanjem občutka za dotik in pritisk poveča tveganje za poškodbe na stopalih, kar vodi do razjed zaradi pritiska in lahko tudi do amputacije (6, 5).

Funkcijo somatosenzoričnega sistema lahko ocenimo s kvantitativnim in semiobjektivnim senzoričnim testiranjem, katerega namen je ugotoviti jakost dražljaja, ki je potreben, da izzovemo določen občutek (7, 8). Pri pacientih in zdravih ljudeh ocenjujemo delovanje senzoričnih poti oziroma zaznavo različnih občutkov in bolečine, ki jih izvajamo z natančno umerjenimi in modalno specifičnimi dražljaji. Med te metode ocenjevanja funkcije čutil spada tudi ocenjevanje oziroma merjenje zaznavnega praga za dotik z monofilamenti. Zaznavni prag je vrednost, s katero opredelimo izkušnjo ob prvem občutku nekega dražljaja (3, 9).

Ocenjevanje zaznavnega praga za dotik z monofilamenti na spodnjih udih je primerno pri ljudeh z zmanjšanim občutkom za dotik in bolečino (10). Uporablja se pri pacientih z diabetično nevropatijo (6), po možganski kapi (11), z motnjami prekrvavitve in pri starejših ljudeh (10). V Sloveniji uporabljajo ocenjevanje z 10-gramskim Semmes-Weinsteinovim monofilamentom na stopalu kot del presejalnega testa za ugotavljanje ogroženosti za nastanek razjed na stopalu pri pacientih s sladkorno boleznijo (10). Lahko se uporablja tudi za ugotavljanje povečane občutljivosti za dotik, kot na primer pri ljudeh z deformacijo nožnega palca (hallux valgus) (12).

V preteklosti so za ocenjevanje zaznavnega praga za dotik uporabljali von Freyevе laske, narejene iz naravnih materialov. Ker se njihove lastnosti pod vplivom okolja, na primer vlažnosti, spreminjajo, njihovo uporabo opuščajo (13). Za ocenjevanje zaznavnega praga za dotik so v uporabi Semmes-Weinsteinovi monofilamenti, pri katerih je na koncu držala pritrjena najlonska nitka (14), in Weinsteinov izboljšani test občutenja (angl. Weinstein Enhanced Sensory Test – WEST) (3, 15), pri katerem je na koncu enega držala pritrjenih pet Semmes-Weinsteinovih monofilamentov različnih debelin (16).

Semmes-Weinsteinovi monofilamenti so 20 različnih premerov oziroma debelin. V prodaji so kompleti po 20, šest ali pet monofilamentov ali posamezno. Vsak monofilament je označen s trimestno številko (1'65–6'65), ki označuje logaritem sile, izmerjene v desetinah miligramov, in predstavlja silo, ki je potrebna, da preiskovalec med draženjem upogne filament (0'0008–300 gramov) (9, 17, 18) (preglednica 1). Monofilament oznake 1'65 je najtanjši, monofilament z oznako 6'65 pa najdebelejši. Večji ko je premer monofilamenta, večja mora biti sila preiskovalčevega pritiska na kožo, da se upogne (19–22). Da lahko na primer upognemo monofilament z oznako 5'07, je potrebnih 10 gramov preiskovalčeve sile. Komplet z 20 Semmes-Weinsteinovimi monofilamenti je namenjen natančni oceni zaznavnega praga za dotik, najpogosteje pri zdravih preiskovancih, ali za spremljanje poteka obolenja pri pacientih. Če pa želimo le opredeliti stopnjo okvare, lahko uporabimo komplet s šestimi ali petimi monofilamenti ali WEST, s katerimi bomo prihranili čas ocenjevanja (16, 23).

Izidi pri ocenjevanju zaznavnega praga za dotik z monofilamenti lahko variirajo od lahkega dotika do grobega pritiska, odvisno, katero debelino monofilamenta preiskovanec še občuti na koži. Normalen zaznavni prag za dotik na plantarni strani stopal je občutenje monofilamentov oznak od 1'65 do 3'61, na dorzalni strani stopala in drugih delih telesa pa od 1'65 do 2'83 (18). Motnje zaznav so razvrščene kot okvara lahkega dotika, varovalnega občutenja ali grobega pritiska (14, 24). Kategorije za interpretacijo izidov so razvidne v preglednici 1.

*Preglednica 1: Oznake Semmes-Weinsteinovih monofilamentov s pripadajočimi ciljnim silami v gramih in interpretacija izidov (9, 17, 18)*

Oznaka monofilamenta	Sila dražljaja (g)	Kategorije za interpretacijo
1'65	0'0008	
2'36	0'02	
2'44	0'04	Normalni zaznavni prag
2'83*	0'07	
3'22	0'16	
3'61*	0'4	
3'84	0'6	Zmanjšano občutenje za lahen dotik
4'08	1	
4'17	1'4	
4'31*	2	
4'56*	4	Zmanjšano varovalno občutenje
4'74	6	
4'93	8	
5'07	10	Izguba varovalnega občutenja
5'18	15	
5'46	26	
5'88	60	
6'10	100	
6'45	180	
6'65*	300	Grobo občutenje
–	> 300	Odsotnost občutenja

\*: monofilamenti, ki sestavljajo Weinsteinov izboljšani test občutenja

### Postopek ocenjevanja

Preiskovanec leži na hrbtu ali je v polsedečem položaju na terapevtski mizi. S preiskovanega dela telesa mora sleči vsa oblačila ali obutev. Preiskovalec mu razloži postopek ocenjevanja in preveri, ali ga razume. Na koži, kjer ocenjevanje ne bo potekalo, mu preiskovalec demonstrira, kakšen dražljaj lahko pričakuje, in razloži, da naj, če dražljaj začuti, odgovori z »DA«, v nasprotnem primeru z »NE« (21, 23). Nato preiskovanca prosi, naj zapre oči in glavo obrne v nasprotno stran, ali mu pogled zastre s pregrado (23–25). Med izvedbo ocenjevanja preiskovalec drži monofilament (začne na primer z monofilamentom oznake 3'61) za držalo, ga usmeri na kožo pod kotom 90° in pritisne nanj toliko, da se monofilament upogne v obliko črke C. Pritisk dovaja od 1 sekunde (26, 27) do 1,5 sekunde (28, 29) oziroma do največ 2 sekundi (21) in nato popusti. Potem preiskovalec vpraša preiskovanca, ali je kar koli začutil in na katerem spodnjem udju, levem ali desnem (30). Če sumi, da se preiskovanec pretvarja, z lažnim dražljajem preveri njegov odgovor (24). Avtorji uporabljajo različno število zaznav na število prejetih dražljajev, s katerimi določijo kriterij zaznavnega praga (4, 5, 20, 26, 27, 31) ali določijo

zaznavni prag za dotik na podlagi zaznave enega prejetega dražljaja ob hkratni pravilni določitvi lokacije dražljaja (12, 28). Če preiskovanec občuti določeno število dražljajev z uporabljenim monofilamentom, preiskovalec preide na tanjši monofilament. Če preiskovanec ne čuti določenega števila dražljajev s tem monofilamentom, pa preide na debelejši monofilament (23, 32). Oceno zaznavnega praga zapišemo kot oznako najtanjšega monofilamenta, ki ga je preiskovanec še občutil na koži, in navedemo kategorijo za interpretacijo (9). Pri ocenjevanju z enim monofilamentom, kot je 10-gramski monofilament, za ugotavljanje izgube varovalnega občutenja na stopalu pa se zapiše ocena na mestu draženja s »+«, če je preiskovanec dražljaj čutil, in z »–«, če ga ni (23, 33).

Namen tega pregleda literature je bil pregledati izsledke raziskav o zanesljivosti ocenjevanja zaznavnega praga za dotik z monofilamenti na spodnjih udih, da bi ugotovili najprimernejše načine izvedbe.

### METODE

Literaturo smo iskali s pregledom podatkovne zbirke PubMed do konca februarja 2019. Vključili smo raziskave, v katerih so ugotavljali zanesljivost ocenjevanja zaznavnega praga za dotik z monofilamenti na spodnjih udih in ki so bile v celoti objavljene v angleškem jeziku.

Stopnjo zanesljivosti, ocenjene z izračunom intraklasnega korelacijskega koeficienta (angl. intraclass correlation coefficient – ICC), smo določili glede na objavljena merila (34): vrednosti ICC manj kot 0,50 pomenijo nizko zanesljivost, med 0,50 in 0,75 je zanesljivost zmerna, med 0,75 in 0,90 je visoka ter nad 0,90 odlična. Vrednosti Cohenovega koeficienta  $\kappa$  pod 0,20 so pomenile nizko skladnost, med 0,21 in 0,40 zmerno, med 0,61 in 0,80 srednjo ter nad 0,80 visoko stopnjo zanesljivosti med preiskovalci (35).

### REZULTATI

Vključitvenim merilom je ustrezalo 11 člankov. Izključno zanesljivost posameznega preiskovalca so proučevali v dveh raziskavah (20, 26) in zanesljivost med preiskovalci v treh (12, 36, 37). Obe zanesljivosti so ugotavljali v šestih raziskavah (4, 5, 27, 28, 31, 32). V eni raziskavi so zaznavni prag za dotik ocenjevali z WEST (12), v vseh

Preglednica 2: Zanesljivost posameznega preiskovalca in med preiskovalci za ocenjevanje zaznavnega praga za dotik z monofilamenti na spodnjih udih

Preiskovanci (n), avtor	Orodje, zaznavni prag (ZP), preiskovalci (N; izkušenosť)	Zanesljivost (ICC)	
		Posameznega preiskovalca	Med preiskovalci
Zdravi odrasli n = 60 Collins et al. (28)	11 SWM ZP: 1/1 in lokacija draženja N = 3	1. prst distalno L: 0,80 D: 0,52 2. prst distalno L: 0,78 D: 0,36 5. prst distalno: L: 0,84 D: 0,56 Medialni lok L: 0,78 D: 0,61 Lateralni lok L: 0,69 D: 0,48	1. prst distalno L: 0,41 D: 0,40 2. prst distalno L: 0,54 D: 0,45 5. prst distalno L: 0,68 D: 0,44 Medialni lok L: 0,07 D: 0,40 Lateralni lok L: 0,25 D: 0,48
Zdravi odrasli n = 40 Ellaway in Catley (26)	20 SWM ZP: 3/5 N = 1	Dermatom L4: 0,48	
Zdravi odrasli n = 14 Snyder et al. (27)	20 SWM ZP: 3/3 N = 4; 2 izkušena, 2 začetnika	Glavi 1. stopalnice plantarno začetnik: 0,61 izkušeni: 0,85	Glavi 1. stopalnice plantarno 4 preiskovalci: 0,75 začetnika: 0,62 izkušena: 0,92
Zdravi odrasli n = 24 Tracey et al. (20)	17 SWM ZP: 2/2 in 3/3 N = 1	1. prst plantarno: 2/2: 0,92–0,94 3/3: 0,91–0,92	
Zdravi šolski otroci n = 50 Booth et al. (36)	SWM N = 2; izkušena	1. prst (D): 0,88 1. prst (L): 0,96	
Sladkorna bolezen n = 28 Young et al. (5)	SWM 5'07 ZP: 1/2 N = 3; začetniki	Plantarna stran stopala: 0,76	Plantarna stran stopala: 0,78
Sladkorna bolezen n = 22 Mawdsley et al. (4)	6 SWM ZP: 1/3 N = 2; začetniki	Dorzalna stran stopala: proksimalni del: 0,61* med 1. in 2. prstnico: 0,49* Plantarna stran stopala: 1. prst: 0,74* 5. prst: 0,86* glava 1. stopalnice: 0,69* glava 5. stopalnice: 0,78* medialni stopalni lok: 0,71* lateralni stopalni lok: 0,54* peta: 0,67*	Dorzalna stran stopala: proksimalni del: 0,69* med 1. in 2. prstnico: 0,65* Plantarna stran stopala: 1. prst: 0,76* 5. prst: 0,88* glava 1. stopalnice: 0,68* glava 5. stopalnice: 0,46* medialni lok: 0,63* lateralni lok: 0,80* peta: 0,65*
Gobavost n = 97 Van Brakel et al. (32)	5 SWM N = 2; izkušena	Plantarna stran stopala: 1. prst: 0,92 <sup>#</sup> glava 1. stopalnice: 0,89 <sup>#</sup> peta: 0,83 <sup>#</sup> , golen: 0,88 <sup>#</sup>	Plantarna stran stopala 1. prst: 0,79 <sup>#</sup> glava 1. stopalnice: 0,76 <sup>#</sup> peta: 0,79 <sup>#</sup>
Gobavost n = 25 Birke et al. (31)	SWM ZP: 2/3 N = 2; izkušena	Plantarna stran stopala: 1. prst: 0,91 stopalni lok: 0,91	Plantarna stran stopala: 1. prst: 0,95 stopalni lok: 0,88
Gobavost n = 34 Anderson in Croft (37)	SWM N = 4; izkušeni	Plantarna stran stopala: 1. stopalnice: 0,92 <sup>#</sup>	
Hallux valgus n = 43 Herron et. al. (12)	WEST ZP: 1/1 in lokacija draženja	Dorzalna stran stopala (na 9 mestih na palcu in 2 mestih na stopalu proksimalno): 0,84	

n: število preiskovancev; N: število preiskovalcev; ZP: zaznavni prag; SWM: Semmes-Weinsteinovi monofilamenti; WEST: Weinsteinov izboljšani test občutenja (angl. Weinstein Enhanced Sensory Test); L: levo; D: desno; \*: Sprearmanov korelacijski koeficient; <sup>#</sup>: Cohenov koeficient  $\kappa$

drugih pa s Semmes-Weinsteinovimi monofilamenti.

V pregledanih raziskavah je sodelovalo 471 preiskovancev, od katerih je bilo 238 zdravih, brez motenj občutenja (20, 26–28, 36). Preiskovanci so bili stari od 4 (36) do 95 let (4). V treh raziskavah so ocenjevali paciente z gobavostjo (31, 32, 37), v dveh s sladkorno boleznijo (5, 4) in v eni pacientke z deformacijo nožnega palca (12).

Izvedba ocenjevanja zaznavnega praga za dotik se je med raziskavami razlikovala glede na to, kakšen komplet monofilamentov so uporabili in koliko zaznav na število prejetih dražljajev so določili za merilo zaznavnega praga. Različni so bili tudi predeli ocenjevanja. Za lažjo primerjavo izsledkov smo jih razporedili na dorzalno in plantarno stran stopala. Raziskave so se razlikovale tudi v številu in izkušnosti preiskovalcev (preglednica 2).

#### **Zanesljivost posameznega preiskovalca**

Za ocenjevanje s Semmes-Weinsteinovimi monofilamenti pri zdravih odraslih je bila zanesljivost posameznega preiskovalca nizka do odlična (20, 26–28). Zanesljivost začetnika je bila pri zdravih odraslih zmerna, zanesljivost izkušenega preiskovalca pa visoka (27). Zanesljivost posameznega preiskovalca pri ocenjevanju pacientov s sladkorno boleznijo je bila nizka do visoka (4, 5), pri pacientih z gobavostjo pa visoka do odlična (31, 32) (preglednica 2).

#### **Zanesljivost med preiskovalci**

Za ocenjevanje s Semmes-Weinsteinovimi monofilamenti pri zdravih odraslih so ugotovili nizko do srednjo zanesljivost med tremi preiskovalci (28) in visoko zanesljivost med štirimi preiskovalci (27). Zanesljivost med preiskovalcema začetnikoma je bila zmerna, zanesljivost med izkušenima preiskovalcema pa odlična (27). Tudi pri ocenjevanju zdravih šolskih otrok so ugotovili visoko do odlično zanesljivost med izkušenima preiskovalcema (36). Pri ocenjevanju pacientov s sladkorno boleznijo so na plantarni in dorzalni strani obeh stopal ugotovili visoko zanesljivost med tremi preiskovalci začetniki (5) in nizko do visoko zanesljivost med dvema preiskovalcema začetnikoma dorzalnega in plantarnega dela desnega stopala (4). Pri pacientih

z gobavostjo so ugotovili visoko do odlično zanesljivost med dvema izkušenima preiskovalcema (31, 32) in odlično zanesljivost med štirimi preiskovalci začetniki, ki so ocenjevali na glavi prve stopalnice plantarne strani stopala pod nadzorom izkušenih preiskovalcev (37). Zanesljivost med preiskovalci za ocenjevanje zaznavnega praga za dotik z WEST na dorzalni strani stopala pri pacientkah z deformacijo nožnega palca je bila visoka (12) (preglednica 2).

#### **RAZPRAVA**

Izvedba ocenjevanja z monofilamenti se je med pregledanimi raziskavami razlikovala, kljub temu pa izsledki pregleda enajstih raziskav kažejo, da je ocenjevanje zaznavnega praga za dotik na spodnjih udih z monofilamenti lahko zanesljivo, če je izvedeno po ustreznem postopku. Kvantitativna senzorimetrija ima več osnovnih elementov, ki so skupni za vse psihofizikalne metode (7): a) preiskovanca, ki prejme dražljaj in poroča o značilnostih zaznave, ki jo je dražljaj povzročil; b) dražljaj s točno določenimi fizikalnimi lastnostmi in načinom draženja; c) navodila, ki vodijo preiskovanca pri tem, na kaj naj bo pozoren in o čem naj poroča; d) preiskovalca, ki daje navodila in pri ocenjevanju zaznavnega praga za dotik izvaja draženje z monofilamenti. Kaže, da ima pomembno vlogo tudi število zaznav na število prejetih dražljajev za določitev zaznavnega praga in število predelov ocenjevanja.

Ponovljivost sil monofilamentov so ugotavljali v eni raziskavi (16), tako da so na merilni plošči, povezani z osciloskopom, preverjali silo (v mg), ki je potrebna, da se najlonska nitka upogne. Preverjali so sedem kompletov po 20 Semmes-Weinsteinovih monofilamentov in 34 kompletov s petimi monofilamenti (2'83, 3'61, 4'31, 4'56, 6'65). Ugotovili so, da so sile, s katerimi preiskovalec pritisne monofilamente na podlago, da se upognejo, ponovljive, če en preiskovalec uporabi isti monofilament 90-krat, 105-krat ali 280-krat (CV = 6–9 %) in tudi če pet preiskovalcev uporabi enak monofilament 450-krat (CV = 6,4–8 %). To velja le za pravilno umerjene monofilamente, saj so tiste, ki niso bili pravilno umerjeni, izločili iz raziskave. Najlonska nitka mora biti dolga 38 mm, premeri nitk pa se glede na

oznako monofilamenta razlikujejo in lahko odstopajo do 10 % (14, 16).

V pregledanih raziskavah so za ocenjevanje zaznavnega praga za dotik pri zdravih preiskovancih (20, 26–28, 36) in pacientih s sladkorno boleznijo (4, 5), gobavostjo (31, 32, 37) ter deformacijo nožnega palca (12) ugotovili nizko do odlično zanesljivost. Zanesljivost posameznega preiskovalca je bila nizka do visoka, ko so ocenjevali začetniki (4, 5, 27), in visoka do odlična, ko so ocenjevali izkušeni preiskovalci (27, 31, 32). Zanesljivost med preiskovalci začetniki je bila zmerna do visoka (4, 5, 27), med izkušenimi preiskovalci pa srednja do odlična (27, 32, 36). V eni raziskavi (27) so primerjali zanesljivost posameznega preiskovalca in med preiskovalci za začetnika ter izkušena preiskovalca in potrdili bistveno višjo zanesljivost izkušenih preiskovalcev.

Glede na merilo za določitev zaznavnega praga so ugotovili visoko do odlično zanesljivost posameznega preiskovalca oziroma med preiskovalci pri vsaj dveh zaznavah od treh prejetih dražljajev (31), dveh zaznavah od dveh (20) in treh zaznavah od treh prejetih dražljajev (20, 27). Zanesljivost ocenjevanja pri eni zaznavi od treh prejetih dražljajev za določitev zaznavnega praga je bila nižja (4). Birke in sodelavci (2000) so predvidevali, da je to posledica večje možnosti za ugibanje. K nižji zanesljivosti v raziskavi Mawdsleyjeve in sodelavcev (2004) bi lahko pripomoglo tudi večje število predelov ocenjevanja ( $n = 9$ ), čeprav so nizko zanesljivost posameznega preiskovalca ugotovili tudi pri vsaj treh zaznavah od petih prejetih dražljajev (26).

Za preprečevanje habituacije je priporočeno, da preiskovalec draži isti ocenjevalni predel od dva do trikrat (20, 27, 31). Na vpliv števila ponovitev dražljaja pri ocenjevanju na istem mestu lahko sklepamo iz razlik v zanesljivosti pri različnem številu prejetih dražljajev, ki je pri dveh ali treh še bila visoka do odlična (20, 27, 31), pri petih dražljajih (26) pa nizka. Kljub temu bi bilo ponovljivost zaznav pri zaporednem draženju smiselno sistematično raziskati.

Zanesljivost je bila za posamezne predele ocenjevanja (4) ali na splošno (28) nižja v

raziskavah, v katerih so ocenjevali zaznavni prag za dotik z monofilamenti na več delih stopal. Najverjetneje se zaradi daljšega časa ocenjevanja zmanjša preiskovančeva pozornost ter zniža temperatura in prekrvavitev v stopalih, kar lahko povzroči zvišanje zaznavnega praga za dotik (27, 28). Ne smemo pa spregledati dejstva, da so v prvi raziskavi (4) ocenjevali začetniki, v drugi (28) pa podatka o izkušnosti preiskovalcev niso navedli, vendar so tudi v raziskavah, v katerih so ocenjevali le en predel, ugotovili nizko do odlično zanesljivost posameznega preiskovalca (5, 20, 26, 27) in visoko do odlično zanesljivost med preiskovalci (12, 27, 37). Pri dveh predelih ocenjevanja so ugotovili visoko do odlično zanesljivost posameznega preiskovalca (31) in med preiskovalci (31, 36). Prav tako so ugotovili dobro do odlično zanesljivost ocenjevanja, ko so ocenjevali na treh delih stopala (32). Snyder in sodelavci so za zmanjšanje upada pozornosti med ocenjevanjem predlagali, da začne preiskovalec na posameznem mestu ocenjevati z monofilamentom srednje oznake (na primer, 4·31) in od tam nadaljuje s tanjšim (4·17) oziroma debelejšim (4·56) monofilamentom.

Na prvem prstu in glavi prve stopalnice plantarno se najpogosteje prvič pojavi nevropatija (23). Za potrebe diagnostike se zaznavni prag za dotik z monofilamenti ocenjuje še na plantarni strani stopala (na peti, petem prstu, glavi pete stopalnice, na medialnem in lateralnem stopalnem loku) ter na dorzalni strani stopala (na sredini ter med prvo in drugo stopalnico). Za natančnejšo določitev obsežnosti okvare v okviru presejalnega testa za ugotavljanje ogroženosti za nastanek razjed na stopalu pri pacientih s sladkorno boleznijo ocenjujejo tudi na tretjem prstu in glavi tretje stopalnice plantarno (38). V pregledanih raziskavah so ugotavljali zanesljivost ocenjevanja na vseh navedenih delih stopala, razen tretjega prsta in tretje stopalnice.

Zanesljivost ocenjevanja se je med deli stopala razlikovala. Najvišja je bila na prvem prstu in glavi prve stopalnice na plantarni strani stopala (4, 28, 27, 31, 32, 36, 37). To bi lahko bila posledica nižjega zaznavnega praga distalnega dela stopala (22), kar sta ugotovila tudi Moharić in Vidmar (8). Pomembno je vedeti, da je zanesljivost ocenjevanja na nekaterih predelih ocenjevanja



višja kot na drugih (28). Nižji zaznavni prag je fiziološko povezan z višjo inervacijsko gostoto. To so potrdili za roko, kjer je na prstih palmarno oživčenost najgostejša in se manjša v smeri proksimalno (24, 29). Primerjava vrednosti zanesljivosti med raziskavami, v katerih so ocenjevali plantarno (5, 20, 27, 28, 31, 32, 36, 37) in dorzalno stran stopala (12), ter tudi v eni raziskavi (4), v kateri so ocenjevali oboje, ne pokaže pomembnih razlik. V eni raziskavi (28) so ugotovili razlike v zanesljivosti med levim in desnim stopalom, vendar je vprašanje, ali imajo te ugotovitve kliničen pomen.

## ZAKLJUČEK

Zanesljivost ocenjevanja zaznavnega praga za dotik z monofilamenti posameznega preiskovalca in med preiskovalci je nizka do odlična. Zanesljivost je visoka do odlična, ko ga izvaja izkušen preiskovalec na enem do treh predelov kože. Pri tem naj uporabi isti komplet monofilamentov. Trajanje ocenjevanja naj bo tako dolgo, da bo preiskovanec še zbran. Predel z najvišjo zanesljivostjo ocenjevanja je na prvem prstu in glavi prve stopalnice plantarno. Za določitev zaznavnega praga priporočamo merilo vsaj dveh zaznav od treh prejetih dražljajev, dveh zaznav od dveh ali treh zaznav od treh prejetih dražljajev.

Zanesljivost ocenjevanja zaznavnega praga za dotik z monofilamenti je treba podrobneje raziskati še pri otrocih in pacientih s sladkorno boleznijo ter jo preveriti pri odraslih z drugimi okvarami perifernega in tudi osrednjega živčevja.

## LITERATURA

1. Rugelj D (2014). Uravnavanje drže, ravnotežja in hotenega gibanja: 2. dopolnjena izdaja. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta, 33.
2. Simoneau GG, Der JA, Ulbrecht JS, Becker MB, Cavanagh PR (1996). Diabetic Sensory Neuropathy Effect on Ankle Joint Movement Perception. *Arch Phys Med Rehabil* (77): 453–60.
3. Schulz LA, Bohannon RW in Morgan WJ (1998). Normal digit tip values for the Weinstein enhanced sensory test. *J Hand Ther* (11): 200–5.
4. Mawdsley RH, Behm-Pugh AT, Campbell JD et al. (2004). Reliability of Measurements with Semmes-Weinstein Monofilaments in Individuals with Diabetes. *Phys Occup Ther Geriatr* 22(3): 19–36.
5. Young D, Schuermer S, Flynn K et al. (2011). Reliability and Responsiveness of an 18 Site, 10-g

- Monofilament Examination for Assessment of Protective Foot Sensation. *J Geriatr Phys Ther* (34): 95–8.
6. Feng Y, Schlosser FJ, Bauer ES (2009). The Semmes Weinstein monofilament examination as a screening tool for diabetic oeripheral neuropathy. *J Vasc Surg* (50): 675–82.
7. Moharić M (2012). Vloga kvantitativne senzorimetrije v rehabilitacijski medicini. *Rehabilitacija* (11): 20–3.
8. Moharić M, Vidmar G (2014). Tactile thresholds in healthy subjects. *Zdrav Vest* (83): 581–6.
9. Jeng C, Michelson J, Mizel M (2000). Sensory Thresholds of Normal Human Feet. *Foot Ankle Int* 21(6): 501–4.
10. Urbančič-Rovan V (2014). Preprečevanje razjed na diabetični nogi. V: Vilar V, Planinšek Ručigaj T, eds. Timski pristop k preprečevanju in zdravljenju kroničnih ran. Društvo za oskrbo ran Slovenije DORS. Strokovno izobraževanje z učnimi delavnicami, Portorož, februar 2014. Združenje zdravnikov družinske medicine: 4–9.
11. Ghenton N, Rougier P, Gisot A, Froger J, Pellissier J, Perennou D (2008). Contribution of each lower limb to upright standing in stroke patients. *Stroke* (39): 1793–9.
12. Herron ML, Kar S, Beard D, Binfield P (2004). Sensory dysfunction in the great toe in hallux valgus. *J Bone Joint Surg* (86B): 54–7.
13. Bell-Krotoski J (2008). Tribute to Sidney Weinstein Ph. D. Dostopno na: [http://www.timelyneuropathytesting.com/weinstein\\_tribute.htm](http://www.timelyneuropathytesting.com/weinstein_tribute.htm) <13. 3. 2019>.
14. Bell-Krotoski J, Ewing Fess E, Figarola JH, Hiltz D (1995). Threshold detection and Semmes-Weinstein monofilaments. *J HAND THER* (8): 155–62.
15. Uddin Z, MacDermid JC, in Ham HH (2014). Test–retest reliability and validity of normative cut-offs of the two devices measuring touch threshold: Weinstein Enhanced Sensory Test and Pressure-Specified Sensory Device. *Hand Therapy* 19 (1): 3–10.
16. Bell-Krotoski J, Tomancik E (1987). The repeatability of testing with Semmes-Weinstein monofilaments. *J Hand Surg* (12A): 155–61.
17. Antonarakis GS, Christou P (2012). Quantitative evaluation of neurosensory disturbance after bilateral sagittal split osteotomy using Semmes-Weinstein monofilaments: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg* (70): 2752–60.
18. North Coast Medical, Inc. Touch Test Kits 20 – Piece Full Kit. Dostopno na: [https://www.ncmedical.com/item\\_1278.html#sizing](https://www.ncmedical.com/item_1278.html#sizing) <14. 10. 2017>.
19. Raji P, Ansari NN, Naghdi S, Forogh B, Hasson S (2014). Relationship between Semmes-Weinstein

- perception test and sensory nerve conduction studies in carpal tunnel syndrome. *NeuroRehabilitation* (35): 543–52.
20. Tracey EH, Greene AJ, Doty RL (2012). Optimizing reliability and sensitivity of Semmes-Weinstein monofilaments for establishing point tactile thresholds. *Physiology and Behavior* (105): 982–6.
  21. Akahori H, Takamura T, Hayakawa T, Ando H, Yamashita H, Kobayashi K (2004). Prostaglandin E1 in lipid microspheres ameliorates diabetic peripheral neuropathy: Clinical usefulness of Semmes-Weinstein monofilaments for evaluating diabetic sensory abnormality. *Diabetes Res Clin Pract* (64): 153–9.
  22. McPoil TG, Cornwall MW (2006). Plantar tactile sensory thresholds in healthy men and women. *The Foot* (16): 192–7.
  23. Morgan N (2013). How to do a Semmes Weinstein monofilament exam. *Wound Care Advisor* 2 (1): 23–4.
  24. Schreuders TAR, Selles WK, van Ginneken, Janssen GMW, Stam HJ (2008). Sensory evaluation of the hands in patients with Charcot-Marie-Tooth disease using Semmes-Weinstein monofilaments. *J Hand Ther* (21): 28–35.
  25. Slater RA, Koren S, Ramot Y, Buchs A, Rapoport MJ (2014). Interpreting the results of the Semmes-Weinstein monofilament test: accounting for false-positive answers in the international consensus on the diabetic foot protocol by a new model. *Diabetes Metab Res Rev* (30): 77–80.
  26. Ellaway PH, Catley M (2013). Reliability of the electrical perceptual threshold and Semmes-Weinstein monofilament tests of cutaneous sensibility. *Spinal Cord* (51): 120–5.
  27. Snyder BA, Munter AD, Houston MN, Hoch JM, Hoch MC (2016). Interrater and intrarater reliability of The Semmes-Weinstein monofilament 4-2-1 stepping algorithm. *Muscle Nerve* (53): 918–24.
  28. Collins A, Visscher P, de Vet HC, Zuurmond W, Perez R (2010). Reliability of the Semmes Weinstein Monofilaments measure coetaneous sensibility in the feet of healthy subjects. *Disabil Rehabil* 32 (24): 2019–27.
  29. Uszynski M, Purtill H, Coote S (2016). Interrater Reliability of Four Sensory Measures in People with Multiple Sclerosis. *Int J MS Care* (18): 86–95.
  30. Kamei N, Yamane K, Nakanishi S et al. (2005). Effectiveness of Semmes-Weinstein monofilament examination for diabetic peripheral neuropathy screening. *J Diabetes Complications* (19): 47–53.
  31. Birke JA, Wim Brandsma J, Schreuders T, Piefer A (2000). Sensory Testing with Monofilaments in Hansen's Disease and Normal Control Subjects. *Int J Lepr* 68 (3): 291–8
  32. Van Brakel WH, Khawas IB, Singh Gurung K, Kets CM, van Leerdam ME in Drever W (1996). Intra- and Inter-Tester Reliability of Sensibility Testing in Leprosy. *Int J Lepr* 64 (3): 287–98.
  33. Hohnjec M (2008). Presejalni test za diabetično stopalo. UKC Ljubljana, klinični oddelek za endokrinologijo, diabetes in presnovne bolezni, Diabetološke ambulante. Dostopno na: [http://www.sladkorcki.si/media/docs/Diabeticno\\_st\\_opalo.pdf](http://www.sladkorcki.si/media/docs/Diabeticno_st_opalo.pdf) <15. 9. 2017>.
  34. Portney LG, Watkins MP (2009). *Foundations of clinical research: applications to practice*. Upper Saddle River (NJ): Pearson/Prentice Hall.
  35. Vidmar G, Jakovljević M (2016). Psihometrične lastnosti ocenjevalnih instrumentov. *Rehabilitacija* 15 (Suppl. 1): 1–14.
  36. Booth S, Estevez W, Cooper J, Majnemer A (1998). A standardized pediatric sensory assessment for the lower extremity: Preliminary results of reliability study in normal school-aged children. *Can J Occup Ther* 65 (2): 92–103.
  37. Anderson AM, Croft RP (1999). Reliability of Semmes Weinstein monofilament and ballpoint sensory testing, and voluntary muscle testing in Bangladesh. *Lepr Rev* (70): 305–13.
  38. Singh N, Armstrong DG, Lipsky BA (2005). Preventing foot ulcers in patients with diabetes. *JAMA* 293 (2): 217–28.

## Učinki mobilizacije živčevja pri pacientih z bolečino v vratu nevrološkega izvora – sistematični pregled literature

### Effects of neural mobilization at patients with neurologic neck pain – systematic literature review

Sonja Hlebš<sup>1</sup>, Alex Rossone<sup>1</sup>

#### IZVLEČEK

**Uvod:** Postopki mobilizacije živčevja, ki povzročijo povečano napetost ali drsenje živčevja, se pogosto uporabljajo za določanje diagnoze in zdravljenje bolečine v vratu nevrološkega izvora. Namen prispevka je predstaviti učinke mobilizacije živčevja pri pacientih z bolečino v vratu nevrološkega izvora. **Metode:** Literatura je bila pregledana po elektronskih podatkovnih zbirkah CINAHL in PubMed. **Rezultati:** Analizirali smo enajst randomiziranih kontroliranih poskusov. Rezultati so pokazali, da pri pacientih z bolečino v vratu nevrološkega izvora različne tehnike mobilizacije živčevja, ki povzročijo povečano napetost ali drsenje živčevja z uporabo drugih fizioterapevtskih postopkov ali brez njih, statistično značilno (od  $p < 0,01$  do  $p < 0,05$ ) zmanjšajo bolečino, povečajo stopnjo funkcionalnosti in sklepno gibljivost. Največkrat je bila uporabljena tehnika drsenja živčevja. Dolgoročni učinek mobilizacije živčevja ni znan. **Zaključki:** Ugotovili smo veliko raznolikost pri uporabi tehnik in drugih merjenih spremenljivk. V prihodnjih raziskavah bi bilo treba natančno opredeliti tehniko, trajanje in intenzivnost ter meriti dolgoročni učinek. To bi izboljšalo metodološko kakovost raziskav in dokazljivost učinkovitosti mobilizacije živčevja pri pacientih z bolečino v vratu nevrološkega izvora.

**Ključne besede:** mišično-kostne okvare, manualna terapija, periferni živci, zmanjšanje zmožnosti zaradi težav z vratno hrbtenico.

#### ABSTRACT

**Introduction:** Neural mobilization techniques that promote either neural tensioning or sliding are widely used to assess and treat neck pain with a neuropathic component. The purpose was to review literature that aimed to determine the effectiveness of neural mobilization in patient with radicular neck pain. **Methods:** Database search included CINAHL and PubMed with the following search terms: neural mobilization [Title/Abstract] AND neck pain, neurodynamics [Title/Abstract] AND cervicobrachial pain, cervical radiculopathy. The search included the articles from years 2000 to 2018. **Results:** Eleven randomized controlled trials were selected. For most of the clinical outcomes, neural mobilization techniques which increase tension or sliding of the nerves, showed to be statistically significantly ( $p = < 0.01$  to  $p = < 0.05$ ) effective for improvement in pain, disability and range of motion for the groups receiving neural mobilisation in comparison with other treatment. Sliding techniques seemed to be more effective. No long term effect of neural mobilization is known. **Conclusion:** The neural mobilization techniques and other parameters varied greatly between studies. Future studies should report detailed techniques, duration, intensity and long term effect in order to improve methodological quality of studies and support the found evidence from this review.

**Key words:** musculoskeletal conditions, manual therapy, peripheral nerves, neck disability.

---

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

**Korespondenca/Correspondence:** viš. pred. mag. Sonja Hlebš, viš. fiziot., univ. dipl. org.; e-pošta: sonja.hlebs@zf.uni-lj.si

Prispelo: 25.2.2019

Sprejeto: 6.4.2019

## UVOD

Bolečina v vratu povzroči omejitve v vsakodnevni dejavnosti, zmanjšanje delovne sposobnosti in poslabšanje zdravstvenega stanja posameznika. Je drugi najpogostejši vzrok zdravljenja mišično-kostnih okvar za bolečino v križu (1). Razširjenost je večja pri ženskah kot pri moških, večja v razvitih državah v primerjavi z manj in srednje razvitimi državami, večja v mestnih predelih kot na podeželju, se najpogosteje pojavi pri starosti 45 let in več (2, 3) in jo vsako leto doživi od 30 do 50 % posameznikov (1, 4). Wang in sodelavci (4) navajajo, da je razširjenost bolečine v vratu 4,9-odstotna (ženske 5,8 %, moški 4,0 %). Ponovna bolečina od enega do pet let po prvem pojavu bolečine se pojavi pri 50 do 85 % posameznikov (3, 5). Dejavniki tveganja za bolečino v vratu so genetski, bolečine v vratu v preteklosti (5), psihološka stanja (4) in poškodbe (6). Bolečina lahko izžareva v zatilje, globoke vratne mišice, ramena ter zgornja uda ali prsni koš in je lahko povezana s togostjo v predelu vratu ter ramen (7). Gangavelli in sodelavci (8) navajajo, da je bolečina v vratu in ramenih le v 19,9 % nevrološkega izvora. Zlati standard za določanje diagnoze bolečine v vratu nevrološkega izvora je pozitivna povezanost med slikovnimi preiskavami (magnetno resonančno slikanje), izraženimi odstopanji pri merjenju elektrofiziološke prevodnosti perifernega živčevja zgornjih udov in simptomi pri telesnem pregledu (pozitivni test mobilizacije živčevja za zgornji ud – angl. upper limb tension test 1 – ULTT 1 in pozitivna testa trakcije ter kompresije vratne hrbtenice; 9). Fizioterapevski postopki za zdravljenje bolečine v vratu nevrološkega izvora vključujejo kinezioterapijo in različne tehnike mobilizacije živčevja, kot so kontralateralno drsenje vretenc vratne hrbtenice in ULTT 1 (10). Tehnike mobilizacije živčevja s kombinacijo gibov v sklepih lahko povzročijo povečano napetost ali drsenje živčevja (11). Tehnika, ki povzroči povečano napetost živčevja, je na primer abdukcija ramenskega sklepa, ekstenzija komolca in zapestja ter lateralna fleksija vratne hrbtenice v nasprotno stran. Tehnika, ki povzroči povečano drsenje živčevja, pa je na primer abdukcija ramenskega sklepa, ekstenzija komolca ter zapestja z izmenjujočo lateralno fleksijo vratne hrbtenice v isto in nasprotno stran (12, 13). Učinki različnih tehnik mobilizacije živčevja naj bi v lokalno

vnetno spremenjenih živcih s povečano občutljivostjo (mehanosenzitivnostjo) na pritisk in razteg posredno vplivali na zmanjšanje bolečine in spremembo viskoelastičnih lastnosti okvarjenih živcev ter okoliških mišično-kostnih struktur. Predvideva se, da se s temi tehnikami lahko zmanjša tudi intranevralni pritisk, poveča disperzija vnetnih snovi in premičnost živčevja (8, 9, 14).

Namen pregleda literature je predstaviti izsledke raziskav o učinkih mobilizacije živčevja pri pacientih z bolečino v vratu nevrološkega izvora.

## METODE

Literatura je bila pregledana po podatkovnih zbirkah CINAHL in PubMed s ključnimi besedami neural mobilization [Title/Abstract] AND neck pain, neurodynamics [Title/Abstract] AND cervicobrachial pain, cervical radiculopathy. Vključeni so bili randomizirani kontrolirani poskusi, objavljeni po letu 2002, v polnem besedilu, v katerih so sodelovali pacienti, pri katerih so proučevali vpliv mobilizacije živčevja na bolečino vratu nevrološkega izvora. Izključili smo raziskave brez primerjalne skupine in poročila o primerih, raziskave, v katerih so sodelovali zdravi preiskovanci, ter raziskave, v katerih so proučevali vpliv mobilizacije živčevja pri okvarah osrednjega živčevja, sistemskih boleznih in polinevropatijah.

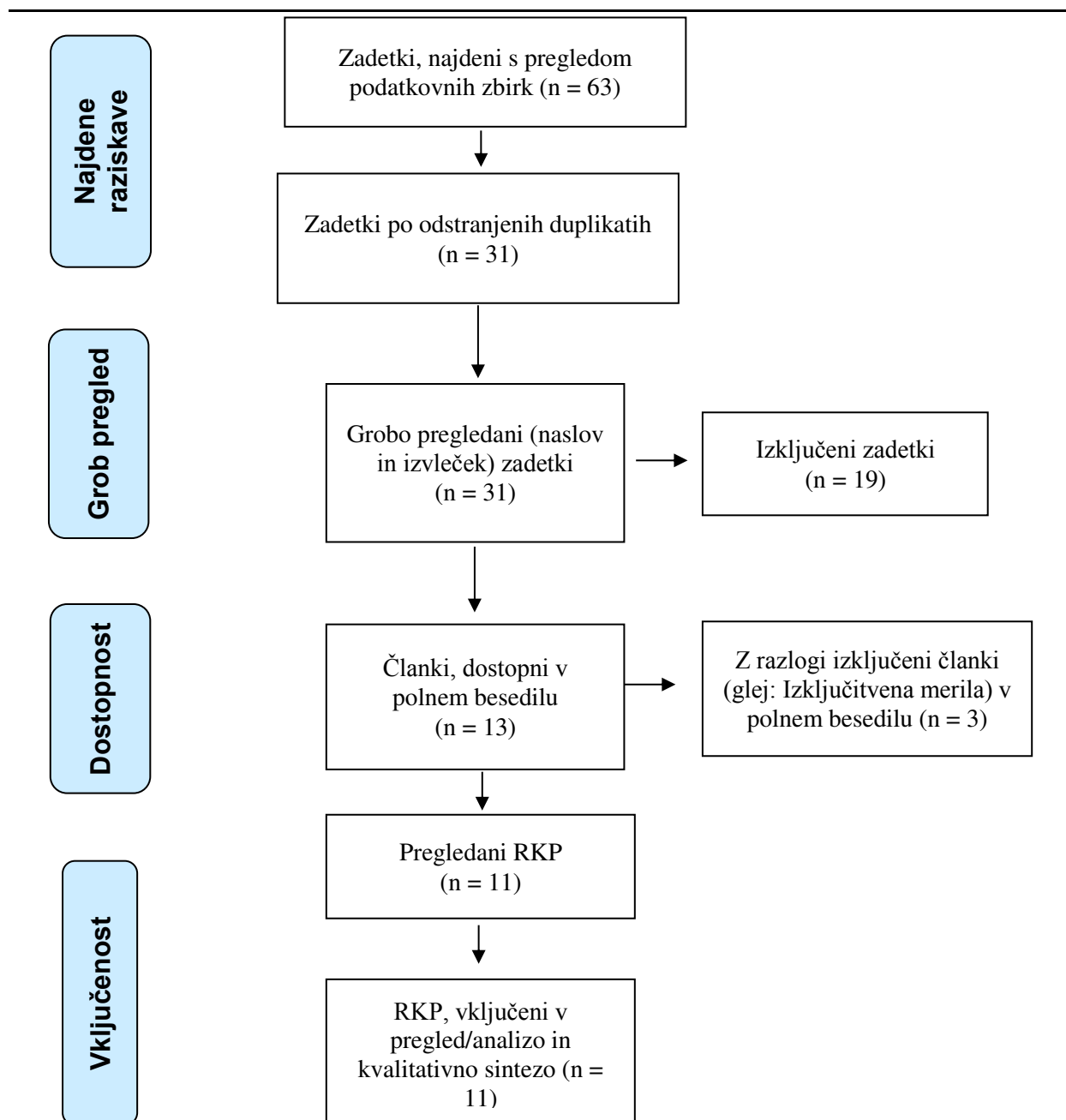
Izbor literature je predstavljen z diagramom poteka PRISMA (15) na sliki 1.

## REZULTATI

V pregled literature je bilo vključenih enajst raziskav, ki so zadostile vključitvenim merilom.

### Preiskovanci

Skupno število vseh preiskovancev v analiziranih raziskavah je bilo 501. Najmanjše število preiskovancev je bilo 20 (14, 16) in največje 99 (17). Skupno število žensk je bilo 238 in moških 153. V treh raziskavah (7, 18, 19) spola preiskovancev niso navedli. Vsi avtorji, razen dveh (7, 18), so navedli povprečno starost in/ali starostno skupino preiskovancev. Starost preiskovancev je bila od 18 do 75 let (preglednica 1). Povprečno trajanje simptomov je bilo 24 mesecev (14, 15, 20, 21), več kot dva meseca (17),



Slika 1: Diagram poteka PRISMA za izbor literature (15); RKP = randomizirani kontrolni poskusi

več kot en mesec (19) ali pa avtorji trajanja simptomov niso navedli (10, 18, 23).

### Merilna orodja

V štirih raziskavah (7, 16, 17, 19) so za ocenjevanje bolečine uporabili samo vizualno analogno lestvico (angl. Visual analogue scale – VAS) z razponom od 0 do 10 ali pa še dodatno krajšo različico McGillovega vprašalnika o bolečini (20). V šestih raziskavah (10, 14, 18, 20–

22) so uporabili številčno ocenjevalno lestvico za bolečino (angl. Numeric pain rating scale – NPRS) z razponom od 0 do 10. Prvi test mobilizacije živca za zgornji ud so uporabili v dveh raziskavah (14, 16), v katerih so merili ekstenzijo v komolcu z izmerjeno razdaljo med akromijem in stiloidnim odrastkom podlahtnice do pojava bolečine (16) ali z elektrogoniometrom (14).

Preglednica 1: Demografske značilnosti preiskovancev, vrsta terapije in merilna orodja

Avtor	Število, demografske značilnosti preiskovancev	Terapija
Allison et al. (20)	n = 30 (20 ž, 10 m), starost 18–75 let Trajanje simptomov PS 12 mes. (n = 10), PrS 12 mes. (n = 10), skupina s SM 72 mes. (n = 10)	MŽ + KTD SM + KTD PrS brez FT
Coppieters et al. (14)	n = 20 (16 ž, 4 m), starost 35–65 let, (leta $\bar{x} \pm SO$ ) – PS 49,1 $\pm$ 14, PrS 46,6 $\pm$ 12 Trajanje simptomov PS 2,7 mes. (n = 10), PrS 3,2 mes. (n = 10)	MŽ UZ
Ragonese et al. (18)	n = 30 (PS = 10, PrS = 10)	MŽ + SM MŽ + SM + KT KT
Marks et al. (16)	n = 20 (16 ž, 4 m), starost (leta $\bar{x} \pm SO$ ) – PS 52,6 $\pm$ 12,5, PrS 53,7 $\pm$ 9 Trajanje simptomov PS 323 $\pm$ 404 ted. (n = 10), PrS 215 $\pm$ 214,2 ted. (n = 10)	MŽ SM
Nee et al. (21)	n = 60 (38 ž, 22 m), starost (leta $\bar{x} \pm SO$ ) – PS 47 $\pm$ 8, PrS 48 $\pm$ 9 Trajanje simptomov 26 $\pm$ 12 ted. PS n = 40, PrS n = 20	MŽ + KTD KTD
Solanki, Shah (19)	n = 50 (25–65 let), PS n = 25, PrS n = 25 Trajanje simptomov: > 1 mes.	MŽ SM
Anwar et al. (7)	n = 30 (PS = 15, PrS = 15)	MŽ + tople obloge + KT + SM tople obloge + KT + SM
Langevin et al. (22)	n = 36 (24 ž, 12 m), starost (leta $\bar{x} \pm SO$ ) – PS 42,8 $\pm$ 10,4, PrS 47,8 $\pm$ 11,3 Trajanje simptomov PS 5,4 $\pm$ 3,2 ted. (n = 18), PrS 5,7 $\pm$ 3,7 ted. (n = 18)	MŽ + KT SM + KT
Salt et al. (17)	n = 99 (51 ž, 48 m), PS n = 49, PrS n = 50, starost 18–65 let (leta $\bar{x} \pm SO$ ) – PS 47 $\pm$ 11, PrS 47 $\pm$ 11 Trajanje simptomov: > 2 mes.	MŽ + KTD KTD
Rodríguez-Sanz et al. (23)	n = 51 (30 ž, 21 m), starost (leta $\bar{x} \pm SO$ ) – PS (n = 23) 32,3 $\pm$ 3,6, PrS (n = 28) 33,8 $\pm$ 4,8	MŽ PrS brez FT
Lobo et al. (10)	n = 75, starost (leta $\bar{x} \pm SO$ ) – PS (n = 24) 32,3 $\pm$ 3,6, PS (n = 25) 33,3 $\pm$ 5, PrS (n = 26) 30,8 $\pm$ 4,2	ULTT 1 MŽ IO

$\bar{x} \pm SO$  = povprečje, standardni odklon; n = število preiskovancev; ž = ženske; m = moški; PS = poskusna skupina; PrS = primerjalna skupina; mes. = mesec; ted. = teden; MŽ = mobilizacija živčevja; KTD = kinezioterapija doma; SM = sklepna mobilizacija; KT = kinezioterapija; UZ = ultrazvočna terapija; FT = fizioterapija

Indeks zmanjšane zmožnosti zaradi težav z vratno hrbtenico (angl. Neck disability index – NDI) z razponom od 0 do 50 so uporabili v petih raziskavah (7, 18, 19, 21, 22) in v eni raziskavi (21) specifično funkcijsko lestvico pacienta (angl. Patient specific functioning scale – PSFS) z razponom od 0 do 10. Pri tej lestvici pacienti sami izberejo do pet dejavnosti, pri katerih imajo težave, in ocenijo njihovo težavnost na 11-točkovni lestvici. Krajšo različico vprašalnika funkcionalnosti zgornjega uda in roke (angl. Quick disability arm, shoulder and hand questionnaire – Quick DASH) z razponom od 0 do 100 so uporabili v treh raziskavah (10, 22, 23) in v eni (20) z vprašalnikom Northwick Park o bolečini v

vratu (angl. Northwick Park questionnaire – NPQ) z razponom od 0 do 36. Pri tem vprašalniku se devet vprašanj oceni od nič (brez bolečine) do štiri (najhujša mogoča bolečina) in skupna ocena se spremeni v odstotke. Višji odstotek pomeni večjo omejitev dejavnosti. Indeks vratu in zgornjega uda (angl. Neck and upper limb index – NULI) z razponom od 0 do 100), sestavljen iz štirih podlestvic (telesna dejavnost, delo, psihosocialni dejavniki in spanje), so uporabili v eni raziskavi (17).

V petih raziskavah (10, 16, 18, 22, 23) so merili aktivno gibljivost vratne hrbtenice z gravitacijskim

Preglednica 2: Učinki terapije na bolečino

Avtor	Terapija	Merilna orodja	Meritve ( $\bar{x} \pm SD$ )			
			Pred terapijo	Med terapijo	Takoj po koncu terapije	Nekaj časa po terapiji (od 4 do 52 ted.)
Allison et al. (20)	MŽ + KTD	VAS	4,6 ± 3,1		2,1 ± 2,5*	/
	SM + KTD		5,1 ± 2	/	3,4 ± 2,9*	
	PrS brez FT		3,3 ± 3,5		3,8 ± 3,9	
	MŽ + KTD	SF-MGP	9,5 ± 10	/	3,2 ± 6*	/
	M + KTD		11,5 ± 16		7,0 ± 6*	
	PrS brez FT		10,0 ± 9		7,5 ± 4*	
Coppieters et al. (14)	MŽ	NPRS	7,3 ± 1,8	/	5,8 ± 2*	/
	UZ		7,7 ± 1,9		7,4 ± 2	
Ragonese et al. (18)	MŽ + SM	NPRS	5,3 ± 1,6	3,6 ± 1,9	2,4 ± 1,1*	/
	KT		4,9 ± 1,4	2,8 ± 2,2	1,6 ± 1,5*	
	MŽ + SM + KT		4,1 ± 1,5	2,4 ± 1,2 (14. dan)	0,9 ± 1,2*	
Marks et al. (16)	MŽ	VAS	4,6 ± 3,1		1,9 ± 1,8*	/
	SM		5,1 ± 2		4,7 ± 2,5	
Solanki, Shah (19)	MŽ	VAS	7,2	/	3,8*	/
	SM		7,6		4,3	
Langevin et al. (22)	MŽ + KT	NPRS (vrat)	4,3 ± 1,9	/	2,4 ± 1,9*	0,9 ± 0,7
	SM + KT		4,1 ± 2,5		1,6 ± 1,9*	1,3 ± 1,8 (4 ted.)
	MŽ + KT	NPRS (zgornji ud)	4,8 ± 1,4	/	1,9 ± 1,8*	0,6 ± 1,2
	SM + KT		4,6 ± 2,9		1,8 ± 1*	1,8 ± 2 (4 ted.)
	MŽ + KTD	VAS	6,3 ± 2,2	/	4,9 ± 2,9	40 ± 28
KTD	6,5 ± 2			4,6 ± 2,8	40 ± 31 (26 ted.) 42 ± 30 37 ± 32 (52 ted.)	
Rodríguez-Sanz et al. (23)	MŽ	NPRS	6,39 ± 0,1	3,60 ± 1,6	3,08 ± 1,4	/
	PrS brez FT		6,52 ± 0,9	6,89 ± 0,1 (15. dan)	6,78 ± 0,8	
Lobo et al. (10)	ULTT 1	NPRS	6,5 ± 0,9	/	3,9 ± 1	/
	MŽ		6,1 ± 1		3,5 ± 1,4	
	IO		5,9 ± 1		1,7 ± 1,7*	

$\bar{x} \pm SO$  = povprečje, standardni odklon; MŽ = mobilizacija živčevja; KTD = kinezioterapija doma; SM = sklepna mobilizacija; PrS = primerjalna skupina; FT = fizioterapija; UZ = ultrazvočna terapija; KT = kinezioterapija; VAL = vizualna analogna lestvica; SF-MGP = krajša verzija McGillovega vprašalnika o bolečini; NPRS = številčna ocenjevalna lestvica za bolečino; ULTT 1 = prvi test mobilizacije živca za zgornji ud; IO = ibuprofen oralno; ted. = teden; \*od  $p < 0,01$  do  $p = < 0,05$

(9, 16, 22, 23) ali s standardnim goniometrom (18). V eni raziskavi so ocenili kakovost življenja (17) s kratkim vprašalnikom o zdravju (angl. Short form health survey – SF-36), ki ima 36 vprašanj razdeljenih na osem podlestvic, med katerimi štiri ocenjujejo duševne in štiri telesne komponente. Ocene se pretvorijo v lestvico od 0 do 100. Nižja ocena pomeni slabšo kakovost življenja, višja ocena pa boljše.

### Fizioterapevtski postopki, trajanje in meritve

V štirih raziskavah (10, 14, 18, 21) so za mobilizacijo živčevja uporabili tehniko

kontralateralnega drsenja vratne hrbtenice in ULTT 1, samo tehniko kontralateralnega drsenja vretenc vratne hrbtenice (16, 17, 20, 23) ali samo ULTT 1 (19), v dveh pa avtorji uporabljene tehnike niso posebej navedli (17, 22).

V primerjalnih skupinah so izvajali mobilizacijo vratne hrbtenice in prvega rebra (16), mobilizacijo z gibanjem v segmentu C-5 in C-6 po Mulliganovem pristopu (19), terapijo s toplimi oblogami, vaje za vratne mišice, raztezanje mišic na boleči strani in trakcijo vratne hrbtenice (7),

Preglednica 3: Učinki terapije na funkcionalnost

Avtor	Terapija	Merilna orodja	Meritve ( $\bar{x} \pm SO$ )			
			Pred terapijo	Med terapijo	Takoj po terapiji	Nekaj časa po terapiji (od 4 do 52 ted.)
Allison et al. (20)	MŽ + KTD	NPQ	12,0 ± 5	/	9,5 ± 8,5*	/
	SM + KTD		12,5 ± 6		11,0 ± 7	
	PrS brez FT		12,5 ± 4		11,5 ± 6	
Ragonese et al. (18)	MŽ + SM	NDI	39,6 ± 17,2	24,6 ± 13	17,2 ± 10,3*	/
	KT		28,7 ± 13,3	17,1 ± 0,6	10,2 ± 7,1	
	MŽ + SM + KT		25,5 ± 10,9	11,7 ± 5,4	7,8 ± 5,5	
Langevin et al. (22)	MŽ + KT	NDI	34,8 ± 11,4	/	14,7 ± 5,9*	8,5 ± 11
	SM + KT		32,0 ± 8		14,2 ± 13,2*	10,3 ± 10 (4 ted.)
	MŽ + KT	QuickDASH	42,8 ± 13,6	/	18,0 ± 14*	10,3 ± 10
	SM + KT		42,3 ± 16,5		21,5 ± 16,5	13,5 ± 13,5 (4 ted.)
Solanki, Shah (19)	MŽ	NDI	18,7	/	7,9 ± 1,4*	/
	SM		18,6		11,4 ± 1,5	
Salt et al. (17)	MŽ + KTD	NULI	36 ± 19	/	30 ± 22*	26 ± 20
	KTD		30 ± 17		24 ± 15	19 ± 17 (26 ted.) 26 ± 20 (52 ted.) 19 ± 17 (52 ted.)
Rodríguez-Sanz et al. (23)	MŽ	QuickDASH	57,47 ± 16	/	30,1 ± 10,5*	/
	PrS brez FT		57,96 ± 10		57,1 ± 10,5	
Lobo et al. (10)	ULTT 1	QuickDASH	60,8 ± 10		37 ± 11,4*	/
	MŽ		56,6 ± 9		32,2 ± 12,6*	
	IO		52 ± 10		17,8 ± 7,6	

$\bar{x} \pm SO$  = povprečje, standardni odklon; PrS = primerjalna skupina; MŽ = mobilizacija živčevja; KTD = kinezioterapija doma; SM = sklepna mobilizacija; KT = kinezioterapija; FT = fizioterapija; ULTT 1 = prvi test mobilizacije živca za zgornji ud; IO = ibuprofen oralno; NPQ = vprašalnik Northwick Park za bolečino v vratu; QuickDASH = krajša različica vprašalnika funkcionalnosti zgornjega uda ramena in roke; NULI = indeks vratu in zgornjega uda; SF-MPQ krajša različica McGillovega vprašalnika o bolečini; NDI = indeks zmanjšane zmožnosti zaradi težav z vratno hrbtenico; ted. = teden; \* od  $p \leq 0,01$  do  $p = < 0,05$

mobilizacijo vratne in prsne hrbtenice ter vaje za gibljivost in stabilizacijo (22), samo vaje za gibljivost (18), samostojno izvajanje vaj doma (17, 21) in ultrazvočno terapijo (14). V dveh raziskavah so bili preiskovanci na čakalni listi za terapijo do konca trajanja terapije poskusne skupine (20, 23) in v eni so (10) prejeli protivnetno nesteroidno zdravilo ibuprofen oralno (IO).

Intervencije so trajale šest mesecev (7), osem tednov (20), šest (10, 17, 22), štiri tedne (21) ali manj (17, 19, 21). Meritve so izvedli pred terapijo in po njej, en teden (15) in štiri tedne po končani terapiji (21, 22), pred, na koncu prvega, drugega in tretjega tedna ter po končani terapiji (10, 18) ali samo pred terapijo in po končani terapiji (7, 14, 20). V dveh raziskavah (14, 18) so imeli preiskovanci samo eno terapijo.

Demografske značilnosti preiskovancev, vrsto terapije in merilna orodja prikazuje preglednic 1.

### Učinki mobilizacije živčevja

V treh raziskavah (16, 18, 20) so ugotovili statistično značilno (od  $p < 0,01$  do  $p = < 0,05$ ) zmanjšanje bolečine v poskusnih skupinah, v treh v primerjalnih in poskusnih (18, 20, 22), v dveh samo v poskusnih (14, 19), v eni samo v primerjalni (10) in v eni statistično značilnih razlik med skupinama ni bilo (17). Učinke terapije na bolečino prikazuje preglednica 2.

V eni raziskavi (7) avtorji niso poročali o meritvah bolečine po končani terapiji, v eni (16) samo o razlikah pri zaznavanju bolečine v vratu in rami v skupinah pred terapijo in po njej ter en teden po končani terapiji, pri čemer ni prišlo do statistično



## Preglednica 4: Učinki terapije na gibljivost vratne hrbtenice

Avtor	Terapija	Meritve (kotne stopinje $\bar{x} \pm SO$ )			
		Pred terapijo	Med terapijo	Takoj po terapiji	Štiri tedne po terapiji
Langevin et al. (22)	MŽ + KT	FL = 42,2 ± 12,6 EK = 53,5 ± 11,2 RB = 54,8 ± 10 RN = 56,2 ± 12,3 LFB = 30,6 ± 9,7 LFN = 36,3 ± 7,3	/	FL = 45,9 ± 9,6* EK = 64,3 ± 11,9* RB = 60,2 ± 15,7* RN = 65 ± 11,6* LFB = 37,1 ± 7,6* LFN = 39,7 ± 9,6*	FL = 49,9 ± 11,2 EK = 63,9 ± 10, RB = 58,5 ± 11,4 RN = 59,8 ± 7,4 LFB = 38,4 ± 15,9 LFN = 43,9 ± 10,6
	SM + KT	FL = 40,2 ± 11,3 EK = 49,1 ± 15,3 RB = 55,7 ± 15,9 RN = 54,7 ± 11,8 LFB = 32,1 ± 7,5 LFN = 31,7 ± 12,8	/	FL = 42,8 ± 10,7 EK = 50,3 ± 15,2 RB = 55,8 ± 16,3 RN = 56,8 ± 7,5 LFB = 35,8 ± 11,8 LFN = 34,7 ± 15,4	FL = 44 ± 11,2 EK = 60,7 ± 16,4 RB = 60,6 ± 13,6 RN = 61,5 ± 12,8 LFB = 39,7 ± 9,1 LFN = 39,8 ± 9,3
Ragonese et al. (18)	MŽ + SM	RB = 50,5 ± 2,3	/	RB = 74,3 ± 3,6*	/
	KT	RB = 59,4 ± 2,1	/	RB = 74,4 ± 4,1*	/
	MŽ + SM + KT	RB = 50,7 ± 1,9	/	RB = 71,4 ± 3,7*	/
Rodríguez-Sanz et al. (23)	MŽ	RB = 61 ± 8	RB = 62,3 ± 5,5	RB = 66,3 ± 6,9*	/
	PrS brez FT	RB = 62,3 ± 5,5	RB = 65,6 ± 4,6	RB = 68,8 ± 4,7*	/
Lobo et al. (10)	ULTT 1	RB = 60,4 ± 7		RB = 69,3 ± 7,4*	/
	MŽ	RB = 57,6 ± 5,6		RB = 68,4 ± 4,9*	
	IO	RB = 57,6 ± 5,6		RB = 71,8 ± 4,5*	

$\bar{x} \pm SO$  = povprečje, standardni odklon; MŽ = mobilizacija živčevja; KT = kinezioterapija; SM = sklepna mobilizacija; PrS = primerjalna skupina; FT = fizioterapija; ULTT 1 = prvi test mobilizacije živca za zgornji ud; IO = ibuprofen oralno; FL = fleksija; EK = ekstenzija; RB = rotacija proti boleči strani; RN = rotacija proti neboleči strani; LFB = lateralna fleksija proti boleči strani; LFN = lateralna fleksija proti neboleči strani; \*  $p < 0,05$

značilnih razlik med skupinama. V eni raziskavi (21) so poročali o bolečini v prejšnjih 24 urah le z izraženim odstotkom preiskovancev, ki se jim je bolečina zmanjšala vsaj za 2,2 na VAS (v PS zmanjšanje bolečine za 34 %; v PrS zmanjšanje bolečine za 6 %).

Učinki terapije so statistično značilno (od  $p \leq 0,01$  do  $p = < 0,05$ ) povečali funkcionalnost preiskovancev poskusne skupine v šestih raziskavah (10, 16–18, 22, 23) ter v eni (22) v poskusni in primerjalni. Učinke terapije na funkcionalnost prikazuje preglednica 3.

V raziskavah, v katerih so merili učinke terapije na gibljivost vratne hrbtenice, se je ta statistično značilno ( $p < 0,05$ ) povečala pri preiskovancih primerjalne in poskusne skupine v treh raziskavah (10, 18, 23) in v eni samo v poskusni skupini (22). Učinke terapije na gibljivost vratne hrbtenice prikazuje preglednica 4.

V raziskavah, v katerih so merili učinke terapije na premičnost (mobilnost) živčevja s prvim testom mobilizacije živca za zgornji ud, so merili obseg

ekstenzije komolca. Ta se je statistično značilno povečal (od  $p \leq 0,01$  do  $p \leq 0,05$ ) v poskusnih in primerjalnih skupinah (14, 16).

## RAZPRAVA

Izsledki pregledanih raziskav so pokazali, da ima mobilizacija živčevja kot samostojen postopek ali v kombinaciji z drugimi fizioterapevtskimi postopki učinek na zmanjšanje bolečine in povečanje funkcionalnosti ter gibljivosti vratne hrbtenice pri pacientih z bolečino v vratu nevrološkega izvora. V raziskavah so primerjali različne tehnike mobilizacije živčevja s sklepno mobilizacijo, kinezioterapijo in ultrazvočno terapijo. Preiskovancem se je v večini raziskav bolečina zmanjšala (10, 14, 16, 18–23). V petih raziskavah (14, 19–21, 23) so poročali o večjem zmanjšanju bolečine v poskusnih skupinah, v katerih so preiskovancem izvajali mobilizacijo živčevja, v primerjavi s primerjalnimi skupinami, v katerih mobilizacije živčevja niso izvajali. Mehanizmi delovanja mobilizacije živčevja na zmanjšanje občutenja bolečine niso dovolj raziskani. Avtorji (24) so poročali, da so funkcijsko neokvarjena C-vlakna v lokalno vnetno

spremenjenem živcu povečano mehanosenzitivna na pritisk in razteg. Na kadavrih so dokazali, da je mobilizacija tibialnega živca z uporabo pasivne mobilizacije skočnega sklepa povzročila disperzijo intranevralne tekočine in s tem intermitentno spremembo intranevralnega pritiska (25). Podobno so v drugi raziskavi avtorji (26) ugotovili, da je ponavljajoč se dvig spodnjega uda s stegnjenim kolenskim sklepom na kadavrih povečal vzdolžno disperzijo intranevralne tekočine četrte ledvene korenine. Predvidevali so, da naj bi učinek »črpanja« spodbudil aksonski transport in zmanjšal odlaganje odpadnih snovi, kar naj bi imelo za posledico zmanjšanje bolečine. Ta domneva še ni bila neposredno dokazana na *in-vivo* poskusih (11).

Učinki terapije so pomembno povečali funkcionalnost pri preiskovancih poskusnih skupin v petih raziskavah (17–20, 23) ter v eni (22) v poskusni in primerjalni skupini. Avtorji je niso merili dosledno, vendar drugi avtorji (7, 21, 27) menijo, da je merjenje stopnje funkcionalnosti pomembno, saj je ta zmanjšana pri pacientih z bolečino nevrološkega izvora bolj kot pri pacientih z nespecifično bolečino v vratu. Priporočajo uporabo standardiziranih merilnih orodij, kot sta indeks zmanjšane zmožnosti zaradi težav z vratno hrbtenico vratu in specifična funkcijska lestvica pacienta.

Avtorji (28) so poročali, da periferni živci lahko vplivajo na obseg sklepne gibljivosti. Fleksija vratne in prsne hrbtenice sta vplivali na odpor na razteg v fleksornih mišicah pri poskusu pasivne ekstenzije kolena (29). Ugotovljeno je bilo tudi, da je bil obseg gibljivosti dorzalne fleksije skočnega sklepa manjši v položaju fleksije kolka brez sprememb v odporu na razteg v golenskih mišicah zaradi predvidene povečane napetosti ishiadičnega živca (30). Zaporedje izvedbe petih dorzalnih oziroma plantarnih fleksij v skočnem sklepu z ekstendiranim kolonom je povzročilo pri zdravih preiskovancih manjšo natezno togost ishiadičnega živca, kar kaže, da se lahko viskoelastične lastnosti živca spremenijo ob dovajanju zunanje natezne sile (31). Avtorji (11) navajajo, da neposredni učinek povečane napetosti živcev na sklepno gibljivost do zdaj še ni bil dokazan na *in-vivo* poskusih. Povečanje obsega gibljivosti vratne hrbtenice po mobilizaciji živčevja v naših pregledanih raziskavah je bilo morda zaradi povečane

premičnosti perifernih živcev vratne in zgornje prsne hrbtenice (10, 16, 18, 22, 23). Tudi v raziskavah, v katerih so merili učinke terapije na obseg ekstenzije v komolcu pri prvem testu mobilizacije živca za zgornji ud, se je ta povečala v poskusnih in primerjalnih skupinah (14, 16).

Pri pregledu literature smo ugotovili veliko raznolikost pri uporabi tehnik mobilizacije živčevja. Največkrat je bila uporabljena tehnika kontralateralnega drsenja vratne hrbtenice (10, 14, 17, 18, 20, 21), ki ima verjetno večji učinek na povečano drsenje živcev in s tem posredno na zmanjšane bolečine (13). Bolečina se je značilno zmanjšala pri preiskovancih poskusnih skupin v primerjavi s primerjalnimi. Avtorji so poročali, da so tehnike drsenja živca zmanjšale intranevralni edem in bolečino ter povečale funkcionalnost pacientov s sindromom zapestnega prehoda (32) in ekstenzijo kolena pri zdravih preiskovancih (33). Nasprotno pa so avtorji (34) poročali, da tehnike, ki povzročijo povečano napetost živca, lahko poslabšajo simptome v lokalno vnetno spremenjenem živcu zaradi povečane mehanosenzitivnosti na pritisk in razteg. Predvideva se, da tehnike drsenja povzročajo manj napetosti in večjo premičnost živca, zato avtorji priporočajo uporabo teh tehnik takrat, ko je mehanosenzitivnost živcev še povečana (13, 32, 35). Pri izbiri mobilizacije živčevja pri pacientih z bolečino nevrološkega izvora je potrebna ustrezna klinična presoja (36), ki pa je avtorji niso navedli.

Število in trajanje terapij je bilo različno. Razpon merjenja učinkov terapije je bil od takoj po terapiji (10, 14, 18–20, 22) do 52 tednov po njej (17). Avtorji niso navajali intenzivnosti postopkov mobilizacije živčevja, in sicer časa ter trajanja dovajanja zunanje sile. Vse navedeno otežuje dokazovanje učinkov različnih postopkov mobilizacije živčevja pri pacientih z bolečino v vratu nevrološkega izvora.

## ZAKLJUČKI

Namen pregleda literature je bil predstaviti učinke mobilizacije živčevja pri pacientih z bolečino v vratu nevrološkega izvora. Izsledki raziskav so pokazali, da imajo različne tehnike mobilizacije živčevja kot samostojen postopek ali v kombinaciji z drugimi fizioterapevtskimi postopki, učinek na zmanjšanje bolečine, povečanje funkcionalnosti in

sklepne gibljivosti pri pacientih z bolečino v vratu nevrološkega izvora. Ugotovili smo veliko raznolikost pri uporabi tehnik in pri merjenju spremenljivk, kot so število in trajanje terapij ter čas merjenja učinkov terapije. V prihodnjih raziskavah bi bilo treba natančno opisati vrsto in intenzivnost (čas, trajanje, velikost dovajanja zunanje sile) uporabljenih postopkov mobilizacije živcev, da bi jih standardizirali pri uporabi v klinični praksi. Pomembno bi bilo primerjati ne le različne tehnike mobilizacije živčevja, temveč tudi različne protokole, na primer različno število ponovitev in/ali čas trajanja ene ponovitve, ter meriti dolgoročne učinke terapije. To bi izboljšalo metodološko kakovost raziskav in dokazljivost učinkovitosti mobilizacije živčevja pri pacientih z bolečino v vratu nevrološkega izvora.

## LITERATURA

- Cote P, Wong JJ, Sutton D (2016). Management of neck pain and associated disorders: a clinical practice guideline from the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIM) Collaboration. *Eur Spine J* 25 (7): 2000–22.
- Fejer R, Kyvik KO, Hartvigsen J (2006). The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature. *Eur Spine J* 15 (6): 834–48.
- Hoy DG, Protani M, De R, Buchbinder R (2010). The epidemiology of neck pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 24 (6): 783–92.
- Wang H, Naghavi M, Allen C et al. (2016). Global regional and national expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the global burden of disease study. *Lancet* 388 (10053): 1459–544.
- Childs JD, Cleland JA, Elliott JM (2008). Neck pain: clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability, and health from the orthopaedic section of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther* 38 (9): 1–34.
- Cohen SP, Hooten WM (2017). Advances in the diagnosis and management of neck pain. *BMJ* 358: 3221.
- Anwar S, Malik AN, Amjad I (2015). Effectiveness of neuromobilization in patients with cervical radiculopathy. *Rawal Med J* 40: 34–6.
- Gangavelli R, Nair NS, Bhat AK, Solomon JM (2016). Cervicobrachial pain – how often is it neurogenic? *J Clin Diagn Res* 10 (3): 14–5.
- Dillingham TR (2013). Evaluating the patient with suspected radiculopathy. *PM&R* 5 (8): 41–9.
- Lobo CC, Unda-Solano F, López-López D, Sanz-Corbalán I, Romero-Morales C, Palomo-López P, Seco-Calvo J, Rodríguez-Sanz D (2018). Is pharmacologic treatment better than neural mobilization for cervicobrachial pain? A randomized clinical trial. *Int J Med Sci* 15 (5): 456–65.
- Nee RJ, Butler D (2006). Management of peripheral neuropathic pain: integrating neurobiology, neurodynamics and clinical evidence. *Phys Ther Sport* 7 (9): 36–49.
- Neto T, Freitas SR, Marques M, Gomes L, Andrade R, Oliveira R (2017). Effects of lower body quadrant neural mobilization in healthy and low back pain populations: a systematic review and meta-analysis. *Musculoskeletal Science and Practice* 27: 14–22.
- Coppieters MW, Butler DS (2008). Do ‘sliders’ slide and ‘tensioners’ tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Man Ther* 13 (3): 213–21.
- Coppieters MW, Stapaerts KH, Wouters LL, Janssens K (2003). The immediate effect of a cervical lateral glide treatment technique in patients with neurogenic cervicobrachial pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 33: 369–78.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. (2009). PRISMA Group: Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med* 151: 264–9.
- Marks M, Schöttker-Königer T, Probst A (2011). Efficacy of cervical spine mobilization versus peripheral nerve slider techniques in cervicobrachial pain syndrome – a randomized controlled clinical trial. *J Phys Ther* 4: 9–17.
- Salt E, Kelly S, Soundy A (2016). Randomised controlled trial for the efficacy of cervical lateral glide mobilisation in the management of cervicobrachial pain. *Open Journal of Therapy and Rehabilitation* 4: 132–45.
- Ragonese J (2009). A randomized trial comparing manual physical therapy to therapeutic exercises to a combination of therapies for the treatment of cervical radiculopathy. *Orthop Phys Ther Pract* 21: 71–6.
- Solanki M, Shah C (2015). Effectiveness of Mulligan mobilization versus neural mobilization in patients with cervical radiculopathy: a comparative study. *Int J Sci Res* 4 (5): 2387–9.
- Allison GT, Nagy BM, Hall T (2002). A randomized clinical trial of manual therapy for cervico-brachial pain syndrome – a pilot study. *Man Ther* 7: 95–102.
- Nee RJ, Vicenzino B, Jull GA, Cleland JA, Coppieters MW (2012). Neural tissue management

- provides immediate clinically relevant benefits without harmful effects for patient with nerve related neck and arm pain: a randomised trial. *J Physiother* 58: 23–31.
22. Langevin P, Desmeules F, Lamothe M, Robitaille S, Roy JS (2015). Comparison of 2 manual therapy and exercise protocols for cervical radiculopathy: a randomized clinical trial evaluating short-term effects. *J Orthop Sports Phys Ther* 45: 4–17.
  23. Rodríguez-Sanz D, López-López D, Unda-Solano F et al. (2017). Effects of median nerve mobilization in treating cervico-brachial pain: a randomized controlled waiting list-controlled clinical trial. *Pain Med* 18: 2492–503.
  24. Dilley A, Bove GM (2008). Disruption of axoplasmic transport induces mechanical sensitivity in intact rat C-fibre nociceptor axons. *J Physiol* 586 (2): 593–604.
  25. Brown, CL, Gilbert KK, Jean-Michel B, Sizer PS, Roger James C, Smith MP (2011). The effects of neurodynamic mobilization on fluid dispersion within the tibial nerve at the ankle: an unembalmed cadaveric study. *J Man Manip Ther* 19 (1): 26–34.
  26. Gilbert KK, Smith MP, Sobczak S, James CR, Sizer PS, Brismee JM (2015). Effects of lower limb neurodynamic mobilization on intraneural fluid dispersion of the fourth lumbar nerve root: an unembalmed cadaveric investigation. *J Man Manip Ther* 23 (5): 239–45.
  27. Gupta R, Sharma S (2012). Effectiveness of median nerve slider's neurodynamics for managing pain and disability in cervicobrachial pain syndrome. *Indian J Physiother Occup Ther* 6: 127–32.
  28. Ellis RF, Hing WA (2008). Neural mobilization: a systematic review of randomized controlled trials with an analysis of therapeutic efficacy. *J Man Manip Ther* 16 (1): 8–22.
  29. Andrade RJ, Freitas SR, Vaz JR, Bruno PM, Pezarat-Correia P. (2015a). Provocative mechanical tests of the peripheral nervous system affect the joint torque-angle during passive knee motion. *Scand J Med Sci Sports* 25 (3): 338–45.
  30. Andrade RJ, Lacourpaille L, Freitas SR, McNair PJ, Nordez A (2015b). Effects of hip and head position on ankle range of motion, ankle passive torque, and passive gastrocnemius tension. *Scand J Med Sci Sports* 12 (4): 406–15.
  31. Andrade RJ, Nordez A, Hug F, Ates-Coppieters MW, Pezarat-Correia P, et al. (2015c). Non-invasive assessment of sciatic nerve stiffness during human ankle motion using ultrasound shear wave elastography. *J Biomech* 17 (12): 350–7.
  32. Coppieters MW, Alshami AM (2007). Longitudinal excursion and strain in the median nerve during novel nerve gliding exercises for carpal tunnel syndrome. *J Orthop Res* 25: 972–80.
  33. Sharma S, Balthillaya G, Rao R, Mani R (2016). Short term effectiveness of neural sliders and neural tensioners as an adjunct to static stretching of hamstrings on knee extension angle in healthy individuals: a randomized controlled trial. *Phys Ther Sport* 17: 30–7.
  34. Basson A, Olivier B, Ellis R, Coppieters M, Stewart A, Mudzi W (2017). The effectiveness of neural mobilization for neuromusculoskeletal conditions: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 47 (9): 593–615.
  35. Su Y, Lim ECW (2016). Does evidence support the use of neural tissue management to reduce pain and disability in nerve-related chronic musculoskeletal pain? A systematic review with meta-analysis. *Clin J Pain* 32 (11): 999–1004.
  36. Ewa KW (2005). What every teacher needs to know about clinical reasoning. *Med Educ* 39: 98–106.

## Učinki ishemične vadbe na kronično oslabeledost mišice quadriceps femoris pri pacientu z večkratnim kirurškim zdravljenjem kolena – poročilo o primeru

Effects of ischemic training on chronic weakness of quadriceps femoris muscle in a patient with multiple surgery of a knee – a case report

Tina Berčič<sup>1</sup>, Tina Žargi<sup>1</sup>, Alan Kacin<sup>1</sup>

### IZVLEČEK

**Uvod:** Namen poročila o primeru je bil ovrednotiti učinek ishemične vadbe na atrofirano in inhibirano mišico quadriceps femoris pri preiskovancu po večkratnem kirurškem zdravljenju kolenskega sklepa. **Metode:** Preiskovanec je bil vključen v osem tedenski vadbeni program z ishemično vadbo, vadbo proti uporu in pliometrijo. Izvedli smo meritve obsegov stegna in kožne gube, izpolnjevanje kolenskih vprašalnikov KOOS in Lysholm, funkcijska testa enonožnega skoka in Y-test ravnotežja, tenziomiografske meritve mišice quadriceps femoris ter izokinetično testiranje fleksorjev in ekstenzorjev kolena pri kotnih hitrostih 60°/s in 240°/s. **Rezultati:** Po končanem vadbenem programu se je večina merjenih parametrov izboljšala. Pusti obseg stegna poškodovanega spodnjega uda se je povečal za 1,9 cm distalno in 1,1 cm proksimalno. Rezultati tenziomiografije so pokazali 17 % povečanje simetrije v kontraktlnosti mišice rectus femoris obeh nog. Maksimalni navor ekstenzorjev kolena poškodovanega spodnjega uda se je izboljšal za 43 % pri nižji in 44 % pri višji, kotni hitrosti. **Zaključki:** Rezultati kažejo pozitivne učinke ishemične vadbe na zmogljivost, velikost in hoteno aktivacijo mišice quadriceps femoris. Zaradi prisotnosti nespremenjene bolečine ob bazi pogačice bi bilo pri pacientu smiselno raziskati tudi drugačne pristope zmanjševanja inhibitorne aktivnosti mišice quadriceps femoris.

**Ključne besede:** poškodba sprednje križne vezi, vadba z oviranim tokom krvi, bolečina, ekstenzorji kolena, atrofija.

### ABSTRACT

**Background:** The aim of the case report was to evaluate the effectiveness of ischemic exercise on atrophy and inhibition of the quadriceps femoris muscle in a patient after multiple surgical procedures of the knee joint. **Methods:** Patient was involved in an 8-week exercise program with ischemic exercise, resistance training, and plyometrics. We measured thigh circumference and skinfold, filled out knee questionnaires KOOS and Lysholm, assessed functional single leg hop test and Y balance test, tensiomyography (TMG) of quadriceps femoris muscle and isokinetic testing of knee flexors and extensors maximal torque at 60°/s and 240°/s angular velocity. **Results:** After the completed exercise program most of the measured parameters improved. The lean thigh circumference of the injured lower limb increased by 1.9 cm at the distal part and 1.1 cm at the proximal part. Results of TMG showed 17 % increase in the rectus femoris muscle symmetry between lower limbs. The maximal torque of knee extensor muscles of injured lower limb improved by 43 % at lower, and by 44 % at higher angular velocity. **Conclusions:** The results showed positive effects of ischemic exercise on performance, hypertrophy, and improved activation of the quadriceps femoris muscle. Because of the upper patella pain, it would be worthwhile to do more research on different approaches for reducing quadriceps femoris muscle inhibitory activity.

**Key words:** anterior cruciate ligament injury, blood flow restricted exercise, pain, knee extensors, atrophy.

---

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

**Korespondenca/Correspondence:** asist. dr. Tina Žargi, dipl. fiziot.; e-pošta: tina.zargi@zf.uni-lj.si

Prispelo: 5.3.2019

Sprejeto: 17.4.2019

## UVOD

Poškodbe kolenskih sklepov spadajo med najpogostejše športne poškodbe in predstavljajo približno 25 % vseh poškodb v športu. Največkrat so to poškodbe križnih in kolateralnih vezi ter raztrganine meniskusov (1). Med vezmi se največkrat pretrga sprednja križna vez (SKV), in sicer predvsem pri aktivnostih, ki zahtevajo nenadne spremembe gibanja, skakanje ter pivotiranje oziroma obračanje na stojni nogi (2). Kar 80 % poškodb SKV je nekontaktne narave (3). Poškodba ima lahko velik vpliv na kinematiko kolenskega sklepa, pri čemer največjo težavo pomenijo ponavljajoča se nestabilnost kolena in simptomi, povezani s poškodbo meniskusov in hrustanca, kot so občasno zatekanje in občutek preskakovanja v kolenu (4). Poškodbi navadno sledi rekonstrukcija SKV, katere namen je izboljšati stabilnost kolena in preprečiti pojav poznejših zapletov. Raziskave poročajo, da 15 let po rekonstrukciji približno 50 % pacientov razvije osteoartrozo kolenskega sklepa (3). Kljub previdnosti se v 10-letnem obdobju po rekonstrukciji pri enem izmed štirih posameznikov zgodi ponovna raztrganina SKV (5). Najpomembnejša indikacija za rekonstrukcijo SKV je telesna dejavnost posameznika. Bolj ko je posameznik športno aktiven, večja je verjetnost, da bo operativno zdravljenje pripomoglo k doseganju zelene ravni telesne pripravljenosti (6).

V zgodnjem pooperativnem obdobju, od dva do šest tednov po operaciji, je zaradi celjenja tkiv in artrogene mišične inhibicije kot posledice bolečine, otekline in poškodbe obremenjevanje spodnjega uda omejeno. Zmanjšanje dejavnosti vodi v mišično atrofijo in oslabeledost mišic (7) zlasti ekstenzornih mišic kolenskega sklepa (8). Pri tem je pomembno, da več kot 10-odstotni deficit zmogljivosti mišice quadriceps femoris poškodovane noge pomembno poveča verjetnost ponovne poškodbe SKV (7). Poleg atrofije na zmanjšano zmogljivost mišice quadriceps femoris vpliva tudi nepopolna mišična aktivacija, ki je po rekonstrukciji SKV povezana s poškodbo sklepa, izlivom v sklep in prisotnostjo bolečine (9). Izgubo mišične mase zaradi razbremenjevanja in zmanjšane dejavnosti je mogoče zmanjšati z ustrezno prilagojenim vadbenim programom in vrsto obremenitve (10). Za povečanje mišične zmogljivosti in hipertrofijo je priporočljiva vadba z

intenziteto od 60 do 80 % enega ponovitvenega maksimuma (1 RM – one repetition maximum), vendar so takšne obremenitve pri pacientih z okvaro sklepa pogosto neizvedljive ali kontraindicirane. Za učinkovito krepitev mišic ob minimalni mehanski obremenitvi poškodovanega sklepa se je v zadnjem času uveljavila vadba z lažjimi bremenmi (20 % 1 RM) v kombinaciji z delno oviranim pretokom krvi, imenovana tudi ishemična vadba z majhnim uporom. Ishemična vadba z majhnim uporom se je izkazala kot učinkovita tudi v zgodnjem obdobju po rekonstrukciji SKV (8), ni pa znano, ali lahko s tovrstno vadbo učinkovito okrepimo tudi kronično oslabeledo mišico quadriceps femoris v poznejšem obdobju po rekonstrukciji SKV. Takrat je namreč cilj predvsem povečati zmogljivost te mišice, izboljšati hoteno aktivacijo in vzpostaviti normalen vzorec hoje (11). Namen našega poročila o primeru je bil torej raziskati in ovrednotiti učinek individualiziranega vadbene programa, ki je vključeval tudi ishemično vadbo z majhnim uporom, pri pacientu s kronično oslabeledo mišico quadriceps femoris zaradi poškodb in kirurških rekonstrukcij več kolenskih struktur.

## METODE

### Preiskovanec

V raziskavo je bil vključen 27-letni športnik (višina 180 cm in masa 80 kg, ITM = 24,7 kg/m<sup>2</sup>), v nadaljevanju preiskovanec. Pred desetimi leti se je tekmovalno ukvarjal z atletiko, in sicer troskokom ter skokom v daljino, kar je pozneje opustil zaradi natrganja tetive mišice biceps femoris. Rekreativno se je ukvarjal tudi z gorskim kolesarjenjem, fitnessom, smučanjem in deskanjem na vodi. Med slednjim je pred sedmimi leti prišlo do pretrganja SKV. Dve leti po poškodbi je imel izvedeno artroskopsko rekonstrukcijo SKV. Navajal je, da med čakanjem na operacijo ni imel težav z izvajanjem športnih aktivnosti in da je bilo koleno precej stabilno. Pred enim letom je imel opravljeno tudi osteohondroplastiko lateralnega femoralnega kondila in šiv lateralnega meniskusa. Zaradi bolečine in razbremenjevanja sklepa sta sledili atrofija mišice quadriceps femoris in oslabeleda funkcija levega kolenskega sklepa. Bolečina je bila tudi pomemben omejitveni dejavnik polne aktivacije mišice quadriceps femoris. Po nasvetu zdravnika in močni želji izboljšati stanje kolena se je preiskovanec vključil

v program ishemične vadbe proti majhnemu upor, ki smo jo izvajali v Laboratoriju za fizioterapijo na Zdravstveni fakulteti Univerze v Ljubljani. Pred začetkom testiranja je preiskovanec prejel pisne informacije in dal prostovoljno soglasje k sodelovanju v raziskavi.

### Merilni in testni protokoli

Meritve in testiranja so bili izvedeni dvakrat, in sicer pred osem tedenskim vadbenim programom in po njem. Na podlagi meritev je bil zastavljen individualiziran program ishemične vadbe z majhnim uporom, standardne vadbe proti upor in pliometrične vadbe. Vadbeno breme je bilo določeno pred prvo vadbeno enoto in se je med programom ustrezno prilagajalo (12).

Meritve obsegov spodnjih udov so bile izvedene bilateralno, in sicer na proksimalnem delu stegna (22,5 cm od sklepne špranje kolena) ter na distalnem delu stegna (11,5 cm od sklepne špranje kolena). Kožna guba je bila izmerjena na istih mestih kot obsegi stegna (Skyndex System I, ZDA). Za rezultat je upoštevana povprečna vrednost treh meritev. Na podlagi meritev obsegov stegen in kožne gube je bil izračunan prosti obseg stegen proksimalno in distalno.

Za optimalno načrtovanje vadbenega programa so pomembni ocena posameznikovih subjektivnih težav, občutenje bolečine ter ocena izvajanja dejavnosti in socialnega vključevanja. Preiskovanec je zato na začetku in koncu vadbenega programa izpolnil vprašalnik o težavah s kolenskim sklepom (ang. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score – KOOS) in vprašalnik Lysholm.

Za oceno stabilnosti spodnjega uda je bil izveden Y-test ravnotežja. Test od preiskovanca zahteva obremenitev enega spodnjega uda, medtem ko z drugim potiska indikator v različne smeri (anteriorno, postero-medialno in postero-lateralno). Zanesljivost izvedbe testa je v anteriorni smeri ICC = 0,86, v postero-medialni smeri ICC = 0,99 in v postero-lateralni smeri ICC = 0,95 (7). Preiskovanec je najprej prejel ustna navodila in demonstracijo testa. Pri izvedbi je bil upoštevan standardiziran testni protokol (7–13). Pred testom je preiskovanec opravil deset sonožnih počepov ter raztezne vaje za mišice kolenskega, kolčnega in

skočnega sklepa. Test je najprej izvajal z zdravim in nato še s poškodovanim spodnjim udom. Ob dvigu podplata stojne noge od podlage, nezmožnosti vrnitve v izhodiščni položaj ali izgubi ravnotežja je preiskovanec moral test ponoviti. Upoštevana je bila povprečna vrednost treh meritev v vsako smer.

Test enonožnega skoka je enostaven in pogosto uporabljen test za merjenje dinamične stabilnosti in asimetrije spodnjih udov pri pacientih po rekonstrukciji SKV (14). Standardizirana izvedba testa je podrobno opisana v člankih (14, 15). Preiskovanec je izvedel skok v daljino z mesta, ločeno z vsako nogo, pri čemer se je lahko odrinil in pristal le s testno nogo. Končni položaj je moral zadržati vsaj dve sekundi. Razdalja je bila merjena od linije prstov pri odzivu do dotika pete pri doskoku. Izračunana je bila povprečna vrednost treh testnih skokov za posamezno nogo. Zanesljivost testa je visoka, in sicer ICC = 0,92–1,96 (15).

Meritve kontraktilnih lastnosti mišice quadriceps femoris so bile opravljene s tenziomiografijo (TMG). TMG je neinvazivna, selektivna in preprosta metoda, ki temelji na posrednem merjenju mišične sile prek odmika trebuha mišice (16). Glavna prednost TMG je selektivno ocenjevanje mehanskega odgovora skeletnih mišic na električni dražljaj (17). Pri izvedbi TMG je bil preiskovanec v supiniranem položaju, s podprtih kolenskim sklepom in sproščeno mišico quadriceps femoris. Meritev se je izvajala na obeh spodnjih udih in je trajala približno 20 minut. Na trebuh mišic vastus lateralis, vastus medialis in rectus femoris smo na ustrezni razdalji namestili dve površinski elektrodi, povezani z električnim stimulatorjem. Za posamezno mišico je bilo izvedenih šest meritev s postopnim povečevanjem jakosti stimulacijskega toka med 40 mA in 90 mA oziroma dokler ni bil dosežen največji odziv mišice. Za analizo rezultatov sta bila uporabljena le čas kontrakcije ( $T_c$ ) in maksimalna amplituda odmika trebuha mišice ( $D_m$ ), na podlagi katerih smo primerjali simetričnost vseh treh mišic na levi in desni nogi, hitrost krčenja ter togost mišic pred vadbenim programom in po njem. Testiranje mišične zmogljivosti fleksorjev in ekstenzorjev kolena je bilo opravljeno z izokinetičnim dinamometrom (Humac NORM, CSMI Inc.,

ZDA). Testiranje je bilo opravljeno v sedečem položaju, s kolki v položaju 85° fleksije in s stabilizacijskimi pasovi čez prsni koš in medenico. Testiranje je bilo opravljeno v obsegu giba fleksije kolena od 90° do 0° pri kotni hitrosti 60°/s in 240°/s.

### Vadbeni program

Osem tedenski vadbeni program je bil individualiziran na podlagi vseh meritev ter testiranj in je vključeval 24 vadbenih enot, trikrat na teden, osem tednov. Prvih pet tednov je potekala ishemična vadba z majhnim uporom, zadnje tri tedne pa standardna vadba proti uporju ter pliometrična vadba. Posamezna vadbena enota je bila sestavljena iz ogrevalnega dela, osrednjega dela ter zaključnega raztezanja. Prvih osem enot ishemične vadbe je preiskovanec izvajal izotonični izteg kolena, pri čemer je mišico quadriceps femoris z iztegom aktiviral koncentrično in ekscentrično s spuščanjem. Poudarek je bil na ekscentrični aktivaciji mišice, s tempom 1s/0s/2s (koncentrično/premor/ekscentrično). Preostalih šest vadbenih enot pa je izvajal dve vaji v zaprti kinetični verigi, in sicer stranski počep in stopanje na vibracijsko ploščo, pri čemer je vse vaje izvajal le s poškodovanim spodnjim udom. Manšeto smo namestili na proksimalni del stegna in jo napihnil s tlakom 125 mm Hg (Ischemic Trainer, Univerza v Ljubljani in Iskra Medical, d. o. o., Slovenija), s čimer smo povzročili delno zmanjšanje prekrvitve stegenskih mišic, čemur so sledili štiri nizi vaje. Posamezen niz je izvajal do hotene mišične odpovedi oziroma do 40 ponovitev. Med prvim in drugim nizom je bilo 45 s odmora, med katerim je manšeta ostala napihnjena, po končanem drugem nizu pa je sledilo 90 s odmora z reperfuzijo mišic. Nato smo postopek še enkrat ponovili.

Standardna vadba proti uporju je obsegala osem vadbenih enot in je vključevala ogrevanje na sobnem kolesu ter dva seta po deset ponovitev izpadnih korakov v hoji. Osrednji del je bil sestavljen iz različnih vaj za krepitev mišic poškodovanega spodnjega uda, ki so se v času celotnega vadbenega programa ustrezno stopnjevale. V zadnje štiri vadbene enote so bile vključene tudi osnovne vaje pliometrije zaradi izboljšanja mišične moči in optimalne sklopitve ekscentrično-koncentričnih kontrakcij. Vse vadbene enote so na koncu vključevale

desetminutno ohlajanje z raztezanjem.

### REZULTATI

Pusti obseg proksimalnega dela stegna se je po koncu vadbenega programa povečal za 1,1 cm na poškodovanem spodnjem udu in zmanjšal za 0,4 cm na zdravem spodnjem udu. Pusti obseg distalnega dela stegna se je na koncu povečal za 1,9 cm na poškodovanem spodnjem udu in zmanjšal za 0,2 cm na zdravem spodnjem udu.

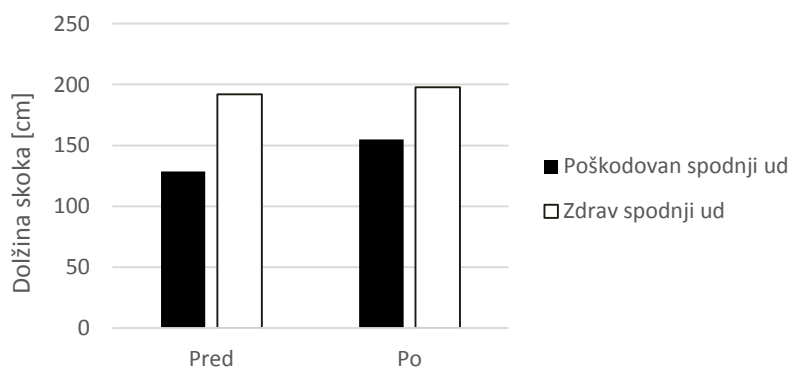
Rezultati začetnega ocenjevanja vprašalnika KOOS kažejo, da preiskovanec ni imel večjih težav s kolenom pri kategorijah *simptomi*, *okorelost* ter *vsakodnevna opravila*. V kategorijah *bolečine*, *šport in rekreacija* ter *kakovost življenja* pa je navajal od blage do zmerne težave, prisotne skoraj vsak dan. Končni rezultati vprašalnika so pokazali, da so se bolečine zmanjšale, vendar je preiskovanec zaradi poškodbe spremenil svoj način življenja, in da je še vedno prisotno nezaupanje v prizadeto koleno.

Pri začetnem izpolnjevanju vprašalnika Lysholm je preiskovanec v vseh kategorijah skupno dosegel 87 od 100 točk. Kategoriji, ki ju preiskovanec ni ovrednotil z vsemi točkami, sta bili *bolečine* (15 od 25 točk) in *čepenje* (2 od 5 točk). Po končanem vadbenem programu je bil seštevek točk vprašalnika Lysholm 94 od 100 točk. Kategoriji, ki ju preiskovanec ob končnem ocenjevanju ni ovrednotil z vsemi točkami, sta bili *bolečine* (20 od 25 točk) in *čepenje* (4 od 5 točk).

Rezultati dosega pri testu ravnotežja Y so se pri obeh spodnjih udih povečali v vseh treh smereh. Doseg poškodovanega spodnjega uda se je po končanem vadbenem programu v anteriorni smeri povečal za 5 cm, v postero-lateralni za 12 cm in v postero-medialni za 5 cm. Izvedba dosegov v vseh treh smereh z obremenitvijo poškodovanega spodnjega uda je povzročila bolečino na bazi pogačice.

Rezultati meritev testa enonožnega skoka pred začetkom in po koncu vadbenega programa so prikazani na sliki 1. Dolžina skoka s poškodovanim spodnjim udom se je izboljšala za 26 cm.





Slika 1: Rezultati meritev testa enonožnega skoka pred začetkom in po koncu vadbenega programa

Vrednosti kontrakcijskih časov ( $T_c$ ) in amplitude odmika ( $D_m$ ) trebuha posamezne glave mišice quadriceps femoris obeh spodnjih udov so se po vadbenem programu zmanjšale. Simetrija mišic med poškodovanim in zdravim spodnjim udom je po končanem vadbenem programu dosegala  $\geq 87\%$ , kar se šteje za normalno (preglednica 1).

Pred programom vadbe je bil izmerjen 60-odstotni deficit navora koncentrične kontrakcije ekstenzorjev poškodovanega kolena v primerjavi z zdravim kolenom pri obeh kotnih hitrostih ( $60^\circ/s$  in  $240^\circ/s$ ). Po končanem programu je deficit navora poškodovanega kolena pri obeh kotnih hitrostih znašal 37 %. Pri kotni hitrosti  $60^\circ/s$  je

deficit navora koncentrične kontrakcije fleksorjev poškodovanega kolena pred programom znašal 20 % in po končanem programu 16 %. Pri kotni hitrosti  $240^\circ/s$  pa je bil deficit navora koncentrične kontrakcije fleksorjev poškodovanega kolena na začetku 19 % in na koncu 13 %. Po koncu vadbenega programa se je maksimalni navor koncentrične kontrakcije ekstenzorjev poškodovanega kolena povečal za 43 % pri kotni hitrosti  $60^\circ/s$  in za 44 % pri kotni hitrosti  $240^\circ/s$ . Pri končnem testiranju so fleksorji kolena poškodovanega spodnjega uda razvili za 19 % manjši maksimalni navor kot na začetku pri kotni hitrosti  $60^\circ/s$  in za 7 % manjši maksimalni navor pri kotni hitrosti  $240^\circ/s$ .

Preglednica 1: Primerjava meritev kontrakcijskih časov ( $T_c$ ), amplitude odmika trebuha mišice ( $D_m$ ) in levo-desne simetrije kontraktibilnosti posameznih glav mišice quadriceps femoris obeh spodnjih udov pred vadbenim programom in po njem.

Mišica	Spodnji ud	Testiranje	$T_c$ [ms]	$D_m$ [mm]	Simetrija [%]
Rectus femoris	desni/zdravi	Pred vadbo	23,47	10,28	70
		Po vadbi	24,38	6,79	87
	levi/poškodovani	Pred vadbo	38,24	13,12	
		Po vadbi	25,21	11,81	
Vastus lateralis	desni/zdravi	Pred vadbo	26,77	8,20	89
		Po vadbi	25,96	5,84	89
	levi/poškodovani	Pred vadbo	24,34	9,15	
		Po vadbi	24,87	8,04	
Vastus medialis	desni/zdravi	Pred vadbo	24,32	7,32	92
		Po vadbi	24,14	6,50	87
	levi/poškodovani	Pred vadbo	24,67	9,81	
		Po vadbi	25,34	9,07	

## RAZPRAVA

Iz rezultatov lahko sklepamo, da ima vključitev ishemične vadbe proti majhnemu uporju v vadbeni program osebe s kronično oslabeledostjo stegenskih mišic pozitivne učinke na hipertrofijo mišice, izboljšanje funkcije kolena in normalizacijo zmogljivosti mišic ekstenzorjev kolenskega sklepa.

Po končanem vadbenem programu se je pri preiskovancu obseg proksimalnega in distalnega dela stegna poškodovanega spodnjega uda povečal proksimalno za 2,0 cm in distalno za 2,5 cm. Povečanje pustega obsega stegna in prirast mišične mase v tako kratkem času je najverjetneje posledica večjega metaboličnega stresa in sproščanja anaboličnih hormonov med vadbo z zmanjšanim pretokom krvi v aktivni mišici. Iz rezultatov vprašalnikov o stanju kolena je razvidno, da ima preiskovanec še vedno prisotnost bolečine v zgornjem delu pogačice in potencialno nepopolno aktivacijo mišice. Pomemben dejavnik, ki povzroča dolgotrajno šibkost mišice quadriceps femoris, je artrogena mišična inhibicija, ki lahko vztraja tudi več let po operaciji in postane omejitveni dejavnik za popolno okrevanje (18). Poleg artrogene mišične inhibicije se pri kronično prisotni bolečini lahko razvije strah pred poškodbo, ki prek centralnih mehanizmov vpliva na zmanjšanje izvajanja telesne aktivnosti (19–21). Naš pacient je tudi po koncu obravnave imel manjše nezaupanje v poškodovano koleno ter bolečine predvsem v določenih položajih kolenskega sklepa, kot so čepenje, klečanje in počepanje. Zaradi izrazite kroničnosti njegovih težav menimo, da bi mu v nadaljevanju lahko koristila tudi kognitivno-vedenjska terapija, ki bi ciljala na zmanjšanje centralne senzitivacije na bolečinske dražljaje.

Rezultati testa ravnotežja Y so pokazali izboljššan nadzor in stabilnost poškodovanega spodnjega uda. Največji napredek v dosegu je bil v posterolateralni smeri. Lahko sklepamo, da je razlog v položaju izvedbe dosega, ki predstavlja večjo obremenitev in aktivacijo mišice vastus lateralis, ki pa je navadno tudi najmočnejša glava mišice quadriceps femoris. Nascimento in sodelavci (22) navajajo tudi pomembno vlogo abduktorjev, zunanjih rotatorjev in ekstenzorjev kolčnega sklepa, saj naj bi med prenosom teže izboljšana zmogljivost teh mišic zmanjšala pretirano

addukcijo kolka stojne noge in posledično zmanjšala neenakomerne sile na kolenski sklep. Naš vadbeni program je s poudarkom na asimetričnih obremenitvah poškodovanega uda v zaprti kinetični verigi, nedvomno pomembno izboljšal tudi zmogljivost kolčnih mišic. Največji primanjkljaj z obremenitvijo poškodovanega spodnjega uda v primerjavi z zdravim je ostal pri doseganju v anteriorni smeri, in sicer za 10 % oziroma 7 cm, kar sovpada s pojavom najbolj izrazite bolečine pri doseganju v anteriorni smeri, približno med 40° in 50° fleksije kolena. Vzroki za pojav bolečine v točno določenem obsegu giba so lahko različni. Z dolgotrajnim draženjem perifernih nociceptorjev lahko pride do centralne senzitivacije in občutenja bolečine tudi pri pojavu nebolečinskih dražljajev (20).

Pri končnem ocenjevanju testa enonožnega skoka se je razdalja skoka poškodovanega spodnjega uda povečala za 26 cm, vendar je bila še vedno le 78 % razdalje zdravega uda. Preiskovanec je kot glavni vzrok, podobno kot pri anteriornem dosegu naprej, navajal provokacijo bolečine nad bazo pogačice. Pri športnikih, ki pri testu enonožnega skoka s poškodovanim udom dosežejo manj kot 85 % razdalje, dosežene z zdravim, obstaja večja verjetnost težav pri izvajanju težjih športnih aktivnosti in manj simetričnega gibanja (2).

Tenziomiografske meritve Tc in Dm so pokazale pomembno normalizacijo kontraktilnosti mišic rectus femoris in vastus medialis z vadbo, čeprav je nekaj primanjkljaja glede na zdravi spodnji ud še ostalo. Pri tem je treba poudariti, da so se z vadbo izboljšale tudi vrednosti zdravega uda, kar je nekoliko vplivalo na primerjavo. Preiskovanec je namreč v zadnjem delu programa izvajal zlasti vaje v zaprti kinetični verigi in pliometrične vaje, pri katerih je bil aktiven tudi zdravi ud, s čimer smo krepili simetričnost obremenjevanja obeh nog. Kljub temu je bila simetričnost vseh merjenih mišic leve in desne strani po koncu vadbe  $\geq 87\%$ , kar presega priporočano vrednost simetrije za zdravo populacijo, in sicer  $\geq 85\%$  (23). Največji napredek je bil opazen v hitrosti kontrakcije (Tc) mišice rectus femoris poškodovanega spodnjega uda. To sovpada tudi s  $\sim 40\%$  povečanjem največjega izokinetičnega navora ekstenzorjev kolena pri obeh kotnih hitrostih. Tc je povezan z razmerjem aerobnih (tip I) in anaerobnih (tip II)

vlaknen v mišici. Dahmane in sodelavci (16) namreč navajajo, da krajši Tc dosega mišice, v katerih je prisotnih več anaerobnih vlaken tipa II, mišice z daljšim Tc (> 30 ms) pa imajo več aerobnih vlaken tipa I. V našem primeru bi skrajšanje Tc mišice rectus femoris po vadbi torej lahko pripisali izrazitejši aktivnosti vlaken tipa II med ishemično vadbo, ki je posledica izrazito anaerobnih pogojev dela zaradi ovirane prekrvitve. Spremembe v Dm kažejo na spremembo mišičnega tonusa oziroma togosti mišice pred kontrakcijo (23), pri čemer imajo mišice z večjim Dm zmanjšano mišično togost oziroma mišični tonus (24). Dm se je pri večini glav mišice quadriceps femoris obeh spodnjih udov zmanjšal, kar pomeni povečanje mišičnega tonusa na normalno vrednost. Kljub temu pa je imela mišica rectus femoris poškodovanega uda po vadbenem programu še vedno nekoliko nižji mišični tonus v primerjavi z zdravim, kar lahko pripišemo nepopolni aktivaciji mišice med vadbo zaradi bolečine nad pogačico. Na rezultate meritev TMG sicer lahko vplivajo tudi napake, ki se pojavijo med merjenjem, in sicer pri rahlem premiku tipala nad trebuhom mišice lahko pride do aktivacije sosednjih mišic (16), na rekrutacijo motoričnih enot pa lahko vplivajo tudi položaj in razdalja med elektrodama ter ustrezen čas med posameznimi stimulusi (25). V našem primeru smo skrbeli za ustrezen protokol in tovrstnih pojavov s kontrolno primerjavo prekrivanj krivulj TMG nismo zaznali.

Pozitivni rezultati vadbenega programa so bili pri preiskovancu vidni tudi pri izboljšanju izokinetične zmogljivosti ekstenzorjev kolena poškodovanega spodnjega uda pri obeh kotnih hitrostih. Je bil pa primanjkljaj v zmogljivosti ekstenzorjev kolena poškodovanega spodnjega uda ob koncu vadbenega programa še vedno precej velik, in sicer 37 %. Hallagin in sodelavci (7) navajajo, da je pri deficitu vsaj 10 % večja verjetnost za ponovne poškodbe SKV. Pri merjenju izokinetične mišične zmogljivosti ekstenzorjev kolena poškodovanega spodnjega uda pri hitrosti 60°/s je bil prisoten vzorec pojavljanja bolečine v obsegu med 40° in 50° fleksije, pri čemer je bil opazen prehodni padec v navoru. Bolečina v istem obsegu giba ostaja prisotna tudi pri končnem testiranju, vendar so ekstenzorji poškodovanega spodnjega uda opravili za 55 % večje delo. Rezultati meritev izokinetične zmogljivosti fleksorjev kolena

poškodovanega spodnjega uda so bili pri končnem testiranju pri obeh kotnih hitrostih manjši kot na začetku. Vzrok za to ni jasan. Je pa to dodatno vplivalo na izboljšanje razmerja med zmogljivostjo fleksorjev in ekstenzorjev kolena pri obeh kotnih hitrostih.

Koaktivacija mišic fleksorjev in ekstenzorjev kolenskega sklepa ima velik pomen pri zmanjševanju nevarnosti za ponovne poškodbe, hkrati pa lahko večji primanjkljaji v zmogljivosti fleksorjev vplivajo na mišično zmogljivost ekstenzorjev kolena, saj delujejo kot stabilizatorji kolenskega sklepa (26). Tudi naš vadbeni program je bil sestavljen tako, da je bil večji poudarek na vajah v zaprti kinetični verigi, saj je prišlo tako do večje koaktivacije ekstenzorjev in fleksorjev kolena. Begalle in sodelavci (27) navajajo, da aktivacija fleksorjev kolena deluje sinergistično z ACL in preprečuje prekomerno anteriorno drsenje tibije, predvsem med maksimalno kontrakcijo ekstenzorjev kolena.

## ZAKLJUČEK

Rezultati poročila o primeru kažejo, da imajo ishemična vadba ter primerno zastavljene vaje za krepitev mišic poškodovanega spodnjega uda pozitiven učinek na zmogljivost in hipertrofijo mišice quadriceps femoris. V osemtedenskem programu se je izboljšala aktivacija mišice quadriceps femoris poškodovanega spodnjega uda. Kljub temu je zmerena oslabeledost mišice poškodovane noge še vedno ostala, najverjetneje zaradi draženja bolečine v zgornjem delu pogačice, ki je verjetno povzročala refleksno inhibicijo mišice. Zmanjšanje živčnih inhibitornih mehanizmov in vzpostavitev normalne funkcije mišice quadriceps femoris sta bistvenega pomena pri rehabilitaciji po poškodbah kolenskih sklepov, pri varnem vračanju k športnim aktivnostim in zmanjšanju verjetnosti za razvoj osteoartroze. Zato bi morali pri nadaljnji obravnavi tega preiskovanca bolj poglobljeno diagnosticirati vzrok bolečine in nato zmanjšati njeno draženje med aktivacijo mišice z različnimi protibolečinskimi postopki. Zaradi izrazite kroničnosti njegovih težav menimo, da bi mu v nadaljevanju lahko koristila tudi kognitivno-vedenjska terapija, ki bi ciljala na zmanjšanje centralne senzitivacije na bolečinske dražljaje.

## LITERATURA

1. Spanier R (2014). The evolution and prevalence of knee injuries: Repair at what cost? *The Arbutus Review* 5 (1): 120–30.
2. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA (2011). Return to the preinjury level of competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery: Two-thirds of patients have not returned by 12 months after surgery. *Am J Sports Med* 39 (3): 538–43.
3. Nagano Y, Yako-Suketomo H, Natsui H (2018). Anterior cruciate ligament injury: Identifying information sources and risk factor awareness among the general population. *PLoS ONE* 13 (1): e0190397.
4. Monk AP, Davies LJ, Hopewell S, Harris K, Beard DJ, Price AJ (2016). Surgical versus conservative interventions for treating anterior cruciate ligament injuries. *Cochrane Database of Syst Rev* 4: CD011166.
5. Manske RC, Prohaska D, Lucas B (2012). Recent advances following anterior cruciate ligament reconstruction: Rehabilitation perspectives: Critical reviews in rehabilitation medicine. *Curr Rev Musculoskelet Med* 5 (1): 59–71.
6. Dunn WR, Lyman S, Lincoln AE, Amoroso PJ, Wikiewicz T, Marx RG (2004). The effect of anterior cruciate ligament reconstruction on the risk of knee reinjury. *Am J Sports Med* 32 (8): 1906–14.
7. Hallagin C, Garrison JC, Creed K, Bothwell JM, Goto S, Hannon J (2017). The relationship between pre-operative and twelve-week post-operative Y-balance and quadriceps strength in athletes with an anterior cruciate ligament tear. *Int J Sports Phys Ther* 12 (6): 986–93.
8. Ohta H, Kurosawa H, Ikeda H, Iwase Y, Satou N, Nakamura S (2003). Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthop Scand* 74 (1): 62–8.
9. Thomas AC, Wojtys EM, Brandon C, Palmieri-Smith RM (2016). Muscle atrophy contributes to quadriceps weakness after ACL reconstruction. *J Sci Med Sport* 19 (1): 7–11.
10. Bodine SC (2013). Disuse-induced muscle wasting. *Int J Biochem Cell Biol* 45 (10): 2200–8.
11. Hughes L, Rosenblatt B, Paton B, Patterson S (2018). Blood flow restriction training in rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstructive surgery: A review. *Techniques in Orthopaedics*. 33 (2): 106–13.
12. Ipavec M, Grapar Ž, Žargi T, Jelenc J, Kacin A (2018). Efficiency of pneumatic tourniquet cuff with asymmetric pressure distribution at rest and during isometric muscle action. *J Strength Cond Res*. Publish Ahead of Print.
13. Garrison JC, Bothwell JM, Wolf G, Aryal S, Thigpen CA (2015). Y balance test<sup>TM</sup> anterior reach symmetry at three months is related to single leg functional performance at time of return to sports following anterior cruciate ligament reconstruction. *Int J Sports Phys Ther* 10 (5): 602–11.
14. Logerstedt D, Grindem H, Lynch A et al. (2012). Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate ligament reconstruction: The Delaware-Oslo ACL cohort study. *Am J Sports Med* 40 (10): 2348–56.
15. Xergia SA, Pappas E, Zampeli F, Georgiou S, Georgoulis AD (2013). Asymmetries in functional hop tests, lower extremity kinematics, and isokinetic strength persist 6 to 9 months following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 43 (3): 154–62.
16. Dahmane RG, Valenčič V, Knez N, Eržen I (2001). Evaluation of the ability to make non-invasive estimation of muscle contractile properties on the basis of the muscle belly response. *Med Biol Eng Comput* 39 (1): 51–5.
17. Šimunič B (2003). Model of longitudinal contractions and transverse deformations in skeletal muscles (dissertation). Faculty of electrical engineering, University of Ljubljana. 84 pages.
18. Rice DA, McNair PJ (2010). Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: neural mechanisms and treatment perspectives. *Semin Arthritis Rheum* 40 (3): 250–66.
19. Birch S, Stilling M, Mechlenburg I, Hansen TB (2017). Effectiveness of a physiotherapist delivered cognitive-behavioral patient education for patients who undergoes operation for total knee arthroplasty: A protocol of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 18: 116.
20. Jensen MP, Moore MR, Bockow TB, Ehde DM, Engel JM (2011). Psychosocial factors and adjustment to chronic pain in persons with physical disabilities: A systematic review. *Arch Physical Med Rehabil*. 92 (1): 146–60.
21. Turk DC, Wilson HD (2010). Fear of pain as a prognostic factor in chronic pain: Conceptual models, assessment, and treatment implications. *Curr pain headache rep* 14 (2): 88–95.
22. Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF, Souza RB, Resende RA (2018). Hip and knee strengthening is more effective than knee strengthening alone for reducing pain and improving activity in individuals with patellofemoral pain: A systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 48 (1): 19–31.
23. Šimunič B, Rozman S, Pišot R (2005). Detecting the velocity of the muscle contraction. III International Symposium of New Technologies in Sports. Sarajevo, 5 pages.

24. Šimunič B, Rittweger J, Cankar G et al. (2008). Odziv sestave telesa, mišične togosti in ravnotežja po 35-dnevni odsotnosti gibanja pri mladih in zdravih preiskovancih. *Zdrav Var* 47: 60–71.
25. Wilson HV, Johnson MI, Francis P (2018). Repeated stimulation, inter-stimulus interval and inter-electrode distance alter muscle contractile properties as measured by tensiomyography. Srinivasan M, ed. *PLoS ONE* 13 (2): e0191965.
26. Krishnan C, Williams GN (2011). Factors explaining chronic knee extensor strength deficits after ACL reconstruction. *J Orthop Res* 29 (5): 633–40.
27. Begalle RL, DiStefano LJ, Blackburn T, Padua DA (2012). Quadriceps and hamstrings coactivation during common therapeutic exercises. *Athl Train* 47 (4): 396–405.



# FIZIOTERAPIJA

junij 2019, letnik 27, številka 1

ISSN 1318-2102

## IZVIRNI ČLANEK / ORIGINAL ARTICLE

D. Rugelj, M. Sešek

- Ocena učinka tal in stropa modificiranega mini BESTesta pri dveh skupinah starejših odraslih** ..... 1  
*Evaluation of floor and ceiling effect of the modified mini-BESTest for two groups of elderly*

## PREGLEDNI ČLANEK / REVIEW

K. Jenko, S. Hlebš

- Učinki mobilizacije živčevja na kronično nespecifično bolečino v križu** ..... 9  
*Effects of neural mobilization on chronic nonspecific low back pain*

T. Štefín, U. Puh

- Učinkovitost krožne vadbe za izboljšanje premičnosti pri ljudeh v kroničnem obdobju po možganski kapi – sistematični pregled literature** ..... 16  
*Effectiveness of circuit class therapy for improving mobility in people with chronic stroke – systematic literature review*

J. Piculin, A. Kacin

- Vpliv togih lepilnih trakov na obremenitev krožnih vezi prstov pri plezalcih – sistematični pregled literature** ..... 25  
*The influence of nonelastic adhesive taping on loading of finger tendon pulleys in rock climbers – systematic literature review*

B. Pantner, U. Puh

- Ocenjevanje zaznavnega praga za dotik z monofilamenti na spodnjih udih** ..... 32  
*Assessment of touch threshold on the lower limbs with monofilaments*

S. Hlebš, A. Rossone

- Učinki mobilizacije živčevja pri pacientih z bolečino v vratu nevrološkega izvora – sistematični pregled literature** ..... 40  
*Effects of neural mobilization at patients with neurologic neck pain – systematic literature review*

## KLINIČNI PRIMER / CASE REPORT

T. Berčič, T. Žargi, A. Kacin

- Učinki ishemične vadbe na kronično oslabeledost mišice quadriceps femoris pri pacientu z večkratnim kirurškim zdravljenjem kolena – poročilo o primeru** ..... 50  
*Effects of ischemic training on chronic weakness of quadriceps femoris muscle in a patient with multiple surgery of a knee – a case report*