
KAZALO

IZVIRNI ČLANEK / ORIGINAL ARTICLE

A. Zupanc

- Povezanost med zmogljivostjo mišic spodnjih udov, premičnostjo in funkcijsko samostojnostjo pri pacientih po COVID-19 s težjim potekom**..... 1
Correlations between muscle strength of lower limbs, mobility and functional independence in patients after severe COVID-19

J. Grum, N. Potočnik

- Vpliv lokalne vibracije zapestja na prekrvljenost kože, kožno oksigenacijo in lokalno hitrost prevajanja živčnega impulza pri mladih zdravih ljudeh** 10
Local vibration of the wrist affects arm skin blood flow, skin oxygenation and local nerve conductance in young healthy people

PREGLEDNI ČLANEK / REVIEW

P. Kotnik, U. Puh

- Veljavnost in zanesljivost Fugel-Mayerjevega ocenjevanja za zgornji ud po možganski kapi** 19
Validity and reliability of Fugl-Meyer assessment of upper extremity after stroke

D. Okorn, U. Puh

- Merske lastnosti Vprašalnika o težavah s kolenskim sklepom pri pacientih pred popolno artroplastiko kolena in po njej – sistematični pregled literature**..... 27
Measurement properties of the Knee injury and osteoarthritis outcome score in patients before and after total knee arthroplasty – systematic literature review

T. Brezovar

- Senzorimotorične okvare pri kronični ali funkcionalni nestabilnosti gležnja – sistematični pregled literature**..... 36
Sensorimotor impairments in chronic and functional ankle instability – systematic literature review

Uredništvo

Glavna in odgovorna urednica
Uredniški odbor

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

Založništvo
Izdajatelj in založnik

Združenje fizioterapevtov Slovenije – strokovno združenje
Linhartova 51, 1000 Ljubljana
920 izvodov
<http://www.physio.si/revija-fizioterapija/>
1318-2102
Vesna Vrabič
Grga, grafična galanterija, d.o.o., Ljubljana

Naklada
Spletna izdaja:
ISSN
Lektorica
Tisk

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, habilitaciji in rehabilitaciji. Objavlja tudi članke s širšega področja telesne dejavnosti in funkcioniranja človeka ter s področij zmanjšane zmoglosti 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 izvorna, še neobjavljena dela v obliki izvernih 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/>

Povezanost med zmogljivostjo mišic spodnjih udov, premičnostjo in funkcijsko samostojnostjo pri pacientih po COVID-19 s težjim potekom

Correlations between muscle strength of lower limbs, mobility and functional independence in patients after severe COVID-19

Aleksander Zupanc¹

IZVLEČEK

Uvod: Pri pacientih po COVID-19 s težjim potekom smo želeli ugotoviti povezanost med manualnim testiranjem mišic (MTM) spodnjih udov, indeksom premičnosti de Morton, 6-minutnim testom hoje in motoričnim delom Lestvice funkcijske neodvisnosti ter trajanjem bolnišnične obravnave. **Metode:** v prospektivno opazovalno raziskavo smo vključili 156 pacientov, ki so bili sprejeti na rehabilitacijo v dveletnem obdobju. **Rezultati:** Med MTM spodnjih udov in indeksom premičnosti de Morton je bila nizka do visoka povezanost ($\rho = 0,28-0,65$) ob sprejemu in nizka do zmerna ($\rho = 0,30-0,57$) ob odpustu. Med MTM spodnjih udov in 6-minutnim testom hoje je bila nizka do zmerna povezanost ob sprejemu ($\rho = 0,28-0,60$) in odpustu ($\rho = 0,26-0,56$). Med MTM spodnjih udov in motoričnim delom Lestvice funkcijske neodvisnosti je bila nizka do zmerna povezanost ob sprejemu ($\rho = 0,25-0,60$) in nizka ob odpustu ($\rho = 0,26-0,49$). Med vsoto ocen MTM desnega in levega spodnjega uda ob sprejemu in trajanjem bolnišnične obravnave je bila negativna nizka povezanost. **Zaključek:** Pacienti z večjo zmogljivostjo mišic spodnjih udov so imeli boljšo premičnost, vzdržljivost pri hoji in funkcijsko samostojnost.

Ključne besede: manualno testiranje mišic, indeks premičnosti de Morton, 6-minutni test hoje, funkcijska samostojnost, povezanost.

ABSTRACT

Background: We wanted to evaluate the correlations between manual muscle testing (MMT) of lower limbs, de Morton mobility index, 6 minute walk test, motor Functional independence measure and the length of stay in patients after severe COVID-19. **Methods:** In the prospective observational study, 156 patients, admitted to rehabilitation in the period of two years were included. **Results:** Between MMT of lower limbs and de Morton mobility index correlations were low to high ($\rho = 0.28-0.65$) at admission and low to moderate at discharge ($\rho = 0.30-0.57$). Between MMT of lower limbs and 6 minute walk test correlations were low to moderate ($\rho = 0.28-0.60$) at admission and at discharge ($\rho = 0.26-0.56$). Between MMT of lower limbs and motor Functional independence measure correlations were low to moderate ($\rho = 0.25-0.60$) at admission and low ($\rho = 0.26-0.49$) at discharge. There was a negative low correlation between the sum of MMT of right and left lower limb at admission and the length of stay. **Conclusion:** Patients with better muscle strength of lower limbs had better mobility, walking endurance and functional independence.

Key words: manual muscle testing, de Morton mobility index, 6 minute walk test, functional independence, correlation.

¹ Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije Soča, Ljubljana

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

Prispelo: 25.5.2022

Sprejeto: 9.10.2022

UVOD

Koronavirusna bolezen 2019 (angl. Coronavirus disease 2019 – COVID-19) je od začetka leta 2020 do danes prizadela vse države na svetu. V Sloveniji je bilo število potrjenih pacientov več kot 1.007.821 in več kot 7621 smrti (1), potrjen prvi primer okužbe s SARS-CoV-2 je bil 4. marca 2020 (2). Prva pacientka s kritično boleznijo po COVID-19 in z respiratorno odpovedjo je bila sprejeta na Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije Soča (URI Soča) maja 2020. Pri okužbi s SARS-CoV-2 lahko bolezen poteka brez simptomov, s simptomi ali s težjim potekom (3). Pri veliko ljudeh zaradi okužbe in hitrega širjenja virusa SARS-CoV-2 pride do težjega poteka COVID-19 s pljučno odpovedjo in tako do dolgotrajnega intenzivnega zdravljenja z umetnim predihavanjem (4, 5). Moški pogosteje zbolijo za težjo obliko bolezni kot ženske (6). Pri pacientih, pri katerih pride do odpovedi več organov in potrebujejo dolgotrajno zdravljenje v enotah intenzivne terapije, se navadno razvije kritična bolezen z miopatijo ali nevropatijo. Razvoj miopatije kritično bolnih in nevropatije se je ob začetku epidemije predvidevalo na podlagi predhodnih izkušenj pri pacientih s kritično boleznijo, ki so potrebovali umetno predihavanje pljuč (7, 8). Kritična bolezen se je razvila pri približno eni petini pacientov s COVID-19, ki so bili na bolnišničnem zdravljenju (9). Daljše ko je zdravljenje v enotah intenzivne terapije, večje je tveganje za dolgotrajne telesne, umske in čustvene zaplete (7). Izsledki predhodnih raziskav so pokazali, da so imeli pacienti po COVID-19 in pljučnici poleg zmanjšane funkcije pljuč tudi zmanjšano zmogljivost mišic udov, vzdržljivost pri 6-minutnem testu hoje (angl. 6 minute walk test – 6MWT) in zmanjšano ravnotežje (10–14). Prav tako so poročali, da so imeli pacienti po COVID-19 po odpustu iz bolnišnice še težave z opravljanjem dejavnosti vsakodnevnega življenja ter s hojo po ravnem in stopnicah (15). Preživeli po kritični bolezni imajo resne težave pri funkcioniranju lahko zaradi zapletov virusne bolezni, dolgotrajnega zdravljenja v enotah intenzivne terapije ali obojega (3). Zato naj bi rehabilitacija pacientov po COVID-19 potekala od akutnega zdravljenja in se nadaljevala v dolgotrajno rehabilitacijo. Rehabilitacija pozitivno vpliva na zdravstvene izide pacientov po COVID-19 s težjim potekom, saj omogoča izboljšanje zdravstvenih in funkcijskih izidov ter zmanjša zaplete, povezane z zdravljenjem

v enoti intenzivne terapije, kot je kritična bolezen (16, 17). Med posledicami COVID-19 ali bolnišnične obravnave je lahko tudi tako imenovani sindrom postintenzivne nege (angl. Post-Intensive Care Syndrome – PICS), ki vključuje več zdravstvenih motenj, ki ostanejo po kritični bolezni. Med njimi je tudi posttravmatska stresna motnja (7). Čeprav učinki bolnišničnega zdravljenja morda niso edinstveni za COVID-19, se štejejo za stanja po koronavirusni bolezni, če se pojavijo po okužbi z virusom SARS-CoV-2 in trajajo štiri ali več tednov (18). Malo je še znanega o trajanju tako imenovanega podaljšanega poteka COVID-19. Nejasnosti se pojavljajo tudi pri poimenovanju podaljšanega poteka bolezni, nekateri ga imenujejo postcovid, drugi postakutni covid, kronični covid ali kronične posledice covida. Splošno sprejeti časovni okvir, ki razlikuje med akutno in postakutno obliko bolezni, je 28 dni. Svetovna zdravstvena organizacija priporoča ime »post COVID-19 condition«, v Sloveniji pa se je uveljavilo ime dolgi covid (angl. long-COVID) (18). Tako kot akutni COVID-19 lahko tudi dolgi covid prizadene številne organe in organske sisteme, vključno z dihalnim, srčno-žilnim, nevrološko-psihičnim, želodčno-črevesnim in mišično-skeletnim. Med težavami so v ospredju utrudljivost, zasoplost (dispneja), zmanjšana telesna zmogljivost, rahlo povišana telesna temperatura (okrog 37,5 °C), mišične bolečine, glavobol, motnje spanja, težave s koncentracijo in pri iskanju besed (19).

Na URI Soča celostno rehabilitacijo omogoča multidisciplinarna skupina, ki se je s pojavom COVID-19 razširila in dodatno vključila tudi respiratorno fizioterapijo ter službo za klinično prehrano. Rehabilitacija vključuje obravnavo na telesnem, duševnem in socialnem področju (3, 20–25). Izsledki celostne rehabilitacije pacientov po COVID-19 s kritično boleznijo na URI Soča so pokazali izboljšanje izidov funkcijske in prehranske ocene (26).

Namen te raziskave je bil ugotoviti povezanost med manualnim testiranjem mišic (MTM) spodnjih udov, indeksom premičnosti de Morton (angl. de Morton mobility index – DEMMI), 6MWT in motoričnim delom Lestvice funkcijske neodvisnosti (angl. Functional Independence Measure – FIM) pri pacientih po COVID-19 s težjim potekom ter povezanost med MTM spodnjih udov, DEMMI,

6MWT in motoričnim delom FIM ob sprejemu in trajanjem bolnišnične obravnave.

METODE

Preiskovanci

V prospektivno opazovalno raziskavo smo vključili vse odrasle paciente po COVID-19 s težjim potekom, ki so bili sprejeti na rehabilitacijo na URI Soča v obdobju dveh let od začetka epidemije. Raziskavo je odobrila Komisija za strokovno medicinska etična vprašanja na URI Soča (št. 035-1/2021-14/3.5). Pacienti so podpisali privolitev za sodelovanje v raziskavi. Vsi pacienti so bili vključeni v obravnavo petkrat na teden. Fizioterapevtska obravnava (27) je trajala od 30 do 60 minut dopoldne, od tri- do štirikrat na teden pa še dodatno 30 minut popoldne.

Ocenjevalni postopki

Pacienti so bili ob sprejemu na rehabilitacijo in ob odpustu ocenjeni s standardiziranimi merilnimi orodji. Ocenjevanje je izvajalo pet preiskovalcev. Istega pacienta je ob sprejemu in odpustu ocenjeval isti preiskovalec. Mišično zmogljivost spodnjih udov smo ocenili z MTM (28). Osnovne ocene pri MTM so bile stopenjsko opredeljene od ocene 0 do 5 in z dodanim znakom »minus« (–). Za analizo smo izbrali deset mišičnih skupin spodnjega uda: fleksorje kolka, ekstenzorje kolka, abduktorje kolka, adduktorje kolka, ekstenzorje kolena, fleksorje kolena, dorzalne fleksorje gležnja, plantarne fleksorje gležnja, ekstenzorje palca in fleksorje palca. Poleg ocen pri MTM posamezne mišične skupine smo tudi ovrednotili mišično šibkost posameznega spodnjega uda z vsoto ocen od 0 do 5 za posamezne mišične skupine, pri čemer smo ocene s predznakom minus pretvorili v oceno, ki je bila za polovico ocene nižja (npr. oceno –3 v oceno 2,5). Skupna najnižja mogoča ocena za deset izbranih mišičnih skupin je bila 0 in najvišja 50. Ravnotežje in premičnost smo ugotavljali z DEMMI (29, 30). Za DEMMI je bila potrjena odlična zanesljivost med preiskovalci pri pacientih z mišično-skeletnimi okvarami (29) in sočasna veljavnost z drugimi merami ravnotežja in premičnosti (31). Preiskovančevo vzdržljivost pri hoji smo ugotavljali s 6MWT (32, 33). Za 6MWT je bila potrjena odlična zanesljivost med preiskovalci pri pacientih s kronično obstruktivno pljučno boleznijo (34) in pacientih z zlomom kolka

(35). Preiskovanci so pri hoji uporabljali pripomočke za hojo in ortoze. Za ugotavljanje širše funkcijske samostojnosti, povezane z dejavnostmi vsakodnevnega življenja, smo uporabili FIM (36, 37).

Analiza podatkov

Za izračun opisne statistike smo uporabili Microsoft Excel 2010. Za izračun statističnih testov in grafični prikaz podatkov smo uporabili programje IBM SPSS Statistics 26 (IBM Corp., Armonk, ZDA, 2016). Podatki niso bili normalno porazdeljeni, zato smo za izračun statističnih razlik med izidi merilnih orodij ob odpustu in sprejemu uporabili Wilcoxonov test predznačenih rangov. Za ugotavljanje povezanosti med izidi merilnih orodij in trajanjem bolnišnične obravnave smo izračunali Spearmanov koeficient korelacije (ρ). Za stopnjo značilnosti je bila določena p-vrednost pri 0,01. Vrednost korelacijskih koeficientov pod 0,25 pomeni, da povezanosti ni ali je zelo nizka, med 0,25 in 0,5 pomeni nizko povezanost, med 0,5 in 0,75 zmerno do visoko in nad 0,75 zelo visoko do odlično povezanost (38).

REZULTATI

V raziskavo smo vključili 156 preiskovancev, starih od 28 do 81 let (mediana 63). Moških je bilo 71,2 odstotka. Na rehabilitacijo so bili sprejeti od 16 do 334 dni (mediana 73 dni) po sprejemu v akutno obravnavo v bolnišnici. Trajanje rehabilitacije je bilo povprečno 38 dni (SO 14). Sto dvainpetdeset preiskovancev (97,4 %) je zaradi odpovedi dihanja potrebovalo umetno predihavanje pljuč. Skoraj pri vseh preiskovancih (96,8 %) se je razvila kritična bolezen, pri petih preiskovancih (3,2 %) pa Guillain-Barréjev sindrom. Primerjava med MTM desnega in levega spodnjega uda, DEMMI, 6MWT in motoričnega dela FIM pri pacientih po COVID-19 ob sprejemu na rehabilitacijo in odpustu je predstavljena v preglednici 1. Sposobnosti hoje preiskovancev glede na uporabo pripomočka za hojo so predstavljene v preglednici 2. Pri hoji je devetnajst preiskovancev (12,2 %) potrebovalo ortoza za gleženj in stopalo obojestransko, trinajst preiskovancev (8,3 %) jih je potrebovalo desno ortoza za gleženj in stopalo, štirinajst preiskovancev (9 %) pa levo ortoza za gleženj in stopalo. Sto deset preiskovancev (70,5 %) ni imelo težav s padajočim stopalom. Ocene pri MTM posameznih mišičnih

Preglednica 1: Primerjava med MTM desnega in levega spodnjega uda, DEMMI, 6MWT in motoričnega dela FIM pri pacientih po COVID-19 ob sprejemu na rehabilitacijo in odpustu (n = 156)

Merilno orodje	Mediana (razpon)		p vrednost*
	Sprejem	Odpust	
MTM desni spodnji ud (točke 0–50)	31 (14–49)	40 (19–50)	p < 0,001
MTM levi spodnji ud (točke 0–50)	30 (12–50)	40 (15–50)	p < 0,001
DEMMI (točke 0–100)	41 (0–85)	74 (39–100)	p < 0,001
6MWT (m)	60 (0–349)	303 (30–561)	p < 0,001
FIM motorični (točke 13–91)	57 (13–89)	85 (27–91)	p < 0,001

*n – število, MTM – manualno testiranje mišic, DEMMI – indeks premičnosti de Morton (angl. de Morton mobility index), 6MWT – 6-minutni test hoje (angl. 6 minute walk test), FIM – Lestvica funkcijske neodvisnosti (angl. Functional Independence Measure), *Wilcoxonov test predznačenih rangov*

Preglednica 2: Sposobnosti hoje pacientov po COVID-19 na rehabilitaciji (n = 156)

Sposobnosti hoje n (%)	Sprejem	Odpust
Ni hodil	23 (14,7)	2 (1,3)
S pripomočkom za hojo	119 (76,3)	86 (55,1)
Brez pripomočka za hojo	14 (9)	68 (43,6)

Preglednica 3: Primerjava ocen manualnega testiranja mišic izbranih mišičnih skupin desnega in levega spodnjega uda ob sprejemu na rehabilitacijo in odpustu (n = 156)

Mišična skupina	Sprejem	Odpust
	Mediana (razpon)	Mediana (razpon)
<i>Desni spodnji ud</i>		
Fleksorji kolka	-3 (-2–5)	4 (-2–5)
Ekstensorji kolka	-3 (1–5)	-4 (-2–5)
Abduktorji kolka	-3 (1–5)	4 (1–5)
Adduktorji kolka	-3 (-2–5)	4 (2–5)
Fleksorji kolena	3 (1–5)	4 (-2–5)
Ekstensorji kolena	4 (0–5)	5 (0–5)
Dorzalni fleksorji gležnja	3 (0–5)	4 (0–5)
Plantarni fleksorji gležnja	4 (1–5)	5 (1–5)
Ekstensorji palca	-3 (0–5)	-4 (0–5)
Fleksorji palca	4 (0–5)	4 (0–5)
<i>Levi spodnji ud</i>		
Fleksorji kolka	-3 (1–5)	4 (-2–5)
Ekstensorji kolka	-3 (-2–5)	-4 (-2–5)
Abduktorji kolka	-3 (-2–5)	4 (-2–5)
Adduktorji kolka	-3 (-2–5)	4 (2–5)
Fleksorji kolena	3 (1–5)	4 (-2–5)
Ekstensorji kolena	4 (0–5)	5 (0–5)
Dorzalni fleksorji gležnja	3 (0–5)	4 (0–5)
Plantarni fleksorji gležnja	4 (0–5)	5 (0–5)
Ekstensorji palca	-3 (0–5)	-4 (0–5)
Fleksorji palca	-4 (0–5)	4 (0–5)

skupin spodnjih udov so predstavljene v preglednici 3.

Ob sprejemu je bila med ocenami MTM spodnjih udov in DEMMI nizka do visoka povezanost ($\rho = 0,28-0,65$), razen med ocenami MTM ekstenzorjev levega in desnega palca ter DEMMI je bila povezanost zelo nizka. Ob odpustu pa je bila med ocenami MTM spodnjih udov in DEMMI nizka do zmerna povezanost ($\rho = 0,30-0,57$). Ob sprejemu je bila med ocenami MTM spodnjih udov in 6MWT nizka do zmerna povezanost ($\rho = 0,28-0,60$), zelo nizka povezanost pa za ekstenzorje levega palca. Tudi ob odpustu je bila med ocenami MTM spodnjih udov in 6MWT nizka do zmerna povezanost ($\rho = 0,26-0,56$). Ob sprejemu je bila med ocenami MTM spodnjih udov in motoričnim delom FIM nizka do zmerna povezanost ($\rho = 0,25-0,60$), zelo nizka povezanost pa za dorzalne fleksorje levega gležnja in ekstenzorje desnega palca, za ekstenzorje levega palca pa povezanosti ni bilo. Ob odpustu je bila med ocenami MTM spodnjih udov in motoričnim delom FIM nizka

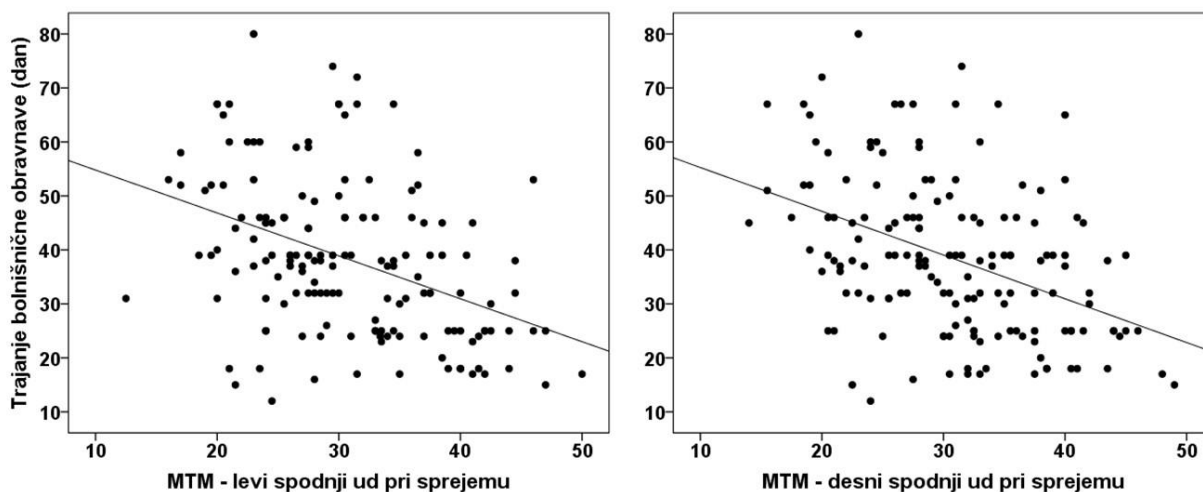
povezanost ($\rho = 0,26-0,49$), zelo nizka povezanost pa za adduktorje levega kolka, dorzalne fleksorje obeh gležnjev in ekstenzorjev obeh palcev (preglednica 4).

Ob sprejemu je bila med DEMMI in vsoto ocen MTM desnega ($\rho = 0,58$; $p < 0,01$) in levega ($\rho = 0,58$; $p < 0,01$) spodnjega uda zmerna povezanost. Tudi med 6MWT in vsoto ocen MTM desnega ($\rho = 0,56$; $p < 0,01$) in levega ($\rho = 0,56$; $p < 0,01$) spodnjega uda je bila zmerna povezanost. Prav tako je bila zmerna povezanost med motoričnim delom FIM in vsoto ocen MTM desnega ($\rho = 0,52$; $p < 0,01$) in levega ($\rho = 0,50$; $p < 0,01$) spodnjega uda. Ob odpustu je bila med DEMMI in vsoto ocen MTM desnega ($\rho = 0,58$; $p < 0,01$) in levega ($\rho = 0,58$; $p < 0,01$) spodnjega uda zmerna povezanost. Tudi med 6MWT in vsoto ocen MTM desnega ($\rho = 0,50$; $p < 0,01$) in levega ($\rho = 0,53$; $p < 0,01$) spodnjega uda je bila zmerna povezanost. Med motoričnim delom FIM in vsoto ocen MTM desnega ($\rho = 0,43$; $p < 0,01$) in levega ($\rho = 0,43$; $p < 0,01$) spodnjega uda pa je bila povezanost nizka.

Preglednica 4: Povezanost med ocenami manualnega testiranja mišic desnega in levega spodnjega uda posameznih mišičnih skupin ter DEMMI, 6MWT in motoričnega dela FIM ob sprejemu in odpustu

Merilno orodje	Sprejem $\rho, p < 0,01$			Odpust $\rho, p < 0,01$		
	DEMMI	6MWT	mFIM	DEMMI	6MWT	mFIM
Mišična skupina						
Fleksorji kolka D	0,605	0,549	0,563	0,381	0,396	0,341
Fleksorji kolka L	0,573	0,500	0,506	0,324	0,381	0,337
Ekstenzorji kolka D	0,618	0,578	0,578	0,536	0,527	0,466
Ekstenzorji kolka L	0,655	0,597	0,591	0,573	0,557	0,493
Abduktorji kolka D	0,594	0,569	0,550	0,459	0,455	0,390
Abduktorji kolka L	0,574	0,564	0,521	0,431	0,467	0,359
Adduktorji kolka D	0,475	0,410	0,446	0,370	0,275	0,268
Adduktorji kolka L	0,526	0,490	0,485	0,304	0,281	0,224
Fleksorji kolena D	0,541	0,478	0,439	0,348	0,374	0,290
Fleksorji kolena L	0,588	0,530	0,507	0,407	0,416	0,347
Ekstenzorji kolena D	0,582	0,537	0,500	0,429	0,441	0,312
Ekstenzorji kolena L	0,538	0,487	0,464	0,312	0,371	0,260
Dorzalni fleksorji gležnja D	0,360	0,314	0,274	0,343	0,259	0,210
Dorzalni fleksorji gležnja L	0,342	0,294	0,238	0,366	0,312	0,230
Plantarni fleksorji gležnja D	0,423	0,400	0,350	0,427	0,385	0,369
Plantarni fleksorji gležnja L	0,494	0,482	0,400	0,460	0,446	0,412
Ekstenzorji palca D	0,281	0,281	0,208	0,354	0,260	0,238
Ekstenzorji palca L	0,238	0,213	0,152*	0,377	0,326	0,232
Fleksorji palca D	0,392	0,380	0,338	0,451	0,339	0,320
Fleksorji palca L	0,289	0,296	0,246	0,477	0,352	0,327

D – desno, L – levo, ρ – Spearmanov koeficient korelacije, p – p -vrednost, ni statistično značilno, DEMMI – indeks premičnosti de Morton (angl. de Morton mobility index), 6MWT – 6-minutni test hoje (angl. 6 minute walk test), mFIM – motorični del Lestvice funkcijske neodvisnosti (angl. motor Functional Independence Measure)*



Slika 1: Povezanost med manualnim testiranjem mišic (MTM) levega spodnjega uda (levo) in desnega spodnjega uda (desno) pri sprejemu in trajanjem bolnišnične obravnave je bila nizka ($\rho = -0,42$ levi spodnji ud; $\rho = -0,41$ desni spodnji ud; $p < 0,01$).

Povezanost med MTM spodnjih udov ob sprejemu in trajanjem bolnišnične obravnave je bila nizka in je prikazana na sliki 1. Med DEMMI ($\rho = -0,65$; $p < 0,01$), 6MWT ($\rho = -0,65$; $p < 0,01$) in motoričnim delom FIM ($\rho = -0,66$; $p < 0,01$) ob sprejemu in trajanjem bolnišnične obravnave pa smo ugotovili negativno visoko povezanost.

RAZPRAVA

Ta raziskava je prva, s katero smo ugotavljali povezanost med zmogljivostjo mišic spodnjih udov, DEMMI, 6MWT in motoričnim delom FIM pri pacientih po COVID-19 s težjim potekom. Dobljenih podatkov zato ne moremo neposredno primerjati z drugimi raziskavami. V predhodnih raziskavah, pri pacientih z nevropatijami (39) in pri pacientih z okvarami perifernega živčevja (40), so ugotovili, da je šibkost mišic dorzalnih in plantarnih fleksorjev vplivala na motnje ravnotežja. Ugotovili so visoko povezanost med MTM spodnjih udov in Bergovo lestvico za oceno ravnotežja (angl. Berg balance scale – BBS) ($r = 0,66-0,71$; $0,64-0,74$). V sedanji raziskavi smo ugotovili, da je bila med MTM dorzalnih in plantarnih fleksorjev gležnjev ter DEMMI povezanost nizka (preglednica 5), povezanost med MTM ekstenzorjev kolkov in DEMMI pa je bila visoka ($\rho = 0,62-0,65$). To bi bilo lahko povezano z ugotovljeno zmanjšano zmogljivostjo ekstenzorjev kolkov (preglednica 3) in s tem tudi slabšo sposobnostjo premikanja. V sedanji raziskavi je bila med ocenami MTM spodnjih udov in 6MWT nizka do zmerne

povezanost ob sprejemu, v predhodni raziskavi pri pacientih z okvarami perifernega živčevja (40) pa je bila povezanost zmerne do visoka ($\rho = 0,56-0,73$). Nizko povezanost smo ugotovili pri odpustu. Predvidevamo, da je vzrok za to verjetno, da je bila pri pacientih po COVID-19 zmogljivost mišic spodnjih udov večja glede na ugotovljeno prehojeno razdaljo pri 6MWT. Ob odpustu je bilo izboljšanje zmogljivosti mišic spodnjih udov manjše kot izboljšanje vzdržljivosti pri hoji. V predhodni raziskavi (10) smo ugotovili, da so pacienti po COVID-19 z zmanjšano funkcijo pljuč hodili krajšo razdaljo pri 6MWT. Preiskovanci sedanje raziskave so imeli ob sprejemu na rehabilitacijo nižjo vzdržljivost hoje (6MWT mediana 60 metrov) v primerjavi s preiskovanci predhodnih raziskav (6MWT povprečje 176–345 metrov) (17, 41–44). V raziskavi Rodriguesove in sodelavcev (44) so pacienti po COVID-19 ob sprejemu na rehabilitacijo prehodili pri 6MWT v povprečju 345 metrov, preiskovanci sedanje raziskave pa so se približali temu izidu ob odpustu (6MWT mediana 303 metrov). V drugi predhodni raziskavi (45) pri kritično bolnih pacientih so ugotovili, da je bila med vsoto ocen MTM spodnjih udov in 6MWT zmerne do visoke povezanost ($r = 0,47-0,62$) ob sprejemu. Ob odpustu pa so ugotovili, da je bila povezanost nizka in statistično neznačilna. Pri teh preiskovancih je bil napredek vzdržljivosti pri hoji večji kot pa izboljšanje vsote ocen MTM spodnjih udov.

Ugotovili smo, da je bila med ocenami MTM spodnjih udov in motoričnim delom FIM nizka do zmerne povezanost tako ob sprejemu kot odpustu. Nižjo povezanost smo pričakovali, saj je veliko nalog pri motoričnem delu FIM povezanih z dejavnostmi, pri katerih so vključeni tudi zgornji udi. V predhodni raziskavi (45) pri kritično bolnih pacientih so ugotovili, da je bila med vsoto ocen MTM spodnjih udov in motoričnim delom FIM zmerne do visoke povezanost ob sprejemu ($r = 0,56-0,64$) in odpustu ($r = 0,52-0,64$).

V sedanji raziskavi je bila med vsoto ocen MTM spodnjih udov, DEMMI in 6MWT ob sprejemu ugotovljena višja povezanost kot ob odpustu, kar nakazuje, da so bili ob sprejemu verjetno ravnotežje in premičnost ter vzdržljivost pri hoji preiskovancev bolj odvisni od zmogljivosti mišic spodnjih udov kot ob odpustu. Ob odpustu je bilo izboljšanje pri izidih DEMMI in 6MWT višje kot pri zmogljivosti mišic spodnjih udov. Na to pa je verjetno vplivalo tudi izboljšanje spretnosti pri izvedbi nalog in telesne pripravljenosti. Prav tako so ravnotežje, premičnost in vzdržljivost pri hoji odvisni tudi od drugih dejavnikov.

S sedanjo raziskavo smo ugotovili, da je bila med zmogljivostjo mišic spodnjih udov ob sprejemu in trajanjem bolnišnične obravnave negativna nizka povezanost. Preiskovanci, ki so imeli manjšo zmogljivost mišic v spodnjih udih ob sprejemu, so imeli daljšo bolnišnično obravnavo (slika 1). S to raziskavo smo ugotovili nižjo povezanost med MTM in trajanjem bolnišnične obravnave kot v predhodni raziskavi (40) pri pacientih z okvarami perifernega živčevja, v kateri je bila povezanost visoka ($\rho = -0,62, -0,67$). Vsote ocen MTM spodnjih udov so podobne v obeh raziskavah, prav tako se tudi povprečno trajanje bolnišnične obravnave med raziskavama pomembno ne razlikuje (razlika za povprečno dva dneva). Predvidevamo, da je vzrok za razlike lahko to, da je bil vzorec v sedanji raziskavi bolj homogen glede na bolezensko stanje kot v predhodni raziskavi. Med 6MWT ob sprejemu in trajanjem bolnišnične obravnave smo ugotovili negativno visoko povezanost ($\rho = -0,65$), enako, kot so ugotovili v predhodni raziskavi ($\rho = -0,74$) (40). Tudi med motoričnim delom FIM in trajanjem bolnišnične obravnave smo ugotovili negativno visoko povezanost. Ugotovili smo, da so imeli

preiskovanci izide motoričnega dela FIM ob sprejemu nižje (mediana 57 točk) v primerjavi z izidi predhodne raziskave (44) (povprečje 67,50 točk), izidi motoričnega dela FIM ob odpustu pa so bili podobni (motorični del FIM mediana 85 točk, povprečje 83,50 točke). V drugi predhodni raziskavi (26) pa je bil izid funkcijske samostojnosti ob sprejemu (motorični del FIM mediana 48 točk) in odpustu (motorični del FIM mediana 83 točk) nižji kot v sedanji raziskavi, preiskovanci pa so imeli v povprečju štiri dni daljšo bolnišnično obravnavo. Trajanje bolnišnične obravnave pri preiskovancih sedanje raziskave je bilo daljše povprečno za šest dni kot v raziskavi Rodrigues in sodelavci (44). Glede na funkcijsko stanje njihovih preiskovancev, ki je bilo boljše od preiskovancev sedanje raziskave, je to pričakovano. Pri pacientih s kritično boleznijo v predhodni raziskavi (45) pa je bilo trajanje bolnišnične obravnave (povprečno 38 dni) enako kot v sedanji raziskavi.

ZAKLJUČEK

Pacienti po COVID-19 s težjim potekom na rehabilitaciji, ki so imeli večjo zmogljivost mišic spodnjih udov, so imeli manj težav z ravnotežjem in sposobnostjo premikanja ter večjo vzdržljivost pri hoji in funkcijsko samostojnost. Tisti, ki so imeli ob sprejemu na rehabilitacijo večjo zmogljivostjo mišic spodnjih udov, boljše ravnotežje in premičnost, večjo vzdržljivost pri hoji in funkcijsko samostojnost, so bili krajši čas na bolnišnični obravnavi.

LITERATURA

1. World Health Organisation (2022). <https://covid19.who.int/region/euro/country/si> (2. 5. 2022).
2. Republika Slovenija gov.si (2022). Koronavirus (SARS-CoV-2). <https://www.gov.si/teme/koronavirus-sars-cov-2/> (23. 4. 2022).
3. Sheehy LM (2020). Considerations for postacute rehabilitation for survivors of COVID-19. *JMIR Public Health Surveill* 6(2): e19462.
4. Torres-Castro R, Vasconcello-Castillo L, Alsina-Restoy X, Solis-Navarro L, Burgos F, Puppo H, Vilaró J (2021). Respiratory function in patients post-infection by COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Pulmonology* 27(4): 328–37.
5. Zbinden-Foncea H, Francaux M, Deldicque L, et al. (2020). Does high cardiorespiratory fitness confer some protection against proinflammatory responses

- after infection by SARS-CoV-2? *Obesity* 28: 1378–81.
6. Kunutsor SK, Laukkanen JA (2020). Renal complications in COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Ann Med.* 52(7): 345–53.
 7. Stam HJ, Stucki G, Bickenbach J (2020). European Academy of Rehabilitation Medicine. Covid-19 and Post Intensive Care Syndrome: A Call for Action. *J Rehabil Med.* 52(4): jrm00044.
 8. Latronico N, Bolton CF (2011). Critical illness polyneuropathy and myopathy: a major cause of muscle weakness and paralysis. *Lancet Neurol.* 10: 931–41.
 9. Cummings MJ, Baldwin MR, Abrams D, et al. (2020). Epidemiology, clinical course, and outcomes of critically ill adults with COVID-19 in New York City: a prospective cohort study. *Lancet.* 395(10239): 1763–70.
 10. Zupanc A, Hafner B, Svoljšak M (2021). Premičnost in pljučna funkcija pacientov na rehabilitaciji po COVID-19 s težjim potekom. *Fizioterapija* 29(2): 3–11.
 11. Zhu Y, Wang Z, Zhou Y, et al. (2020). Summary of respiratory rehabilitation and physical therapy guidelines for patients with COVID-19 based on recommendations of World Confederation for Physical Therapy and National Association of Physical Therapy. *J Phys Ther Sci* 32(8): 545–9.
 12. Frija-Masson J, Debray MP, Gilbert M, Lescure FX, Travert F, Borie R, et al. (2020). Functional characteristics of patients with SARS-CoV-2 pneumonia at 30 days post-infection. *Eur Respir J* 56(2): 2001754.
 13. Eksombatchai D, Wongsinin T, Phongnarudech T, Thammavaranucupt K, Amornputtisathaporn N, Sungkanuparph S (2021). Pulmonary function and six-minute-walk test in patients after recovery from COVID-19: A prospective cohort study. *PLoS ONE* 16(9): e0257040.
 14. Huang Y, Tan C, Wu J, Chen M, Wang Z, Luo L, et al. (2020). Impact of coronavirus disease 2019 on pulmonary function in early convalescence phase. *Respir Res* 21(1): 163.
 15. Belli S, Balbi B, Prince I, Cattaneo D, Masocco F, Zaccaria S, et al. (2020). Low physical functioning and impaired performance of activities of daily life in COVID-19 patients who survived hospitalisation. *Eur Respir J* 56(4): 2002096.
 16. Gutenbrunner C, Stokes EK, Dreinhöfer K, Monsbakken J, Clarke S, Côté P, et al. (2020). Why Rehabilitation must have priority during and after the COVID-19-pandemic: A position statement of the Global Rehabilitation Alliance. *J Rehabil Med.* 52(7): jrm00081.
 17. Curci C, Negrini F, Ferrillo M, Bergonzi R, Bonacci E, Camozzi DM, et al. (2021). Functional outcome after inpatient rehabilitation in postintensive care unit COVID-19 patients: findings and clinical implications from a real-practice retrospective study. *Eur J Phys Rehabil Med* 57(3): 443–50.
 18. Lejko Zupanc T (2022). Koronavirusna bolezen 2019 (COVID-19) – vloga rehabilitacije pri bolnikih med covidom-19 in po njem. V: Vrabič M, Kic N, ur. Celostna zdravstvena oskrba pacienta v času njegove rehabilitacije po prebolelem covidu 19: zbornik predavanj: Ljubljana, april 2022: 9–16.
 19. Tomažič J (2021). Dolgi COVID (»long-COVID«): nočna mora COVID-19. [https://www.zdravniskazbornica.si/informacije-publikacije-in-analize/obvestila/2021/08/25/dolgi-covid-\(-long-covid-\)-no%C4%8Dna-mora-covid-19](https://www.zdravniskazbornica.si/informacije-publikacije-in-analize/obvestila/2021/08/25/dolgi-covid-(-long-covid-)-no%C4%8Dna-mora-covid-19) (17. 4. 2022).
 20. Novak P (2021). Rehabilitacija pacientov po COVID-19 in odpovedi dihanja. *Rehabilitacija* 10 (supl. 1): 5–10.
 21. Pipan J, Samide K, Bajuk S, Zupanc A (2021). Fizioterapevtska obravnava pacienta na rehabilitaciji po COVID-19 z odpovedjo dihanja – poročilo o primeru. *Rehabilitacija* 10 (supl. 1): 24–9.
 22. Hafner B, Svoljšak M (2022). Respiratorna fizioterapija v rehabilitaciji na Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu Republike Slovenije - Soča pri pacientih po prebolelem covidu-19. V: Vrabič M, Kic N, ur. Celostna zdravstvena oskrba pacienta v času njegove rehabilitacije po prebolelem covidu 19: zbornik predavanj: Ljubljana, april 2022: 112–17.
 23. Prosič Z, Zgonc E, Fefer N, Vidovič M, Koban Čugura N (2021). Delovna terapija pri pacientih z miopatijo kritično bolnih po COVID-19. *Rehabilitacija* 10 (supl. 1): 30–5.
 24. Dular K (2021). Psihološke posledice pri pacientu po hujšem poteku COVID-19 – prikaz primera. *Rehabilitacija* 10 (supl. 1): 36–43.
 25. Ronchi K, Majdič N (2021). Vpliv epidemije na socialne razmere prebolelih po COVID-19. *Rehabilitacija* 20 (Supl. 1): 44–8.
 26. Novak P, Cunder K, Petrovič O, Oblak T, Dular K, Zupanc A, et al. (2022). Rehabilitation of COVID-19 patients with respiratory failure and critical illness disease in Slovenia: an observational study. *Int J Rehabil Res.* 45(1): 65–71.
 27. Zupanc A (2022). Fizioterapija pri pacientih po COVID-19 na rehabilitaciji. V: Vrabič M, Kic N, ur. Celostna zdravstvena oskrba pacienta v času njegove rehabilitacije po prebolelem covidu 19: zbornik predavanj: Ljubljana, april 2022: 112–7.
 28. Jakovljevič M, Hlebš S (2011). Manualno testiranje mišic. Tretji ponatis. Zdravstvena fakulteta, 2011.
 29. Zupanc A, Puh U (2018). Indeks premičnosti de Morton: zanesljivost med preiskovalci pri pacientih

- z mišično-skeletnimi okvarami. *Fizioterapija* 26(1): 24–34.
30. de Morton NA, Davidson M, Keating JL (2008). The de Morton mobility index (DEMMI): an essential health index for an ageing world. *Health Qual Life Outcomes* 6: 63.
 31. Zupanc A, Vidmar G, Novak P, Puh U (2019). Feasibility of de Morton mobility index for adult patients of all ages at low and basic functioning level: a study using the Slovenian translation. *Int J Rehabil Res.* 42(4): 352–7.
 32. ATS (2002). ATS guidelines on 6 MWT "ATS statement: guidelines for the six-minute walk test". *Am J Respir Crit Care Med* 166: 111–7.
 33. Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, et al. (1985). The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Can Med Assoc J* 132(8): 919–23.
 34. Hansen H, Beyer N, Frølich A, Godtfredsen N, Bieler T (2018). Intra- and inter-rater reproducibility of the 6-minute walk test and the 30-second sit-to-stand test in patients with severe and very severe COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 13: 3447–57.
 35. Overgaard JA, Larsen CM, Holtze S, Ockholm K, Kristensen MT (2017). Interrater reliability of the 6-minute walk test in women with hip fracture. *J Geriatr Phys Ther* 40(3): 158–66.
 36. Grabljevec K (2003). Lestvica funkcijske neodvisnosti (FIM). Ocenjevanje izida v medicinski rehabilitaciji. V: zbornik predavanj 14. dnevi rehabilitacijske medicine, Ljubljana, 4. in 5. april 2003. Ljubljana: Inštitut Republike Slovenije za rehabilitacijo, 59–65.
 37. Granger CV, Hamilton BB, Keith RA, Zielesny M, Sherwin FS (1986). Advances in functional assessment for medical rehabilitation. *Top Geriatr Rehabil* 1(3): 59–74.
 38. Portney LG, Watkins MP (2009). *Foundations of clinical research: applications to practice. Validity of measurements.* 3rd edition. Upper Saddle River. New Jersey: 97–118.
 39. Monti Bragadin M, Francini L, Bellone E, Grandis M, Reni L, Canneva S, et al. (2015). Tinetti and Berg balance scales correlate with disability in hereditary peripheral neuropathies: a preliminary study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 51(4): 423–7.
 40. Zupanc A (2020). Povezanost med zmogljivostjo mišic spodnjih udov, ravnotežjem in sposobnostjo hoje pri pacientih z okvarami perifernega živčevja. *Fizioterapija*; 28(2): 9–15.
 41. Spielmanns M, Pekacka-Egli AM, Schoendorf S, Windisch W, Hermann M (2021). Effects of a comprehensive pulmonary rehabilitation in severe post-COVID-19 patients. *Int J Environ Res Public Health.* 18(5): 2695.
 42. Olezene CS, Hansen E, Steere HK, Giacino JT, Polich GR, Borg-Stein J, et al. (2021). Functional outcomes in the inpatient rehabilitation setting following severe COVID-19 infection. *PLoS ONE* 16(3): e0248824.
 43. Puchner B, Sahanic S, Kirchmair R, Pizzini A, Sonnweber B, Wöll E, et al. (2021). Beneficial effects of multi-disciplinary rehabilitation in postacute COVID-19: an observational cohort study. *Eur J Phys Rehabil Med* 57(2): 189–98.
 44. Rodrigues M, Costa AJ, Santos R, Diogo P, Gonçalves E, Barroso D, et al. (2022). Inpatient rehabilitation can improve functional outcomes of post-intensive care unit COVID-19 patients—a prospective study. *Disabil Rehabil.* 1–11.
 45. Novak P, Vidmar G, Kuret Z, Bizovičar N (2011). Rehabilitation of critical illness polyneuropathy and myopathy patients: an observational study. *Int J Rehabil Res.* 34(4): 336–42.

Vpliv lokalne vibracije zapestja na prekrvljenost kože, kožno oksigenacijo in lokalno hitrost prevajanja živčnega impulza pri mladih zdravih ljudeh

Local vibration of the wrist affects arm skin blood flow, skin oxygenation and local nerve conductance in young healthy people

Jan Grum¹, Nejka Potočnik²

IZVLEČEK

Uvod: Ena od možnosti za preprečevanje težav zaradi prisilne lege roke pri uporabi računalniške miške je uporaba lokalne vibracije zapestja. Proučevali smo vpliv vibracij na kazalnike prekrvljenosti in oksigenacije kože ter na prevodnost motorične veje medianega živca. **Metode:** Vključili smo 18 zdravih mladih preiskovancev. Med delom z računalniško miško smo vibrirali delovno roko pod zapestjem ter med vibracijami spremljali kožni pretok krvi na vibrirani in kontrolni roki ter kožno temperaturo in oksigenacijo kože na vibrirani roki proksimalno in distalno od zapestja. Pred vibracijami in po koncu smo izmerili hitrost prevajanja po motorični veji medialnega živca. **Rezultati:** Kožni pretok krvi na podlakti kontrolne roke se je med vibracijo statistično pomembno povečal ($7,76 \pm 0,73$ v mirovanju, $9,29 \pm 0,9$ in $9,69 \pm 1,04$ med vibracijo s frekvenco 64Hz ter 82Hz; vse v perfuzijskih enotah). Oksigenacija kože se je statistično pomembno povečala tako distalno kot proksimalno od mesta vibracij in čas potovanja dražljaja po medianem živcu se je skrajšal, a ne statistično značilno. **Zaključek:** Vibracija zapestja med uporabo računalniške miške poveča kožni pretok krvi in žilno prevodnost na kontrolni roki ter oksigenacijo kože vibrirne roke tako distalno kot proksimalno od mesta vibracije.

Ključne besede: lokalna vibracija, kožni pretok krvi, žilna prevodnost, oksigenacija kože, sindrom zapestnega prehoda.

ABSTRACT

Background: A promising tool to minimize the effect of computer mouse work on carpal tunnel symptoms development is local vibration. We investigated the effect of local vibration of the wrist on cutaneous perfusion and oxygenation as well as on motor nerve conductance of the median nerve in healthy adults. **Methods:** In 18 young healthy subjects, during computer mouse work, skin blood flow was assessed in vibrated working arm and compared to the control, non-vibrated arm. Skin temperature and tissue oxygenation distally and proximally to the wrist as well as motor nerve conductance of the median nerve of vibrated arm before and after the vibration session were additionally measured. **Results:** Skin blood flow increased significantly in the forearm of the control arm (7.76 ± 0.73 at rest, 9.29 ± 0.9 and 9.69 ± 1.04 during vibration of two vibration frequencies, values in perfusion units). Tissue oxygenation increased significantly distally as well as proximally to the vibrated site. Motor nerve conduction increased after vibrations, however, not significantly. **Conclusion:** Local vibration increased skin blood flow in the control arm and tissue oxygenation both, distally and proximally to the vibration site on the vibrated arm.

Key words: local vibration, skin blood flow, vascular conductance, cutaneous oxygenation, carpal tunnel syndrome.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

² Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Inštitut za fiziologijo, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: doc. dr. Nejka Potočnik, dr. med.; e-pošta: nejka.potocnik@mf.uni-lj.si

Prispelo: 3.11.2022

Sprejeto: 25.11.2022

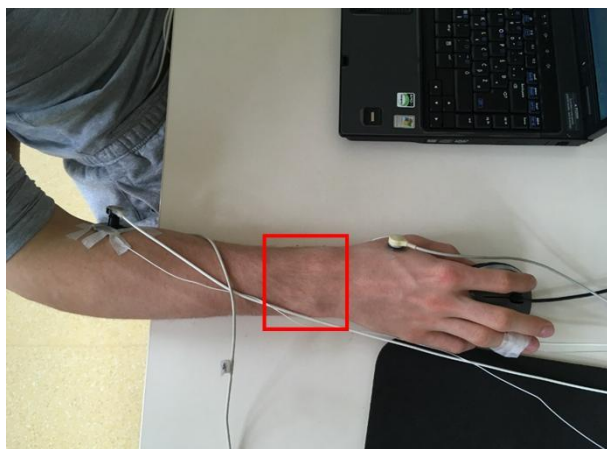
UVOD

Naše telo je nenehno podvrženo vibracijam, ki jih sprejema iz okolice, na primer ob uporabi industrijskih strojev ali prevoznih sredstev. Vibracije so lahko sistemske ali lokalne, pri katerih vibracijam izpostavimo le del telesa, na primer ud. Lokalne vibracije sprožijo tkivni odziv, kot je povečana prekrvljenost vibriranega tkiva (1-4) ali pa, predvsem kadar gre za kronične vibracije določenih frekvenc in amplitud, tudi vnetni odgovor (5). Pozitivne učinke vibracij lahko izkoriščamo v terapevtske namene (3, 6).

Lokalne vibracije se terapevtsko uporabljajo med drugim tudi za odpravljanje sprememb, ki so povezane s sindromom zapestnega prehoda. Ta se večinoma pojavlja pri ljudeh, ki pri delu uporabljajo prisilno držo roke, še zlasti z dorzalno fleksijo v zapestju, na primer pri delu z računalniško miško.

Pripomočki za samomasažo so v zadnjem času zelo priljubljeni, eden izmed njih je pripomoček za lokalno mehansko vibracijo, ki ga namestimo med uporabo miške pod zapestje (slika 1). Deluje pri dveh frekvencah: 64 Hz in 82 Hz z amplitudo 0,006 mm.

Lokalna mehanska vibracija ima tako lokalni kot sistemski vpliv na telo. Lokalno spremeni oksigenacijo in prekrvljenost vibriranega tkiva, tkivno temperaturo in hitrosti prevajanja po živcih, ki so v vibriranem predelu. Pri sistemskem odzivu lahko opazimo spremembe arterijskega krvnega



Slika 1: Namestitve senzorjev na delovno roko, ki dela z računalniško miško, z rdečim okvirjem je nakazano mesto lokalne vibracije.

tlaka, frekvence srčnega utripa in vpliva na metabolizem, torej na porabo kisika in na nastajanje ogljikovega dioksida.

Namen naše raziskave je bil ugotoviti, kako kratkotrajna lokalna vibracija zapestja pri delu z računalniško miško vpliva na lokalne in sistemske fiziološke parametre pri mladih zdravih preiskovancih. Ob akutnem vibriranju roke v dorzofleksiji smo merili spremembo temperature, prekrvljenosti in oksigenacije kože vibriranega dela ter spremembo hitrosti prevajanja živčnega signala po motorični veji medianega živca. Spremljali smo tudi arterijski krvni tlak in prekrvljenost kontrolne roke, da bi ugotovili, če lokalna uporaba sproži tudi sistemski odgovor telesa.

METODE

Raziskavo je odobrila Komisija za medicinsko etiko Republike Slovenije (odobritev št. 0120-241/2019/8 z dne 8. 7. 2019). V raziskavo smo vključili 18 zdravih preiskovancev, starih od 18 do 30 let, ki niso poročali o prisotnosti nevroloških ali drugih resnih sistemskih boleznih. Preiskovanci so se za sodelovanje v raziskavi odločili prostovoljno. Izbrali smo jih naključno med prijatelji in študenti, ki so izpolnjevali pogoje raziskave. Od vseh smo pridobili pisno soglasje o sodelovanju v raziskavi in jih seznanili, da sodelujejo prostovoljno in imajo zato možnost brezpogojne enostranske prekinitve sodelovanja. Pred začetkom raziskave smo vse preiskovance seznanili z namenom in potekom preiskave.

Pri raziskavi smo uporabljali vibracijsko podlogo za zapestje, ki omogoča vibracije z dvema frekvencama, in sicer 64 Hz in 82 Hz. Napravo smo postavili na mizo, potem pa nanjo položili roko preiskovanca tako, da je njegova podlaket počivala na napravi. Z roko je preiskovanec držal računalniško miško in tako vzdrževal dorzofleksijo roke, ki je znašala približno 15°.

Kožni pretok in temperaturo smo merili hkrati, saj smo imeli senzorje na isti sondi. Za merjenje pretoka smo uporabljali laser-doplersko metodo (PeriFlux System 5000: PF 5001 main control unit, PF 2010 LDPM in PF 2020 Temp Unit, Perimed, Stockholm, Švedska). Tako izmerjeni kožni pretok (LDP – laser-doplerski pretok) smo predstavili v perfuzijskih enotah (PU), kožno temperaturo (Tk)

pa v °C. Žilno prevodnost (CVC – cutaneous vascular conductance) smo izračunali kot razmerje med kožnim pretokom in srednjim arterijskim krvnim tlakom (SAKT) (Finapres 2300, Ohmeda, ZDA) ter izrazili v PU/mmHg.

Oksigenacijo tkiva smo spremljali z merjenjem prekokožnega tlaka kisika ($tcpO_2$ – transcutaneous partial O_2 pressure) (TCM30, Kobenhavn, Danska) na notranjem delu podlakti ter na dlani vibrirane roke in jo izrazili v mmHg.

Z metodo EMG (Lab Tutor, eEMG, AdInstruments, USA) smo merili prevodnost živca n. medianus, ki smo ga električno dražili na podlakti, in sicer od 2 do 4 cm nad zapestjem nad potekom živca ter spremljali premik eminence tenarja.

Vsi preiskovanci so na meritve prihajali dopoldne, prosili smo jih, da 2 uri pred meritvami niso pili kave, čaja in alkohola ter niso kadili. Po prihodu v laboratorij so 30 minut počivali, da so se umirili. Med tem smo jim namestili merilne senzorje. Merilni protokol je bil sestavljen iz treh korakov po 5 minut: 1. mirovanje (PRED), 2. vibracija z nižjo frekvenco (64Hz) in 3. vibracija z višjo frekvenco (82Hz). Med vibriranjem zapestja so preiskovanci uporabljali računalniško miško za igranje spletne igrice. Pred prvim korakom in po koncu vibracij smo preiskovancem izmerili hitrost prevajanja električnega signala po motorični veji medialnega živca. Pred in med vibracijami smo spremljali LDP, Tk in $tcpO_2$ distalno (na prstu oziroma dlani) ter proksimalno (na podlakti delovne roke) od mesta vibracij. Za spremljanje systemskega odgovora smo merili LDP tudi na prstu in notranji strani podlakti kontrolne roke ter SAKT.

Podatke s senzorjev smo snemali hkrati s sistemom DATAQ (DATAQ instruments Inc., DI-720 series, Ohio, ZDA) s frekvenco zajema 500 Hz in jih analizirali s spremljajočo programsko opremo. Za vrednosti LDP, Tk, $tcpO_2$ in SAKT smo vzeli povprečje v zadnjih treh minutah posameznega koraka merilnega protokola. Vse izmerjene in analizirane vrednosti so predstavljene kot povprečne vrednosti s standardnim odklikom.

Normalnost porazdelitve podatkov smo preverili v programu Sigma Stat (version 2.03) s Shapiro-Wilkovim testom in jih v istem programu tudi

statistično obdelali. Določanje statistično značilnih razlik med posameznimi fazami smo dokazovali z uporabo factorske ANOVE za ponovljene meritve. V primeru značilne skupne razlike smo statistično značilnost med posameznimi pari meritev ovrednotili s parnim t-testom in uporabili Bonferronijevo korekcijo.

REZULTATI

V raziskavi je sodelovalo 18 preiskovancev (9 žensk in 9 moških), starih povprečno 22,5 (3,5) leta z indeksom telesne mase 23,0 (2,7) kg/m^2 . Pred začetkom raziskave smo vse preiskovance seznanili z namenom in potekom preiskave.

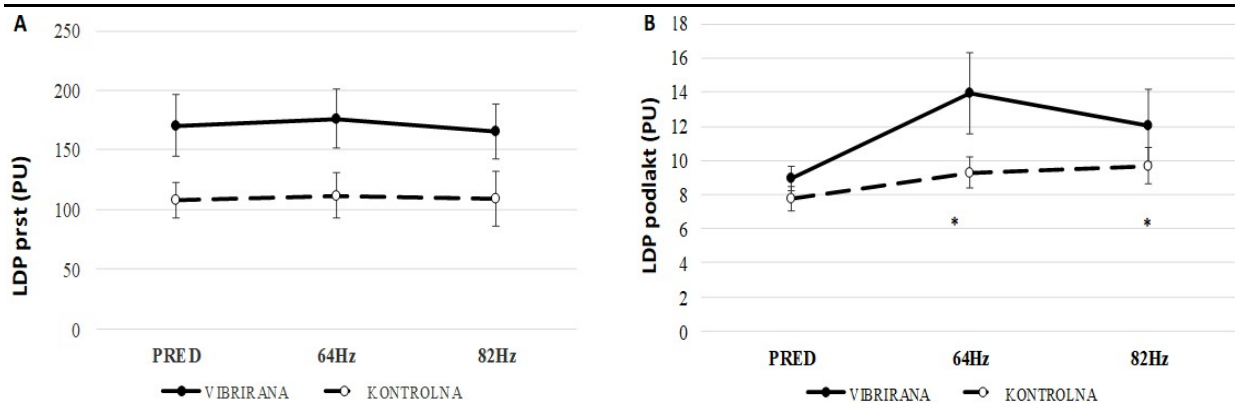
Kot je prikazano na sliki 2A, je bil kožni pretok krvi na blazinici prsta kontrolne roke po prvem intervalu 107,84 (15,2) PU, na vibrirani roki pa je bil večji, in sicer 170,48 (25,86) PU. Po drugem intervalu je bil kožni pretok na kontrolni roki 111,84 (18,68) PU, na vibrirani pa 176,26 (25,11) PU. Po zadnjem intervalu je bil kožni pretok na kontrolni roki 109,09 (23,04) PU, na vibrirani pa 165,6 (23,12) PU, značilnih razlik glede na vibracije ni bilo.

Slika 2B prikazuje kožni pretok krvi na podlahti, ki je v mirovanju znašal 7,76 (0,73) PU na kontrolni roki, na vibrirani roki pa 8,99 (0,71) PU. Pri nižji frekvenci vibracij se je kožni pretok na podlakti kontrolne roke statistično pomembno zvišal na 9,29 (0,9) PU ($p = 0,002$), na vibrirani roki pa se je povečal na 13,96 (2,39) PU, vendar ne statistično značilno. Pri višji vibracijski frekvenci se je kožni pretok na kontrolni roki še dodatno zvišal na 9,69 (1,04) PU ($p = 0,004$), kar je bilo še vedno statistično značilno glede na stanje pred uporabo vibracij, na vibrirani pa se je glede na nižjo frekvenco vibracij znižal na 12,01 (2,14) PU, vrednost ni bila statistično pomembno višji kot pred vibracijami.

Kot vidimo na sliki 3, pri spremembi v temperaturi kože ni prišlo do statistično pomembnih sprememb niti distalno niti proksimalno od mesta vibracij.

Srednji arterijski krvni tlak se med protokolom ni statistično pomembno spreminjal, kot kaže slika 4.

Slika 5 prikazuje kožno žilno prevodnost med poskusom. Kot je razvidno iz slike 5A, statistično pomembnih razlik v žilni prevodnosti na blazinici



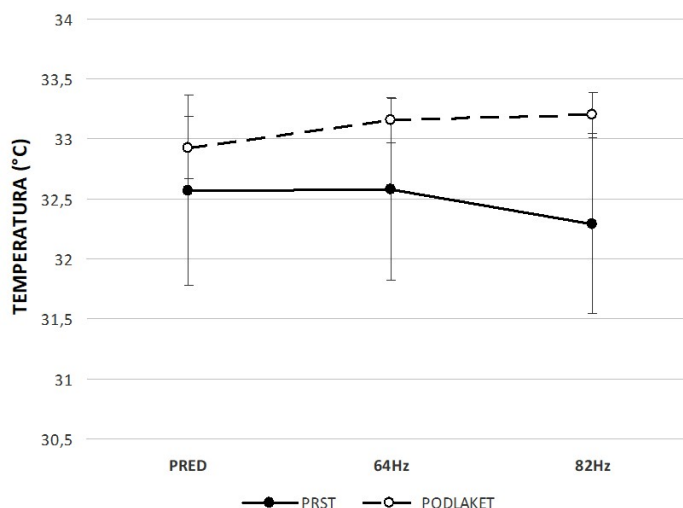
Slika 2: Spremembe v kožnem pretoku krvi na blazinici prsta (A) ter na podlakti (B) vibrirane in kontrolne roke pred uporabo lokalne vibracije (PRED), med uporabo pri nižji vibracijski frekvenci (64 Hz) in med uporabo pri višji vibracijski frekvenci (82 Hz). * predstavlja statistično pomembno razliko med vibracijami obeh frekvenc glede na PRED na kontrolni roki.

prsta ni bilo, opazne pa so bile značilne spremembe v žilni prevodnosti obeh podlakti, slika 5B. Žilna prevodnost na podlakti kontrolne roke je pred začetkom vibracij znašala 0,09 (0,04) PU/mmHg, na vibrirani roki pa 0,09 (0,03) PU/mmHg. Med vibracijami nižje frekvence se je prevodnost podlakti kontrolne roke statistično pomembno povečala ($p = 0,002$), na vibrirani roki pa je bila na pragu statistično pomembne razlike ($p = 0,05$) (slika 4B). Tudi med vibracijami višje frekvence je bila statistično pomembna razlika na kontrolni roki ($p = 0,004$), ne pa na vibrirani roki (slika 5B).

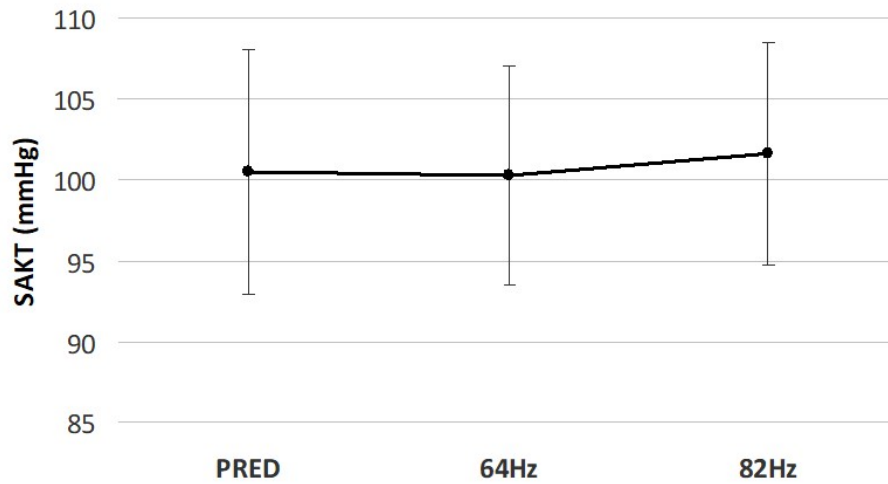
Oksigenacija kože tako distalno kot proksimalno od mesta vibracije se je statistično pomembno

spremenila. Kot je razvidno iz slike 6, je tcpO2 distalno od vibracijske naprave pred vibracijo znašal 41,2 (2,1) mmHg, proksimalno pa 39,5 (3,7) mmHg. Pri vibraciji z nižjo frekvenco je tcpO2 statistično pomembno narasel tako distalno ($p = 0,004$) kot tudi proksimalno ($p = 0,005$) od mesta vibracij, enako tudi pri višji frekvenci vibracij ($p = 0,003$ distalno in $p = 0,002$ proksimalno od mesta vibracij (slika 6A in B).

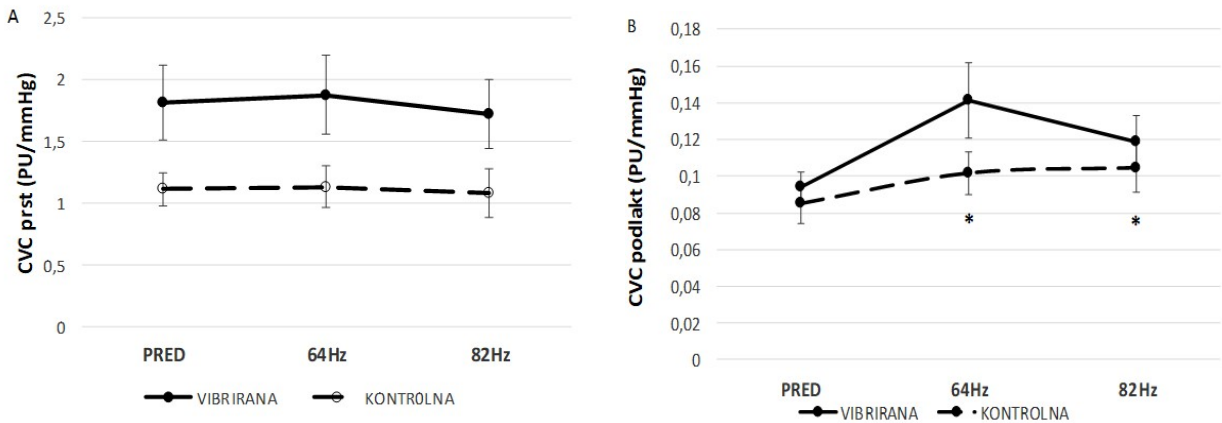
Čas prevajanja živčnega signala po motorični veji medianega živca se je skrajšal po končanem vibracijskem protokolu glede na kontrolno vrednost pred vibracijami ($p = 0,08$) (slika 7), a ne statistično pomembno.



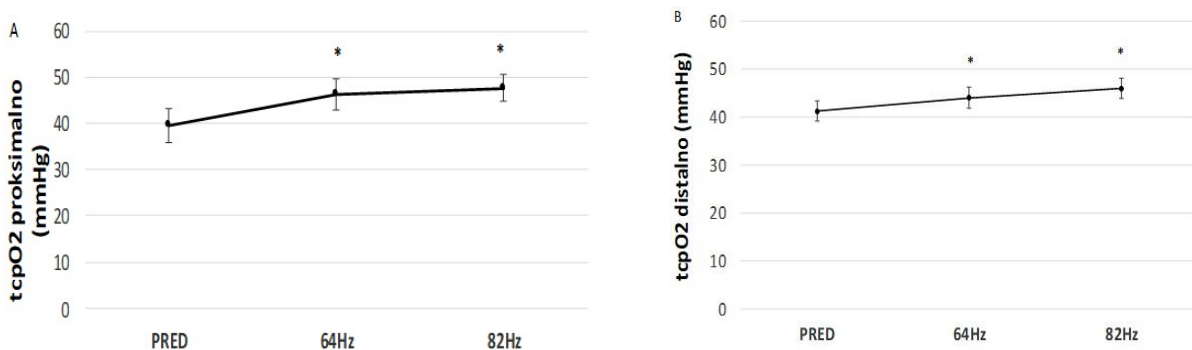
Slika 3: Spremembe v temperaturi kože na prstu in na podlakti vibrirane roke pred uporabo lokalne vibracije (PRED), med uporabo pri nižji vibracijski frekvenci (64 Hz) in med uporabo pri višji vibracijski frekvenci (82 Hz).



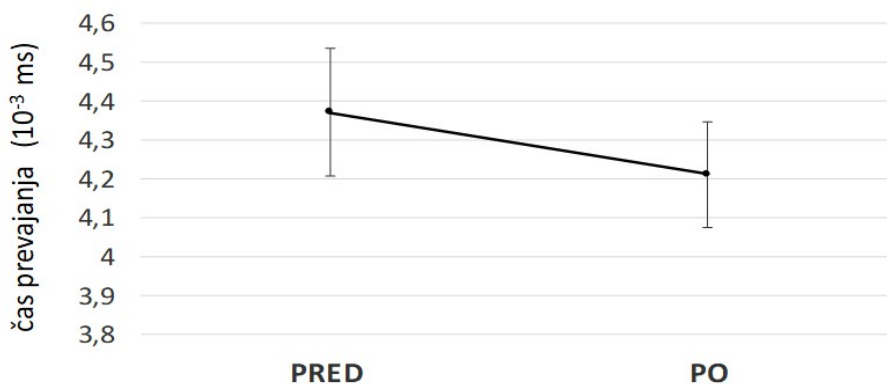
Slika 4: Spremembe v srednjem arterijskem krvnem tlaku (mmHg) pred uporabo lokalne vibracije (PRED), med uporabo pri nižji vibracijski frekvenci (64 Hz) in med uporabo pri višji vibracijski frekvenci (82 Hz); SAKT – srednji arterijski krvni tlak.



Slika 5: Spremembe v kožni žilni prevodnosti (CVC) na prstu (A) in na podlakti (B) delovne in kontrolne roke pred uporabo lokalne vibracije (PRED), med uporabo pri nižji vibracijski frekvenci (64 Hz) in med uporabo pri višji vibracijski frekvenci (82 Hz). * predstavlja statistično pomembno razliko med vibriranjem s 64 Hz ($p = 0,002$) in z 82 Hz ($p = 0,004$) glede na PRED na kontrolni roki.



Slika 6: Spremembe v oksigenaciji tkiva na vibrirani roki próksimalno (A) in distalno (B) od mesta vibracij pred uporabo lokalne vibracije (PRED), med uporabo pri nižji vibracijski frekvenci (64 Hz) in med uporabo pri višji vibracijski frekvenci (82 Hz). * predstavlja statistično pomembno razliko med vibracijami obeh frekvenc glede na PRED ($p < 0,01$).



Slika 7: Čas prevajanja živčnega signala od električnega draženja motorične veje medianega živca do premika eminence tenarja na vibrirani roki pred uporabo lokalne vibracije (PRED) in po njej (PO)

RAZPRAVA

Z raziskavo smo želeli ugotoviti, kako lokalna vibracija zapestja delovne roke med delom z računalniško miško vpliva na fiziološke kazalnike prekrvljenosti vibrirane in kontrolne roke ter na prevajanje po motorični veji n. medianusa. Glavne ugotovitve so, da se je tako kožni krvni pretok na podlakti vibrirane roke, kot tudi tisti na podlakti kontrolne roke povečal, vendar samo na kontrolni statistično pomembno. Prav tako se je statistično značilno povečala kožna žilna prevodnost na kontrolni roki, pa tudi na vibrirani, a ne statistično značilno. Oksigenacija kože na vibrirani roki se je statistično značilno izboljšala pri obeh frekvencah vibracij tako distalno kot proksimalno od mesta vibracij. Čas prevajanja po motorični veji n. medianusa je bil po koncu vibracij krajši kot pred njimi, a ne statistično pomembno. Fiziološki odzivi se med višjo in nižjo frekvenco vibracij niso značilno razlikovali.

Raziskava nam je dala nekaj pomembnih ugotovitev:

1. Lokalna vibracija nima le lokalnega, temveč tudi sistemski vpliv na pretok krvi v neakralni koži.
2. Lokalna vibracija roke izboljša oksigenacijo kože tako distalno kot proksimalno od vibriranega mesta.
3. Pri zdravih preiskovancih lokalna vibracija zapestja povzroči tendenco k hitrejšemu prevajanju živčnega signala po motorični veji n. medianusa, sprememba pa ni bila statistično pomembna ($p = 0,08$).

Rezultati naše raziskave potrjujejo vpliv lokalnih vibracij na prekrvljenost in lokalno živčno funkcijo tako kot druge dosedanje raziskave, ki so bile

opravljene večinoma na živalih (7-9) in le redko na ljudeh (6). Na živalskih modelih je bilo ugotovljeno izboljšanje okvarjenih živčnih pletežev (7), boljše celjenje ran pri miših s sladkorno boleznijo tipa 2 (9) in nespremenjen odziv velikih arterij v repu podgan (8) ob uporabi lokalnih vibracij. Pri ljudeh poročajo o izboljšanju simptomov multiple skleroze (6) in o izboljšanju prekrvljenosti podplata po uporabi lokalnih vibracij (10). Po drugi strani raziskave govorijo o negativnem vplivu lokalnih vibracij na kožni pretok na rokah, vendar vedno v povezavi z uporabo izometrične sile pri delu s težkimi vibajočimi orodji (11, 12). Vibracije celega telesa dokazano izboljšajo prekrvljenost kože v času vibracij neodvisno od frekvence vibracij (13).

Spremembe v kožnem pretoku distalno in proksimalno od mesta vibracij

To, da se kožni pretok distalno od mesta vibracij, torej na prstih rok, ni spremenil zaradi lokalne vibracije (slika 2A), utemeljujemo s tem, da je mikrožilje akralne kože anatomsko drugačno in tudi drugače oživčeno kot neakralna koža (14). V akralni koži so namreč prisotne arterio-venske anastomoze, skozi katere v termonevtralnem okolju teče večina krvi zaradi vzdrževanja konstantne telesne temperature, le manjši del krvi pa teče skozi kapilare, ki skrbijo za prehrano in oksigenacijo kože (14). Merjenje pretoka krvi v koži z laser-dopplersko metodo omogoča, da izmerimo celoten pretok krvi v kožo, ne moremo pa ločiti obeh prispevkov, toka skozi arterio-venske anastomoze in skozi prehranske kapilare. Ker je v termonevtralnih razmerah pretok krvi skozi arterio-venske anastomoze prevladujoč, lahko sklepamo, da lokalne vibracije ne spremenijo pretoka krvi

skozi arterio-venske anastomoze, temveč le tok krvi skozi prehranske kapilare, česar z uporabo laser-dopplerske metode ne moremo ločiti. To, da se kljub nespremenjenemu kožnemu pretoku distalno od mesta vibracij poveča oksigenacija kože (slika 6A), pa je verjetno posledica vpliva lokalnih vibracij na prehranske kapilare.

Neakralna koža, torej koža na podlakti proksimalno od mesta vibracij, ne vsebuje arterio-venskih anastomoz (14), temveč le kapilarne pleteže. Ker se je oksigenacija tega dela kože med vibracijami povečala (slika 6B), lahko sklepamo, da lokalne vibracije izboljšajo kapilarni pretok na tem delu kože. Rezultati naše raziskave kažejo, da se je pretok krvi na podlakti vibrirane roke med vibriranjem sicer povečal, vendar ne statistično pomembno (slika 2B). Povečanje ni bilo statistično pomembno zaradi velikega standardnega odklona pri meritvah LDP med vibracijami (slika 2B), kar je verjetno posledica vpliva stalnega premikanja laserske sonde zaradi vibracij. Merjenje LDP je na premike zelo občutljivo (2, 15), vendar zaradi merilnega protokola teh vibracijskih vplivov na izmerke nismo mogli izključiti. Da se kožni pretok na podlakti vibrirane roke vendarle pomembno poveča, lahko sklepamo iz povečane oksigenacije tega dela kože. O mehanizmu povečanega pretoka zaradi lokalne vibracije lahko na podlagi rezultatov naših meritev samo sklepamo. Lahko bi šlo za metabolni, miogeni ali živčni mehanizem regulacije kožnega krvnega pretoka. Metabolni mehanizem lahko izključimo, saj je ob vibracijah malo verjetno, da se spremenijo energetske potrebe vibriranega tkiva, kar deloma potrjuje tudi nespremenjena temperatura na mestih merjenja kožnega pretoka krvi, kar smo izmerili v naši raziskavi (slika 3). Tzen in sodelavci (16) so poročali o miogenem mehanizmu, ki naj bi bil odgovoren za povečanje kožnega pretoka krvi pri vibraciji celega telesa, kar so ugotovili z spektralno analizo kožnega krvnega pretoka. Nadaljnje analize naših podatkov bi bile potrebne, da bi ta mehanizem potrdili tudi kot pomemben pri odzivu na lokalne vibracije. Statistično povečan kožni krvni pretok v neakralni koži kontrolne roke je nedvomno posledica nevrogene regulacije kožnega pretoka.

Do zdaj po naši vednosti še nobena raziskava ni spremljala kožne oksigenacije v povezavi z lokalnimi vibracijami. Na podlagi teh rezultatov

lahko priporočamo uporabo lokalnih vibracij za izboljšanje celjenja ran (opekline, omrzline, diabetične rane, ulkusi). Nekatere raziskave ugotavljajo izboljšanje celjenje ran ob redni uporabi lokalnih vibracij in to pojasnjujejo s povečanim nastajanjem novih kapilar (angiogenezo) v povezavi z redno uporabo vibracij (17).

Kožna žilna prevodnost, to je razmerje med kožnim pretokom krvi in srednjim arterijskim tlakom, se z lokalnimi vibracijami spreminja enako kot kožni pretok krvi (sliki 5A in B), saj se srednji arterijski tlak med vibracijami ni spreminjal (slika 4).

Rezultati naše raziskave kažejo, da ima lokalna vibracija ene roke pomembne systemske učinke, saj smo ugotovili tudi povečan kožni pretok na neakralni koži kontralateralne roke (sliki 2B, 5B). Da lokalne spremembe v koži povzročijo tudi systemski odziv, je znano že dolgo (18). Vazokonstrikcija ob lokalnem hlajenju roke povzroči tudi vazokonstrikcijo kontrolne roke. Systemski odziv posreduje vegetativni živčni sistem, zlasti simpatik, ki se aktivira ali inhibira ob lokalnih spremembah. Raziskav, v katerih bi ocenjevali systemski odziv na lokalno vibracijo, nismo našli.

Presenetil nas je rezultat naše raziskave, da se je LDP statistično pomembno povečal le na kontrolni, ne pa tudi na vibrirani roki. Povprečne vrednosti LDP (slika 2B) so se sicer na vibrirani roki povečale celo bolj kot na kontrolni, vendar je bila razpršenost rezultatov na vibrirani roki precej večja kot na kontrolni in posledično se statistična značilnost ni izkazala. Velik merilni odklon LDP na vibrirani roki je verjetno posledica napake merjenja, saj je laserska sonda izredno občutljiva na premike, kot je opisano zgoraj.

Temperatura kože

V naši raziskavi nismo ugotovili statistično pomembnih sprememb v temperaturi kože vibrirane roke zaradi vibracij (slika 3), saj gre za pasivne in ne za aktivne premike dela telesa. Kožna temperatura in prekrvljenost kože sta namreč soodvisni. Lokalno spremenjena kožna temperatura povzroči spremembe v prekrvljenosti kože. Povečanje kožnega pretoka ob sočasnem povečanju kožne temperature bi tako pomenilo, da je povečanje LDP posledica lokalne temperaturne

spremembe in ne nujno vibracij. Ti rezultati sovpadajo z rezultati Tzena in sodelavcev, ki niso zaznali sprememb kožne temperature ob uporabi vibracij celega telesa (16).

Spremembe v hitrosti prevajanje motorične veje n. medianusa

Kot je razvidno iz slike 7, v naši raziskavi nismo izmerili statistično pomembnih sprememb v prevodnosti živca vibrirane roke, nakazala pa se je tendenca k hitrejšemu prevajanju. Najverjetneje do razlik ni prišlo, ker smo delali na mladih, zdravih preiskovancih, ki imajo že sicer dobro prevodnost živca n. medianus. Večina raziskav o vplivu vibracij na lokalno živčno funkcijo je bila opravljena na poškodovanih živcih ali živčnih pletežih. Tako sta bila ugotovljena pospešena reparacija brahialnega pleteža na miših (7) in izboljšanje simptomov multiple skleroze pri ljudeh (19).

Naša raziskava je po naši vednosti prva, ki ugotavlja pozitivne učinke vibracije zapestja delovne roke na prekrvljenost in oksigenacijo kože ter potencialne učinke na lokalno prevajanje živčnega impulza. Ugotovitve naše raziskave kažejo, da bi bilo smiselno uporabljati tak vibracijski pripomoček, saj bi lahko pripomogel k preprečevanju nastanka patologij, povezanih z dolgotrajnim prisilnim položajem roke. Da bi to potrdili, so potrebne nadaljnje raziskave, v katerih bi bili udeleženi preiskovanci, pri katerih se že izražajo omenjene težave. Prav tako bi bilo zanimivo spremljati učinke dolgotrajne uporabe vibracij pri delavcih, ki pri svojem delu redno uporabljajo računalniško miško. Ker glede na naše raziskave lokalne vibracije izboljšajo oksigenacijo kože, je to metodo smiselno uporabljati tudi za zdravljenje kroničnih ran, pri čemer pa bi mehanski premiki lahko ovirali celjenje. Tudi v tem primeru bi bilo treba izvesti dodatne raziskave.

ZAKLJUČEK

V raziskavi smo proučevali vpliv lokalne mehanske vibracije med uporabo računalniške miške, ko je zapestje v dorzofleksiji, na prekrvljenost kože vibrirane in kontrolne roke ter na hitrost prevajanja živčnega impulza po motorični veji medianega živca na zdravih mladih ljudeh. Ugotovili smo, da se na vibrirani roki poveča oksigenacija tkiva tako distalno kot proksimalno od mesta vibracije. Na podlakti kontrolne roke se povečata kožni pretok

krvi in kožna žilna prevodnost. Kožni pretok krvi in kožna žilna prevodnost se povečata tudi na podlakti vibrirane roke, a ne statistično pomembno, kar je najverjetneje posledica merilne metode, saj je laser-dopplersko merjenje občutljivo na premike. Lokalna vibracija ima poleg vplivov na prekrvljenost kože vibrirane roke torej tudi sistemske učinke. Lokalna vibracija poveča tudi hitrost prevajanja po motorični veji medianega živca, a ne statistično pomembno.

Naša raziskava ima tudi omejitve. Opazovali smo namreč samo učinke med vibracijo, ne pa tudi po njej. Posebej zanimivo bi bilo ugotoviti, koliko časa po prenehanju vibriranja se omenjeni koristni učinki ohranijo. Raziskava je bila opravljena na mladih zdravih ljudeh, z normalno žilno in živčno funkcijo. Teh rezultatov zato ne moremo brezpogojno prenesti na bolnike z žilnimi ali živčnimi spremembami kot na primer pri bolnikih s SZP, diabetikih in bolnikih z multiplo sklerozo.

LITERATURA

1. Tzen YT, Weinheimer-Haus EM, Corbiere TF, Koh TJ (2018). Increased skin blood flow during low intensity vibration in human participants: Analysis of control mechanisms using short-time Fourier transform. *PLoS One* 13(7): 1–16.
2. Maloney-Hinds C, Petrofsky JS, Zimmerman G (2008). The effect of 30 Hz vs. 50 Hz passive vibration and duration of vibration on skin blood flow in the arm. *Med Sci Monit* 14(3): 112–116.
3. Maloney-Hinds C, Petrofsky JS, Zimmerman G, Hessinger DA (2009). The role of nitric oxide in skin blood flow increases due to vibration in healthy adults and adults with type 2 diabetes. *Diabetes Technol Ther* 11(1): 39–43.
4. Ren W, Pu F, Luan H, Duan Y, Su H, Fan Y (2019). Effects of Local Vibration With Different Intermittent Durations on Skin Blood Flow Responses in Diabetic People. *Front Bioeng Biotechnol* 7: 1–8.
5. Pacurari M, Waugh S, Krajnak K (2019). Acute Vibration Induces Peripheral Nerve Sensitization in a Rat Tail Model: Possible Role of Oxidative Stress and Inflammation. *Neuroscience* 398: 263–72.
6. Saggini R, Ancona E (2017). The applied mechanical vibration as whole-body and focal vibration. In: Saggini R, ed. *The mechanical vibration: therapeutic effects and application*. Sharjah, UAE: Bentham Science Publishers, 25–88.
7. Mei RJ, Xu YY, Li Q (2010). Experimental study on mechanical vibration massage for treatment of

- brachial plexus injury in rats. *J Tradit Chinese Med* 30(3): 190–5.
8. Krajnak KM, Waugh S, Johnson C, Roger Miller G, Xu X, Warren C (2013). The effects of impact vibration on peripheral blood vessels and nerves. *Ind Health* 51(6): 572–80.
 9. Weinheimer-Haus EM, Judex S, Ennis WJ, Koh TJ (2014). Low-intensity vibration improves angiogenesis and wound healing in diabetic mice. *PLoS One* 9(3): 1–8.
 10. Zhu T, Wang Y, Wang X, Liao F, Liu Y, Jan YK (2020). Effect of Local Vibrations on Plantar Skin Blood Flow Responses During Weight-bearing Standing in Healthy Volunteers. *Wound Manag Prev* 66(8): 7–14.
 11. Bovenzi M, Griffin MJ, Ruffell CM (1995). Vascular responses to acute vibration in the fingers of normal subjects. *Cent Eur J Public Health* 3 (Suppl 1): 15–8.
 12. Arneklo-Nobin B, Johansen K, Sjoberg T (1987). The objective diagnosis of vibration-induced vascular injury. *Scand J Work Environ Health* 13(4): 337–42.
 13. Lohman EB, Petrofsky JS, Maloney-Hinds C, Betts-Schwab H, Thorpe D (2007). The effect of whole body vibration on lower extremity skin blood flow in normal subjects. *Med Sci Monit* 13(2): CR71–6.
 14. Potocnik N, Lenasi H (2016). The responses of glabrous and nonglabrous skin microcirculation to graded dynamic exercise and its recovery. *Clin Hemorheol Microcirc* 64(1): 65–75.
 15. Obeid AN, Barnett NJ, Dougherty G, Ward G (1990). A critical review of laser Doppler flowmetry. *J Med Eng Technol* 14(5): 178–81.
 16. Or M, Kimmel E (2009). Modeling linear vibration of cell nucleus in low intensity ultrasound field. *Ultrasound Med Biol* 35(6): 1015–25. /
 17. Cankar K, Finderle Ž, Štrucl M (2000). Gender differences in cutaneous laser doppler flow response to local direct and contralateral cooling. *J Vasc Res* 37(3): 183–8.
 18. Zhang Y, Xu P, Deng Y, Duan W, Cui J, Ni C (2022). Effects of vibration training on motor and non-motor symptoms for patients with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Front Aging Neurosci* 14: 1–20.

Veljavnost in zanesljivost Fugel-Mayerjevega ocenjevanja za zgornji ud po možganski kapi

Validity and reliability of Fugl-Meyer assessment of upper extremity after stroke

Patricija Kotnik¹, Urška Puh^{1,2}

IZVLEČEK

Uvod: Fugel-Mayerjevo ocenjevanje za zgornji ud (angl. Fugl-Meyer assessment of upper extremity – FMA-UE) je orodje za oceno na ravni telesnih funkcij po možganski kapi, ki obsega motorične funkcije, senzorično, pasivno gibljivost sklepov in bolečino v sklepih. Namen pregleda literature je bil povzeti ugotovitve raziskav o merskih lastnostih FMA-UE. **Metode:** Literaturo smo iskali v podatkovnih zbirkah PubMed in CINAHL ter s pregledom seznamov literature v člankih. V pregled smo vključili raziskave, v katerih so preučevali veljavnost in zanesljivost izvirnega FMA-UE, njegovih prevodov ter krajših različic. **Rezultati:** Zajeli smo 14 raziskav, od tega 11 za FMA-UE. Izsledki kažejo, da je zanesljivost posameznega preiskovalca in med preiskovalci za motorične funkcije FMA-UE odlična. Njegova sočasna veljavnost s funkcijskimi testi za oceno motoričnih sposobnosti je zmerna do odlična; napovedna veljavnost FMA-UE s testi, ki ocenjujejo samostojnost pri osnovnih dejavnostih vsakodnevnega življenja, pa nizka do zmerna. Povezanosti z modificiranim indeksom Barthelove niso ugotovili. Pri pacientih v akutni fazi po možganski kapi so zaznali učinek stropa. **Zaključek:** FMA-UE je veljavno in zanesljivo orodje za oceno motoričnih funkcij v vseh fazah po možganski kapi. Druga ocenjevalna področja FMA-UE, pa tudi krajši različici, so slabo raziskani.

Glavne besede: Fugel-Mayerjevo ocenjevanje, zgornji ud, veljavnost, zanesljivost.

ABSTRACT

Background: The Fugl-Meyer upper extremity assessment (FMA-UE) is a poststroke body function assessment tool that includes motor function, sensation, passive joint motion, and joint pain. The purpose of this literature review was to summarize the results of studies on the measurement properties of FMA-UE. **Methods:** The literature search was conducted in PubMed and CINAHL and by reviewing reference lists of relevant articles. Studies on validity and reliability of the original FMA-UE, its translations, and shorter versions of FMA-UE were included in the review. **Results:** We included 14 studies, 11 of which were for FMA-UE. The results show that the intra-rater and inter-rater reliability for the motor functions of FMA-UE are excellent. The concurrent validity of FMA-UE with functional tests assessing motor skills is moderate to excellent. Predictive validity of tests assessing independence in basic activities of daily living is low to moderate. No correlation was found with the modified Barthel index. A ceiling effect was found in patients in the acute phase after stroke. **Conclusion:** FMA-UE is a valid and reliable tool for assessing motor function in all phases after stroke. The other assessment domains of FMA-UE are poorly studied, as are the shorter versions.

Key words: Fugl-Meyer assessment, upper extremity, validity, reliability.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

² Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije Soča, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: izr. prof. dr. Urška Puh, dipl. fiziot.; e-pošta: urska.puh@ir-rs.si

Prispelo: 22.9.2022

Sprejeto: 1.11.2022

UVOD

Možganska kap je najpogostejši vzrok za hudo telesno okvaro. Letna incidenca novih možganskih kapi v Evropi je med 200 in 300 na 100 000 prebivalcev. V akutni fazi po možganski kapi ima kar 85 % preživelih prisotno ohromelost zgornjega uda. Po petih letih približno 25 % ljudi po možganski kapi še vedno poroča o težavah pri uporabi okvarjenega zgornjega uda (1). Posledično imajo težave pri izvajanju vsakodnevnih dejavnosti in nižjo kakovost življenja (2).

Poleg ocenjevanja funkcijske sposobnosti zgornjega uda na ravni dejavnosti, na primer s funkcijskim testom zgornjega uda (angl. action reach arm test – ARAT), s testom devetih zatičev ali z deli lestvice ocenjevanja *motoričnih funkcij* za paciente po možganski kapi (angl. motor assessment scale for stroke patients – MAS), ki obsegajo funkcijo zgornjega dela zgornjega uda, gibe roke ter zahtevnejše dejavnosti roke in so že bili prevedeni in objavljeni v slovenskem jeziku (3–5), je potrebno tudi ocenjevanje zgornjega uda na ravni telesnih funkcij. MAS (5) kombinirano ocenjuje tako motorične funkcije kot funkcijske sposobnosti zgornjega uda.

Na ravni telesnih funkcij za zgornji ud pri nevroloških pacientih se uporabljajo indeksi motoričnih funkcij (angl. motricity index), vse vrste dinamometrije, ocenjevanje mišičnega tonusa, najpogosteje z modificirano Ashworthovo lestvico, treba pa je oceniti tudi koordinacijo in funkcijo čutil.

Fugel-Mayerjevo ocenjevanje (angl. Fugl-Meyer assessment – FMA) je orodje na ravni telesnih funkcij (6) za oceno motoričnih in senzoričnih okvar, ki je bilo razvito specifično za paciente po možganski kapi. Leta 1975 so ga razvili Fugl-Meyer in sodelavci (7), in sicer na podlagi opisov specifičnega zaporedja motoričnega okrevanja pri pacientih po možganski kapi avtorjev Brunstrom (8) in Twitchell (9), ki označujejo učinkovitost okrevanja in spremembe motorične okvare. Lestvica FMA je bila prvo kvantitativno orodje za oceno senzomotoričnega okrevanja po možganski kapi in je najbolj razširjena v raziskavah in kliničnem okolju (10). Sestavlja jo pet ocenjevalnih področij (6, 10): motorične funkcije (zgornjega in spodnjega uda), senzorične funkcije, ravnotežje,

obseg gibljivosti sklepov in bolečina v sklepih. Posamezno področje se lahko oceni samostojno (6).

Fugel-Mayerjevo ocenjevanje za zgornji ud (angl. Fugl-Meyer assessment for upper extremity – FMA-UE) obsega motorične funkcije, senzorično (občutek za dotik, občutek za položaj sklepa), pasivno gibljivost sklepov in bolečino v sklepih (med pasivnim gibanjem). Motorični del lestvice FMA-UE je razdeljen na štiri podskupine (7, 10): a) proksimalni del (refleksna aktivnost, hoteno gibanje zgornjega uda s sinergijami ali brez njih); b) zapestje (izvedba izoliranih aktivnih gibov); c) roka (zapiranje in odpiranje roke, prijemi); d) koordinacija hitrost. Motorični del vsebuje 33 elementov, ki se točkujejo na tristopenjski ordinalni lestvici (0 – ni mogoče izvesti, 1 – delno izvedeno in 2 – brezhibno izvedeno). Za vsak element se najprej oceni manj okvarjena in nato bolj okvarjena stran (11). Najvišja ocena za motorične funkcije zgornjega uda je 66 točk (10), za senzorične 12 točk in za pasivno gibljivost ter bolečino v sklepih po 24 točk.

FMA za oceno motoričnih funkcij zgornjega in/ali spodnjega uda pri pacientih v akutni fazi po možganski kapi in pozneje v rehabilitaciji (bolnišnična ali ambulantna obravnava) priporoča Akademija za nevrofizioterapijo Ameriškega združenja fizioterapevtov (12, 13). FMA-UE se uporablja za določanje stopnje možganske kapi (14, 15), za načrtovanje in ugotavljanje učinkov obravnave (15, 16) oziroma oceno motoričnega okrevanja (14–16). To lestvico so priporočili tudi kot eno od dveh temeljnih merilnih orodij za zgornji ud v rehabilitaciji po možganski kapi v klinični praksi, poleg funkcijskega testa ARAT (15). Sistematični pregled literature (17) je pokazal, da je FMA-UE najpogosteje uporabljena lestvica v raziskavah za zgornji ud v rehabilitaciji po možganski kapi (v 36 % raziskav). Priporoča se kot primarno merilo izida v intervencijskih raziskavah, v katerih se proučujejo učinki na motorične funkcije zgornjega uda v kronični fazi po možganski kapi (16) oziroma kot eno od merilnih orodij v raziskavah za izboljšanje funkcijskih sposobnosti zgornjega uda po možganski kapi (14).

Ocenjevanje motoričnega dela FMA-UE traja približno 30 minut, kar je lahko ovira za klinično prakso (18). Zato so razvili krajše različice. Prva,

tako imenovana »skrajšana različica« FMA-UE (angl. shortened Fugl-Meyer assessment for upper extremity) (19), vsebuje le šest elementov izvirne lestvice. Razvita je bila z Raschevo analizo za določitev najlažjih in najtežjih nalog, avtorji (19) naj bi pri njenem razvoju poskrbeli za ohranitev vsebinske reprezentativnosti, ki temelji na zaporednih fazah motoričnega okrevanja po možganski kapi. Druga različica, Fugel-Mayerjevo ocenjevanje iz podskupine zapestja in roke (angl. wrist/hand subscales of the Fugl-Meyer assessment – w/h FMA-UE) (20), obsega le naloge iz podskupine distalnega dela zgornjega uda in obsega 12 elementov.

Namen pregleda literature je bil povzeti ugotovitve raziskav o zanesljivosti in veljavnosti lestvice FMA-UE in njenih krajših različic pri pacientih po možganski kapi.

METODE

Literaturo smo iskali v podatkovnih zbirkah PubMed in CINAHL ter s pregledom seznamov literature v člankih. V pregled so bile zajete raziskave, objavljene do 13. avgusta 2022. Ključne besede za iskanje v PubMed so bile uporabljene v naslednji kombinaciji: (Fugl-Meyer Assessment[Title/Abstract] OR FMA[Title/Abstract] OR FMA-UE[Title/Abstract]) AND (upper extremity[Title/Abstract] OR upper limb[Title/Abstract]) AND (Psychometric properties[Title/Abstract] OR validity[Title/Abstract] OR reliability[Title/Abstract]). Za iskanje v podatkovni zbirki CINAHL smo iskalno kombinacijo ustrezno prilagodili.

V pregled so bili vključeni članki v angleškem jeziku, z izsledki raziskav o zanesljivosti in/ali veljavnosti izvirnega FMA-UE in njegovih prevodov ter dveh krajših različic.

Stopnjo zanesljivosti smo določili na podlagi vrednosti koeficienta intraklasne korelacije (angl. intraclass correlation coefficient – ICC): nizka (manj kot 0,50), zmerna (0,50–0,75), visoka (0,75–0,9), odlična (nad 0,9) (21); ali v odstotkih strinjanja: zadovoljivo (≥ 70 % strinjanja) (22). Stopnjo veljavnosti smo ocenili glede na Spearmanov (r_s) koeficient korelacije: povezanosti med spremenljivkami ni ali je zelo nizka (manj kot

0,25), nizka povezanost (0,25–0,5), zmerna do visoka povezanost (0,5–0,75), zelo visoka do odlična povezanost (več kot 0,75) (21). Stopnjo notranje skladnosti smo določili glede na Cronbachov koeficient alfa: visoka (okoli 0,95), zmerna (okoli 0,85), srednje visoka (okoli 0,75), nizka (okoli 0,65) (23). Mejna vrednost učinka tal ali stropa je bila določena pri 15 % (22, 24, 25).

REZULTATI

Z navedenima iskalnima kombinacijama smo našli 98 zadetkov. Za vključitev v naš pregled literature je bilo primernih 14 raziskav. V sedmih so ugotavljali zanesljivost in/ali veljavnost izvornika (11, 24, 26–30), v štirih zanesljivost in/ali veljavnost prevodov (22, 25, 31, 32), v treh pa dveh krajših različic (20, 33, 34). V petih raziskavah (13, 22, 24, 25, 27) so ocenjevali le motorične funkcije zgornjega uda, v eni (30) motorične in senzorične funkcije, v preostalih petih (26, 28, 29, 31, 32) pa poleg motoričnih in senzoričnih funkcij tudi obseg gibljivosti in bolečino v sklepih. Pri krajših različicah so prav tako ocenjevali le motorične funkcije (20, 33, 34). Značilnosti posameznih raziskav so predstavljene v preglednici 1.

Ugotovljena je bila odlična zanesljivosti posameznega preiskovalca (11, 24, 26, 28, 30–32) in med preiskovalci (11, 25, 28–32) (preglednica 2). Pri oceni posamezne kategorije FMA-UE so Hernandez in sodelavci (22) poročali o 63–100-% strinjanju posameznega preiskovalca in o 83–100-% strinjanju med preiskovalci. Pri podskupini ramenski sklep/komolčni sklep/podlaket je pri ocenjevanju petih elementov prišlo do nestrinjanja posameznega preiskovalca in do nestrinjanja med preiskovalci pri ocenjevanju enega elementa. Zanesljivost med preiskovalci (28, 29, 30–32) in posameznega preiskovalca (26, 28, 30–32) pri ocenjevanju senzorične funkcije, obsega gibljivosti in bolečine v sklepih je bila zmerna do visoka (29) oziroma visoka do odlična (26, 28, 30–32).

Odlična zanesljivost posameznega preiskovalca (20, 34) in med preiskovalci (33) je bila ugotovljena tudi pri krajših različicah. V dveh raziskavah (20, 34) so ugotovili zmerno notranjo skladnost, v eni (33) pa visoko (preglednica 2).

Ugotovili so zelo visoko povezanost FMA-UE z indeksom motoričnih funkcij (28), visoko

Preglednica 1: Značilnosti vključenih raziskav o veljavnosti in zanesljivosti FMA-UE, w/h FMA-UE ter skrajšane različice FMA-UE pri pacientih po možganski kapi

Avtorji	Ocenjevalno orodje/prevod	Število preiskovancev	Število preiskovalcev	Faza po možganski kapi
Duncan et al. (26)	FMA-UE	19	1	kronična
Sanford et al. (29)	FMA-UE	20	3	akutna in subakutna
Platz et al. (28)	FMA-UE	37	2	vse
Maki et al. (32)	FMA-UE v portugalsščini	50	3	kronična
Hsueh et al. (24)	FMA-UE	110	2	akutna in kronična
Hsieh et al. (27)	FMA-UE	57	3	kronična
Sullivan et al. (30)	FMA-UE	15	18	akutna
Kim et al. (31)	FMA-UE v korejščini	50	3	kronična
See et al. (11)	FMA-UE	31	3	subakutna, kronična
Lundquist & Maribo (25)	FMA-UE v danščini	50	2	akutna in subakutna
Hernandez et al. (22)	FMA-UE v španščini	60	3	akutna
Page et al. (20)	w/h FMA-UE	29	1	kronična
Page et al. (34)	w/h FMA-UE	32	1	kronična
Amano et al. (33)	skrajšana različica FMA-UE	30	2	kronična

FMA-UE – Fugel-Mayerjevo ocenjevanje za zgornji ud, w/h FMA-UE – Fugel-Mayerjevo ocenjevanje za distalni del zgornjega uda.

Preglednica 2: Zanesljivost in notranja skladnost FMA-UE, w/h FMA-UE ali skrajšane različice FMA-UE pri pacientih po možganski kapi

Avtorji (ocenjevalno orodje)	Zanesljivost (ICC)		Čas med ocenjevanji	Notranja skladnost (α)
	Med preiskovalci	Posameznega preiskovalca		
Duncan et al. (26) (FMA-UE)	/	0,99	3 tedni	/
Sanford et al. (29) (FMA-UE)	0,97	/	/	/
Platz et al. (28) (FMA-UE)	0,99	0,97	1 teden	/
Maki et al. (32) (FMA-UE v portugalsščini)	0,97	0,94	2 dneva	/
Hsueh et al. (24) (FMA-UE)	/	0,98	1 teden	/
Sullivan et al. (30) (FMA-UE)	0,99	0,95	/	/
Kim et al. (31) (FMA-UE v korejščini)	1,00	0,97	2 tedna	/
See et al. (11) (FMA-UE)	0,99	0,99	1 teden	/
Lundquist & Maribo (25) (FMA-UE v danščini)	0,95	/	/	/
Page et al. (20) (w/h FMA-UE)	/	0,97	/	0,89
Page et al. (34) (w/h FMA-UE)	/	0,95	2 tedna	0,83
Amano et al. (33) (skrajšana različica FMA-UE)	0,99	/	/	0,92

/ – ni podatka; α – Cronbachov koeficient alfa; ICC – koeficient intraklasne korelacije (angl. intraclass correlation coefficient).

Preglednica 3: Veljavnost FMA-UE, w/h FMA-UE ali skrajšane različice FMA-UE pri pacientih po možganski kapi

Avtorji (ocenjevalno orodje)	Vrsta veljavnosti (sočasna/napovedna)	Merilno orodje	Koeficient (r_s)
Platz et al. (28) (FMA-UE)	sočasna	FMA <small>senzorični del</small>	0,24*
		MI	0,86*
		ARAT	0,93*
		BBT	0,92*
		modificiran BI	0,09*
Kim et al. (31) (FMA-UE v korejščini)	sočasna	jakost prijema roke	0,72*
		JHFT	0,76*
See et al. (11) (FMA-UE)	sočasna	ARAT	0,93*
		BBT	0,86*
		test devetih zatičev	0,75*
		SIS <small>funkcija roke</small>	0,86*
Lundquist & Maribo (25) (FMA-UE v danščini)	sočasna	MAS	0,95*
Hsueh et al. (24) (FMA-UE)	napovedna	BI	0,66*
Hsieh et al. (27) (FMA-UE)	napovedna	FIM	0,42*
Page et al. (20) (w/h FMA-UE)	sočasna	ARAT	0,72*
Page et al. (34) (w/h FMA-UE)	sočasna	ARAT	pred rehabilitacijo: 0,74* po rehabilitaciji: 0,67*
Amano et al. (33) (skrajšana različica FMA-UE)	sočasna	FMA <small>motorični del</small>	0,97*
		FMA <small>senzorični del</small>	0,25*
		ARAT	0,94*
		BBT	0,92*

* – statistično značilen rezultat ($p < 0,05$); ARAT – funkcijski test zgornjega uda (angl. action reach arm test); BBT – test škatle in kock (angl. box and block test); BI – indeks Barthelove (angl. Barthel index); FIM – lestvica funkcijske neodvisnosti (angl. functional independence measure); JHFT – Jebsenov funkcijski test (angl. Jebsen hand function test); MAS – lestvica ocenjevanja motoričnih funkcij (angl. motor assessment scale); MI – indeks motoričnih funkcij (angl. motricity index); r_s : Spermanov korelacijski koeficient; SIS – merilo vpliva možganske kapi (angl. stroke impact scale).

povezanost z jakostjo prijema roke (31) ter odlično povezanost z delom MAS za zgornji ud (25). Nasprotno, povezanosti FMA-UE s senzoričnim delom FMA niso ugotovili (28). Ugotovljena je bila zmerna do visoka povezanost FMA-UE s testom devetih zatičev (11) in zelo visoka do odlična povezanost z ARAT, testom škatle in kock (angl. box and block test – BBT) ter Jebsenovim funkcijskim testom (11, 28, 31). Sočasne povezanosti FMA-UE z modificiranim indeksom Barthelove niso ugotovili (28), so pa poročali o zelo visoki sočasni povezanosti z delom merila vpliva možganske kapi za funkcijo roke (angl. stroke impact scale; hand subscore) (11) (preglednica 3). Le v eni raziskavi (28) so preverjali sočasno veljavnost nemotoričnih ocenjevalnih področij FMA-UE z ARAT in BBT ter ugotovili zelo nizko povezanost s senzorično funkcijo in nizko

povezanost z obsegom gibljivosti in bolečino v sklepih.

Hsueh in sodelavci (24) so pri pacientih v akutni fazi po možganski kapi poročali o zmerni napovedni veljavnosti FMA-UE za oceno indeksa Barthelove ob koncu rehabilitacije. Pri pacientih v kronični fazi po možganski kapi pa so poročali o nizki napovedni veljavnosti te lestvice za napovedovanje ocene lestvice funkcijske neodvisnosti ob koncu rehabilitacije (27) (preglednica 3).

Pri uporabi FMA-UE pri pacientih v akutni fazi po možganski kapi (22, 24) niso ugotovili učinka tal niti ob sprejemu niti ob odpustu, poročali pa so o učinku stropa tako ob sprejemu (21,7 %) (22) kot ob odpustu (18 %) (24). V tretji raziskavi (25) pa učinka tal ali stropa pri pacientih v akutni in subakutni fazi po možganski kapi niso ugotovili.

Za skrajšano različico FMA-UE so ugotovili zelo visoko do odlično sočasno veljavnost z motoričnim delom FMA, povezanost s senzoričnim delom FMA pa je bila nizka (33). Potrjena je bila tudi zelo visoka do odlična povezanost te različice z ARAT in BBT (33). V dveh raziskavah (20, 34) je bila za w/h FMA-UE potrjena zmerna do visoka sočasna veljavnost z ARAT (preglednica 3).

RAZPRAVA

V pregled literature smo zajeli enajst raziskav, v katerih so preverjali zanesljivost in veljavnost FMA-UE, ter tri raziskave, v katerih so preverjali zanesljivost in veljavnost dveh krajših različic.

Čas med ocenjevanji in število preiskovalcev nista pomembno vplivala na stopnjo zanesljivosti, saj je bila v vseh pregledanih raziskavah ugotovljena odlična zanesljivost posameznega preiskovalca (11, 24, 26, 28, 30–32) in med preiskovalci (11, 25, 28–32), in sicer v vseh fazah po možganski kapi. To kaže, da lahko ocenjevanje zanesljivo ponovi isti ali drug preiskovalec.

Odlična sočasna veljavnost FMA-UE z delom MAS za zgornji ud in z indeksom motoričnih funkcij (25, 28) je verjetno posledica podobnega konstrukta, saj vse tri lestvice ocenjujejo motorične funkcije zgornjega uda. Med merilna orodja za oceno na ravni telesnih funkcij po MKF se uvrščata tudi meritev jakosti prijema roke in FMA_{senzorični del}, ki pa ne ocenjujeta sposobnosti izvedbe določenih gibov, zato je verjetno prišlo do nižje povezanosti s FMA-UE (28, 31). Test devetih zatičev je izvedbeni test, ki po MKF spada na raven dejavnosti, ocenjuje pa fino motoriko roke, zaradi česar je sočasna povezanost s FMA-UE zmerna do visoka (11). Lestvica FMA-UE je odlično sočasno povezana z drugimi izvedbenimi testi, ki prav tako ocenjujejo sposobnost izvedbe funkcijskih nalog (ARAT, BBT, Jebsenov funkcijski test) (11, 28, 31). Zelo visoka povezanost FMA-UE z delom merila vpliva možganske kapi za funkcijo roke odraža podoben konstrukt, čeprav po MKF spada na raven dejavnosti in sodelovanja (11).

Lestvica funkcijske neodvisnosti (27) in indeks Barthelove (24) ocenjujeta samostojnost pri izvajanju različnih dejavnosti vsakodnevnega življenja, veljavnost FMA-UE za napovedovanje

njunih izidov ob koncu rehabilitacije pa je nizka oziroma zmerna.

O učinku stropa za FMA-UE so poročali v treh raziskavah (22, 24, 25) vendar so prišli do različnih ugotovitev. Lundquist in Maribo (25) pri pacientih v akutni in subakutni fazi po možganski kapi nista ugotovila učinka stropa, Hernandez in sodelavci (22) pa so v akutni fazi ugotovili učinek stropa ob sprejemu, iz česar lahko sklepamo, da so bili v raziskavo vključeni tudi pacienti z blago okvaro po možganski kapi. Nasprotno pa so Hsueh in sodelavci (24), prav tako v akutni fazi, ugotovili učinek stropa le ob odpustu. Te ugotovitve kažejo na potrebo po bolj specifični analizi uporabnosti FMA-UE, ki bo poleg faze po možganski kapi upoštevala tudi stopnjo možganske kapi. Raziskave, v kateri bi za FMA-UE ugotavljali učinek stropa v kronični fazi, nismo zasledili.

Tudi pri obeh krajših različicah so poročali o odlični zanesljivosti med preiskovalci (33) in zanesljivosti posameznega preiskovalca (20, 34) ter zmerni (20, 34) oziroma visoki (33) notranji skladnosti. Skrajšana različica FMA-UE je odlično sočasno povezana z motoričnim delom FMA (33). Enako kot pri FMA-UE (11, 28) so poročali o nizki povezanosti skrajšane različice FMA-UE s senzoričnim delom FMA ter o odlični povezanosti z ARAT in BBT (33). Nižja pa je bila sočasna povezanost w/h FMA-UE z ARAT (20, 34), do česar je verjetno prišlo, ker w/h FMA-UE ocenjuje samo motorično sposobnost distalnega dela zgornjega uda, medtem ko ARAT ocenjuje tudi motorično sposobnost proksimalnega dela. Treba je poudariti, da sta obe krajši različici še slabo raziskani. Poleg tega se je skrajšana različica FMA-UE izkazala za manj občutljivo na spremembe, kar omejuje njeno uporabnost v kliničnem okolju (35) in tudi v raziskovalne namene.

V vseh raziskavah, v katerih so poleg motoričnega dela lestvice FMA-UE ocenjevali tudi senzorično funkcijo, obseg gibljivosti in bolečino v sklepih, so ugotovili nižjo zanesljivost med preiskovalci (28, 29, 30–32) in posameznega preiskovalca (26, 28, 30–32). Nizka povezanost drugih ocenjevalnih področij FMA-UE z ARAT in BBT kaže na različen konstrukt. Iz teh podatkov lahko razberemo, da imajo preostala ocenjevalna področja FMA-UE slabše merske lastnosti, poleg tega pa so slabo

raziskana. To je tudi razlog, zakaj se priporočila za uporabo FMA-UE v fizioterapevtski praksi (12, 13) nanašajo le na del, ki oceni motorične funkcije.

ZAKLJUČEK

FMA-UE se priporoča za oceno motoričnih funkcij po možganski kapi. Druga ocenjevalna področja (senzorične funkcije, obseg gibljivosti in bolečina v sklepah) so slabo raziskana, nekaj raziskav pa kaže na slabše merske lastnosti. S pregledom raziskav smo ugotovili, da imajo izvirmik FMA-UE in njegovi prevodi za oceno motoričnih funkcij odlično zanesljivost posameznega preiskovalca in med preiskovalci ter zmerno do odlično sočasno veljavnost z merilnimi orodji za oceno motoričnih funkcij in s funkcijskimi testi zgornjega uda ter z merilom vpliva možganske kapi. Napovedna veljavnost za lestvico funkcijske neodvisnosti in indeks Barthelove je nizka oziroma zmerna. Učinka tal niso zaznali, rezultati glede učinka stropa pa so si nasprotujoči, zato ga je treba dodatno raziskati glede na fazo in stopnjo možganske kapi. Prav tako je za FMA-UE treba raziskati še občutljivost in odzivnost za spremembe.

Kaže, da je skrajšana različica FMA-UE manj občutljiva na spremembe, kar omejuje njeno uporabnost v kliničnem okolju in v raziskovalne namene. Kljub odlični zanesljivosti in zmerni do odlični povezanosti krajših različic FMA-UE s funkcijskimi testi za motorične funkcije zgornjega uda je treba poudariti, da ugotovitve izhajajo le iz treh raziskav.

LITERATURA

- Sivan M, O'Connor RJ, Makower S, Levesley M, Bhakta B (2011). Systematic review of outcome measures used in the evaluation of robot-assisted upper limb exercise in stroke. *J Rehabil Med* 43(3): 181–9.
- Nichols-Larsen DS, Clark PC, Zeringue A, Greenspan A, Blanton S (2005). Factors influencing stroke survivors' quality of life during subacute recovery. *Stroke* 36(7): 1480–4.
- Čelofiga N, Puh U (2021). Merske lastnosti testa devetih zatičev pri pacientih z multiplo sklerozo in pacientih po možganski kapi. *Fizioterapija* 29(1): 35–44.
- Puh U, Lubej S (2017). Merske lastnosti funkcijskega testa zgornjega uda. *Fizioterapija* 25(1): 9–21.
- Rugelj D, Puh U (2001). Lestvica ocenjevanja motoričnih funkcij oseb po preboleli možganski kapi. *Fizioterapija* 9(1): 12–8.
- Shirley Ryan AbilityLab (2022). Rehabilitation measures database. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/fugl-meyer-assessment-motor-recovery-after-stroke> <26. 8. 2022>.
- Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, Olsson S, Steglind S (1975). A method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med* 7: 13–31.
- Brunnstrom S (1966). Motor testing procedures in hemiplegia: based on sequential recovery stages. *Phys Ther* 46(4): 357–75.
- Twitchell, T. E. (1951). The restoration of motor function following hemiplegia in man. *Brain* 74(4): 443–80.
- Gladstone DJ, Danells CJ, Black SE (2002). The Fugl-Meyer assessment of motor recovery after stroke: a critical review of its measurement properties. *Neurorehabil Neural Repair* 16(3): 232–40.
- See J, Dodakian L, Chou C, Chan V, McKenzie A, Reinkensmeyer DJ, Cramer SC (2013). A standardized approach to the Fugl-Meyer assessment and its implications for clinical trials. *Neurorehabil Neural Repair* 27(8): 732–41.
- Sullivan JE, Crouner BE, Kluding PM, Nichols D, Rose DK, Yoshida R, Pinto Zipp G (2013). Outcome measures for individuals with stroke: process and recommendations from the American Physical Therapy Association neurology section task force. *Phys Ther* 93(10), 1383–96.
- ANPT – Academy of Neurologic Physical Therapy (2021). Outcome Measures Recommendations (EDGE). <https://www.neuropt.org/practice-resources/neurology-section-outcome-measures-recommendations/stroke> <27. 8. 2022>.
- Duncan Millar J, Van Wijck F, Pollock A, Ali M (2021). International consensus recommendations for outcome measurement in poststroke arm rehabilitation trials. *Eur J Phys Rehabil Med* 57(1): 61–8.
- Pohl J, Held JPO, Verheyden G, Alt Murphy M, Engelter S, Flöel A, Keller T, Kwakkel G, Nef T, Ward N, Luft AR, Veerbeek JM (2020). Consensus-based core set of outcome measures for clinical motor rehabilitation after stroke—a Delphi study. *Front Neurol* 11: 875.
- Bushnell C, Bettger JP, Cockcroft KM, Cramer SC, Edelen MO, Hanley D, Katzan IL, Mattke S, Nilsen DM, Piquado T, Skidmore ER, Wing K, Yenokyan G (2015). Chronic stroke outcome measures for motor function intervention trials: expert panel

- recommendations. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 8(3): 163–9.
17. Santisteban L, Térémetz M, Bleton JP, Baron JC, Maier MA, Lindberg PG (2016). Upper limb outcome measures used in stroke rehabilitation studies: a systematic literature review. *PLoS One* 11(5): e0154792.
 18. Singer B, Garcia-Vega J (2017). The Fugl-Meyer upper extremity scale. *J Physiother* 63(1): 53.
 19. Hsieh YW, Hsueh IP, Chou YT, Sheu CF, Hsieh CL, Kwakkel G (2007). Development and validation of a short form of the Fugl-Meyer motor scale in patients with stroke. *Stroke* 38(11): 3052–4.
 20. Page SJ, Levine P, Hade E (2012). Psychometric properties and administration of the wrist/hand subscales of the Fugl-Meyer assessment in minimally impaired upper extremity hemiparesis in stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 93(12): 2373–6.
 21. Portney LG, Watkins MP (2015). *Foundations of clinical research: applications to practice*. 3rd ed. Philadelphia: F.A. Davis Company.
 22. Hernandez ED, Galeano CP, Barbosa NE, Forero SM, Nordin Á, Sunnerhagen KS, Alt Murphy M (2019). Intra- and inter-rater reliability of Fugl-Meyer assessment of upper extremity in stroke. *J Rehabil Med* 51(9): 652–9.
 23. Vidmar G, Jakovljević M (2016). Psihometrične lastnosti ocenjevalnih instrumentov. *Rehabilitacija* 15(1): 1–14.
 24. Hsueh IP, Hsu MJ, Sheu CF, Lee S, Hsieh CL, Lin JH (2008). Psychometric comparisons of 2 versions of the Fugl-Meyer motor scale and 2 versions of the stroke rehabilitation assessment of movement. *Neurorehabil Neural Repair* 22(6): 737–44.
 25. Lundquist CB, Maribo T (2017). The Fugl-Meyer assessment of the upper extremity: reliability, responsiveness and validity of the Danish version. *Disabil Rehabil* 39(9): 934–9.
 26. Duncan PW, Propst M, Nelson SG (1983). Reliability of the Fugl-Meyer assessment of sensorimotor recovery following cerebrovascular accident. *Phys Ther* 63(10): 1606–10.
 27. Hsieh YW, Wu CY, Lin KC, Chang YF, Chen CL, Liu JS (2009). Responsiveness and validity of three outcome measures of motor function after stroke rehabilitation. *Stroke* 40(4): 1386–91.
 28. Platz T, Pinkowski C, van Wijck F, Kim IH, Di Bella P, Johnson G (2005). Reliability and validity of arm function assessment with standardized guidelines for the Fugl-Meyer test, action research arm test and box and block test: a multicentre study. *Clin Rehabil* 19(4): 404–11.
 29. Sanford J, Moreland J, Swanson LR, Stratford PW, Gowland C (1993). Reliability of the Fugl-Meyer assessment for testing motor performance in patients following stroke. *Phys Ther* 73(7): 447–54.
 30. Sullivan KJ, Tilson JK, Cen SY, Rose DK, Hershberg J, Correa A, Duncan PW (2011). Fugl-Meyer assessment of sensorimotor function after stroke: standardized training procedure for clinical practice and clinical trials. *Stroke* 42(2): 427–32.
 31. Kim H, Her J, Ko J, Park DS, Woo JH, You Y, Choi Y (2012). Reliability, concurrent validity, and responsiveness of the Fugl-Meyer assessment (FMA) for hemiplegic patients. *J Phys Ther Sci* 24(9): 893–9.
 32. Maki T, Quagliato EMAB, Cacho EWA, Paz LPS, Nascimento NH, Inoue MMEA, Viana MA (2006). Reliability study on the application of the Fugl-Meyer scale in Brazil. *Rev Bras Fisioter* 10(2): 161–7.
 33. Amano S, Umeji A, Takebayashi T, Takahashi K, Uchiyama Y, Domen K (2020). Clinimetric properties of the shortened Fugl-Meyer assessment for the assessment of arm motor function in hemiparetic patients after stroke. *Top Stroke Rehabil* 27(4): 290–5.
 34. Page SJ, Hade E, Persch A (2015). Psychometrics of the wrist stability and hand mobility subscales of the Fugl-Meyer assessment in moderately impaired stroke. *Phys Ther* 95(1): 103–8.
 35. Chen KL, Chen CT, Chou YT, Shih CL, Koh CL, Hsieh CL (2014). Is the long form of the Fugl-Meyer motor scale more responsive than the short form in patients with stroke?. *Arch Phys Med Rehabil* 95(5): 941–9.

Merske lastnosti Vprašalnika o težavah s kolenskim sklepom pri pacientih pred popolno artroplastiko kolena in po njej – sistematični pregled literature

Measurement properties of the Knee injury and osteoarthritis outcome score in patients before and after total knee arthroplasty – systematic literature review

Doroteja Okorn¹, Urška Puh^{1,2}

IZVLEČEK

Uvod: Vprašalnik o težavah s kolenskim sklepom je samoocenjevalno merilno orodje, ki pacientu omogoča oceno funkcije kolena in težav, povezanih z njim. Sestavlja ga 42 vprašanj, razdeljenih v pet kategorij, in je že preveden v slovenščino. Namen pregleda literature je bil povzeti ugotovitve raziskav o merskih lastnostih tega vprašalnika pri pacientih pred popolno artroplastiko kolena in po njej. **Metode:** Pregled literature je potekal v PubMed in CINAHL do konca avgusta 2022. Vključili smo raziskave o merskih lastnostih Vprašalnika o težavah s kolenskim sklepom, ki so ustrezale vključitvenim merilom. **Rezultati:** V pregled smo vključili deset raziskav. Zanesljivost ponovnega ocenjevanja je bila zmerna do odlična, notranja skladnost pa nizka do visoka. Povezanost je bila najvišja z orodji, ki merijo enak konstrukt, in sicer pri kategorijah bolečina in dejavnosti vsakodnevnega življenja. Vprašalnik ima veliko sposobnost zaznavanja sprememb 6–24 mesecev po operaciji. Učinka stropa in tal sta bila največkrat prisotna pri kategorijah bolečina ter šport in rekreacija. **Zaključki:** Vprašalnik o težavah s kolenskim sklepom je zanesljivo, veljavno in odzivno samoocenjevalno merilno orodje pri pacientih s popolno artroplastiko kolena.

Ključne besede: KOOS, popolna artroplastika kolena, zanesljivost, veljavnost, merske lastnosti.

ABSTRACT

Background: The Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) is a self-report questionnaire developed to assess patients' opinions about their knee and related problems. It includes 42 items in five subscales and has already been translated into Slovenian. The purpose of the literature review was to summarize the measurement properties of the KOOS in patients before and after total knee arthroplasty. **Methods:** Literature search was performed in PubMed and CINAHL until the end of August 2022. Included studies on KOOS measurement properties had to meet the inclusion criteria. **Results:** Ten studies were included in the review. Test-retest reliability was moderate to excellent with low to high internal consistency. The highest correlations were obtained with measures of similar constructs, namely for pain and activities of daily living subscales. The questionnaire is able to measure clinical improvements in the 6-24 months after surgery with high effect sizes. Floor and ceiling effects occurred most frequently in the pain, and sport and recreation subscales. **Conclusions:** The KOOS is a reliable, valid, and responsive outcome measure for patients undergoing total knee arthroplasty.

Key words: KOOS, total knee arthroplasty, reliability, validity, measurement properties.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

² Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije Soča, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: izr. prof. dr. Urška Puh, dipl. fiziot.; e-pošta: urska.puh@ir-rs.si

Prispelo: 22.9.2022

Sprejeto: 9.11.2022

UVOD

Poleg izvedbenih merilnih orodij, kot so 30-sekundni test vstajanja s stola (1), Test hoje po stopnicah navzgor in navzdol ter Test hitre hoje na 40 metrov, ki jih pri pacientih z artrozo kolena priporoča Mednarodna organizacija za raziskovanje artroze (angl. Osteoarthritis Research Society International – OARSI), se pri teh pacientih priporoča tudi uporaba samoocenjevalnih orodij (2).

Pacientova samoocena izida se v zdravstvu uporablja z namenom spremljanja posameznikovega stanja ali ocene uspešnosti zdravljenja. Ocena vsebuje pacientovo ovrednotenje svojega zdravstvenega stanja brez interpretacije s strani druge osebe (3). Pacientova samoocena izida je ena najpomembnejših metod za ovrednotenje učinkovitosti ortopedskih operacij (4), saj tako klinična ocena kot tudi slikovna diagnostika nujno ne korelirata s simptomi (5). Posameznikovo dojetanje zdravstvenega stanja in njegovo zadovoljstvo najbolj odražajo samoocenjevalni vprašalniki (6).

Vprašalnik o težavah s kolenskim sklepom (angl. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score – KOOS) je samoocenjevalno merilno orodje, specifično za kolenski sklep, ki pacientu omogoča oceno funkcije kolena in težav, povezanih z njim (7). Razvit je bil kot razširitev Indeksa artroze univerz Zahodnega Ontaria in McMaster (angl. Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis index – WOMAC) z namenom ocene tako dolgoročnih kot tudi kratkoročnih posledic okvare kolena pri mlajših in starejših preiskovancih. Sestavlja ga 42 vprašanj, razdeljenih v pet kategorij: bolečina (9 vprašanj), simptomi (7 vprašanj), dejavnosti vsakodnevnega življenja (17 vprašanj), šport in rekreacija (5 vprašanj) ter kakovost življenja (4 vprašanja). Za vrednotenje posameznega vprašanja se uporablja 5-stopenjska Likertova lestvica, pri čemer 0 pomeni brez težav in 4 največ težav. Točke se nato za posamezno kategorijo pretvorijo v lestvico 0–100, pri čemer 0 predstavlja največ težav s kolenom in 100 njihovo odsotnost. Doseženo število točk pomeni odstotek največjega mogočega izida določene kategorije. Skupni seštevek točk za KOOS se ne izračuna, saj je zaželeno ločena analiza in interpretacija vseh petih kategorij. Izpolnitev vprašalnika vzame približno 10 minut, njegova uporaba pa je

brezplačna (7). Vprašalnik je preveden v 55 jezikov, med drugim leta 2007 v slovenščino (8). Dostopen je na <http://www.koos.nu/KOOS Slovenian.pdf>.

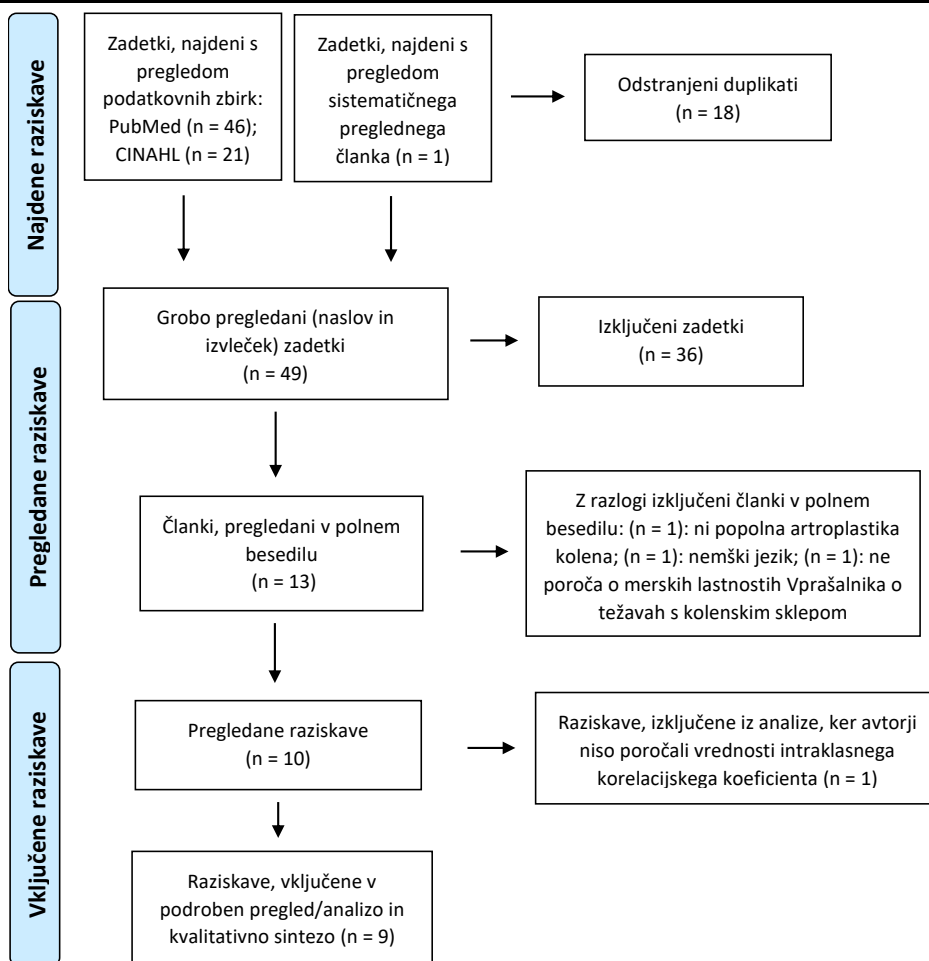
KOOS je namenjen za uporabo pri različnih poškodbah in/ali artrozi kolena ter za spremljanje poteka bolezni in izida po farmakoloških, kirurških ali drugih intervencijah (9), med drugim tudi pri pacientih po popolni artroplastiki kolena (7). Zaradi nižanja starosti pacientov s popolno artroplastiko kolena in s tem povečanja njihovih pričakovanj po izvedbi funkcijsko zahtevnejših dejavnosti se tudi na tem področju uveljavlja uporaba KOOS (10).

Namen pregleda literature je bil povzeti ugotovitve raziskav o merskih lastnostih KOOS pri pacientih pred popolno artroplastiko kolena in po njej.

METODE

Pregled literature je potekal v podatkovnih zbirkah PubMed in CINAHL do konca avgusta 2022. Raziskave za vključitev v pregled literature smo iskali z iskalno kombinacijo v angleškem jeziku, ustvarjeno v PubMed: ((KOOS[Title/Abstract]) AND (total knee replacement[Title/Abstract] OR total knee arthroplasty[Title/Abstract])) AND (reliability[Title/Abstract] OR validity[Title/Abstract] OR properties[Title/Abstract]), ki je bila v CINAHL ustrezno prilagojena: ((KOOS[Abstract]) AND (total knee replacement[Abstract] OR total knee arthroplasty[Abstract])) AND (reliability[Abstract] OR validity[Abstract] OR properties[Abstract]). Dodatno smo preverili tudi seznam vključenih raziskav v sistematičnem preglednem članku (10) o merskih lastnostih KOOS pri pacientih z artrozo kolenskega sklepa ter pri pacientih, čakajočih na popolno artroplastiko kolena in po prestali prvi ali ponovni operaciji.

V pregled smo vključili vse članke v angleškem jeziku, v katerih so poročali o merskih lastnostih KOOS pri pacientih po popolni artroplastiki kolena. Vključili smo raziskave, v katerih so uporabili vprašalnik v izvorni obliki ali njegov potrjeni prevod. Za smernico pri opredelitvi potrjenih prevodov KOOS smo uporabili uradno spletno stran s predstavitvijo KOOS in njegovih različic (8). Iz pregleda smo izključili raziskave, v katerih so preverjali merske lastnosti krajših različic KOOS. Pri raziskavah veljavnosti smo vključili le tiste, v



Slika 1: Potek iskanja literature po diagramu PRISMA (14)

katerih so KOOS primerjali z drugimi standardiziranimi in razširjenimi merilnimi orodji. Za njihovo opredelitev smo uporabili spletno podatkovno zbirko merilnih orodij v rehabilitaciji (11). Pri raziskavah zanesljivosti smo izključili raziskave, v katerih avtorji niso poročali vrednosti intraklasnega koeficienta korelacije (angl. intraclass correlation coefficient – ICC). Iz vključenih raziskav smo povzeli podatke o zanesljivosti ponovnega ocenjevanja, notranji skladnosti, konstruktni oziroma sočasni veljavnosti in odzivnosti (velikost učinka, učinek tal in stropa) KOOS. Velikost učinka je standardizirana mera razlike med začetnim in končnim ocenjevanjem (12), učinka tal in stropa pa predstavljata odstotek preiskovancev, ki so dosegli najnižji (tla) ali najvišji (strop) mogoč izid (13). Stopnjo zanesljivosti smo določili glede na vrednost ICC, veljavnost pa ocenili glede na Pearsonov (r) ali Spearmanov (r_s) koeficient korelacije, oboje glede na uveljavljena

merila (12). Mejna vrednost učinka tal ali stropa je bila določena pri 15 % (13). Potek sistematičnosti pregleda literature je prikazan na diagramu PRISMA (slika 1).

REZULTATI

V pregled je bilo vključenih deset raziskav, objavljenih med letoma 2003 (7) in 2022 (15). V treh raziskavah (7, 16, 17) so proučevali merske lastnosti izvornika v angleščini in švedščini, ki sta bila razvita hkrati, v sedmih (4, 5, 15, 19–21) pa merske lastnosti prevodov KOOS v različne jezike (preglednica 1). Velikost vzorcev v raziskavah se je gibala med 60 (20) in 4641 (17) preiskovanci. Povprečna starost je bila med 60 (18) in 72 leti (19), v eni raziskavi (17) je niso navedli. V osmih raziskavah (4, 5, 7, 16–20) so prvo ocenjevanje izvedli pred operacijo, po popolni artroplastiki kolena pa se je čas ocenjevanja gibal v obdobju od dveh tednov (20) do dveh let (5, 17) (preglednica 1).

Preglednica 1: Značilnosti raziskav o merskih lastnostih Vprašalnika o težavah s kolenskim sklepom pri pacientih s popolno artroplastiko kolena

Avtorji	Jezik	Velikost vzorca (n)	Starost \bar{x} (SO) [let]	Čas ocenjevanja
Roos & Toksvig-Larsen (7)	švedščina*	105	71,3 (43–86)	Predoperativno, 6 in 12 mesecev po operaciji
de Groot et al. (21)	danščina	63	61 (42–78)	6 mesecev po operaciji
Moutzouri et al. (20)	grščina	60	72,1 (6,88)	Predoperativno in 2 tedna po operaciji
Paradowski et al. (5)	poljščina	68	68,8 (7,8)	Predoperativno in 1–2 leti po operaciji
Gandek & Ware (16)	angleščina*	1179	66,1 (9,7)	Predoperativno in 6 mesecev po operaciji
Reito et al. (4)	finščina	104	69 (8)	Predoperativno in 1 leto po operaciji
Lizaur-Utilla et al. (19)	španščina	137	72,3 (7,5)	Predoperativno in 1 leto po operaciji
Goodman et al. (17)	angleščina*	4641	/	Predoperativno in 2 leti po operaciji
Bin Sheeha et al. (18)	arabščina	100	60 (7)	Predoperativno in 6 mesecev po operaciji
Dagneaux et al. (15)	francoščina	101	70 (46–87)	1 leto po operaciji

\bar{x} – povprečna vrednost; SO – standardni odklon; / – vrednost ni navedena; * – izvornik.

V treh raziskavah (5, 7, 19) so avtorji za vse kategorije KOOS ugotovili visoko do odlično zanesljivost ponovnega ocenjevanja. Ugotavljali so jo z razmikom od enega do dveh tednov (5, 19), desetih dni (20) in od enega do 23 dni (7). Podatki so prikazani v preglednici 2.

V petih raziskavah (5, 16, 19–21) so preverjali notranjo skladnost vprašalnika in ugotovili, da je za večino kategorij KOOS zmerna do visoka (preglednica 3).

Preglednica 2: Zanesljivost ponovnega ocenjevanja Vprašalnika o težavah s kolenskim sklepom pri pacientih s popolno artroplastiko kolena

Avtorji	Bolečina (ICC)	Simptomi (ICC)	ADL (ICC)	S/R (ICC)	QOL (ICC)
Roos & Toksvig-Larsen (7)	0,97	0,94	0,93	0,78	0,88
Moutzouri et al. (20)	0,85	0,73	0,77	0,65	0,78
Paradowski et al. (5)	0,83	0,81	0,83	0,86	0,83
Lizaur-Utilla et al. (19)	0,91	0,85	0,89	0,76	0,82

ADL – dejavnosti vsakodnevnega življenja (angl. activities of daily living); S/R – šport in rekreacija (angl. sport and recreation); QOL – kakovost življenja (angl. quality of life); ICC – intraklasni koeficient korelacije (angl. intraclass correlation coefficient).

Preglednica 3: Notranja skladnost Vprašalnika o težavah s kolenskim sklepom pri pacientih s popolno artroplastiko kolena

Avtorji	Bolečina (α)	Simptomi (α)	ADL (α)	S/R (α)	QOL (α)
de Groot et al. (21)	0,92	0,74	0,94	0,88	0,81
Moutzouri et al. (20)	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8
Paradowski et al. (5)	0,91	0,90	0,91	0,92	0,91
Gandek & Ware (16)	0,88	0,74	0,95	0,89	0,81
Lizaur-Utilla et al. (19)	0,93	0,88	0,86	0,78	0,92

ADL – dejavnosti vsakodnevnega življenja (angl. activities of daily living); S/R – šport in rekreacija (angl. sport and recreation); QOL – kakovost življenja (angl. quality of life); α – Cronbachov koeficient alfa.

Preglednica 4: Sočasna veljavnost Vprašalnika o težavah s kolenskim sklepom s standardiziranimi merilnimi orodji pri pacientih po popolni artroplastiki kolena

Avtorji	Primerjana merilna orodja	Korelacijski koeficient
Gandek & Ware (16)	KOOS (P) – WOMAC (P)	$r = 0,94$
	KOOS (S) – WOMAC (togost)	$r = 0,72$
	KOOS (P) – SF-36 (P)	$r = 0,66$
	KOOS (ADL) – SF-36 (PF)	$r = 0,57$
	KOOS (S/R) – SF-36 (PF)	$r = 0,44$
Roos & Toksvig-Larsen (7)	KOOS (P) – SF-36 (P)	$r_s = 0,62$
	KOOS (ADL) – SF-36 (PF)	$r_s = 0,48$
	KOOS (S/R) – SF-36 (PF)	$r_s = 0,11$
Paradowski et al. (5)	KOOS (P) – SF-36 (P)	$r_s = 0,57$
	KOOS (ADL) – SF-36 (PF)	$r_s = 0,53$
	KOOS (S/R) – SF-36 (PF)	$r_s = 0,42$
Lizaur-Utilla et al. (19)	KOOS (P) – SF-36 (P)	$r_s = 0,81$
	KOOS (ADL) – SF-36 (PF)	$r_s = 0,74$
	KOOS (S/R) – SF-36 (PF)	$r_s = 0,76$
de Groot et al. (21)	KOOS (P) – SF-36 (P)	$r_s = 0,62$
	KOOS (ADL) – SF-36 (PF)	$r_s = 0,83$
	KOOS (S/R) – SF-36 (PF)	$r_s = 0,67$
	KOOS (P) – VAL (P)	$r_s = -0,70$
Dagneaux et al. (15)	KOOS (P) – VAL (P)	$r_s = -0,62$
	KOOS (P) – VAL (P)	$r_s = -0,62$
Moutzouri et al. (20)	KOOS – SF-12 (del, ki oceni telesno funkcioniranje)	r (KOOS P) = 0,32–0,33 r (KOOS S) = 0,26–0,30 r (KOOS ADL) = 0,29–0,45 r (KOOS S/R) = 0,34–0,43 r (KOOS QOL) = 0,13–0,51
Goodman et al. (17)	KOOS – SF-12 (del, ki oceni telesno funkcioniranje)	r_s (KOOS P) = 0,54 r_s (KOOS ADL) = 0,63 r_s (KOOS QOL) = 0,54
Reito et al. (4)	KOOS – OKS	r_s (KOOS P) = 0,63–0,71 r_s (KOOS S) = 0,48–0,50 r_s (KOOS ADL) = 0,64–0,76 r_s (KOOS S/R) = 0,44–0,58 r_s (KOOS QOL) = 0,53–0,54
Bin Sheeha et al. (18)	KOOS (P) – OKS (P)	$r_s = 0,73$
	KOOS (ADL) – OKS (PF)	$r_s = 0,68$

KOOS – vprašalnik o težavah s kolenskih sklepom (angl. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score); SF-36/12 – kratki vprašalnik o zdravju (angl. Short-Form Health Survey); OKS – Oxfordska lestvica kolena (angl. Oxford Knee Scale); WOMAC – Indeks osteoartroze univerz Zahodnega Ontaria in McMaster (angl. Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis index); VAL – vidna analogna lestvica; P: bolečina (angl. pain); S – simptomi; ADL – dejavnosti vsakodnevnega življenja (angl. activities of daily living); S/R – šport in rekreacija (angl. sport and recreation); QOL – kakovost življenja (angl. quality of life); PF – telesno funkcioniranje (angl. physical functioning); r – Pearsonov koeficient korelacije; r_s – Spearmanov koeficient korelacije.

Preglednica 4 prikazuje sočasno povezanost posameznih kategorij KOOS z drugimi standardiziranimi merilnimi orodji. Povezanost z WOMAC je bila med kategorijama bolečina odlična, med kategorijama simptomi in togost pa zmerna do visoka (16). Povezanost kategorije bolečina in vidne analogne lestvice (VAL) za oceno bolečine je bila zmerna do visoka (15, 21). Povezanost KOOS in Oxfordske lestvice kolena

(angl. Oxford Knee Scale – OKS) je bila pri primerjavi s celotno lestvico OKS nizka do zelo visoka (4), pri primerjavi kategorij bolečina ter dejavnosti vsakodnevnega življenja in telesnega funkcioniranja pa zmerna do visoka (18).

Povezanost KOOS s kratkim vprašalnikom o zdravju (angl. 36-Item Short-Form Health Survey – SF-36) je bila med kategorijama bolečina zmerna

Preglednica 5: Velikost učinka Vprašalnika o težavah s kolenskim sklepom pri pacientih s popolno artroplastiko kolena

Avtorji	Velikost učinka (ES)				
	Bolečina	Simptomi	ADL	S/R	QOL
Roos & Toksvig-Larsen (7)	2,28–2,55	1,24–1,59	2,25–2,56	1,18–1,08	2,86–3,54
Moutzouri et al. (20)	0,44	0,41	0,1	/	0,24
Gandek & Ware (16)	1,80	1,25	1,53	1,49	1,99
Lizaur-Utilla et al. (19)	2,12	0,81	1,82	0,82	0,91
Goodman et al. (17)	2,32	/	1,81	/	/

ADL – dejavnosti vsakodnevnega življenja (angl. activities of daily living); S/R – šport in rekreacija (angl. sport and recreation); QOL – kakovost življenja (angl. quality of life); / – vrednost ni navedena; ES – velikost učinka (angl. effect size).

Preglednica 6: Učinka stropa in tal Vprašalnika o težavah s kolenskim sklepom pri pacientih s popolno artroplastiko kolena

Avtorji	Učinek	B (%)	S (%)	ADL (%)	S/R (%)	QOL (%)
Roos & Toksvig-Larsen (7)	UT	pred: 0 po: 0*, 0 [#]	pred: 1 po: 0*, 0 [#]	pred: 0 po: 0*, 0 [#]	pred: 48 po: 16*, 12 [#]	pred: 14 po: 1*, 0 [#]
	US	pred: 1 po: 15*, 22 [#]	pred: 0 po: 3*, 12 [#]	pred: 0 po: 8*, 11 [#]	pred: 0 po: 16*, 9 [#]	pred: 0 po: 11*, 17 [#]
de Groot et al. (21)	UT	po: 0*	po: 0*	po: 0*	po: 7*	po: 3*
	US	po: 10*	po: 3*	po: 7*	po: 0*	po: 6*
Moutzouri et al. (20)	UT	/	/	/	pred: 11,6	pred: 8,3
	US	/	/	/	po: 26,6	/
Paradowski et al. (5)	UT	pred: 3	pred: 3	pred: 4	pred: 56 po: 16	pred: 19
	US	po: 13	po: 3	po: 3	po: 3	po: 2
Gandek & Ware (16)	UT	pred: 0,7 po: 0	pred: 1,3 po: 0	pred: 0,7 po: 0	pred: 28,8 po: 4,1	pred: 14,5 po: 0,6
	US	pred: 0,3 po: 3,6	pred: 0,5 po: 13,7	pred: 0,3 po: 9,4	pred: 0,9 po: 3,9	pred: 0,1 po: 8,2
Lizaur-Utilla et al. (19)	UT	pred: 1 po: 0	pred: 0 po: 0	pred: 0 po: 0	pred: 7 po: 9	pred: z po: 0
	US	pred: 0 po: 9 po: 0	pred: 0 po: 11 po: 0	pred: 0 po: 6 po: 0	pred: 0 po: 10 po: 27	pred: 0 po: 7 po: 0
Dagneaux et al. (15)	UT	po: 0	po: 0	po: 0	po: 27	po: 0
	US	po: 51	po: 37	po: 41	po: 14	po: 31

B – bolečina; S – simptomi; ADL – dejavnosti vsakodnevnega življenja (angl. activities of daily living); S/R – šport in rekreacija (angl. sport and recreation); QOL – kakovost življenja (angl. quality of life); UT – učinek tal; US – učinek stropa; pred – pred operacijo; po – po operaciji; * – 6 mesecev po operaciji; [#] – 12 mesecev po operaciji; / – vrednost ni navedena.

do zelo visoka, med kategorijama dejavnosti vsakodnevnega življenja in telesnega funkcioniranja nizka do zelo visoka ter med kategorijama šport in rekreacija in telesno funkcioniranje zelo nizka do zelo visoka (5, 7, 16, 19, 21). KOOS so v dveh raziskavah (17, 20) primerjali z delom krajše različice kratkega vprašalnika o zdravju (angl. 12-Item Short-Form Health Survey – SF-12), ki oceni telesno

funkcioniranje, in ugotovili, da je bila zelo nizka do zmerna.

Odzivnost KOOS so v petih raziskavah (7, 16, 17, 19, 20) preverjali z velikostjo učinka ter prisotnostjo učinka stropa in tal. V vseh raziskavah so ugotovili velik učinek KOOS ne glede na kategorijo, razen v eni raziskavi (20), v kateri so ugotovili majhno do srednjo velikost učinka (preglednica 5). V raziskavah so velikost učinka ugotavljali v obdobjih

pred operacijo in dva tedna po njej (20), pred operacijo in šest mesecev po njej (7, 16), pred operacijo in 12 mesecev po njej (7, 19) ter pred operacijo in 24 mesecev po njej (17).

Učinek tal so pri kategoriji KOOS šport in rekreacija v treh raziskavah (5, 7, 16) ugotovili pred operacijo in v eni raziskavi (7) po operaciji. Pred operacijo so ga ugotovili tudi pri kategoriji kakovost življenja (5) in pri kategoriji dejavnosti vsakodnevnega življenja (15). V treh raziskavah (17, 19, 20) so avtorji poročali o odsotnosti učinka tal (preglednica 6).

Učinek stropa KOOS so po operaciji ugotovili v treh raziskavah (7, 15, 17) pri kategoriji bolečina, v eni raziskavi (15) pri simptomih, v eni raziskavi (17) pri dejavnostih vsakodnevnega življenja, v treh raziskavah (7, 15, 20) pri športu in rekreaciji ter v dveh raziskavah (7, 15) pri kakovosti življenja. V treh raziskavah (5, 16, 19) so avtorji poročali o odsotnosti učinka stropa (preglednica 6).

RAZPRAVA

V zadnjem času se je povečalo zavedanje o pomembnosti pacientovega mnenja in zadovoljstva pri ovrednotenju izida po popolni artroplastiki kolena (22). Namen pregleda literature je bil ugotoviti zanesljivost, veljavnost in odzivnost KOOS pri pacientih pred popolno artroplastiko kolena in po njej.

Velikost vzorca je bila v sedmih raziskavah, ki smo jih zajeli v pregled (4, 7, 15–19), večja ali enaka 100, ki po merilih COSMIN za samoocenjevalna orodja (23) opredeljuje raziskave odlične kakovosti. V treh raziskavah (5, 20, 21) je velikost vzorca znašala od 50 do 99 preiskovancev, kar označuje zmerno kakovost raziskave (23). V nasprotnem primeru je treba ustreznost velikosti vzorca preveriti z izračunom.

Zanesljivost ponovnega ocenjevanja je bila v treh od štirih raziskav visoka do odlična (5, 7, 19). Kot zmerna se je izkazala le v eni raziskavi (20) pri kategoriji šport in rekreacija, pri čemer je treba upoštevati manjši vzorec ($n = 60$) ter izpolnjevanje KOOS ob odpustu iz bolnišnice (peti dan po operaciji) in nato dva tedna po operaciji. V drugih raziskavah so ocenjevanje zanesljivosti izvedli predoperativno (7) ali vsaj šest mesecev po operaciji

(5, 7, 19). Moutzouri et al. (20) so nižjo stopnjo zanesljivosti v primerjavi z drugimi raziskavami (5, 7, 19) ugotovili tudi pri kategoriji simptomi. Spremenljivost stanja pacienta v obdobju dveh tednov po operaciji bi lahko vplivala na zanesljivost v omenjeni raziskavi (20). Da bi se izognili spremembam zaradi okrevanja, bi morali v zgodnjem obdobju po operaciji, ponovno ocenjevanje izvesti po krajšem obdobju, dva ali tri dni po prvem ocenjevanju.

Tudi notranja skladnost KOOS je bila v večini raziskav zmerna do visoka (5, 16, 19, 21), le v prej omenjeni raziskavi z manjšim vzorcem preiskovancev (20) je bila dva tedna po operaciji nizka pri kategoriji šport in rekreacija.

Visoka do odlična povezanost je bila ugotovljena med kategorijami KOOS bolečina in simptomi ter WOMAC bolečina in togost (16), kar je pričakovano, saj so prevzeta vprašanja ohranjena v enaki obliki kot v WOMAC (7). Ugotovitev podkrepi tudi dejstvo, da je omenjena raziskava višje kakovosti ($n = 1179$), zato lahko z gotovostjo trdimo, da KOOS lahko ustrezno nadomesti WOMAC.

Povezanost s SF-36 je bila med najvišjimi pri kategoriji bolečina (19), saj jo oba vprašalnika ugotovljata med izvajanjem vsakodnevnih dejavnosti. Povezanost med kategorijama dejavnosti vsakodnevnega življenja in telesno funkcioniranje je bila v večini raziskav nizka do visoka (5, 7, 16, 19), le v eni raziskavi (21) je bila zelo visoka. Najnižja povezanost pa je bila med KOOS kategorijo šport in rekreacija ter SF-36 kategorijo telesno funkcioniranje, saj kategorija šport in rekreacija oceni tudi funkcijske sposobnosti (skakanje ter obračanje telesa/vrtenje (sukanje) na poškodovanem kolenu), ki niso takoj izvedljive pri pacientih po popolni artroplastiki kolena (10). Povezanosti posameznih kategorij KOOS z delom SF-12, ki oceni telesno funkcioniranje, so bile nižje, saj omenjeni del SF-12 združuje več različnih kategorij vprašalnika.

Povezanost KOOS z VAL za oceno intenzivnosti bolečine je bila zmerna do visoka, kar je lahko posledica različnih postopkov merjenja, saj KOOS sprašuje po bolečini med dejavnostjo, medtem ko so v raziskavi Dagneaux et al. (15) z VAL izmerili

trenutno bolečino v mirovanju (med sedenjem). V raziskavi de Groot et al. (21) niso opredelili načina merjenja bolečine z VAL.

Velika sposobnost zaznavanja sprememb pri vseh kategorijah KOOS (7, 16, 17, 19) kaže na zmožnost vprašalnika za zaznavo izboljšanja stanja pri starejših po popolni artroplastiki kolena. Najvišje vrednosti velikosti učinka so bile pri kategorijah kakovost življenja in bolečina. V raziskavi Moutzouri et al. (20) so edini poročali o majhni do srednji sposobnosti zaznavanja sprememb, ki so jo preverili v obdobju pred operacijo in dva tedna po njej. KOOS je torej sposoben zaznavati spremembe v daljšem obdobju po popolni artroplastiki kolena (vsaj šest mesecev), a ne v tako kratkem, kot sta dva tedna. Učinek tal se je največkrat pojavil pred operacijo pri kategoriji šport in rekreacija (5, 7, 16), učinek stropa pa po operaciji pri kategorijah bolečina (7, 15, 17) ter šport in rekreacija (7, 15, 20). To omeji sposobnost KOOS za zaznavo zmanjšanja bolečine po operaciji ter izpostavi vprašljivo ustreznost ocenjevanja kategorije šport in rekreacija pri teh pacientih. Ta kategorija naj ne bi bila smiselna za vse paciente s popolno artroplastiko kolena (7), saj je namenjena predvsem mlajšim in aktivnejšim pacientom (7, 24). Kljub vsemu kategorija šport in rekreacija izboljša veljavnost KOOS zaradi ocene funkcijskih sposobnosti, ki jih vsak drugi pacient obravnava kot (zelo) pomembne (7).

V raziskavi (25), ki v naš pregled literature ni bila zajeta, sta avtorja ugotavljala zanesljivost ponovnega ocenjevanja s slovenskim prevodom KOOS pri pacientih z artrozo kolena in po kirurških intervencijah ($n = 10$; starost $39,2 \pm 5$ let), med drugim tudi po popolni artroplastiki kolena. Po ocenjevanju v razmiku 48 ur sta poročala, da je zanesljivost slovenskega prevoda KOOS za vse posamezne kategorije odlična (bolečina ICC = 0,98; simptomi ICC = 0,98; dejavnosti vsakodnevnega življenja ICC = 0,95; šport in rekreacija ICC = 0,96; kakovost življenja ICC = 0,97). Preostale merske lastnosti slovenskega prevoda KOOS še niso bile preverjene, zato bi bilo to treba storiti na dovolj velikem vzorcu.

ZAKLJUČKI

Pregled raziskav je pokazal, da je zanesljivost ponovnega ocenjevanja s KOOS predoperativno ali

vsaj šest mesecev po popolni artroplastiki kolena visoka do odlična, notranja skladnost pa zmerna do visoka. Povezanost KOOS je najvišja z WOMAC pri kategoriji bolečina. KOOS ima veliko sposobnost zaznavanja sprememb od 6 do 24 mesecev po popolni artroplastiki kolena. Učinek tal je pred operacijo največkrat prisoten pri kategoriji šport in rekreacija, učinek stropa pa po operaciji največkrat pri kategorijah bolečina ter šport in rekreacija. Slovenski prevod KOOS je primeren za uporabo pri pacientih z različnimi okvarami kolenskega sklepa, vendar je treba dodatno raziskati njegove merske lastnosti.

LITERATURA

- Slak V & Rugelj D (2022). Merske lastnosti 30-sekundnega testa vstajanja s stola. *Fizioterapija* 30(1): 41–8.
- Tolk JJ, Janssen R, Prinsen C, Latijnhouwers D, van der Steen MC, Bierma-Zeinstra S, Reijman M (2019). The OARSI core set of performance-based measures for knee osteoarthritis is reliable but not valid and responsive. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 27(9): 2898–909.
- Patrick DL, Burke LB, Powers JH, Scott JA, Rock EP, Dawisha S, O'Neill R, Kennedy DL (2007). Patient-reported outcomes to support medical product labeling claims: FDA perspective. *Value Health* 10(2): S125–37.
- Reito A, Järivistö A, Jämsen E, Skyttä E, Remes V, Huhtala H, Niemeläinen M, Eskelinen A (2017). Translation and validation of the 12-item Oxford knee score for use in Finland. *BMC Musculoskelet Disord* 18(1): 74.
- Paradowski PT, Kęska R, Witoński D (2015). Validation of the Polish version of the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) in patients with osteoarthritis undergoing total knee replacement. *BMJ Open* 5(7): e006947.
- Carr A, Hewlett S, Hughes R, Mitchell H, Ryan S, Carr M, Kirwan J (2003). Rheumatology outcomes: the patient's perspective. *J Rheumatol* 30(4): 880–3.
- Roos EM, Toksvig-Larsen S (2003). Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) – validation and comparison to the WOMAC in total knee replacement. *Health Qual Life Outcomes* 1: 17.
- Pedersen ML (2022). KOOS. <http://www.koos.nu/index.html> <24. 8. 2022>.
- Roos EM, Roos HP, Lohmander LS, Ekdahl C, Beynon BD (1998). Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) – development of a self-administered outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther* 28(2): 88–96.
- Peer MA, Lane J (2013). The Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): a review of

- its psychometric properties in people undergoing total knee arthroplasty. *J Orthop Sports Phys Ther* 43(1): 20–8.
11. Shirley Ryan AbilityLab (2022). Rehabilitation Measures Database. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures> <6. 2022>.
 12. Portney LG, Watkins MP (2015). *Foundations of clinical research: applications to practice* 3rd ed. Philadelphia: F.A. Davis Company.
 13. Terwee CB, Bot SD, de Boer MR, van der Windt DA, Knol DL, Dekker J, Bouter LM, de Vet HC (2007). Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J Clin Epidemiol* 60(1): 34–42.
 14. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med* 6 (7): e1000097.
 15. Dagneaux L, Jordan É, Michel E, Karl G, Bourlez J, Canovas F (2022). Are modern knee outcomes scores appropriate for evaluating anterior knee pain and symptoms after total knee arthroplasty? *Orthop Traumatol Surg Res*. In print.
 16. Gandek B, Roos EM, Franklin PD, Ware JE Jr (2019). A 12-item short form of the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS-12): tests of reliability, validity and responsiveness. *Osteoarthritis Cartilage* 27(5): 762–70.
 17. Goodman SM, Mehta BY, Mandl LA, Szymonifka JD, Finik J, Figgie MP, Navarro-Millán IY, Bostrom MP, Parks ML, Padgett DE, McLawhorn AS, Antao VC, Yates AJ, Springer BD, Lyman SL, Singh JA (2020). Validation of the Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score and Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score pain and function subscales for use in total hip replacement and total knee replacement clinical trials. *J Arthroplasty* 35(5): 1200–7.
 18. Bin Sheeha B, Williams A, Johnson DS, Granat M, Bin Nasser A, Jones R (2020). Responsiveness, reliability, and validity of Arabic version of Oxford Knee Score for total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 102(15): e89.
 19. Lizaur-Utilla A, Miralles-Muñoz FA, Gonzalez-Parreño S, Lopez-Prats FA (2019). Validation of the Spanish version of the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) for elderly patients with total knee replacement. *J Orthop Res* 37(10): 2157–62.
 20. Moutzouri M, Tsoumpos P, Billis E, Papoutsidakis A, Gliatis J (2015). Cross-cultural translation and validation of the Greek version of the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) in patients with total knee replacement. *Disabil Rehabil* 37(16): 1477–83.
 21. de Groot IB, Favejee MM, Reijman M, Verhaar JA, Terwee CB (2008). The Dutch version of the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score: a validation study. *Health Qual Life Outcomes* 6: 16.
 22. Kwon SK, Kang YG, Kim SJ, Chang CB, Seong SC, Kim TK (2010). Correlations between commonly used clinical outcome scales and patient satisfaction after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 25(7): 1125–30.
 23. Mookink LB, Prinsen CAC, Patrick DL, Alonso J, Bouter LM, de Vet HCW, Terwee CB (2018). COSMIN methodology for systematic reviews of Patient-Reported Outcome Measures (PROMs) – user manual. VU University Medical Center, Amsterdam Public Health research institute.
 24. Ornetti P, Parratte S, Gossec L, Tavernier C, Argenson JN, Roos EM, Guillemin F, Maillefert JF (2008). Cross-cultural adaptation and validation of the French version of the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) in knee osteoarthritis patients. *Osteoarthritis Cartilage* 16(4): 423–8.
 25. Hlebš S, Škrlec S (2011). Ocena uspešnosti fizioterapije z vprašalnikom o okvari kolena zaradi osteoartritisa. V: 14. kongres fizioterapevtov Slovenije. Z dokazi podprta fizioterapija: zbornik predavanj, Thermana Laško Kongresni center, maj 13–14, 2011. *Fizioterapija* 19, (Suppl 6). Ljubljana: Društvo fizioterapevtov Slovenije – strokovno združenje.

Senzorimotorične okvare pri kronični ali funkcionalni nestabilnosti gležnja – sistematični pregled literature

Sensorimotor impairments in chronic and functional ankle instability – systematic literature review

Tjaž Brezovar¹

IZVLEČEK

Uvod: Zvin gležnja je akutna poškodba lateralnega ligamentarnega kompleksa zgornjega skočnega sklepa. Poškodba se pogosto ponovi, kar lahko vodi v kronično nestabilnost. Kot posledica se kažejo okvare pri senzorimotoričnem uravnavanju gibanja, zato je pomembno, da se jasno opredelijo. Te informacije so bistvene za določanje specifičnih terapevtskih ukrepov s ciljem izboljšati senzorimotorične funkcije pri pacientih z nestabilnostjo gležnja. **Metode:** Iskanje literature je potekalo s pregledom spletnih podatkovnih zbirk Pubmed in Web of Science decembra 2021. Omejili smo se na raziskave, objavljene v angleškem jeziku po letu 2010. **Rezultati:** V pregled literature je bilo vključenih 14 raziskav. Avtorji poročajo o najbolj očitnih okvarah na področju propriocepcije (zaznavanja sile v smeri everzije), o spremenjeni kinematiki hoje (večja plantarna fleksija in inverzija stopala ob prvem dotiku s peto) in o spremenjeni mišični aktivnosti (m. peroneus longus). **Zaključek:** Pacienti s kronično nestabilnostjo gležnja kažejo jasne senzorimotorične okvare in prilagoditve v primerjavi z nepoškodovanimi preiskovanci. Prilagoditve niso prisotne le na ravni povratnih zank, temveč tudi pri vnaprejšnjih aktivacijah motoričnih poti. To področje bi bilo smiselno podrobneje raziskati.

Ključne besede: gleženj, zvin, nestabilnost gležnja, propriocepcija, vnaprejšnja aktivacija motoričnih poti.

ABSTRACT

Background: Ankle sprain is an acute injury to the lateral ligamentous complex of the talocrural joint. It is prone to re-injury, which can lead to chronic instability. Recurrent ankle sprain may lead to impairments in sensorimotor control, so it is important to clearly define them. This information is essential for planning a specific therapeutic intervention to restore sensorimotor function in patients with ankle instability. **Methods:** We reviewed Pubmed and Web of Science databases in December 2021. We included only English articles published after 2010. **Results:** 14 studies were included in the final review. Authors reported the most significant impairments in proprioception (eversion force), changes in gait kinematics (more plantar flexion and foot inversion at initial foot contact), and changes in muscle activity (peroneus longus muscle). **Conclusions:** Patients with chronic ankle instability exhibit significant sensorimotor impairments and adaptations compared to the healthy subjects. Not only are there feedback deficits, but there are significant adaptations in the feed-forward mechanism. This area needs further research.

Key words: ankle, sprain, ankle instability, proprioception, feed-forward mechanism.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: asist. Tjaž Brezovar, mag. fiziot.; e-pošta: tjaz.brezovar@zf.uni-lj.si

Prispelo: 20.10.2022

Sprejeto:

UVOD

Zvin gležnja je akutna poškodba lateralnega ligamentarnega kompleksa zgornjega skočnega sklepa, ki je posledica hipersupinacije – kombinacija prekomerne inverzije s plantarno fleksijo in addukcijo ter notranjo rotacijo golenice. Najpogosteje je poškodovan anteriorni talofibularni ligament – ATF (1). Gre za eno najpogostejših poškodb med splošno in športno populacijo (2), vendar pogosto ni primerno obravnavana, saj kar 55 % pacientov z zvinom gležnja ne poišče strokovne pomoči (3), čeprav obstaja velika verjetnost, da se bo poškodba ponovila (4). Poškodba lateralnega ligamentarnega kompleksa lahko vodi v mehanično nestabilnost. Sočasna poškodba peronealnih mišic in kit, peronealnega živca in sklepnih proprioceptorjev pa lahko povzroči tudi funkcionalno nestabilnost, ki se kaže kot okvara živčno-mišičnega sistema in je lahko razlog za ponovno poškodbo (5).

Kronična nestabilnost gležnja je definirana kot stanje negotovosti gležnja (angl. giving way), ki je navadno posledica ponavljajočih se supinacijskih zvinov (6). Predvideva se, da od 30 % do 70 % tistih, ki so doživeli prvi zvin gležnja, razvije kronično nestabilnost gležnja, pri čemer se pogosto pojavijo subjektiven občutek nestabilnosti, otekanje in bolečina (6, 7). Kronično nestabilnost gležnja lahko opredelimo kot funkcionalno ali mehanično. Funkcionalna nestabilnost je definirana na podlagi poročanja pacienta. Zanj so značilne okvare senzomotoričnih funkcij in živčno-mišičnega sistema ter omejitve gibalnih dejavnosti. Za določanje mehanične nestabilnosti sta potrebna fizioterapevtski pregled in izvedba sprednjega predalčnega testa skočnice, saj je mehanična nestabilnost posledica povečane laksnosti ligamentov (8). Vedno več je dokazov, da so ponavljajoči se zvini gležnja razlog za razvoj artroze gležnja (9, 10). Kar štirje od petih primerov artroze v gležnju so posledica predhodne poškodbe (11), kar vpliva tudi na kakovost življenja (12).

Posledice ponavljajočih se poškodb gležnja se kažejo kot okvare na področju občutka za gibanje sklepa (kinestezijska) in občutka za položaj sklepa (13); spremenjen občutek za silo (sposobnost preiskovanca, da ponovi silo z aktivacijo specifične mišične skupine) (14, 15); spremembe pri stopnji aktivnosti posameznih mišičnih skupin (15, 16);

spremenjena kinematika hoje in mišična aktivnost med hojo (17, 18) ter zmanjšano ravnotežje (19). Nekateri izmed naštetih okvar pojasnjuje Freemanova teorija oziroma model sklepne deafferentacije, ki jih opredeli kot posledico poškodbe receptorjev v vezeh in sklepni ovojnici ter njihovih aferentnih živčnih vlaken, zaradi katere ne pridobimo pravilne povratne informacije o položaju sklepa, ki bi lahko bil potencialno nevaren. Prav tako je reakcija pereonealnih mišic prepočasna, da bi preprečila poškodbo (20). Gre za uveljavljeno teorijo, ki pa se ne sklada z rezultati drugih raziskav (21, 22), v katerih kljub vbrizganju anestetika v lateralni ligamentarni kompleks in s tem blokadi mehanoreceptorjev v vezeh in sklepni ovojnicah niso zaznali pričakovanega zmanjšanja proprioceptivnosti. Freemanova teorija temelji samo na modelu omenjenih povratnih zank (angl. feedback), ne upošteva pa modela vnaprejšnje aktivacije motoričnih poti (angl. feed-forward) (23).

Pacienti s kronično nestabilnostjo gležnja imajo okvare v senzomotoričnem sistemu, kar lahko vodi v ponavljajoče se poškodbe, zato je pomembno, da se jasno opredelijo. Te informacije so bistvenega pomena za določanje specifičnih terapevtskih ukrepov za obnavljanje funkcijskih sposobnosti pri pacientih z nestabilnostjo gležnja.

Namen tega sistematičnega pregleda je bil ugotoviti, katere senzomotorične funkcije so pri pacientih s kronično nestabilnostjo gležnja spremenjene v primerjavi z zdravimi preiskovanci, ne glede na mehanično ali funkcionalno nestabilnost. Naš cilj je bil pregledati novejšo literaturo s tega področja in izpostaviti senzomotorične spremembe, ki jih imajo pacienti s kronično nestabilnostjo gležnja. Te informacije so zelo pomembne za uspešno in ciljno usmerjeno fizioterapevtsko obravnavo pacientov s kronično nestabilnostjo gležnja ter kot izhodišče za nadaljnje raziskave.

METODE

Iskanje literature je potekalo s pregledom podatkovnih zbirk Pubmed (24) in Web of science (25) decembra 2021. Uporabili smo ključne besede gleženj, zvin in nestabilnost gležnja. V obeh podatkovnih zbirkah smo uporabili naslednji iskalni niz: (((ankle[Title/Abstract]) AND (proprio*[Title/Abstract])) AND ("chronic ankle"

OR CAI[Title/Abstract] OR FAI[Title/Abstract]))). Omejili smo se na raziskave, objavljene v angleškem jeziku po letu 2010.

Merila za vključitev so bila: članki v angleškem jeziku, objavljeni po letu 2010, v katerih so ugotavljali senzomotorične spremembe na področju gležnja pri preiskovancih s kronično nestabilnostjo gležnja in jih primerjali z zdravimi preiskovanci ali nepoškodovano kontralateralno stranjo. Izključene so bile vse raziskave, ki so vključevale terapevtske postopke (proprioceptivno vadbo ali vadbo za izboljšanje mišične moči, kirurški poseg, opornice itn.) ali v njih ni bilo jasno opredeljeno, da gre za preiskovance s kronično nestabilnostjo gležnja.

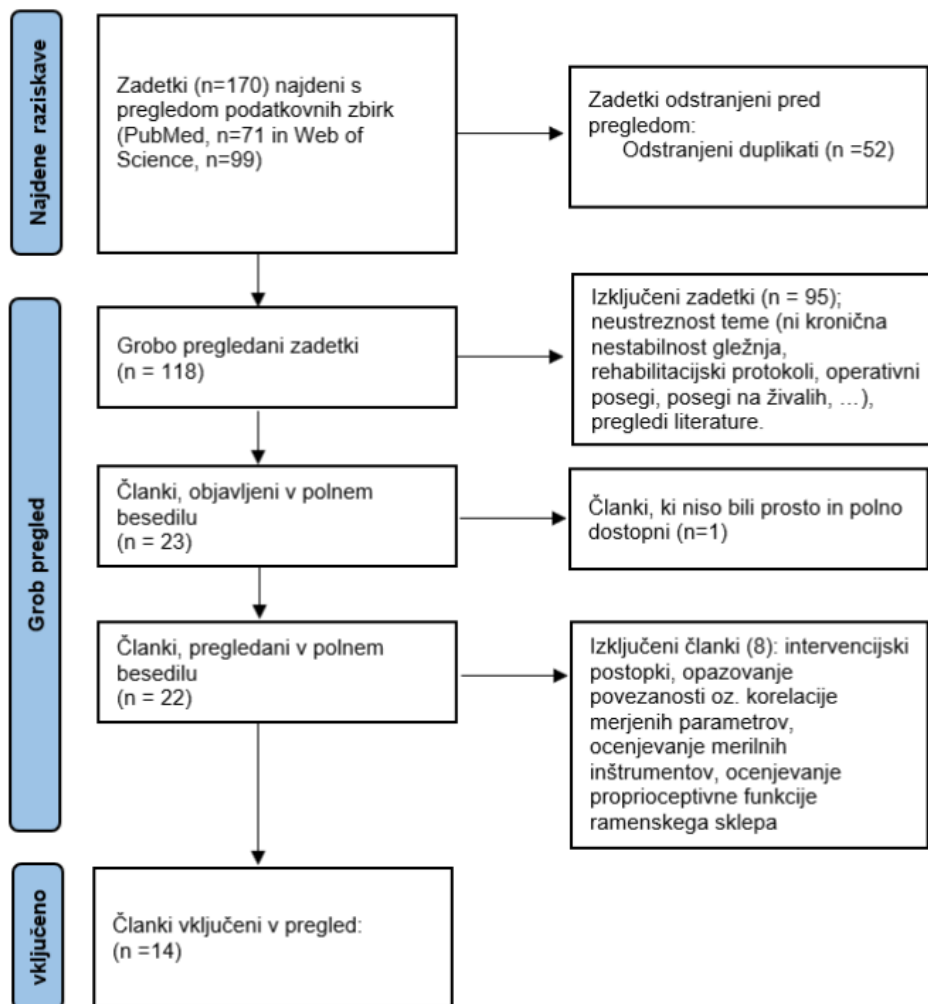
REZULTATI

Izbor raziskav

Na podlagi iskalnega niza je bilo najdenih 170 člankov. Po odstranitvi duplikatov (52) in grobem pregledu naslovov je bilo izločenih 147 člankov. Enega izmed 23 člankov ni bilo mogoče pridobiti v polnem besedilu. Po pregledanih člankih v polnem besedilu smo izločili še 8 raziskav. V končni pregled je bilo vključenih 14 raziskav (27–40). Postopek iskanja in izbire raziskav je prikazan na sliki 1.

Značilnosti vključenih raziskav

V grobem lahko pregledane raziskave razdelimo na tiste, v katerih so ugotavljali spremembe občutka



Slika 1: Potek izbire raziskav pri pregledu literature na področju senzomotoričnega sistema pacientov s kronično nestabilnostjo gležnja po diagramu PRISMA (26)

za položaj in gibanja sklepa (27–31) in občutka za silo (32–35), mišično aktivnost (36, 37), kinematiko hoje (38, 39), ter na tiste, v katerih so opazovali več spremenljivk (40). Povprečna starost vključenih preiskovancev s kronično nestabilnostjo gležnja je bila med 20,0 in 31,5 leta, v primerjalni skupini zdravih preiskovancev pa med 20,3 in 29,1 leta. V splošnem so imele vse vključene raziskave dobro primerljive skupine. Merila za vključitev v skupino s kronično nestabilnostjo gležnja so bila primerljiva, vendar so se med posameznimi raziskavami razlikovala. Vsem raziskavam je bilo skupno, da so pacienti doživeli vsaj en zvin gležnja ter imeli subjektiven občutek popuščanja oziroma nestabilnosti. Število zvinov gležnja (od enkrat do trikrat) in obdobje zvina gležnja (med 6 in 12 meseci pred izvedbo raziskave) se je med raziskavami razlikovalo. V večini raziskav so kronično nestabilnost gležnja potrdili z vprašalniki, in sicer cumberlandovo orodje za nestabilnost gležnja (angl. The Cumberland Ankle Instability Tool – CAIT), vprašalnik za oceno sposobnosti gležnja in stopala (angl. Foot and Ankle Ability Measure – FAAM), indeks omejitev sposobnosti gležnja in stopala (angl. The Foot & Ankle Disability Index – FADI) in vprašalnik za oceno nestabilnosti gležnja (angl. Ankle Instability Instrument – AII) (preglednica 1).

Izidi meritev propriocepcije

V dveh raziskavah (27, 28) so propriocepcijo merili z napravo za razlikovanje inverzije gležnja ob doskoku (angl. Ankle Inversion Discrimination Apparatus for Landing – AIDAL). Rezultati kažejo, da so pacienti s kronično nestabilnostjo gležnja med hojo v fazi opore ob dostopu statistično značilno slabše razlikovali položaj gležnja v različnih obsegih giba inverzije kot kontrolna skupina, prav tako je bila ugotovljena nizka korelacija med stopnjo CAIT in rezultati AIDAL (28). Opazili so tudi statistično značilno slabše razlikovanje vseh štirih položajev inverzije pri skupini s kronično nestabilnostjo gležnja (27). V eni raziskavi (31) so meritve opravili z napravo za razlikovanje aktivnega giba (angl. Active Movement Extent Discrimination Apparatus – AMEDA), pri čemer niso zaznali statistično pomembnih razlik med skupinama. Do razlik med skupinama pa je prišlo pri večkratnem ponavljanju testiranja, saj je skupina s funkcionalno nestabilnostjo gležnja pri

razlikovanju različnih položajev inverzije stopala napredovala počasneje kot kontrolna skupina.

Občutek za položaj sklepa so merili v treh raziskavah (29, 30, 40). V eni raziskavi (29) so ugotovili statistično značilno slabše zaznavanje supiniranega položaja gležnja preiskovancev s kronično nestabilnostjo gležnja v primerjavi s kontrolno skupino, pri drugih raziskavah (30, 40) pa niso opazili statistično pomembnih razlik. Razlike v občutku za silo so ugotavljali v petih raziskavah (29, 30, 33–35). Statistično značilno zmanjšan občutek za silo je bil ugotovljen v smeri pronacije in supinacije (29) ter v smeri everzije (30), v drugi raziskavi (34) pa so zaključili, da imajo pacienti s kronično nestabilnostjo gležnja statistično značilno slabšo natančnost v smeri inverzije v primerjavi s kontrolno skupino. Skupina s kronično nestabilnostjo gležnja je pri obeh gibih tudi statistično značilno slabše ohranjala enakomernost sile (angl. force steadiness) in natančnost sile pri 10 % maksimalne hotene izometrične kontrakcije. Pri skupini s funkcionalno nestabilnostjo gležnja je bila pri 30 % maksimalne hotene kontrakcije ugotovljena večja napaka pri ponovitvi sile v smeri everzije (35), prav tako rezultati raziskave kažejo, da pacienti s funkcionalno nestabilnostjo gležnja pri 10 % in 30 % maksimalne hotene kontrakcije ponovijo silo v smeri everzije z večjo absolutno napako v primerjavi s kontrolno skupino (33).

Izidi meritev mišične aktivnosti

V dveh raziskavah (36, 37) so z elektromiografijo opazovali aktivnost mišic spodnjega uda pri lateralnem doskoku (36) in hoji (37). Pri pacientih s kronično nestabilnostjo gležnja je bila zaznana statistično značilno večja aktivnost m. peroneus longus in m. gluteus maximus tik pred doskokom, ni pa bilo opaziti statistično pomembnih razlik pri aktivnosti m. gluteus medius (36). V drugi raziskavi (37) so opazovali aktivnost mišic (m. peroneus longus, m. tibialis anterior, m. gastrocnemius lateral, m. biceps femoris, m. rectus femoris, m. gluteus medius) pri hoji. Mišici peroneus longus in rectus femoris sta se pri skupini s kronično nestabilnostjo gležnja aktivirali statistično značilno prej. Poleg tega je bila mišica peroneus longus pri skupini s kronično nestabilnostjo gležnja v celotni fazi zamaha med hojo aktivna dlje časa (37). Le v eni raziskavi (32) so proučevali maksimalni izokinetični navor, in sicer pri dveh kotnih hitrostih

Preglednica 1: Značilnosti preiskovancev in merila za vključitev

Raziskava	Značilnosti preiskovancev			Merila za vključitev KNG
	Število preiskovancev	Starost preiskovancev (leta)	Vrednosti CAIT	
Han et al. 2021 (28)	N: 36 (18 KNG in 18 KS)	KNG: 23,4 KS: 23,7	KNG: 21,2 ± 2,7; KS: 28,7 ± 1,1	- vsaj en zvin gležnja z eno ali več epizodami občutka nestabilnosti gležnja - vrednost CAIT < 24
Hagen et al. 2018 (29)	N: 40 (20 KNG in 20 KS)	KNG: 23,9 KS: 22,5	KNG: 14,8 ± 4,0; KS: 29,1 ± 0,8	- vsaj en zvin gležnja z eno ali več epizodami občutka nestabilnosti gležnja - vrednost CAIT ≤ 25*
Sousa et al. 2017 (30)	N: 44 (24 KNG in 20 KS)	KNG: 20,4 in 20,8 KS: 21,8	/	- merila Mednarodnega konzorcija za gleženj - brez vprašalnika CAIT ali AII*
Witchalls et al. 2014 (31)	N: 61 (36 KNG in 25 KS)	KNG: 22,7 KS: 24,7	/	- vrednost CAIT < 27*
Yu et al. 2021 (27)	N: 30 (15 KNG in 15 KS)	KNG: 23,9 KS: 23,1	KNG: 21,1 ± 3,33; KS: 28,9 ± 1,1	- brez podatka o popuščanju gležnja - vrednost CAIT < 24 - merila Mednarodnega konzorcija za gleženj - vsaj 1-krat v zadnjih 6 mesecih občutek popuščanja gležnja
Lee et al. 2021 (34)	N: 42 (21 KNG in 21 KS)	KNG: 22,2 KS: 22,7	/	- merila Mednarodnega konzorcija za gleženj - FAAM ADI (< 90 %) - FAAM SPORTS (< 80 %) - AII – 5x DA
Wright & Arnold, 2012 (33)	N: 64 (32 KNG in 32 KS)	KNG: Ž – 23,1 M – 27,3 KS: Ž – 22,8, M – 23,7	< 27 (brez povprečne vrednosti)	- Vrednost CAIT < 27* - vsaj 1-krat na mesec občutek popuščanja gležnja
Ko et al. 2020 (32)	N: 203	31,5	/	- pacienti, ki čakajo na operacijo zaradi KNG - vsi pacienti z izokinetičnimi testi in testi ravnotežja
Simon et al. 2013 (35)	N: 28 (14 FNG in 14 KS)	FAI: 20,8 KS: 21,2	/	- AII – 5x DA - občutek popuščanja gležnja (1–6 mesecev pred raziskavo)
Webster et al. 2016 (36)	N: 32 (16 KNG in 16 KS)	KNG: 22,0 KS: 20,5	/	- FAAM ADI (< 90 %) - FAAM SPORTS (< 80 %) - vsaj 1-krat v zadnjih 6 mesecih občutek popuščanja gležnja
Feger et al. 2015 (37)	N: 30 (15 KNG in 15 KS)	KNG: 23,0 KS: 22,9	/	- FAAM sport scale < 85 % - brez podatka o popuščanju gležnja*
Hamacher et al. 2016 (38)	N: 24 (12 KNG in 12 KS)	KNG: 24,0 KS: 27,0	/	- vsaj en zvin v zadnjih petih letih v zadnjih 12 mesecih vsaj 2-krat občutek popuščanja gležnja
Tavakoli et al. 2016 (39)	N: 40 (21 FNG in 19 KS)	FNG: 25,6 KS: 25,0	/	- FAAM ADI (< 90 %) - FAAM SPORTS (< 80 %) - sprednji predalčni test skočnice - test nagiba skočnice
Alghadir et al. 2020 (40)	N: 60 (30 KNG in 30 KS)	KNG: 21,4 KS: 22,1	/	- zvin gležnja 1. ali 2. stopnje - vsaj 3-krat v zadnjih 12 mesecih občutek popuščanja gležnja - test nagiba skočnice - sprednji predalčni test skočnice

KNG – kronična nestabilnost gležnja, FNG – funkcionalna nestabilnost gležnja, MNG – mehanična nestabilnost gležnja, N – število, KS – kontrolna skupina, M – moški, Ž – ženske, CAIT – Cumberlandovo orodje za nestabilnost gležnja (angl. *The Cumberland Ankle Instability Tool*), FAAM – Vprašalnik za oceno sposobnosti gležnja in stopala (angl. *Foot and Ankle Ability Measure*), FADI – indeks omejitev sposobnosti gležnja in stopala (angl. *The Foot & Ankle Disability Index*), AII – vprašalnik za oceno nestabilnosti gležnja (angl. *Ankle Instability Instrument*), AMEDA – naprava za razlikovanje aktivnega giba (angl. *Active Movement Extent Discrimination Apparatus*), AIDAL – naprava za razlikovanje inverzije gležnja ob pristanku (angl. *Ankle Inversion Discrimination Apparatus for Landing*), * – ne upošteva meril Ankle Consortium, / – ni podatka.

(30°/s, 120°/s) za giba inverzije in everzije. Meritve so primerjali z nepoškodovano stranjo – nestabilen gleženj se je izkazal za statistično značilno šibkejšega v obeh smereh in kotnih hitrostih (32).

Kinematika hoje in teka

V dveh raziskavah (38, 39) so s tridimenzionalnim sistemom infrardečih kamer za analizo gibanja merili spremembe v kinematiki teka (38) in hoje (39) pri pacientih s kronično nestabilnostjo gležnja v primerjavi z zdravimi. Ni bilo zaznanih statistično pomembnih razlik pri obsegih gibov inverzije/everzije oziroma plantarne/dorzalne fleksije med skupinama, ugotovljena pa je bila statistično značilna sprememba variabilnosti kinematike pri teku v frontalni ravnini (gib inverzije in everzije) pri pacientih s kronično nestabilnostjo gležnja – tako v fazi opore kot tudi fazi zamaha (38). Za giba plantarne in dorzalne fleksije niso ugotovili statistično pomembnih razlik v variabilnosti (38).

Pri sproščeni hoji na 10 metrov brez dodatnih kognitivnih nalog so zaznali razlike med opazovanima skupinama, in sicer je imela skupina s funkcionalno nestabilnostjo gležnja stopalo statistično značilno bolj v položaju inverzije pred prvim dotikom s peto in po njem. Pri skupini s funkcionalno nestabilnostjo gležnja se je ob izvajanju dodatne kognitivne naloge povečal obseg giba plantarne fleksije in inverzije v obdobju 200 ms pred prvim dotikom s peto in po njem, tako v primerjavi s sproščeno hojo brez dodatne kognitivne naloge kot tudi v primerjavi s kontrolno skupino (39).

RAZPRAVA

V pregled literature smo uvrstili raziskave, v katerih so proučevali kronično ali funkcionalno nestabilnost gležnja. Termina za kronično nestabilnost gležnja (angl. CAI) in funkcionalno nestabilnost gležnja (angl. FAI) se prepletata in nista jasno definirana, na kar so opozorili tudi Delahunt in sodelavci (41), ki navajajo, da je v raziskavah, ki poročajo o nestabilnosti gležnja, prisotna nekonsistentnost pri uporabi terminov. Smiselno in potrebno bi bilo, da se naprej v raziskave vključujejo preiskovanci po merilih Mednarodnega konzorcija za gleženj (angl. International Ankle Consortium) (8), saj jih lahko le tako medsebojno kakovostno primerjamo, poleg tega pa je težko pričakovati okvare, značilne za

paciente s kronično nestabilnostjo gležnja, če so merila za vključitev preblaga in nedorečena. Avtorji navajajo, da bi moralo biti samoporočanje pacienta potrjeno z enim izmed vprašalnikov CAIT, AII in identifikacija funkcionalne nestabilnosti gležnja (angl. Identification of Functional Ankle Instability – IdFAI, vprašalnika FAAM in izid stopala in gležnja (angl. Foot and Ankle Outcome – FAOS) pa naj bi se uporabila le, ko je v raziskavi pomembno opredeliti stopnjo omejitve (8). Sicer je bil v pregledanih raziskavah najpogosteje uporabljeno merilo za vključitev občutek popuščenja gležnja in vsaj ena resna primarna poškodba (med prvim in petim letom pred raziskavo). V treh raziskavah niso vključili nobenega vprašalnika, tri raziskave so uporabile le vprašalnik FAAM, dve sta uporabili vprašalnik AII, preostale pa CAIT. Zanimivo je, da so raziskovalci pri vprašalniku CAIT postavili različne mejne vrednosti – pri slednjem bi morala biti meja za vključitev < 24 (8), vendar v treh vključenih raziskavah, ki so uporabile ta vprašalnik, ni bilo tako.

Vse vključene raziskave, v katerih so proučevali zaznavo sile (29, 30, 33–35) so poročale o okvarah, ki so bile najočitnejše v smeri everzije in pri nižjih stopnjah maksimalne hotene mišične kontrakcije. Pri teh meritvah se preverja zmožnost pacienta, da z določeno mišično skupino ponovi neko silo. Slabši rezultati pacientov s kronično nestabilnostjo gležnja bi bili lahko posledica zmanjšane propriocepcije zaradi okvare mišičnega vretena in golgijevih kitnih organov, ki so v mišicah in kitah poškodovanega sklepa (23). Ni povsem jasno, zakaj bi bila napaka večja pri nižjih stopnjah obremenitve maksimalne hotene mišične kontrakcije. Arnold in Docherty (42) navajata dva mehanizma, ki bi bila lahko razlog za ta pojav. Ko se poveča mišična kontrakcija, se poveča tudi število aktivnih motoričnih enot in s tem mišičnih vreten ter golgijevih kitnih organov, kar bi lahko povečalo periferno povratno informacijo. Večje obremenitve zahtevajo večjo centralno pobudo, kar lahko vpliva na močnejše descendente prilive iz možganskih motoričnih centrov.

Čeprav so eno glavnih orodij za merjenje propriocepcije občutek za položaj sklepa in meritve kinestezije, pa ob pregledu literature nismo našli na veliko raziskav, ki bi uporabile to merilno orodje. Ugotovljen je bil slabši občutek za položaj sklepa v smeri supinacije (29), v smeri dorzalne in plantarne

fleksije (40), v eni izmed raziskav pa niso zaznali večjih razlik med opazovanima skupinama (30). Eden od razlogov za nasprotujoče si rezultate bi lahko bila tudi ekološka veljavnost uporabljenih merilnih instrumentov, ki je za občutek za položaj sklepa nizka (43), saj se protokoli za testiranje močno razlikujejo od normalne funkcije, v kateri gleženj večino časa deluje – to je zaprta kinetična veriga z obremenitvijo teže telesa. Preostale raziskave (27, 28, 31) so proprioceptivno funkcijo ugotovljale z AMEDA in AIDAL, ki imata večjo ekološko veljavnost (31, 43), saj se pri slednjih testiranje izvaja v funkcionalnem stoječem položaju z obremenitvijo teže telesa. V obeh raziskavah, pri katerih so meritve izvajali z AIDAL (27, 28), so zaključili, da je zaznavanje naklona ob dostopu pri pacientih s kronično nestabilnostjo gležnja slabše kot pri nepoškodovanih, kar kaže na to, da pacienti s kronično nestabilnostjo gležnja težje razločijo položaj stopala v zaprti kinetični verigi, ko je gleženj obremenjen s težo telesa.

Da je pri pacientih s kronično nestabilnostjo gležnja mišična aktivnost spremenjena, so izpostavili tudi v raziskavah (36, 37), v katerih so zaznali aktivnejšo m. peroneus longus pred prvim dotikom pete in po njem, med doskokom (36) in hojo (37). Kontrakcija mišic in napetost vezi ustvarita togost, ki služi kot dinamična omejitev za gibanje sklepa (44), kar bi lahko bil razlog za večjo aktivnost m. peroneus longus, saj ima slednja glavno vlogo pri omejevanju inverzije v subtalarnem sklepu, s čimer zagotavlja zaščito pred inverzijskim zvinom (45). Predhodne raziskave nakazujejo, da se refleksna aktivacija m. peroneus longus ne zgodi dovolj hitro, da bi preprečila poškodbo ob nenadni in nepričakovani inverziji (20, 46). Prav zato je za zaščito gležnja potrebna predpriprava z mišično aktivacijo pred dostopom (20). Zanimivo je, da niso zaznali vnaprejšnje aktivacije m. gluteus medius, ki ima sicer pomembno funkcijo v fazi opore med hojo in pri kateri je bila ugotovljena šibkejša maksimalna hotena izometrična kontrakcija pri pacientih s kronično nestabilnostjo gležnja (34). V raziskavi (47), ki sicer ni bila zajeta v ta pregled literature, so pri hoji ugotovili zmanjšano aktivnost m. gluteus medius pacientov s kronično nestabilnostjo gležnja.

Poleg spremenjene aktivnosti mišic so v dveh raziskavah (38, 39) opazili tudi spremembe v kinematiki teka (38) in hoje (39) pri pacientih s

kronično nestabilnostjo gležnja v primerjavi z zdravimi. Ugotovljeni sta bili povečana inverzija pred prvim dotikom pete in po njem (39) ter povečana variabilnost v smeri inverzije-everzije pri pacientih s kronično nestabilnostjo gležnja v fazi opore in fazi zamaha (38). Za učinkovit motorični odziv je potrebna vidna, vestibularna in somatosenzorna povratna informacija. Vnaprejšnja prilagoditev je nujna za zagotavljanje primerne stabilnosti v sklepu. Ta prilagoditev je pri pacientih z nestabilnostjo gležnja spremenjena, poleg tega je bilo dokazano, da je za integracijo senzoričnih informacij nujna tudi pozornost – očitno še toliko večja pri pacientih z nestabilnostjo gležnja. Predvideva se, da lahko neprimeren položaj stopala ob prvem dotiku pete poveča verjetnost za hiperinverzijsko poškodbo. Bolj ko je stopalo v položaju everzije, bolj se os subtalarnega sklepa pomakne medialno, v položaju inverzije pa se pomakne bolj proti lateralni strani, zato bo invertirano stopalo, ki je obremenjeno s težo telesa, ob vsakem koraku težilo k večji inverziji – ob tem se povečuje strižna sila in s tem navor, kar lahko vodi v popuščanje gležnja. V omenjenem primeru mišice, ki izvajajo pronacijo, niso zmožne zadržati položaja sklepa v času obremenitve teže telesa, predvsem če upoštevamo, da so že tako šibkejše v primerjavi z zdravimi (48).

Poudariti je treba, da sta bili pregledani le dve podatkovni zbirki, iskanje pa omejeno na zadnjih 12 let, kar je ena izmed pomanjkljivosti tega pregleda literature, poleg tega je bil pregled zastavljen zelo široko, zato je število raziskav, ki bi bile med seboj primerljive, majhno, kar je otežilo interpretacijo rezultatov.

ZAKLJUČEK

Pacienti s kronično nestabilnostjo gležnja kažejo jasne senzorimotorične okvare in prilagoditve v primerjavi z nepoškodovanimi preiskovanci pri proprioceptiji, mišični aktivnosti, kinematiki hoje in teka. Pri proprioceptiji je okvara najizrazitejša pri ponovitvi sile mišic, ki izvajajo gib everzije – ta je najočitnejša pri nižjih stopnjah maksimalne hotene izometrične kontrakcije. Pri interpretaciji proprioceptivnih okvar je treba upoštevati tudi ekološko veljavnost merilnih instrumentov. Za ocenjevanje občutka za položaj sklepa je smiselna uporaba orodij, ki vključujejo obremenitev gležnja s težo telesa, kot sta na primer AIDAL in AMEDA.

Pri mišični aktivnosti bi izpostavili m. peroneus longus, ki se aktivira prej in je tudi aktivna skozi daljše obdobje faze koraka, kar bi lahko bila posledica vnaprejšnje aktivacije motoričnih poti. Prav tako je pri hoji opaziti spremenjeno kinematiko, predvsem povečano plantarno fleksijo in inverzijo ob prvem dotiku s peto, kar bi lahko bil razlog za občutek popuščanja gležnja. Glede na pregledano literaturo lahko zaključimo, da poleg mehanizma povratnih zank obstaja pri pacientih s kronično nestabilnostjo gležnja v precejšnji meri spremenjena tudi vnaprejšnja aktivacija motoričnih poti, ki ima gotovo pomembno vlogo pri zaščiti gležnja pred ponovno poškodbo, vendar mehanizem delovanja še ni popolnoma jasen. To bi bilo dobro podrobneje raziskati.

LITERATURA

- Golanó P, Vega J, de Leeuw PAJ, Malagelada F, Manzanares MC, Götzens V, et al. (2010). Anatomy of the ankle ligaments: A pictorial essay. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 18(5): 557–69.
- Al-Mohrej OA, Al-Kenani NS (2016). Chronic ankle instability: Current perspectives. *Avicenna J Med* 6(4): 103–8.
- Cooke MW, Lamb SE, Marsh J, Dale J (2003). A survey of current consultant practice of treatment of severe ankle sprains in emergency departments in the United Kingdom. *Emerg Med J* 20(6), 505–7.
- Herzog MM, Kerr ZY, Marshall SW, Wikstrom EA (2019). Epidemiology of ankle sprains and chronic ankle instability. *J Athl Train* 54(6): 603–10.
- Hertel J (2000). Functional Instability Following Lateral Ankle Sprain. *Sport Med* 29(5): 361–71.
- Mphil MSY, Chan K-M, Mphil CHS, Yuan WY (1994). An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sp Med* 28(2): 112–6.
- Braun BL (1999). Effects of Ankle Sprain in a General Clinic Population 6 to 18 Months After Medical Evaluation. *Arch Fam Med* 8(2): 143–8.
- Gribble PA, Delahunt E, Bleakley CM, Caulfield B, Docherty CL, Fong DTP, et al. (2014). Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: A position statement of the international ankle consortium. *J Athl Train* 49(1): 121–7.
- Hiller CE, Nightingale EJ, Raymond J, Kilbreath SL, Burns J, Black DA, et al. (2012). Prevalence and impact of chronic musculoskeletal ankle disorders in the community. *Arch Phys Med Rehabil* 93(10): 1801–7.
- Brown TD, Johnston RC, Saltzman CL, Marsh JL, Buckwalter JA (2006). Posttraumatic Osteoarthritis: A First Estimate of Incidence, Prevalence, and Burden of Disease. *J Orthop Trauma* 20(10): 739–44.
- Saltzman CL, Zimmerman MB, O’rourke M, Brown TD, Buckwalter IA, Johnston R (2006). Impact of comorbidities on the measurement of health in patients with ankle osteoarthritis. *J Bone Joint Surg* 88(11): 2366–72.
- Caine DJ, Golightly YM (2011). Osteoarthritis as an outcome of paediatric sport: An epidemiological perspective. *Br J Sports Med* 45(4): 298–303.
- Xue X, Ma T, Li Q, Song Y, Hua Y (2021). Chronic ankle instability is associated with proprioception deficits: A systematic review and meta-analysis. *J Sport Health Sci J* 10(2): 182–91.
- Docherty CL, Arnold BL, Hurwitz S (2006). Contralateral force sense deficits are related to the presence of functional ankle instability. *J Orthop Res* 24(7): 1412–9.
- Wilkerson GB, Pinerola Jase J, Caturano Robert W (1997). Invertor vs. evertor peak torque and power deficiencies associated with lateral ankle ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther* 26(2): 78–86.
- Hartsell HD, Spaulding SJ (1999). Eccentric/concentric ratios at selected velocities for the invertor and evertor muscles of the chronically unstable ankle. *Br J Sports Med* 33(4): 255–8.
- Becker HP, Rosenbaum D, Claes L, Gerngroß S (1997). Dynamische Pedographie zur Abklärung der funktionellen Sprunggelenkinstabilität. *Unfallchirurg* 100(2): 133–9.
- Monaghan K, Delahunt E, Caulfield B. Ankle function during gait in patients with chronic ankle instability compared to controls (2006). *Clin Biomech* 21(2): 168–74.
- Mckee PO, Hertel J (2008). Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: Can deficits be detected with instrumented testing? *J Athl Train* 43(3): 293–304
- Konradsen L, Voigt M, Hojsgaard C (1997). Ankle inversion injuries the role of the dynamic defense mechanism. *Am J Sports Med* 25(1): 54–8.
- Konradsen L, Ravn JB, Sørensen AI (1993). Proprioception at the ankle: the effect of anaesthetic blockade of ligament receptors. *J Bone Joint Surg* 75(3): 433–6.
- Hertel JN, Guskiewicz KM, Kahler DM, Perrin DH (1996). Effect of lateral ankle joint anesthesia on center of balance, postural sway, and joint position sense. *J Sport Rehabil* 5(2): 111–9.
- Hertel J (2008). Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. *Clin Sports Med* 27(3): 353–70.
- PubMed Central. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>, 15. 12. 2021.

25. Web of Science Group. <https://mjl.clarivate.com/search-results>, 15. 12. 2021.
26. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Int J Surg* 8(5): 336–41.
27. Yu R, Yang Z, Witchalls J, Adams R, Waddington G, Han J (2021). Kinesiology tape length and ankle inversion proprioception at step-down landing in individuals with chronic ankle instability. *J Sci Med Sport* 24(9): 894–9.
28. Han J, Yang Z, Adams R, Ganderton C, Witchalls J, Waddington G (2021). Ankle inversion proprioception measured during landing in individuals with and without chronic ankle instability. *J Sci Med Sport* 24(7): 665–9.
29. Hagen M, Lemke M, Lahner M (2018). Deficits in subtalar pronation and supination proprioception in subjects with chronic ankle instability. *Hum Mov Sci* 57: 324–31.
30. Sousa ASP, Leite J, Costa B, Santos R (2017). Bilateral proprioceptive evaluation in individuals with unilateral chronic ankle instability. *J Athl Train* 52(4): 360–7.
31. Witchalls JB, Waddington G, Adams R, Blanch P (2014). Chronic ankle instability affects learning rate during repeated proprioception testing. *Phys Ther Sport* 15(2): 106–11.
32. Ko KR, Lee H, Lee WY, Sung KS (2020). Ankle strength is not strongly associated with postural stability in patients awaiting surgery for chronic lateral ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 28(1): 326–33.
33. Wright CJ, Arnold BL (2012). Fatigue's effect on eversion force sense in individuals with and without functional ankle instability. *J Sport Rehabil* 21(2): 127–36.
34. Lee H, Jun Son S, Kim H, Han S, Seeley M, Ty Hopkins J (2021). Submaximal force steadiness and accuracy in patients with chronic ankle instability. *J Athl Train* 56(5): 454–60.
35. Simon J, Garcia W, Docherty CL (2013). The effect of kinesio tape on force sense in people with functional ankle instability. *Clin J Sport Med* 24(4): 289–94.
36. Webster KA, Pietrosimone BG, Gribble PA (2016). Muscle activation during landing before and after fatigue in individuals with or without chronic ankle instability. *J Athl Tr* 51(8): 629–36.
37. Feger MA, Donovan L, Hart JM, Hertel J (2015). Lower extremity muscle activation in patients with or without chronic ankle instability during walking. *J Athl Tr* 50(4): 350–7.
38. Hamacher D, Hollander K, Zech A (2016). Effects of ankle instability on running gait ankle angles and its variability in young adults. *Clin Biomech* 33: 73–8.
39. Tavakoli S, Forghany S, Nester C (2016). The effect of dual tasking on foot kinematics in people with functional ankle instability. *Gait Posture* 49: 364–70.
40. Alghadir AH, Iqbal ZA, Iqbal A, Ahmed H, Ramteke SU (2020). Effect of chronic ankle sprain on pain, range of motion, proprioception, and balance among athletes. *Int J Environ Res Public Health* 17(15): 1–11.
41. Arnold BL, Docherty CL (2006). Low-load eversion force sense, self-reported ankle instability, and frequency of giving way. *J Athl Tr* 41(3): 233–8.
42. Han J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liu Y (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods. *J Sport Health Sci J* 5(1): 80–90.
43. Hertel J (2002). Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Tr* 37(4): 364–75.
44. Ashton-Miller JA, Ottaviani RA, Hutchinson C, Wojtys EM (1996). What best protects the inverted weightbearing ankle against further inversion? Evertor muscle strength compares favorably with shoe height, athletic tape, and three orthoses. *Am J Sports Med* 24(6): 800–9.
45. Isakov E, Mizrahi J, Solzi P, Susak Z, Lotem M (1986). Response of the peroneal muscles to sudden inversion of the ankle during standing. *Sports Biomech* 2(2): 100–9.
46. De Jong AF, Koldenhoven RM, Hart JM, Hertel J (2020). Gluteus medius dysfunction in females with chronic ankle instability is consistent at different walking speeds. *Clin Biomech* 73: 140–8.
47. Tropp H (2002). Commentary: Functional Ankle Instability Revisited. *J Athl Tr* 37(4): 512–5.
48. Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, Nightingale EJ, Lin CWC, Hiller CE (2010). Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc* 42(11): 2106–21.

