

Zanesljivost merjenja obsega gibljivosti skočnega sklepa v stoječem položaju – pregled literature

Reliability of the weight-bearing ankle joint dorsiflexion range of motion measurement – literature review

Helena Žunko^{1,2} Urška Puh¹

IZVLEČEK

Uvod: Povečanje obsega gibljivosti skočnih sklepov je pogost fizioterapevtski cilj. Dorzalno fleksijo skočnega sklepa je za oceno funkcioniranja primerneje meriti v stoječem kot v razbremenjenem položaju. Namen pregleda literature je bil ugotoviti, kateri postopki merjenja dorzalne fleksije skočnega sklepa v stoječem položaju imajo najboljšo zanesljivost in bi jih lahko priporočili za klinično uporabo. **Metode:** Raziskave so bile iskane v podatkovni zbirki PubMed. **Rezultati:** V pregled je bilo vključenih 14 raziskav, v katerih so preučevali različne postopke merjenja obsega dorzalne fleksije skočnega sklepa v stoječem položaju z univerzalnim ali gravitacijskim goniometrom, mobilno aplikacijo goniometra ter centimetrskim merilnim trakom ali kotnikom pri zdravih preiskovancih in po poškodbah skočnih sklepov. Poročali so o zmerni do zelo dobri zanesljivosti posameznega preiskovalca (ICC = 0,65–0,99) in dobri do zelo dobri zanesljivosti med preiskovalci (ICC = 0,80–0,99). **Zaključki:** Merjenje dorzalne fleksije skočnega sklepa stoje je zanesljivo in preprosto. Kadar je dovoljeno obremenjevanje spodnjega uda, lahko nadomesti standardno metodo merjenja v ležečem položaju. Za fizioterapevtsko ocenjevanje pri pokrčenem in/ali iztegnjenem kolenu priporočamo uporabo gravitacijskega goniometra ali mobilne aplikacije goniometra, nameščenega na Ahilovo tetivo, za motivacijo pacienta pa merjenje s centimetrskim merilnim trakom.

Ključne besede: dorzalna fleksija, skočni sklep, meritve gibljivosti, zanesljivost.

ABSTRACT

Background: Increase of the ankle joint range of motion is a common physiotherapy goal. Measurement of the ankle joint dorsiflexion in weight bearing is more appropriate to assess functioning than measurement in non-weight-bearing positions. The purpose of the literature review was to establish which ankle joint dorsiflexion measurement procedures are the most reliable and might be recommended for clinical use. **Methods:** a literature review was conducted using database PubMed. **Results:** 14 studies investigating different measurement procedures of the ankle joint dorsiflexion motion, using a standard goniometer, bubble/digital inclinometer, smartphone application, and tape measure in healthy or injured subjects, were included. Moderate to very good intratester (ICC = 0.65–0.99) and good to very good intertester (ICC = 0.80–0.99) reliability was reported. **Conclusions:** Measurement of the ankle joint dorsiflexion in weight-bearing position is reliable and might replace the standard method in non-weight-bearing position, if there is no restriction for weight-bearing on the limb. For physiotherapy assessment with the knee flexed and/or extended, we recommend the use of bubble goniometer or smartphone application, applied on Achills' tendon, and tape measurement for patient's motivation.

Key words: talocrural joint, dorsiflexion, range of motion measurements, ROM, reliability.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

² Zdravstveni dom Ljubljana, Enota Vič-Rudnik, Ljubljana

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

Prispelo: 17.4.2016

Sprejeto: 20.5.2016

UVOD

Zadostna gibljivost skočnih sklepov je nujna za izvajanje osnovnih dejavnosti vsakdanjega življenja, kot so vstajanje iz sedečega položaja, hoja, hoja po stopnicah in tek (1–4). Med normalno hojo skočni sklep v fazi končne opore doseže od 10° do 15° pasivnega obsega gibljivosti dorzalne fleksije, do katere pride takoj po tem, ko se koleno popolnoma iztegne (5).

Okvare zaradi poškodbe in boleznih sklepov spodnjega uda so zelo pogoste. Zvin skočnih sklepov, posledica katerega je med drugim zmanjšan obseg gibljivosti, je najpogostejša športna poškodba (6). Zmanjšan obseg dorzalne fleksije skočnega sklepa je pogosta posledica zmanjšane premičnosti ali mirovanja (7) in sprememb mehanskih lastnosti mišic ter mehkih tkiv zaradi staranja (8). Pri pacientih po možganski kapi so poročali o polovico manjšem ali celo odsotnem obsegu dorzalne fleksije v primerjavi z zdravimi preiskovanci (9, 10) in pogostih skrajšavah mišic plantarnih fleksorjev (11). Zmanjšan obseg dorzalne fleksije skočnega sklepa lahko omejuje vstajanje iz sedečega položaja (12) ter hojo po ravnem in stopnicah. Prispeva h krajši dolžini korakov in zmanjšani hitrosti hoje (13, 14). Je tudi dejavnik tveganja za nastanek poškodb spodnjega uda (15) in padce pri starejših (16). Zaradi vsega navedenega je pogost fizioterapevtski cilj povečanje obsega giba dorzalne fleksije skočnega sklepa.

Za ocenjevanje učinkov in določanje najprimernejših terapevtskih postopkov potrebujemo natančne, zanesljive in veljavne

meritve dorzalne fleksije skočnega sklepa (17, 18). V Sloveniji se meritev obsega dorzalne fleksije skočnega sklepa standardno izvaja z univerzalnim klasičnim goniometrom pri preiskovancu v položaju leže na hrbtu, ko sta kolčni in kolenski sklep v položaju 60° fleksije, meritev pa se izvede z medialne strani (19) (slika 1 a). Obstajajo pa tudi drugi postopki merjenja dorzalne fleksije skočnega sklepa v ležečem položaju, ko se merjenje izvaja pri preiskovancu v položaju leže na trebuhu (20, 21) ali v položaju leže na hrbtu z merjenjem z lateralne strani pri pokrčenem (22, 23) ali pri iztegnjenem kolenu (21, 23, 24) ter v sedečem položaju (22).

Podatki o zanesljivosti merjenja dorzalne fleksije skočnega sklepa leže so različni in jih je med seboj težko primerjati, kar je posledica različnih merilnih postopkov (25), težavnega določanja osi gibanja v zgornjem skočnem sklepu (25, 26), nepravilnega odčitavanja vrednosti z goniometra (27), težavnega določanja konca obsega giba (21, 28, 29) in/ali anatomskih značilnosti distalnega segmenta (30), to je večsklepne zgradbe stopala, zaradi katere je težko zagotoviti ponovljiv (nevtralni) položaj (29). V preglednem članku Martin in sodelavci (28) navajajo, da je zanesljivost postopkov merjenja dorzalne fleksije skočnega sklepa v ležečem položaju vprašljiva. Toda v literaturi nismo zasledili podatkov o zanesljivosti merjenja dorzalne fleksije skočnega sklepa po postopku, ki ga opisujeta Jakovljevič in Hlebš (19), niti po postopku Palmerjeve in Eplerjeve (22), ki se vse pogosteje uporablja v Sloveniji (slika 1 b).



Slika 1: Merjenje pasivnega obsega gibljivosti dorzalne fleksije v ležečem položaju z univerzalnim klasičnim goniometrom: (a) po standardnem postopku z medialne strani (19) in (b) z lateralne strani (22).

Merjenje dorzalne fleksije v stoječem položaju je vse bolj razširjeno (31), saj je bolj podobno funkcijskemu položaju spodnjega uda med izvajanjem gibalnih dejavnosti, zato ga nekateri avtorji (4, 18, 21, 32) imenujejo tudi funkcijsko merjenje. Postopek je načeloma zanesljiv in je verjetno primernejši za oceno funkcioniranja kot meritve gibljivosti v razbremenjenem, ležečem položaju (32, 18, 21). Krause in sodelavci (21) so primerjali meritve dorzalne fleksije leže (v položaju leže na trebuhu, pri pokrčenem in iztegnjenem kolenu, aktivno in pasivno) in stoje pri iztegnjenem kolenu. Ugotovili so, da so vsi postopki zanesljivi, vendar je najzanesljivejša meritev stoje. Tudi za merjenja obsega dorzalne fleksije skočnega sklepa v stoječem položaju obstaja več načinov, in sicer z različnimi goniometri (univerzalni ali gravitacijski) ter s centimetrskim merilnim trakom ali kotnikom (kotnim ravnilom), pri pokrčenem ali iztegnjenem kolenu. V nekaterih raziskavah (33, 34) so uporabili tudi mobilne aplikacije goniometrov in posebne, v ta namen razvite naprave (15, 18, 35).

Namen pregleda literature je bil ugotoviti, kateri postopki merjenja dorzalne fleksije skočnega sklepa v stoječem položaju so najzanesljivejši in so priporočljivi za klinično uporabo.

METODE

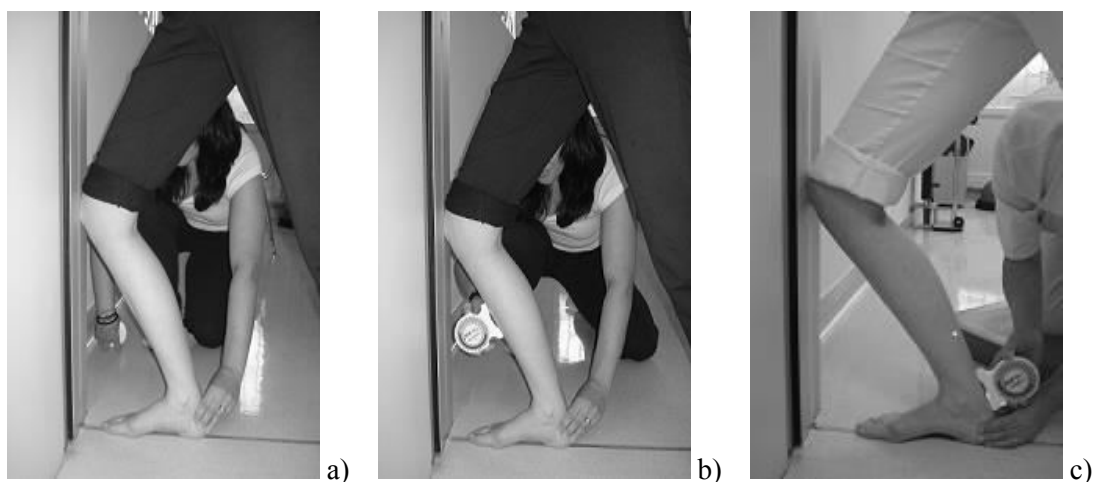
Pregled literature je bil narejen z iskanjem v elektronski zbirki podatkov PubMed (MEDLINE), neodvisno od leta objave. Ključne besede, ki so bile uporabljene za iskanje literature posamezno ali v medsebojni kombinaciji, so bile v slovenskem jeziku: meritve obsega gibljivosti, dorzalna fleksija, skočni sklep, gleženj in zanesljivost, stoječi položaj; v angleškem jeziku pa: range of motion measurement, talocrural joint, ankle, dorsiflexion, reliability in weight-bearing lunge test. Iskane so bile raziskave v slovenskem ali angleškem jeziku, ki so preiskovale zanesljivost merjenja dorzalne fleksije v stoječem položaju, pri čemer so kot merilno orodje uporabili goniometer (univerzalni, gravitacijski ali mobilno aplikacijo goniometra) ali centimetrski merilni trak in so bile objavljene v polnem besedilu. Iz pregleda so bile zaradi omejene univerzalnosti izključene raziskave, v katerih so ugotavljali zanesljivost naprav, ki so jih razvili za merjenje dorzalne fleksije stoje, oziroma podatki o zanesljivosti teh

naprav, če so bili v teh raziskavah preverjeni tudi standardni postopki merjenja.

REZULTATI

Na podlagi meril za vključitev je bilo najdenih 17 člankov, na podlagi merila za izključitev so bili izključeni trije članki. V končni pregled je bilo torej zajetih 14 raziskav, v katerih so se ukvarjali z zanesljivostjo merjenja dorzalne fleksije v stoječem položaju. Zanesljivost merjenja dorzalne fleksije skočnega sklepa so preiskovali pri različnih postopkih v stoječem položaju pri pokrčenem (11 raziskav) ali iztegnjenem (3 raziskave) kolenu, in sicer z univerzalnim klasičnim (2 raziskavi) in gravitacijskim goniometrom (tekočinski: 4 raziskave; digitalni: 5 raziskav) ter mobilno aplikacijo goniometra (2 raziskavi) ali s centimetrskim merilnim trakom (7 raziskav) ter ravnilom-kotnikom (1 raziskava) (tabeli 1 in 2).

V petih raziskavah (2, 32, 36–38) so meritve izvajali na način, kot so ga opisali Bennellova in sodelavci (39), to je stoje, pri pokrčenem kolenu. Preiskovanec pri tem postopku namesti stopalo pravokotno proti steni tako, da sta peta in palec poravnana s centimetrskim merilnim trakom, pritrjenim na tla. Nato pokrči koleno naprej v smeri proti navpični črti, označeni na steni, da se koleno dotika stene. Stopalo nato odmika od stene, dokler ne doseže največje mogoče dorzalne fleksije, pri kateri je peta še vedno v stiku s podlago (na voljo ima do pet poskusov). Preiskovalec z roko preprečuje dvig pete od podlage, ne omejuje pa supinacije ali pronacije stopala. Izmeri se razdalja v centimetrih med palcem in steno (slika 2 a). V dveh raziskavah (2, 32) so hkrati izmerili naklon goleni s tekočinskim gravitacijskim (32) ali digitalnim gravitacijskim (2) goniometrom, nameščenim na sprednji strani goleni (slika 2 b), po postopku Bennellove in sodelavcev (39) ali posteriorno na Ahilovi tetivi (32) (slika 2 c). Bennellova in sodelavci (39) so izračunali, da mora biti razlika meritev razdalje v centimetrih od palca do stene večja od 1 cm, razlika pri merjenju naklona goleni z gravitacijskim klasičnim goniometrom pa najmanj 3°, da lahko z zanesljivostjo trdimo, da je ta razlika posledica obravnave in ne napake pri izvedbi meritev. Simonds in sodelavci (38) so z ravnilom (kotnik) merili tudi razdaljo med pogačico in steno.

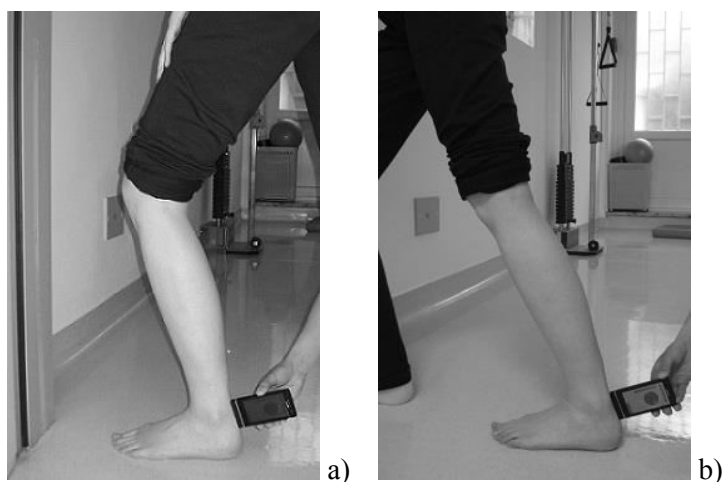


Slika 2: Merjenje pasivnega obsega gibljivosti dorzalne fleksije skočnega sklepa v stoječem položaju pri pokrčenem kolenu: merjenje razdalje med palcem in steno s centimetrskim merilnim trakom (a) in merjenje naklona goleni s tekočinskim gravitacijskim goniometrom po postopku Bennellove in sodelavcev (39) (b), merjenje naklona goleni pri pokrčenem kolenu po postopku Dicksonove in sodelavcev (32) (c).

O'Shea in sodelavci (40) so meritve s centimeterskim merilnim trakom izvajali tako, da so merili odmik mize pri potisku s kolenom naprej.

Pri raziskavah, v katerih so sodelovali zdravi posamezniki (2, 4, 15, 21, 32–34, 37, 39–42), so

ugotovili, da je zanesljivost posameznega preiskovalca (tabela 1) in med preiskovalci (tabela 2) pri merjenju obsega gibljivosti dorzalne fleksije v stoječem položaju zelo dobra. Do podobnih rezultatov so prišli tudi pri pacientih v manj predvidljivem kliničnem okolju (36, 38).



Slika 3: Merjenje pasivnega obsega gibljivosti dorzalne fleksije skočnega sklepa v stoječem položaju: merjenje naklona goleni z mobilno aplikacijo goniometra po postopku Williamsove in sodelavcev (33) pri pokrčenem (a) in pri iztegnjenem kolenu (b).

Tabela 1: Zanesljivost posameznega preiskovalca (prirejeno po Powdnu in sodelavcih (31) ter dopolnjeno)

	Merilno orodje	Protokol	ICC	SEM	MDC	Število preiskovancev
Bennellova in sodelavci (39)	CMT (cm)	P1, SN, PK	0,98	0,5	1,5	13 zdravih
		P2, SN, PK	0,97	0,6	1,9	
	TGG (°) - GA	P1, SN, PK	0,98	1,1	3,2	
		P2, SN, PK	0,98	1,1	3,1	
Cejudo in sodelavci (41)	TGG (°) - GL	T1, SN, PK	0,95	1,4	3,9	50 zdravih
		T2, SN, PK	0,96	1,3	3,6	
Chisholm (36)	CMT (cm)	T1, SN, PK, NO	0,98	0,5	1,1	37 z zmanjšanim obsegom dorzalne fleksije
		M, SN, PK	0,99	0,4	0,9	
		T2, SN, PK, NO	0,93	0,6	1,3	
		M, SN, PK	0,94	0,5	1,2	
Dennisova in sodelavci (37)	CMT (cm)	SN, PK	0,98	0,3	0,8	10 zdravih
Dicksonova in sodelavci (32)	UKG (°)	SN, PK	0,90	2,0	5,7	26 zdravih plesalcev
	TGG (°) – GA, GP	GA, SN, PK	0,89	2,0	4,6	
		GP, SN, PK	0,87	1,0	4,0	
	CMT (cm)	SN, PK	0,87	0,9	2,5	
Evansova in sodelavci (42)	DGG (°) – GA	P1, SN, PK	0,85	2,7	/	30 zdravih otrok
		P2, SN, PK	0,95	1,6	/	
Konorjeva in sodelavci (2)	UKG (°)	SN, PK, D	0,85	2,8	7,7	20 zdravih
		SN, PK, L	0,96	1,8	5	
	DGG (°) – GA	SN, PK, D	0,96	1,4	3,8	
		SN, PK, L	0,97	1,3	1,3	
	CMT (cm)	SN, PK, D	0,98	0,6	1,5	
		SN, PK, L	0,99	0,4	1,1	
Krause in sodelavci (21)	DGG (°) – GL	P1, ZN, IK	0,88	2,3	6,4	39 zdravih
		P2, ZN, IK	0,89	2,2	6,1	
Munteanuva in sodelavci (15)	DGG (°) – GA	PT, ZN, IK	0,88	1,5	4,2	30 zdravih
O'Shea in Grafton (40)	CMT (cm)/R	P1, SN, PK	0,89	0,4	1,1	13 zdravih
		P2, SN, PK	0,99	0,4	1,1	
Simondson in sodelavci (38)	CMT (cm)	P1, SN, PK, PN	0,99	0,4	1,2	10 po zlomu gležnja
		P2, SN, PK, PN	0,99	0,4	1,2	
Vohralikova in sodelavci (34)	DGG (°) – GA mobilna aplikacija iHandy (°) – GA	SN, PK, D	0,98	1,25	/	20 zdravih
		SN, PK, D	0,97	1,35	/	
Williamsova in sodelavci (33)	DGG (°) – GP	P1, ZN, IK	0,65	2,5	7,1	20 zdravih
		P1, ZN, PK	0,85	1,8	5,0	
	mobilna aplikacija TiltMeter (°) GP	P2, ZN, IK	0,81	1,7	4,8	
		P2, ZN, PK	0,85	1,6	4,4	

Legenda: ICC – intraklasni korelacijski koeficient, SEM – standardna napaka merjenja, MCD – najmanjša zaznavna sprememba, P1 – preiskovalec 1, P2 – preiskovalec 2, SN – sprednja noga, ZN – zadnja noga, DF – dorzalna fleksija, TGG – tekočinski gravitacijski goniometer, DGG – digitalni gravitacijski goniometer, UKG – univerzalni klasični goniometer, CMT – centimetrski merilni trak, R – ravnilo (kotnik), T1 – prvo testiranje, T2 – drugo testiranje, M – povprečje testiranj, GA – golen – anteriorno, GP – golen – posteriorno, GL – golen – lateralno, Z – zdravi, P – poškodovani, D – desno, L – levo, PT – povprečje testiranj, IK – iztegnjeno koleno, PK – pokrčeno koleno, NO – noga z okvaro D1 – dan ena, D2 – dan dve

Tabela 2: Zanesljivost med preiskovalci (prirejeno po: Powdnu in sodelavcih (31) ter dopolnjeno)

	Merilno orodje	Protokol	ICC	SEM	MCD	Število preiskovancev
Bennellova in sodelavci (39)	CMT	SN, PK	0,99	0,4	1,1	13 zdravih
	TGG (°) – GA	SN, PK	0,97	1,4	3,8	
Dennisova in sodelavci (37)	CMT (cm)	SN, PK	0,96	0,4	1,1	10 zdravih
Dicksonova in sodelavci (32)	UKG (°)	SN, PK, D1	0,84	2,0	6,7	26 zdravih plesalcev
		SN, PK, D2	0,90	2,0	6,1	
	TGG (°) – GA, GP	SN, PK, D1, GA	0,96	1,0	2,8	
		SN, PK, D2, GA	0,94	1,0	3,4	
		SN, PK, D1, GP	0,95	1,0	2,5	
		SN, PK, D2, GP	0,95	1,0	2,5	
		SN, PK, D1	0,95	0,5	1,5	
CMT (cm)	SN, PK, D2	0,99	0,3	0,7		
Evansova in sodelavci (42)	DGG (°) – GA	T1, SN, PK	0,87	2,3	/	30 zdravih otrok
		T2, SN, PK	0,79	3,4	/	
Krause in sodelavci (21)	DGG (°) – GL	ZN, IK	0,82	2,8	7,8	39 zdravih
Munteanuva in sodelavci (15)	DGG (°) – GA	ZN, IK, D1	0,95	1,8	4,9	30 zdravih
		ZN, IK, D2	0,92	2,1	5,6	
O'Shea in Grafton (40)	CMT (cm)/R	SN, PK	0,99	0,3	0,8	13 zdravih
Rabin in sodelavci (4)	TGG (°)	SN, PK	0,93	2,2	/	43 zdravih
Simondson in sodelavci (38)	CMT(cm)	SN, PK	0,97	0,7	2,1	10 po zlomu gležnja
Vohralikova in sodelavci (34)	DGG (°) – GA mobilna aplikacija iHandy (°) – GA	SN, PK, D	0,90	2,05	/	20 zdravih
		SN, PK, D	0,76	2,68	/	
Williamsova in sodelavci (33)	DGG (°) – GP	ZN, IK	0,80	1,9	5,3	20 zdravih
		ZN, PK	0,86	1,8	4,9	
	mobilna aplikacija TiltMeter (°) – GP	ZN, IK	0,80	1,9	5,2	
		ZN, PK	0,96	0,80	2,2	

Legenda: ICC – intraklasni korelacijski koeficient, SEM – standardna napaka merjenja, MCD – najmanjša zaznavna sprememba, P1 – preiskovalec 1, P2 – preiskovalec 2, SN – sprednja noga, ZN – zadnja noga, DF – dorzalna fleksija, TGG – tekočinski gravitacijski goniometer, DGG – digitalni gravitacijski goniometer, UKG – univerzalni klasični goniometer, CMT – centimetrski merilni trak, R – ravnilo (kotnik), T1 – prvo testiranje, T2 – drugo testiranje, M – povprečje testiranje, GA – golen – anteriorno, GP – golen – posteriorno, GL – golen – lateralno, Z – zdravi, P – poškodovani, D – desno, L – levo, PT – povprečje testiranje, IK – iztegnjeno koleno, PK – pokrčeno koleno, D1 – dan ena, D2 – dan dve.

RAZPRAVA

Prednosti merjenja dorzalne fleksije skočnega sklepa v stoječem položaju so, da je izvedba precej hitra, stroški nizki, ne zahteva veliko tehničnih pripomočkov in se izvaja v položaju, ki je za spodnji ud funkcionalnejši od ležečega (2, 4, 39). Prednost vseh predstavljenih različic merjenja dorzalne fleksije v stoje je tudi to, da za izvedbo meritev nista potrebna dva fizioterapevta, kot je to potrebno pri merjenju pasivne dorzalne fleksije v ležečem položaju z univerzalnim klasičnim goniometrom (19, 22). Klinične izkušnje kažejo (18), da obstaja subpopulacija pacientov, pri katerih meritve dorzalne fleksije skočnega sklepa z univerzalnim goniometrom v razbremenjenem

položaju ne pokažejo razlik med poškodovanim in nepoškodovanim udom, pri meritvah v stoje pa je razlika v obsegu giba prisotna, s čimer se lahko izognemo lažno negativnim rezultatom. Dejavniki, ki lahko vplivajo na to razliko, so od tri- do štirikrat večja sila, ki deluje na skočni sklep v stoječem položaju (18, 21), in dejstvo, da gib dorzalne fleksije v stoje ni omejen samo na gib v zgornjem skočnem sklepu (18) ter razlike v merilnih postopkih (4, 21). Prav tako je vprašljiv vpliv položaja stopala, saj je dorzalna fleksija, ki jo izmerimo s tem postopkom, kombinacija gibov v zgornjem in spodnjem skočnem sklepu (18, 39). Posledično so Gatt in sodelavci (29) predlagali, da bi bilo primerno govoriti o dorzalni fleksiji stopala.

Rabin in sodelavci (4) so opozorili, da le zmerna povezanost (prvi preiskovalec: $r = 0,6$; drugi preiskovalec: $r = 0,64$) med rezultati meritev dorzalne fleksije v stoječem in ležečem položaju nakazuje, da ti dve meritvi ne ocenjujeta popolnoma istega pojava, zato je priporočljivo, da postopek oziroma položaj merjenja (razbremenjeni ali stoječi) izberemo glede na namen. Kadar je glavni namen oceniti funkcijo v povezavi z dejavnostmi, kot so hoja, vstajanje iz sede in sedanje, hoja po stopnicah, počepanje, poskoki in podobno, je smiselno merjenje dorzalne fleksije v stoječem položaju (4). Pomanjkljivost postopkov merjenja dorzalne fleksije skočnega sklepa v stoječem položaju je, da jih ne moremo uporabiti pri pacientih, pri katerih je obremenitev spodnjega uda kontraindicirana (2, 4, 39). Omejitvi pa sta tudi, da konec obsega gibljivosti določa preiskovanec, zaradi česar bi lahko bila meritev manj objektivna, ter da preiskovalec ne more določiti občutka na koncu giba, ki nam daje dodatne subjektivne informacije o okvari sklepnih in obsklepnih struktur skočnega sklepa. Po drugi strani pa predvidevamo, da bi lahko bila zaradi večje sile, ki deluje na sklep, ta meritev objektivnejša, še posebej pri pacientih z izraziteje zvišanim mišičnim tonusom. Za potrditev teh domnev so potrebne nadaljnje raziskave.

Pri uporabi tekočinskega gravitacijskega (4, 32, 39, 41) ali digitalnega gravitacijskega goniometra (2, 15, 21, 33, 42) ni težav z določanjem osi giba kot pri merjenju z univerzalnim goniometrom. Dicksonova in sodelavci (32) so ugotovili, da je najprimernejše merjenje tako imenovane funkcionalne dorzalne fleksije skočnega sklepa v stoje s tekočinskim gravitacijskim goniometrom, ko se distalni rob goniometra namesti tik nad grčavino petnice. Podobne lastnosti kot gravitacijski goniometer imajo tudi senzorji v pametnih telefonih, ki jih lahko uporabljamo z mobilnimi aplikacijami (33, 34). Williamsova in sodelavci (33) so sicer kot prednost meritev stoje z mobilno aplikacijo TiltMeter izpostavili cenovno dostopnost merilnega orodja, saj je aplikacija brezplačna, ob predpostavki, da ima večina preiskovalcev v lasti oziroma dostop do mobilnega telefona z operacijskim sistemom IOS. Poleg obeh navedenih raziskav obstajajo tudi druge mobilne aplikacije, ki delujejo na pametnih telefonih z drugimi operacijskimi sistemi (npr. Android) in bi

lahko bile primerne za uporabo (43), vendar še ni podatka o zanesljivosti za merjenje obsega gibljivosti dorzalne fleksije skočnega sklepa.

S pregledom raziskav ugotavljamo, da je zanesljivost posameznega preiskovalca pri merjenju dorzalne fleksije skočnega sklepa v stoječem položaju pri pokrčenem in iztegnjenem kolenu (tabela 1) v razponu od zmerne do zelo dobre (ICC = 0,65–0,99), zanesljivost med preiskovalci (tabela 2) pa v razponu od dobre do zelo dobre (ICC = 0,80–0,99). Vse različice merjenja dorzalne fleksije stoje imajo dobro zanesljivost med preiskovalci, kar zagotavlja primerljive rezultate, tudi kadar je pacient obravnavan pri več različnih zdravstvenih delavcih (31).

Pregled kaže, da je zanesljivost posameznega preiskovalca (2, 36, 38) in med preiskovalci (32, 39, 40) najboljša pri merjenju razdalje med palcem in steno s centimetrskim merilnim trakom pri pokrčenem kolenu po postopku, ki so ga opisali Bennellova in sodelavci (39). Standardna napaka merjenja s centimetrskim merilnim trakom pri posameznem preiskovalcu je od 0,3 do 0,9 cm, najmanjša zaznavna sprememba pa od 0,9 do kar 2,5 cm (tabela 1). Zanimivo je, da so raziskave o zanesljivosti med preiskovalci (tabela 2) za obe spremenljivki večinoma pokazale nižje vrednosti (standardna napaka merjenja: do 0,7 cm; najmanjša zaznavna sprememba: do 2,1 cm). Meritev s centimetrskim merilnim trakom je preprosta (32) in za veliko prednost se je izkazalo dejstvo, da lahko s centimetrskim merilnim trakom pacient sam spremlja napredek doma, kar poveča njegovo motivacijo za izvajanje terapevtske vadbe tudi zunaj fizioterapevtskih obravnav. Toda več avtorjev (2, 4, 32, 39) je opozorilo, da zaradi vpliva različnih antropometričnih lastnosti posameznikov, kot je razmerje med dolžino stopala in dolžino golenice, zanesljiva pretvorba rezultatov meritev s centimetrskim merilnim trakom v stopinje naklona goleni, samo iz podatka, ki ga pridobimo po postopku Bennellove in sodelavcev, (39) ni mogoča. Za pretvorbo bi namreč potrebovali še podatek o dolžini golenice. To omejuje primerjavo med različnimi preiskovanci in z normativnimi vrednostmi obsegov gibljivosti. Chisholm in sodelavci (36) opozarjajo, da so dokazi o veljavnosti merjenja po postopku

Bennellove in sodelavcev (39) omejeni. Kot »zlati standard« merjenja dorzalne fleksije skočnega sklepa bi sicer lahko uporabili merjenje na rentgenogramu, kar bi omogočilo boljše referenčno vrednost obsega dorzalne fleksije skočnega sklepa, vendar je postopek samo s tem namenom lahko etično sporen zaradi potencialno škodljivih učinkov sevanja (29, 44). V klinični praksi se je metoda merjenja dorzalne fleksije skočnega sklepa pri pokrčenem kolenu z merjenjem razdalje med palcem in steno izkazala za pomanjkljivo pri izraziti hipomobiliti skočnega sklepa (38, 40). Razdalja med palcem in steno je takrat nemerljiva, saj tudi, ko je palec tik ob steni, pacient s kolonom ne doseže stene. V tem primeru so Simondson in sodelavci (38) predlagali merjenje razdalje med pogačico in steno s kotnikom, saj naj bi bila tudi zanesljivost tega postopka zelo dobra (posameznega preiskovalca in med preiskovalci: ICC = 0,97 ali več), vendar ima raziskava več metodoloških pomanjkljivosti, zaradi česar so potrebne nadaljnje raziskave višje kakovosti.

Cejudo in sodelavci (41) so kot relativno omejitev navedli trajanje meritve s centimetrskim merilnim trakom (približno tri minute na preiskovanca), kadar je treba izmeriti obseg gibljivosti pri velikem številu preiskovancev v kratkem času, zato so meritve izvajali le s tekočinskim gravitacijskim goniometrom v kombinaciji s teleskopskim goniometrom. Ti avtorji so opozorili tudi na neudoben položaj preiskovalca med meritvami, zato so prilagodili postopek merjenja tako, da je preiskovanec s testirano nogo stopil na škatlo, visoko 30,5 cm (priporočena višina: 30–45 cm). Toda omejitev pri tem načinu merjenja je lahko nezadostna gibljivost kolena in kolka; v tem primeru so sicer predlagali uporabo nižje škatle (višina: 10–15 cm) (41).

Merjenje dorzalne fleksije skočnega sklepa v stoječem položaju pri pokrčenem kolenu primarno ocenjuje vlogo mišice soleus in sklepne ovojnice (Root et al, 1977; citirano po: 15). Toda kot je bilo že navedeno, med hojo potrebujemo tudi zadosten obseg pasivne gibljivosti dorzalne fleksije pri iztegnjenem kolenu (5), kar lahko ovira skrajšava mišice gastrocnemius. Da bi ugotovili vpliv te dvosklepne mišice oziroma, ali njena skrajšava prispeva k zmanjšanemu obsegu dorzalne fleksije, so Munteanuva in sodelavci (15) izvajali meritve

dorzalne fleksije v stoječem položaju tudi pri iztegnjenem kolenu. Pri meritvah s pokrčenim kolonom tega namreč ni nemogoče ugotoviti. Merili so naklon goleni z digitalnim gravitacijskim goniometrom in poročali o dobri zanesljivosti (izkušenega) preiskovalca (ICC = 0,88) in zelo dobri zanesljivosti med preiskovalci (ICC = 0,95). Opozorili so, da lahko tudi pri tem načinu merjenja omejitev predstavlja vpliv položaja stopala (15).

Pregled raziskav o zanesljivosti posameznega preiskovalca (tabela 1) je pokazal, da sta standardna napaka merjenja in najmanjša zaznavna sprememba najmanjši pri uporabi tekočinskega gravitacijskega goniometra (39, 41, 32) in mobilne aplikacije goniometra (33, 34). Med preiskovalci (tabela 2) je bila ugotovljena najmanjša standardna napaka merjenja pri uporabi univerzalnega klasičnega (32) in tekočinskega goniometra (39, 32), najmanjša zaznavna sprememba pa je bila pri uporabi mobilne aplikacije goniometra (33) ter tekočinskega goniometra (39, 32).

ZAKLJUČEK

Vse metode merjenja obsega pasivne dorzalne fleksije v stoječem položaju so zanesljive in lahko dopolnijo ali celo nadomestijo klasično metodo merjenja tega giba v ležečem položaju, kadar je dovoljeno obremenjevanje spodnjega uda in kadar je namen merjenja ocena funkcioniranja.

Za merjenje dorzalne fleksije skočnega sklepa v stoječem položaju pri pokrčenem kolenu priporočamo postopek ob steni z merjenjem naklona goleni s posterioorne strani z gravitacijskim goniometrom ali z mobilno aplikacijo goniometra, ki ga položimo na Ahilovo tetivo z distalnim robom goniometra oziroma mobilnega telefona tik nad grčavino petnice (po postopku: Dicksonove in sodelavcev (32) oziroma Williamsove in sodelavcev (33)). Tudi za merjenje dorzalne fleksije pri iztegnjenem kolenu svetujemo merjenje naklona goleni posteriorno na Ahilovi tetivi, vendar pa so za ta način merjenja potrebne dodatne raziskave o zanesljivosti.

Zaradi dodatne motivacije za izvajanje terapevtske vadbe doma in spremljanje napredka predlagamo, da bi si pacient doma sam meril dorzalno fleksijo skočnega sklepa stoje ob steni s centimetrskim merilnim trakom ali kotnikom (merjenje razdalje

med palcem in steno oziroma med pogačico in steno (po postopku: Bennellove in sodelavcev (39) oziroma Simondson in sodelavcev (38)).

LITERATURA

1. Bohannon RW, Tiberio D, Zito MA (1997). Improving ankle dorsiflexion. *Phys Ther* 77 (9): 982–3.
2. Konor MM, Morton S, Eckerson JM, Grindstaff TL (2012). Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther* 7 (3): 279–87.
3. Rabin A, Kozol Z, Spitzer E, Finestone AS (2015). Weight-bearing ankle dorsiflexion range of motion - Can side-to-side symmetry be assumed? *J Athl Train* 50 (1): 30–5.
4. Rabin A, Kozol Z (2012). Weightbearing and nonweightbearing ankle dorsiflexion range of motion: are we measuring the same thing? *J Am Podiatr Med Assoc* 102 (5): 406–11.
5. Perry J, Burnfield JM (2010). *Gait analysis: normal and pathological function*. 2nd ed. New Jersey: Slack Incorporated.
6. Garrick JG, Requa RK (1989). The epidemiology of foot and ankle injuries in sports. *Clin Podiatr Med Surg* 6 (3): 629–37.
7. Akeson WH, Amiel D, Abel MF, Garfin SR, Woo SL (1987). Effects of immobilization on joints. *Clin Orthop Relat Res* (219): 28–37.
8. Gajdosik RL, Vander Linden DW, Williams AK (1999). Influence of age on length and passive elastic stiffness characteristics of the calf muscle-tendon unit of women. *Phys Ther* 79 (9): 827–38.
9. Chung SG, Van Rey E, Bai Z, Roth EJ, Zhang LQ (2004). Biomechanic changes in passive properties of hemiplegic ankles with spastic hypertonia. *Arch Phys Med Rehabil* 85 (10): 1638–46.
10. Chung SG, van Rey E, Bai Z, Rymer WZ, Roth EJ, Zhang LQ (2008). Separate quantification of reflex and nonreflex components of spastic hypertonia in chronic hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil* 89 (4): 700–10.
11. Patrick E, Ada L (2006). The Tardieu Scale differentiates contracture from spasticity whereas the Ashworth Scale is confounded by it. *Clin Rehabil* 20 (2): 173–82.
12. Kluding PM, Santos M (2008). Effects of ankle joint mobilizations in adults post stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 89 (3): 449–56.
13. Horn TS, Yablon SA, Chow JW, Lee JE, Stokic DS (2010). Effect of intrathecal Baclofen bolus injection on lower extremity joint range of motion during gait in patients with acquired brain injury. *Arch Phys Med Rehabil* 91 (1): 30–4.
14. Ko S, Stenholm S, Metter EJ, Ferrucci L (2012). Age-associated gait patterns and the role of lower extremity strength – results from the Baltimore longitudinal study of aging. *Arch Gerontol Geriatr* 55 (2): 474–9.
15. Munteanu SE, Strawhorn AB, Landford KB (2007). A weightbearing technique for the measurement of ankle joint dorsiflexion with the knee extended is reliable. *J Sci Med Sport* 12 (1): 54–9.
16. Gehlsen GM, Whaley MH (1990). Falls in the elderly: Part II, Balance, strength, and flexibility. *Arch Phys Med Rehabil* 71 (10): 739–41.
17. Wilken J, Rao S, Estin M, Saltzman C, Yack HJ (2011). A new device for assessing ankle dorsiflexion motion: reliability and validity. *J Orthop Sports Phys Ther* 41 (4): 274–80.
18. Jones R, Carter J, Moore P, Wills A (2005). A study to determine the reliability of an ankle dorsiflexion weight-bearing device. *Physiotherapy* 91 (4): 242–9.
19. Jakovljević M, Hlebš S (2011). *Meritve gibljivosti sklepov, obsegov in dolžin udov*. 2. dop. izd. Ljubljana: Univerza v Ljubljani Zdravstvena fakulteta.
20. Wilson RW, Gieck JH, Gansneder BM, Perrin DH, Saliba EN, McCue FC (1998). Reliability and responsiveness of disablement measures following acute ankle sprains among athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 27 (5): 348–55.
21. Krause DA, Cloud BA, Forster LA, Schrank JA, Hollman JH (2011). Measurement of ankle dorsiflexion: a comparison of active and passive techniques in multiple positions. *J Sport Rehabil* 20 (3): 333–44.
22. Palmer L, Epler E (1990). *Clinical Assessment procedures in physical therapy*. Philadelphia: Lippincott.
23. Jarvis HL, Nester CJ, Jones RK, Williams A, Bowden PD (2012). Inter-assessor reliability of practice based biomechanical assessment of the foot and ankle. *J Foot Ankle Res* 20 (5): 14.
24. Sidaway B, Euloth T, Caron H, Piskura M, Clancy J, Aide A (2012). Comparing the reliability of a trigonometric technique to goniometry and inclinometry in measuring ankle dorsiflexion. *Gait Posture* 36 (3): 335–9.
25. Kim PJ, Peace R, Mieras J, Thoms T, Freeman D, Page J (2011). Interrater and intrarater reliability in the measurement of ankle joint dorsiflexion is independent of examiner experience and technique used. *J Am Podiatr Med Assoc* 101 (5): 407–14.
26. Russell JA, Shave RM, Kruse DW, Nevill AM, Koutedakis Y, Wyon MA (2011). Is goniometry suitable for measuring ankle range of motion in female ballet dancers? An initial comparison with radiographic measurement. *Foot Ankle Spec* 4 (3): 151–6.

27. Rome K, Cowieson F (1996). A reliability study of the universal goniometer, fluid goniometer, and electrogoniometer for the measurement of ankle dorsiflexion. *Foot Ankle Int* 17 (1): 28–32.
28. Martin RL, McPoil TG (2005). Reliability of ankle goniometric measurements: a literature review. *J Am Podiatr Med Assoc* 95 (6): 564–72.
29. Gatt A, Chockalingam N (2011). Clinical assessment of ankle joint dorsiflexion. A review of measurement techniques. *J Am Podiatr Med Assoc* 101 (1): 59–69.
30. Youdas JW1, Bogard CL, Suman VJ (1993). Reliability of goniometric measurements and visual estimates of ankle joint active range of motion obtained in a clinical setting. *Arch Phys Med Rehabil* 74 (10): 1113–8.
31. Powden CJ, Hoch JM, Hoch MC (2015). Reliability and minimal detectable change of the weight-bearing lunge test: a systematic review. *Man Ther* 20 (4): 524–32.
32. Dickson D, Hollman-Gage K, Ojofeitimi S, Bronner S (2012). Comparison of functional ankle motion measures in modern dancers. *J Dance Med Sci* 16 (3): 116–25.
33. Williams CM, Caserta AJ, Haines TP (2013). The TiltMeter app is a novel and accurate measurement tool for the weight bearing lunge test. *J Sci Med Sport* 16 (5): 392–5.
34. Vohralik SL, Bowen AR, Burns J, Hiller CE, Nightingale EJ (2015). Reliability and validity of a smartphone app to measure joint range. *Am J Phys Med Rehabil* 94 (4): 325–30.
35. Watson CP, Boland RA, Refshauge KM (2008). Measurement reliability of swelling in the acute ankle sprain. *Foot Ankle Int* 1 (12): 4.
36. Chisholm MD, Birmingham TB, Brown J, MacDermid J, Chesworth BM (2012). Reliability and validity of a weight-bearing measure of ankle dorsiflexion range of motion. *Physiother Can* 64 (4): 347–55.
37. Dennis RJ, Finch CF, Elliott B, Farhart PJ (2008). The reliability of musculoskeletal screening tests used in cricket. *Phys Ther Sport* 9 (1): 25–33.
38. Simondson D, Brock K, Cotton S (2012). Reliability and smallest real difference of the ankle lunge test post ankle fracture. *Man Ther* 17 (1): 34–8.
39. Bennell K, Talbot R, Wajswelner H, Techovanich W, Kelly D (1998). Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Aust J Physiother* 44 (3): 175–80.
40. O'Shea S, Grafton K (2013). The intra and inter-rater reliability of a modified weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Man Ther* 18 (3): 264–8.
41. Cejudo A, de Baranda PS, Ayala F, Santonja F (2014). A simplified version of the weight-bearing ankle lunge test: Description and test–retest reliability. *Man Ther* 19 (4): 355–9.
42. Evans AM, Rome K, Peet L (2012). The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study. *J Foot Ankle Res* 5 (1): 1.
43. Mourcou Q, Fleury A, Diot B, Franco C, Vuillerme N (2015). Mobile phone-based joint angle measurement for functional assessment and rehabilitation of proprioception. *Biomed Res Int* 2015: 328142.
44. Backer M, Kofoed H (1989). Passive ankle mobility. Clinical measurement compared with radiography. *J Bone Joint Surg* 71-B: 696–8.
45. Root ML, Orien WP, Weed JH (1977). Motion at the joints of the foot. Normal and abnormal function of the foot. 1st ed. Los Angeles, CA, USA: Clinical Biomechanics Corporation.