

Zanesljivost posameznega preiskovalca pri merjenju občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa z elektrogoniometrom

Intratester reliability of the talocrural joint position sense measurement with electrogoniometer

Polona Palma¹, Barbara Sušec¹, Urška Puh¹

IZVLEČEK

Uvod: Okvarjena propiocepcija skočnega sklepa povzroča nestabilnost in motnje ravnotežja. Občutek za položaj sklepa pomeni zavedanje položaja sklepa v prostoru med mirovanjem. Namen raziskave je bil ugotoviti zanesljivost posameznega preiskovalca pri merjenju občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa pri zdravih mladih preiskovancih. **Metode:** Sodelovalo je 30 zdravih preiskovancev, v povprečju starih $20,7 \pm 1,5$ leta. Z elektrogoniometrom (Biometrics SG 110) je bil v razmiku sedmih dni dvakrat izmerjen občutek za položaj zgornjega skočnega sklepa v treh testnih kotih. Iz absolutnih napak je bil izračunan intraklasni koeficient korelacije (ICC) ter 95-odstotni interval zaupanja. **Rezultati:** Za merjenje občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa pri kotu 40° plantarne fleksije smo ugotovili zmerno zanesljivost (povprečje: ICC = 0,52; zadnje 3 sekunde: ICC = 0,54). Pri testnem kotu 10° dorzalne fleksije kot tudi pri 25° plantarne fleksije je bila zanesljivost nizka (ICC $\leq 0,4$). **Zaključki:** Zanesljivost posameznega preiskovalca pri merjenju občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa z elektrogoniometrom po opisanem postopku je zmerna oziroma nizka. Poleg drugih izboljšav bi bilo smiselno spremeniti postopek, da bi omogočili večjo zbranost preiskovancev.

Ključne besede: zanesljivost, propiocepcija, ocenjevanje, elektrogoniometer.

ABSTRACT

Background: Impaired proprioception of the talocrural joint causes its instability and decreased balance. Joint position sense is perception of the body segments positions in space during rest. Purpose of the study was to evaluate intra-rater reliability for measurement of the talocrural joint position sense in healthy young subjects. **Methods:** 30 healthy subjects aged on average 20.7 ± 1.5 years participated in the study. The talocrural joint position sense in three test angles was tested twice in seven-day interval using electrogoniometer (Biometrics SG110). On the basis of absolute errors, the intraclass correlation coefficient (ICC) and 95% confidence interval were calculated. **Results:** Reliability of the talocrural joint position sense at 40° of plantarflexion was moderate (average: ICC = 0.52; last 3 seconds: ICC = 0.54). Reliability of assessment at 10° degrees of dorsiflexion and at 25° of plantarflexion was low (ICC ≤ 0.4). **Conclusions:** Intra-rater reliability for measurement of the talocrural joint position sense using electrogoniometer with described procedure is moderate or low. Among other improvements, changes of the procedure to increase of subjects' concentration would be reasonable.

Key words: reliability, proprioception, assessment, electrogoniometer.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: asist. dr. Polona Palma, dipl. fiziot., prof. šp. vzg.; e-pošta: polona.palma@zf.uni-lj.si

Prispelo: 4.11.2018

Sprejeto: 15.11.2018

UVOD

Proprioceptivna funkcija ima zavedni del, s katerim pridobimo informacije o zavedanju položaja in gibanja telesa in udov, ter nezavedni del, ki skrbi za refleksno uravnavanje mišičnega tonusa in drže ter ravnotežja (1, 2). Občutek za položaj sklepov je definiran kot zavedanje položaja sklepa oziroma telesnega segmenta v prostoru med mirovanjem (2, 3). Usklajeno, natančno in nadzorovano gibanje je delno odvisno od priliva informacij somatosenzoričnega sistema, to je iz mehanoreceptorjev v mišično-kitni enoti, sklepkih, fasciji in koži, ki jih imenujemo proprioceptorji (2, 4). Pomemben vir informacij sta tudi vidni in vestibularni sistem. Senzorični prilivi se v možganih integrirajo in obdelajo. Pomanjkanje proprioceptivnih informacij povzroči primanjkljaj v koordinaciji mišic posameznega sklepa in oslabi uravnavanje gibanja (5). Proprioceptivne informacije so bistvene tudi za stabilnost sklepov in ravnotežje (2), motorično učenje ter izvedbo kompleksnih gibalnih nalog brez vidnega nadzora (1). V spodnjih udih se zaradi okvare proprioceptivne lahko pojavijo simptomi, značilni za funkcionalno nestabilnost, ki se kažejo kot slabši nadzor sklepa (6) in posledično povečana verjetnost za akutne in kronične poškodbe (7). Okvarjena proprioceptivna je dejavnik, ki prispeva k izgubi ravnotežja in poveča tveganje za padce (7). Zmanjšan občutek za položaj sklepa se velikokrat pojavi po možganski kapi in pri starejših ljudeh (8). Proprioceptivno oslabijo tudi sklepne poškodbe, poškodbe vezi in degenerativna obolenja mišično-skeletnega sistema (2, 7) ter mišična utrujenost (2). Upad proprioceptivne je lahko eden izmed prvih znakov razvoja okvar nevrološkega (multipla skleroza, periferna nevropatija) in mišično-skeletnega sistema (6).

Ocenjevanje proprioceptivne je pomembno tako s funkcionalnega vidika kot tudi za odkrivanje nevroloških in mišično-skeletnih obolenj ter spremljanje napredka rehabilitacije (6). Zavedne vidike proprioceptivne funkcije lahko ocenjujemo s specifičnimi testi proprioceptivne (1, 2), ki obsegajo občutek za položaj sklepov, občutek za gibanje sklepov in občutek za silo. Pri ocenjevanju občutka za položaj sklepov se ugotavlja natančnost ali točnost v postavljanju sklepa v predhodno določen položaj oziroma kot (2, 9). Pri testiranju v pasivnih pogojih ocenimo delovanje sklepkih

mehanoreceptorjev, v aktivnih pogojih pa tudi mišično-kitnih mehanoreceptorjev (2). Pri pasivnem kliničnem ocenjevanju preiskovanec ponovi položaj z nasprotnim udom ali ga pove, pri aktivnem kliničnem testu pa položaj ponovi z istim udom. Kvantitativno lahko občutek za položaj sklepa ocenjujemo – merimo s standardnim goniometrom (10) ali inklinometri, na primer s pametnimi telefoni (11). Predvsem v raziskovalne namene pa se pogosto uporablja elektrogoniometer, ki je elektronska različica standardnega goniometra in se uporablja za merjenje kotov v sklepkih v mirovanju ali med gibanjem. Z elektrogoniometrom so največkrat ocenjevali občutek za položaj sklepa za kolenski sklep (3, 12–14) in manjkrat za skočni sklep (11, 15). Ocenjevali so tudi gibanje skočnega sklepa med plesom (16, 17).

Z oceno zanesljivosti merjenja preverimo, ali razlike v izmerjenih vrednostih ponovljenih merjenj niso nastale le zaradi uporabljenega merskega postopka, temveč so posledica dejanskih sprememb merjenega pojava (18). Raziskave o zanesljivosti merjenja občutka za položaj sklepa so zelo redke. Ugotavljali so jo za komolčni (19) in kolenski sklep (3) ter skočni sklep med plesom (16). Rezultatov o zanesljivosti testiranja občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa z elektrogoniometrom pri pregledu literature nismo zasledili. Ker je vsak sklep anatomsko in fiziološko drugačen od drugih ter ima različno število mehanoreceptorjev, so potrebne raziskave zanesljivosti ocenjevanja proprioceptivne za vsak sklep, ki ga merimo (19).

Namen te raziskave je bil ugotoviti zanesljivost posameznega preiskovalca za merjenje občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa z elektrogoniometrom pri zdravih mladih preiskovancih in določiti najprimernejši način odčitavanja izida.

METODE

Preiskovanci

V raziskavi je sodelovalo 30 preiskovancev (27 žensk, 3 moški), v povprečju starih $20,7 \pm 1,5$ leta (razpon od 20 do 27 let). Indeks telesne mase vseh preiskovancev je bil v povprečju $22,1 \pm 2,7$ kg/m² (razpon od 18,6 do 29,4 kg/m²). Pri vseh, razen pri

eni preiskovanki, je bil testiran desni skočni sklep. Aktivno, več kot trikrat na teden, se je s športom ukvarjalo 13 preiskovancev. Vsi preiskovanci so bili brez zdravstvenih težav, ki bi lahko vplivale na izide ocenjevanja. Vključitvena merila so bila:

- brez težav z občutenjem in zaznavanjem na stopalu,
- brez nevroloških, revmatičnih, degenerativnih ali ortopedskih okvar,
- brez zdravil, ki bi lahko vplivala na občutenje,
- brez poškodbe testiranega uda v zadnjih šestih mesecih pred merjenjem.

Vsi preiskovanci so s podpisom pristopne izjave prostovoljno privolili v sodelovanje. Raziskavo je odobrila Komisija RS za medicinsko etiko (številka 62/05/12).

Merilne naprave in postopek

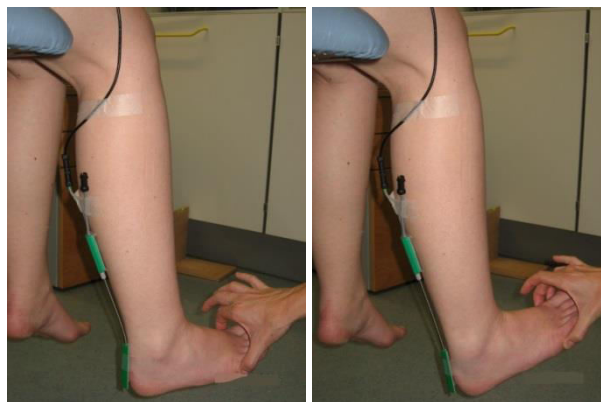
Za merjenje občutka za položaj sklepa smo uporabili elektrogoniometer Biometrics SG110, ki je po podatkih Bronnerjeve in sodelavcev (16) pokazal dobro zanesljivost posameznega preiskovalca pri testiranju obsegov gibov zgornjega skočnega sklepa med plesom (ICC = 0,98). Za merjenje aktivnega obsega dorzalne in plantarne fleksije, potrebnega za umerjanje elektrogoniometra, je bil uporabljen ročni goniometer (Saehan, 15 cm). Protokol za testiranje občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa je bil izdelan na podlagi pregleda predhodnih raziskav (17, 20–23). Postopek meritev je dvakrat v razmiku sedmih dni, v enakih delovnih pogojih, z istim elektrogoniometrom in v približno enakem delu dneva izvedla ena preiskovalka.

Občutek za položaj zgornjega skočnega sklepa smo merili le na dominantni nogi, zato smo pred začetkom meritev izvedli test za ugotavljanje dominantne noge. Preiskovanca smo prosili, da brčne žogo, ki je bila pred njim. Noga, s katero je brcnil žogo, je bila dominantna (24, 25). Nato se je preiskovanec ulegel na trebuh in v sproščenem položaju stopala smo namestili elektrogoniometer. Z obojestranskim lepilnim trakom smo spodnji del elektrogoniometra nalepili na petnico, zgornji del elektrogoniometra pa smo nalepili čez troglavo golensko mišico tako, da srednji del ni bil raztegnjen. Nato se je preiskovanec previdno usedel z nogami čez rob mize. Za umerjanje elektrogoniometra smo z ročnim goniometrom

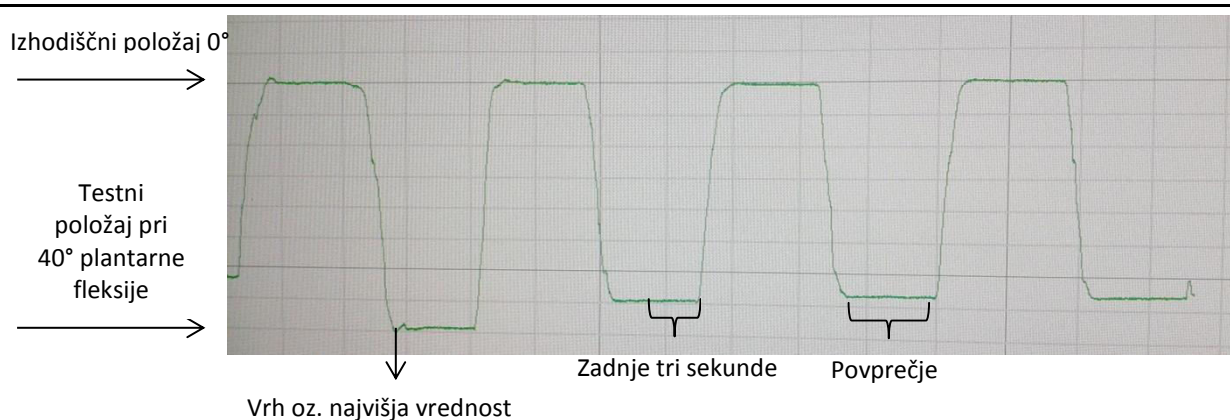
izmerili obseg aktivne dorzalne in plantarne fleksije v zgornjem skočnem sklepu po standardnem protokolu, v sedečem položaju. Gibljivi krak goniometra je potekal vzporedno z vzdolžno osjo pete stopalnice, usmerjen proti njeni glavici, negibljivi krak pa vzporedno z vzdolžno osjo golenice, proti glavi mečnice (17). Med potekom meritev občutka za položaj sklepa smo preiskovancu oči zastrli z masko.

Prva meritev s ciljnim kotom 15° plantarne fleksije je bila namenjena preiskovančevemu učenju poteka testiranja. Sledile so meritve s ciljnim kotom 10° dorzalne fleksije, 25° in 40° plantarne fleksije v zgornjem skočnem sklepu, ki so si sledili v naključnem vrstnem redu, določenim z žrebom. Z verbalnim in minimalnim taktilnim vodenjem (dotik prvega in petega metatarzofalangealnega sklepa) je preiskovalka pomagala preiskovancu, da je aktivno postavil stopalo v izhodiščni položaj 0°. Samostojno ga je zadržal pet sekund (slika 1), nato ga je vodila (kot opisano zgoraj), da je aktivno postavil stopalo v določen testni kot. Samostojno je zadržal položaj pet sekund, potem se je spet z vodenjem preiskovalke vrnil v izhodiščni položaj. V nadaljnjih treh ponovitvah je preiskovanec sam, brez vodenja, postavil zgornji skočni sklep v določen položaj, pri čemer je poskušal čim natančneje ponoviti ciljni kot, preiskovalka pa ga je vodila pri postavljanju stopala nazaj v izhodišče. Celoten postopek je trajal približno 20 minut.

Med izvajanjem meritev so se rezultati izrisovali v računalniškem programu Acqknowledge 3.9.2., Biopac system Inc., v obliki krivulje s štirimi vali. Na vsakem testnem valu krivulje smo ročno



Slika 1: Izvedba meritve pri 10° dorzalne fleksije



Slika 2: Krivulja merjenja občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa pri 40° plantarne fleksije

označili intervale, za katere je računalniški program izračunal povprečno vrednost celotnega vala, povprečje zadnjih treh sekund in vrh, ki je predstavljal najvišjo oziroma najnižjo vrednost, ki je bila dosežena, ko je preiskovanec sam poskušal doseči testni položaj (slika 2). Te podatke smo izvozili v računalniški program Microsoft Office Excel 2007 za računanje zanesljivosti.

Metode statistične analize

Statistična analiza podatkov je bila narejena v programu Microsoft Office Excel 2007. Računali smo dve spremenljivki: absolutno razliko med zadetim in ciljnim kotom v sklepu ter absolutno napako, ki predstavlja povprečje absolutnih razlik v zaporednih ponovitvah (19). Za oceno zanesljivosti posameznega preiskovalca smo s programom MedCalc za Windows, verzija 11.1.0.0 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgium), iz absolutne napake izračunali vrednosti koeficienta interklasne korelacije (angl. *interclass correlation coefficient* – ICC), pri čemer smo uporabili koeficient ICC (2,1) (26). Izračunan je bil tudi 95-odstotni interval zaupanja za ICC. Moč zanesljivosti smo ocenili glede na objavljena merila: vrednosti ICC manj kot 0,5 pomenijo nizko zanesljivost, med 0,5 in 0,75 je zmerna, med 0,75 in 0,9 je visoka ter nad 0,9 odlična (27).

REZULTATI

Povprečna vrednost obsega gibljivosti aktivne dorzalne fleksije v zgornjem skočnem sklepu, izmerjene z ročnim goniometrom, je bila pri prvem merjenju 17,6°, pri drugem merjenju pa 17,8°. Povprečna vrednost obsega gibljivosti aktivne plantarne fleksije v zgornjem skočnem sklepu je

bila pri prvem merjenju 63,4°, pri drugem merjenju pa 63,5°. Razpon maksimalnih vrednosti obsegov gibljivosti aktivne dorzalne fleksije je bil med 10° in 25°, razpon maksimalnih vrednosti obsegov gibljivosti aktivne plantarne fleksije pa je bil med 40° in 80°.

V preglednici 1 so prikazana povprečja absolutnih napak za prvo in drugo merjenje z elektrogoniometrom pri različnih kotih v zgornjem skočnem sklepu. Pri posameznem kotu se povprečja absolutnih napak pri vrhu, povprečju in v zadnjih treh sekundah zelo malo razlikujejo. Pri prvem merjenju so bile absolutne napake največje pri kotu 25° plantarne fleksije, nekoliko manjše pri kotu 40° plantarne fleksije in približno za polovico manjše pri kotu 10° dorzalne fleksije. Pri drugem merjenju so bila povprečja absolutnih napak največja pri kotu 40° plantarne fleksije. Povprečno so bile največje napake pri obeh merjenjih v zadnjih treh sekundah pri kotu 25° in 40° plantarne fleksije, pri 10° dorzalne fleksije pa so bila odstopanja največja pri vrhu. Pri vseh kotih so se pri drugem merjenju absolutne napake zmanjšale. Največja razlika med povprečji absolutnih napak prvega in drugega merjenja je bila pri kotu 25° plantarne fleksije.

V preglednici 2 sta prikazana zanesljivost za posamezne izmerjene kote in način odčitavanja izida (vrh, povprečje, zadnje tri sekunde). Zanesljivost je bila najnižja pri 25° plantarne fleksije, kjer so bile tudi vrednosti ICC znotraj različnih načinov odčitavanja rezultatov zelo podobne. Pri 10° dorzalne fleksije je bil ICC najvišji pri meritvah vrha in najnižji pri zadnjih

Preglednica 1: Primerjava povprečij absolutnih napak med prvim in drugim sklopom meritev ter razlike povprečij absolutnih napak pri testnih kotih v zgornjem skočnem sklepu

Testni koti		Povprečje absolutnih napak 1. meritev (°)	Povprečje absolutnih napak 2. meritev (°)	Razlika povprečij absolutnih napak 1. in 2. meritev (°)
10° dorzalne fleksije	vrh	2,49	1,78	0,71
	povprečje	2,23	1,67	0,56
	zadnje 3 sekunde	2,11	1,70	0,41
25° plantarne fleksije	vrh	4,78	3,41	1,37
	povprečje	5,02	3,83	1,19
40° plantarne fleksije	zadnje 3 sekunde	5,10	4,14	0,96
	vrh	4,45	4,34	0,11
40° plantarne fleksije	povprečje	4,88	4,39	0,49
	zadnje 3 sekunde	4,94	4,43	0,51

Preglednica 2: Zanesljivost posameznega preiskovalca pri meritvah občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa pri testnih kotih

Testni koti	Način odčitavanja rezultatov	ICC	95-odstotni interval zaupanja
10° dorzalne fleksije	vrh	0,40	0,05–0,66
	povprečje	0,24	0,12–0,55
	zadnje 3 sekunde	0,14	0,23–0,47
25° plantarne fleksije	vrh	0,08	0,29–0,42
	povprečje	0,07	0,42–0,29
	zadnje 3 sekunde	0,08	0,42–0,29
40° plantarne fleksije	vrh	0,32	0,04–0,61
	povprečje	0,52	0,20–0,74
	zadnje 3 sekunde	0,54	0,23–0,75

treh sekundah. Ravno obratno je bilo pri 40° plantarne fleksije, pri kateri so se zadnje tri sekunde izkazale za zmerno zanesljive (preglednica 2).

RAZPRAVA

V predstavljeni raziskavi smo ugotavljali zanesljivost posameznega preiskovalca pri merjenju občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa z elektrogoniometrom z razmikom sedmih dni. Ugotovili smo slabo oziroma zmerno zanesljivost, odvisno od testnega kota. V raziskavo je bilo vključenih 30 zdravih mladih preiskovancev brez okvar, ki bi lahko vplivale na zaznavo in občutenje v skočnem sklepu. Da ne bi po nepotrebnem utrujali preiskovancev, smo testiranje izvedli le na enem, in sicer dominantnem spodnjem udu. Dokazano je bilo, da dominantnost noge nima vpliva na propriocepcijo (28).

Za testne kote smo izbrali 10° dorzalne fleksije ter 25° in 40° plantarne fleksije, da bi bili koti v sredinskem obsegu gibljivosti. V predhodnih raziskavah so testni koti variirali od 5°, 8° in 12° plantarne fleksije (21) do 15° (23) in 30° plantarne fleksije (28). Pri meritvah maksimalne aktivne gibljivosti gležnja smo dobili najnižjo vrednost

dorzalne fleksije 10°, plantarne fleksije pa 40°. Ker so testni koti za nekatere preiskovance predstavljali tudi njihovo končno mejo gibljivosti, predvidevamo, da so ta položaj težko dosegli in ga vzdrževali zahtevanih pet sekund, s čimer so se povečale napake in se je zanesljivost posledično zmanjšala. Da bi se temu izognili, Boyle in Negus (29) priporočata določitev testnih kotov za vsakega preiskovanca posebej, tako da so testni koti na določenih odstotkih znotraj njihove meje gibljivosti. V njunem primeru je bilo to na 30, 60 in 90 % maksimalnega obsega inverzije vsakega posameznika.

Občutek za položaj sklepa se izmeri kot povprečje razlik med določenim ciljnim kotom in dejansko izvedenim kotom. Olsson in sodelavci (3) navajajo, da je računanje absolutnih napak najustreznejši način izražanja občutka za položaj sklepa, saj so v izračun vključene vse tri ponovljene meritve znotraj enega kota, s čimer zagotovimo, da morebitno pomanjkanje zbranosti ali druge motnje med posamezno meritvijo minimalno vplivajo na rezultat. V tej raziskavi je povprečna vrednost absolutnih napak pri prvem sklopu meritev znašala 4,0°, pri drugem sklopu meritev pa 3,3°. Absolutne napake so bile pri ponovnem testiranju manjše tudi

v drugih podobnih raziskavah (3, 19), kar kaže na dejavnik učenja protokola. Da so se preiskovanci med testiranjem naučili, na kaj se je treba osredotočiti, lahko sklepamo tudi iz tega, da je bila največja razlika med absolutnimi napakami prvega in drugega sklopa meritev prav pri kotu 25° plantarne fleksije, kjer so bile pri prvem testiranju absolutne napake največje. Pri kotu 40° plantarne fleksije je bila zanesljivost zmerna, tako za povprečja (ICC = 0,52) in zadnje tri sekunde (ICC = 0,54). Pri kotu 10° dorzalne fleksije je bila zanesljivost nizka (ICC od 0,14 do 0,40). Na podlagi največjih obsegov gibljivosti dorzalne fleksije lahko predpostavljamo, da je bil ta testni kot prevelik in za nekatere preiskovance težko izvedljiv. Po drugi strani pa smo ugotovili najnižjo zanesljivost za merjenje občutka za položaj sklepa pri kotu 25° plantarne fleksije (ICC = 0,08). Vzrok za tako slab rezultat bi lahko pripisali temu, da je kot približno v sredini obsega plantarne fleksije, zato je težko določljiv in hitro pride do odstopanja od testnega kota. Tudi v predhodnih raziskavah o zanesljivosti merjenj občutka za položaj sklepa z elektrogoniometrom so poročali o nizki do zmerni zanesljivosti. Olsson in sodelavci (3) so pri testiranju kolenskega sklepa ugotovili nizko zanesljivost (ICC = 0,38; IZ = 0,31–0,49) tako v sedečem položaju kot v ležečem položaju (ICC = 0,31; IZ = 0,25–0,4). Za zmerno zanesljivo se je izkazalo merjenje občutka za položaj komolčnega sklepa (ICC = 0,59; IZ = 0,27–0,79) (19). Rezultatov o zanesljivosti testiranja občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa z elektrogoniometrom pri pregledu literature, kot že navedeno, nismo zasledili.

Zanesljivost goniometrije je odvisna od standardiziranosti postopka meritev, meritve skočnega sklepa pa je zaradi kompleksne zgradbe in gibanja sklepa, v katerem se izvaja kar triravninsko gibanje, težko standardizirati. Ponovno testiranje smo izvedli po natančno sedmih dneh, v približno istem delu dneva in po enakem protokolu. V predhodnih raziskavah so bili razmiki med ponovnim testiranjem od nekaj ur (3, 19) do enega tedna (3, 11, 30). Meritve je izvajal vedno isti preiskovalec, ki je dajal enaka verbalna navodila. Tudi testni pogoji in protokol so bili vedno enaki. Vrsten red kotov pa je bil naključen. Verjetno pa nismo dovolj vplivali na preiskovance, njihovo zbranost, motivacijo in utrujenost. Za

zmanjšanje dejavnikov tveganja za napake priporočajo razmeroma kratek čas testiranja, in sicer do petnajst minut (19). Skupno s poskusnim kotom smo testirali v štirih različnih kotih. Pri nekaterih preiskovancih sta po tretjem testiranem kotu vidno padli motivacija, pozornost in zbranost.

Število ponovitev giba znotraj enega kota se med raziskavami zelo razlikuje. V naši in več predhodnih raziskavah (3, 10, 19) je moral preiskovanec narediti tri ponovitve enega ciljnega kota. Le v eni raziskavi (23), v kateri so testirali le en kot, so izvedli deset ponovitev. Razloga za manjše število ponovitev sta največkrat pomanjkanje časa in zmanjšanje zbranosti. Pri le treh ponovitvah obstaja veliko tveganje za variabilnost meritev pri posamezniku, saj eden ali dva spodrsaljaja že močno spremenita končni rezultat (19). Za stabilnejše in zanesljivejše rezultate pri pasivnem testiranju občutka za položaj sklepa priporočajo najmanj šest ponovitev giba, pri aktivnem testiranju pa najmanj pet (31). Testni položaj je bil najpogosteje zadržan pet sekund (3, 19, 21), v nekaterih primerih pa tudi deset (11, 28) do petnajst sekund (10, 23).

Možen vir napak pri merjenju z elektrogoniometri je nenatančna namestitvev in posledično težava pri določitvi ničelnega položaja ter zdrs elektrogoniometra po koži med gibanjem (12). Med testiranjem elektrogoniometra nismo popravljali, prav tako smo ga umerjali le na začetku. Goniometer bi se lahko premaknil med testiranjem štirih različnih kotov in posledično nepravilnih rezultatov. Zaradi deformacije osrednjega dela goniometra, do katere prihaja med gibanjem, se poveča senzorični priliv iz kožnih receptorjev (16, 17), zato so Bronner in sodelavci (17) priporočili uporabo drugega modela elektrogoniometra (Biometrics SG110/A), ki se pritrdi na lateralno stran goleni in pod lateralni gleženj.

Natančnost elektrogoniometra je bila ocenjena na $\pm 2^\circ$ pri meritvah več kot 90° od nevtralnega položaja (32). Umerjanje elektrogoniometra smo naredili z ročnim goniometrom. Da bi povečali natančnost in se izognili napakam pri postopku umerjanja, so Juul-Kristensen in sodelavci (19) uporabili dva načina umerjanja: elektrogoniometer so umerili s posebnim ogrodjem, kamor se vpne en

konec elektrogoniometra, drugi konec pa se prestavi na točno določene in označene kote, ki jih lahko odčitamo, drugi način pa je predstavljalo umerjanje z ročnim goniometrom. Katero umerjanje je primernejše in zanesljivejše, niso navedli.

ZAKLJUČKI

Za merjenje občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa pri kotu 40° plantarne fleksije smo ugotovili zmerno zanesljivost posameznega preiskovalca, pri kotih 10° dorzalne fleksije in 25° plantarne fleksije pa nizko zanesljivost. Ker so bili vsi preiskovanci zdravi in se njihov občutek za položaj sklepa v sedmih dneh ne bi smel spremeniti, lahko glede na rezultate sklepamo, da je prišlo med meritvami do več napak ali nenadzorovanih dejavnikov.

V prihodnjih raziskavah bi bilo dobro preizkusiti dvojno umerjanje elektrogoniometra, individualno prilagoditi testne kote posameznikom, v enem sklopu meritev testirati manj kotov ter povečati število ponovitev pri enem testnem kotu. Smiselno bi bilo tudi primerjati zanesljivost občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa z različnimi modeloma elektrogoniometroma.

LITERATURA

- Aman JE, Elangovan N, Yeh IL, Konczak J (2015). The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. *Front Hum Neurosci* 8: 1–18.
- Röijezon U, Clark NC, Treleaven J (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Man Ther* 20 (3): 368–77.
- Olsson L, Lund H, Henriksen M, Rogind H, Bliddal H, Danneskiold-Samsøe B (2004). Test-retest reliability of a knee joint position sense measurement method in sitting and prone position. *Adv Physiother* 6: 37–47.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH (2017). *Motor control: translating research into clinical practice*. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Bosco G, Poppele RE (2001). Proprioception from a spinocerebellar perspective. *Physiol Rev* 81 (2): 539–68.
- Deshpande N (2001). Reliability and sensitivity of ankle proprioceptive measures. Master's thesis. Kingston: Queen's University.
- Swanik CB, Rubash HE, Barrack RL, Lephart SM (2000). The role of proprioception in patients with DJD and following total knee arthroplasty. In: Lephart SM, Fu FH, eds. *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Champaign: Human Kinetics, 323–33.
- Lönn J, Crenshaw AG, Djupsjöbacka M, Johansson H (2000). Reliability of position sense testing assessed with a fully automated system. *Clin Physiol* 20 (1): 30–7.
- Perin DH, Shultz SJ (2000). Models for clinical research involving proprioception and neuromuscular control. In: Lephart SM, Fu FH, eds. *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Champaign: Human Kinetics, 349–62.
- Szczerba JE, Bernier JN, Perrin DH, Gansnedder BM (1995). Intertester reliability of active and passive ankle joint position sense testing. *J Sport Rehabil* 4: 282–91.
- Lee D, Han S (2017). Validation of joint position sense of dorsi – plantar flexion of ankle measurements using a smartphone. *Healthc Inform Res* 23 (3): 183–8.
- Piriyaarasarth P, Morris ME, Winter A, Bialocerkowski AE (2008). The reliability of knee joint position testing using electrogoniometry. *BMC Musculoskelet Disord* 9 (6).
- Cho YR, Hong BY, Lim SH, Kim HW, Ko YJ, Im SA, Lee JI (2011). Effects of joint effusion on proprioception in patients with knee osteoarthritis: a single – blind, randomized controlled clinical trial. *Osteoarthritis and cartilage* 19 (1): 22–8.
- Palma P, Tkalec J, Puh U (2016). Primerjava občutka za položaj kolenskega sklepa v zaprti kinematični verigi pri stoji na trdi in mehki podlagi. *Fizioterapija* 24 (1): 1–7.
- Palma P, Urankar U, Puh U (2014). Takojšnji učinki elastičnega lepilnega traku na mišicah gastrocnemius in tibialis anterior na ravnotežje in občutek za položaj sklepa. *Fizioterapija* 22 (2): 8–15.
- Bronner S, Agraharasamakulam S, Ojofeitimi S (2010a). Reliability and validity of electrogoniometry measurement of lower extremity movement. *J Med Eng Technol* 34 (3): 232–42.
- Bronner S, Agraharasamakulam S, Ojofeitimi S (2010b). Reliability and validity of a new ankle electrogoniometer. *J Med Eng Technol* 34 (5–6): 350–55.
- Ferligoj A, Leskošek K, Kogovšek T (1995). Zanesljivost in veljavnost merjenja. Ljubljana: Fakulteta za družbene vede, 11–59.
- Juul-Kristensen B, Lund H, Hansen K, Christensen H, Danneskiold-Samsøe B, Bliddal H (2008). Test-retest reliability of joint position and kinesthetic sense in the elbow of healthy subjects. *Physiother Theory Pract* 24 (1): 65–72.

20. Halseth T, McChesney JW, DeBeliso M, Vaughn R, Lien J (2004). The effects of kinesiio taping on proprioception at the ankle. *J Sports Sci Med* 3: 1–7.
21. Westlake KP in Culham EG (2006). Influence of testing position and age on measures of ankle proprioception. *Adv Physiother* 8: 41–8.
22. Rein S, Fabian T, Zwipp H, Rammlt S, Weindel S (2011). Postural control and functional ankle stability in professional and amateur dancers. *Clin Neurophysiol* 122: 1602–10.
23. Sreeraj SR and Bagul N (2012). Ankle proprioception in individuals with knee osteoarthritis and normals. *Int J Med Clin Res* 3 (5): 164–7.
24. Hoffman M, Schrader J, Applegate T, Koceja D (1998). Unilateral postural control of the functionally dominant and nondominant extremities of healthy subjects. *J Athl Train* 33 (4): 319–22.
25. de Ruiter CJ, de Korte A, Schreyen S, de Haan A (2010). Leg dominancy in relation to fast isometric torque production and squat jump height. *Eur J Appl Physiol* 108: 247–55.
26. Vidmar G, Jakovljević M (2016). Psihometrične lastnosti ocenjevalnih inštrumentov. *Rehabilitacija* 15 (supl 1): 7–15.
27. Portney LG, Watkins MP (2009). *Foundations of clinical research: applications to practice*. 3rd ed. Pearson/Prentice hall.
28. Aydin T, Yildiz Y, Yildiz C, Atesalp S, Kalyon TA (2000). Ankle proprioception: a comparison between female teenage gymnasts and control. *Phys Med* 3 (1): 11–20.
29. Boyle J, Negus V (1998). Joint position sense in the recurrently sprained ankle. *Aust J Physiother* 44 (3): 159–63.
30. 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.
31. Selfe J, Callaghan M, McHenry A, Richards J, Oldham J (2006). An investigation into the effect of number of trials during proprioceptive testing in patients with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Res* 24 (6): 1218–24.
32. Biometrics Ltd. http://www.motion-labs.com/pdf/biometrics_goniometer_ug.pdf. <23. 7. 2013>.