

Takojšnji učinki elastičnega lepilnega traku na mišicah gastrocnemius in tibialis anterior na ravnotežje in občutek za položaj sklepa

Immediate effects of kinesio taping of the gastrocnemius and tibialis anterior muscles on balance and joint position sense

Polona Palma¹, Urška Urankar¹, Urška Puh¹

IZVLEČEK

Uvod: Elastični lepilni trak se uporablja samostojno ali skupaj z drugimi terapevtskimi postopki pri pacientih z različnimi okvarami mišično-kostnega in živčno-mišičnega sistema. Predvidena učinka sta med drugim tudi izboljšanje propriocepcije in ravnotežja. Namen raziskave je bil ugotoviti takojšnji vpliv elastičnega lepilnega traku na izboljšanje ravnotežja in propriocepcije. **Metode:** V raziskavi je sodelovalo 30 zdravih preiskovancev. Test za občutek položaja zgornjega skočnega sklepa pri treh različnih kotih in test stoje na eni nogi pri štirih različnih pogojih so izvedli brez elastičnega lepilnega traku in z njim na mišicah gastrocnemius in tibialis anterior. **Rezultati:** Do statistično pomembnih razlik med testiranjem z elastičnimi lepilnimi trakovi in brez njih je prišlo le pri testiranju občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa pri 10° dorzalne fleksije in pri testu stoje na eni nogi na trdi podlagi pri zaprtih očeh. **Zaključek:** Elastični lepilni trak na koži povzroča mehansko gubanje in raztezanje ter tako predvidoma draži kožne mehanoreceptorje na predelu goleni, kar lahko pripomore k boljšemu zaznavanju položaja sklepa. Kaže, da imajo informacije, pridobljene z uporabo elastičnega lepilnega traku, uporabno vrednost za izboljšanje ravnotežja le pri zaprtih očeh, ko vloga za uravnavanje ravnotežja prevzame somatosenzorni in vestibularni sistem.

Ključne besede: elastični lepilni trak, ravnotežje, propriocepcija, gleženj.

ABSTRACT

Background: Kinesio taping is used either as a single therapeutic procedure or in combination with other procedures in treatment of various musculoskeletal and neuromuscular disorders. It is supposed to enhance joint position sense and balance. The purpose of our research was to study the immediate effect of kinesio tape on balance and joint position sense. **Methods:** Thirty healthy subjects performed a joint position sense test for three target angles and single leg stance test in 4 conditions without and with kinesio tape applied on the gastrocnemius and tibialis anterior muscles. **Results:** Statistically significant differences between taped and non-taped conditions were found only for joint position sense at 10° dorsiflexion and single leg stance test on a firm surface with eyes closed. **Conclusions:** The convolutions and tension of the skin caused by kinesio tape may stimulate skin mechanoreceptors in the calf area, which contribute to increase of joint position sense. Information acquired by application of kinesio tape seems to have useful effect on balance only in the eyes closed condition, when control of balance by somatosensory and vestibular systems is enhanced.

Key words: kinesio taping, balance, proprioception, ankle.

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: 05.09.2014

Sprejeto: 23.11.2014

UVOD

Elastični lepilni trakovi se uporabljajo samostojno ali skupaj z drugimi terapevtskimi postopki pri osebah z različnimi okvarami mišično-kostnega in živčno-mišičnega sistema (1). Lastnosti elastičnega lepilnega traku in različne tehnike nameščanja naj bi vplivale na zmanjšanje bolečine, pospešitev krvnega in limfnega pretoka ter izboljšanje ravnotežja in propriocepcije (2). Obstaja več dokazov o učinkovitosti delovanja elastičnega lepilnega traku za zmanjšanje bolečine (3–5), povečanje gibljivosti sklepov (3, 5–8), izboljšanje mišične jakosti (9–14) ter pospeševanje krvnega in limfnega pretoka (5), malo pa je raziskav, ki bi potrjevale vpliv na izboljšanje propriocepcije in ravnotežja.

Ravnotežje je definirano kot sposobnost vzdrževanja telesnega težišča znotraj meja podporne ploskve (15). Tako statično kot dinamično ravnotežje sta pod nezavednim nadzorom zapletenih živčno-mišičnih procesov in mehanskih dejavnikov (16), pri čemer kompleksne odgovore motoričnega sistema na zunanje in notranje dražljaje uravnava osrednje živčevje (17). Propriocepcija kot del somatosenzoričnega sistema, ki prispeva k ohranjanju ravnotežja, je opredeljena kot skupek aferentnih prilivov iz kožnih, kapsulo-ligamentarnih in mišično-kitnih mehanoreceptorjev, ki posredujejo informacije za občutenje položaja sklepov, gibanje sklepov ter sile v mišicah in sklepih (18). Kožni mehanoreceptorji so lahko stimulirani z ustvarjanjem pritiska in raztezanjem kože. Domneva se, da so prek občutka raztezanja kože posredovane informacije o gibanju ali položaju sklepov (19). Glede na prej omenjena predvidevanja bi se lahko povečano draženje kožnih mehanoreceptorjev stopala in goleni odražalo v boljšem ohranjanju ravnotežja (20). Elastični lepilni trak na koži povzroča mehansko gubanje in raztezanje (2), s čimer naj bi se povečal priliv somatosenzornih informacij iz kožnih mehanoreceptorjev (21).

Namen raziskave je bil ugotoviti takojšnji vpliv elastičnega lepilnega traku, nameščenega na mišicah gastrocnemius in tibialis anterior, na izboljšanje testa stoje na eni nogi in občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa, merjenega z

elektrogoniometrom, pri skupini zdravih mladih preiskovancev.

METODE

Preiskovanci

V raziskavo je bilo vključenih 30 preiskovancev (9 moških in 21 žensk), študentov Univerze v Ljubljani. Preiskovanci so bili v povprečju stari 22 ($\pm 1,3$) let, težki povprečno 65 ($\pm 12,1$) kg in visoki 173 ($\pm 8,2$) cm. Pred začetkom testiranja so bili vsi preiskovanci seznanjeni s potekom dela in namenom raziskave. V raziskavi so sodelovali prostovoljno in podpisali izjavo o prostovoljnem sodelovanju. Prav tako so bili vsi zdravi in v anamnezi niso navedli nobenih lažjih poškodb gležnja v zadnjih šestih mesecih ali hujših poškodb spodnjih udov nasploh. Vsi ($n = 28$) razen dveh so imeli dominantno nogo desno (testirano s testom brca žoge). Raziskavo je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko.

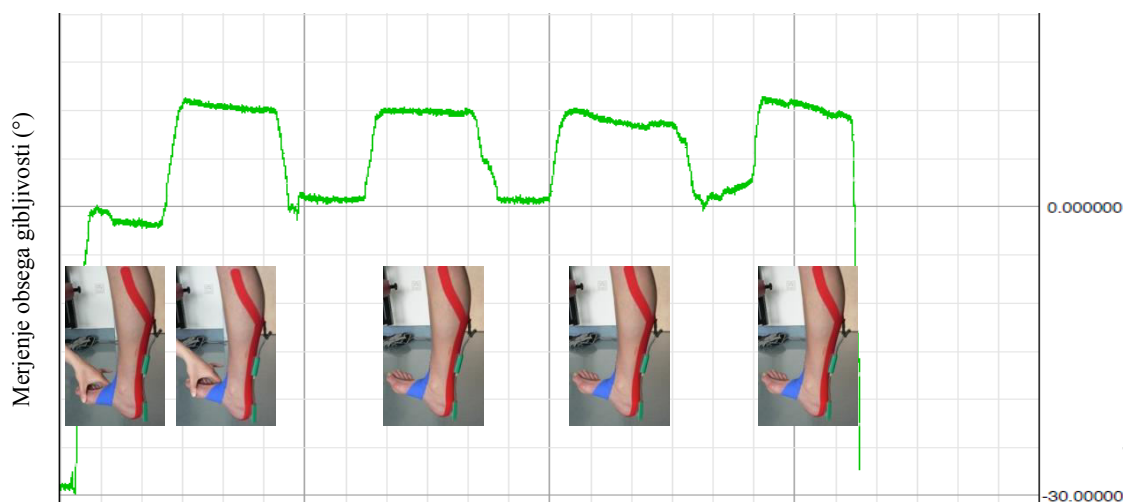
Testni postopki

Meritve so potekale v fizioterapevtskem laboratoriju. Preiskovanci so na začetku izpolnili vprašalnik s podatki o spolu, starosti, višini, teži, poškodbah gležnja in aktivnem ukvarjanju s športom. Pri naključno izbrani polovici preiskovancev (skupina B; $n = 15$) smo nato najprej namestili elastični lepilni trak po navodilih iz literature (2). Uporabili smo kombinacijo mišične (»origo-insertio«) in kitne (korekcijske) tehnike. Prvi elastični lepilni trak smo nalepili po poteku mišice gastrocnemius. Bazi Y-traku smo brez raztega prilepili na kožo v višini izvora mišice, nato smo kraka traku brez raztega s polaganjem nalepili po trebuhu raztegnjene mišice (mišična tehnika), nadaljevali po ahilovi tetivi z raztegom (50–75 %) traku in končali na petnici. Drugega (I-trak) smo namestili po mišici tibialis anterior v smeri od izvora do narastišča. Bazo I-traku smo brez raztega prilepili na kožo v višini izvora mišice, nadaljevali po trebuhu mišice brez raztega, nato z raztegom (50–75 %) prilepili trak po kiti mišice in končali na bazi prve stopalnice.

Nadaljevali smo z merjenjem občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa z dvoosnim elektrogoniometrom SG 110 (proizvajalec Biometrics Ltd.), po postopku, ki je bil izbran po pregledu predhodnih raziskav (22–27, 35) in

prilagojen glede na raziskovalni prostor in opremo. Elektrogoniometer smo namestili, ko je preiskovanec ležal na trebuhu, s stopali čez rob mize. Spodnjo bazo goniometra smo nalepili na petnico dominantne noge v liniji ahilove tetive, drugo bazo pa v isti liniji na mišico gastrocnemius. Med testiranjem je preiskovanec sedel na preiskovalni mizi s koleni čez rob. Čez oči je imel temna očala. Preiskovanca smo najprej naučili potek meritev. Vse meritve so se izvajale aktivno. Izhodiščni položaj je bil kot 0° v zgornjem skočnem sklepu. Preiskovančevo stopalo smo najprej z verbalnim in taktilnim vodenjem usmerjali v izhodiščni položaj, ga nato po 5 sekundah vodili v testni položaj, v katerem je sam zadržal stopalo 5 sekund, nato pa je s pomočjo preiskovalčevih verbalnih in taktilnih informacij

ponovno vrnil stopalo v izhodiščni položaj. Za tem je preiskovanec sam trikrat poskušal doseči določen testni položaj. Pred testiranjem smo izvedli poskusno meritev pri testnem kotu 15° plantarne fleksije. Sledile so tri meritve pri posameznih testnih kotih (10° dorzalne fleksije, 25° in 40° plantarne fleksije). Zaporedje kotov je bilo pri vsakem preiskovancu predhodno izbrano naključno, z žrebanjem. Z elektrogoniometrom smo za vsak testni položaj pridobili podatke v obliki izrisane krivulje na računalniškem zaslonu. Analiza podatkov je potekala tako, da smo na krivulji z računalniškim programom odčitali vrednost povprečja zadnjih 3 sekund, ki jo je preiskovanec dosegel pri posamezni ponovitvi testnega položaja (slika 1).



Slika 1: Merjenje občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa z elektrogoniometrom (učenje in tri ponovitve položaja)

Na koncu smo izvedli še test stoje na eni nogi (slika 2) po postopku, povzetem po preglednem članku (28). Preiskovanec je izvajal test z dominantno nogo v štirih različnih pogojih: stoja na eni nogi na trdi podlagi z odprtimi in zaprtimi očmi ter stoja na mehki podlagi (ravnotežna blazina Airex balance-pad Elite®) z odprtimi in zaprtimi očmi. Pri vsakem testnem pogoju smo merili, koliko časa je bil preiskovanec sposoben zadržati testni položaj. Pri vsakem testnem pogoju se je meritev trikrat ponovila, razen če je preiskovanec dosegel maksimalni čas 45 sekund. Pri analizi podatkov smo uporabili najboljše

izmerjene čase posameznega preiskovanca za določen testni pogoj.

Vse meritve smo takoj nato ponovili še enkrat brez predhodno nameščenega elastičnega lepilnega traku. Pri drugi polovici naključno izbranih preiskovancev (skupina A; $n = 15$) je bilo zaporedje izvajanja meritev enako, le da smo najprej testirali brez elastičnega lepilnega traku, nato pa še z njim.



Slika 2: Test stoji na eni nogi na trdi in mehki podlagi z odprtimi očmi (test je bil narejen tudi na trdi in mehki podlagi z zaprtimi očmi)

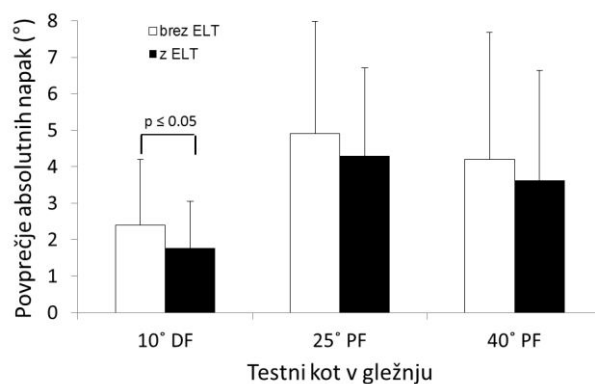
Metode statistične analize

Analiza podatkov je bila opravljena s programom Microsoft Excel 2010 in SPSS 20.0. Pri testu stoji na eni nogi smo za vse preiskovance izračunali povprečne vrednosti (in standardne odklone) maksimalnih časov, pri meritvah občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa pa povprečja absolutnih napak (in standardne odklone) za posamezen testni kot. Za ugotavljanje razlik med testiranjem z elastičnim lepilnim trakom in brez njega smo uporabili parni test t za vezane vzorce. Statistično pomembnost smo sprejeli ob 5-odstotni napaki alfa.

REZULTATI

Merjenje občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa

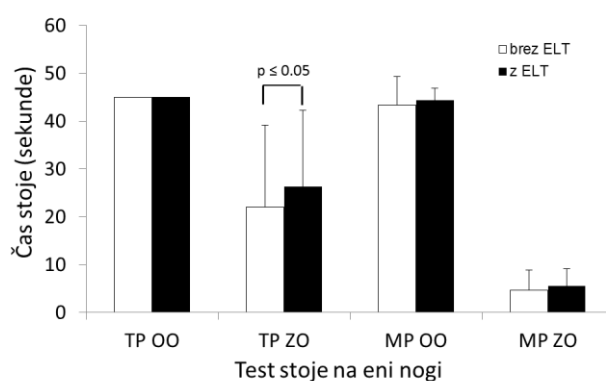
Do izboljšanja rezultatov meritev, izraženega kot zmanjšanje absolutnih napak pri zaznavanju položaja sklepa, je po uporabi elastičnega lepilnega traku v primerjavi z meritvami brez njega prišlo pri vseh treh testnih kotih. Do statistično pomembne razlike pa je prišlo le pri testnem kotu 10° dorzalne fleksije ($p = 0,04$), kar se vidi v sliki 3. Povprečna absolutna napaka pri meritvah z elastičnim lepilnim trakom je bila za $0,62 \pm 1,61$ stopinje manjša od povprečne absolutne napake pri meritvah brez elastičnega lepilnega traku.



Slika 3: Povprečje absolutnih napak in standardni odkloni pri meritvah za položaj gležnja pri 10° dorzalne fleksije (DF), 25° plantarne fleksije (PF) in 40° plantarne fleksije (PF) v zadnjih 3 s

Test stoji na eni nogi

Pri pogoju trda podlaga in odprte oči so vsi preiskovanci v obeh skupinah dosegli maksimalni čas (45 sekund). Na mehki podlagi je stoji z odprtimi in z zaprtimi očmi z uporabo elastičnega lepilnega traku v primerjavi s stoji brez elastičnega lepilnega traku trajala dlje, vendar vrednost ni presegla praga statistične pomembnosti. Prav tako je prišlo do daljšega trajanja stoji pri testiranju na trdi podlagi z zaprtimi očmi, pri čemer pa je bila razlika statistično pomembna ($p = 0,04$) (slika 4). Povprečne vrednosti maksimalnih časov meritev so bile za $4,28 \pm 10,66$ sekunde višje z uporabo elastičnega lepilnega traku.



Slika 4: Povprečje najboljših vrednosti in standardni odkloni pri testu stoji na eni nogi v štirih različnih pogojih (TP OO – trda podlaga, oči odprte; TP ZO – trda podlaga, oči zaprte; MP OO – mehka podlaga, oči odprte; MP ZO – mehka podlaga, oči zaprte)

RAZPRAVA

Pogostnost uporabe elastičnega lepilnega traku na različnih področjih fizioterapije narašča, vendar znanstvenih dokazov o učinkovitosti njegove uporabe primanjkuje. Za ravnotežje (21, 22, 32, 33, 36, 38) in propriocepcijo (22, 24, 25) je bilo do zdaj narejenih le nekaj raziskav, ki so potrdile ali ovrgle učinkovitost uporabe elastičnega lepilnega traku.

Z merjenjem občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa smo ugotavljali, ali elastični lepilni trak vpliva na propriocepcijo. Do statistično pomembnih razlik v zmanjšanju povprečnih absolutnih napak med meritvami z elastičnim lepilnim trakom in brez njega je prišlo le pri testnem kotu 10° dorzalne fleksije. Tudi pri kotu 25° plantarne fleksije je sicer prišlo do zmanjšanja absolutne napake, vendar so bile razlike zelo majhne in statistično nepomembne. Lahko bi sklepali, da je pri kotu 25° plantarne fleksije, ki je blizu srednjemu položaju zgornjega skočnega sklepa, elastični lepilni trak manj raztegnjen kot v položaju 10° dorzalne fleksije, ki je bližje končnemu obsegu gibljivosti. Tako se preiskovanci pri zaznavanju položaja zgornjega skočnega sklepa pri kotu 25° plantarne fleksije morda niso mogli zanašati na informacije iz kožnih mehanoreceptorjev, ki jih vzdraži elastični lepilni trak. O podobnih ugotovitvah poročajo tudi drugi avtorji (24, 25).

Kožni mehanoreceptorji imajo lahko pri raztezanju kože ob skrajnih obsegih gibov pomembnejšo vlogo v zaznavanju položaja in gibanja sklepov kot sklepni mehanoreceptorji (29). Do dobljenih rezultatov moramo biti kritični, saj je do odstopanj lahko prišlo že pri nameščanju elastičnega lepilnega traku, ker je razteg traku odvisen od subjektivnega občutka preiskovalca. Tako so morda lahko tisti preiskovanci, ki so imeli nekoliko bolj raztegnjen elastični lepilni trak, lažje zaznali določen testni položaj in imeli pri meritvah manjšo napako. Možnost napake obstaja tudi pri meritvah aktivne gibljivosti zgornjega skočnega sklepa z ročnim plastičnim goniometrom, ki smo jih izvajali pred testiranjem občutka za položaj sklepa za umerjanje elektrogoniometra. Uporabljen položaj elektrogoniometra morda ni bil najbolj ustrezen, saj je nekatere preiskovance pri skrajnih obsegih gibov v zgornjem skočnem sklepu zategovalo ali

pa so navajali neudoben občutek. Bronner in sodelavci (30) navajajo, da je v končnih obsegih gibov bolj priporočljivo uporabiti drug model elektrogoniometra, ki bi zaradi drugačne namestitve verjetno manj vplival na zaznavanje položaja zgornjega skočnega sklepa v plantarni in dorzalni fleksiji. Testiranje občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa smo izvedli po postopku, povzetem po predhodni raziskavi (27). Raziskave, s katero bi preverjali zanesljivost in veljavnost katerega koli postopka testiranja občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa, med pregledom literature nismo našli.

Pri izvedbi testa stoje na trdi podlagi z odprtimi očmi so vsi preiskovanci pri prvem in drugem testiranju dosegli maksimalen čas (45 sekund), zato ni bilo mogoče zaznati razlike med meritvami brez elastičnega lepilnega traku in z njim. Sklepamo, da je bil ta testni pogoj za preiskovance premalo zahteven, kar ugotavljajo tudi drugi avtorji (27). Pri testnem pogoju na trdi podlagi z zaprtimi očmi je prišlo do največje razlike med meritvami z elastičnim lepilnim trakom in brez njega. V povprečju je bil dosežen čas stoje z elastičnim lepilnim trakom za 4,3 sekunde daljši kot brez elastičnega lepilnega traku. Razlika je bila statistično pomembna, zato sklepamo, da elastični lepilni trak lahko vpliva na ravnotežje in verjetno kot dodaten senzorični priliv prispeva k daljšemu času stoje na eni nogi. Učinki elastičnega lepilnega traku na kožo na stopalu in goleni dražijo kožne mehanoreceptorje. To je še bolj izraženo pri zaprtih očeh, ko vlogo za nadzor ravnotežja prevzame somatosenzorni in vestibularni sistem (21), kar se je izkazalo tudi v naši raziskavi. Do podobnih rezultatov so prišli tudi drugi avtorji (32, 33), vendar primerljive študije, v kateri bi preučevali vpliv elastičnega lepilnega traku na ravnotežje in uporabili protokol testiranja, enak našemu, v pregledani literaturi nismo našli. Postopek za izvedbo testa stoje na eni nogi, ki smo ga uporabili v raziskavi, je dovolj zanesljiv za uporabo med zdravimi mladostniki, starimi od 18 do 30 let, kar sovпада s starostno kategorijo naših preiskovancev (31).

Vpliv elastičnega lepilnega traku na uravnavanje ravnotežja se v literaturi razlaga na več načinov. Prva hipoteza: intrinzična togost sklepnih struktur gležnja, ki jo sklepu zagotavljajo kite, mišice in

sklepna ovojnica, ima vlogo pri uravnavanju ravnotežja. Zaradi svojih mehanskih lastnosti naj bi elastični lepilni trak vplival na rekrutacijo mišičnih vlaken in posledično na povečanje stabilnosti sklepa (21). Druga hipoteza poudarja vlogo kožnih mehanoreceptorjev. Senzorični prilivi iz teh receptorjev naj bi se uporabili pri proaktivnem mehanizmu uravnavanja ravnotežja, ki omogoča predvidevanje potrebne mišične aktivacije (21). Čas stoje na eni nogi na mehki podlagi z odprtimi očmi pri izvajanju testa z elastičnim lepilnim trakom je bil v primerjavi z meritvami brez elastičnega lepilnega traku nekoliko daljši, vendar razlike niso bile statistično pomembne. Na neravni (mehki) podlagi somatosenzorne informacije niso več tako zanesljive in takrat se sistem za uravnavanje ravnotežja zanaša predvsem na vidne informacije (34). Vidni sistem je očitno zadostno nadomestil somatosenzoričnega, tako da informacije, pridobljene z elastičnim lepilnim trakom, pri tem pogoju niso imele pomembnejše uporabne vrednosti pri uravnavanju ravnotežja. Pri testnem pogoju na mehki podlagi z zaprtimi očmi je bil čas z elastičnim lepilnim trakom nekoliko daljši, vendar tudi tukaj razlika ni bila statistično pomembna. Doseženi časi so bili najkrajši med vsemi pogoji, kar je razumljivo, saj je bil ta pogoj najtežji. Iz rezultatov raziskave je vidno, da pri tako zahtevnem pogoju somatosenzorne informacije, pridobljene z uporabo elastičnega lepilnega traku, za uravnavanje ravnotežja nimajo uporabne vrednosti.

V prihodnje bi bilo smiselno raziskavo ponoviti na večjem vzorcu in zraven dodati kontrolno skupino preiskovancev brez intervencije. Poleg tega smo v raziskavi preučevali le takojšnje učinke vpliva elastičnega lepilnega traku. Če bi meritve izvajali na primer en dan po namestitvi elastičnega lepilnega traku, bi bili rezultati zaradi adaptacije kožnih mehanoreceptorjev morda drugačni (24). Za ugotavljanje učinkov elastičnega lepilnega traku na ravnotežje bi bilo smiselno uporabiti natančnejše merilno orodje, na primer merjenje gibanja središča pritiska s pritiskovno ploščo. V drugih raziskavah, v katerih so preučevali vpliv elastičnega lepilnega traku ali vpliv lepilnega traku na ravnotežje, so za testiranje v največ primerih uporabljali različne pritiskovne plošče (21, 22, 32, 33, 35–38).

ZAKLJUČEK

V raziskavi smo ugotavljali takojšnji vpliv elastičnega lepilnega traku na ravnotežje in propriocepcijo v zgornjem skočnem sklepu. Rezultati obeh testiranih spremenljivk so bili pri testiranju z elastičnim lepilnim trakom nekoliko boljši kot brez njega. Do statistično pomembnih razlik med testiranjem z elastičnim lepilnim trakom in brez njega pa je prišlo le pri kotu 10° dorzalne fleksije (testiranje občutka za položaj zgornjega skočnega sklepa) in pri rezultatih testa stoje na eni nogi na trdi podlagi pri zaprtih očeh. Elastični lepilni trak, nameščen na koži, povzroča mehansko gubanje in raztezanje ter s tem predvidoma draži kožne mehanoreceptorje na stopalih in mečih, kar lahko pripomore k boljšemu zaznavanju položaja sklepa. Rezultati kažejo, da imajo somatosenzorne informacije iz kožnih mehanoreceptorjev, pridobljene z uporabo elastičnega lepilnega traku, uporabno vrednost pri uravnavanju ravnotežja le pri zaprtih očeh, ko vlogo za uravnavanje ravnotežja prevzmeta somatosenzorni in vestibularni sistem.

LITERATURA

1. Zalar M (2011). Učinkovitost uporabe elastičnih lepilnih trakov (Kinesio Taping). *Rehabilitacija* 10 (1): 49–53.
2. Kase K, Wallis J, Kase T (2003). *Clinical therapeutic applications of the kinesio taping method*. 2nd ed. Tokyo: Ken Ikai Co. Ltd.: 12–39.
3. Castro-Sanchez AM, Lara-Palomo IC, Matran-Penarocha GA, Fernandez-Sanchez M, Sanchez-Labraca N, Arroyo-Morales M (2012). Kinesio taping reduces disability and pain slightly in chronic non-specific low back pain: a randomised trial. *J Physiother* 58 (3): 143.
4. Paoloni M, Bernetti A, Fratocchi G, Mangone M, Parrinello L, Del Pilar Cooper M, Di Sante L, Santilli V (2011). Kinesio taping applied to lumbar muscles influences clinical and electromyographic characteristics in chronic low back pain. *Eur J Phys Rehabil Med* 47 (2): 237–44.
5. Lee J, Yoo W (2012). Treatment of chronic achilles tendon pain by kinesio taping in an amateur badminton player. *Phys Ther Sport* 13 (2): 115–19.
6. Yoshida A, Kahanov L (2007). The effect of kinesio taping on lower trunk range of motions. *Res Sports Med* 15 (2): 103–12.
7. Gonzales-Iglesias J, Fernandez-de-Las-Penas C, Cleland JA, Hujibregts P, Del Rosario M (2009). Short-term effects of cervical kinesio taping on pain and cervical range of motion in patients with acute

- whiplash injury: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 39 (7): 515–21.
8. Thelen WD, Dauber JA, Stoneman PD (2008). The clinical efficacy of kinesio tape for shoulder pain: a randomized, double-blinded, clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 38 (7): 389–95.
 9. Vithoulka I, Beneka A, Malliou P, Aggelousis, Karatsolis K, Diamantopoulos K (2010). The effects of Kinesio-Taping on quadriceps strength during isokinetic exercise in healthy non-athlete women. *Isokinet Exerc Sci* 18 (1): 1–6.
 10. Donec V, Varžaityte L, Kriščiūnas A (2012). The effect of kinesio taping on maximal grip force and key pinch force. *Polish Annals of Medicine* 19 (2): 98–105.
 11. Aktas G, Baltaci G (2011). Does kinesiotaping increase knee muscles strength and functional performance? *Isokinet Exerc Sci* 19: 149–55.
 12. Slupik A, Dwornik M, Bialozewski D, Zych E (2007). Effect of kinesio taping on bioelectrical activity of vastus medialis muscle. Preliminary report. *Ortop Traumatol Rehabil* 9 (6): 644–51.
 13. Hsu Y, Chen W, Lin H, Wang W, Shin Y (2009). The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome. *J Electromyogr Kinesiol* 19 (6): 1092–99.
 14. Lin J, Hung C, Yang P (2011). The effects of scapular taping on electromyographic muscle activity and proprioception feedback in healthy shoulders. *J Orthop Res* 29 (1): 53–7.
 15. Ghez C (1991) Posture. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM eds. *Principles of neural science*. 3rd ed. Appleton and Lange, Norwalk: 596–608.
 16. Carr J, Shepherd R (2011). *Neurological rehabilitation: Optimizing motor performance*. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone: 160–80.
 17. Štrucl M (1999). *Fiziologija živčevja*. Ljubljana: Medicinski razgledi: 39–67.
 18. Lephart SM, Pincivero DM, Giraido JL, Fu FH (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med* 25: 130–7.
 19. Grigg P (1994). Peripheral neural mechanisms in proprioception. *J Sport Rehabil* 3: 2–17.
 20. Hijmans JM, Geertzen JH, Dijkstra PU, Postema K (2007). A systematic review of the effects of shoes and other ankle or foot appliances on balance in older people and people with peripheral nervous system disorders. *Gait Posture* 25(2): 316–23.
 21. Cortesi M, Cattaneo D, Jonsdottir J (2011). Effect of kinesio taping on standing balance in subjects with multiple sclerosis: A pilot study. *NeuroRehabilitation* 28: 365–72.
 22. Aytaç A, Ozunlu N, Surenkok O, Baltaci G, Oztop P, Karatas M (2011). Initial effects of kinesio taping in patients with patellofemoral pain syndrome: A randomized, double-blind study. *Isokinet Exerc Sci* 19: 135–42.
 23. Bronner S, Agraharasamakulam S, Ojofitimi S (2010a). Reliability and validity of electrogoniometry measurement of lower extremity movement. *J Med Eng Technol* 34 (3): 232–42.
 24. Halseth T, McChesney JW, DeBeliso M, Vaughn R, Lien J (2004). The effects of kinesio taping on proprioception at the ankle. *J Sports Sci Med* 3: 1–7.
 25. Murray H, Husk LJ (2001). Effect of kinesio taping on proprioception in the Ankle. *J Orthop Sports Phys Ther* 31 (1): A-37.
 26. Simoneau GG, Degner RM, Kramper CA, Kittleson KH (1997). Changes in ankle joint proprioception resulting from strips of athletic tape applied over the skin. *J Athl Train* 32 (2): 141–7.
 27. Jesenovec L (2013). *Primerjava ravnotežja in propriocepcije med baletnimi plesalkami in neplesalkami*. Diplomsko delo. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta.
 28. Nežič E, Puh U, Hlebš S (2012). Izvedba testa stoje ne eni nogi. *Fizioterapija* 20 (1): 26–32.
 29. Riemann BL, Lephart SM (2002) The sensorimotor system, Part II: The role of proprioception in motor control and functional joint stability. *J Athl Train* 37 (1): 80–4.
 30. Bronner S, Agraharasamakulam S, Ojofitimi S (2010b). Reliability and validity of a new ankle electrogoniometer. *J Med Eng Technol* 34 (5–6): 350–5.
 31. Pavlič N (2013). *Zanesljivost testa stoje na eni nogi*. Diplomsko delo. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta.
 32. Garcia DK (2001). Balance awareness and kinesio taping of the ankle. <http://www.kinesiotaping.com/images/kinesio-association/pdf/research/2001-2.pdf> <15. 11. 2013>.
 33. Husk LJ (2001) Balance awareness and kinesio taping of the ankle. <http://www.kinesiotaping.com/images/kinesio-association/pdf/research/2001-4.pdf> <15. 11. 2012>.
 34. Simeonov P, Hsiao H, Hendricks S (2009). Effectiveness of vertical visual reference for reducing postural instability on inclined and compliant surfaces at elevation. *Appl Ergon* 40 (3): 353–61.
 35. Shields CA, Needle AR, Rose WC, Swanik WC, Kaminski TW (2013) Effect of elastic taping on postural control deficits in subjects with healthy ankles, copers and individuals with functional ankle instability. *Foot Ankle Int* 20 (10): 1–9.

36. Lins CA, Neto FL, Amorim AB, Macedo L, Brasileiro JS (2012). Kinesio taping does not alter neuromuscular performance of femoral quadriceps or lower limb function in healthy subjects: randomized, blind, controlled, clinical trial. *Man Ther* 18 (1): 41–5.
37. Thedon T, Mandrick K, Matthieu F, Mottet D, Perrey S (2011). Degraded postural performance after muscle fatigue can be compensated by skin stimulation. *Gait Posture* 33: 686–9.
38. Nunes GS, De Noronha M, Cunha HS, Ruschel C, Borges NG (2013). Effect of kinesio taping on jumping and balance in athletes: A cross-over randomized controlled trial. *J Strength Cond Res*.