

**UNIVERZA V LJUBLJANI
ZDRAVSTVENA FAKULTETA
FIZIOTERAPIJA, 1. STOPNJA**

Teja Močnik

**TAKOJŠEN UČINEK ELASTIČNIH LEPILNIH
TRAKOV NA STATIČNO RAVNOTEŽJE PRI
ZDRAVIH OSEBAH**

Ljubljana, 2018

**UNIVERZA V LJUBLJANI
ZDRAVSTVENA FAKULTETA
FIZIOTERAPIJA, 1. STOPNJA**

Teja Močnik

**TAKOJŠEN UČINEK ELASTIČNIH LEPILNIH
TRAKOV NA STATIČNO RAVNOTEŽJE PRI
ZDRAVIH OSEBAH**

Diplomsko delo

**IMMEDIATE EFFECT OF ELASTIC ADHESIVE TAPE
ON POSTURAL SWAY OF HEALTHY PERSONS**

Final thesis

Mentor: izr. prof. dr. Darja Rugelj

Recenzent: doc. dr. Urška Puh

Ljubljana, 2018

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici izr. prof. dr. Darji Rugelj za sprejem mentorstva, pomoč pri izvedbi raziskave, nasvete in potrpežljivost pri nastajanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se vsem prostovoljkam, ki so sodelovale v raziskavi, za njihov čas, dobro voljo in prilagodljivost.

Zahvaljujem se Edvardu Huthu za asistiranje in zagotavljanje varnosti izvedbe meritev v laboratoriju ter podporo in spodbudne besede pri pisanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se Vanji Erčulj za pomoč pri uporabi SPSS-a in nasvete o statistični obdelavi podatkov.

Zahvaljujem se Alenki Vesenjaku za lektoriranje diplomskega dela.

Nenazadnje pa se zahvaljujem tudi svoji družini, ki mi je ves čas študija in pisanja zaključnega dela stala ob strani ter me podpirala.

IZVLEČEK

Uvod: Ravnotežje je sposobnost telesa, da ohranja težišče nad podporno ploskvijo. Za nadzor drže so pomembni viden, vestibularen in somatosenzoričen sistem. Propriocepcija in povrhnja senzibilnost sta del somatosenzoričnega sistema. Elastični lepilni trakovi lahko vzdražijo kožne mehanoreceptorje in preko somatosenzoričnega sistema vplivajo tudi na nadzorovanje ravnotežja. **Namen:** Ugotoviti, ali elastični lepilni trakovi, nalepljeni na m. tibialis anterior in m. gastrocnemius, vplivajo na statično ravnotežje pri zdravih mlajših in starejših posameznikih ter kakšne so razlike med učinkom trakov na mlajšo in starejšo skupino preiskovancev. **Metode dela:** Sodelovalo je 15 starejših in 11 mlajših žensk. Izvedli smo meritve mirne stoji s stopali skupaj na pritiskovni plošči najprej brez elastičnih lepilnih trakov na trdi podlagi z zaprtimi očmi in mehki podlagi z odprtimi. Nato smo oba testa ponovili še z nameščenimi elastičnimi lepilnimi trakovi. Trakove smo namestili na obe nogi s 5% nategom. Pri vseh štirih meritvah na pritiskovni plošči smo pri vsaki posameznici merili pot, ki jo opravi središče pritiska v medio-lateralni in antero-posteriorni smeri, hitrost ter ploščino, ki jo zariše gibanje središča pritiska. Rezultate smo nato obdelali s statističnim programom SPSS. **Rezultati:** Pri stoji s stopali skupaj z nameščenimi trakovi in brez njih ni bilo statistično pomembnih razlik ne glede na spremembo podlage in vidnega priliva niti glede na skupino. Tudi pri primerjavi skupin med seboj na trdi podlagi z zaprtimi očmi ni opaznih razlik. Se pa starejši in mlajši precej razlikujejo pri testu na mehki podlagi z odprtimi očmi. Središče pritiska starejših se pri testu na mehki podlagi z odprtimi očmi in brez trakov giblje s povprečno hitrostjo 3,61 cm/s, v medio-lateralni smeri v povprečju za 146,83 cm in v antero-posteriorni smeri za 127,19 cm, medtem ko se središče pritiska mlajših giblje s povprečno hitrostjo 2,18 cm/s, v medio-lateralni smeri v povprečju za 87,08 cm in v antero-posteriorni za 79,13 cm. Pri enakem testu vendar z nalepljenimi trakovi pa se središče pritiska starejših giblje s hitrostjo 3,51 cm/s in dosega povprečno 145,63 cm v medio-lateralni smeri ter 121,32 cm v antero-posterni. Središče pritiska mlajših pa se giblje s povprečno hitrostjo 2,3 cm/s, povprečno 93,03 cm v medio-lateralni smeri in 82,37 cm v antero-posteriorni smeri. Pri ploščini gibanja središča pritiska pa smo ugotovili statistično pomembne razlike med skupinama samo pri testu na mehki podlagi z odprtimi očmi in brez elastičnih lepilnih trakov. Povprečna ploščina starejših znaša 17,73 cm², ploščina mlajših pa 10,25 cm². **Razprava in sklep:** Rezultati kažejo, da elastični lepilni trakovi nimajo vpliva na gibanje središča pritiska med stoji s stopali skupaj. Med skupinama nismo ugotovili razlik o vplivu trakov, kot pričakovano pa so se pokazale statistično pomembne razlike v ohranjanju mirne stoji med mlajšo in starejšo skupino. Smiselno bi bilo raziskati vpliv elastičnih lepilnih trakov še pod ravnotežno zahtevnejšimi pogoji in z daljšim obdobjem namestitve trakov. Testirali bi lahko mlajše s stoji na eni nogi.

Ključne besede: statično ravnotežje, elastični lepilni trakovi, propriocepcija, aktivni starejši, študenti

ABSTRACT

Introduction: Balance is an ability to maintain the center of gravity of the body above the base of support. To maintain equilibrium we use the information from the visual, vestibular and somatosensory system, a part of which are also the proprioception and superficial sensitivity. Elastic adhesive tapes can stimulate cutaneous mechanoreceptors and thus affect postural control through somatosensory system. **Purpose:** The determine whether elastic adhesive tapes applied to the m. tibialis anterior and m. gastrocnemius affect static balance of healthy younger and older individuals, and discover what are the differences in the effect of tapes between the younger and older groups. **Methods:** There were 15 older and 11 younger women participating. We performed measurements of the quiet stance with feet placed together on the pressure plate on a hard and soft surface with and without elastic adhesive tapes. The strips were placed on both legs with a 5% tension. In all four tests we measured an individual's medio-lateral and antero-posterior path, speed and area of movement of the center of pressure. The results were processed with a statistical program SPSS. **Results:** There are no differences between tests with and without elastic adhesive tapes on solid surface, neither in the younger nor the older group. There are no noticeable differences on solid surface when comparing groups. Although there are differences in maintaining balance on a soft surface. In the test on soft surface with eyes open and standing without elastic tapes, elderly's pressure center moved with an average speed of 3,61cm/s, 146,83 cm in medio-lateral path and 127,19 in antero-posterior. Younger group's pressure center moved with an average speed of 2,18 cm/s, 87,08 cm in medio-lateral path and 79,13 in antero-posterior. In the same test, but with elastic tapes, elderly's pressure center moved with an average speed of 3,51 cm/s, 145,63 cm in medio-lateral path and 121,32 in antero-posterior. Younger group's pressure center moved with an average speed of 2,3 cm/s, 93,03 cm in medio-lateral path and 82,37 in antero-posterior. We found statistically significant differences in the area of movement of the pressure center between groups only when standing on soft surface without tapes. The average of the elderly's area of movement is 17,73cm², and the average of younger group's area is 10,25 cm². **Discussion and conclusion:** The results have shown that elastic adhesive tapes do not influence the movement of the pressure center when standing with feet together. There are no differences in the effect of tapes between groups, but as expected we have found statistically significant differences in the maintenance of the quiet stance between the elderly and the younger group. Additional studies are necessary to explore the effect of elastic adhesive tapes under more demanding conditions and with a longer application period of the tapes. For example, to test a group of younger individuals with a single leg balance test and with a few days lasting application of the tape.

Keywords: static balance, elastic adhesive tapes, proprioception, active elderly, students

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	Delovanje elastičnih lepilnih trakov	3
2	NAMEN	5
3	METODE DELA	6
3.1	Preiskovanci.....	6
3.2	Test stoje s stopali skupaj	7
3.3	Pritiskovna plošča	8
3.4	Nameščanje elastičnih lepilnih trakov	9
3.5	Statistična obdelava podatkov	9
4	REZULTATI	10
4.1	Medio-lateralna pot.....	10
4.2	Antero-posteriorna pot.....	11
4.3	Hitrost	12
4.4	Ploščina po metodi Fourierjeve analize obrisa (FAO).....	14
4.5	Obris gibanja središča pritiska.....	16
4.6	Test normalnosti in homogenosti varianc	18
5	RAZPRAVA.....	19
6	ZAKLJUČEK	22
7	LITERATURA IN DOKUMENTACIJSKI VIRI.....	23
8	PRILOGE	27
8.1	Soglasje etične komisije.....	27
8.2	Informacije za prostovoljce pri raziskavi.....	28
8.3	Pristanek preiskovanca k sodelovanju	29
8.4	Test normalnosti	31
8.5	Levenov test enakosti varianc	32

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz izvedbe testov stoje s stopali skupaj na pritiskovni plošči.....	8
Slika 2: Rezultati meritev obeh skupin za spremenljivko medio-lateralne poti.....	11
Slika 3: Rezultati meritev obeh skupin za spremenljivko antero-posteriorna pot.....	12
Slika 4: Rezultati meritev obeh skupin za spremenljivko hitrost	14
Slika 5: Rezultati meritev obeh skupin za spremenljivko ploščina FAO	15
Slika 6: Primerjava obrisa gibanja središča pritiska pri posameznih testih.....	17

KAZALO TABEL

Tabela 1: Opisna statistika za spremenljivko medio-lateralna pot.....	10
Tabela 2: Opisna statistika za spremenljivko antero-posteriorna pot.....	11
Tabela 3: Opisna statistika za spremenljivko hitrost.....	13
Tabela 4: Opisna statistika za spremenljivko ploščina FAO.....	14

SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN OKRAJŠAV

ELT	Elastični lepilni trakovi
FAO	Fourierjeva analiza obrisa
MP-OO	Test stoje s stopali skupaj na mehki podlagi z odprtimi očmi
TP-OZ	Test stoje s stopali skupaj na trdi podlagi z zaprtimi očmi
SD	Standardna deviacija
SPSS	Statistical Package for Social Sciences (Statistični paket za družboslovne znanosti)

1 UVOD

Ravnotežje je sposobnost telesa, da ohranja težišče nad podporno ploskvijo (Lephart, Fu, 2000). Za nadzorovanje ravnotežja uporabljamo informacije iz vidnega, vestibularnega in somatosenzoričnega sistema (Maurer et al., 2006). Staranje, poškodba ali bolezen lahko vplivajo na vse tri sisteme in posledično zmanjšajo sposobnost ohranjanja in nadzorovanja ravnotežja (Watson, Black, 2016).

Za posredovanje informacij iz vidnega sistema so zadolženi fotoreceptorji paličnic in čepnic v mrežnici očesa. Vestibularni organ, predel notranjega ušesa, je odgovoren za zaznavo gibanja, ohranjanje ravnotežja in prostorsko orientacijo. Ušesna vrečica in mešiček zaznavata gravitacijo in linearno gibanje, polkrožni kanali pa rotacijska gibanja. Spremembe gibanja oziroma ravnotežja zaznavamo na podoben način kot zvok, preko sistema dlačnic in tekočin (Watson, Black, 2016).

Somatosenzorični sistem nam posreduje informacije o dotiku, temperaturi, bolečini in propiocepciji. S propioceptivnimi signali zaznavamo položaj in gibanje sklepov. Dobro zaznavo sklepa zagotavlja kombinacija oziroma hkratno delovanje mehanoreceptorjev v koži in mišicah ter tudi sklepu. Aferentni senzorični nevroni v koži pripomorejo k zaznavanju sklepnega gibanja, informacije o položaju sklepa pa sporočajo receptorji v mišicah oziroma mišičnem vretenu in mehkotivnih strukturah sklepa (Grigg, 1994). Med sklepne receptorje spadajo Ruffinijeva vlakna, ki se nahajajo na upogibni strani sklepa in se vzdražijo ob ekstremnih gibih. Pacinijeva telesca pa hitro reagirajo na spremembe hitrosti v sklepu in pritisk. K zaznavi našega položaja v prostoru prispevajo tudi ligamentni receptorji in prosti živčni končiči v sklepu. Akcijski potencial se nato prenese naprej v osrednje živčevje, kjer se položaj sklepa določi glede na to, kateri receptorji so hkrati vzdraženi (Shumway-Cook, Woollacott, 2007).

Za nadzorovanje drže v antero-posteriorni smeri in obvladovanje manjših motenj med stoji na trdni in ravni podlagi uporabljamo strategijo gležnja. S spreminjanjem navora okoli gležnja poskušamo premakniti center pritiska pod središče gibanja telesa. Pri večjih motnjah, ko samo strategija gležnja ne zadostuje več, telo uporabi strategijo kolka ali celo strategijo koraka (Winters, Crago, 2000).

Senzoričnih informacij iz samo enega od ravnotežnih sistemov ne moremo neposredno uporabiti za nadzorovanje drže. Potrebna je multisenzorna interpretacija informacij. Na

primer ob nagibu glave med stojo pridobimo informacije o položaju iz vidnega in vestibularnega sistema. Telo je sestavljeno iz več segmentov, zato lahko sprememba položaja enega izmed teh vpliva na senzorične referenčne okvire. Ravno zaradi pojava dvoumnosti ali nasprotovanj med posameznimi senzoričnimi kanali je koristno, da pridobivamo informacije iz različnih sistemov ter tako razrešimo problem, npr. ali se premikamo mi ali okolica. Glede na zahtevano nalogo ali zahteve okolja, kot je mehkejša podlaga, se vloga posameznega od sistemov lahko spremeni (Winters, Crago, 2000).

Za ohranjanje pokončne stoje so med drugim pomembne tudi povratne informacije iz kožnih receptorjev podplata. Koža, ki je naš največji organ, se med gibanjem sklepa razteguje v različne smeri in preko svojih aferentnih kožnih mehanoreceptorjev zagotavlja priliv o gibanju pod njo ležečega sklepa (Grigg, 1994). Meyer in sodelavci (2004) so ugotovili, da se prispevek le-teh poveča, ko odvezamo vidni sistem in postane naloga proprioceptivno bolj zahtevna.

Theidon in sodelavci (2011) so ugotovili, da ima že klasičen lepilni trak, nalepljen na ahilovo tetivo, pozitiven vpliv na priliv informacij iz kože. Mirna stoja njihovih preiskovancev se je zaradi utrujenosti poslabšala, medio-lateralna in antero-posteriorna pot ter tudi povprečna hitrost gibanja središča pritiska (v nadaljevanju SP) so se povečale. Z nameščenimi lepilnimi trakovi pa so osebe kljub utrujenosti bile sposobne ohranjati mirno stojo. Po ekscentrični vadbi in utrujenih mišicah oziroma poškodovanih mišičnih vlaknih informacije iz mišičnih vreten niso več tako natančne in je potrebno nadzor ravnotežja kompenzirati z informacijami iz drugih prilivov. Prilivi iz mišičnih vreten in kože lahko osrednjemu živčevju zagotavljajo podobne informacije, zato Theidon s sodelavci (2011) zagovarja tezo, da ob utrujenosti lepilni trak pripomore k boljši zaznavi preko kožnih receptorjev ter tako nadomesti slabši priliv iz utrujenih mišic. Osrednje živčevje je tisto, ki določa pomembnost posameznih prilivov iz različnih sistemov glede na trenutne zahteve okolja (Van Beers, Wolpert, 2002).

Med mirno stojo na trdni podlagi v dobro osvetljenem prostoru se zdrave osebe večinoma zanašajo na somatosenzorični sistem (70%), poleg tega pa v 20% meri na vestibularni in 10% na vidni sistem. Med stojo na nestabilni, mehki podlagi pa se poveča vpliv informacij iz vestibularnega in vidnega sistema (Peterka, 2002).

Mlajši se pri ohranjanju ravnotežja zanašajo bolj na proprioceptivne in vestibularne prilive, medtem ko se starejši vedno bolj zanašajo na vidni sistem. S staranjem se vidna ostrina,

vidno polje, akomodacija, zaznavanje globine, periferni vid, občutljivost na kontrast in nizke prostorne frekvence poslabšajo, kar vpliva na nadzor drže. Tudi čas, ki je potreben, da vidni sistem opozori osrednje živčevje na morebitni padec, se z leti podaljša. Pri starejših je prav tako viden izrazit upad vestibularnega aparata oziroma števila lasnih celic v njem. Če s staranjem oslabijo sistemi, ki imajo ključno vlogo pri nadzoru drže, je posledično tudi ohranjanje ravnotežja veliko težje in že manjša motnja lahko povzroči večje spremembe pri zadrževanju mirne stoje ter poveča tveganje za morebiten padec (Lockhart et al., 2005). Elastični lepilni trakovi predstavljajo dodaten dražljaj kožnim mehanoreceptorjem ter tako povečajo priliv iz kože (Yoshida, Kahanov, 2007). Več informacij iz somatosenzoričnega sistema pa posledično lahko vpliva na vzdrževanje stabilnega položaja.

1.1 Delovanje elastičnih lepilnih trakov

Kinesiotaping oziroma metodo nameščanja elastičnih lepilnih trakov (v nadaljevanju ELT) je v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja razvil japonski kiropraktik Kenzo Kase. Narejeni so iz elastičnih in bombažnih vlaken, ki omogočajo izhlapevanje vlage in hitro sušenje traku. Lepilo je akrilno in ga aktiviramo z dodano toploto oziroma drgnjenjem traku po namestitvi. Trakovi omogočajo longitudinalni razteg ne pa tudi horizontalnega. Trak je nalepljen na papirju z že približno 25% raztegom, maksimalen možen razteg pa je 40% dolžine na papirju, torej 140% (Kase et al., 2003). Valovit vzorec traku naj bi vplival na somatosenzorično zaznavo (Wu et al., 2015).

Shim s sodelavci (2003) in Kase (1997) so potrdili, da ELT povečajo prostor med kožo in mehkim tkivom ter tako vplivajo na boljšo cirkulacijo krvi in limfe, kar lahko poveča hitrost zdravljenja (Skirven et al., 2011). Prvotni namen ELT za zmanjševanje edema in temperature, prisotne ob vnetnem procesu, zaščita sklepov in podpora mehkim tkivom je enak namenu bandažiranja, le da so se z ELT skušali izogniti prekomerni imobilizaciji (Wu et al., 2015). Ugotovljeno zmanjšujejo bolečino in vplivajo na večji obseg gibanja v sklepu (Osterhues, 2004). ELT vplivajo tudi na večjo mišično zmogljivost (Magalhães et al., 2016; Ekiz et al., 2015). Ena od domnevnih koristi ELT naj bi bila tudi izboljšana propriocepcija zaradi stimulacije mehanoreceptorjev v koži, mišicah in sklepnih kapsulah (Kase et al., 2003). Taktilni dražljaj ELT je dovolj velik, da vzdraži kožne mehanoreceptorje (Yoshida, Kahanov, 2007).

Kim in sodelavci (2015) so v študiji primera osebe s prisotno kronično nestabilnostjo gležnja ugotovili izboljšanje statičnega in dinamičnega ravnotežja po dveh mesecih nameščanja ELT, in sicer izboljšanje rezultatov BESS (Balance Error Scoring System) in SEBT (Star Excursion Balance Test) testa. Jackson (2016) je s sodelavci primerjala osebe s kronično nestabilnostjo gležnja, kontrolno in eksperimentalno skupino z nameščenimi ELT. Tudi oni so ugotovili izboljšanje rezultatov BESS testa, in sicer 48 ur po namestitvi trakov in tudi 72 ur po njihovi odstranitvi. Osterhues (2004) je na primeru kolena z Neuro-Com Balance Master in funkcijskimi testi preverila motorični nadzor, gibanje in ravnotežje. Preiskovanec je z nalepljenimi ELT dosegel boljše rezultate pri izpadnem koraku naprej, prestopu, koraku na stopničko in stoji na eni nogi z zaprtimi očmi. Nekaj raziskav o ravnotežju je narejenih z ELT na mišici quadriceps, vendar po namestitvi ni bilo sprememb v ravnotežju niti pri posameznikih s patologijo kot je možganska kap (Wilson et al., 2016; Ekiz et al., 2015). Učinki ELT, nalepljenega na m. quadriceps, na ravnotežje so se odražali pri zdravih preiskovancih med ekscentrično vadbo. Po vadbi je zaradi utrujenosti ravnotežje navadno slabše. Rezultati stoje na dominantni nogi, pridobljeni s sistemom Biodex Balance System, so se po ekscentrični vadbi poslabšali, če pa so vadili z ELT, so bili rezultati podobni kot pred vadbo (Hosp et al., 2017). Pri zdravih preiskovancih je do sedaj le nekaj raziskav vpliva ELT na ravnotežje. Palma in sodelavci (2014) so ugotovili takojšen učinek ELT. Preiskovanci so z nameščenimi ELT imeli boljši občutek za položaj sklepa pri 10° plantarne fleksije stopala, do statistično pomembne razlike pa je prišlo tudi pri testu stoje na eni nogi na trdi podlagi pri zaprtih očeh. Nakajima in Baldrige (2013) sta s SEBT testom odkrila pozitiven vpliv na dinamično ravnotežje po 24 urni namestitvi ELT, vendar samo pri ženskih preiskovankah. Njihova napetost trakov je bila maksimalna, Lemos in sodelavci (2016) pa so z EMG-jem pokazali najboljši vpliv traku, napetega med 0-10%. Ferrari in sodelavci (2016) so pri nameščanju ELT na mišico triceps surae uporabili 10% razteg traku in s pritiskovno ploščo pokazali spremenjeno razporeditev teže na stopalu, kar kaže na vpliv trakov na nadzor drže.

2 NAMEN

Z raziskavo želimo ugotoviti, kakšen vpliv imajo elastični lepilni trakovi na gibanje središča pritiska zdravih mlajših in starejših preiskovancev. Raziskovalna vprašanja, ki so nastala na podlagi pregledane literature in na katera bomo skušali odgovoriti:

- Ali elastični lepilni trakovi vplivajo na statično ravnotežje tudi pri zdravih posameznikih?
- Kakšne so razlike med učinkom elastičnih lepilnih trakov pri mlajših in starejših osebah?

3 METODE DELA

Testiranje je potekalo decembra 2017 v Biomehanskem laboratoriju Zdravstvene fakultete v Ljubljani.

Proučevanje vpliva različnih somatosenzoričnih vzpodbud na mirno stojo je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko, številka zadeve 0120-309/2018/3 (priloga 1).

3.1 Preiskovanci

Vzorec je zajemal skupino starejših in mlajših prostovoljk. Sodelovalo je 26 zdravih oseb, in sicer 15 starejših žensk ($69,3 \pm 1,3$ let) in 11 mlajših ($21,7 \pm 6,8$ let). Starejšo skupino so sestavljale dejavne starejše ženske, ki obiskujejo vadbo za starejše z elementi ravnotežja na Zdravstveni fakulteti v Ljubljani. Mlajša skupina so bile študentke te fakultete. Nihče izmed njih ni v zadnjem letu utrpel kakršnekoli poškodbe gležnja in nima živčno-mišičnih ali mišično-skeletnih motenj.

Pred začetkom testiranja je vsaka prostovoljka prebrala informacije o testiranju (priloga 2 Informacije za prostovoljce pri raziskavi) in nato podpisala izjavo o pristanku na testiranje (priloga 3 Pristanek preiskovanca k sodelovanju). Zabeležili smo letnico rojstva oziroma starost vsake preiskovanke ter se pozanimali ali imajo kakšne poškodbe ali težave s spodnjimi udi.

Starejše preiskovanke so bile že dobro seznanjene z mehko podlago, saj jo pri vadbi uporabljajo že dlje časa. V izogib razlikam med skupinama smo študentke pred začetkom testiranja trikrat postavili na mehko podlago za 60 sekund. Med privajanjem na mehko podlago in dejanskim testiranjem je moralo miniti vsaj pol ure, sicer smo meritve izvedli šele naslednji dan.

Za varnost prostovoljk je bilo poskrbljeno z ustrežno pripravo okolja, kot je npr. nederseča podlaga. Poleg tega je za varnost skrbel tudi asistent, ki je bil ves čas izvajanja testov v pripravljenosti za primer večjih motenj ravnotežja ali celo nenadnega padca.

Potrebne podatke smo zbrali s testom stoje s stopali skupaj, pri katerem smo merili čas, v katerem je bila posameznica sposobna zadržati položaj. Med testom je preiskovanka stala na

pritislovni plošči, s katere smo pridobili podatke o gibanju SP. Poleg pritiskovne plošče smo za izvedbo testov potrebovali še mehko podlago oziroma Airex Balance Pad (50 x 41 x 6 cm) (Sins, Švica), elastične lepilne trakove, razkužilo in terapevtsko mizo, na kateri smo udeleženkam nameščali trakove.

3.2 Test stoji s stopali skupaj

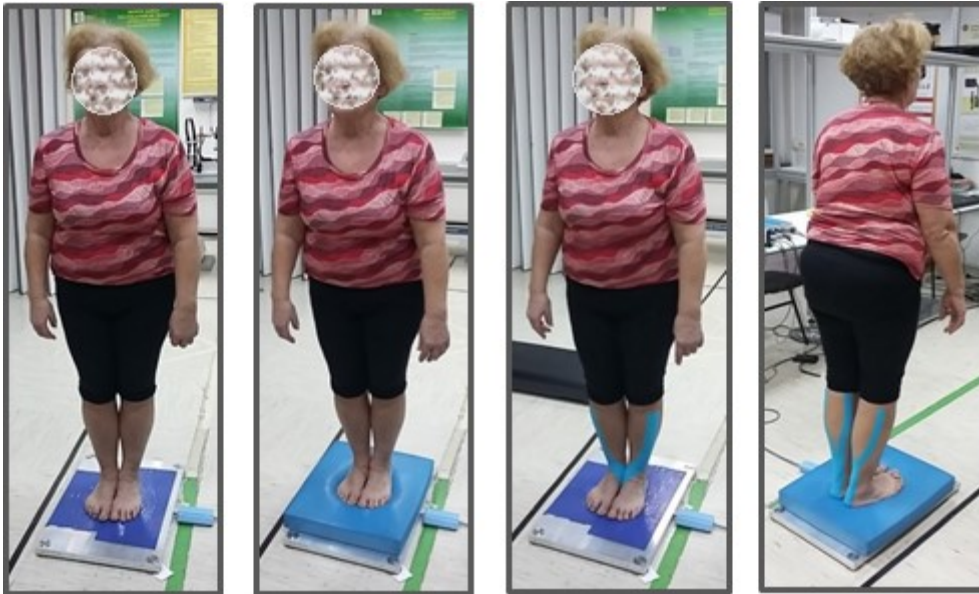
Preiskovanka je, stoji, bosa na pritiskovni plošči, usmerila svoj pogled v tri metre oddaljeno piko na steni v višini oči in poskušala zadržati miren položaj. Test se je zaključil po doseženih 60 sekundah ali ob premiku zgornjih udov, prestopu ali premiku spodnjih udov (Rugelj et al., 2015).

Za testiranje smo uporabili dva od štirih testov, ki sestavljajo modificiran klinični test senzorične interakcije (Rugelj et al., 2015). Prvi test za naš namen ni bil primeren, saj ni proprioceptivno zahteven. Izbrali smo teste, pri katerih je potrebna večja obdelava proprioceptivnih informacij, in sicer test stoji s stopali skupaj na trdi podlagi z zaprtimi očmi in test stoji s stopali skupaj na mehki podlagi z odprtimi očmi. V prvem primeru smo odvzeli vidni sistem, v drugem pa obdržali vidni sistem in otežili podlago. Vsak test je bil izveden najprej brez in nato še z nalepljenimi ELT.

Test stoji s stopali skupaj smo ponovili v štirih različicah v naslednjem vrstnem redu:

- Zaprte oči, stoji na trdi podlagi s stopali skupaj, brez ELT (v nadaljevanju TP-OZ-BREZ).
- Odprte oči, stoji na mehki podlagi s stopali skupaj, brez ELT (v nadaljevanju MP-OO-BREZ).
- Zaprte oči, stoji na trdi podlagi s stopali skupaj, z nalepljenimi ELT (v nadaljevanju TP-OZ-ELT).
- Odprte oči, stoji na mehki podlagi s stopali skupaj, z nalepljenimi ELT (v nadaljevanju MP-OO-ELT).

Med posameznimi testiranjmi je imela preiskovanka na voljo najmanj eno minuto počitka. Med drugim in tretjim testom pa je bil počitek daljši, saj smo v tem času prostovoljki nalepili elastične lepilne trakove.



Slika 1: Prikaz izvedbe testov stoji s stopali skupaj na pritiskovni plošči

3.3 Pritiskovna plošča

Pritiskovna plošča je kovinska, trdna plošča, ki je podprta z vsaj tremi merilniki sile in povezana z računalnikom. Preiskovanka je izbrane teste izvajala na plošči Kistler 9286 AA (Winherthur, Švica). Vsako izmed njih smo merili eno minuto pri frekvenci vzorčenja 200 Hz. Medtem smo s prenosnim računalnikom s programom Kistler BioWare zajemali podatke gibanja SP, ki ga zaznavajo senzorji za pritisk, in na koncu dobili stabilogram, ki nam prikazuje gibanje težišča med izvajanjem testa. Pridobljene podatke smo nato obdelali še na spletnem strežniku (Sevšek, Rugelj, 2011).

Pri analizi smo se osredotočili na štiri spremenljivke, ki smo jih obdelali s programom StabDat (Sevšek, 2014). Medio-lateralna pot je projekcija gibanja težišča v medio-lateralni smeri. Antero-posteriorna pot pa gibanje SP v antero-posteriorni smeri. Hitrost prikazuje skupno pot oziroma projekcijo gibanja težišča telesa v odvisnosti od časa. Ploščina po metodi Fourierjeve analize obrisa nam prikaže območje, ki ga obriše gibanje SP med izvedbo meritve.

3.4 Nameščanje elastičnih lepilnih trakov

Začetne in končne baze ELT smo nalepili brez raztega (Kase et al., 2003). Med bazama je trak nameščen s 5% raztegom njegove maksimalne dolžine (Lemos et al., 2016). Prvi trak smo namestili po poteku mišice tibialis anterior od origa do insertia, v položaju leže na hrbtu na terapevtski mizi s podloženo nogo pod kolenskim sklepom in s stopalom v plantarni fleksiji. Nameščanje trakov smo nadaljevali v položaju leže na trebuhu s stopalom preko roba mize in v pasivni dorzalni fleksiji. Naslednji trak smo, v obliki črke Y, prav tako namestili po poteku mišice, vendar tokrat v drugi smeri, od insertia do origa. Začetna baza je bila postavljena na posteriorni del calcaneusa, prvi del traku se je končal na medialni glavi gastrocnemiusa, drugi del traku pa na lateralni glavi.

Lemos in sodelavci (2016) ter Vered in sodelavci (2015) so dokazali, da smer nameščanja trakov ne vpliva na učinek ELT. Zato smo smer določili tako, da bo lepljenje trakov lažje izvedljivo.

3.5 Statistična obdelava podatkov

Pri raziskavi pridobljeni podatki so bili obdelani v programu Statistični paket za družboslovne znanosti (angl. Statistical Package for Social Sciences - SPSS). Za računanje povprečij in standardnih odklonov smo uporabili opisno statistiko. S Shapiro-Wilkovim testom smo preverili normalnost porazdelitve podatkov, z Levenovim testom pa homogenost. Za analiziranje rezultatov meritev smo izračunali dvosmerno analizo variance za ponovljene meritve (two-way repeated measures ANOVA) s 95% intervalom zaupanja. Uporabili smo model 4 x 2 mixed-design factorial ANOVA za primerjavo spremenljivk gibanja SP v štirih eksperimentalnih pogojih (TP-OZ-BREZ, MP-OO-BREZ, TP-OZ-ELT, MP-OO-ELT) in dveh skupin preiskovank (mlajše in starejše). Pri interpretaciji rezultatov smo upoštevali Greenhouse-Geisser-jevo korekcijo. Nato smo rezultate predstavili še s tabelami in grafi v programu Microsoft Excel.

4 REZULTATI

4.1 Medio-lateralna pot

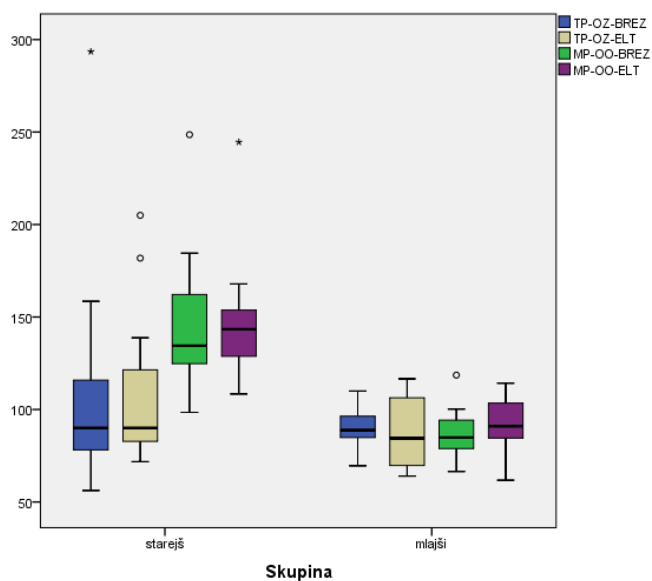
Povprečja in standardni odkloni spremenljivke medio-lateralna pot v vseh štirih testih za vsako skupino posebej so podrobno predstavljene v tabeli 1. Preiskovanke pri testih na enaki podlagi dosegajo podobne rezultate brez in z ELT. Ugotavljamo, da so povprečja izidov meritev starejših na mehki podlagi precej večja kot na trdi, medtem ko so povprečja mlajših podobna v vseh štirih meritvah ne glede na podlago. Vidimo, da so povprečja izidov meritev pri mlajših precej nižja kot povprečja pri starejših. Na mehki podlagi so povprečja mlajših še nižja od enega standardnega odklona od povprečja starejših (slika 2).

Tabela 1: Opisna statistika za spremenljivko medio-lateralna pot

Medio-lateralna pot (cm)	Starejši		Mlajši	
	Povprečje	SD	Povprečje	SD
TP-OZ-BREZ	109,58	± 58	90,35	± 12,72
MP-OO-BREZ	146,83	± 37,72	87,08	± 14,3
TP-OZ-ELT	108,65	± 39,77	87,15	± 19,81
MP-OO-ELT	145,63	± 32,63	93,03	± 15,59

Vrednosti gibanja SP v medio-lateralni smeri pri vseh štirih meritvah predstavlja slika 2. Če primerjamo obe meritvi na trdi podlagi z meritvama na mehki, vidimo, da kljub nameščenim elastičnim lepilnim trakovom ni prisotne večje spremembe ravnotežja. Med izidom meritev pri zaprtih očeh na trdi podlagi brez in s trakovi ni statistično pomembne razlike v medio-lateralni poti, tako ne pri starejših ($p = 1,000$) kot tudi pri mlajših ($p = 0,999$). Enako je s primerjavo izidov meritev na mehki podlagi z odprtimi očmi, saj ni statistično pomembne razlike pri nobeni od skupin (starejši: $p = 0,999$; mlajši: $p = 0,760$).

Učinek spremembe podlage in vidnega priliva na gibanje SP je bil statistično pomemben $F(1,51) = 7,11$, $p = 0,005$, kar kaže na razliko v gibanju SP v medio-lateralni smeri med meritvami na trdi podlagi z zaprtimi očmi in mehki podlagi z odprtimi očmi. Prav tako je bila statistično pomembna interakcija med meritvijo in skupino $F(1,51) = 6,23$, $p = 0,009$, kar kaže na to, da se skupini različno odzoveta na spremenjeno podlago in vidni priliv.



Slika 2: Rezultati meritev obeh skupin za spremenljivko medio-lateralne poti

4.2 Antero-posteriorna pot

Povprečje in standardni odklon spremenljivke antero-posteriorna pot v vseh štirih testih za skupini so predstavljeni v tabeli 2. Tudi tukaj so izidi meritev na enaki podlagi brez in z ELT podobni, trakovi torej prav tako nimajo vpliva na gibanje SP v antero-posteriorni smeri.

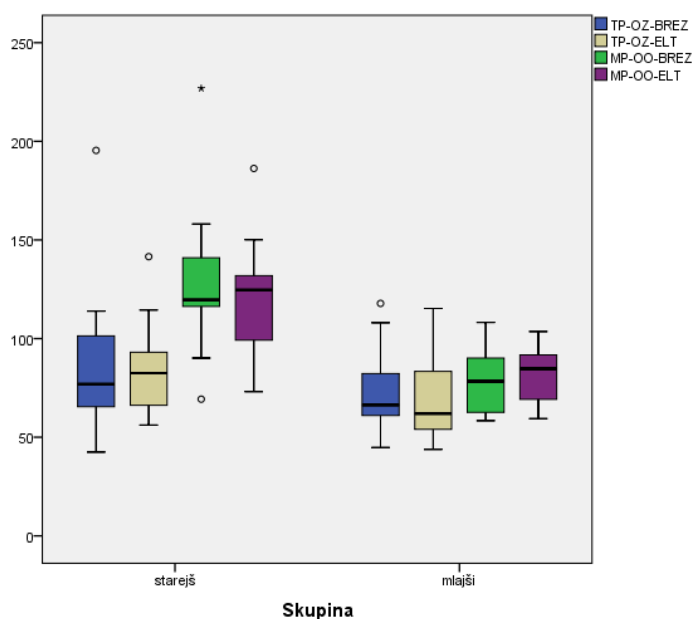
Povprečja izidov meritev starejših se na trdi in mehki podlagi precej razlikujejo, povprečja mlajših pa ostajajo podobna pri vseh štirih meritvah. Povprečja izidov meritev skupine mlajših so precej nižja kot povprečja pri skupini starejših, kar kaže, da mlajši opravijo manjšo pot gibanja v antero-posteriorni smeri oziroma boljše nadzorujejo ravnotežje. Na mehki podlagi so povprečja izidov meritev mlajše skupine še nižja od enega standardnega odklona od povprečja starejše skupine.

Tabela 2: Opisna statistika za spremenljivko antero-posteriorna pot

Antero-posteriorna pot (cm)	Starejši		Mlajši	
	Povprečje	SD	Povprečje	SD
TP-OZ-BREZ	86,97	± 37,05	74,09	± 22,21
MP-OO-BREZ	127,19	± 36,28	79,13	± 17,53
TP-OZ-ELT	84,03	± 22,84	69,78	± 22,35
MP-OO-ELT	121,32	± 27,27	82,37	± 15,64

Gibanje SP v antero-posteriorni smeri prikazuje slika 3. Če primerjamo meritve na trdi podlagi (TP-OZ-BREZ in TP-OZ-ELT) z meritvami na mehki podlagi (MP-OO-BREZ in MP-OO-ELT), vidimo, da kljub elastičnim lepilnim trakovom ni večje spremembe pri ravnotežju. Med rezultati meritev pri zaprtih očeh na trdi podlagi brez in s trakovi ni zaznati statistično pomembne razlike v antero-posteriorni poti, ne pri starejših ($p = 0,983$) niti pri mlajših ($p = 0,958$). Pri rezultatih meritev pri odprtih očeh na mehki podlagi prav tako ni statistično pomembne razlike pri nobeni od skupin (starejši: $p = 0,425$; mlajši: $p = 0,988$).

Vpliv tipa podlage in spremembe vidnega priliva na gibanje SP je statistično pomemben $F(1,60) = 15,01$, $p = 0,000$, kar kaže na razliko v gibanju SP v antero-posteriorni smeri med meritvami na trdi podlagi z zaprtimi očmi in mehki podlagi z odprtimi očmi. Interakcija med meritvijo in skupino je prav tako statistično pomembna $F(1,60) = 6,15$, $p = 0,008$, kar kaže na to, da se skupini različno odzoveta na spremenjeno podlago in odvzet vidni sistem.



Slika 3: Rezultati meritev obeh skupin za spremenljivko antero-posteriorna pot

4.3 Hitrost

Povprečja in standardne deviacije izidov vseh meritev za spremenljivko hitrost ločeno po skupinah prikazuje tabela 3. Vrednosti mlajših so nižje od vrednosti starejših, še toliko večjo razliko pa lahko opazimo pri izidih obeh testov na mehki podlagi. Za starejše je stoja na

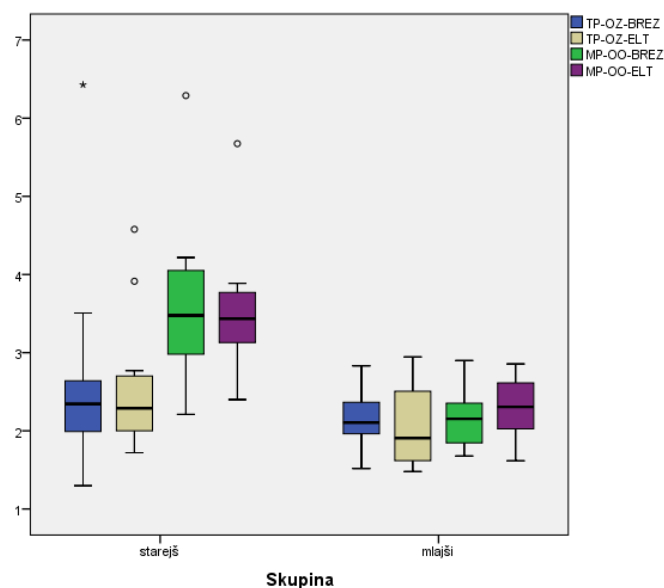
mehki podlagi precej zahtevnejša kot za mlajše, njihovo gibanje SP je večje in tudi hitrejšo za ohranitev čim bolj mirne stoje.

Tabela 3: Opisna statistika za spremenljivko hitrost

Hitrost Meritev	Starejši		Mlajši	
	Povprečje	SD	Povprečje	SD
TP-OZ-BREZ	2,59	± 1,21	2,16	± 0,41
MP-OO-BREZ	3,61	± 0,94	2,18	± 0,39
TP-OZ-ELT	2,54	± 0,78	2,06	± 0,53
MP-OO-ELT	3,51	± 0,72	2,3	± 0,38

Hitrost gibanja SP izvedenih meritev je podrobneje prikazana na sliki 4. Pri raziskavi ni opaziti kakršnegakoli vpliva ELT na ravnotežje, ne glede na skupino oziroma starost, niti na vrsto podlage. Pri starejših ni statistično pomembne razlike ne na trdi ($p = 0,997$) ne na mehki podlagi ($p = 0,766$). Prav tako ni statistično pomembne razlike pri mlajših, ($p = 0,992$ trda; $p = 0,800$ mehka).

Tako kot pri prejšnjih dveh spremenljivkah, medio-lateralni in antero-posteriorni poti, je tudi tu vpliv spremembe podlage in vidnega priliva na gibanje SP statistično pomemben $F(1,44) = 11,86$, $p = 0,000$, kar kaže na razliko v hitrosti gibanja SP med meritvami na trdi podlagi z zaprtimi očmi in mehki podlagi z odprtimi očmi. Prav tako je statistično pomembna interakcija med meritvijo in skupino $F(1,45) = 7,21$, $p = 0,005$, kar kaže na to, da se skupini različno odzoveta na spremenjeno podlago in vidni priliv.



Slika 4: Rezultati meritev obeh skupin za spremenljivko hitrost

4.4 Ploščina po metodi Fourierjeve analize obrisa (FAO)

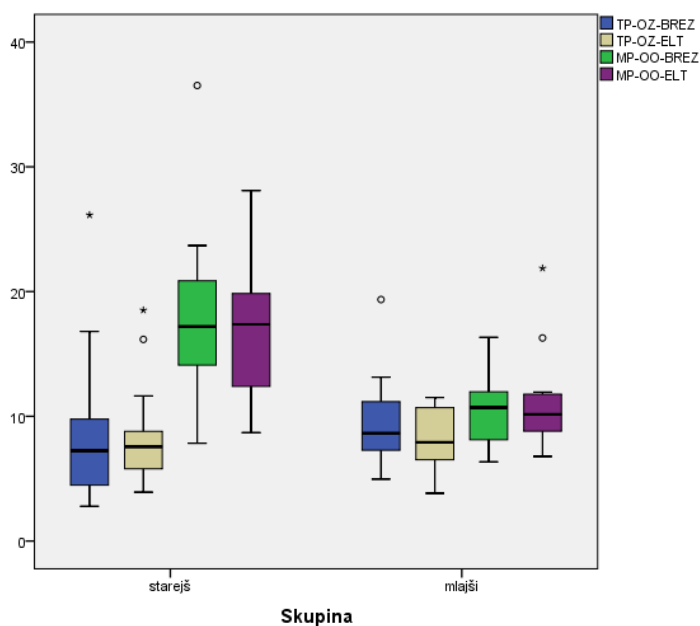
V spremenljivki FAO oziroma ploščini po metodi Fourierjeve analize obrisa se mlajši in starejši glede na ostale spremenljivke še najmanj razlikujejo (glej tabelo 4). Povprečje izidov meritev mlajše skupine je pri prvem testu celo rahlo večje od povprečja starejših. V tretjem testu, ki se izvaja prav tako na trdi podlagi, so vrednosti rezultatov precej podobne, večje razlike pa se pojavijo pri testih na mehki podlagi. Pri četrtem testu (MP-OO-ELT) je povprečje mlajših nižje celo od standardnega odklona od povprečja starejših, medtem ko povprečje mlajših pri drugem testu (MP-OO-BREZ) ne pade tako nizko. Središče gibanja starejših ob večji zahtevi ohranjanja ravnotežja nariše večjo ploščino, medtem ko sprememba podlage ne vpliva tako ključno na mlajše. Brez večjih sprememb jim uspeva vzdrževati mirno stoji ne glede na podlago.

Tabela 4: Opisna statistika za spremenljivko ploščina FAO

Ploščina po metodi FAO	Starejši		Mlajši	
	Povprečje	SD	Povprečje	SD
TP-OZ-BREZ	8,71	± 6,06	9,72	± 4,01
MP-OO-BREZ	17,73	± 6,92	10,25	± 2,96
TP-OZ-ELT	8,53	± 4,11	8,33	± 2,5
MP-OO-ELT	16,33	± 5,41	11,27	± 4,37

Spreminjanje ploščine, ki jo nariše gibanje SP v eni minuti testiranja, je podrobneje prikazano na sliki 5. Prikaz celotne ploščine in tudi oblike nam zagotovi metoda Fourierjeve analize obrisa (v nadaljevanju FAO) stabilograma. ELT prav tako tudi tukaj ne vpliva na ploščino gibanja SP. Kot že v ostalih spremenljivkah tudi tukaj ni statistično pomembnih razlik ob uporabi ELT, ne pri starejših ($p = 1,000$ trda; $p = 0,940$ mehka) ne pri mlajših ($p = 0,888$ trda; $p = 0,952$ mehka). Razlika med mlajšimi in starejšimi je vidna samo pri enem testu na mehki podlagi (MP-OO-BREZ) za razliko od drugih treh spremenljivk.

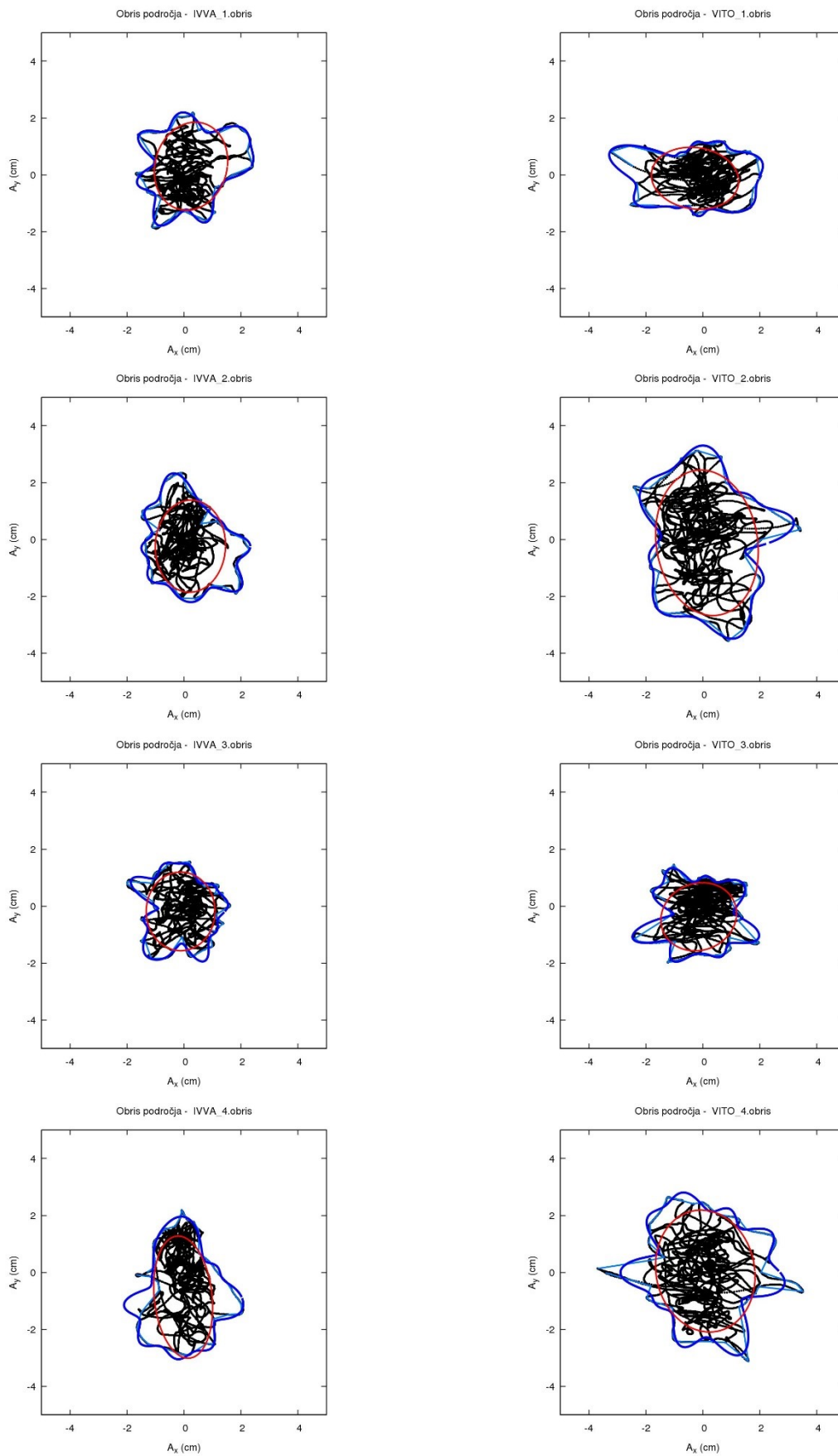
Učinek tipa podlage in spremembe vidnega priliva na ploščino gibanja SP je bil statistično pomemben $F(2,06) = 16,41$, $p = 0,000$, kar kaže na razliko v ploščinah gibanja SP med meritvami na trdi podlagi z zaprtimi očmi in mehki podlagi z odprtimi očmi. Tudi interakcija med meritvijo in skupino je statistično pomembna $F(2,06) = 7,60$, $p = 0,001$, kar kaže na to, da se skupini različno odzoveta na spremenjeno podlago in priliv informacij iz vidnega sistema.



Slika 5: Rezultati meritev obeh skupin za spremenljivko ploščina FAO

4.5 Obrisi gibanja središča pritiska

Testiranje stoje na pritiskovni plošči nam poda ploščino oziroma obris točk, ki jih nariše gibanje središča pritiska testirane osebe. Na sliki 6 je vidna primerjava med stoji na obeh nogah med mlajšo preiskovanko na levi in starejšo aktivno gospo na desni. Slike si sledijo v zaporedju izvedbe testov navzdol: TP-OZ-BREZ, MP-OO-BREZ, TP-OZ-ELT, MP-OO-ELT. Na trdi podlagi skoraj ni opaziti razlike med osebama, medtem ko je, podobno kot na prej omenjenih grafih, tudi tu opazna velika razlika med obrisi testov na mehki podlagi. Še toliko večja razlika med mlajšo in starejšo preiskovanko je opazna na drugi sliki (test MP-OO-BREZ).



Slika 6: Primerjava obrisa gibanja središča pritiska pri posameznih testih

4.6 Test normalnosti in homogenosti varianc

Predpogoja za izvajanje dvosmerne analize variance za ponovljene meritve (angl. Two-way repeated measures ANOVA) sta normalna porazdelitev podatkov in homogenost varianc. Rezultati testa normalnosti so pokazali odstopanja pri starejši skupini. Le-ta ne zadošča pogoju normalnosti v vseh meritvah medio-lateralne poti razen MP-OO-BREZ. Skupina starejših ne ustreza pogoju normalnosti pri spremenljivki antero-posteriorna pot samo v prvi meritvi (TP-OZ-BREZ), pri spremenljivki hitrost pa v nobeni od vseh štirih meritev. Rezultati testa normalnosti za spremenljivko FAO kažejo, da starejši ne zadostijo pogoju pri obeh testih na trdi podlagi (TP-OZ-BREZ in TP-OZ-ELT). Pri isti spremenljivki tudi rezultati mlajših pri eni od meritev niso normalno porazdeljeni (MP-OO-ELT). Vse zgoraj omenjeno je natančneje prikazano v prilogi 4. Pogoj homogenosti je skoraj v celoti izpolnjen, razen v spremenljivki medio-lateralne poti pri testu na mehki podlagi z odprtimi očmi in brez trakov (MP-OO-BREZ) (priloga 5). Sferičnost ni bila izpolnjena v nobeni od spremenljivk, zato smo pri interpretaciji rezultatov upoštevali Greenhouse-Geisser-jevo korekcijo (Lund, Lund, 2013).

5 RAZPRAVA

Namen diplomskega dela je bil ugotoviti, ali elastični lepilni trakovi (ELT) vplivajo na statično ravnotežje pri zdravih posameznikih. V vseh štirih spremenljivkah, medio-lateralna in antero-posteriorna pot, hitrost ter ploščina gibanja središča pritiska, so med izidi meritev brez trakov in s trakovi premajhne in statistično nepomembne razlike. Tako ne moremo trditi, da ELT vpliva na statično ravnotežje, zato smo ovrgli našo začetno hipotezo.

Tudi Wilson in sodelavci (2016), Nakajima in Baldrige (2013) ter Nunes in sodelavci (2013) so namestili ELT na predel meč oziroma goleni in prav tako niso poročali o spremembah na ravnotežje takoj po namestitvi ELT. Jackson in sodelavci (2016) ter Kim in sodelavci (2015) so zaznali pozitiven vpliv ELT na ravnotežje, vendar ne pri zdravih osebah, temveč pri ljudeh z določeno patologijo. Izvedli so test Balance Error Scoring System (BESS) na osebah s kronično nestabilnostjo gležnja in poročali o izboljšanju rezultatov po dveh mesecih rednega nameščanja ELT pri prvi raziskavi. Pri drugi raziskavi pa so Jackson in sodelavci (2016) pokazali izboljšanje pri rezultatu testa BESS 48 ur po namestitvi ELT in tudi 72 ur po odstranitvi trakov. Do sedaj je pozitiven vpliv ELT dokazan samo pri osebah, ki imajo zaradi različnih vzrokov oslabiljeno ravnotežje, kot npr. nestabilnost gležnja v prej omenjenih raziskavah. Na podlagi tega smo sklepali, da bi se lahko vpliv ELT pokazal pri skupini starejših, ki imajo v nasprotju z mlajšimi zaradi starosti slabše sposobnosti ohranjanja in nadzorovanja ravnotežja. Vendar, kot že omenjeno, so razlike v ohranjanju ravnotežja ob nalepljenih ELT premajhne, da bi lahko potrdile našo hipotezo.

Naš drugi cilj je bilo ugotoviti, kakšne so razlike med učinkom trakov na mlajše in starejše preiskovanke. Učinka ELT nismo potrdili pri nobeni od skupin, smo pa, v skladu s pričakovanji, med raziskavo opazili velike razlike med skupinama. Pri testu na trdi podlagi smo mirno stojo otežili z odvzemom prilivov iz vidnega sistema, na mehki podlagi pa smo oči pustili odprte, saj je bila že sama mehka podlaga proprioceptivno za starejšo skupino dovolj zahtevna. Test na mehki podlagi z odprtimi očmi je torej proprioceptivno bolj zahteven od testa na trdi podlagi z zaprtimi očmi, kar je vidno tudi iz naših rezultatov. Razlike med skupinama smo zaznali večinoma pri meritvah na mehki podlagi, in sicer v spremenljivkah poti, medio-lateralna ter tudi antero-posteriorna, in hitrosti pri obeh testih na mehki podlagi (MP-OO-BREZ, MP-OO-ELT), pri ploščini pa samo pri enem testu na mehki podlagi (MP-OO-BREZ). O podobnih rezultatih poročajo Hytönen in sodelavci (1993), ki so na pritiskovni plošči testirali šest starostnih skupin od 6 do 90 let. Odvzem vidnega

systema se je najbolj odražal pri najstarejši skupini (76-90 let). Mehka podlaga je oslabila ravnotežje starejšim in tudi otrokom (6-15 let), medtem ko na ostale starostne skupine ni imela večjega vpliva.

Vsi prostovoljci v raziskavi so bili ženskega spola. Nakajima in Baldrige (2013) sta v svoji raziskavi s testom SEBT preverila vpliv ELT na dinamično ravnotežje pred, takoj po namestitvi ELT in tudi po 24 urah. Statistično pomembne razlike sta pokazala samo pri ženskih preiskovankah, vendar šele po 24 urah po namestitvi. Naša raziskava je sicer obravnavala statično ravnotežje, vendar bi na podlagi izsledkov Nakajime in Baldrige, ki so vpliv ELT pokazali ravno tako samo pri ženskem spolu, smeli predpostaviti, da morebitne učinke ELT lahko prej pričakujemo pri ženskah. Torej je bil naš vzorec, kar zadeva spol, dobro zasnovan.

Lee in Lee (2016) sta pokazala učinek enotedenske namestitve ELT na ravnotežje zdravih oseb. Rezultati testa BESS so se izboljšali pri testih tandemske stoje in stoje na eni nogi, vendar samo na mehki podlagi. Še bolj očitna razlika pa je bila vidna pri testu stoje na eni nogi, med eksperimentalnim in lažnim načinom lepljenja trakov. Pri vseh testih na trdni podlagi in tudi pri stoji na obeh nogah nista ugotovila statistično pomembnih razlik. Pri ljudeh z določeno patologijo je že lahek test in namestitev ELT lahko zelo učinkovita, pri zdravih, še posebej mladih, pa bi bilo zato priporočljivo, ob enaki namestitvi ELT, teste čim bolj proprioceptivno otežiti.

Pri raziskavi nas je omejevala različna zmožnost skupin. Pred samim testiranjem smo poskusili s testi na eni nogi, vendar je bilo to za starejšo skupino prezahtevno, saj so dosegli prekratek čas ohranjanja mirne stoje. Z izbiro zahtevnejših testov bi sicer lahko pričakovali večja odstopanja, vendar smo se zaradi slabšega ravnotežja starejših odločili za proprioceptivno manj zahteven test, in sicer test stoje s stopali skupaj namesto test stoje na eni nogi.

Naš vzorec je, tako kot smo zasnovali raziskavo, zajemal zdrave osebe, vendar skupini ne predstavljata splošne populacije njihovih vrstnikov, kar našo raziskavo prav tako omejuje pri doseganju čim bolj reprezentativnih rezultatov. Testirana skupina starejših se vsaj dvakrat tedensko udeležuje vadbe za starejše, pri kateri je velik poudarek tudi na stoji z zaprtimi očmi in stoji na mehki podlagi. Starejše preiskovanke zato najverjetneje dosegajo boljše rezultate kot bi jih njihovi, prav tako zdravi, vrstniki. Vzorec mlajših oseb pa so

predstavljale študentke zdravstvene fakultete, v večini študentke fizioterapije, ki se z elementi ravnotežja soočajo tudi v sklopu študija. Meritve bi bilo priporočljivo izvesti še pri ravnotežno slabše sposobnih starejših, ki so glede ohranjanja ravnotežja najverjetneje bližje osebam z določeno patologijo kot je npr. nestabilnost gležnja. V tem primeru bi lahko prej pričakovali statistično pomembne razlike.

Poleg precej aktivnih oseb, ki so sestavljale naš vzorec je slabost vzorca, da rezultati meritev niso bili normalno porazdeljeni. Eden od pogojev uporabe dvosmerne analize variance za ponovljene meritve je normalnost porazdelitve podatkov. V našem primeru ta pogoj ni izpolnjen, zato bi teoretično morali uporabiti neparametričen statistični test. Kljub temu da pogoj normalnosti ni bil izpolnjen, je dvosmerna analiza variance za ponovljene meritve še vseeno najbolj primeren parametričen test za analizo rezultatov (Portney, Watkins, 2008). V izogib tovrstnim težavam bi bilo primernejše uporabiti večji vzorec ljudi, saj je 11-15 oseb na skupino testiranih precej majhen vzorec. Z večjim vzorcem bi lažje raziskali naše hipoteze, a to posledično pomeni tudi daljše obdobje testiranja.

Vpliv ELT na zdrave osebe kljub več raziskavam še vedno ni dobro raziskan. Z našo raziskavo nismo potrdili začetnih hipotez o vplivu ELT na statično ravnotežje zdravih oseb, smo pa ugotovili statistično pomembne razlike med ravnotežjem aktivnih starejših in mlajših oseb pri testih na mehki podlagi. Testiranje na mehki podlagi z odprtimi očmi je torej najzahtevnejši pogoj v naši raziskavi, pod ravnotežno težjimi pogoji bi bile zato potrebne še nadaljnje raziskave. Če bi želeli raziskati samo vpliv ELT, bi se bilo dobro osredotočiti samo na eno skupino, npr. samo mlajše, saj bi tako lažje zaostri pogoje meritev.

6 ZAKLJUČEK

S pridobljenimi rezultati smo ovrgli začetno hipotezo o vplivu elastičnih lepilnih trakov na statično ravnotežje pri zdravih osebah. Prav tako nismo sprejeli hipoteze o različnem vplivu ELT na mlajšo in starejšo skupino. Ugotovili smo pomembne razlike med skupinama v statičnem ravnotežju pri stoji na mehki podlagi. Naši rezultati so lahko podlaga za nadaljnje raziskovanje tako vpliva ELT kot tudi razlik v ravnotežju med mlajšimi in starejšimi. Vpliv ELT bi bilo smiselno raziskati še pod ravnotežno zahtevnejšimi pogoji na samo eni in hkrati večji skupini oseb.

7 LITERATURA IN DOKUMENTACIJSKI VIRI

- Ekiz T, Aslan MD, Özgi N (2015). Effects of kinesio tape application to quadriceps muscles on isokinetic muscle strength, gait, and functional parameters in patients with stroke. *J Rehabil Res Dev.* 52(3): 323–32.
- Ferrari FJ, Choukou MA, De Ru E et al. (2016). Does “kinesio-taping” influence dynamic standing balance? *Int J Ser Multidiscip Res.* 2(1): 1–10.
- Grigg P. Peripheral neural mechanisms in proprioception (1994). *J Sport Rehabil.* Mar: 2–17.
- Hosp S, Folie R, Csap , Hasler M, Nachbauer W (2017). Eccentric exercise, kinesiology tape, and balance in healthy men. *J Athl Train.* 52(7): 636–42.
- Hytönen M, Pyykkö I, Aalto H, Starck J (1993). Postural control and age. *Acta Otolaryngol.* 113: 119–22.
- Jackson K, Simon JE, Docherty CL (2016). Extended use of kinesiology tape and balance in participants with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 51(1): 16–21.
- Kase D. *Illustrated kinesio taping manual.*, 2nd ed. Tokyo, Japan: Kent-Kai; 1997.
- Kase K, Wallis J, Kase T (2003). *Clinical therapeutic applications of the kinesio taping method.* 2nd ed. Tokyo, Japan: Ken Ikai Co Ltd.
- Kim BJ, Lee JH, Kim CT, Lee SM (2015). Effects of ankle balance taping with kinesiology tape for a patient with chronic ankle instability. *J Phys Ther Sci.* 27(7): 2405–6.
- Lee S, Lee J (2017). The immediate effects of ankle balance taping with kinesiology tape on ankle active range of motion and performance in the balance error scoring system. *Phys Ther Sport.* 25: 99–105.

- Lemos VT, dos Santos MGR, de Souza Júnior JR, Rosa MMN, da Silva LGC, Matheus JPC (2016). Kinesio taping effects on the electromyography activity: A controlled randomized and blinded clinical trial. *Physical Therapy in Sport*. 18: 5.
- Lockhart T, Smith J, Woldstad J (2005). Effects of aging on the biomechanics of slips and falls. *Hum Factors*. 47(4): 708–29.
- Lund A, Lund M (2013). Two-way repeated measures ANOVA using SPSS statistics Dostopno na: <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/two-way-repeated-measures-anova-using-spss-statistics.php/> <12.4.2018>.
- Magalhães I, Bottaro , Mezz R et al (2016). Kinesiotaping enhances the rate of force development but not the neuromuscular efficiency of physically active young men. *J Electromyogr Kinesiol*.
- Meyer PF, Oddsson LI, De Luca CJ (2004). The role of plantar cutaneous sensation in unperturbed stance. *Exp Brain Res*. 156(4): 505–12.
- Nakajima MA, Baldrige C (2013). The effect of kinesio tape on vertical jump and dynamic postural control. *Int J Sports Phys Ther*. 8(4): 393–406.
- Nunes G, de Noronha M, Cunha H, Ruschel C, Borges NJ (2013). Effect of kinesio taping on jumping and balance in athletes: a crossover randomized controlled trial. *J Strength Cond Res*. 27(11): 3183–9.
- Osterhues DJ (2004). The use of kinesio taping in the management of traumatic patella dislocation. A case study. *Physiother Theory Prac*. 20(4): 267–70.
- Palma P, Urankar U, Puh U (2014). Takojšnji učinki elastičnega lepilnega traku na mišicah gastroknemius in tibialis anterior na ravnotežje in občutek za položaj sklepa. *Fizioterapija (Ljubljana)*. 22(2): 8–15.
- Peterka RJ (2002). Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol*. 88(3): 1097–118.

- Portney LG, Watkins MP (2008). Foundations of clinical research: Applications to practice. 3rd ed. Harlow: Prentice Hall.
- Rugelj D, Hrastnik A, Sevšek F, Vauhnik R (2015). Reliability of modified sensory interaction test as measured with force platform. *Med Biol Eng Comput.* 53(6): 525–34.
- Sevšek F (2014) StabDat V 2.0. Faculty of health sciences, Ljubljana. <http://manus.zf.uni-lj.si/stabdat> <10.5.2018>
- Sevšek F, Rugelj D (2011). Analiza in interpretacija meritev s pritiskovno ploščo. Posvetovanje: Aktivno in zdravo staranje. Mar 10: 115–25.
- Shim J, Lee H, Lee D (2003). The use of elastic adhesive tape to promote lymphatic flow in the rabbit hind leg. *Yonsei Med J.* 44(6): 1045–52.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH (2007). Motor control: Translating research into clinical practice. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Skirven TM, Osterman AL, Fedorczyk JM, Amadio PC (2011). “Elastic taping,” in rehabilitation of the hand and upper extremity. 6th ed.
- Thedon T, Mandrick K, Foissac M, Mottet D, Perrey S (2011). Degraded postural performance after muscle fatigue can be compensated by skin stimulation. *Gait Posture.* 33(4): 686–9.
- Van Beers R, Wolpert D (2002). Role of uncertainty in sensorimotor control. *Phil Trans R Soc Lond B.* 357: 1137–45.
- Vered E, Oved L, Zilberg D, Kalichman L (2015). Influence of kinesiio tape application direction on peak force of biceps brachii muscle: A repeated measurement study. *J Bodyw Mov Ther.* 20(1): 203–7.
- Watson , Black FO (2016). The human balance system-a complex coordination of central and peripheral systems. The Vestibular Disorders Association.: 1–5.

Wilson V, Douris P, Fukuroku T, Kuzniewski M, Dias J, Figueiredo P (2016). The immediate and long-term effects of kinesiotape on balance and functional performance. *Int J Sports Phys Ther.* 11(2): 247–53.

Winters JM, Crago PE (2000). *Biomechanics and neural control of posture and movement* New York: Springer.

Wrisley D, Whitney S (2004). The effect of foot position on the modified clinical test of sensory interaction and balance. *Arch Phys Med Rehabil.* 85(2): 335–8.

Wu WT, Hong CZ, Chou LW (2015). The kinesio taping method for myofascial pain control. *Evid Based Complement Alternat Med.*

Yoshida A, Kahanov L (2007). The effect of kinesio taping. *Res Sports Med.* 15(2): 103–12.

8 PRILOGE

8.1 Soglasje etične komisije

Izr. prof. dr. Darja Rugelj, univ. dipl. org., viš. fiziot.
Univerza v Ljubljani,
Zdravstvena fakulteta
Biomehanski laboratorij
Zdravstvena pot 5
1000 Ljubljana

E-mail: darja.rugelj@zf.uni-lj.si

Številka: 0120-309/2018/3
Datum: 13. junij 2018

Zadeva: Ocena etičnosti predložene raziskave

Spoštovana gospa izr. prof. dr. Darja Rugelj,

Komisija za medicinsko etiko (KME) je dne 29.5.2018 (datirano z istim datumom) od vas prejela vlogo za oceno etičnosti raziskave z naslovom "Proučevanje vpliva različnih somatosenzoričnih vzpodbud na mirno stoji, ang. The effect of various somatosensory stimulations on postural sway".

Gre za raziskovalno delo v okviru programske skupine Mehanizmi varovanja zdravja, katerega namen je ovrednotiti učinke štirih tipov somatosenzoričnih spodbud (mehka podlaga, elastični lepilni trakovi, podpražna električna stimulacija in podpražna vibracijsko draženje) na vzdrževanje mirne pokončne drže.

KME je na seji 12. junija 2018¹ obravnavala vašo vlogo za raziskavo in ugotovila, da je vloga popolna ter ocenila, da je raziskava etično sprejemljiva. S tem vam za njeno izvedbo izdaja svoje soglasje.

P.S.: Pri morebitnih nadaljnjih dopisih v zvezi z raziskavo se obvezno sklicujte na številko tega dopisa.

S spoštovanjem,

Pripravila:
Maja Žejn

dr. Božidar Voljč, dr. med.,
predsednik KME

¹ Seznam članov KME, ki so odločali o vlogi, in izjava, da KME deluje v skladu z zadevnimi zakoni in priporočili, sta na voljo na spletni strani KME (zavihek "Meni", rubrika "Seje").

8.2 Informacije za prostovoljce pri raziskavi

VPLIV ELASTIČNIH LEPILNIH TRAKOV NA STATIČNO RAVNOTEŽJE PRI ZDRAVIH OSEBAH

- Vodja raziskave: *izr. prof. dr. Darja Rugelj*
- Sodelujoči študent: *absolventka fizioterapije Teja Močnik*
- Izvajalec raziskave: *Univerza v Ljubljani, Zdravstvena Fakulteta, Oddelek za Fizioterapijo*

NAMEN

Z raziskavo bi radi ugotovili, kakšen vpliv imajo elastični lepilni trakovi (v nadaljevanju ELT) na statično ravnotežje pri zdravih odraslih. Primerjali bomo gibanje središča pritiska med stojo s stopali skupaj brez in z nalepljenimi elastičnimi lepilnimi trakovi. Primerjali bomo tudi morebitne razlike v ravnotežju med mlajšimi in starejšimi preiskovanci.

POTEK

Bosi boste stopili na pritiskovno ploščo. Nato boste usmerili svoj pogled v tri metre oddaljeno piko na steni v višini oči. S štoparico bom merila čas, v katerem ste sposobni zadržati miren položaj stoje s stopali skupaj. Test se zaključi po doseženih 60 sekundah ali ob prekinitvi mirne stoje s premikom zgornjih oziroma spodnjih udov.

Test bomo ponovili v štirih različicah v naslednjem vrstnem redu:

- Zaprte oči, stoje na trdi podlagi s stopali skupaj, brez ELT.
- Odprte oči, stoje na mehki podlagi s stopali skupaj, brez ELT.
- Zaprte oči, stoje na trdi podlagi s stopali skupaj, z nalepljenimi ELT.
- Odprte oči, stoje na mehki podlagi s stopali skupaj, z nalepljenimi ELT.

Med posameznimi testiranjmi vam bo na voljo najmanj ena minuta počitka. Med drugim in tretjim testom bo počitek daljši, saj vam bom v tem času nalepila elastične lepilne trakove.

Za namestitev ELT mora biti koža suha, gladka in čista, zato bom pred lepljenjem trakov kožo razkužila. Prvi trak bom namestila na sprednjo stran goleni, drugega pa od pete, preko ahilove tetive in meč do kolena.

TVEGANJA

Če imate kakršnokoli alergijo ali občutljivo kožo, nam to prosim povejte. ELT so sicer narejeni iz elastičnih in bombažnih vlaken ter akrilnega lepila, ki so večinoma nealergeni.

Vse vaše informacije so zaupne in bodo uporabljene izključno za namene raziskave.

8.3 Pristanek preiskovanca k sodelovanju

Univerza v Ljubljani
Zdravstvena fakulteta



Oddelek za fizioterapijo

INFORMACIJE ZA PROSTOVOLJCE

Sem Teja Močnik, študentka Oddelka za fizioterapijo Zdravstvene fakultete v Ljubljani, Univerze v Ljubljani. Pod mentorstvom izr. prof. dr. Darje Rugelj pripravljam diplomsko nalogo, s katero bi želela ugotoviti, kakšen vpliv imajo elastični lepilni trakovi na statično ravnotežje pri zdravih odraslih. Primerjali bomo gibanje središča pritiska med stojo s stopali skupaj brez in z nalepljenimi elastičnimi lepilnimi trakovi ter tudi morebitne razlike v ravnotežju med mlajšimi in starejšimi preiskovanci.

Sodelovanje pomeni, da prostovoljno pristanete, da na vas izvedem ravnotežne meritve. Testiranje bo izvedeno v biomehanskem laboratoriju, s čimer bo zagotovljen varen prostor za izvedbo meritev.

Vsi podatki, ki jih bom dobila, bodo strogo zaupni in bodo uporabljeni za izdelavo diplomske naloge in morebitno objavo v strokovni literaturi.

Vaše sodelovanje je vaša prostovoljna odločitev. Od sodelovanja lahko vsak trenutek odstopite.

PRISTANEK PREISKOVANCA K SODELOVANJU

_____ s podpisom
potrjujem, da

(Ime in Priimek preiskovanca)

- sem prebral in razumem informacije za preiskovance, ki podrobno opisuje cilje, potek in tveganja raziskave,
- sem imel dovolj možnosti in priložnosti, da se z odgovornim mentorjem pogovorim o vseh morebitnih nevarnostih in tveganjih,
- sem imel na voljo dovolj časa, da temeljito premislim o prostovoljnem sodelovanju pri omenjeni raziskavi,
- je moj pristanek veljaven samo za omenjeno raziskavo, ki bo opravljena po predstavljenem protokolu,
- imam pravico odstopiti od sodelovanja pri raziskavi kadarkoli želim in v tem primeru ne nosim nobene odgovornosti ali posledic,

- se strinjam z javno objavo rezultatov pod pogojem, da bo to storjeno po etičnih načelih,
- sem seznanjen, da se zaradi morebitnih kršenj etičnih pravil lahko pritožim pri odgovorni mentorici, na *Oddelku za Fizioterapijo, Zdravstvene Fakultete, Univerze v Ljubljani* ali pri *Komisiji Republike Slovenije za medicinsko etiko*.

Kraj in datum

Podpis preiskovanca

Kraj in datum

Podpis vodje raziskave

8.4 Test normalnosti

Spremenljivka-test	Skupina	Statistika	Sig. (p)
Med-lat pot	starejši	0,731	0,001 *
TP-OZ-BREZ	mlajši	0,950	0,639
Med-lat pot	starejši	0,900	0,096
MP-OO-BREZ	mlajši	0,951	0,651
Med-lat pot	starejši	0,816	0,006 *
TP-OZ-ELT	mlajši	0,891	0,144
Med-lat pot	starejši	0,809	0,005 *
MP-OO-ELT	mlajši	0,955	0,713
Ant-post pot	starejši	0,843	0,014 *
TP-OZ-BREZ	mlajši	0,913	0,263
Ant-post pot	starejši	0,885	0,056
MP-OO-BREZ	mlajši	0,916	0,284
Ant-post pot	starejši	0,916	0,167
TP-OZ-ELT	mlajši	0,927	0,386
Ant-post pot	starejši	0,950	0,522
MP-OO-ELT	mlajši	0,926	0,369

Spremenljivka-test	Skupina	Statistika	Sig. (p)
Hitrost	starejši	0,737	0,001 *
TP-OZ-BREZ	mlajši	0,930	0,416
Hitrost	starejši	0,870	0,034 *
MP-OO-BREZ	mlajši	0,951	0,654
Hitrost	starejši	0,825	0,008 *
TP-OZ-ELT	mlajši	0,899	0,182
Hitrost	starejši	0,823	0,007 *
MP-OO-ELT	mlajši	0,973	0,916
Ploščina FAO	starejši	0,804	0,004 *
TP-OZ-BREZ	mlajši	0,893	0,152
Ploščina FAO	starejši	0,913	0,151
MP-OO-BREZ	mlajši	0,945	0,578
Ploščina FAO	starejši	0,847	0,016 *
TP-OZ-ELT	mlajši	0,939	0,503
Ploščina FAO	starejši	0,948	0,497
MP-OO-ELT	mlajši	0,840	0,032 *

* - podatki niso normalno porazdeljeni ($p < 0,05$)

8.5 Levenov test enakosti varianc

Spremenljivka	Sig.
Med-lat pot-TP-OZ-BREZ	0,058
Med-lat pot -MP-OO-BREZ	0,028*
Med-lat pot -TP-OZ-ELT	0,091
Med-lat pot -MP-OO-ELT	0,271
Ant-post pot-TP-OZ-BREZ	0,317
Ant-post pot -MP-OO-BREZ	0,221
Ant-post pot -TP-OZ-ELT	0,883
Ant-post pot -MP-OO-ELT	0,239
Hitrost-TP-OZ-BREZ	0,152
Hitrost-MP-OO-BREZ	0,099
Hitrost-TP-OZ-ELT	0,593
Hitrost-MP-OO-ELT	0,406
Ploščina FAO-TP-OZ-BREZ	0,416
Ploščina FAO-MP-OO-BREZ	0,110
Ploščina FAO-TP-OZ-ELT	0,401
Ploščina FAO-MP-OO-ELT	0,214

* - variance skupin niso enake, med njimi obstaja statistično pomembna razlika ($p < 0,05$)