

S V E U Č I L I Š T E U Z A G R E B U
Postupak odobravanja teme za stjecanje doktorata znanosti

Prijava teme
DR.SC.-01

OPĆI PODATCI I KONTAKT PRISTUPNIKA/PRISTUPNICE:	
IME I PREZIME PRISTUPNIKA ILI PRISTUPNICE:	Nino Vidulin
SASTAVNICA:	Sveučilište u Zagrebu , Kineziološki fakultet u Zagrebu
Naziv studija:	Poslijediplomski doktorski studij kinezologije
Matični broj studenta:	
Odobravanje teme za stjecanje doktorata znanosti: (molimo	<input checked="" type="checkbox"/> u okviru doktorskog studija <input type="checkbox"/> izvan doktorskog studija <input type="checkbox"/> na temelju znanstvenih dostignuća
Ime i prezime majke	Sonja i Franko Vidulin
Datum i mjesto rođenja	26.11.1984., Pula
Adresa:	Ulica Monte Bici 6, 52 100 Pula
Telefon/mobil:	095/8661119
e-pošta:	nividulin@gmail.com
ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA/PRISTUPNICE:	
Obrazovanje (kronološki od novijeg k starijem datumu):	Sveučilište u Zagrebu, Poslijediplomski doktorski studij kinezologije, 2011. - Sveučilište u Zagrebu, Dodiplomski doktorski studij kinezologije, 2003. – 2009. Gimnazija Pula, 1999. – 2003. Osnovna škola Veli Vrh, Pula, 1991. – 1999.
Radno iskustvo (kronološki od novijeg k starijem datumu):	Poliklinika za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Peharec, Pula 2009.-
Popis radova i aktivnih sudjelovanja na kongresima:	Radovi: Harasin D, Perkovć M, Vidulin N. Utjecaj dva različita trenažna programa na test podizanja trupa iz ležanja u sjed kod učenika sedmih razreda osnovne škole. Hrvatski sportskomedicinski vjesnik, 27 (2), 2012.
NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Hrvatski:	Povezanost jakosnih svojstava mišića nogu, lokalnog umora i valgus pomaka koljena vrhunskih rukometnika
Engleski:	Relationship between lower extremity muscular strength, local fatigue and knee valgus displacement in elite female handball players
Jezik na kojem će se pisati rad:	Hrvatski
Područje ili polje:	Društvene znanosti/ kinezologija/ kineziterapija i prilagođena tjelesna aktivnost

PREDLOŽENI ILI POTENCIJALNI MENTOR(I) ^a			
	TITULA, IME I PREZIME:	USTANOVU:	E-POŠTA:
Mentor 1:	doc.dr.sc. Tatjana Trošt Bobić	Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu	tatjana.trost-bobic@kif.hr
Mentor 2:			
KOMPETENCIJE MENTORA - popis do 5 objavljenih relevantnih radova u zadnjih 5 godina^b			
Mentor 1: Ime i prezime	<p>Bambić, J., Trošt Bobić, T., Bobić, G. (2017). Loša držanja studenata Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Hrvatski Športskomedicinski Vjesnik, 32:40-50.</p> <p>Trošt Bobić, T., Šećić, A., Zavoreo, I., Matijević, V., Filipović, B., Kolak, Ž., Bašić Kes, V., Ciliga, D., Sajković, D. (2016). The impact of sleep deprivation on brain. Acta Clinica Croatica 55(3):469-473.</p> <p>Trošt Bobić, T., Đurković, T., Bodrožić, Z. (2017). Low back pain in female volleyball players of the first Croatian national league. U: D. Milanović, G. Sporiš, S. Šalaj i D. Škegro (Ur.), Proceedings Book of the 8th International Conference on Kinesiology. Web of science Core Collection.</p> <p>Zavoreo, I., Bašić Kes, V., Lisak, M., Maršić, N., Ciliga, D., Trošt Bobić, T. (2013). Cognitive decline and cerebral vasoreactivity in asymptomatic patients with severe internal carotid artery stenosis. Acta Neurologica Belgica, 113: 453. https://doi.org/10.1007/s13760-013-0196-4</p> <p>Zavoreo I., Bašić Kes, V., Zadro-Matovina, L., Lisak, M., Corić, L., Cvjetičanin, T., Ciliga, D., Trošt Bobić, T. (2013). Cerebral venous circulatory system evaluation by ultrasonography, Acta Clinica Croatica, 52(2):203-211.</p> <p>Radaš, J., Trošt Bobić, T. (2011). Posture in top-level Croatian rhythmic gymnasts and nontrainees. Kinesiology, 1(43), 64-73.</p>		
Mentor 2: Ime i prezime			
OBRAZLOŽENJE TEME:			
Sažetak na hrvatskom jeziku (maksimalno 1000 znakova s praznim mjestima):	<p>Najozbiljnije ozljede u rukometu su ozljede koljena, posebno ozljeda prednjeg križnog ligamenta (PKL). Žene su pod većim rizikom od muškaraca za ozljeđu PKL-a, a učestalost ozljede najviša je kod vrhunskih sportašica. Neuromišićni faktori koji bi mogli biti odgovorni za povećani rizik od ozljede PKL-a kod sportašica kao i njihova moguća interakcija još uvijek nisu dovoljno istraženi. Cilj istraživanja je utvrditi povezanost maksimalne i eksplozivne jakosti, odnosa jakosti mišića prednje i stražnje strane natkoljenice te lokalnog umora i valgus pomaka koljena, te postoje li razlike u dobivenim rezultatima s obzirom na dominantnost noge. Uzorak ispitanica činiće 30 vrhunskih rukometnašica. Izokinetičkom dinamometrijom prikupljati će se podatci o mišićnoj jakosti ekstenzora i fleksora koljena, a kinetički i kinematski podatci prikupiti će se iz funkcionalnih testova skoka s povišenja i skoka s pripremom. Istraživanje će doprinijeti boljem razumijevanju kompleksne prirode nastanka ozljede PKL-a, te prikupljanju novih spoznaja o mogućoj povezanosti između svakodnevno evaluiranih dimenzija sa rizičnim faktorom za nastanak ozljede donjih ekstremiteta.</p>		
Sažetak na engleskom jeziku (maksimalno 1000 znakova s praznim mjestima):	<p>The most serious injuries in handball are knee injuries, in particular anterior cruciate ligament injury (PKL). Injury is more frequent in female population and the incidence is highest among elite female athletes. Neuromuscular factors that may be responsible for increased risk of PKL in female athletes as well as their possible interaction are still unexplored. The aim of this study is to establish the correlation between maximum and explosive strength, hamstrings to quadriceps ratio and local fatigue with knee valgus displacement, and to investigate whether there are differences in the results obtained with regard to leg dominance. Thirty elite female handball players will participate in the study. The data of knee extensors and flexors muscular strength will be measured using isokinetic dynamometry, and the kinetic and kinematic data will be measured during vertical drop jump and countermovement jump tests. The research will contribute to a better understanding of the complex nature of PKL injury and comprehend the possible relationship between daily measured dimensions and risk factor for lower extremity injuries.</p>		
Uvod i pregled dosadašnjih istraživanja (maksimalno 7000 znakova s praznim mjestima)			
<p>Rukomet je visoko intenzivni kontaktni timski sport kojeg karakteriziraju kombinacije dinamičkih kretanja poput trčanja, skokova, doskoka, promjena pravca kretanja i bacanja (Plummer i Oliver, 2007).</p> <p>Kao i u ostalim kontaktnim sportovima, u rukometu su ozljede uobičajena pojava (Recklin i sur., 2007). Najčešće ozljede zbog kojih su rukometari primorani na odsutnost s treninga ili utakmica su ozljede gležnja, koljena i glave (Langevoort i sur., 2007).</p>			

Ipak, najozbiljnije ozljede u rukometu su ozljede koljena (7-27%), posebno ozljeda prednjeg križnog ligamenta (PKL) koja obuhvaća 40-50% od ukupnog broja svih ligamentarnih ozljeda koljena. Unatoč kontaktnoj prirodi sporta, Myklebust i sur. (1998) navode kako 95% igrača i 89% igračica nisu bili u kontaktu s protivnikom prilikom ozljede.

Veliki broj istraživača navodi kako su sportašice podložne ozljedi PKL-a četiri do šest puta više od sportaša (Hewett i sur., 2010). Prodromos i sur. (2007) navode kako je učestalost ozljede PKL-a najviša kod vrhunskih sportašica (0,82 ozljeda / 1000 sati igranja) u usporedbi s 0,31 ozljedom / 1000 sati igranja kod sportaša.

Učestalost nekontaktnih ozljeda PKL-a vrhunskih norveških rukometnika iznosi visokih 2,29 ozljeda/1000 sati utakmica. (Renstrom i sur., 2008).

Ozljeda PKL-a se nerijetko događa prilikom nepravilnog odraza i doskoka te nagle promjene pravca kretanja (Childs, 2002). Video analize rukometnih utakmica pokazale su da je dinamički valgus kut koljena praćen s vanjskom rotacijom tibije u frontalnoj ravnini te semifleksijom koljena i prednjom translacijom tibije u sagitalnoj ravnini jedan od najučestalijih mehanizama ozljede PKL-a (Olsen i sur., 2004; Laver i Myklebust, 2015). Uz navedeno, u trenutku ozljede prisutna je i kombinacija adukcije i unutarnje rotacije kuka te everzija stopala (Hewett i sur., 2010).

Priroda ozljede PKL-a je multifaktorska (Shultz, 2008), no sve više dokaza u literaturi govori da su narušena neuromišićna kontrola donjih ekstremiteta i trupa glavni faktor veće stope ozljedivanja sportašica. Četiri deficitia povezana s neuromišićnom koordinacijom uključuju dominantnost ligamenta, dominantnost *m. quadriceps femoris*, dominantnost nogu i dominantnost trupa (Hewett i sur., 2010).

Myer i sur. (2011) navode sljedeće neuromišićne faktore rizika od ozljede PKL-a: povećan abduksijski moment sile, narušen omjer jakosti mišića prednje i stražnje strane natkoljenice, povećan valgus kut koljena, kontralateralne razlike u valgus kutu koljena i povećani kut adukcije u kuku. Umor se također smatra faktorom rizika od ozljede PKL-a (Alement-Geli i sur., 2009), posebno u populaciji vrhunskih sportaša.

Ipak, ključni kinetički i kinematički faktori kao i jacosna svojstva mišića nogu koji bi mogli biti odgovorni za povećani rizik od ozljede PKL-a kod sportašica te njihova moguća interakcija još uvijek nisu dovoljno istraženi.

Dok su mišićna kontrola koljena i biomehanički parametri u sagitalnoj ravnini temeljito proučeni (Davies, 2016; Ward i sur., 2018), ostaje nejasno na koji način mišići nogu doprinose kontroli valgus pomaka koljena tijekom funkcionalnih aktivnosti. Dokazano je da provođenje treninga maksimalne i eksplozivne jakosti može smanjiti broj ozljeda donjih ekstremiteta kod rukometnika (Olsen i sur., 2005), ali su istovremeno nedovoljno istražene spoznaje o mogućoj povezanosti različitih dimenzija jakosti s pojmom valgus pomaka koljena prilikom specifičnih funkcionalnih zadataka. Osim toga, istraživanja ovog tipa na uzorku vrhunskih sportaša i sportašica izrazito su rijetka, a njihovi rezultati kontradiktorni, najvjerojatnije radi različite metodologije u izboru praćenih funkcionalnih zadataka (Saki i sur., 2017; Akins i sur., 2013).

Također, dosadašnja su istraživanja uglavnom pratila povezanost maksimalne jakosti mišića nogu sa raznim pokazateljima stabilnosti koljena (Houston i Wojtys, 1996; Kim i sur., 2016), dok povezanost eksplozivne jakosti sa valgus pomakom koljena prilikom različitih vrsta funkcionalnih zadataka na uzorku vrhunskih sportašica prema saznanju autora nije istražena.

Dinamički valgus kut ili pomak koljena dokazan je rizični faktor u procjeni sklonosti ozljedi PKL-a (Hewett i sur., 2005). U studiji koja je obuhvaćala testiranje 205 mladih sportašica tijekom sezone, skupina sportašica koje su naknadno doživjele ozljedu PKL-a imale su 8 ° veći valgus kut prilikom testova doskoka od neozlijedjenih sportašica (Hewett i sur., 2005). Nadalje, video analiza doskoka 22 košarkašice pokazala je kako je valgus kolaps koljena vrlo često prisutan prilikom ozljede PKL-a (Krosshaug i sur., 2007). Autori ovih studija naglašavaju važnost dalnjeg istraživanja dinamičkog valgus kuta koljena prilikom izvedbe funkcionalnih zadataka radi dobivanja boljeg uvida u njegovu prediktivnu ulogu rizika od ozljede PKL-a.

Umor je fenomen koji se često navodi kao rizični faktor ozljede PKL-a kod sportaša (Hewett i sur., 2005; Shultz, 2008). Umor, koji se definira kao smanjena sposobnost mišića da proizvodi silu je prirodni fenomen koji je prisutan u svakoj sportskoj aktivnosti visokog intenziteta (Barry i Enoka, 2007). Sukladno definiciji, može se pretpostaviti da povećan umor može dovesti do kolapsa koljena u situacijama prekomjernog opterećenja što može rezultirati pojavom ozljede. Neki autori navode povećani broj ozljeda u različitim sportovima u zadnjem dijelu utakmice, odnosno u fazi povećanog umora (Gabbett, 2000; Rahnama i sur., 2002). Dosadašnja istraživanja o povezanosti umora mišića nogu s promjenom kinematičkih i kinetičkih parametara prilikom funkcionalnih testova ukazuju na to da je umor značajan faktor rizika od ozljede PKL-a (Nyland i sur., 1998; Augusstson i sur., 2006; Claiborn i sur., 2006; Thomas i sur., 2010). Istraživanja su temeljena na principu izazivanja lokalnog mišićnog umora neposredno prije izvedbe određenog funkcionalnog testa kako bi se ustanovili trenutni efekti umora na funkcionalnu izvedbu. Pronađen je iznimno mali broj istraživanja s ciljem utvrđivanja povezanosti izoliranog mišićnog umora s valgus pomakom koljena (Claiborn i sur., 2006; Thomas i sur., 2010), te nije pronađeno istraživanje na vrhunskim sportašicama u kojem se uspoređuju parametri umora dobiveni standardiziranim protokolom izokinetičke dinamometrije s valgus pomakom koljena prilikom testova skočnosti.

Ko-kontrakcija mišića agonista i antagonista važna je za stabilizaciju zgloba tijekom dinamičkih opterećenja. Narušeni odnos jakosti mišića prednje i stražnje strane natkoljenice još je jedan faktor rizika od ozljede PKL-a koji se navodi u literaturi (Myer i sur., 2011). Dominantnost mišića *m. quadriceps femoris* naspram antagonistike mišićne skupine može povećati rizik od ozljede PKL-a (Coombs i Garbutt, 2002). Ipak, rezultati kao i metodologija samih istraživanja su različiti i ne postoji konsenzus može li odnos mišića prednje i stražnje strane natkoljenice biti prediktor nekontaktnih ozljeda koljena (Grace i sur., 1999; Murphy i sur., 2003; Myer i sur., 2011). Pretazivanjem literature nije pronađeno istraživanje u kojem se uspoređuje odnos jakosti mišića prednje i stražnje strane natkoljenice s biomehaničkim faktorima odgovornim za ozljedu PKL-a poput valgus pomaka koljena.

Razlika u riziku od ozljedivanja dominantne u odnosu na drugu nogu rijetko je istražena. Autori postojećih istraživanja uglavnom su se usmjerili na usporedbu učestalosti ozljede PKL-a obzirom na spol i dominantnost noge. U većini istraživanja pronađen je snažan trend ozljede PKL-a nedominantne noge kod žena (Negrette i sur., 2007; Brophy i sur., 2010; Ruedl i sur., 2012). Međutim, autori nedavne studije o utjecaju dominantnosti noge na rizik od ozljede PKL-a kod zdravih sportašica navode

S V E U Č I L I Š T E U Z A G R E B U

Postupak odobravanja teme za stjecanje doktorata znanosti

Prijava teme
DR.SC.-01

kako prilikom doskoka nije pronađena značajna razlika u sagitalnoj kinematici i kinetici donjih ekstremiteta između dominantne i nedominante noge (Mokhtarzadeh i sur., 2017). Rezultati navedenih studija pokazuju da su saznanja o odnosu između dominantnosti noge i vjerovatnosti ozljede PKL-a nejasna te je potrebno dodatno istražiti jakosna svojstva mišića nogu i njihov utjecaj na frontalnu kinematiku lijeve i desne noge. Također ukazuju na važnost točnog određivanja kriterija odabira dominantnosti ekstremiteta prilikom funkcionalnog testiranja sportaša i sportašica kao i nužnost daljnog istraživanja razlika u riziku od ozljedivanja donjih ekstremiteta s obzirom na njihovu dominantnost.

Prema saznanju autora, u dosadašnjim istraživanjima nije istraživana povezanost jakosnih svojstava mišića nogu i lokalnog umora s valgus pomakom koljena zglobo prilikom izvedbe funkcionalnih testova skočnosti. Uz to, nejasna je povezanost dominantnosti ekstremiteta s vjerovatnošću ozljede PKL-a te se ona mora dodatno istražiti. Također, prethodne su spoznaje uglavnom temeljene na zaključcima donesenim na uzorku zdravih i ozljeđenih tjelesno aktivnih osoba, ali ne i vrhunskih sportašica kod kojih je ozljeda PKL-a najčešća.

Cilj i hipoteze istraživanja (maksimalno 700 znakova s praznim mjestima)

Glavni cilj ovog istraživanja je utvrditi povezanost maksimalne i eksplozivne jakosti, odnosa jakosti mišića prednje i stražnje strane natkoljenice te umora mišića nogu sa valgus pomakom koljena prilikom funkcionalnih testova skoka kod 30 vrhunskih rukometnika.

Drugi cilj je utvrditi postoje li razlike u dobivenim rezultatima s obzirom na dominantnost noge po kriteriju jakosti ili preciznosti. H1: razina eksplozivne jakosti mišića natkoljenice značajno negativno korelira sa valgus pomakom koljena prilikom skakanja. Očekuje se da će sportašice sa većom razinom eksplozivne jakosti imati manji valgus pomak koljena prilikom funkcionalnih testova skoka.

H2: razina umora i odnosa jakosti mišića prednje i stražnje strane natkoljenice značajno pozitivno korelira sa valgus pomakom koljena prilikom skakanja. Očekuje se da će sportašice s većom razinom umora i većim razlikama u jakosti mišića prednje i stražnje strane natkoljenice imati veći valgus pomak koljena prilikom funkcionalnih testova skoka.

H3: razina maksimalne jakosti mišića natkoljenice neće znatno korelirati sa valgus pomakom koljena prilikom skakanja. Očekuje se jednak valgus pomak koljena prilikom funkcionalnih testova skoka bez obzira na razinu maksimalne jakosti natkoljeničnih mišića sportašica.

H4: rezultati postignuti na varijablama za procjenu maksimalne i eksplozivne jakosti, odnosa jakosti mišića prednje i stražnje strane natkoljenice te umora mišića nogu kao i valgus pomaka koljena prilikom funkcionalnih testova skoka znatno će se razlikovati s obzirom na kriterij odabira dominantnosti noge.

Materijal, metodologija i plan istraživanja (maksimalno 6500 znakova s praznim mjestima)

Uzorak ispitanica uljučenih u ovo istraživanje činiće 30 vrhunskih sportašica, rukometnika reprezentativnog ranga. Uvjeti sudjelovanja u istraživanju biti će da sportašice u povijesti bolesti nemaju registriranu ozljedu PKL-a ili drugih ozbiljnih distorzionih ozljeda koljena, te ozljeda donjih ekstremiteta najmanje 8 mjeseca prije mjerjenja. Sportašice će potpisati suglasnost sudjelovanja u mjerenu.

Protokol mjerjenja

Podaci o mišićnoj jakosti ekstenzora i fleksora koljena biti će prikupljeni pomoću izokinetičkog sustava Biodeks System 3 (Biodeks Medical Systems, Shirley, N.Y., USA), dok će kinetički i kinematski podatci iz funkcionalnih testova skočnosti (DJ i CMJ) biti prikupljeni pomoću sustava koga će sačinjavati 8 kamere s frekvencijom snimanja 200 Hz (BTS Smart-d, BTS Bioengineering, Padova, Italy), te pomoću dvije platforme sile (600x400, (Type 9286A, Kistler Instrumente AG, Winterthur, Switzerland).

Prije mjerjenja sportašice će provesti protokol zagrijavanja pod nadzorom kineziologa u trajanju 10 min i to prema redoslijedu odlaska na testiranje. Protokol će se sastojati od vježbi dinamičkog zagrijavanja donjih ekstremiteta i trupa bez pomagala (Faigenbaum i sur., 2006). Mjerjenje će se provoditi tijekom dva dana od 9:00 - 19:00 sati. Ujutro se izvoditi test mišićne jakosti, a poslijepodne funkcionalni testovi skoka.

Kriterij odabira dominantnosti noge

Dominantnost noge odrediti će se prema kriteriju preciznosti i jakosti. Za kriterij preciznosti koristiti će se test određivanja noge s kojom osoba najdalje šutira loptu (Ford i sur., 2003), dok će se za kriterij odabira jače noge koristiti izmjerena vršna vrijednost momenta sile mišića Peak Torque (PT) izražena u njutn-metrima (Nm) (Daneshjoo i sur., 2013).

Test mišićne jakosti

Izokinetičko testiranje započeti će prikupljanjem podataka o tjelesnoj visini, tjelesnoj masi i dominantnoj nozi na način da će ispitivač pitati sportašicu kojom nogom najdalje šutira loptu. Test jakosti mišića ekstenzora i fleksora koljena provesti će se na obje noge, a započeti će dominantom nogom. Sportašica će sjesti na stolicu za testiranje nakon čega će je ispitivač pozicionirati na način da os rotacije dinamometra bude u ravni sa lateralnim epikondilom koljena. Koristeći pojaseve koji će fiksirati natkoljenicu, zdjelicu i trup ispitivač će pripremiti sportašicu za testiranje. Prije samog testiranja svaka će sportašica dobiti usmeno uputu o protokolu testiranja, te će prije testnih imati 3 probna ponavljanja kako bi se familijarizirala s testom. Ostatak protokola provesti će se prema uputama Biodeks System 3 priručnika (Wilk, 1991). Nakon svake trećine testa, sportašice će odmoriti 1 minutu, a pojas oko natkoljenice će biti otpušten kako bi se osigurala nesmetana cirkulacija krv. Sve će sportašice testirati isti ispitivač. U statističku analizu uzeti će se sljedeće varijable: za procjenu eksplozivne jakosti - Time to Peak Torque (Time to PT) odnosno vrijeme potrebno da se postigne vršna vrijednost sile izraženo u milisekundama (ms); za procjenu maksimalne jakosti - Peak Torque (PT); Torque @ 5, 10, 15 i 20 ms (T@5, 10, 15, 20) odnosno moment sile u vremenskim točkama od 5, 10, 15 i 20 milisekundi izražen u njutn-metrima (Nm); za procjenu lokalnog umora - Work fatigue (WF) odnosno umor izražen u postotku; za procjenu odnosa jakosti mišića natkoljenice - Agon/Antagon ratio (AAR) odnosno odnos mišića ekstenzora i fleksora koljena izražen u postotku. Te će se varijable odrediti za tri kutne brzine – 60 stupnjeva u sekundi (st./sek), 180 st./sek i 300 st./sek.

Funkcionalno mjerjenje skočnosti

Protokol mjerenja započeti će zagrijavanjem (Fattah i sur., 2015) pod nadzorom kineziologa. Prije samog testiranja provesti će se stabilometrija ili statička analiza. Statički model sastojati će se od 26 reflektirajućih markera postavljenih obostrano na anatomska mjesta (I., II. i IV. metatarzalna kost, najdistalnija točka stopala, najproksimalnija točka stopala, lateralni i medijalni maleol, lateralni i medijalni epikondil femura, bočni greben (*crista iliaca*), prednji gornji trn (*spina iliaca anterior superior*), kralježak S1, akromion i spinozni nastavak C7. Svaka će sportašica dobiti zadatak da stoji uspravno na platformama sile sa stopalima u širini kukova 30 sekundi.

Kinematsko-kinetičko mjerjenje doskoka provesti će se s pomoću 12 reflektirajućih markera postavljenih obostrano: lateralni maleol, lateralni epikondili femura, veliki trohanter femura, bočni greben (*crista iliaca*), kralježak S1, akromion i spinozni nastavak C7. U cilju familiarizacije s testovima skočnosti sportašice će nakon ispitivačeve demonstracije skoka izvesti 2 pokušaja skoka s povlaštenja (DJ) i skoka s pripremom (CMJ). Kod izvođenja DJ sportašica će stati na kutiju visine 30 cm s nogama u širini kukova. Od ispitivača će dobiti usmeno uputu da se bez odraza sunožno spusti s kutije i sa što kraćim zadržavanjem na podlozi izvede maksimalni sunožni vertikalni skok s rukama na bokovima. Kod izvođenja CMJ sportašica će stati na platforme s nogama u širini kukova i rukama na bokovima. Na znak ispitivača sportašica će se spustiti u položaj polučućnja i bez zaustavljanja izvesti maksimalni skok i doskok. Svaka sportašica izvesti će 3 uspješna pokušaja oba skoka te će se za daljnju statističku obradu koristiti aritmetička sredina dobivenih vrijednosti (Ford i sur., 2003).

Kriterijska varijabla biti će maksimalni valgus pomak koljena u fazi doskoka (Cesar i sur., 2017). Osim kriterijske varijable za potrebe istraživanja biti će korištene i sljedeće varijable funkcionalnih testova skoka: kao pokazatelj eksplozivne jakosti biti će korištena visina skoka (VS) izražena u centimetrima (cm), vrijeme faze leta (VL) izraženo u milisekundama (ms) i brzina odraza (BO) izražena u metrima u sekundi (m/s), dok će pokazatelj maksimalne jakosti biti vršna vrijednost sile potiska podloge (PF) izražena u vatima po kilogramu (W/kg).

Metode obrade podataka

Za sve varijable izračunati će se centralni i disperzivni parametri. Normalitet distribucije varijabli testirati će se Kolmogorov-Smirnovljevim testom. Povezanost između praćenih varijabli izraziti će se Spearmanovim koeficijentima korelacije. Doprinos pojedinih varijabli objašnjenju nastanka valgus pomaka koljena ispitati će se serijom jednostavnih i složenih linearnih regresijskih analiza. Razlike između rezultata postignutih dominantnom nogom po kriteriju jakosti i preciznosti utvrditi će se pomoću t-testa za nezavisne uzorke.

Očekivani znanstveni doprinos predloženog istraživanja (maksimalno 500 znakova s praznim mjestima)

Istraživanje ovog znanstvenog pitanja doprinijeti će boljem razumijevanju kompleksne prirode nastanka ozljede PKL-a kod vrhunskih sportašica. Znanstveni doprinos se također očituje u prikupljanju novih spoznaja istraživačkoj problematici o mogućoj povezanosti između svakodnevno evaluiranih dimenzija, kao što su eksplozivna jakost, maksimalna jakost i humor s rizičnim faktorom za nastanak ozljede donjih ekstremiteta, odnosno sa dinamičkim valgus pomakom koljena.

S pragmatičnog stajališta, rezultati ovog istraživanja doprinijeti će efikasnijem planiranju dijagnostičkih protokola u sustavima primarne i sekundarne prevencije ozljede PKL-a vrhunskih sportaša.

Popis citirane literature (maksimalno 30 referenci)

1. Akins, J. S., Longo, P. F., Bertoni, M., Clark, N. C., Sell, T. C., Galanti, G., & Lephart, S. M. (2013). Postural stability and isokinetic strength do not predict knee valgus angle during single-leg drop-landing or single-leg squat in elite male rugby union players. *Isokinetics and Exercise Science*, 21(1), 37-46.
2. Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 17(7), 705-729.
3. Augustsson, J., Thomee, R., Linden, C., Folkesson, M., Tranberg, R., & Karlsson, J. (2006). Single-leg hop testing following fatiguing exercise: reliability and biomechanical analysis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(2), 111-120.
4. Barry, B. K., & Enoka, R. M. (2007). The neurobiology of muscle fatigue: 15 years later. *Integrative and comparative biology*, 47(4), 465-473.
5. Brophy, R., Silvers, H. J., Gonzales, T., & Mandelbaum, B. R. (2010). Gender influences: the role of leg dominance in ACL injury among soccer players. *British journal of sports medicine*, bjsports51243.
6. Cesar, G. M., Tomasevicz, C. L., & Burnfield, J. M. (2016). Frontal plane comparison between drop jump and vertical jump: implications for the assessment of ACL risk of injury. *Sports biomechanics*, 15(4), 440-449.
7. Cesar, G. M., Pfeifer, C. M., & Burnfield, J. M. (2017). 3-Dimensional Versus 2-Dimensional Comparison of Knee Valgus Collapse during Vertical Jump: Clinical Implications for ACL Risk of Injury Assessment.
8. Childs, S.G. (2002). Pathogenesis of anterior cruciate ligament injury. *Orthopaedic Nursing*, 21 (4), 35 – 40.
9. Coombs, R., & Garbutt, G. (2002). Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of sports science & medicine*, 1(3), 56.
10. Daneshjoo, A., Rahnama, N., Mokhtar, A. H., & Yusof, A. (2013). Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players. *Journal of human kinetics*, 36(1), 45-53.
11. Davies, W., (2016). Strength affects sagittal plane knee biomechanics that may protect the ACL during various cutting manoeuvres. *Masters thesis, St Mary's University College*
12. Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Schwerdtman, J. A., Ratamess, N. A., Kang, J., & Hoffman, J. R. (2006). Dynamic warm-up protocols, with and without a weighted vest, and fitness performance in high school female athletes. *Journal of athletic training*, 41(4), 357. Gabbett, T. J. (2000). Incidence, site, and nature of injuries in

- amateur rugby league over three consecutive seasons. *British Journal of Sports Medicine*, 34(2), 98-103.
- 13. Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2003). Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(10), 1745-1750.
 - 14. Grace, T. G., Sweetser, E. R., Nelson, M. A., Ydens, L. R., & Skipper, B. J. (1984). Isokinetic muscle imbalance and knee-joint injuries. A prospective blind study. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 66(5), 734-740.
 - 15. Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt Jr, R. S., Colosimo, . J., McLean, S. G., & Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 33(4), 492-501
 - 16. Hewett, T. E., Torg, J. S., & Boden, B. P. (2009). Video analysis of trunk and knee motion during non-contact ACL injury in female athletes: lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism. *British journal of sports medicine*.
 - 17. Hewett, T. E., Ford, K. R., Hoogenboom, B. J., & Myer, G. D. (2010). Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations-update 2010. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, 5(4), 234.
 - 18. Kim, K., Jeon, K., Mullineaux, D. R., & Cho, E. (2016). A study of isokinetic strength and laxity with and without anterior cruciate ligament injury. *Journal of physical therapy science*, 28(12), 3272-3275.
 - 19. Krosshaug, T., Nakamae, A., Boden, B. P., Engebretsen, L., Smith, G., Slauterbeck, J. R., ... & Bahr, R. (2007). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. *The American journal of sports medicine*, 35(3), 359-367
 - 20. Langevoort, G., Myklebust, G., Dvorak, J., & Junge, A. (2007). Handball injuries during major international tournaments. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(4), 400-407
 - 21. Laver, L., & Myklebust, G. (2015). Handball injuries: epidemiology and injury characterization. *Sports injuries: Prevention, diagnosis, treatment and rehabilitation*, 2781-2805.
 - 22. Mokhtarzadeh, H., Ewing, K., Janssen, I., Yeow, C. H., Brown, N., & Lee, P. V. S. (2017). The effect of leg dominance and landing height on ACL loading among female athletes. *Journal of biomechanics*, 60, 181-187.
 - 23. Myer, G.D., Jensen, B.J., Ford, K.R., Hewett, T.E. (2011). Real-Time Assessment and Neuromuscular Training Feedback Techniques to Prevent Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 33 (3), 21 – 35.
 - 24. Myer, G.D., Ford, K.R., Hewett, T.E. (2011). New method to identify athletes at high risk of ACL injury using clinic-based measurements and freeware computer analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 45 (4), 238-244
 - 25. Myklebust, G., Maehlum, S., Holm, I., & Bahr, R. (1998). A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 8(3), 149-153.
 - 26. Murphy, D. F., Connolly, D. A. J., & Beynnon, B. D. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British journal of sports medicine*, 37(1), 13-29.
 - 27. Negrete, R. J., Schick, E. A., & Cooper, J. P. (2007). Lower-limb dominance as a possible etiologic factor in noncontact anterior cruciate ligament tears. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 270.
 - 28. Nyland, J. A., Caborn, D. N., Shapiro, R., & Johnson, D. L. (1999). Crossover cutting during hamstring fatigue produces transverse plane knee control deficits. *Journal of Athletic Training*, 34(2), 137.
 - 29. Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *The American journal of sports medicine*, 32(4), 1002-1012.
 - 30. Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I., & Bahr, R. (2005). Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *Bmj*, 330(7489), 449.
 - 31. Plummer, H. A., & Oliver, G. D. (2015). The effects of aerobic fatigue on jump shot kinematics in team handball players. *Journal of Biomedical Engineering and Informatics*, 2(1), 65
 - 32. Prodromos, C. C., Han, Y., Rogowski, J., Joyce, B., & Shi, K. (2007). A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 23(12), 1320-1325.
 - 33. Rahnama, N., Reilly, T., & Lees, A. (2002). Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *British journal of sports medicine*, 36(5), 354-359.
 - 34. Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynnon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., ... & Mandelbaum, B. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British journal of sports medicine*, 42(6), 394-412.
 - 35. Ruedl, G., Webhofer, M., Helle, K., Strobl, M., Schranz, A., Fink, C., ... & Burtscher, M. (2012). Leg dominance is a risk factor for noncontact anterior cruciate ligament injuries in female recreational skiers. *The American journal of sports medicine*, 40(6), 1269-1273
 - 36. Saki, F., Rajabi, R., & Tabatabaei, F. (2014). Relationship between hip and knee strength and knee valgus angle during drop jump in elite female athletes. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*, 4(1), 39-46.

S V E U Č I L I Š T E U Z A G R E B U
Postupak odobravanja teme za stjecanje **doktorata znanosti**

Prijava teme
DR.SC.-01

37. Shultz, S.J. (2008). ACL Injury in the Female Athlete: A Multifactorial Problem That Remains Poorly Understood. *Journal of Athletic Training*, 43 (5), 455.
38. Thomas, A. C., McLean, S. G., & Palmieri-Smith, R. M. (2010). Quadriceps and hamstrings fatigue alters hip and knee mechanics. *Journal of applied biomechanics*, 26(2), 159-170.
39. Ward, S. H., Blackburn, J. T., Padua, D. A., Stanley, L. E., Harkey, M. S., Luc-Harkey, B. A., & Pietrosimone, B. (2018). Quadriceps Neuromuscular Function and Jump-Landing Sagittal-Plane Knee Biomechanics After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of athletic training*, 53(2), 135-143.
40. Wilk KE. (1991). Bidex Medical System. Bidex Multi-Joint System: clinical resource manual. New York: Bidex Medical System; Isokinetic testing: goals, standards and knee test interpretation, 5–10.

Procjena ukupnih troškova predloženog istraživanja (u kunama)

IZJAVA

Odgovorno izjavljujem da nisam prijavila/o doktorsku disertaciju s istovjetnom temom ni na jednom drugom Sveučilištu.

U Zagrebu, 13.12.2018. godine

Potpis : Nino Vidulin

Napomena (po potrebi):

^a Navesti mentora 2 ako se radi o interdisciplinarnom istraživanju ili ako postoji neki drugi razlog za višestruko mentorstvo
^b Navesti minimalno jedan rad iz područja teme doktorskog rada (disertacije)

Molimo datoteku nazvati: DR.SC.-01 – Prezime Ime pristupnika.doc

Molimo Vas da ispunjeni Obrazac DR.SC.-01 pošaljete u elektroničkom obliku i u tiskanom obliku – potpisano - u referatu Sastavnice. Sastavnica proslijede ispunjeni Obrazac DR.SC.-01 zajedno s obrascima DR.SC.-02 i DR.SC.-03 u elektroničkom obliku (e-pošta: jandric@unizg.hr) i u tiskanom obliku – potpisano i s pratećom dokumentacijom - u pisarnicu Sveučilišta u Zagrebu (Trg maršala Tita 14).