

OPĆI PODACI I KONTAKT PRISTUPNIKA/PRISTUPNICE:			
IME I PREZIME PRISTUPNIKA ILI PRISTUPNICE:	Grgur Kovačić		
SASTAVNICA:	Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet		
Naziv studija:	Postdiplomski doktorski studij „Kineziologija“		
Matični broj studenta:	0269008801		
Odobranje teme za stjecanje doktorata znanosti: <i>(molimo zacrniti polje)</i>	<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 i/ili oca:	Ankica i Stjepan Kovačić		
Datum i mjesto rođenja:	07.01.1989. Osijek		
Adresa:	Benka Benkovića 20 , 23000 Zadar		
Telefon/mobitel:	097 790 3023		
e-pošta:	<a href="mailto:grgur.kovacic@gmail.com">grgur.kovacic@gmail.com</a>		
ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA/PRISTUPNICE:			
Obrazovanje (kronološki od novijeg k starijem datumu):	2016. – danas , Hrvatska Akademija osteopatije, Velika Gorica  2011. – 2016. Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska, Kineziološki fakultet, Sveučilišni diplomski studij kineziologije		
Radno iskustvo (kronološki od novijeg k starijem datumu):	2018. – danas „Proprio Centar d.o.o., za sportsku pripremu“, direktor		
Popis radova i aktivnih sudjelovanja na kongresima:	1. Antekolović, L.J., Kovačić, G., Antekolović, J. (2017). Razlike u funkcionalnom pokretu između atletičara bacača, skakača i sprintera. U: Zbornik radova 26. Ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske „Kineziološke kompetencije u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije“, Poreč od 27. lipnja do 1.srpnja 2017., str. 109-114. (domaća recenzija, objavljen znanstveni rad)  2. Kovačić, G., Antekolović, J. (2018). Utjecaj kinesio tapea na osjet položaja zglobova, pregled dosadašnjih istraživanja. U: Zbornik radova 27. Ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske „Primjeri dobre prakse u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije“, Poreč od 27. do 30. lipnja 2018., str. 378-384 (predavanje, domaća recenzija, objavljen znanstveni rad)		
NASLOV PREDLOŽENE TEME			
Hrvatski:	Modulacija kontrole pokreta u ciljanim zglobovima šake pod utjecajem vanjskih čimbenika		
Engleski:	Movement control modulation in targeted wrist joints under external factors influence		
Jezik na kojem će se pisati rad:	Hrvatski		
Područje ili polje:	Društvene znanosti, kineziologija		

PREDLOŽENI ILI POTENCIJALNI MENTOR(I) <sup>a</sup>			
	TITULA, IME I PREZIME:	USTANOVA:	E-POŠTA:
Mentor 1:	Doc.dr.sc. Tatjana Trošt Bobić	Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet	Tatjana.trost-bobic@kif.hr
Mentor 2:			
KOMPETENCIJE MENTORA - popis do 5 objavljenih relevantnih radova u zadnjih 5 godina <sup>b</sup>			
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., Šečić, 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>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. <a href="https://doi.org/10.1007/s13760-013-0196-4">https://doi.org/10.1007/s13760-013-0196-4</a></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 non-trainees. Kinesiology, 1(43), 64-73.</p>		
Mentor 2: Ime i prezime			
OBRAZLOŽENJE TEME:			
Sažetak na hrvatskom jeziku (maksimalno 1000 znakova s praznim mjestima):	<p>Glavni cilj ovog istraživanja je utvrditi akutni učinak primjene kinesiotapinga, krioterapije uranjanjem u hladnu vodu, aktivne samomasaže, statičkog istezanja i balističkog istezanja na sposobnost precizne modulacije sile i pokreta te maksimalnu jakost u ciljanim zglobovima šake. Također, ispitat će se utjecaj krioterapije uranjanjem u hladnu vodu, aktivne samomasaže, statičkog i balističkog istezanja pet minuta nakon aplikacije navedenih metoda kako bi se utvrdila razina opadanja učinaka navedenih metoda. Za potrebe ovog istraživanja koristit će se prigodni uzorak od 50 studenata i studentica viših godina Kineziološkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu (25 m i 25 ž, dob 20 – 25 godina). Za procjenu jakosti, opsega pokreta te sposobnosti precizne modulacije sile i pokreta u ciljanim zglobovima koristit će se mjerni sustav za procjenu živčano-mišićne funkcije šake i prstiju: HAMOCODI sustav (engl. <i>Hand Motor Control Diagnostic</i>, S2P Ltd, Ljubljana). Iako su navedene metode vrlo zastupljene u treningu i terapiji, njihov učinak na preciznu modulaciju sile i pokreta, kao i na maksimalnu jakost još uvijek nije potpuno razjašnjen. Rezultati predloženog istraživanja doprinijet će boljem razumijevanju mehanizama adaptacije šake na vanjske čimbenike i stvaranju novih spoznaja o specifičnim modulacijama različitih dimenzija motoričke kontrole.</p>		

**Sažetak na engleskom jeziku**  
(maksimalno 1000 znakova s  
praznim mjestima):

The main goal of this research is to determine the acute effects of the kinesiotaping method, kriotherapy with cold water emersion, active miofascial self-release, static and ballistic stretching methods on precise modulation of force and movement, and maximal force production in targeted wrist joints. Also, tests will be repeated five minutes after application of kriotherapy with water emersion, active miofascial self-release, static and ballistic stretching to determine the rate of decline of the effects. A group of 50 students of the Faculty of Kinesiology, Zagreb University will be used as participants (25 male and 25 female, age: 20 – 25 years). The HAMCODI (Hand Motor Control diagnostic, S2P Ltd. Ljubljana) system will be used to assess strength, range of motion and the ability to control fine movement and to control force production in targeted wrist joints. Although these methods are commonly used in training and therapy, it is still not clear what effect do they have on different aspects of motor control. The results of this research will contribute to a better understanding of wrist adaptations to external stimuli and also will give new insights on specific modulations of different dimensions of motor control.

**Uvod i pregled dosadašnjih istraživanja** (maksimalno 7000 znakova s praznim mjestima)

Složeno funkcioniranje ljudske ruke ovisi o brojnim biomehaničkim i aktivacijskim kapacitetima neuromišićnog sustava (1). Proces planiranja pokreta je uvjetovan senzoričkim informacijama perifernog živčanog sustava, a izvođenje pokreta je bazirano na analizi, interpretaciji i korekciji senzoričkih informacija od početka pokreta do njegovog završetka. Pokreti se analiziraju i koordiniraju u središnjem živčanom sustavu na različitim razinama (2). Očitovanje mišićne sile uvjetovano je kombinacijom morfoloških i neuroloških čimbenika koji uključuju poprečni presjek mišića i njegovu građu, mišićno tetivnu elastičnost, redosljed i sinkronizaciju aktivacije motoričkih jedinica, aktivacijski potencijal motoričkih jedinica, neuromišićnu inhibiciju i drugo. Za razvoj maksimalne jakosti, osim navedenih čimbenika, važni su i dob, vrsta mišićnih vlakana, razina treniranosti, genetika i drugo (3), dok je za preciznu kontrolu sile i pokreta, osim navedenih čimbenika, više naglašena sinkronizacija aktivacije motoričkih jedinica i kinestezija (4).

Primjena različitih metoda treninga ili fizikalnih sredstava može na različite načine djelovati na navedene komponente kontrole pokreta. U sportskoj pripremi i rehabilitaciji koriste se brojne metode treninga i različita fizikalna sredstva kako bi se poboljšala kvaliteta izvedbe (5). Metode koje se često koriste su kinesiotaping (KT), krioterapija uranjanjem u hladnu vodu (UHV), aktivna samomasaža (AKSM), te vježbe statičkog (STI) i balističkog (BAI) istezanja. Manji broj istraživanja upućuje na mogućnost specifičnog djelovanja tih metoda na kontrolu pokreta u šaci. Dok KT i ASKM mogu pozitivno djelovati na maksimalnu jakost i izvedbu, čini se da primjena UHV, STI i BAI ima suprotan učinak. Ipak, nedovoljan je broj istraživanja, osobito na zglobu šake, a rezultati nerijetko kontradiktorni da bi se utvrdili jasni protokoli korištenja navedenih metoda (6 - 18). Otkrivanje specifičnosti utjecaja primjene KT, UHV, MSR, STI, BAI na maksimalnu jakost i preciznu modulaciju sile i pokreta doprinijelo bi boljem razumijevanju mehanizma adaptacije šake na djelovanje ovih u praksi često korištenih metoda.

Zadnjih godina veliku popularnost je stekla pamučna, rastezljiva, adhezivna traka Kinesio® Tex Tape, ili kinesio taping metoda (KT). Aplikacijom ove adhezivne elastične trake na kožu ostvaruje se vučna sila na koži koja podiže fascije i meka tkiva na području na kojem je aplicirana. Tako se stvara više prostora za klizanje tkiva što posljedično mijenja odnose među mekim tkivima (19, 20). Iako postoje indikacije da KT može pozitivno utjecati na mišićnu izdržljivost, snagu i kontrolu pokreta, trenutno ne postoji dovoljan broj randomiziranih kontroliranih istraživanja koja bi to sa sigurnošću potvrdila (6, 7). Rezultati utjecaja KT na jakost stiska šake su kontradiktorni. Neka istraživanja su utvrdila povećanje maksimalne jakosti stiska šake nakon aplikacije KT u zdravoj i bolesnoj populaciji (7, 21), a neka istraživanja nisu utvrdila značajno povećanje maksimalne jakosti stiska šake u zdravoj i bolesnoj populaciji (22). Rezultati u testovima kontrole pokreta i sile u ruci i zglobu šake nakon aplikacije KT su također kontradiktorni (6). Ovakav trend rezultata je potencijalno uzrokovan nestandardiziranom metodologijom, osobito kod načina postavljanja KT, heterogenosti mjerenih varijabli i nedovoljnim brojem istraživanja, osobito na zglobovima šake, što upućuje na potrebu za daljnjim istraživanjem ove tematike.

UHV je najzastupljenija metoda krioterapije u literaturi i u praksi (9). Koristi se kao metoda smanjenja boli prije, tijekom ili nakon aktivnosti radi svojih analgetskih učinaka (8). Iako je ova metoda vrlo popularna, još uvijek nisu potpuno razjašnjeni mehanizmi djelovanja (10). Mnoge studije su utvrdile povoljne učinke UHV na jakost, aerobnu izdržljivost, upalu mišića i percepciju umora nakon aktivnosti, dok druge studije nisu pokazale učinak ili su čak utvrdile negativan učinak na navedene i slične parametre (8, 9, 10). Ovakva heterogenost rezultata vjerojatno je rezultat korištenja različitih metodologija istraživanja kao i različitih UHV protokola i protokola vježbanja (8, 9, 10). Zbog navedenih nejasnoća trenutno ne postoje standardizirani protokoli oko aplikacije UHV. Utjecaj UHV na preciznu modulaciju sile i pokreta te maksimalnu jakost u zglobu šake je također nedovoljno istražen, ali upućuje na moguće negativne efekte u preciznoj kontroli pokreta neposredno nakon hlađenja (23), bez spoznaja o duljini njihovog trajanja s obzirom na temperaturu kože.

Uobičajena praksa prije intenzivne aktivnosti je priprema kroz zagrijavanje sa svrhom poboljšanja opsega pokreta, izvedbe i smanjenja rizika od ozljede. Jedna od najzastupljenijih komponenti zagrijavanja je istezanje na različite načine (23). Trenutno ne postoji jasna povezanost između istezanja prije vježbanja i sportske izvedbe (12), što je dovelo u sumnju potrebu i svrhu istezanja kao rutine prije aktivnosti (11). Nekoliko preglednih članaka je ukazalo na negativan učinak STI na izvedbu visoko intenzivnih tjelesnih aktivnosti (11, 13) i sve češće se zagovara zamjena STI dinamičkim (16). Ipak, neki autori su zaključili da STI može pridonijeti malom do umjerenom zaštitničkom učinku na rizik od nastanka mišićno-tetivnih ozljeda (12, 15). Unatoč potencijalno negativnim akutnim učincima STI na sportsku izvedbu, čini se da ti efekti ubrzo nestaju nakon daljnjeg zagrijavanja i nemaju značajan učinak na pad ili porast

sposobnosti (14). S druge strane, nekoliko studija utvrdilo je da BAI ne utječe na proizvodnju sile. Unick i sur. (24) i Bradley i sur. (25) su utvrdili da BAI nema utjecaj na rezultat kod vertikalnog skoka. Ipak, drugi autori su utvrdili smanjenje izlazne sile u koljenom zglobovima nakon BAI (26). Još uvijek nisu potpuno razjašnjeni učinci STI i BAI na različite dimenzije kontrole pokreta i ne postoje jasne smjernice za korištenje istezanja prije treninga sa svrhom poboljšanja kontrole pokreta. U većini dosadašnjih istraživanja ispitivali su se učinci istezanja na donjim ekstremitetima, a jako malo istraživanja je ispitivalo učinke STI na različite dimenzije motoričke kontrole na zglobovima šake, osobito na zdravoj populaciji. Trenutno nema istraživanja koja su proučavala učinak BAI na sposobnosti precizne modulacije sile i pokreta u zglobovima šake.

Samomasaža različitim valjcima, lopticama i drugim masažnim pomagalicama (AKSM) je relativno nova tehnika za mobilizaciju mekih tkiva. Trajanje samomasaže je najčešće između 6 i 30 sekundi po segmentu tijela. Jednostavnost uporabe i praktičnost primjene omogućuje primjenu ove metode u različitim terapijskim i trenažnim procesima. Osim za smanjivanje boli, popularni valjak ili „roler“ se sve češće koristi kao metoda pripreme mekih tkiva za trenažna opterećenja (17). Ritmičnim pokretima valjanja preko valjka ili loptice za samomasažu osoba radi pritisak na meka tkiva što, vjeruje se, uzrokuje zagrijavanje fascija i razdvajanje adhezija između slojeva fascije što omogućuje bolje klizanje i rastezljivost među tkivima (18). Čini se da AKSM ima kratkotrajni učinak u povećanju opsega pokreta bez da negativno utječe na mišićnu izvedbu i može pomoći kod smanjenja pada mišićnih sposobnosti nakon visoko intenzivne aktivnosti (17). Iako raste broj istraživanja, zbog heterogenosti metoda primjene i različitosti praćenih varijabli još uvijek nije moguće postaviti jasne upute oko uporabe AKSM i napraviti standardizaciju protokola. Trenutno ne postoje istraživanja koja su proučavala utjecaj AKSM na maksimalnu jakost, sposobnost precizne modulacije sile i sposobnost precizne modulacije pokreta u podlaktici i zglobovima šake.

Na kraju, sve navedeno ukazuje na činjenicu da nema dovoljno istraživanja o utjecaju vanjskih čimbenika na kontrolu pokreta u području šake te da su postojeće spoznaje u tom području kontradiktorne. Iako su KT, UHV, STI, BAI i AKSM vrlo često primjenjivane metode u treningu i rehabilitaciji, još uvijek ne postoji jasan konsenzus glede njihovog specifičnog utjecaja na različite aspekte motoričke kontrole. Jako malo istraživanja je ispitalo specifične učinke navedenih metoda na preciznu kontrolu sile i pokreta u ciljanim zglobovima šake. Do danas nije provedeno istraživanje koje bi istovremeno pratilo akutni učinak velikog broja vanjskih čimbenika na različite dimenzije kontrole pokreta u šaci, od onih vezanih za sposobnost maksimalnog ispoljavanja sile do onih ovisnih o finoj kontroli pokreta u zglobovima.

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

Glavni cilj ovog istraživanja je utvrditi akutni učinak primjene kinesiotapinga, krioterapije uranjanjem u hladnu vodu, aktivne samomasaže, statičkog istezanja i balističkog istezanja na sposobnost precizne modulacije sile, sposobnost precizne modulacije pokreta te maksimalnu jakost u ciljanim zglobovima šake.

H1: Korištenje kinesiotapinga, krioterapije uranjanjem u hladnu vodu, aktivne samomasaže, statičkog istezanja i balističkog istezanja, dovesti će do statistički značajnih promjena sposobnosti precizne modulacije sile i pokreta te maksimalne jakosti u ciljanim zglobovima šake.

H2: Utjecaj kinesiotapinga, krioterapije uranjanjem u hladnu vodu, aktivne samomasaže, statičkog istezanja i balističkog istezanja na sposobnost precizne modulacije sile i pokreta te maksimalnu jakost u ciljanim zglobovima šake statistički će se značajno razlikovati.

H3: Korištenje kinesiotapinga i aktivne samomasaže dovest će do statistički značajnog poboljšanja sposobnosti precizne modulacije sile i pokreta te maksimalne jakosti u ciljanim zglobovima šake

H4: Korištenje krioterapije uranjanjem u hladnu vodu, statičkog istezanja i balističkog istezanja dovesti će do statistički značajnog pogoršanja sposobnosti precizne modulacije sile i pokreta te maksimalne jakosti u ciljanim zglobovima šake

H5: Pet minuta nakon primjene krioterapije uranjanjem u hladnu vodu, aktivne samomasaže, statičkog istezanja i balističkog istezanja, učinci tih metoda na maksimalnu jakost i sposobnost precizne modulacije sile i pokreta u ciljanim zglobovima šake statistički će se znatno smanjiti

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

## ISPITANICI

Za potrebe ovog istraživanja koristit će se prigodni uzorak od 50 studenata i studentica viših godina Kineziološkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu (25 m i 25 ž). Kriteriji za uključivanje su: dob (20-25 godina), razina dnevne tjelesne aktivnosti (3 do 5 puta tjedno uključeni u razne sportske aktivnosti). Kriteriji za isključivanje su: bolest perifernog ili centralnog živčanog sustava, pretrpljena ozljeda dominantne ruke, prisutna bol u dominantnoj ruci u posljednja tri mjeseca, nefiziološki opseg pokreta u zglobovima šake i lakta prema kriteriju pokretljivosti (hipermobilnost ili hipomobilnost), pozitivan znak palmarnog refleksa, pozitivan test konvergencije, znatna dioptrija (+/- 5 m<sup>-1</sup>), dijagnosticiran astigmatizam. Razina dnevne tjelesne aktivnosti, bolest perifernog i centralnog živčanog sustava, pretrpljene ozljede gornjeg ekstremiteta, prisutnost boli u gornjem ekstremitetu u posljednja tri mjeseca, dioptrija i astigmatizam utvrditi će se anketnim upitnikom i uvidom u liječničku dokumentaciju. Provjeru prisutnosti nefiziološkog opseg pokreta u zglobovima šake i lakta, znak palmarnog refleksa i test konvergencije provesti će osposobljeni mjerioc.

## MJERNI INSTRUMENT

Za potrebe ovog istraživanja koristit će se prigodno izrađen mjerni sustav za procjenu živčano-mišićne funkcije šake i prstiju: HAMOCODI sustav (engl. *Hand Motor Control Diagnostic*, S2P Ltd, Ljubljana).

## OPISI TESTOVA I MJERNIH VARIJABLI

Kako bi se osigurao uvid u kontrolu pokreta ciljanih zglobova šake, kontrola pokreta će se procijeniti prilikom palmarne fleksije i ekstenzije te nasuprotnog hvata palca i kažiprsta (pincetni hvat) dominantne ruke. Pri tome će se koristiti zadaci koji zahtijevaju sposobnost precizne modulacije sile i sposobnost precizne modulacije pokreta u zglobu. Također će se procijeniti maksimalna voljna izometrijska kontrakcija (MVK) mišića fleksora i ekstenzora šake te mišića fleksora palca i kažiprsta.

Ispitanici će prvo izvesti po tri MVK. Vršni moment sile predstavljat će mjeru maksimalne jakosti navedenih mišića (Aagaard i sur., 2002).

Test za procjenu sposobnosti precizne modulacije sile provesti će se pomoću posebno oblikovanog softvera koji omogućava nasumično generiranje krivulje u amplitudi od 10 do 70% MVK ispitanika. Ispitanici će voljom proizvodnjom sile mišića fleksora zgloba šake (ili fleksora palca i kažiprsta prilikom pincetnog hvata) na ekranu ispred sebe pratiti unaprijed generiranu sinusoidnu krivulju amplitude između 10 i 70% MVK. Mjera sposobnosti precizne modulacije sile biti će prosječno kvadratno odstupanje proizvedene krivulje od one generirane od strane računala.

Test za procjenu sposobnosti precizne modulacije pokreta u zglobu također će se provesti pomoću posebno oblikovanog softvera koji omogućava nasumično generiranje sinusoidne krivulje u amplitudi od 10 do 90% maksimalnog opsega pokreta u zglobu šake ispitanika. Ispitanici će voljnim pokretom šake (palmarnom fleksijom ili ekstenzijom) pratiti unaprijed generiranu krivulju. Mjera sposobnosti precizne modulacije pokreta u zglobu šake biti će prosječno kvadratno odstupanje proizvedene krivulje od one generirane od strane računala (28).

Sumarno, procijeniti će se maksimalna jakost kao i sposobnost precizne modulacije sile mišića palmarnih fleksora i ekstenzora, te fleksora palca i kažiprsta. Također će se procijeniti sposobnost precizne modulacije pokreta prilikom palmarne fleksije i ekstenzije. Ispitanici će sve zadatke izvoditi tri puta te će prosječna vrijednosti tri čestice biti korištena u daljnjim analizama.

## ORGANIZACIJA EKSPERIMENTA

Ispitanici će za potrebe ovog istraživanja ukupno doći u laboratorij šest puta.

1. dolazak - upoznavanje sa protokolom istraživanja i mjernim zadacima, provođenje inicijalnog (kontrolnog) mjerenja te postavljanje KT.
2. dolazak – procjena utjecaja KT na sposobnost precizne modulacije sile i pokreta te maksimalnu jakost u ciljanim zglobovima šake.
3. dolazak – procjena utjecaja UHV na sposobnost precizne modulacije sile i pokreta te maksimalnu jakost u ciljanim zglobovima šake.
4. dolazak – procjena utjecaja AKSM na sposobnost precizne modulacije sile i pokreta te maksimalnu jakost u ciljanim zglobovima šake.
5. dolazak – procjena utjecaja lokalne primjene STI na sposobnost precizne modulacije sile i pokreta te maksimalnu jakost u ciljanim zglobovima šake.
6. dolazak – procjena utjecaja lokalne primjene BAI na sposobnost precizne modulacije sile i pokreta te maksimalnu jakost u ciljanim zglobovima šake.

### 1. INICIJALNO MJERENJE

Prije početka inicijalnog mjerenja svi će ispitanici biti upoznati s protokolom i karakteristikama mjernog instrumenta tako da izvedu

probno mjerenje svih zadataka koji će se mjeriti. Nakon upoznavanja slijedi inicijalno mjerenje. Inicijalno će mjerenje ujedno biti i kontrolno te će se rabiti kao uobičajeno stanje kontrole pokreta ciljanih zglobova šake u usporedbi sa mjerenjima u ostalim uvjetima (KT, UHV, AKSM, STI, BAI). Isti će se dan, nakon provedbe inicijalnog mjerenja aplicirati KT.

## 2. KINESIOTAPING (KT)

Na dan inicijalnog mjerenja, ispitanicima će se aplicirati KT traka prema predloženom protokolu za facilitaciju fleksora i ekstenzora šake, te facilitaciju fleksora, ekstenzora, aduktora i abduktora palca prema uputama Kase i sur. (28). Mjerenje utjecaja aplikacije KT će se provesti jedan dan nakon aplikacije kako bi ispitanici prošli period prilagodbe na KT. Nakon izmjere zadnjeg testa, skinuti će se KT te će se 5 minuta nakon što se KT makne ponoviti svi testovi. To će omogućiti provjeru stabilnosti učinaka KT i nakon skidanja iste.

## 3. KRIOTERAPIJA URANJANJEM U HLADNU VODU (UHV)

Svakom će se ispitaniku izmjeriti početna temperatura kože na dorzalnom dijelu ručnog zgloba. Nakon utvrđivanja početne temperature, ispitanik će uroniti ruku iznad razine lakta u ledenu vodu temperature 12 – 14 °C te zadržati ruku u vodi u trajanju od 7 minuta, odnosno dok se temperatura kože ne spusti na 15°C (29). U tim uvjetima kreće testiranje. Kako bi se osiguralo testiranje pod uvjetima djelovanja hladnoće, nakon izvedbe svakog testa provjeriti će se temperatura kože te će se prema potrebi ruka ponovno uroniti u hladnu vodu na dvije minute odnosno do povratka željene temperature. Nakon izmjere zadnjeg testa, kada se temperatura kože vrati na onu prije primjene hladnoće, svi će se testovi ponoviti što će omogućiti provjeru eventualnog duljeg djelovanja hladnoće na sposobnost ispoljavanja maksimalne sile i kontrolu pokreta fine motorike šake radi lokalne promjene u vazomotorici (npr. refleksna vazodilatacija).

## 4. AKTIVNA SAMOMASAŽA (AKSM)

Prije izvođenja svakog testa ispitanici će napraviti samomasažu uz pomoć tenis loptice na dlanu i rolerom na podlaktici (na mišići agonisti u testnom zadatku). Masaža na dlanu će se provoditi kružnim pokretima tenis lopticom na palmarnoj strani dlana i rolanjem palmarnog dijela podlaktice valjkom do granice boli u trajanju od 60 sekundi. Pet minuta nakon završetka mjerenja ponoviti će se svi testovi što će omogućiti utvrđivanje razine prisutnosti zabilježenih promjena uslijed AKSM i nakon pet minuta od njegove primjene.

## 5. STATIČKO ISTEZANJE (STI)

Prije izvođenja svakog testa ispitanici će provoditi statičko istezanje do granice boli u trajanju od 45 sekundi na ciljano mišićnu skupinu (agonisti u testnom zadatku). Pet minuta nakon završetka mjerenja, ponovit će se svi testovi, što će omogućiti utvrđivanje razine prisutnosti zabilježenih promjena uslijed statičkog istezanja i nakon pet minuta od njegove primjene.

## 6. BALISTIČKO ISTEZANJE (BAI)

Prije izvođenja svakog testa ispitanici će provoditi balističko istezanje s impulsom do granice boli sa ukupno 20 impulsa na ciljano mišićnu skupinu (agonisti u testnom zadatku). Pet minuta nakon završetka mjerenja, ponoviti će se svi testovi, što će omogućiti utvrđivanje razine prisutnosti zabilježenih promjena uslijed statičkog istezanja i nakon pet minuta od njegove primjene.

## STATISTIČKA ANALIZA

Statistička obrada podataka izvršiti će se primjenom programa Statistica 13.3. Za sve varijable izračunati će se osnovni centralni i disperzivni parametri u inicijalnom i finalnom mjerenju. Značajnost promjena između početnog i završnog mjerenja, za svaki uvjet posebno (KT, UHV, AKSM, STI i BAI), provjeriti će se uz pomoć t-testa za zavisne uzorke. Značajnost razlika između svih uvjeta analizirati će se pomoću multifaktorske analize varijance ili Friedmanovim testom, ovisno o normalitetu distribucije varijabli. Razina statističke značajnosti za sve analize bit će postavljena na  $p < 0.05$ .

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

Iako su KT, UHV, STI, BAI i AKSM vrlo često primjenjivane metode u treningu i rehabilitaciji, još uvijek ne postoji jasan konsenzus glede njihovog specifičnog utjecaja na različite aspekte motoričke kontrole. Jako malo istraživanja je ispitalo specifične učinke navedenih metoda na sposobnosti precizne modulacije sile i pokreta u ciljanim zglobovima šake. Sa znanstvenog stajališta rezultati predloženog istraživanja doprinijet će boljem razumijevanju mehanizama adaptacije šake na vanjske čimbenike. Također će doprinijeti stvaranju novih spoznaja o specifičnim modulacijama različitih dimenzija motoričke kontrole, onih vezanih za sposobnost ispoljavanja maksimalne sile i kontrole submaksimalnih sila do onih ovisnih o finoj kontroli pokreta u zglobu, pod utjecajem vanjskih čimbenika. Rečeno će doprinijeti boljem razumijevanju funkcioniranja brojnih živčano-mišićnih podsustava koji kontroliraju rad dominantog ekstremiteta zdravih pojedinaca.

Osim navedenih znanstvenih doprinosa, ovo istraživanje ima i mogući pragmatični učinak koji se očituje u stvaranju znanstveno utemeljene osnove za planiranje egzaktnijih protokola primjene specifičnih fizikalnih sredstava i metoda vježbanja u radu sa sportašima sa ciljem poboljšanja sportske izvedbe, ali i u području terapije gdje se navedene metode standardno koriste.

**Popis citirane literature** (maksimalno 30 referenci)

- (1) Riordan DC. Functional anatomy of the hand and forearm. *Orthop Clin North Am.* 1974;5:199-203.
- (2) Bernstein NA. *General Biomechanics. Fundamentals of the Human Movement Science.* Moscow. 1926.
- (3) Suhomel TJ, Nimphius S, Bellon CR, Stone MH. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Med.* 2018;48:765-785.
- (4) Carson RG. Changes in muscle coordination with training. *J Appl Physiol* (1985). 2006;101:1506-1513.
- (5) Dupuy O, Douzi W, Theuret D, Bosquet L, Dugué B. An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Front Physiol.* 2018;9:403.
- (6) Williams S, Whatman C, Hume PA, Sheerin K. Kinesio taping in treatment and prevention of sports injuries: a meta-analysis of the evidence for its effectiveness. *Sports Med.* 2012;42:153-164.
- (7) Lemos TV, Pereira KC, Protássio CC, Lucas LB, Matheus JP. The effect of Kinesio Taping on handgrip strength. *J Phys Ther Sci.* 2015;27:567-570.
- (8) Bleakley CM, Costello JT, Glasgow PD. Should athletes return to sport after applying ice? A systematic review of the effect of local cooling on functional performance. *Sports Med.* 2012;42:69-87.
- (9) Broatch JR, Petersen A, Bishop DJ. The Influence of Post-Exercise Cold-Water Immersion on Adaptive Responses to Exercise: A Review of the Literature. *Sports Med.* 2018;48:1369-1387.
- (10) Leeder J, Gissane C, van Someren K, Gregson W, Howatson G. Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2012;46:233-240.
- (11) Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2016;41:1-11.
- (12) McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:169-181.
- (13) Kay AD, Blazevich AJ. Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44:154-164.
- (14) Blazevich AJ, Gill ND, Kvorning T et al. No Effect of Muscle Stretching within a Full, Dynamic Warm-up on Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50:1258-1266.
- (15) Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med.* 2007;37:1089-1099.
- (16) Donaldson A, Cook J, Gabbe B, Lloyd DG, Young W, Finch CF. Bridging the gap between content and context: establishing expert consensus on the content of an exercise training program to prevent lower-limb injuries. *Clin J Sport Med.* 2015;25:221-229.
- (17) Cheatham SW, Kolber MJ, Cain M, Lee M. The effects of self-myofascial release using a foam roll on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10:827-838.
- (18) Macdonald GZ, Button DC, Drinkwater EJ, Behm DG. Foam rolling as a recovery tool after an intense bout of physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46:131-142.
- (19) Kase, K., Wallis, J., Kase, T. (2003). *Clinical therapeutic applications of the Kinesio Taping method.* Tokyo, Japan: Kinesio Taping Association. Ken Ikai Co. Ltd.
- (20) Pamuk U, Yucesoy CA. MRI analyses show that kinesio taping affects much more than just the targeted superficial tissues and causes heterogeneous deformations within the whole limb. *J Biomech.* 2015;48:4262-4270.
- (21) Aguiar RSNA, Boschi SRMDS, Lazzareschi L et al. The late effect of Kinesio Taping® on handgrip strength. *J Bodyw Mov Ther.* 2018;22:598-604.
- (22) Chang HY, Chou KY, Lin JJ, Lin CF, Wang CH. Immediate effect of forearm Kinesio taping on maximal grip strength and force sense in healthy collegiate athletes. *Phys Ther Sport.* 2010;11:122-127.
- (23) Cheung SS, Montie DL, White MD, Behm D. Changes in manual dexterity following short-term hand and forearm immersion in 10 degrees C water. *Aviat Space Environ Med.* 2003;74:990-993.
- (24) Unick J, Kieffer HS, Cheesman W, Feeney A. The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *J Strength Cond Res.* 2005;19:206-212.
- (25) Bradley PS, Olsen PD, Portas MD. The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21:223-226.
- (26) Nelson AG, Kokkonen J. Acute ballistic muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q Exerc Sport.* 2001;72:415-419.
- (27) Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol* (1985). 2002;93:1318-1326.
- (28) Maffiuletti NA, Bizzini M, Schatt S, Munzinger U. A multi-joint lower-limb tracking-trajectory test for the assessment of motor coordination. *Neurosci Lett.* 2005;384:106-111.
- (29) Havenith G, van de Linde EJ, Heus R. Pain, thermal sensation and cooling rates of hands while touching cold materials. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1992;65:43-51.

**Procjena ukupnih troškova predloženog istraživanja** (u kunama)

<b>IZJAVA</b>
<p>Odgovorno izjavljujem da nisam prijavila/o doktorsku disertaciju s istovjetnom temom ni na jednom drugom Sveučilištu.</p> <p>U Zagrebu, _____ Potpis _____ Ime i prezime</p>
<b>Napomena (po potrebi):</b>

<sup>a</sup> Navesti mentora 2 ako se radi o interdisciplinarnom istraživanju ili ako postoji neki drugi razlog za višestruko mentorstvo

<sup>b</sup> 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 referadu Sastavnice. Sastavnica prosjeđuje ispunjeni Obrazac DR.SC.-01 zajedno s obrascima DR.SC.-02 i DR.SC.-03 u elektroničkom obliku (e-pošta: [jandric@unizg.hr](mailto:jandric@unizg.hr)) i u tiskanom obliku – potpisano i s pratećom dokumentacijom - u pisarnicu Sveučilišta u Zagrebu (Trg maršala Tita 14).