Utjecaj eksponencijalnog i linearnog tempiranja sportske forme na promjene antropoloških obilježja i situacijskih parametara nogometaša

Krespi, Marino

Doctoral thesis / Disertacija

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:221:188229

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split

SVEUČILIŠTE U SPLITU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

DOKTORSKI STUDIJ

MARINO KRESPI

UTJECAJ EKSPONENCIJALNOG I LINEARNOG TEMPIRANJA SPORTSKE FORME NA PROMJENE ANTROPOLOŠKIH OBILJEŽJA I SITUACIJSKIH PARAMETARA NOGOMETAŠA

DOKTORSKA DISERTACIJA

MENTOR: izv. prof. dr. sc. Goran Sporiš

SUMENTOR: izv. prof. dr. sc. Igor Jelaska

SPLIT, 2018.

Dana 6. prosinca 2018. godine Marino Krespi **obranio** je doktorsku disertaciju pod naslovom:

"UTJECAJ EKSPONENCIJALNOG I LINEARNOG TEMPIRANJA SPORTSKE FORME NA PROMJENE ANTROPOLOŠKIH OBILJEŽJA I SITUACIJSKIH PARAMETARA NOGOMETAŠA"

pod mentorstvom dr. sc. Gorana Sporiša, izvanrednog profesora Kineziološkog fakulteta u Zagrebu i sumentorstvom dr. sc. Igora Jelaske, izvanrednog profesora Kineziološkog fakulteta u Splitu

javnom obranom pred Stručnim povjerenstvom u sastavu:

1. dr. sc. Igor Jelaska, izvanredni profesor Kineziološkog fakulteta u Splitu, predsjednik
2. dr. sc. Marko Erceg, izvanredni profesor Kineziološkog fakulteta u Splitu, član
3. dr. sc. Nebojša Zagorac, redovni profesor Kineziološkog fakulteta u Splitu, član
4. dr. sc. Fredi Fiorentini, docent, vanjski suradnik Kineziološkog fakulteta u Splitu, član
5. dr. sc. Mladen Hraste, izvanredni profesor Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Splitu, član.

Pozitivno izvješće Povjerenstva za ocjenu doktorske disertacije prihvaćeno je na sjednici Fakultetskog vijeća održanoj dana 21. studenog 2018. godine.

Velike zahvale upućujem svom mentoru profesoru Goranu Sporišu koji je zajedno sa sumentorom profesorom Igorom Jelaskom od samog početka predano, kvalitetno i suvremeno vodio i usmjeravao ovu doktorsku disertaciju završenu Skandinavskim modelom, a koja je postigla neosporivu znanstvenu i aplikativnu vrijednost u svijetu kineziologije.

Također, velike zahvale na svemu pruženom u životu majci Oliveri i ocu Anti koji su mi bili podrška od prvog dana mog akademskog školovanja.

Na kraju bih se volio zahvaliti i svim bližnjima koji su mi pomogli u bilo kojem periodu akademskog i životnog uspona aludirajući na to da je ova disertacija dio i njihove zasluge.

Ovu doktorsku disertaciju posvećujem prvenstveno svojoj supruzi Ani, sinu Lucianu i kćeri Amai.

SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinke dva različita tapering protokola na izvedbu i sposobnosti kod elitnih nogometaša juniora. Sto pedeset i osam elitnih nogometaša juniora (srednja dob 17,1±0,79 godina, prosječna visina 177,9±6,64 cm, prosječna težina 71,3±7,96 kg, prosječni indeks tjelesne mase 22,5±1,66 kg/m^2) slučajnim su odabirom podijeljeni u dvije grupe: eksponencijalnu (n=79) i linearnu (n=79). Treninzi su se provodili 3 puta tjedno u periodu od 8 tjedana. Nakon 4 tjedna treninga i 4 tjedna provođenja taperinga ispitanici su testirani u sastavu tijela, motoričko-funkcionalnim sposobnostima te prijeđenoj udaljenosti u nogometnoj utakmici. Obje grupe pokazale su slične promjene u varijablama vezanim za sastav tijela. Eksponencijalna grupa imala je veća poboljšanja nego linearna grupa u testu sprinta 5 i 30 metara, skoku u vis sa zamahom ruku i maksimalnom primitku kisika (VO_{2max}) ($p<0,05$). Također, eksponencijalna tapering grupa imala je veće promjene ($p<0,05$) nego linearna grupa u trčanju srednjeg intenziteta i sprintu. Rezultati su pokazali da je eksponencijalni tapering generirao bolje učinke na brzini, snazi i izdržljivosti nego linearni. Naši rezultati potvrđuju dosadašnja istraživanja koja sugeriraju da je volumen optimalna varijabla za manipulaciju zadržavajući pritom intenzitet i frekvenciju.

Ključne riječi: linearni, eksponencijalni, tapering, sposobnosti, nogomet

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effects of 2 different tapering protocols on fitness and physical match performance in elite junior soccer players. One-hundred and fifty-eight elite junior soccer players (mean age: 17,1±0,79 years; mean height: 177,9±6,64 cm; mean body mass: 71,3±7,96 kg; and mean body mass index: 22,5±1,66 kg/m^2) were randomly assigned to 2 groups: an exponential (n=79) and a linear tapering (n=79) group. Training sessions were conducted 3 times per week for 8 weeks. After 4 weeks of training and 4 weeks of tapering, participants were assessed in terms of body composition, physical fitness, and distance covered within a match. Both groups showed similar changes for body composition. The exponential group showed better improvement than the linear group in the 5 and 30 meter sprints, countermovement jump, and (VO_{2max}) ($p<0,05$). The exponential tapering group had larger changes ($p<0,05$) than the linear group in medium running and sprinting. The results show that exponential tapering produced better effects on speed, power, and endurance abilities than the linear protocol. Our results confirmed the reports of others that suggest that volume is the optimal variable to manipulate while maintaining both the intensity and the frequency of sessions.

Keywords: linear, exponential, tapering, performance, soccer

SADRŽAJ

1. UVOD....8

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA....10

3. PROBLEM I CILJ ISTRAŽIVANJA....13

4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA....14

5. METODE RADA....15

5.1. UZORAK ISPITANIKA....15

5.2. UZORAK VARIJABLI....15

5.3. PROTOKOL TESTIRANJA....18

5.4. METODE OBRADE PODATAKA....19

6. STUDIJE……..….....20

6.1. STUDIJA 1: *Učinak linearnog i eksponencijalnog tempiranja sportske forme na morfološka obilježja, motoričke i funkcionalne sposobnosti kod nogometaša juniora: razlike u igračkim pozicijama*……21

6.2. STUDIJA 2: *Razlike u eksponencijalnom i linearnom taperingu kod elitnih juniorskih nogometaša: učinci na izvedbu s obzirom na različite igračke pozicije*....36

6.3. STUDIJA 3: *Učinci dva različita tapering protokola na sposobnosti i izvedbu kod elitnih juniorskih nogometaša*....46

7. ZNANSTVENI I PRAKTIČNI ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA 63

7.1. STUDIJA 1: *Učinak linearnog i eksponencijalnog tempiranja sportske forme na morfološka obilježja, motoričke i funkcionalne sposobnosti kod nogometaša juniora: razlike u igračkim pozicijama*……63

7.2. STUDIJA 2: *Razlike u eksponencijalnom i linearnom taperingu kod elitnih juniorskih nogometaša: učinci na izvedbu s obzirom na različite igračke pozicije*……64

7.3. STUDIJA 3: *Učinci dva različita tapering protokola na sposobnosti i izvedbu kod elitnih juniorskih nogometaša*……64

8. LITERATURA……..…….....65

1. UVOD

Jedna od mogućih strategija postizanja i poboljšanja izvedbe kod sportaša predstavlja sustav taperinga prije glavnih natjecanja (Bogdanis i sur., 2009). Tapering predstavlja tehniku postupnog smanjenja trenažnog opterećenja kako bi tjelesna spremnost postigla svoj vrhunac u točno određeno vrijeme (Wilson i Wilson, 2008). Zasigurno su volumen opterećenja (intenzitet i ekstenzitet) te učestalost izvođenja glavni čimbenici koji najviše utječu na mijenjanje izvedbe karakteristične za određeni sport. Istraživanja jasno ukazuju da je glavni cilj razdoblja taperinga smanjenje negativnih utjecaja svakodnevnog treninga na fiziološke i psihološke aspekte sportaša te poboljšanje tjelesne spremnosti (Mujika i Padilla, 2003). S obzirom na vrstu taperinga, postoje 3 podjele smanjenja opterećenja: (1) step tapering kod kojeg dolazi do trenutnog smanjenja opterećenja do 50 % prvog dana taperinga te se taj volumen održava tijekom cijelog vremenskog razdoblja provedbe taperinga; (2) linearni tapering koji uključuje smanjenje volumena opterećenja linearno i progresivno za 5 % prilikom svakog vježbanja; (3) eksponencijalni tapering u kojem se volumen opterećenja smanjuje nelinerano. Prema mnogim istraživanjima (Kubukeli i sur., 2002; Martin i sur., 1994; Mujika i Padilla, 2003) sportaši mogu očekivati nekoliko važnih fizioloških promjena prilikom korištenja taperinga: (a) do 20 % povećanja snage, živčano-mišićne funkcije i jakosti; (b) 10 - 25 % povećanja poprečno-presječnih mišićnih vlakana; (c) 1 - 9 % povećanja maksimalnog primitka kisika (VO_{2max}); (d) do 70 % smanjenja mišićnog oštećenja prilikom i nakon treninga ili natjecanja; (e) promjene u frekvenciji srca u stanju mirovanja, sub-maksimalnoj i maksimalnoj frekvenciji nakon primjene taperinga. Kako je već napomenuto, nekoliko je važnih čimbenika koji određuju smanjenje trenažnog opterećenja sportaša. Jedna od sastavnica volumena opterećenja predstavlja intenzitet koji se definira kao postotak (%) maksimalne izvedbe, primjerice jednomaksimalno ponavljanje (1RM) u sustavu treninga s opterećenjem ili VO_{2max} prilikom sportova izdržljivosti (Wilson i Wilson, 2008). S obzirom na rezultate određenih studija, sportaši aerobnih i anaerobnih sportova trebaju održavati ili neznatno povećavati intenzitet treninga tijekom razdoblja korištenja taperinga (Shepley i sur., 1992). Autori Thomas i sur. (2005) preporučuju tapering minimalnog opterećenja u trajanju 7 - 10 dana s 30 %

smanjenja trenažnog volumena, tapering umjerenog opterećenja u trajanju od 20 dana s 30 % smanjenja trenažnog volumena te tapering maksimalnog opterećenja od standardnog trenažnog protokola u trajanju od 30 dana i smanjenje trenažnog volumena za 40 %. Učestalost taperinga se opisuje kao ukupan broj pojedinačnih treninga u jednom vremenskom razdoblju, najčešće mjereno u jednom tjednu (Martin i sur., 1994). U sportovima u kojima prevladava aerobni sustav treninga i natjecanja učestalost treniranja može poboljšati izvedbu ako se smanji za 20 - 50 % u slabo do umjereno utreniranih sportaša (Mujika i sur., 2002). Međutim, kod slabo utreniranih sportaša učestalost se održava ili znatno smanjuje tijekom primjene taperinga do ispod 20 % (Mujika i Padilla, 2003). Potrebno je istaknuti da se sustav taperinga primjenjuje u svim sportovima, primjerice u monostrukturalnim sportovima poput plivanja (Castile i sur., 1985), polistrukturalnim acikličkim sportovima poput juda (Papacosta i sur., 2013), konvencionalno-estetskim sportovima poput gimnastike (Sanchez i sur., 2013) te kompleksnim sportovima poput nogometa (Dehkordi i sur., 2014; Nikbakh i sur., 2011). U nogometu, kao i u drugim sportovima, tijekom trenažnog procesa i priprema igrači se testiraju i rade na razvoju i poboljšanju onih motoričkih i drugih sposobnosti za koje se utvrdi da nisu na zadovoljavajućem nivou. U kontekstu svega rečenog jasna je potreba za znanstvenim definiranjem i boljim uvidom utjecaja linearnog i eksponencijalnog taperinga na „brušenje“ sportske forme i postizanje optimalnih sportskih rezultata na vrhunskim natjecanjima.

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Fessi i sur. (2016) željeli su utvrditi učinke smanjenja trenažnog opterećenja tijekom dvotjedne primjene taperinga kod profesionalnih nogometaša te povezanost smanjenja volumena opterećenja i aktivnosti tijekom nogometne utakmice. U istraživanju je sudjelovalo 19 nogometaša, a varijable su mjerene između standardnih treninga i tjednih taperinga. Rezultati su pokazali kako su se trajanje i učestalost smanjili za vrijeme tapering razdoblja, ali ne i sami intenzitet treninga (p=0,09). Također, došlo je do značajnog povećanja broja prijeđene udaljenosti, visoko-intenzivnih trčanja, broja sprinteva i broja brzinskih sprinteva tijekom sedam utakmica igranih nakon dvotjednog razdoblja taperinga. Autori su zaključili kako je smanjenje trajanja i učestalosti, ali ne i intenziteta tijekom razdoblja taperinga, značajno povezano s aktivnostima tijekom nogometne utakmice.

Dehkordi i sur. (2014) istraživali su utjecaje dvije različite vrste taperinga na fiziološke parametre kao što su razina kortizola, razina testosterona i njihov omjer kod 30 poluprofesionalnih nogometaša. Prva grupa ispitanika koristila je tapering s 25 % smanjenja volumena opterećenja, druga grupa s 50 %, dok je treća bila kontrolna grupa. Nakon dvotjedne provedbe taperinga rezultati su pokazali značajno povećanje razine testosterona i omjera testosterona i kortizola u obje eksperimentalne grupe. Također, razina kortizola se značajno smanjila u obje grupe koje su koristile tapering. Autori su utvrdili pozitivne fiziološke promjene nakon primjene obje vrste taperinga te je takva vrsta pristupa korisna za poboljšanje sportske izvedbe i postizanje vrhunskih sportskih rezultata.

Freitas i sur. (2014) istraživali su učinke dvotjednog preopterećenja nakon kojeg je slijedilo dvotjedno razdoblje taperinga na unutarnje trenažno opterećenje, kortizol u slini, toleranciju na stres te na simptome infekcije gornjeg dišnog trakta kod 11 mladih nogometaša (medijan=16 godina). Rezultati su pokazali kako je u preopterećenoj fazi treninga veće unutarnje trenažno opterećenje i koncentracija kortizola u slini nego za vrijeme taperinga. Iako rezultati nisu pokazali značajne razlike u vrijednostima tolerancije na stres i simptome alergija gornjeg dišnog trakta,

ipak je broj igrača koji su potvrdili simptome alergija bio je veći u razdoblju preopterećenja.

Chtoruou i sur. (2012) željeli su istražiti učinke treninga i taperinga u istom danu na promjene u kratkoj izvedbi vježbanja. Trideset aktivnih muškaraca prošlo je tretman od 12 tjedana treninga donjih ekstremiteta i dvotjedni tapering. Ispitanici su slučajnim odabirom podijeljeni na jutarnju, večernju te kontrolnu grupu. Mišićna jakost i snaga testirane su prije i nakon 12-tjednog trenažnog procesa i dvotjedne primjene taperinga ujutro i navečer. Rezultati su pokazali značajno veće vrijednosti u popodnevnim/večernjim satima nego ujutro kod svih grupa prilikom izvedbe Wingate testa, testa vertikalnog skoka (skok iz dubokog čučnja i skok bez zamaha ruku). Također, ne postoje značajne razlike između rezultata testova kod dvije eksperimentalne grupe. Autori zaključuju da ukoliko se ne zna vrijeme natjecanja, tapering se može provoditi u bilo koje doba dana s istim učincima na sportsku izvedbu.

Nikbakht i sur. (2011) htjeli su utvrditi učinke dvotjednog taperinga na anaerobne i aerobne kapacitete te sposobnost ponavljanih sprinteva kod 18 nogometaša koji igraju na fakultetskoj razini. Oni su provodili intervalni trening koji se sastojao od 4×4 minute trčanja na opterećenju 90 - 95 % od FS_{max}, odvojene s trominutnim joggiranjem 55 - 65 % od FS_{max}. Intervalni trening trajao je 8 tjedana, a treninzi su provođeni dva put tjedno. Kontrolna grupa nastavila je trenirati tijekom razdoblja taperinga, dok je tapering grupa smanjila svoje trenažno opterećenje za 50 %. Prije i nakon razdoblja taperinga nogometaši obje grupe izvodili su test 20 m i anaerobni test sprinta. Rezultati su pokazali značajna poboljšanja u oba testa kod tapering grupe, međutim, nije bilo značajnih promjena kod aerobne snage. Značajnih razlika nije bilo kod kontrolne grupe. Autori su zaključili da tapering može poboljšati sposobnost ponavljanih sprinteva kod nogometaša.

Wong i sur. (2009) utvrđivali su povezanosti između fiziološke izvedbe i antropometrijskih karakteristika kod mladih nogometaša te razlike prema pozicijama na terenu. U skladu s ciljem 70 nogometaša U-14 sudjelovalo je u istraživanju. Rezultati su pokazali značajnu povezanost između tjelesne mase i brzine udarca lopte ($r=0,58$; $p<0,05$), kao i između tjelesne mase i vremena postignutog nakon sprinta od 30 metara ($r=0,54$). Tjelesna visina je pozitivno povezana s vertikalnim skokom

(r=0,36), ali značajno negativno povezana s vremenom sprinta na 10 m (r=-0,32) i 30 m (r=-0,64). Indeks tjelesne mase pozitivno je povezan s brzinom udarca lopte (r=0,31), ali negativno povezan s vrmenom sprinta (r=-0,24), Hoff testom (r=-0,29), Yo-Yo testom (r=-0,25), submaksimalnim utroškom trčanja (r=-0,38) i maksimalnim primitkom kisika (r=-0,42). Značajne razlike između igračkih pozicija postoje samo u tjelesnoj visini, masi i indeksu tjelesne mase, dok nema značajnih razlika u fiziološkim parametrima. Autori zaključuju kako treneri mogu na temelju antropometrijskih karakteristika izabrati one nogometaše koji će bolje pokazati svoju maksimalnu izvedbu prilikom treninga ili nogometne utakmice.

3. PROBLEM I CILJ ISTRAŽIVANJA

Kako je i prethodno rečeno, sustav primjene taperinga poznat je i primjenjuje se u svim sportovima, neovisno o samoj strukturi sporta. Nogomet, kao jedna od znanstveno najistraživanijih sportskih aktivnosti, koristi različite sustave taperinga u svrhu poboljšanja izvedbe nogometaša. Međutim, uvidom u znanstvene baze podataka jasno se može identificirati manjak znanstvenih istraživanja o utjecaju primjene različitih taperinga na sportsku izvedbu nogometaša. Također, linearni i eksponencijalni tapering, kao dvije dominantno korištene vrste taperinga u praksi, predstavljaju nedovoljno istraženo znanstveno područje, a samim tim i nepoznanicu u primjeni i poboljšanju nogometaševih sposobnosti.

Posljedično, cilj ovog istraživanja je utvrditi i objasniti utjecaj tempiranja sportske forme (eksponencijalno i linearno), razvoj antropoloških obilježja i situacijskih parametara kod mladih nogometaša.

4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Hipoteze istraživanja:

H_1: Nogometaši će postići značajno bolje rezultate u finalnom mjerenju nakon primijenjenog taperinga u odnosu na inicijalno i tranzitivno mjerenje.

H_2: Bit će identificirane statistički značajne razlike između igračkih pozicija u morfološkim karakteristikama nakon tempiranja sportske forme.

H_3: Bit će identificirane statistički značajne razlike između igračkih pozicija u motoričkim sposobnostima nakon tempiranja sportske forme.

H_4: Bit će identificirane statistički značajne razlike između igračkih pozicija u funkcionalnim sposobnostima nakon tempiranja sportske forme.

H_5: Bit će identificirane statistički značajne razlike u varijablama situacijske učinkovitosti između različitih igračkih pozicija nogometaša nakon tempiranja sportske forme.

Hipoteze će se testirati na razini značajnosti $p<0,05$.

5. METODE RADA

5.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika za ovo istraživanje predstavljat će nogometaši juniori (16 - 18 godina), njih sto pedeset i osam (n=158), koji će biti svrstani u dvije eksperimentalne grupe (n=79) te će se svaka grupa podijeliti prema različitim igračkim pozicijama. Da će se raditi o kvalitetnom uzorku ispitanika, govori i podatak da će se u uzorak ispitanika nastojati uključiti nogometaši iz onih klubova koji su već duži niz godina tradicionalno u samom vrhu Hrvatske nogometne lige na državnoj razini. Na taj način uzorak ispitanika bi imao nacionalnu razinu kvalitete te bi se anulirao problem prigodnog uzorka. Klubovi koji će sudjelovati u istraživanju su: NK *Dragovoljac*, NK *Lokomotiva*, NK *Sesvete* i NK *Inter*, sve pripadnici prve juniorske lige. Kriterij svrstavanja nogometnih igrača vršit će se prema različitim igračkim pozicijama i to: (1) vratari, (2) obrambeni, (3) vezni i (4) napadači.

5.2. Uzorak varijabli

Uzorak varijabli sastoji se od testova za utvrđivanje **antropometrijskih karakeristika** nogometaša:

a) tjelesna visina - mjeri se antropometrom gdje se ispitanik nalazi u stojećoj poziciji i položaju glave u frankfurtskoj horizontali (unutarnji ušni kanal spojen je zamišljenom paralelnom linijom za donji dio očne orbitale). Antropometar se prislanja na ispitanika te se očita visina tijela izražena u centimetrima. Točnost mjernog uređaja je 0,1 cm.

b) sjedeća tjelesna visina - mjeri se antropometrom gdje ispitanik sjedne na stolicu visine 40 cm dok mu kut između natkoljenice i potkoljenice mora biti 90º. Glava je postavljena u položaj frankfurtske horizontale, a vrijednost sjedeće tjelesne visine se očita u centimetrima.

c) tjelesna masa - mjeri se digitalnom vagom gdje se ispitanik nalazi u stojećoj poziciji, bos stane na vagu, pričeka nekoliko sekundi te se očita vrijednost izražena u kilogramima.

d) indeks tjelesne mase - izračunava se kao omjer tjelesne mase ispitanika izražene u kilogramima i visine ispitanika izražene u metrima na kvadrat (ITM=kg/m^2). Prema Mišigoj-Duraković (2008) normalna uhranjenost tijela predstavlja vrijednost 18,5 - 24,9 kg/m^2, prekomjerna tjelesna masa 25,0 - 29,9 kg/m^2, pretilost I. stupnja 30,0 - 34,9 kg/m^2, pretilost II. stupnja 35,0 - 39,9 kg/m^2 i pretilost III. stupnja > 40,0 kg/m^2.

e) postotak masnog tkiva - mjeri se Tanita uređajem gdje ispitanik stane bos, primi pomični krak vage i postavlja ruke 90º u odnosu na položaj tijela. U toj je poziciji nekoliko sekundi te uređaj očita postotak masnog tkiva u tijelu.

f) postotak vode u tijelu - mjeri se Tanita uređajem gdje ispitanik stane bos, primi pomični krak vage i postavlja ruke 90º u odnosu na položaj tijela. U toj je poziciji nekoliko sekundi te uređaj očita postotak vode u tijelu.

g) postotak mišićne mase - mjeri se Tanita uređajem gdje ispitanik stane bos, primi pomični krak vage i postavlja ruke 90º u odnosu na položaj tijela. U toj je poziciji nekoliko sekundi te uređaj očita postotak mišićne mase u tijelu.

Testovi za procjenu **motoričkih sposobnosti** nogometaša:

h) sprint 5, 10 i 30 metara - iz niskog starta na znak uređaja nogometaš trči maksimalnom brzinom na dionici 5, 10 i 30 metara. Pritom su foto-ćelije, uređaj koji mjeri vrijeme prolaska, postavljene na petom, desetom i tridesetom metru.

i) test agilnosti 96369 s okretom za 180° - na stazi je označena startna crta duljine 1 m te paralelno s njom na udaljenostima 6, 9, 12 i 18 metara crte, također, duljine 1 metar. Crta udaljena 18 m od starta je ciljna crta. Nakon visokog starta ispitanik se maksimalno brzo kreće do crte na 9 metara (udaljene od starta), okreće se i trči do linije 6 metara, okreće se i trči do linije 12 metara, okreće se i trči do linije 9 metara te se nakon toga ponovno okreće i protrčava ciljnu crtu. Ispitanikov je zadatak da dotakne navedene crte stopalom noge po slobodnom izboru koristeći okrete za 180° i trčeći uvijek naprijed.

j) test ponovljenih sprinteva - U testu je sadržano 6 ponavljanja 2×15 metara sprinta (trajanja približno 6 sekundi). Pritom se pojedino ponavljanje trčanja 2×15 metara realizira svakih 20 sekundi. Tijekom pauze od približno 14 sekundi ispitanicima se

kaže da odmore dok čekaju znak za nastavak testa. Dvije sekunde prije kretanja u pojedini sprint ispitanik zauzima početnu poziciju (kao što je opisano u varijabli sprint 10 m) te čeka znak za start. Kada ispitanik protrči kroz foto ćelije, označava se početak mjerenja vremena (Brower mjernih sustava, Draper, UT, SAD). Maksimalnom brzinom trči do linije označene na 15 m koju prelazi jednom nogom i vrši okret (što je moguće brže) te trči nazad gdje se vrijeme zaustavlja kada ponovo pretrči startnu liniju.

k) skok sa zamahom ruku - ispitanik stoji na Kistlerovoj platformi te na znak ispitivača radi zamah rukama s vertikalnim odrazom u zrak. Doskok je sunožan. Rezultat se izražava u centimetrima.

l) skok iz čučnja - ispitanik stoji na Kistlerovoj platformi. Dolazi u položaj čučnja s rukama postavljenim na bokove. Na znak ispitivača odražava se vertikalno. Doskok je sunožan u istoj poziciji uz amortizaciju. Rezultat se izražava u centimetrima.

Test za procjenu **funkcionalnih sposobnosti** nogometaša:

lj) test maksimalnog primitka kisika (VO_{2max}) na pokretnom sagu Protokol „Inc 1km/min" - Ispitanik počinje hodati brzinom od 3 km/h te tom brzinom hoda 2 min. Nakon toga pokretna traka kontinuirano ubrzava svaku min za 1 km/h. Pri brzini od 8 km/h ispitanik počinje lagano trčati i test traje do trenutka kad ispitanik nije u stanju pratiti brzinu pokretne trake. Ova vrsta protokola je jedan od najprimjenjenijih progresivnih testova kojim se na vrlo efikasan način mogu odrediti ventilacijski aerobni prag i ventilacijski anaerobni prag (VTLT) te zone intenziteta treniranja. Svaki od pragova i zona treniranja popraćeni su osnovnim parametrima za doziranje i kontrolu opterećenja kao što su frekvencija srca (FS), brzina trčanja (tempo) i, eventualno, subjektivan osjećaj opterećenja (prema Borgovoj skali RPE-a) te svi spirometrijski parametri. Nagib (inklinacija) trake je 1,5 %.

Sustavom *Focus X3 sport analyzer* prikupit će se rezultati varijabli parametara trčanja nogometaša različitim intenzitetom: hodanje, trčanje niskim intenzitetom, trčanje srednjim intenzitetom, trčanje visokim intenzitetom, sprint i ukupna prijeđena udaljenost na nogometnoj utakmici. Na temelju toga pouzdanim načinom utvrdit će se prijeđena udaljenost svakog pojedinog igrača s obzirom na različite igračke pozicije i vrstu primijenjenog taperinga što visoko korelira sa situacijskom uspješnošću. Sustav

će biti u funkciji cijelo vrijeme te će se prikupljati podaci tijekom nogometne utakmice. Time će se dobiti rezultati ekvivalentni situacijskoj učinkovitosti mladih nogometaša.

- Hodanje (brzina 0,4 - 3,0 km/h)
- Trčanje niskog intenziteta (brzina 3,0 - 8,0 km/h)
- Trčanje srednjeg intenziteta (brzina 8,0 - 13,0 km/h)
- Trčanje visokog intenziteta (brzina 13,0 - 18,0 km/h)
- Sprint (brzina >18,0 km/h)
- Ukupna prijeđena udaljenost (zbroj svih prethodnih varijabli)

Rezultati prijeđenih udaljenosti različitim intenzitetima bit će izraženi u metrima.

5.3. Protokol testiranja

U prvoj fazi istraživanja s odgovornim osobama nogometnih klubova dogovorit će se termini provedbe testiranja. Pri tome će se nastojati da sva mjerenja budu provedena u isto doba dana (ujutro između 9 i 12 sati), da dva dana prije testiranja nogometaši nemaju treninge s izraženijim opterećenjima te da se testiranja provedu na način da umor ne utječe na rezultate testiranja. Sve varijable će se mjeriti u 3 vremenske točke: inicijalno, tranzitivno i finalno. Tranzitivno mjerenje će se provesti nakon 4 tjedna. Poslije tranzitivnog mjerenja obje eksperimentalne grupe će pristupiti različitim tempiranjima sportske forme. Ispitanici će provoditi 3 puta tjedno intervalni trening koji će se sastojati od 4×4 minute trčanja s opterećenjem 90 - 95 % od maksimalne srčane frekvencije (FS_{max}), s odvojenim joggiranjem 4 minute od 40 % od FS_{max}. Tempiranje sportske forme trajat će 8 tjedana nakon čega će uslijediti finalno testiranje. Istraživanje će sveukupno trajati 12 tjedana. Grupe će se razlikovati u načinu tempiranja sportske forme poštujući zakonitosti eksponencijalnog i linearnog tempiranja iste. Provodit će se ujednačene metode oporavka, svi treneri će koristiti iste metode poučavanja i organizacijske oblike rada, a ispitanici će imati približno istu razinu aktiviteta izvan treninga. Također, pokušat će se usmjeriti sportaše na približno istu prehranu.

Tablica 1. Prikaz linearnog i eksponencijalnog taperinga (3×tjedno intervalni trening; 4×4 minute, 90 - 95 % maksimalne srčane frekvencije, s pauzom od 40 % maksimalne srčane frekvencije)

Linearni tapering		Eksponencijalni tapering	
TJEDAN	Serije × minute	TJEDAN	Serije × minute
1	4×4	1	4×4
1	3×4	1	2×4
1	2×4	1	1×4
1	1×4	1	1×4
Pauza 4 minute – 40 % od FS_{max}		Pauza 4 minute – 40 % od FS_{max}	

U inicijalnoj, tranzitivnoj i finalnoj točki mjerenja bit će organizirane nenatjecateljske nogometne utakmice tijekom kojih će svaki ispitanik odigrati svih 90 minuta. Igrači će igrati „između sebe". Poseban naglasak bit će na motivaciji igrača za te utakmice. Kako je i prethodno rečeno, sustavom *Focus X3 sport analyzer* prikupit će se rezultati varijabli parametara trčanja nogometaša koji su visoko korelirani sa situacijskom učinkovitošću mladih nogometaša. Bitno je napomenuti da će sve momčadi igrati isti sustav 4-4-2 tako da neće biti razlike između broja obrambenih, veznih i napadača u linijama.

5.4. Metode obrade podataka

Osnovni statistički pokazatelji bit će prikazani deskriptivnim parametrima (aritmetička sredina, standardna devijacija, minimum, maksimum, raspon, broj ispitanika, skewness i kurtosis). Nadalje, Kolmogorov-Smirnovljevim testom bit će testiran normalitet distribucija varijabli. Faktorskim analizama varijance (engl. *factorial* ANOVA) testirat će se značajnost razlika između igrača u pojedinim varijablama na različitim igračkim pozicijama. Pritom će biti prikazani F vrijednost i nivo značajnosti (p), dok će kao mjera veličine učinka biti korišten parcijalni eta kvadrat ($ES=\eta^2$). Statistička značajnost bit će postavljena na $p<0,05$. Podaci će se obraditi računalnim programom SPSS ver. 23.0.

6. STUDIJE

Ovo istraživanje se sastoji od triju studija koje su objavljene kao znanstveni radovi. Svaki rad imao je parcijalni opis cjelokupne studije tako da sva tri rada čine integriranu cijelinu samog istraživanja. Studije i provedena istraživanja predstavljeni su u ovom poglavlju.

1. Krespi, M., Sporiš, G., & Jelaska, P.M. (2018). Effects of two different tapering protocols on fitness and body composition in young soccer players: Positional differences. *Acta Kinesiologica, 12*(1), 62-71.
2. Krespi, M., Sporiš, G., & Popović, S. (2019). Exponential versus linear tapering in junior elite soccer players: effects on physical match performance according to playing positions. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine, 8*(1), Ahead of Print. doi: 10.26773/mjssm.190303
3. Krespi, M., Sporiš, G., & Trajković, N. (2018). Effects of two different tapering protocols on fitness and physical match performance in elite junior soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 19*(9) Publish Ahead of Print - Issue – p doi: 10.1519/JSC.0000000000002861

6.1. Studija 1: Učinak linearnog i eksponencijalnog tempiranja sportske forme na morfološka obilježja, motoričke i funkcionalne sposobnosti kod nogometaša juniora: razlike u igračkim pozicijama

Krespi, M., Sporiš, G., Jelaska, P.M. (2018) Effects of two different tapering protocols on fitness and body composition in young soccer players: Positional diferences. Acta Kinesiologica, 12(1), 62-71.

Sažetak

Osnovni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi efekte dva različita tapering protokola na antropološka obilježja kod elitnih nogometaša juniora prema različitim igračkim pozicijama. Sto pedeset i osam elitnih nogometaša juniora (srednja dob 17,07±0,79 godina, prosječna visina 177,85±6,64 cm, prosječna težina 71,27±7,96 kg, prosječni indeks tjelesne mase 22,50±1,66 kg/m^2) slučajnim su odabirom podijeljeni u dvije grupe: (1) eksponencijalnu i (2) linearnu tapering grupu. Treninzi su se provodili tri puta tjedno u periodu od osam tjedana. Nakon 4 tjedna treninga i 4 tjedna provođenja taperinga ispitanici su testirani u morfološkim obilježjima te motoričkim i funkcionalnim sposobnostima. U obje grupe došlo je do poboljšanja rezultata u svim varijablama, osim u varijablama visina tijela i sjedeća visina. Međutim, u eksponencijalnoj grupi su ostvarene značajno veće promjene u testovima sprint na 5, 10 i 30 metara te 96369 testu agilnosti, dok su vezni igrači pokazali nešto bolje rezultate kod linearne grupe u testu ponovljenih sprinteva (RSA) (ES=0,64). Maksimalni primitak kisika značajno se povećao u obje tapering grupe, dok je veća razlika zabilježena kod eksponencijalne grupe. Zaključno, oba tapering protokola su pokazala slične promjene s obzirom na različite igračke pozicije. Rezultati ukazuju na mogućnosti praktične primjene eksponencijalnog taperinga te detaljno kvantificiraju njegove učinke što može biti od istaknutog značaja u budućim znanstvenim i stručnim istraživanjima.

Ključne riječi: tapering, nogomet, efekti treninga, izvedba

UVOD

Nogomet se često definira kao timski sport gdje igrači trebaju ostvariti što bolje rezultate primjenom svojih motoričkih i funkcionalnih sposobnosti, kao i tehničkih te taktičkih vještina (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi i Marcora, 2004). Igra se često sastoji od kratkih sprinteva, ubrzavanja i usporavanja, skokova, udaraca i šuteva (Bradley i Noakes, 2013). Ova su saznanja razmatrana u posljednja dva desetljeća analizom sustava nogometnih utakmica sa svrhom utvrđivanja različitih čimbenika kao što su pretrčana udaljenost, broj tehničkih i taktičkih parametara izvedenih u igri te drugi (Dellal i sur., 2010). Naime, dokazano je da nogometaši naprave oko 1300 promjena smjera kretanja (Bangsbo, 1992), ukupno više od 1400 različitih aktivnosti tijekom jedne utakmice (Bangsbo, Mohr, i Krustrup, 2006) i od toga otprilike oko 200 ubrzanja (Coutts, Chamari, Rampinini, i Impellizzeri, 2008). Također, zahtjevi na nogometnim utakmicama analizirani su i prema različitim igračkim pozicijama na terenu (Barros i sur., 2007; Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff i Drust, 2009). Štoviše, pokazalo se da se igrači razlikuju po pozicijama, posebice u morfološkim obilježjima (Wong i sur., 2008) te motoričkim i funkcionalnim sposobnostima (Gil, Gil, Ruiz, Irazusta i Irazusta, 2007). Naročito je dokazano (Gil i sur., 2007) da napadači imaju najbolje rezultate u sprintu 30 m i vertikalnim skokovima, dok vratari imaju najniže vrijednosti aerobnog kapaciteta. Također, zaključeno je da su vratari najviši i najteži igrači koji imaju najveću količinu mišićne mase, dok napadači imaju najmanji postotak masti u tijelu (Lago-Peñas, Casais, Dellal, Rey i Domínguez, 2011). Pokazalo se da vratari imaju najniže vrijednosti u aerobnom kapacitetu, ali i najbolje rezultate u testu vertikalni skok, dok su središnji braniči najbrži u sprintu 30 m (Lago-Peñas i sur., 2011). Važno je napomenuti da rezultati morfoloških obilježja te motoričkih i funkcionalnih sposobnosti variraju diljem svijeta (Di Salvo i sur., 2007; Wong, Chamari, Dellal i Wisløff, 2009). Kao što je i objavljeno u nekoliko prethodnih studija, morfološka obilježja i kondicijska pripremljenost igrača su od velike važnosti jer se mogu smatrati temeljima tehničkog i taktičkog razvoja (Chamari i sur., 2004).

Prethodna istraživanja su dokazala da su promjene u antropološkom statusu igrača povezane sa smanjenjem opterećenja treninga (Mujika i Padilla, 2003). Ovo razdoblje smanjenja volumena i opterećenja treninga je u literaturi poznato kao *tapering* (tempiranje sportske forme) (Banister, Calvert, Savage i Bach, 1975; Mujika i sur.,

1996). Glavni cilj taperinga je smanjenje negativnih fizioloških i psiholoških učinaka svakodnevnog treninga (Mujika i Padilla, 2003). Prema postojećoj literaturi u sportu se trenutno koriste tri vrste tapering sustava (Wilson i Wilson, 2008): prvi (1) je step tapering kod kojeg dolazi do trenutnog smanjenja opterećenja do 50 % prvog dana taperinga te se taj volumen održava tijekom cijelog vremenskog razdoblja provedbe taperinga; drugi (2) je linearni tapering koji uključuje smanjenje volumena opterećenja linearno i progresivno za 5 % prilikom svakog vježbanja; te treći (3) eksponencijalni u kojem se volumen opterećenja smanjuje nelinerano. U istraživanjima individualnih sportova potvrđeno je da je očekivana srednja vrijednost napredovanja 2 - 3 % (Mujika i Padilla, 2003). U jednom od zadnjih istraživanja u nogometu pokazalo se da je tapering značajno pridonio boljoj fizičkoj pripremljenosti tijekom utakmica pri čemu je smanjenje opterećenja treninga bilo povezano s većim brojem sprinteva ($r=0,65$, $p<0,01$), trčanjem visokog intenziteta ($r=0,55$, $p<0,01$) te samom brzinom trčanja ($r=0,49$, $p<0,05$) (Fessi i sur., 2016). Također, druge studije su proučavale učinke taperinga na fiziološke sposobnosti nogometaša (Dehkordi, Ebrahim, Gaeini, i Gholami, 2014; Freitas i sur., 2014; Nikbakht, Keshavarz i Ebrahim, 2011). Rezultati ovih istraživanja su pokazali da tapering može poboljšati vrijeme u sposobnosti ponovnog sprinta do 4 % (Nikbakht i sur., 2011), smanjiti simptome alergija (Freitas i sur., 2014) te povećati razinu testosterona i omjer testosterona/kortizola (Dehkordi i sur., 2014). Preciznije, meta-analiza je pokazala da je tapering u trajanju od dva tjedna, pri čemu se opterećenje u treningu eksponencijalno smanjivalo za 41 - 60 % bez bilo kakvih promjena u frekvenciji i, naročito, u intenzitetu treninga, predstavljao dobru strategiju za poboljšanje kondicijskih sposobnosti (Bosquet, Montpetit, Arvisais i Mujika, 2007).

Prema saznanjima autora i nakon detaljnog pregleda literature (PubMed, Scopus, Google Scholar, Web of Science), samo je nekoliko istraživanja koja analiziraju učinke taperinga na fiziološke karakteristike kod nogometaša, naročito u aerobnim sposobnostima (Fortes , Vianna, Silva, Gouvêa i Cyrino, 2016; Nikbakht i sur., 2011) i zahtjevima nogometne utakmice (Fessi i sur., 2016). Međutim, nije bilo istraživanja koja su se bavila učincima dvaju različitih tapering protokola na morfološke karakteristike, motoričke i funkcionalne sposobnosti kod mladih nogometaša. Budući da su morfološke karakteristike i kondicijske sposobnosti važan čimbenik za uspjeh u nogometu (Chamari i sur., 2004), potrebno je istražiti mogu li pojedini tapering

protokoli jednako ili različito pridonijeti poboljšanju sposobnosti nogometaša prema pojedinim igračkim pozicijama. Dakle, glavna svrha ove studije bila je utvrditi učinke dvaju različitih tapering protokola na antropološki status kod elitnih nogometaša juniora prema različitim igračkim pozicijama. Pretpostavljalo se da će eksponencijalni tapering proizvesti nešto veće učinke, ovisno o različitim igračkim pozicijama.

PROTOKOL TESTIRANJA

U prvoj fazi istraživanja s odgovornim osobama u nogometnim klubovima dogovorili su se termini provedbe testiranja. Pri tome se nastojalo da sva mjerenja budu provedena u isto doba dana (ujutro između 9 i 12 sati). Dva dana prije testiranja nogometaši nisu imali treninge s izraženijim opterećenjima kako bi se testiranja provela na način da umor ne utječe na same rezultate. Sve su se varijable mjerile u 3 vremenske točke: inicijalno, tranzitivno i finalno. Tranzitivno mjerenje se provelo nakon 4 tjedna. Poslije tranzitivnog mjerenja obje eksperimentalne grupe su pristupile različitim tempiranjima sportske forme: linearnom i eksponencijalnom. Ispitanici su 3 puta tjedno provodili intervalni trening koji se sastojao od 4×4 minute trčanja s opterećenjem 90 - 95 % od maksimalne srčane frekvencije (FS_{max}), s odvojenim 4-minutnim joggiranjem od 40 % od FS_{max}. Tempiranje sportske forme trajalo je 4 tjedna nakon čega je uslijedilo finalno testiranje. Istraživanje je trajalo ukupno 8 tjedana. Važno je napomenuti da su treneri provodili iste metode poučavanja. Također, svi ispitanici imali su približno istu razinu aktiviteta izvan treninga te ih se pokušalo usmjeriti na isti princip prehrane. Opis linearnog i eksponencijalnog tapering protokola je u Tablici 1.

Tablica 1. Prikaz linearnog i eksponencijalnog taperinga (3×tjedno intervalni trening; 4×4 minute, 90 - 95 % maksimalne srčane frekvencije, s pauzom od 40 % maksimalne srčane frekvencije)

Linearni tapering		Eksponencijalni tapering	
TJEDAN	Serije × minute	TJEDAN	Serije × minute
1	4×4	1	4×4
1	3×4	1	2×4
1	2×4	1	1×4
1	1×4	1	1×4
Pauza 4 minute – 40 % od FS_{max}		Pauza 4 minute – 40 % od FS_{max}	

UZORAK VARIJABLI

U ovom istraživanju testirali smo antropometrijske karakteristike, motoričke i funkcionalne sposobnosti s prijeđenim udaljenostima. Morfološka obilježja uključena u ovom istraživanju su: tjelesna visina, tjelesna masa, indeks tjelesne mase, sjedeća tjelesna visina, postotak masnog tkiva, postotak mišićne mase i postotak vode u tijelu. Motoričke sposobnosti mjerene su testovima: sprint na 5, 10 i 30 metara, test agilnosti 96369 s okretom od 180°, test ponovljenih sprinteva, skok iz čučnja, skok sa zamahom ruku. Maksimalni primitak kisika (VO_{2max}) predstavljao je test funkcionalnih sposobnosti.

Testovi za procjenu **antropometrijskih karakteristika** nogometaša sastoje se od:

Tjelesna visina - ispitanik se nalazi u stojećoj poziciji i položaju glave u frankfurtskoj horizontali. Antropometar se prislanja na ispitanika te se očita visina tijela izražena u centimetrima. Točnost mjernog uređaja je 0,1 cm.

Sjedeća tjelesna visina - ispitanik sjedne na stolicu visine 40 cm, dok mu kut između natkoljenice i potkoljenice mora biti 90º. Glava je postavljena u položaj frankfurtske horizontale te se očita vrijednost izražena u centimetrima.

Tjelesna masa - ispitanik se nalazi u stojećoj poziciji, bos stane na vagu, pričeka nekoliko sekundi, a mjerioc očita vrijednosti izražene u kilogramima.

Indeks tjelesne mase - izračunava se kao omjer tjelesne mase ispitanika izražene u kilogramima i visine ispitanika izražene u metrima na kvadrat (ITM=kg/m^2).

Postotak masnog tkiva – ispitanik stane na Tanita vagu, primi pomični krak vage te postavlja ruke 90º u odnosu na položaj tijela. Zadrži položaj nekoliko sekunda nakon čega se očita vrijednost.

Postotak vode u tijelu - ispitanik stane na Tanita vagu, primi pomični krak vage i postavlja ruke 90º u odnosu na položaj tijela. Zadrži položaj nekoliko sekunda nakon čega se očita vrijednost.

Postotak mišićne mase - ispitanik stane na Tanita vagu, primi pomični krak vage i postavlja ruke 90º u odnosu na položaj tijela. Zadrži položaj nekoliko sekunda nakon čega se očita vrijednost.

Testovi za procjenu **motoričkih sposobnosti** nogometaša sastoje se od:

Sprint 5, 10 i 30 metara - ispitanik trči maksimalnom brzinom 30 metara. Foto-ćelije su postavljene na 5,10 i 30 metara.

Test agilnosti 96369 s okretom za 180° - ispitanik se kreće nakon signala i trči do crte na 9 metara udaljene od startne linije A do linije B (linije su bijele boje, 3 metra duge i 5 centimetara široke). Kada nogom dodirne liniju B, napravi okret za 180° lijevo ili desno. Svi sljedeći okreti moraju biti u istom smjeru kao i prvi. Tada trči 3 metra do linije C, ponovno napravi okret za 180° te trči 6 metara ravno. Nakon toga napravi još jedan okret za 180° (linija D) te trči 3 metra ravno (linija E) prije nego napravi zadnji okret te trči posljednjih 9 metara do linije završetka (linija F).

Test ponovljenih sprinteva - u testu je sadržano 6 ponavljanja 2×15 metara sprinta (trajanja približno 6 sekundi). Pritom se pojedino ponavljanje trčanja 2×15 metara realizira svakih 20 sekundi. Tijekom pauze od približno 14 sekundi ispitanicima se kaže da odmore dok čekaju znak za nastavak testa. Dvije sekunde prije kretanja u pojedini sprint ispitanik zauzima početnu poziciju (kao što je opisano u varijabli sprint 10 m) te čeka znak za start. Odgovarajuće usmeno ohrabrenje upućuje se svakom ispitaniku prije starta.

Skok iz čučnja - ispitanik stoji na Kistlerovoj platformi. Dolazi u položaj čučnja s rukama postavljenim na bokove. Na znak ispitivača odražava se vertikalno, a doskok je sunožan u istoj poziciji uz amortizaciju. Rezultat se izražava u centimetrima.

Skok sa zamahom ruku - ispitanik stoji na Kistlerovoj platformi te na znak ispitivača radi zamah rukama s vertikalnim odrazom u zrak. Doskok je sunožan. Rezultat se izražava u centimetrima.

Test za procjenu **funkcionalnih sposobnosti** nogometaša sastoji se od:

Testa maksimalnog primitka kisika (VO_{2max}) na pokretnom sagu Protokol „Inc 1km/min" - Ispitanik počinje hodati brzinom od 3 km/h te tom brzinom hoda 2 min. Nakon toga traka se kontinuirano ubrzava svaku min za 1 km/h. Pri brzini od 8 km/h ispitanik počinje lagano trčati te test traje do trenutka kad ispitanik nije više u stanju pratiti brzinu pokretne trake. Nagib trake je 1,5 %.

METODE OBRADE PODATAKA

Podaci za sve poduzorke predstavljeni su kao aritmetička sredina±standardna devijacija. Normalitet varijabli ispitan je korištenjem Kolmogorov-Smirnovljevog testa. Za sve varijable izračunat je koeficijent varijacije (CV), (Hopkins, i sur., 1999). S ciljem ispitivanja značajnosti glavnog efekta faktora *grupa* (eksponencijalna i linearna), faktora *pozicija* (golmani, braniči, vezni igrači i napadači), faktora *vrijeme* (inicijalno, tranzitivno, finalno) i svih mogućih faktorskih interakcija (*grupa*×*pozicija, grupa*×*vrijeme, pozicija*×*vrijeme i grupa*×*pozicija*×*vrijeme*) korištena je 3-faktorska 2×4×3 ANOVA s ponovljenim mjerenjima na zadnjem faktoru. Homogenost varijance ispitana je korištenjem Levenovog testa, a pojedinačne grupne razlike, i to između grupa ili unutar grupe, ispitane su korištenjem Bonferronijeve korekcije. Pojedini podatak identificiran je kao ekstrem ako je izvan intervala aritmetička sredina±2σ. Parcijalni-eta kvadrat (ES) korišten je kao mjera veličine učinka. Statističke analize izvedene su korištenjem paketa za statističku obradu podataka (SPSS ver 23). Izračunata razlika smatra se značajnom ako je $p<0,05$.

REZULTATI

Prvo je izmjeren koeficijent varijacije (CV) za svaku varijablu mjerenu 3 puta. Rezultati su pokazali male razlike u 3 mjerenja u visini (CV=0,001), sjedećoj visini (CV=0,002), težini (CV=0,002), indeksu tjelesne mase (CV=0,004), (%) postotku masti (CV=0,006), (%) postotku vode (CV=0,001) i (%) postotku mišićne mase (CV=0,002). Rezultati motoričkih sposobnosti pokazali su kod koeficijenta varijacije najveće razlike u sprintu 5 metara (CV=0,083), dok su ostali rezultati: u sprintu 10 metara (CV=0,059), sprintu 30 metara (CV=0,025), 96369 testu agilnosti (CV=0,023), testu ponovljenih sprinteva (CV=0,018), skoku u vis (CV=0,033) i skoku u vis sa zamahom ruku (CV=0,029). Na kraju, u testu funkcionalnih sposobnosti rezultati u VO_{2max} pokazali su mali koeficijent varijacije (CV=0,012). Deskriptivna obrada morfoloških obilježja vidljiva je u Tablici 2. Rezultati ukazuju da su vratari najviši i najteži u odnosu na ostale igračke pozicije. Također, imali su najveće vrijednosti mišićne mase, nakon kojih su uslijedili napadači i obrambeni igrači. Značajne promjene u rezultatima (između inicijalnog i finalnog mjerenja) zabilježene su u težini, indeksu tjelesne mase, postotku masnog tkiva i mišićnoj masi.

Važno je napomenuti da nismo imali značajne promjene prije mjerenja u eksponencijalnoj i linearnoj grupi. U tjelesnoj težini identificirane su značajne razlike u rezultatima prije i poslije mjerenja (F=8,796; p<0,001) kod različitih igračkih pozicija gdje su vratari u eksponencijalnoj grupi imali najveće razlike u tjelesnoj težini (ES=0,08) u odnosu na ostale igračke pozicije unutar eksponencijalne grupe.

Tablica 2. Deskriptivna statistika ispitanika u morfološkim karakteristikama (n=158)

Varijable	Eksponencijalna grupa			Linearna grupa		
	Inicijalno	Tranzitivno	Finalno	Inicijalno	Tranzitivno	Finalno
	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD
Težina (kg)						
Napadači	70,46±5,53	70,53±5,60	70,31±5,37	69,41±5,58	69,53±5,65	69,62±5,60
Vezni igrači	69,71±6,67	69,82±6,80	69,90±6,85	69,50±6,27	69,57±6,20	69,49±6,22
Obrambeni igrači	76,18±7,53	76,24±7,61	76,21±7,55	73,67±8,71	73,75±8,94	74,94±9,04
Vratari	80,49±7,63	80,92±7,43	81,10±7,53	82,84±6,41	82,94±6,54	83,17±6,58
Indeks tjelesne mase (kg/m^2)						
Napadači	21,66±1,82	21,74±1,83	21,56±1,88	22,13±1,96	22,22±2,01	22,15±1,88
Vezni igrači	22,48±2,17	22,50±2,29	22,55±2,28	22,32±1,47	22,40±1,54	22,43±1,60
Obrambeni igrači	22,71±1,75	22,73±1,80	22,70±1,77	22,48±0,88	22,50±1,26	22,55±1,02
Vratari	23,04±1,81	23,15±1,76	23,21±1,79	23,14±0,90	23,16±0,86	23,22±1,02
% masnog tkiva						
Napadači	6,29±2,82	6,27±2,80	6,23±2,79	6,18±1,28	6,16±1,26	6,12±1,26
Vezni igrači	6,13±2,47	6,12±2,45	6,10±2,40	5,97±1,74	5,95±1,70	5,96±1,72
Obrambeni igrači	6,13±2,77	6,12±2,75	6,11±2,76	6,03±1,52	6,01±1,50	5,97±1,73
Vratari	9,04±1,38	8,96±1,30	8,95±1,32	8,70±1,35	8,73±1,41	8,69±1,37
% vode u tijelu						
Napadači	43,68±4,31	43,32±4,28	43,30±4,15	43,86±2,85	43,85±2,87	43,73±2,91
Vezni igrači	43,73±3,86	43,74±3,88	43,76±3,90	43,91±4,38	43,93±4,40	43,95±4,43
Obrambeni igrači	43,51±1,54	43,56±1,60	43,53±1,57	42,63±3,25	42,69±3,22	42,65±3,19
Vratari	45,16±2,68	45,14±2,73	45,12±2,75	47,21±3,27	47,42±3,13	47,46±3,07
% mišićne mase						
Napadači	64,10±11,01	64,30±10,98	64,59±11,03	66,86±10,57	66,92±10,59	67,09±10,62
Vezni igrači	59,38±15,53	59,47±15,60	59,63±15,52	62,92±16,40	62,95±16,34	63,00±16,38
Obrambeni igrači	62,95±14,29	63,02±14,32	63,16±14,31	58,15±16,15	58,25±16,28	58,36±16,32
Vratari	65,24±8,33	65,40±8,43	65,58±8,50	65,45±9,05	65,75±9,90	66,92±9,78

*-statistički značajna razlika između tranzitivnog i finalnog mjerenja; †-statistički značajna razlika između grupa

Najveći, ali statistički beznačajan učinak kod linearne grupe imali su obrambeni igrači (ES=0,14) i vratari (ES=0,05). Zbog promjene u tjelesnoj težini rezultati u indeksu tjelesne mase mijenjali su se tijekom vremena (F=6,361; p<0,001). Ipak, nije bilo značajne povezanosti između grupa (eksponencijalna i linearna), različitih igračkih pozicija (napadači, vezni igrači, obrambeni igrači i vratari) i provedenog vremena (F=1,323; p=0,247; ES=0,003). Najveće smanjenje u postotku tjelesne masti zabilježeno je kod vratara (ES=0,073) u eksponencijalnoj grupi te kod obrambenih igrača (ES=0,04) u linearnoj grupi. Postotak tjelesne mase značajno se povećao u periodu između inicijalnog i finalnog mjerenja (F=55,594; p<0,001; ES=0,427) u obje

grupe. Također, igrači na različitim igračkim pozicijama imali su različito povećanje mišićne mase.

Specifično najveća, ali ipak trivijalna razlika, dogodila se kod napadača u eksponencijalnoj grupi (ES=0,04). Trivijalna razlika utvrđena je i kod napadača (ES=0,02), dok je kod vratara dobivena mala razlika (ES=0,16) u linearnoj grupi. Efekti interakcije između grupa (eksponencijalna i linearna), igračkih pozicija (napadači, vezni igrači, obrambeni igrači i vratari) i vremena je statistički značajna (F=5,546; p<0,001; ES=0,076), ali nije bilo statističke značajnosti između dva tapering protokola što znači da su oba protokola pridonijela similarnom povećanju mišićne mase (p=0,082).

Nadalje, rezultati su pokazali značajno bolje rezultate u testu 5, 10 i 30 m sprinta kod trećeg mjerenja u odnosu na prvo (p<0,001). Značajno poboljšanje rezultata u usporedbi s interakcijom različitih igračkih pozicija zabilježeno je kod sprinta 5 m gdje su najveće poboljšanje imali napadači (ES=1,41) i vratari (ES=1,05) u eksponencijalnoj grupi, kao i napadači (ES=1,13) linearne grupe. Također, dobiveni su značajni učinci između grupa (eksponencijalna i linearna), ali i vremena interakcije (F=2,952; p=0,023; ES=0,067). Kod sprinta 10 m nije bilo statistički značajnih razlika u interakciji između vremena i grupe (F=1,832; p=0,165; ES=0,032), vremena i igračkih pozicija (F=0,658; p=0,683; ES=0,017) te grupe, igračkih pozicija i vremena (F=1,395; p=0,218; ES=0,036). Ipak, najveća se promjena dogodila kod napadača u eksponencijalnoj grupi (ES=1,30) s obzirom na ostale igračke pozicije u eksponencijalnoj i linearnoj grupi. Kako je i prije spomenuto, nije bilo značajnih razlika prije mjerenja između eksponencijalne i linearne tapering grupe (p>0,05). Kod sprinta 30 m značajne razlike pokazale su se u interakciji između vremena i grupe (F=4,134; p<0,019; ES=0,069). Generalno, glavna razlika između svake grupe (eksponencijalna i linearna) bila je veća u eksponencijalnoj grupi (razlika aritmetičkih sredina=0,10) s obzirom na linearnu grupu (razlika aritmetičkih sredina=0,07). Ipak, nije bilo značajnih efekata u interakciji između vremena, grupe i različitih igračkih pozicija (F=1,046; p=0,396; ES=0,030). Slična promjena vremena zabilježena je kod napadača, veznih i obrambenih igrača u eksponencijalnoj grupi te kod vratara i obrambenih igrača u linearnoj grupi. Značajne razlike u testu agilnosti 96369 pokazale su se samo između inicijalnog i finalnog mjerenja (F=10,523; p<0,001; ES=0,143), dok nije bilo značajnih razlika u interakciji između vremena, grupe i

različitih igračkih pozicija. Ipak, u eksponencijalnoj grupi napadači su imali najveće promjene (ES=0,61) u usporedbi s napadačima iz linearne grupe (ES=0,24). Kod 96369 testa jedina značajna promjena bila je između inicijalnog i finalnog mjerenja ($p<0,001$). Nije bilo značajnih promjena u interakciji između vremena i grupe, vremena i različitih igračkih pozicija te vremena, grupe i različitih igračkih pozicija ($p>0,05$). Ipak, kao i u prethodnim varijablama, napadači u eksponencijalnoj grupi (ES=0,78) imali su bolje rezultate nego napadači u linearnoj tapering grupi (ES=0,59), dok su slične razlike bile kod obrambenih igrača i vratara između grupa. U linearnoj grupi vezni igrači postigli su bolje rezultate u testu ponovljenih sprinteva nego isti igrači eksponencijalne grupe (ES=0,64 naspram 0,59). Značajne razlike su se dogodile u testu skok u vis ($p<0,001$). Povrh toga, rezultati su pokazali značajnu interakciju između vremena, grupe i različitih igračkih pozicija ($F=2,646$; $p=0,016$; ES=0,078), dok nije pokazana interakcija značajnih efekata između vremena i grupe te vremena i različitih igračkih pozicija ($p>0,05$). Glavna razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja je 1.11 između eksponencijalne i 0.56 između linearne grupe. U eksponencijalnoj grupi najveća razlika je zabilježena kod napadača (ES=0,53), dok se slična promjena pokazala kod veznih i obrambenih igrača (ES=0,32 i 0,31). U linearnoj grupi napadači su imali najveće promjene između inicijalnog i finalnog mjerenja (ES=0,29). Kod testa skok u vis sa zamahom ruku vremenski efekt ($F=12,590$; $p<0,001$; ES=0,152) i interakcija između vremena i grupe bili su značajni ($F=3,674$; $p=0,036$; ES=0,063). Nadalje, eksponencijalna grupa (razlika aritmetičkih sredina=1,36 cm) imala je bolje rezultate od linearne grupe (razlika aritmetičkih sredina=1,12 cm).

Tablica 3. Deskriptivna statistika ispitanika u motoričkim sposobnostima (n=158)

Varijable	Eksponencijalna grupa			Linearna grupa		
	Inicijalno	Tranzitivno	Finalno	Inicijalno	Tranzitivno	Finalno
	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD
Sprint 5 m						
Napadači	1,40±0,13	1,32±0,11	1,23±0,11*	1,43±0,16	1,36±0,17	1,26±0,14*
Vezni igrači	1,41±0,15	1,43±0,16	1,37±0,17*	1,44±0,13	1,38±0,20	1,35±0,20
Obrambeni igrači	1,45±0,14	1,44±0,15	1,33±0,10*	1,45±0,10	1,38±0,17	1,31±0,15*
Vratari	1,59±0,18	1,53±0,21	1,42±0,14*	1,56±0,08	1,53±0,10	1,45±0,25*
Sprint 10 m						
Napadači	2,15±0,14	2,10±0,07	1,98±0,12*	2,14±0,21	2,13±0,23	2,05±0,21*†
Vezni igrači	2,15±0,14	2,14±0,15	2,06±0,15*	2,14±0,25	2,12±0,16	2,08±0,18*
Obrambeni igrači	2,17±0,17	2,13±0,12	2,04±0,16*	2,20±0,16	2,16±0,18	2,08±0,18*†
Vratari	2,28±0,13	2,25±0,16	2,15±0,27*	2,28±0,16	2,27±0,18	2,20±0,11*†
Sprint 30 m						
Napadači	4,50±0,27	4,46±0,25	4,40±0,26*	4,49±0,19	4,47±0,27	4,43±0,21
Vezni igrači	4,53±0,22	4,52±0,18	4,43±0,22*	4,50±0,18	4,48±0,14	4,45±0,19
Obrambeni igrači	4,56±0,12	4,54±0,18	4,45±0,16*	4,55±0,18	4,51±0,28	4,48±0,24
Vratari	4,61±0,28	4,59±0,38	4,55±0,20	4,58±0,10	4,55±0,17	4,50±0,15*
96369 test agilnosti						
Napadači	7,43±0,33	7,40±0,30	7,23±0,33*	7,40±0,37	7,38±0,43	7,30±0,44
Vezni igrači	7,40±0,32	7,38±0,40	7,30±0,35	7,42±0,36	7,41±0,46	7,35±0,40
Obrambeni igrači	7,47±0,34	7,45±0,25	7,35±0,22*	7,50±0,23	7,49±0,30	7,42±0,37†
Vratari	7,67±0,44	7,64±0,39	7,52±0,29*	7,71±0,86	7,69±0,77	7,61±0,75
Test ponovljenih sprinteva						
Napadači	6,90±0,32	6,87±0,29	6,65±0,32*	6,92±0,38	6,90±0,40	6,70±0,36*
Vezni igrači	6,97±0,32	6,93±0,28	6,80±0,25*	7,01±0,23	6,97±0,26	6,85±0,37*
Obrambeni igrači	7,07±0,42	7,03±0,44	6,83±0,39*	7,03±0,35	7,01±0,32	6,80±0,40*
Vratari	7,17±0,44	7,12±0,40	6,98±0,36*	7,20±0,86	7,17±0,75	7,05±0,69
Skok u vis						
Napadači	42,87±2,94	42,90±2,72	44,50±3,14*	42,51±4,72	43,01±4,69	43,94±4,98
Vezni igrači	40,79±4,27	40,68±4,03	42,10±4,15*	41,02±4,62	41,03±3,80	41,50±4,13
Obrambeni igrači	41,16±5,53	41,20±5,60	42,88±5,17*	41,28±5,03	41,26±5,28	41,98±5,19
Vratari	45,44±5,78	45,23±5,30	46,14±5,24	44,62±4,13	44,65±4,30	45,14±4,40
Skok u vis sa zamahom ruku						
Napadači	53,08±4,48	52,93±4,30	54,06±3,16*	52,99±4,72	53,10±4,56	54,17±4,44*
Vezni igrači	52,29±5,58	52,40±5,30	53,90±5,45*	52,31±5,02	52,36±4,95	52,96±4,06
Obrambeni igrači	52,87±4,50	52,96±4,87	54,33±4,57*	52,57±5,53	52,33±5,00	53,88±4,96*
Vratari	53,81±5,47	53,90±6,01	55,15±6,15	54,01±5,79	54,10±5,83	54,97±5,94

*-statistički značajna razlika između tranzitivnog i finalnog mjerenja; †-statistički značajna razlika između grupa

U testu maksimalnog primitka kisika vrijeme je bilo jedino značajno ($F=22,732$; $p<0,001$; $ES=0,243$). Kod eksponencijalne grupe slične efekte smo imali između različitih igračkih pozicija (raspon ES od 0,35 do 0,45). U linearnoj grupi najveća promjena je zabilježena kod veznih igrača (ES=0,49). Ipak, gledajući grupe kao dva različita primjera, bolje rezultate je imala eksponencijalna grupa (1,17 mlO_2/kg/min) nego linearna (0,92 mlO_2/kg/min).

Tablica 4. Deskriptivna statistika ispitanika u funkcionalnim sposobnostima (n=158)

Varijable	Eksponencijalna grupa			Linearna grupa		
	Inicijalno	Tranzitivno	Finalno	Inicijalno	Tranzitivno	Finalno
	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD
VO_{2max} $mlO_2/kg/min$)						
Napadači	57,43±2,79	57,55±2,59	58,63±2,49*	57,67±2,31	58,04±2,17	58,79±2,23*
Vezni igrači	57,93±2,52	58,17±2,94	59,19±3,01*	57,51±2,05	57,76±2,20	58,27±3,10*†
Obrambeni igrači	56,87±4,80	56,70±5,00	57,50±6,19	56,56±6,05	56,60±5,16	57,20±4,90
Vratari	52,60±4,02	52,76±4,30	54,10±4,58*	52,87±4,80	52,94±5,10	53,89±5,40

*-statistički značajna razlika od tranzitivnog mjerenja; †-statistički značajna razlika između grupa

RASPRAVA

Glavni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi efekte dva različita tapering protokola na antropološke karakteristike nogometaša juniora različitih igračkih pozicija.

Rezultati našeg istraživanja pokazali su značajno poboljšanje prije i poslije mjerenja u svim morfološkim obilježjima, osim visine i sjedeće visine. Težina ispitanika se značajno mijenjala tijekom tapering protokola. Ove promjene mogu nastati zbog fizioloških promjena (Mujika i Padilla, 2003). Prema nekim dosadašnjim istraživanjima smanjenje volumena opterećenja može povećati volumen crvenih krvnih stanica i oba levela hemoglobina (Shepley i sur., 1992; Yamamoto, Mutoh, i Miyashita, 1988). Također, kod oba taperinga dobili smo neuromuskularna poboljšanja kao što su snaga, specifična ekscentrično-koncentrična kontrakcija (pliometrija) pojedinih mišića koja se koristi za specifični sport (Noakes, 2000). Povrh toga, dosadašnja istraživanja su pokazala da 13 - 34 % korištenja taperinga proizvodi povećanje mišićnog glikogena i njegove distribucije kod muškaraca i žena (Neary, Martin i Quinney, 2003) što može dovesti do racionalnije potrošnje ugljikohidrata koristeći masti kao izvor energije te smanjivajući postotak masti (Izquierdo i sur., 2007). Kada analiziramo rezultate različitih igračkih pozicija težine i postotka masti, utvrđujemo kako se postotak mišićne mase promijenio kod svih igrača različitih igračkih pozicija eksponencijalne i linearne grupe. Ipak, vratari su imali značajnije povećanje težine i postotka mišićne mase nego drugi igrači, kao i smanjenje u postotku masti. Ovi rezultati se mogu objasniti činjenicom da vratari imaju specifičnu ulogu na terenu koja uključuje skokove, iznenadna bacanja te snažna ispucavanja, dok nemaju toliko zahtjevne aktivnosti kao igrači na drugim pozicijama (R. Matković i sur., 2003). Također, istraživanja su potvrdila da vratari imaju

najmanje vrijednosti maksimalnog primitka kisika (VO_{2max}) s obzirom na druge igrače (Lago-Peñas i sur., 2011). Budući da je naš tapering protokol sastavljen od 4×4 minute intezivnog trčanja na 90 - 95 % FS_{max} s pauzama od 4 minute koje se izvode laganim trčanjem od 40 % FS_{max} (kombinacije aerobne i anaerobne aktivnosti), moguće je da su vratari poboljšali svoj VO_{2max} zbog aktivacije PGC-1a kompleksa koji je direktno povezan s kontrolom ugljikohidrata i masti povećavajući oksidaciju masti i glukoze koja može potencijalno poboljšati aerobnu izdržljivost i smanjiti postotak masti (Silva i Araújo, 2015). Slične promjene kod ostalih igrača mogu se objasniti sličnim rezultatima na početku istraživanja, a budući da su svi igrači imali sličan protokol treninga, moguće je da je ovakav protokol treninga generirao slične fiziološke rezultate koji mogu dovesti do smanjenja postotka masti i povećanja mišićne mase.

Nadalje, rezultati su pokazali da su napadači imali statistički veće poboljšanje u sprintu 5, 10 i 30 m nego igrači na ostalim pozicijama. Generalno, napadači imaju više aktivnosti tipa sprinta i brži su nego igrači na drugim pozicijama (Pivovarniček, Pupiš, Švantner i Kitka, 2014). To se može objasniti time što su napadači često uključeni u ofenzivno–eksplozivne aktivnosti, najčešće kratkih dionica i dugog oporavka tijekom faze obrane (Pivovarniček i sur., 2014). Također, napadači su generalno niži i lakši od drugih igrača. Naši su rezultati pokazali značajne efekte u interakciji između vremena i grupe (eksponencijalna naspram linearna) gdje je eksponencijalna grupa pokazala malo bolje rezultate u sprintu 30 m. Dosadašnja istraživanja su pokazala da progresivno povećanje treninga značajno smanjuje vrijeme sprinta te poboljšava skok u vis (Coutts, Reaburn, Piva i Murphy, 2007; Elloumi i sur., 2012). Coutts i suradnici dobili su značajno smanjenje vremena u sprintu 10 m za 2,1 % te neznačajno u sprintu 40 m za 0,37 % kod igrača timskih sportova. Slično, Elloumi i suradnici su dokazali značajno smanjenje vremena u sprintu na 10 , 20 i 40 m za 3,2, 2,2 i 2,5 %. Različiti mehanizmi mogu biti odgovorni za ovakve rezultate.

Prvo, tapering period može značajno poboljšati veličinu brzog lanca teškog miozina i pomak kroz brzo kontraktilna vlakna IIX, što fiziološki proizvodi dva puta više kontrakcije nego IIa vlakna (De Lacey, Brughelli, McGuigan, i Hansen, 2014). Ovo može objasniti rezultate u sprintu i skokovima budući da su sprinterske i skakačke aktivnosti brze i eksplozivne (Larsson i Moss, 1993). Naši rezultati su, također, pokazali da su vratari bili najbolji u testovima skokova. Dosadašnja istraživanja su

pokazala da je indeks tjelesne mase najznačajniji prediktor za uspjeh u skokovima u vis (Malina i sur., 2000). Na taj način veći indeks tjelesne masnoće na odgovarajući sadržaj tjelesne masnoće i visine generira veću razinu mršavosti i mišićne mase (Wong i sur., 2009). Rezultati u testu ponovljenih sprinteva pokazali su slične rezultate kod eksponencijalnog i linearnog tapering protokola kod nogometaša. Istraživanje Mujike (Mujika i sur., 2003) je utvrdilo da se ove promjene mogu dogoditi zbog neuromuskularnih i mišićno-specifičnih razlika tijekom tapering perioda, ali i zbog promjene u metaboličkom procesu. Također, poboljšanje rezultata u testu ponovljenih sprinteva može se objasniti povećanjem VO_{2max} kod obje grupe budući da su dosadašnja istraživanja sugerirala da je aerobna izdržljivost pozitivno povezana s anaerobnom tijekom isprekidanih aktivnosti (Tomlin i Wenger, 2001). Povrh toga, nekoliko studija je iskazalo važnost aerobnih sposobnosti više nego anaerobnih, posebno kod dugih serija ponavljanih sprinteva (Gaitanos, Williams, Boobis i Brooks, 1993; Nikbakht i sur., 2011).

Finalno, rezultati istraživanja su pokazali značajne razlike prije i poslije mjerenja u VO_{2max}. Kako je spomenuto u prethodnim istraživanjima, vratari su imali najmanji maksimalni primitak kisika zbog svoje pozicije na terenu. Također, u našem istraživanju vezni igrači imali su najveći maksimalni primitak kisika prije intervencije što je u skladu s dosadašnjim istraživanjima (Gil i sur., 2007). Ipak, slične promjene su nastale između različitih igračkih pozicija u eksponencijalnoj grupi, dok su napadači u linearnoj imali nekako najveće efekte. S obzirom na dosadašnja istraživanja, nije bilo značajnih fizioloških razlika između igračkih pozicija (Lago-Peñas i sur., 2011). Gledajući jedno dosadašnje istraživanje, povećanje VO_{2max} može nastati s obzirom na povećanje gustoće mitohondrija u mišićima, povećanje oksidacije masti i glukoze što može poboljšati aerobne kapacitete (Fortes i sur., 2016; Turnes i sur., 2015).

Ovo istraživanje ima nekoliko nedostataka. Prvo, nije kontrolirana prehrana i ostale fizičke aktivnosti ispitanika tijekom tapering perioda što potencijalno može dovesti do krivih vrijednosti u rezultatima. Ipak, svi ispitanici su prije istraživanja informirani i savjetovani o sličnoj prehrani te izbjegavanju eventualnih drugih sportskih aktivnosti.

U zaključku rezultati pokazuju značajni napredak u morfološkim obilježjima te motoričkim i funkcionalnim sposobnostima nakon provedenog tapering protokola kod

mladih nogometaša različitih igračkih pozicija. Ipak, eksponencijalna grupa u usporedbi s linearnom imala je malo bolje rezultate u većini testiranih varijabli. Također, našli smo da su napadači imali najveću promjenu u gotovo svakoj varijabli. Ovo nije iznenađujuće budući da su dosadašnja istraživanja dokazala da napadači naprave najviše sprinteva u dugom periodu, s velikim brojem zaustavljanja te aktivnostima brzog usporavanja (Bloomfield, Polman i O'Donoghue, 2007). Napadači su više involvirani u aktivnosti koje zahtijevaju specifične radnje kao što su skokovi s udaranjem lopte glavom (Reilly, 2003). Moguće je da su napadači poboljšali svoje sposobnosti budući da su istraživanja pokazala da brzina, agilnost i maksimalna brzina (sprint) predstavljaju najvažnije sposobnosti tijekom nogometne utakmice (Gil i sur., 2007). Također, morfološki gledano puno su mršaviji i snažniji igrači s boljim fizičkim sposobnostima, naspram drugih igrača na drugim različitim pozicijama ističući da rezultat utakmice često ovisi o samim napadačima (Gil i sur., 2007). Ipak, oba tapering protokola su pokazala slične efekte u morfološkim obilježjima te motoričkim i funkcionalnim sposobnostima.

PRAKTIČNI ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA

Izbjegavanje pretreniranosti i optimiziranje forme može se postići precizno programiranim varijacijama trenažnih metoda i volumena opterećenja. Kako je spomenuto i ranije, tapering uključuje smanjenje fizioloških i psiholoških stresova koji potencijalno mogu povećati sposobnosti. Naše istraživanje je pokazalo da je 5 % smanjenja inicijalnih vrijednosti ili 5 % prošlog treninga imalo slične efekte na tijelo i performanse. Nije bilo razlika u pozicijama nakon provedenih tapering protokola kod nogometaša juniora. Naši rezultati su potvrdili rezultate drugih istraživanja koji sugeriraju da je volumen optimalna varijabla kojom se manipulira „eksponencijalnost" smanjivajući volumen treninga, a zadržavajući intenzitet i frekvenciju.

6.2. Studija 2: Razlike u eksponencijalnom i linearnom taperingu kod elitnih juniorskih nogometaša: učinci na izvedbu s obzirom na različite igračke pozicije

Krespi, M., Sporiš, G., & Popović, S. (2019). Exponential versus linear tapering in junior elite soccer players: effects on physical match performance according to playing positions. Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine, 8*(1), Ahead of Print. doi: 10.26773/mjssm.190303*

SAŽETAK:

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinke eksponencijalnog i linearnog tapering protokola na prijeđenu udaljenost u nogometnoj utakmici s obzirom na različite igračke pozicije nogometaša juniora. Sto pedeset i osam elitnih nogometaša juniora (srednja dob 17,07±0,79 godina, prosječna visina 177,85±6,64 cm, prosječna težina 71,27±7,96 kg, prosječni indeks tjelesne mase 22,50±1,66 kg/m^2) slučajnim su odabirom podijeljeni u dvije grupe: (1) eksponencijalnu i (2) linearnu tapering grupu. Treninzi su se provodili 3 puta tjedno u trajanju od 8 tjedana. Nakon 4 i 8 tjedana taperinga ispitanicima je izmjerena prijeđena udaljenost s obzirom na različite igračke pozicije: vratari, obrambeni igrači, vezni igrači i napadači. Rezultati su pokazali veće efekte prije i poslije mjerenja kod obrambenih igrača u eksponencijalnoj grupi i vratara u linearnoj grupi; vratari u prijeđenoj udaljenosti sporog i srednjeg ineziteta trčanja u obje grupe, napadači u brzom trčanju i sprintanju u eksponencijalnoj grupi te vezni igrači u linearnoj grupi. Zaključno, naši rezultati sugeriraju da je eksponencijalni tapering protokol ipak pridonio većim učincima, posebno u brzom trčanju i sprintanju kod napadača te sporom i srednjem trčanju kod vratara. Buduće studije bi trebale implementirati eksponencijalni i linearni tapering protokol u svrhu povećanja sposobnosti, a eksponencijalni tapering bi trebao biti favoriziran u iskazivanju boljih rezultata.

Ključne riječi: tapering, nogomet, juniori, situacijska učinkovitost

UVOD

Nogomet je timski kontaktni sport koji je često okarakteriziran različitim intenzitetima trčanja, skokovima, ubrzanjima i usporavanjima te startovima (Valter Di Salvo i sur., 2007; Valter Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff i Drust, 2009). Dosadašnja su istraživanja dokazala da seniori tijekom utakmice pretrče između 10500 i 12000 metara, s otprilike 10 % trčanja visokog intenziteta (Dellal i sur., 2011; Dellal i sur., 2010). Nogometaši juniori pretrče između 9000 i 10000 metara u utakmici, imaju nižu frekvenciju srca (82 naspram 93 % u seniora) te nižu koncentraciju laktata (Wong i sur., 2008). Povrh toga, nekoliko istraživanja je dokazalo razlike u pozicijama između igrača, posebno u antropometrijskim obilježjima i različitim fiziološkim zahtjevima pojedinog igrača (Bloomfield, Polman i O'Donoghue, 2007; Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi i Impellizzeri, 2007). Generalno, vezni igrači pretrče veću udaljenost u odnosu na druge igrače na različitim pozicijama, dok napadači imaju više sprinterskih aktivnosti, a obrambeni naprave kraće distance (Rampinini i sur., 2007).

Zadnjih dvadesetak godina mnoga su istraživanja napravljena proučavanjem aktivnosti igrača različitih pozicija, a u svrhu određivanja prediktora koji su najvažniji za uspjeh u nogometu (Buchheit i sur., 2014; Di Salvo i sur., 2009; Fessi i sur., 2016; Sarmento i sur., 2014). Fiziološki i psihološki zahtjevi u nogometu mogu se postići smanjenjem volumena opterećenja (Mujika i Padilla, 2003). Smanjenje volumena opterećenja, tj. smanjenje fiziološkog i psihološkog opterećenja prije natjecanja, u literaturi je poznato pod nazivom *tapering (*Mujika i Padilla, 2003). Tapering protokol može poboljšati i povećati sposobnosti nogometaša individualnog i timskog sporta (Bosquet, Montpetit, Arvisais i Mujika, 2007; Elloumi i sur., 2012). Dosadašnja istraživanja dokazala su da visoka opterećenja tijekom pripremnih perioda treninga mogu smanjiti sposobnosti (Slattery, Wallace, Bentley i Coutts, 2012). Generalno, predlaže se da se volumen opterećenja smanji kako bi se smanjila frekvencija i volumen treninga, ali zadržao intenzitet (Bosquet i sur., 2007).

Poslije detaljnog pregleda literature i dosadašnjih istraživanja naišli smo na samo još jednu studiju koja je istraživala efekte tapering protokola na fizičke zahtjeve nogometaša (Fessi i sur., 2016). Njihovi rezultati pokazali su veće učinke u intezivnom trčanju, u visoko intezivnom trčanju, u aktivnostima brzog trčanja te broju

sprinteva između standardnog i tapering tjedna u korist tapering tjedna. Ipak, nismo našli niti jednu studiju koja je istraživala učinke dva različita tapering protokola na fizičke zahtjeve nogometaša. Također, dosada nema nijedne studije koja je istraživala učinke s obzirom na različite igračke pozicije. Glavni cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi učinke eksponencijalnog i linearnog tapering protokola na prijeđenu udaljenost s obzirom na različite igračke pozicije kod nogometaša juniora.

METODE

Uzorak ispitanika

Sto pedeset i osam (N=158) hrvatskih elitnih nogometaša juniora (srednja dob 17,07±0,79 godina, srednja visina 177,85±6,64 cm, srednja težina 71,27±7,96 kg, indeks tjelesne mase 22,50±1,66 kg/m^2, srednja vrijednost nogometnog iskustva 9,42±1,54 godine) slučajnim su odabirom svrstani u eksponencijalnu i linearnu tapering grupu čime je svaki ispitanik imao jednake šanse biti izabran u jednu od njih. Bilo je 14 napadača, 18 obrambenih igrača, 40 veznih igrača i 7 vratara u eksponencijalnoj grupi te 15 napadača, 13 obrambenih igrača, 45 veznih igrača i 6 vratara u linearnoj grupi. Deskriptivna statistika ispitanika vrijednosti prijeđenih udaljenosti vidljiva je u Tablici 2. Prije početka istraživanja svaki punoljetni ispitanik, odnosno roditelj maloljetnog ispitanika, dao je pristanak za sudjelovanje u istraživanju. Svi ispitanici informirani su o mogućim rizicima. Tijekom istraživanja ispitanicima nije bilo dozvoljeno sudjelovanje u bilo kojem drugom trenažnom programu koji bi potencijalno mogao utjecati na rezultate. Svi postupci provedeni u ovom istraživanju su u skladu s Helsinškom deklaracijom i odobreni od strane Etičkog odbora nadležne institucije.

PRIJEĐENE UDALJENOSTI

S Focus 3 sistemom dobili smo pretrčane udaljenosti tijekom nogometne utakmice koje smo svrstali u 5 kategorija: (1) hodanje (brzina 0,4 - 3,0 km/h), trčanje niskog intenziteta (brzina 3,0 - 8,0 km/h), trčanje srednjeg intenziteta (brzina 8,0 - 13,0 km/h), trčanje visokog intenziteta (brzina 13,0 - 18,0 km/h), sprint (brzina>18,0

km/h). Također, dobili smo ukupnu prijeđenu udaljenost kao sumu svih kategorija zajedno. Svi rezultati prijeđenih udaljenosti različitim intenzitetima izraženi su u metrima.

PROTOKOL TESTIRANJA

U prvoj fazi istraživanja s odgovornim osobama u nogometnim klubovima dogovorili su se termini provedbe testiranja. Pri tome se nastojalo da sva mjerenja budu provedena u isto doba dana (ujutro između 9 i 12 sati). Dva dana prije testiranja nogometaši nisu imali treninge s izraženijim opterećenjima kako bi se testiranja provela na način da umor ne utječe na rezultate. Sve varijable su se mjerile u 3 vremenske točke: inicijalno, tranzitivno i finalno. Tranzitivno mjerenje se provelo nakon 4 tjedna. Poslije tranzitivnog mjerenja obje eksperimentalne grupe su pristupile različitim tempiranjima sportske forme: linearnom i eksponencijalnom. Ispitanici su 3 puta tjedno provodili intervalni trening koji se sastojao od 4×4 minute trčanja s opterećenjem 90 - 95 % od maksimalne srčane frekvencije (FS_{max}), s odvojenim četverominutnim joggiranjem od 40 % od FS_{max}. Tempiranje sportske forme trajalo je 4 tjedna nakon čega je uslijedilo finalno testiranje. Istraživanje je sveukupno trajalo 8 tjedana. Važno je napomenuti da su treneri provodili iste metode poučavanja. Također, svi ispitanici su imali približno istu razinu aktiviteta izvan treninga te ih se pokušalo usmjeriti na približno istu prehranu. Opis linearnog i eksponencijalnog tapering protokola je u Tablici 1.

Tablica 1. Trening protokol za oba taperinga: (3×tjedno, 4×4 minute trčanja između 90 - 95 % $FS_{max.}$

Linearni tapering		Eksponencijalni tapering	
TJEDAN	Serije × minute	TJEDAN	Serije × minute
1	4×4	1	4×4
1	3×4	1	2×4
1	2×4	1	1×4
1	1×4	1	1×4
Pauza 4 minute – 40 % od FS_{max}		Pauza 4 minute – 40 % od FS_{max}	

STATISTIČKA ANALIZA

Osnovni deskriptivni parametri prezentirani su kao aritmetička sredina±standardna devijacija. Normalitet varijabli ispitan je korištenjem Kolmogorov-Smirnovljevog testa. S ciljem ispitivanja glavnog efekta faktora *grupa* (eksponencijalna i linearna), faktora *pozicija* (golmani, braniči, vezni igrači i napadači), faktora *vrijeme* (inicijalno, tranzitivno, finalno) i svih mogućih faktorskih interakcija (*grupa*×*pozicija, grupa*×*vrijeme, pozicija*×*vrijeme i grupa*×*pozicija*×*vrijeme*) korištena je 3-faktorska 2×4×3 ANOVA s ponovljenim mjerenjima na zadnjem faktoru. Homogenost varijance ispitana je korištenjem Levenovog testa, a pojedinačne grupne razlike, i to između grupa ili unutar grupe, ispitane su korištenjem Bonferronijeve korekcije. Pojedini podatak identificiran je kao ekstrem ako je izvan intervala aritmetička sredina±2σ. Parcijalni-eta kvadrat (ES) korišten je kao mjera veličine učinka. Statističke analize izvedene su korištenjem paketa za statističku obradu podataka (SPSS ver 23). Izračunata razlika smatrana je značajnom ako je $p<0,05$.

REZULTATI

Prvo je izmjeren koeficijent varijacije (CV) za svaku varijablu mjerenu 3 puta. Rezultati su pokazali male razlike u 3 mjerenja u visini (CV=0,001), sjedećoj visini (CV=0,002), težini (CV=0,002), indeksu tjelesne mase (CV=0,004), (%) postotku masti (CV=0,006), (%) postotku vode (CV=0,001) i (%) postotku mišićne mase (CV=0,002). Rezultati motoričkih sposobnosti pokazali su kod koeficijenta varijacije veće razlike u sprintu 5 metara (CV=0,083), sprintu 10 metara (CV=0,059), sprintu 30 metara (CV=0,025), 96369 testu agilnosti (CV=0,023), testu ponovljenih sprinteva (CV=0,018), skoku u vis (CV=0,033) i skoku u vis sa zamahom ruku (CV=0,029). Na kraju, u testu funkcionalnih sposobnosti rezultati u VO_{2max} pokazali su mali koeficijent varijacije (CV=0,012). Deskriptivna statistika nalazi se u Tablici 2. Kao što je vidljivo, obrambeni i vezni igrači imali su veće prijeđene udaljenosti od napadača i vratara ($p<0,05$). Vezni igrači su pretrčali oko 2000 metara srednjeg intenziteta trčanja, dok su napadači i vezni igrači istrčali otprilike 400 metara u sprintu. U prijeđenoj udaljenosti hodanjem količina učinka prije i poslije mjerenja kretala se od 0,43 kod napadača do 0,72 kod obrambenih igrača u eksponencijalnoj grupi te između 0,60 u veznih igrača i 1,07 kod vratara. U varijabli sporog i srednjeg

trčanja najveća promjena zabilježena je kod vratara u obje eksperimentalne grupe prije i poslije mjerenja. Ipak, napadači u eksponencijalnoj grupi poboljšali su svoje rezultate između prvog i zadnjeg mjerenja (ES=0,95) u prijeđenoj udaljenosti kod brzog trčanja, nego napadači u linearnoj grupi (ES=0,41). Najveće promjene su zabilježene kod napadača i veznih igrača u eksponencijalnoj grupi prije i poslije mjerenja te kod veznih igrača u linearnoj tapering grupi. Obrambeni i vezni igrači u obje grupe imali su najveće prijeđene udaljenosti tijekom utakmice: između 10000 i 10500 metara.

Interakcija između grupa (eksponencijalna naspram linearna), različitih igračkih pozicija (napadači, vezni igraci, obrambeni igrači, vratari) i mjerenja (inicijalno, tranzitivno i finalno) nije pokazala statistički značajne razlike (F=0,486; p=0,819; ES=0,010) u prijeđenoj udaljenosti hodanjem, kao ni u prijeđenoj udaljenosti trčanja niskog intenziteta (F=1,274; p=0,269; ES=0,027) te ukupnoj prijeđenoj udaljenosti (F=1,090; p=0,368; ES=0,021).

Ipak, statistički značajni rezultati pokazali su se u prijeđenoj udaljenosti trčanja srednjeg intenziteta (F=2,299; p=0,022; ES=0,051) gdje je zabilježena značajna razlika između napadača, veznih i obrambenih igrača u odnosu na vratare. Interakcija između grupa (eksponencijalna naspram linearna), različitih igračkih pozicija (napadači, vezni igrači, obrambeni igrači, vratari) i mjerenja (inicijalno, tranzitivno i finalno) pokazala je statistički značajne efekte (F=3,739; p<0,001; ES=0,074) u prijeđenoj udaljenosti kod brzog trčanja. Specifično, vratari su imali najmanje promjene, dok u preostale tri kategorije (napadači, vezni i obrambeni igrači) nismo zabilježili statistički značajne razlike (p>0,05). U prijeđenoj udaljenosti sprintom rezultati su pokazali značajne učinke u interakciji između vremena i igračke pozicije (F=4,350; p<0,001; ES=0,093), vremena i tapering grupe (F=11,240; p<0,001; ES=0,196) te vremena, igračke pozicije i tapering grupe (F=5,944; p<0,001; ES=0,153).

Tablica 2. Deskriptivna statistika ispitanika (N=158).

Varijable	Eksponencijalna tapering grupa			Linearna tapering grupa		
	Inicijalno	Tranzitivno	Finalno	Inicijalno	Tranzitivno	Finalno
	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD
Hodanje (0,4-3,0 km/h)						
Napadači	5418,08±259,50	5465,38±279,00	5535,77±290,45*	5449,33±248,44	5514,00±247,75	5603,33±229,86*†
Vezni igrači	5461,27±219,14	5508,67±186,20	5577,33±186,29*	5404,61±207,67	5471,54±208,96	5528,46±201,56*†
Obrambeni igrači	5576,15±201,04	5639,49±211,26	5724,87±213,95*	5577,11±209,54	5628,67±201,22	5707,33±186,05*
Vratari	2392,86±235,28	2465,71±243,37	2554,28±245,21*	2456,67±189,44	2510,66±180,66	2633,33±136,63*†
Trčanje niskog intenziteta (3,0-8,0 km/h)						
Napadači	1369,23±225,03	1415,38±229,73	1480,38±209,77*	1293,33±228,24	1358,00±224,70	1433,73±212,03*
Vezni igrači	1514,86±256,81	1597,24±256,32	1679,22±233,59*	1582,56±253,05	1620,12±240,33	1736,07±247,48*†
Obrambeni igrači	1466,67±284,52	1549,87±269,02	1648,33±233,27*	1419,23±186,57	1478,46±205,18	1563,54±202,32*†
Vratari	964,28±85,21	1035,71±109,22	1078,57±116,11*	948,33±105,91	991,67±114,79	1058,33±113,03*
Trčanje srednjeg intenziteta (8,0-13,0 km/h)						
Napadači	1715,38±343,62	1764,61±259,28	1856,92±235,70*	1680,00±265,11	1694,67±257,93	1781,33±233,75*†
Vezni igrači	1878,38±360,66	1935,00±361,20	2011,35±358,47	1797,62±447,17	1817,14±445,31	1862,38±441,97
Obrambeni igrači	1802,50±456,18	1858,12±463,35	1930,00±446,39	1765,38±377,15	1812,31±376,30	1886,92±367,39
Vratari	977,14±109,14	1064,28±143,51	1152,86±142,79*	1002,00±177,46	1086,83±190,51	1124,67±190,48
Trčanje visokog intenziteta (13,0-18,0 km/h)						
Napadači	628,57±113,87	684,28±121,15	745,35±132,61*	700,00±146,38	724,33±139,60	760,67±143,45*
Vezni igrači	667,57±154,66	704,49±149,43	765,57±155,70*	670,29±157,22	706,01±151,10	768,44±154,30*
Obrambeni igrači	714,70±132,01	758,82±134,48	822,94±134,76*	719,23±152,12	764,61±154,68	831,54±144,48*
Vratari	528,57±108,52	561,43±114,23	612,86±102,91*	566,67±101,65	590,00±105,99	636,67±109,53*
Sprint (>18 km/h)						
Napadači	402,86±159,15	448,57±158,54	517,50±167,82*	410,00±113,39	426,67±118,06	464,70±121,00*†
Vezni igrači	407,50±150,87	451,40±149,13	516,25±153,27*	404,44±144,53	442,00±147,14	501,78±148,19*
Obrambeni igrači	382,35±138,00	424,41±139,68	472,06±138,46*	401,55±166,02	446,92±155,59	493,85±160,86*
Vratari	242,86±97,50	279,28±99,93	295,71±95,01	226,67±106,90	247,50±103,85	286,87±107,07*
Ukupna prijeđena udaljenost						
Napadači	9561,12±2096,54	9678,22±2347,94	10035,92±2216,51	9532,66±2071,39	9717,67±2159,84	10043,73±2232,64
Vezni igrači	9655,50±1613,38	9868,87±1799,03	10219,92±1862,33	9857,36±1810,85	10092,75±2020,95	10401,73±2469,01
Obrambeni igrači	9940,37±1745,84	10228,57±1847,30	10596,14±2178,27	9881,66±1698,26	10128,30±1985,90	10480,39±2150,18
Vratari	5103,13±334,70	5404,24±477,48	5721,37±420,90*	5198,56±358,07	5424,65±415,12	5737,28±426,17*

*-statistički značajna razlika između tranzitivnog i finalnog mjerenja; †-statistički značajna razlika između grupa

DISKUSIJA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinke dva različita tapering protokola na prijeđenu udaljenost s obzirom na različite igračke pozicije u nogometaša juniora. Rezultati su pokazali značajna poboljšanja u linearnoj i eksponencijalnoj tapering grupi kod nogometaša svih igračkih pozicija. Kao što je i naglašeno u dosadašnjim istraživanjima, teško je analizirati uspješnost u nogometu samo kroz prijeđenu udaljenost budući da je nogomet kompleksna vještina (Coutts, Chamari, Rampinini i

Impellizzeri, 2008). Ipak, naši su rezultati u skladu s nekim dosadašnjim istraživanjima koja su izvijestila o određenim aerobnim poboljšanjima kod individualnih sportaša (Costill, King, Thomas i Hargreaves, 1985; Mujika i Padilla, 2003; Sanchez i sur., 2013) te sportaša timskih sportova (Coutts i sur., 2008; Elloumi i sur., 2012). U jednom od zadnjih istraživanja rezultati su pokazali da se maksimalni primitak kisika povećao poslije tapering programa u trajanju od dva tjedna eksperimentalne grupe nogometaša (Fortes, Vianna, Silva, Gouvêa i Cyrino, 2016). Ranije je utvrđeno da je za povećanje maksimalnog primitka kiska odgovorna aktivacija PGC-1a kompleksa za kontrolu masti i ugljikohidrata te povećanje oksidacije masti i glukoze što potencijalno može poboljšati aerobnu izdržljivost (Silva i Araújo, 2015). Slične fiziološke promjene nakon provedenog tapering protokola zabilježene su i u drugim sportovima kao u kajaku (García-Pallarés, Sanchez-Medina, Pérez, Izquierdo-Gabarren i Izquierdo, 2010), biciklizmu (Neary, Martin i Quinney, 2003), plivanju (Trappe, Costill i Thomas, 2001) i trčanju (Mujika i sur., 2002). Povrh toga, tapering je pokazao povećanje ekstrakcije kisika koja je važna za aerobne sposobnosti (Neary i sur., 2003), smanjenje oštećenja mišića i njegovog pucanja te povećanje anabolizma i glikogenskih mišićnih rezervi (Coutts i sur., 2008).

Nadalje, rezultati su pokazali da su napadači imali najveće promjene prije i poslije mjerenja u eksponencijalnoj grupi. Slijedili su ih obrambeni igrači, dok su najveće razlike zabilježene u brzom trčanju kod obrambenih igrača u linearnoj grupi. Slični rezultati zabilježeni su i u sprintu. Budući da je ovo prva studija koja proučava učinke dva različita tapering protokola na prijeđenu udaljenost tijekom utakmice, fokusirali smo se na fiziološke zahtjeve različitih igračkih pozicija pojedinog igrača. Naprimjer, dosadašnja istraživanja dokazala su da napadači naprave najviše sprinteva u dugom periodu, s velikim brojem usporavanja te aktivnostima brzog zaustavljanja (Bloomfield, Polman i O'Donoghue, 2007). Dalje, napadači su više involvirani u aktivnosti koje zahtijevaju specifične radnje kao što su skokovi s udaranjem lopte glavom (Reilly, 2003). Moguće je da su napadači poboljšali svoje sposobnosti budući da su istraživanja pokazala da brzina, agilnost i maksimalna brzina (sprint) predstavljaju najvažnije sposobnosti tijekom nogometne utakmice (Gil i sur., 2007). Također, morfološki gledano, napadači su puno mršaviji i snažniji igrači s boljim fizičkim sposobnostima, naspram igrača na drugim pozicijama ističući da rezultat utakmice često ovisi o samim napadačima (Gil i sur., 2007).

Napadači su zajedno s veznim igračima pokazali najveće promjene u sprintu. Ovo se može objasniti činjenicom da su vezni igrači značajno manje uključeni u aktivnosti hodanja i trčanja niskog intenziteta, a većinu vremena provode u trčanjima drugih intenziteta i sprinta (Bloomfield i sur., 2007). Studije su, također, pokazale da vezni igrači imaju veći maksimalni primitak kisika (VO_{2max}) te pretrče veću udaljenost u odnosu na druge igrače (Reilly, Bangsbo i Franks, 2000).

Vratari su imali najveće promjene u varijabli hodanja i trčanja niskog intenziteta što se može povezati s činjenicom da su imali najlošije rezultate u testovima izdržljivosti (Tumilty, 1993). U našem istraživanju obrambeni igrači su pokazali najveće učinke u trčanju niskog intenziteta s obzirom na ostale igračke pozicije. Generalno, razlike u promjeni vremena u našoj studiji s obzirom na različite igračke pozicije mogu se objasniti različitim ulogama na terenu tijekom nogometne utakmice. Budući da svaki igrač ima određene zahtjeve, mišljenja smo da oba tapering protokola mogu proizvesti različite učinke. Naprimjer, vratari najčešće prijeđu udaljenosti samo u hodanju i trčanju niskog intenziteta. Budući da najčešće koriste te aktivnosti, moguće je da je tapering utjecao najviše na te parametre. Povrh toga, slični rezultati su postignuti u odnosu napadača i veznih igrača koji su imali najveće promjene u trčanju visokog intenziteta i sprinta, posebno u eksponencijalnoj grupi. Jedna meta-analiza pokazala je da smanjenje volumena opterećenja 40 - 60 % od maksimalnog volumena u trajanju od dva tjedna utječe na poboljšanja u sposobnostima (Bosquet i sur., 2007). Ovakvo smanjenje volumena opterećenja ima pozitivne učinke na umor mišića i stresa tijekom tapering perioda. Nadalje, gledali smo samo fizičke parametre tijekom utakmice, ali ne i fiziološke. Buduće studije bi trebale istraživati fiziološke i fizičke parametre budući da su dosadašnja istraživanja pokazala da je određena monotonija povezana s početkom pretreniranosti u kombinaciji s visokim opterećenjima (Foster, 1998).

Naše istraživanje ima nekoliko nedostataka. Prvo, nismo kontrolirali prehranu i ostale fizičke aktivnosti ispitanika tijekom tapering perioda što potencijalno može dovesti do krivih vrijednosti u rezultatima. Ipak, svi ispitanici su prije istraživanja informirani i savjetovani o sličnoj prehrani te izbjegavanju eventualnih drugih sportskih aktivnosti. Drugo, nismo analizirali tehničke i taktičke elemente tijekom nogometne utakmice, kao ni psihološke sposobnosti. Potrebno je uspostaviti povezanost između tehničkih i taktičkih elemenata te prijeđene udaljenosti različitih intenziteta trčanja (Fessi i sur., 2016).

Zaključno, naši rezultati su pokazali da su eksponencijalni i linearni tapering protokol poboljšali prijeđene udaljenosti različitih intenziteta kod igrača s obzirom na različite igračke pozicije. Ipak, eksponencijalni tapering protokol generirao je veće učinke, posebno kod napadača i veznih igrača u trčanju visokog intenziteta i sprinta tijekom nogometne utakmice. Dalje, rezultati sugeriraju da su vratari imali najveće poboljšanje u prijeđenoj udaljenosti hodanjem i trčanjem niskog intenziteta budući da njihova uloga na terenu zahtijeva upravo ove aktivnosti. Kao što smo spomenuli ranije, buduće studije bi trebale istraživati kako različiti tapering protokoli mogu utjecati na fizičke i fiziološke sposobnosti te sportsko-specifične (tehničko–taktičke) elemente tijekom nogometne utakmice.

Izbjegavanje pretreniranosti i optimiziranje forme može se postići logičnim varijacijama trenažnih metoda i volumena opterećenja. Kako je već naglašeno, tapering uključuje smanjenje fizioloških i psiholoških stresova koji potencijalno mogu povećati sposobnosti. Naše istraživanje pokazalo je da 5 % smanjenja inicijalnih vrijednosti ili 5 % vrijednosti prethodnog treninga ima slične učinke na prijeđenu udaljenost trčanjima različitih intenziteta kod nogometaša s obzirom na različite igračke pozicije. Ipak, napadači i vezni igrači pokazali su najbolje poboljšanje u eksponencijalnoj grupi. Glavno otkriće naše studije je da su se aktivnosti sprinta tijekom utakmice povećale poslije eksponencijalnog taperinga u nogometaša juniora. Na kraju, potrebna je doza opreza u interpretaciji rezultata ove studije imajući na umu kompleksnost nogometne igre i različite faktore koji bi mogli utjecati na aktivnost tijekom utakmice. Naši rezultati su potvrdili rezultate drugih istraživanja koji sugeriraju da je volumen optimalna varijabla kojom se manipulira „eksponencijalnost" smanjivajući volumen treninga, a zadržavajući intenzitet i frekvenciju.

6.3. Studija 3: Učinci dva različita tapering protokola na sposobnosti i izvedbu kod elitnih juniorskih nogometaša

Krespi, M., Sporiš, G., & Trajković, N. (2018). Effects of two different tapering protocols on fitness and physical match performance in elite junior soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research, 19(9) Publish Ahead of Print - Issue – p doi: 10.1519/JSC.0000000000002861

SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinke dva različita tapering protokola na izvedbu i sposobnosti kod elitnih nogometaša juniora. Sto pedeset i osam elitnih nogometaša juniora (srednja dob 17,1±0,79 godina, prosječna visina 177,9±6,64 cm, prosječna težina 71,3±7,96 kg, prosječni indeks tjelesne mase 22,5±1,66 kg/m^2) slučajnim su odabirom podijeljeni u dvije grupe: (1) eksponencijalnu (n=79) i (2) linearnu (n=79). Treninzi su se provodili 3 puta tjedno u periodu od 8 tjedana. Nakon 4 tjedna treninga i 4 tjedna provođenja taperinga ispitanici su testirani u sastavu tijela, motoričko-funkcionalnim sposobnostima te prijeđenoj udaljenosti u nogometnoj utakmici. Obje grupe pokazale su slične promjene u varijablama vezanim za sastav tijela. Eksponencijalna grupa imala je veća poboljšanja u odnosu na linearnu grupu u testu sprint 5 i 30 metara, skoku u vis sa zamahom ruku i maksimalnom primitku kisika (VO_{2max}) ($p<0,05$). Također, eksponencijalna tapering grupa imala je veće promjene ($p<0,05$) nego linearna grupa u trčanju srednjeg intenziteta (8 - 13 km/h) (6 %; ES=0,26 usporedno sa 5,5 %; ES=0,22) i sprintu (>18 km/h) (26 %; ES=0,72 usporedno s 21,7 %; ES=0,60). Rezultati su pokazali da je eksponencijalni tapering generirao bolje učinke na brzini, snazi i izdržljivosti nego linearni. Naši rezultati potvrđuju dosadašnja istraživanja koja sugeriraju da je volumen optimalna varijabla za manipulaciju zadržavajući pritom intenzitet i frekvenciju.

Ključne riječi: linearni, eksponencijalni, trening, utjecaj, nogomet

UVOD

Tapering je progresivno smanjenje volumena opterećenja u fiziološkom i psihološkom smislu te je postao prihvaćena metoda za podizanje sportske forme poslije pripremnog perioda (Mujika i sur., 2003). Glavni je cilj taperinga poboljšanje adaptacije organizma na potrebne zahtjeve (Mujika i Padilla, 2003; Wilson i Wilson, 2008). S obzirom na osnovni super-kompenzacijski model, umor ima niže vrijednosti tijekom tapering perioda što dopušta tijelu da superkompenzira povećavajući fiziološke vrijednosti preko vrijednosti pretreniranosti (Wilson i Wilson, 2008). Trenutno imamo tri tapering sustava koja se koriste u svrhu uspostave optimalne strategije za učinkovitost u sportu (Wilson i Wilson, 2008). Prvi je step tapering kod kojeg dolazi do trenutnog smanjenja opterećenja do 50 % prvog dana taperinga te se taj volumen održava tijekom cijelog vremenskog razdoblja provedbe taperinga; drugi je linearni tapering koji uključuje smanjenje volumena opterećenja linearno i progresivno za 5 % prilikom svakog vježbanja; te treći, eksponencijalni, u kojem se volumen opterećenja smanjuje nelinerano. Dosadašnja istraživanja su pokazala da sportaši mogu povećati sposobnosti za otprilike 6 %, snagu za 20 % i VO_{2max} za skoro 10 % poslije tapering perioda (Kubukeli, Noakes i Denis, 2002; Mujika i Padilla, 2003; Witting, Houmard i Costil, 1989).

U nogometu se igrači obično pouzdaju u fiziološke (sastav tijela te motoričke i funkcionalne sposobnosti), psihološke (mentalna pripremljenost), tehničke, taktičke te timske značajke (Bangsbo, Mohr i Krustrup, 2006; Coutts i sur., 2008). Igra je okarakterizirana trčanjima različitih intenziteta, driblanjima, sprintevima, skokovima te brzim promjenama smjera kretanja (Sporiš, Jukić, Milanović i Vučetić, 2010).

Nogometaši mijenjaju smjer kretanja otprilike svake 3 sekunde (Verheijen, 1998), a igrači naprave oko 1400 promjena smjera kretanja tijekom utakmice (Bangsbo, 1992) s otprilike 200 intezivnih aktivnosti (Bangsbo, Mohr i Krustrup, 2006). Dosadašnje su studije istraživale kakvi su efekti taperinga na fiziološke sposobnosti nogometaša koji im dozvoljavaju dostizanje natjecateljskih sposobnosti (Dehkordi i sur., 2014; Fessi i sur., 2016; Freitas i sur., 2014; Nikbakht i sur., 2011). Istraživanja ovih studija pokazala su da tapering može poboljšati sposobnosti u testu ponovljenih sprinteva (RSA) do 4 % (Nikbakht i sur., 2011), smanjiti simptome alergija (Freitas i sur.,

2014), povećati nivo testosterona i omjer testosterona/kortizola (Dehkordi i sur., 2014) te povećati prijeđenu udaljenost i broj sprinteva (Fessi i sur., 2016).

Postoji manjak studija koje su istraživale učinke linearnog i eksponencijalnog tapering protokola na sastav tijela, fizičke sposobnosti i prijeđenu udaljenost u nogometu. Povrh toga, prijašnje studije su provodile tapering za određivanje mogućih učinaka na analizirane varijable u trajanju od maksimalno dva tjedna (Dehkordi i sur., 2014; Fessi i sur., 2016; Freitas i sur., 2014; Nikbakht i sur., 2011). S obzirom na znanje autora te poslije opsežnog pregleda literature, našli smo samo jednu studiju koja je istraživala učinke tapering protokola na sposobnosti nogometaša (Hopkins i sur., 1999). Ranije spomenuti autori dobili su veće promjene u intenzitetu trčanja, trčanju visokog intenziteta, aktivnostima brzog trčanja te broju sprinteva između standardnog i tapering tjedna u korist tapering tjedna. Zato je potrebno istražiti proizvode li ovi tapering protokoli iste ili različite učinke tijekom dužeg perioda. Tako je i glavni cilj ove studije istražiti i determinirati učinke četverotjednog linearnog i eksponencijalnog tapering protokola na sastav tijela, motoričko-funkcionalne sposobnosti te prijeđenu udaljenost kod nogometaša juniora. Postavljena je hipoteza da će eksponencijalni tapering biti puno efikasniji za poboljšanje fizičkih sposobnosti kod nogometaša juniora.

METODE

EKSPERIMENTALNI PRISTUP PROBLEMU

Sto pedeset i osam nogometaša juniora slučajnim su odabirom selektirani u eksponencijalnu tapering (ETG; n=79) i linearnu tapering grupu (LTG; n=79). Igrači su imali isti protokol treninga u trajanju od 4 tjedna prije tapering perioda koji je, također, trajao 4 tjedna. Mjerenja su provedena tjedan prije i tjedan poslije tapering protokola. Ispitanici su upoznati sa svim testovima minimalno 48 sati prije bilo kojeg eksperimentalnog testiranja. U jutarnjim satima u laboratoriju testiran im je sastav tijela. Poslije ovog mjerenja pristupilo se motoričko–funkcionalnim testovima (test 5, 10 i 30 metara sprint, 96369 test agilnosti s okretom za 180º, test ponovljenih sprinteva, skok iz čučnja, skok sa zamahom ruku). Maksimalni primitak kisika (VO_{2max}) korišten je za procjenu funkcionalnih sposobnosti. Povrh toga, uključili smo

pretrčanu udaljenost igrača tijekom nogometne utakmice. Statistički smo usporedili rezultate mjerenja prije i poslije dva različita tapering protokola.

ISPITANICI

Sto pedeset i osam (N=158) elitnih nogometaša juniora (srednja dob 17,1±0,79 godina, prosječna visina 177,9±6,64 cm, prosječna težina 71,3±7,96 kg, prosječni indeks tjelesne mase 22,5±1,66 kg/m^2) slučajnim su odabirom podijeljeni u dvije grupe: (1) eksponencijalnu (n=79) i (2) linearnu (n=79) prilikom čega je, dakle, svaki ispitanik imao jednake šanse biti odabran u pojedinu grupu. Bilo je 14 napadača, 18 obrambenih igrača, 40 veznih igrača i 7 vratara u eksponencijalnoj grupi te 15 napadača, 13 obrambenih igrača, 45 veznih igrača i 6 vratara u linearnoj grupi. Prije početka istraživanja svaki punoljetni ispitanik, odnosno roditelj maloljetnog ispitanika, dao je suglasnost za sudjelovanje u istraživanju. Svi ispitanici su informirani o mogućim rizicima tijekom istraživanja te su obaviješteni da se mogu povući iz istraživanja u bilo kojem trenutku. Tijekom istraživanja ispitanicima nije bilo dozvoljeno sudjelovanje u bilo kojem drugom trenažnom programu koji bi potencijalno mogao utjecati na rezultate. Svi postupci provedeni u ovom istraživanju su u skladu s Helsinškom deklaracijom i odobreni od strane Etičkog odbora nadležne institucije.

PROTOKOL TESTIRANJA

U svrhu ovog istraživanja uključili smo testove procjene sastava tijela, motoričko-funkcionalnih sposobnosti te prijeđenu udaljenost tijekom utakmice. Testove procjene sastava tijela sačinjavali su visina (cm), težina (kg), indeks tjelesne mase (kg/m^2), sjedeća visina (cm), (%) postotak masti, mišićne mase i vode u tijelu. Postotak tjelesne masti (% BF), mišićne mase te vode u tijelu mjeren je bioelektričnim analizatorom impedancije (BIA, TaniTa TBF 410, Tanita, Tokio, Japan). Analizator uključuje mjerilo za vaganje tjelesne težine i noga do noge bioelektričnog analizatora impedancije. Mjerenja bioelektričnim analizatorom napravljena su minimalno 2 sata poslije obroka i na prazan mjehur. Godine, spol i visina uneseni su ručno. Analizator je izmjerio tjelesnu masu i postotak masti s obzirom na unesene vrijednosti.

Dosadašnje studije dokazale su visoku povezanost između postotka masti procijenjenom dvostrukom apsorpcijom X-zrake i procjenom korištenjem Tanita noga do noge BIA vage (Jebb i sur., 2000; Sung i sur., 2001). Tanita vaga je prenosivi instrument koji daje dobre rezultate u mjerenju postotka tjelesne masti kod djece (Sung i sur., 2001). Motoričko–funkcionalne testove sačinjavali su sprint 5, 10 i 30 metara, 96369 test agilnosti s okretom od 180º, test ponovljenih sprinteva, skok u vis, skok u vis sa zamahom ruku. Maksimalni primitak kisika (VO_{2max}) korišten je za procjenu funkcionalnih sposobnosti.

Testovi motoričkih sposobnosti 5, 10 i 30 metara sprint. Testovi sprinta provedeni su na nogometnom igralištu, a svi su igrači nosili kopačke kako bi što bolje replicirali uvjete igre. Sposobnost brzog ubrzavanja iz pozicije mjerena je na udaljenostima 5, 10 i 30 metara s infra crvenim foto ćelijama (RS Sport, Zagreb, Hrvatska) postavljenim točno pet, deset i trideset metara od startne pozicije na visini od jednog metra. Ispitanicima je rečeno da svaki sprint krenu s postavljenom nogom 0,5 metara iza prve foto ćelije. Potom su trčali što su brže mogli dužinom 30 metara s tendencijom naginjanja prema naprijed. Vrijeme pauze između trčanja bilo je minimalno 3 minute kako bi se omogućio maksimalan oporavak. Vrijeme je zabilježeno u stotinkama sekundi, a za konačni rezultat korištena je prosječna vrijednost od 3 pokušaja sprinta.

Sprint 96369 s okretom od 180°. Igrači su nakon znaka krenuli trčati 9 metara od linije starta A do linije B (linije su bijele boje, 3 metra duge i 5 centimetara široke). Kada su nogom dodirnuli liniju B, napravili su okret za 180° lijevo ili desno. Svi sljedeći okreti morali su biti u istom smjeru kao i prvi. Tada su trčali 3 metra do linije C, ponovno napravili okret za 180° te trčali 6 metara ravno. Nakon toga su napravili još jedan okret za 180° (linija D) te trčali 3 metra ravno (linija E) prije nego su napravili zadnji okret te trčali zadnjih 9 metara do linije završetka (linija F). Ovaj test je validan i pouzdan za procjenu unaprijed određene agilnosti kod nogometaša (Sporiš, Jukić, Milanović i Vučetić, 2010).

Test ponovljenih sprinteva. U testu je sadržano 6 ponavljanja 2×15 metara sprinta (trajanja približno 6 sekundi). Pritom se pojedino ponavljanje trčanja 2×15 metara realizira svakih 20 sekundi. Tijekom pauze od približno 14 sekundi ispitanicima je rečeno da odmore dok čekaju idući znak za nastavak testa. Dvije sekunde prije

kretanja u pojedini sprint ispitanik je zauzeo početnu poziciju (kao što je opisano u varijabli sprint 10 m) te čekao znak za start. Odgovarajuće verbalno ohrabrenje upućeno je svakom ispitaniku prije starta.

Skok u vis i Skok u vis sa zamahom ruku. Skok u vis i skok u vis sa zamahom ruku izmjereni su korištenjem platform sile (Quattro Jump, version 1,04; Kistler Instrument AG, Winterthur, Switzerland) pri frekvenciji 500 Hz. Visina skoka određena je kao pomak centra mase izračunat iz poznate sile i vremena. Pomak centra mase određen je duplom integracijom dobivenih podataka vertikalne komponente sile (Mcmahon i sur., 2017) i vertikalnog odnosa sile i vremena koji su ubačeni kao tekstualni zapisi te analizirani korištenjem Microsoft Excela. Gibanje za svaki skok u vis sa zamahom ruku određeno je prema Owenu i suradnicima (2014). Prema prethodno spomenutim autorima početak pokreta javlja se kada se vertikalna sila poveća za 5 SD od težine tijela tijekom perioda mirnog stajanja. U skoku u vis ispitanicima je rečeno da čučnu na po volji odabranu dubinu otprilike 90°, pauziraju 3 sekunde u toj poziciji i skoče u vis koliko god mogu. Tijekom izvedbe ispitanici su držali ruke na kukovima. Upućeni su da izbjegavaju bilo koje gibanje prema dolje te su izvodili vertikalni skok guranjem gore držeći noge ravno ispružene. Doskok je identificiran korištenjem zapisa sile i vremena. Pozicija stopala je standardizirana korištenjem svih testova na širini ramena. Skok u vis sa zamahom ruku započeo je iz uspravne pozicije. Tada je ispitanik stao u po volji odabran čučanj otprilike 90° fleksije koljena i skočio odmah sa zamahom ruku bez pauze. Korištenje zamaha ruku ovdje je bilo dozovoljeno. Jedna minuta odmora bila je dozvoljena između 3 realizacije svakog testa, a samo je najbolji rezultat korišten u daljnjim analizama.

Maksimalni primitak kisika (VO_{2max}). Koristili smo standardni protokol na pokretnoj traci (Vučetić i sur., 2014). Početna brzina je bila 3 km/h s ubrzanjem od 1 km/h svakih 60 sekundi. Ispitanici su hodali 5 serija (do 7 km/h) te nastavili trčati od 8 km/h do trenutka kada više nisu mogli pratiti brzinu trake. Izbačeni zrak konstantno je mjeren te je koncentracija kisika (O_2) i ugljičnog-dioksida (CO_2) izračunata korištenjem Quarkov b2 sistema (COSMED, Rome, Italy) s kalibriranim katalizatorima prije svakog testa. Frekvencija srca konstantno je prikupljana tijekom testa korištenjem Polarova pulsmetra te je memorijski sačuvana u računalu. Minutna ventilacija, unos kisika (O_2), izbacivanje ugljičnog-dioksida (CO_2) i omjer respiratorne izmjene prosječni su tijekom 10 sekundi u načinu komore za miješanje s

najvećom vrijednošću od 30 sekundi (tj. najvećom vrijednošću izmjerenom tijekom 3 uzastopna perioda od 10 sekundi). Smatralo se da su igrači postigli VO_{2max} ako su postignuti sljedeći kriteriji: (a) voljna iscrpljenost, (b) postizanje platoa u VO_2 (najveće vrijednosti su izračunate kao aritmetička sredina od 2 uzastopna mjerenja 30 sekundnih vrijednosti) i (c) HR ≥ 90% od maksimuma predviđenog s obzirom na godine. Ako ispitanici nisu ispunili kriterij, test je za tog igrača ponovljen sljedeći dan. Tri ispitanika su ponavljala test. Za sva testiranja svi igrači su zadovoljili kriterij VO_{2max}.

Prijeđena udaljenost. Svaki igrač je snimljen tijekom nogometne utakmice. VHS-format kamere (NV-M50; Panasonic, Germany) postavljen je sa strane terena na razini veznih igrača na visini otprilike 10 metara te udaljenosti 30 metara od linije terena. Snimani uratci su kasnije ponovo gledani na monitoru s kompjutoriziranim kodom aktivnih obrazaca te su videa analizirana Focus 3 analizatorom. Video analiza u vremenu zahtijeva snimanje pojedinih igrača i obično se koristi u nogometu (Bangsbo, Norregaard i Thorso, 1991; Drust, Reilly i Rienzi, 1998). Pouzdanost intra-promatrača video-bazirane analize već je prethodno objavljena (Krustrup i Bangsbo, 2001; Withers i sur., 1982). Izvedba tijekom nogometne utakmice kategorizirana je u 5 dijelova : hodanje (brzina 0,4 - 3,0 km/h), trčanje niskog intenziteta (brzina 3,0 - 8,0 km/h), trčanje srednjeg intenziteta (brzina 8,0 - 13,0 km/h), trčanje visokog intenziteta (brzina 13,0 - 18,0 km/h), sprint (brzina > 18,0 km/h). Također smo izračunali sumu ukupnih prijeđenih udaljenosti svih kategorija zajedno. Analizirani su podaci 3 utakmice svake momčadi. Svi rezultati prikazani su u metrima.

PROTOKOL TESTIRANJA

U prvoj fazi istraživanja s odgovornim osobama u nogometnim klubovima dogovorili su se termini provedbe testiranja. Pri tome se nastojalo da sva mjerenja budu provedena u isto doba dana (ujutro između 9 i 12 sati). Dva dana prije testiranja nogometaši nisu imali treninge s izraženijim opterećenjima kako bi se testiranja provela na način da umor ne utječe na rezultate testiranja. Sve varijable su se mjerile u 3 vremenske točke: inicijalno, tranzitivno i finalno. Tranzitivno mjerenje se provelo nakon 4 tjedna. Tijekom perioda od 4 tjedna obje eksperimentalne grupe su provodile isti četverotjedni program (Tablica 1). Poslije tranzitivnog mjerenja pristupile su

različitim tempiranjima sportske forme: linearnom i eksponencijalnom. Ispitanici su 3 puta tjedno provodili intervalni trening koji se sastojao od 4×4 minute trčanja s opterećenjem 90 - 95 % od maksimalne srčane frekvencije (FS_{max}) s odvojenim 4-minutnim joggiranjem od 40 % od FS_{max}. Tempiranje sportske forme trajalo je 4 tjedna nakon čega je uslijedilo finalno testiranje. Istraživanje je trajalo ukupno 8 tjedana te su se koristile iste metode rada. Također, svi ispitanici su imali približno istu razinu aktiviteta izvan treninga te ih se pokušalo usmjeriti na približno istu prehranu. Opis linearnog i eksponencijalnog tapering protokola je u Tablici 2.

Tablica 1. Kondicijski program za obje grupe u prva 4 tjedna.

	Ponedjeljak	Utorak	Srijeda	Četvrtak	Petak	Subota	Nedjelja
Tjedan 1	Kontinuirano trčanje	Snaga; TE/TA Trening	Kontinuirano trčanje	TE/TA trening	Trening snage i prevencije	Kontinuirano trčanje	Odmor
Tjedan 2–4	Snaga; TE/TA trening	Intervalni trening	Snaga; TE/TA Trening	Intervalni trening	TE/TA / prevencijski trening	Intervalni trening	Odmor

Tablica 2. Trening protokol za oba taperinga: (3×tjedno, 4×4 minute trčanja između 90 - 95 % $FS_{max.}$).

Linearni tapering		Eksponencijalni tapering	
TJEDAN	Serije × minute	TJEDAN	Serije × minute
5	4×4	5	4×4
6	3×4	6	2×4
7	2×4	7	1×4
8	1×4	8	1×4
Pauza 4 minute – 40 % od FS_{max}		Pauza 4 minute – 40 % od FS_{max}	

STATISTIČKA ANALIZA

Parametri deskriptivne statistike su aritmetička sredina i standardna devijacija. Kolmogorov-Smirnovljev test korišten je kako bi se utvrdio normalitet distribucije. Snaga statističkog zaključivanja izračunata je korištenjem programa G-power. Interklasni koeficijent korelacije (ICC) i koeficijent varijacije (CV) korišteni su kako bi se ispitala pouzdanost korištenih testova. Za testiranje jesu li glavni efekti *grupe* (eksponencijalna naspram linearna), *vremena* (inicijalno, tranzitivno, finalno) te interakcijskih efekti *grupa×vrijeme* značajni, korištena je 2×3 faktorska ANOVA. Homogenost varijance testirana je Levenovim testom, a pojedinačne razlike između grupa i mjerenja ispitane su korištenjem Bonferonijeve korekcije. Podatak je smatran

ekstremom ako je bio van granica±2 standardne devijacije. Za svaku ANOVA analizu parcijalni η^2 (ES) korišten je kao mjera veličine učinka. Vrijednosti veće od 0,02, 0,13 i 0,26 smatrane su malim, srednjim i velikim učinkom i to upravo navedenim redom. Statističke analize izvedene su korištenjem paketa za statističku obradu podataka (SPSS ver 23). Pogreška prve vrste postavljena je na $p<0,05$.

REZULTATI

Kolmogorov-Smirnovljev test pokazao je normalitet distribucije. Statistička značajnost je bila 0,94. ICC i CV su za testove sprint 5 metara (r=0,958 i 0,93 %), 10 metara (r=0,958 i 0,82 %) i 30 metara (r=0,979 i 0,65 %). ICC i CV za test sprinta 96369 s okretom za 180° je (r=0,924 i 1,62 %). Za test skoka u vis ICC i CV je (r=0,911 i 2,89 %), a za skok u vis sa zamahom ruku (r=0,927 i 3,30 %). ICC i CV u testu ponovljenih sprinteva je (r=0,932 i 1,82 %).

Deskriptivna statistika morfoloških karakteristika prezentirana je u Tablici 3. Linearna i eksponencijalna grupa nisu imale značajne promjene u varijabli visine i sjedeće visine. U eksponencijalnoj grupi tjelesna težina se povećala za 0,2 % (ES=0,02), indeks tjelesne mase se, također, povećao za 0,2 % (ES=0,02) kao i postotak mišićne mase koji se povećao za 0,4 % (ES=0,02), dok se postotak masnog tkiva smanjio za 0,8 % (ES=0,02). U linearnoj grupi tjelesna težina se smanjila za 0,1 % (ES=0,01), indeks tjelesne mase se povećao za 0,1 % (ES=0,01), postotak mišićne mase se povećao za 0,3 % (ES=0,01), dok se postotak masnog tkiva smanjio za 0,7 % (ES=0,01). Najveća promjena između mjerenja dogodila se u eksponencijalnoj grupi između tranzitivnog i finalnog mjerenja u postotku masnog tkiva (-0,6 %; ES=0,01) i postotku mišićne mase (0,3 %; ES=0,01). U Tablici 4 vidljive su razlike rezultata u motoričko–funkcionalnim testovima između mjerenja i grupa. Razlike su se pokazale u svim testiranim varijablama. U eksponencijalnoj grupi najveća pozitivna promjena dogodila se između inicijalnog i finalnog mjerenja u sprintu 5 metara s razlikom između mjerenja za 8,0 % (ES=0,77). Razlika je bila 1,4 % (ES=0,97) u sprintu 10 metara, 2,4 % (ES=0,48) u sprintu 30 metara, 3,0 % (ES=0,30) u skoku u vis sa zamahom ruku te 2,0 % (ES=0,29) u VO_{2max}. U linearnoj grupi efekti linearnog taperinga proizveli su najveće promjene u sprintu 5 metara (7,0 %; ES=0,64), sprintu 10 metara (7,0 %; ES=0,41) te testu ponovljenih sprinteva

(3,6 %; ES=0,57). Ipak, najveća promjena dogodila se u eksponencijalnoj grupi u testovima sprinta 5 i 30 metara, skoku u vis sa zamahom ruku i VO_{2max} ($p<0,05$). Tablica 5 pokazuje razlike u prijeđenoj udaljenosti tijekom utakmice između mjerenja i grupa. U eksponencijalnoj grupi prijeđena udaljenost se povećala za hodanje 2,5 % (ES=0,03), trčanje niskog intenziteta 11,0 % (ES=0,52), trčanje srednjeg intenziteta 6,0 % (ES=0,26), trčanje visokog intenziteta 15,0 % (ES=0,69) te 26,0 % (ES=0,72) za sprint. Ukupna prijeđena udaljenost se povećala za 6,0 % (ES=0,38). U linearnoj grupi prijeđena udaljenost se povećala za 2,6 % (ES=0,21), kod hodanja i trčanja niskog intenziteta za 9,7 % (ES=0,45), trčanja srednjeg intenziteta za 5.5 % (ES=0,22), trčanja visokog intenziteta za 13,6 % (ES=0,60), te za 21,7 % (ES=0,60) kod sprinta. Ukupna prijeđena udaljenost se povećala za 4,7 % (ES=0,38). Eksponencijalna grupa imala je veće promjene u trčanju srednjeg intenziteta i sprintu nego linearna ($p<0,05$).

Tablica 3. Deskriptivna statistika ispitanika u sastavu tijela (N=158).

Varijable	**Inicijalno**	**Tranzitivno (poslije 4 tjedna)**	**Finalno (poslije 8 tjedana)**	**Vrijeme**	**vrijeme × grupa**
	AS ±SD	AS ±SD	AS ±SD		
Visina (cm)					
Eksponencijalna	179,04±7,48	179,07±7,49	179,01±7,38	0,065	0,472
Linearna	178,10±7,15	178,17±7,20	178,11±7,18		
Sjedeća visina (cm)					
Eksponencijalna	101,13±5,16	101,15±5,10	100,99±5,20	0,251	0,247
Linearna	100,52±5,38	101,47±5,43	100,99±5,71		
Težina (kg)					
Eksponencijalna	71,85±7,66	71,94±7,74	72,00±7,80	**<0,001**[a,b]	0,890
Linearna	71,38±7,47	71,27±7,44	71,30±7,48		
Indeks tjelesna mase (kg/m^2)					
Eksponencijalna	22,41±1,97	22,43±2,04	22,45±2,06	**0,048**[b]	0,631
Linearna	22,40±1,46	22,42±1,47	22,43±1,47		
Postotak masti (%)					
Eksponencijalna	6,40±2,61	6,39±2,58	6,35±2,53	**<0,001**[a,b,c]	0,620
Linearna	6,05±1,57	6,03±1,60	6,01±1,55		
Postotak vode (%)					
Eksponencijalna	43,74±3,44	43,75±3,47	43,74±3,41	0,194	0,670
Linearna	43,94±3,96	43,96±4,00	43,94±3,98		

Mišićne mase (%)					
Eksponencijalna	60,85±14,32	60,95±14,34	61,12±14,38	**<0,001**[a,b,c]	0,312
Linearna	60,90±15,70	60,96±15,56	61,10±15,85		

[a] – razlika između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja; [b] – razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja;
[c] – razlika između tranzitivnog i finalnog mjerenja, p<0,05; * p<0,05 –značajna interakcija (vrijeme×grupa).

Tablica 4. Deskriptivna statistika ispitanika u motoričko–funkcionalnim sposobnostima (N=149).

Varijable	Inicijalno	Tranzitivno (poslije 4 tjedna)	Finalno (poslije 8 tjedana)	Vrijeme	vrijeme × grupa
	AS ±SD	AS ±SD	AS ±SD		
Sprint 5 m					
Eksponencijalna	1,14±0,14	1,13±0,15	1,02±0,17	**<0,001**[a,b,c]	**0,021***
Linearna	1,16±0,14	1,15±0,17	1,06±0,17		
Sprint 10 m					
Eksponencijalna	2,09±0,15	2,04±0,13	1,94±0,16	**0,001**[a,b,c]	0,060
Linearna	2,06±0,21	1,98±0,17	1,97±0,18		
Sprint 30 m					
Eksponencijalna	4,36±0,22	4,34±0,22	4,25±0,24	**<0,001**[a,b]	**0,003***
Linearna	4,30±0,18	4,25±0,20	4,22±0,18		
96369 test agilnosti sa okretom 180°					
Eksponencijalna	7,52±0,37	7,46±0,36	7,41±0,29	**<0,001**[b,c]	0,927
Linearna	7,51±0,42	7,48±0,44	7,41±0,40		
Test ponovljenih sprinteva					
Eksponencijalna	6,99±0,37	6,90±0,38	6,74±0,37	**<0,001**[a,b,c]	0,383
Linearna	6,98±0,43	6,88±0,44	6,73±0,45		
Skok u vis (cm)					
Eksponencijalna	41,66±4,67	42,06±4,41	42,77±4,65	**<0,001**[b,c]	0,263
Linearna	41,63±4,61	41,68±4,24	42,07±4,45		
Skok u vis sa zamahom ruku (cm)					
Eksponencijalna	53,16±5,42	53,69±5,36	54,73±5,09	**<0,001**[b,c]	**0,024***
Linearna	51,52±5,15	51,77±5,12	52,05±5,19		
VO_{2max} (mlO_2/kg/min)					
Eksponencijalna	56,73 ±3,91	56,98±3,89	57,88±4,10	**<0,001**[b,c]	**0,030***
Linearna	55,76 ±5,50	56,03±5,56	56,48±5,66		

[a] – razlika između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja; [b] – razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja;
[c] – razlika između tranzitivnog i finalnog mjerenja, p<0,05; * p<0,05 –značajna interakcija (vrijeme×grupa).

Tablica 5. Deskriptivna statistika ispitanika parametara prijeđene udaljenosti (N=158).

Varijable	Inicijalno	Tranzitivno (poslije 4 tjedna)	Finalno (poslije 8 tjedana)	Vrijeme	vrijeme × grupa
	AS ±SD	AS ±SD	AS ±SD		
Hodanje (0,4-3,0 km/h)					
Eksponencijalna	5374,30±556,89	5431,26±554,35	5508,23±550,87	**<0,001**[a,b,c]	0,922
Linearna	5318,56±665,48	5376,76±663,02	5456,42±662,47		
Niski intenzitet (3,0-8,0 km/h)					
Eksponencijalna	1445,83±296,78	1520,78±298,84	1599,32±290,37	**<0,001**[a,b,c]	0,615
Linearna	1505,06±321,90	1579,97±324,37	1651,08±324,45		
Srednji intenzitet (8,0-13,0 km/h)					
Eksponencijalna	1754,66±429,86	1778,15±462,48	1865,89±424,36	**<0,001**[a,b,c]	**0,048***
Linearna	1698,81±428,47	1734,49±427,36	1792,34±423,22		
Visoki intenzitet (13,0-18,0 km/h)					
Eksponencijalna	658,00±146,13	699,68±145,18	760,55±150,61	**<0,001**[a,b,c]	0,099
Linearna	675,33±151,87	710,55±148,61	767,28±152,62		
Sprint (>18,0 km/h)					
Eksponencijalna	402,56±144,13	447,51±143,38	507,69±147,33	**<0,001**[a,b,c]	**<0,001***
Linearna	406,33±142,63	442,59±145,72	494,44±147,67		
Ukupno					
Eksponencijalna	8988,78±1281,13	9171,68±1439,69	9516,16±1496,11	**<0,001**[a,b,c]	0,149
Linearna	9607,85±1187,42	9757,02±1201,11	10064,65±1224,97		

[a] – razlika između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja; [b] – razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja;
[c] – razlika između tranzitivnog i finalnog mjerenja, $p<0,05$; * $p<0,05$ –značajna interakcija (vrijeme×grupa).

DISKUSIJA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinke 2 različita tapering protokola na motoričko–funkcionalne sposobnosti i izvedbu kod elitnih nogometaša juniora. Zabilježene su značajne promjene u sastavu tijela između inicijalnog i finalnog mjerenja. Specifično je da je zabilježeno značajno smanjenje u postotku masnog tkiva te veći nivo postotka mišićne mase u obje grupe. Ove promjene mogu nastati zbog fizioloških promjena i smanjenog stresa tijekom treninga (Mujika i Padilla, 2003). Dosadašnja istraživanja pokazala su da se smanjenjem volumena opterećenja može povećati volumen crvenih krvnih stanica te nivo hemoglobina i hematokrita, a sve kao

rezultat taperinga (Shepley i sur., 1992). Povrh toga, veća mišićna masa može se objasniti činjenicom da su oba taperinga proizvela neuro-muskularna poboljšanja kao što su proizvedena snaga, mišićne kontrakcije i izmjene izduživanja-skraćivanja (pliometrija) mišića koji se koriste kod različitih sportova (Noakes, 2000; Papoti i sur., 2007). Generalno je dokazano da tapering može povećati volumen eritrocita do 15 % i razinu testosterona do 5 % smanjivajući povrede mišića za 70 % (Kubukeli i sur., 2002; Mujika i Padilla 2003; Witting i sur., 1989). Nadalje, dokazano je da 13 - 34 % taperinga dovodi do povećanja mišićnog glikogena i njegove distribucije kod muškaraca i žena (Neary i sur., 1992; Neary i sur., 2003) što potencijalno može voditi do racionalnije potrošnje ugljikohidrata korištenjem masne kiseline kao energije, a spuštajući masno tkivo (Izquierdo i sur., 2007; Peronnet i sur., 1989).

Dalje, značajne promjene zabilježene su u sprintu i skokovima kao što je u testu sprinta 96369 s okretom od 180° i aerobnoj izdržljivosti. Kao što je i prije spomenuto, progresivno smanjenje u volumenu opterećenja u treningu može poboljšati snagu za 5 - 6 % (Kubukeli i sur., 2002; Mujika i Padilla 2003; Witting i sur., 1989). Dosadašnja istraživanja pokazala su značajno smanjenje vremena u sprintu 10, 20 i 30 metara te poboljšanje u skokovima u vis (Coutts i sur., 2007; Elloumi i sur., 2012). Specifično, Coutts i suradnici (2008) dokazali su značajno smanjenje od 2,1 % u sprintu 10 metara te neznačajno smanjenje od 0,37 % u sprintu 40 metara. Slično, Elloumi i suradnici (2012) istraživali su značajno smanjenje od 3,2, 2,2 i 2,5 % u testovima sprinta 10, 20 i 40 metara. Sposobnosti skokova u vis povećale su se za otprilike 5 % (Coutts i sur., 2007).

Nekoliko mehanizama može biti povezano s ovakvim rezultatima. Prvo, tapering period može značajno poboljšati veličinu brzog lanca teškog miozina i pomak kroz brzo kontraktilna vlakna IIX što fiziološki proizvodi dva puta više kontrakcija nego IIa vlakna (De Lacey i sur., 2014). Ovo može objasniti rezultate u sprintu i skokovima budući da su sprinterske i skakačke aktivnosti brze i eksplozivne (Larsson i Moss, 1993). Slični dokazi prezentirani su u individualnim sportovima gdje tapering poboljšava aktivnosti sprinta u trčanju, plivanju, i biciklizmu (Hopkins i sur., 1999). Vrijeme u testu ponovljenih sprinteva (RSA) značajno se smanjilo nakon provedenog tapering perioda što se podudara s dosadašnjim istraživanjima (Nikbakht, Keshavarz i Ebrahim, 2011). Značajna poboljšanja zabilježena su u testu ponovljenih sprinteva (RSA) izmjerena korištenjem anaerobnog sprint testa. Ova poboljšanja sastojala su se

od 4 % u eksperimentalnoj grupi naspram 0,03 % u kontrolnoj grupi poslije 2 tjedna taperinga. Tapering je, također, pokazao pozitivne učinke na VO_{2max}. Najnovija studija Fortesa i suradnika (2016) pokazala je da je nakon taperinga u trajanju od 3 tjedna eksperimentalna grupa u nogometu postigla poboljšanje u VO_{2max}-u. Dosadašnja istraživanja potvrdila su da poboljšanja u VO_{2max} mogu biti zbog aktivacije PGC – 1a kompleksa koji je direktno povezan s kontrolom ugljikohidrata i masti, povećavajući oksidaciju masti i glukoze koja može potencijalno poboljšati aerobnu izdržljivost i smanjiti postotak masti (Silva, CG i Araujo, 2015). Slični dokazi zabilježeni su i u drugim sportovima kao kajaku (Izquierdo-Gabarren i Izquierdo, 2010), biciklizmu (Dressendorfer i sur., 2002; Jeukendrup i sur., 1992; Neary i sur., 2003), plivanju (Mujika i sur., 1996; Trappe, Costill i Thomas, 2001) i trčanju (Mujika i sur., 2002). Također, utvrdili smo da je eksponencijalni tapering protokol generirao povećanje u sprintu 5 metara (8,0 %), sprintu 30 metara (2,4 %), skoku u vis sa zamahom ruku (3,0 %) i VO_{2max} (2,0 %). Prijašnja studija je pokazala da je spori eksponencijalni tapering (smanjenje volumena do 65 %) nakon 2 tjedna tapering perioda poboljšao vrijeme trčanja na 5 kilometara za 2,4 % te povećao maksimalnu snagu za 3,6 %, dok je brzi eksponencijalni tapering (smanjenje volumena do 50 %) poboljšao vrijeme trčanja na 5 kilometara za 6,3 % te maksimalnu snagu za 7,0 % (Banister i sur., 1975). Autori su zaključili da eksponencijalni tapering može imati bolje učinke na aerobnu i maksimalnu snagu nego step tapering. S obzirom na inverznu korelaciju između sprinteva i skokova, moguće je da su poboljšanja u jednom testu vodila do poboljšanja u drugom testu (Comfort i sur., 2014) zbog gore navedenih fizioloških promjena.

Naše istraživanje pokazalo je značajne promjene prije i poslije 8 tjedana u prijeđenoj udaljenosti. Prema spoznajama autora samo je jedna studija ciljala istražiti učinke taperinga na zahtjeve nogometne utakmice kod nogometaša (Fessi i sur., 2016). Fessi i suradnici (2016) pokazali su ukupnu prijeđenu udaljenost (ES=0,90), intezivno trčanje (ES=1,1), visoko intezivno trčanje (ES=1,3), brzo trčanje (ES=1,1) i sprint (ES=1,2) koji su se značajno poboljšali tijekom 7-tjednog tapering perioda u sezoni. Ipak, važno je napomenuti kako u dosadašnjim studijama nogometne sposobnosti predstavljaju kompleksnu cjelinu te da niz faktora može pridonijeti promjenama tijekom fizičkih aktivnosti (Bradley i Noakes, 2013; Lago, 2009). Specifičnije, pozicija igrača na terenu, lokacija utakmice, nivo natjecanja i tehničko–taktički

zahtjevi doprinose igračkoj fizičkoj involviranosti (Lago, 2009). Naši rezultati se mogu objasniti činjenicom da se provedeni tapering protokol sastojao od intervalnog treninga s aktivnim oporavkom trčanja između serija što je vodilo poboljšanju aerobnih sposobnosti kao što je navedeno u nekim dosadašnjim istraživanjima iz individualnih (Bosquet i sur. 2007) i timskih sportova (Coutts i sur., 2007; Elloumi i sur., 2012). Kao što je i prije spomenuto, rezultati naših istraživanja mogu se objasniti s nekoliko fizioloških promjena koje mogu nastati pod utjecajem tapering perioda (Fessi i sur., 2016). Na primjer, tapering je odgovoran za povećanje unosa kisika koji je važan za aerobne aktivnosti (Neary i sur., 2003), smanjuje oštećenje mišića i katabolizam te povećava anabolizam i mišićni glikogen (Coutts i sur., 2007). Jedna studija je pokazala da nogometaši mogu poboljšati sposobnosti ponovljenih sprinteva tijekom nogometne utakmice zbog većih glikogenskih rezervi i aerobnih aktivnosti (Rico-Sanz i sur., 1999). Mi smo, također, dokazali da je eksponencijalna grupa postigla bolje rezultate u trčanju srednjeg intenziteta (8,0 - 13,0 km/h) i sprintu (>18,0 km/h) nego linearna grupa. Kao što je i gore naznačeno, dvije prijašnje studije su dokazale da je spori i brzi eksponencijalni tapering protokol smanjio vrijeme trčanja na 5 km za 2,4 % i 6,3 % te povećao snagu za 3,6 % i 7,0 % s obzirom na step tapering kod triatlonaca (Banister i sur., 1975). U njihovoj meta-analizi Bosquet i suradnici (2007) su dokazali da generalno progresivni tapering protokol proizvodi značajno veće učinke za tapering-inducirane promjene u sposobnostima. Autori su zaključili da dvotjedni tapering period s eksponencijalnim smanjivanjem 41 - 60 % bez bilo kakve promjene u intenzitetu treninga ili frekvenciji povećava mogućnost značajnih poboljšanja u izvedbi (Bosquet i sur., 2007). Ipak, vrsta sportske aktivnosti, nivo natjecanja, spol i nužni ciljevi određenog sporta modificiraju optimalni tapering protokol.

Naše istraživanje ima nekoliko nedostataka. Prvo, nismo kontrolirali prehranu i ostale fizičke aktivnosti ispitanika tijekom tapering perioda što potencijalno može dovesti do krivih vrijednosti u rezultatima. Ipak, svi ispitanici su prije istraživanja informirani i savjetovani o sličnoj prehrani te izbjegavaju sudjelovanja u drugim sportskim aktivnostima. Drugo, nismo analizirali 2 tapering grupe s obzirom na igračke pozicije budući da igrači na različitim igračkim pozicijama mogu imati različite učinke i promjene u odgovoru na dva različita tapering protokola. Prema saznanjima istraživača ovo je prvo istraživanje koje je istraživalo učinke 2 različita tapering

protokola na izvedbu kod elitnih nogometaša juniora u periodu od 4 tjedna. Rezultati sugeriraju da su linearni i eksponencijalni tapering značajno pridonijeli izvedbi nakon 4 tjedna. Ipak, eksponencijalni tapering protokol generirao je malo bolje rezultate, posebno u sprintu i skokovima u vis te VO_{2max}-u. Linearni i eksponencijalni tapering protokol proizvode pozitivne učinke na motoričko–funkcionalne sposobnosti. Ipak, kao što je rečeno u prijašnjim studijama, maksimalni učinci su postignuti korištenjem progresivno-eksponencijalnog tapering protokola s eksponencijalnim smanjenjem 41 - 60 % u periodu od 2 tjedna (Bosquet i sur., 2007). U našem testu koristili smo test s unaprijed određenom promjenom smjera kretanja što je uključivalo plansku reakciju bez reakcije na neki podražaj. Povrh toga, ovo je test koji zahtijeva i određeni nivo anaerobne izdržljivosti. Sastav tijela testiran je Tanita TBF 410 vagom što je prenosiv profesionalni uređaj koji se praktično može koristiti u situacijama na terenu. Ipak, prema našem znanju, istraživanja usporedive točnosti su ograničena.

Usporedno s pojedinim drugim istraživanjima, neki naši rezultati su lošiji. Jedino moguće objašnjenje je da je nivo treniranosti i kondicijskog angažmana prije početka sezone varirao kod igrača, a treneri nisu objavili rezultate istih iz predsezone.

PRAKTIČNA ISKORISTIVOST STUDIJE

Vrhunska izvedba može se postići kroz programirane varijacije različitih trening metoda i volumena opterećenja. Kao što je prije spomenuto, tapering uključuje smanjenje u volumenu opterećenja što potencijalno povećava sposobnosti. Naši rezultati su pokazali da je smanjenje 5 % od početnih vrijednosti ili 5 % od prethodnog treninga imalo slične učinke na sastav tijela u nogometaša juniora. Ipak, eksponencijalni tapering generirao je bolje učinke u sprintu 5 i 30 metara, skoku u vis sa zamahom ruku i VO_{2max}-u nego linearni. Novo otkriće u ovom istraživanju je da se sprint tijekom utakmice povećao poslije eksponencijalnog taperinga kod nogometaša juniora tako da ovaj tapering protokol može biti kvalitetna metoda za poboljšanje rezultata u treningu. Oba bi se tapering perioda trebala koristiti u pripremnom periodu. Ipak, eksponencijalni tapering generirao je bolje učinke u brzini, snazi i izdržljivosti nego linearni. Trenutni rezultati naznačuju da bi kondicijski treneri trebali koristiti eksponencijalni tapering s obzirom na poboljšanja u sposobnostima u nogometu kao što su sprintevi, skokovi te kapaciteti. Ova poboljšanja će povećati

njihove vještine koje su važne kako za treninge, tako za natjecanja i utakmice. Ipak, potreban je oprez u interpretaciji rezultata ovog istraživanja zbog kompleksnosti i velikog broja faktora koji mogu utjecati na krajnju izvedbu. Naši rezultati potvrdili su rezultate drugih istraživanja koji sugeriraju da je volumen optimalna varijabla kojom se manipulira „eksponencijalnost" smanjivajući volumen treninga, a zadržavajući intenzitet i frekvenciju.

7. ZNANSTVENI I PRAKTIČNI ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA

U zaključku će se sažeto iznijeti glavni zaključci disertacije i pokušati dati smjernice budućih istraživanja na temu taperinga i njegovog utjecaja na motoričko–funkcionalne sposobnosti te samu izvedbu kod nogometaša.

7.1. Studija 1

Učinak linearnog i eksponencijalnog tempiranja sportske forme na morfološka obilježja, motoričke i funkcionalne sposobnosti kod nogometaša juniora: razlike u igračkim pozicijama

Znanstveni i praktični značaj prve studije je u identificiranom napretku morfoloških obilježja te motoričkih i funkcionalnih sposobnosti nakon provedenog taperinga kod mladih nogometaša različitih igračkih pozicija. Ipak, treba istaknuti da je eksponencijalna grupa u usporedbi s linearnom imala bolje rezultate u većini testiranih varijabli. Rezultati ukazuju, s aspekta nogometne prakse, da se izbjegavanje pretreniranosti i optimiziranje forme može postići precizno programiranim varijacijama trenažnih metoda i volumena opterećenja. Istraživanje je ukazalo da je 5 % smanjenja inicijalnih vrijednosti ili prošlog treninga imalo slične učinke na sastav tijela i natjecateljsku izvedbu. Nije bilo razlika u pozicijama nakon provedenih tapering protokola kod nogometaša juniora. Rezultati su produbili zaključke sličnih istraživanja koji sugeriraju da je volumen opterećenja optimalna varijabla kojom se manipulira „eksponencijalnost" smanjivajući volumen treninga, a zadržavajući intenzitet i frekvenciju.

7.2. Studija 2:

Razlike u eksponencijalnom i linearnom taperingu kod elitnih juniorskih nogometaša: učinci na izvedbu sa obzirom na različite igračke pozicije

Jasni stručni doprinos ovog istraživanja je u identificiranoj činjenici da su eksponencijalni i linearni tapering protokol poboljšali prijeđene udaljenosti različitih intenziteta kod igrača s obzirom na različite igračke pozicije. Ipak, eksponencijalni tapering protokol generirao je statistički veće učinke, posebno kod napadača i veznih igrača u trčanju visokog intenziteta i sprinta tijekom nogometne utakmice. Vratari su imali najveće poboljšanje u prijeđenoj udaljenosti hodanjem i trčanjem niskog intenziteta budući da njihova uloga na terenu zahtijeva upravo ove aktivnosti. Buduće studije bi trebale istraživati kako različiti tapering protokoli mogu utjecati na fizičke i fiziološke sposobnosti te sportsko-specifične (tehničko–taktičke) elemente tijekom nogometne utakmice. S aspekta znanstvene prakse ovim radom identificirana je varijabla trenažnog volumena kao istaknutog čimbenika nužnog za potpunu kontrolu učinaka treninga.

7.3. Studija 3

Učinci dva različita tapering protokola na sposobnosti i izvedbu kod elitnih juniorskih nogometaša

Stručni doprinos ovog rada očituje se u zaključku kako eksponencijalni tapering generira statistički značajno veće učinke na izvedbu kod elitnih nogometaša. Rezultati ukazuju na nužnost korištenja eksponencijalnog taperinga s obzirom na poboljšanja potrebna za uspjeh u nogometu. Vrhunska izvedba može se postići programiranim i kontroliranim varijacijama različitih trenažnih metoda i volumena opterećenja. S aspekta znanstvene prakse radom je dodatno ukazano na kompleksnost nogometne igre, kao i na velik broj faktora koji utječu na njezinu krajnju izvedbu. Također, s aspekta analize i kontrole efekata treninga, identificirani su značajno bolji učinci u eksponencijalnom tapering protokolu te se navedeno može koristiti kao standard kondicijske pripreme elitnih nogometaša.

8. LITERATURA

1. Bangsbo, J. (1992). Time and motion characteristics of competitive soccer. In: *Science and football*, No. 6, 34-42.
2. Bangsbo, J., Mohr, M., & Krustrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*, *24*(7), 665-674. doi: 10.1080/02640410500482529
3. Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci, 16*(2), 110-116.
4. Banister, E., Calvert, T., Savage, M., & Bach, T. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Aust J Sports Med, 7(*3), 57-61.
5. Barros, R.M., Misuta, M.S., Menezes, R.P., Figueroa, P.J., Moura, F.A., Cunha, S.A., Leite, N.J. (2007). Analysis of the distances covered by first division brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *J Sports Sci Med, 6*(2), 233-242.
6. Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical Demands of Different Positions in FA Premier League Soccer. *J Sports Sci Med*, *6*(1), 63-70.
7. Bosquet, L., Montpetit, J., Arvisais, D., & Mujika, I. (2007). Effects of tapering on performance: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, *39*(8), 1358-1365. doi: 10.1249/mss.0b013e31806010e0
8. Bradley, P.S., & Noakes, T.D. (2013). Match running performance fluctuations in elite soccer: indicative of fatigue, pacing or situational influences? *J Sports Sci*, *31*(15), 1627-1638. doi: 10.1080/02640414.2013.796062
9. Buchheit, M., Allen, A., Poon, T.K., Modonutti, M., Gregson, W., & Di Salvo, V. (2014). Integrating different tracking systems in football: multiple camera semi-automatic system, local position measurement and GPS technologies. *J Sports Sci*, *32*(20), 1844-1857. doi: 10.1080/02640414.2014.942687
10. Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *J Strength Cond Res*, *24*(10), 2715-2722. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181bf0223
11. Chamari, K., Hachana, Y., Ahmed, Y. B., Galy, O., Sghaier, F., Chatard, J. C., Wisloff, U. (2004). Field and laboratory testing in young elite soccer players. *Br J Sports Med*, *38*(2), 191-196.

12. Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L., & Clarkson, B. (2014). Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *Strength Cond J 28*: 173– 177.
13. Costill, D.L., King, D.S., Thomas, R., & Hargreaves, M. (1985). Effects of Reduced Training on Muscular Power in Swimmers. *Phys Sportsmed*, *13*(2), 94-101. doi: 10.1080/00913847.1985.11708748
14. Coutts, A., Chamari, K., Rampinini, E., & Impellizzeri, F. (2008). Monitoring training in football: measuring and periodising training. From training to performance in soccer. *Paris, France: De Boeck Universite*, 242-263.
15. Coutts, A., Reaburn, P., Piva, T.J., & Murphy, A. (2007). Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. *Int J Sports Med*, *28*(2), 116-124. doi: 10.1055/s-2006-924145
16. De Lacey, J., Brughelli, M.E., McGuigan, M.R., & Hansen, K.T. (2014). Strength, speed and power characteristics of elite rugby league players. *J Strength Cond Res*, *28*(8), 2372-2375. doi: 10.1519/JSC.0000000000000397
17. Dehkordi, K.J., Ebrahim, K., Gaeini, A., & Gholami, M. (2014). The effect of two types of tapering on cortisol, testosterone and testosterone/cortisol ratio in male soccer players. *Int J Basic Sci Appl Res, 3*(2), 79-84.
18. Dellal, A., Chamari, K., Wong, D.P., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., Carling, C. (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*, *11*(1), 51-59.
19. Dellal, A., Keller, D., Carling, C., Chaouachi, A., Wong del, P., & Chamari, K. (2010). Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *J Strength Cond Res*, *24*(12), 3219-3226. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b94a63
20. Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F.J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med*, *28*(3), 222-227. doi: 10.1055/s-2006-924294
21. Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *Int J Sports Med*, *30*(3), 205-212. doi: 10.1055/s-0028-1105950

22. Dressendorfer, R.H., Petersen, S.R., Moss Lovshin, S.E., Hannon, J.L., Lee, S.F., & Bell, G.J. (2002). Performance enhancement with maintenance of resting immune status after intensified cycle training. *Clin J Sport Med*, *12*(5), 301-307.
23. Drust, B., Reilly, T., & Rienzi, E. (1998). Analysis of work rate in soccer. *Sports Exercised Inj 4*: 151–155.
24. Elloumi, M., Makni, E., Moalla, W., Bouaziz, T., Tabka, Z., Lac, G., & Chamari, K. (2012). Monitoring training load and fatigue in rugby sevens players. *Asian J Sports Med*, *3*(3), 175-184.
25. Fessi, M.S., Zarrouk, N., Di Salvo, V., Filetti, C., Barker, A.R., & Moalla, W. (2016). Effects of tapering on physical match activities in professional soccer players. *J Sports Sci*, *34*(24), 2189-2194. doi: 10.1080/02640414.2016.1171891
26. Fortes, L.D.S., Vianna, J.M., Silva, D.M.D.S., Gouvêa, M.A.D., & Cyrino, E.S. (2016). Effects of tapering on maximum aerobic power in indoor soccer players. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano, 18*(3), 341-352.
27. Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc*, *30*(7), 1164-1168.
28. Freitas, C.G., Aoki, M.S., Franciscon, C.A., Arruda, A.F., Carling, C., & Moreira, A. (2014). Psychophysiological responses to overloading and tapering phases in elite young soccer players. *Pediatr Exerc Sci*, *26*(2), 195-202. doi: 10.1123/pes.2013-0094
29. Gaitanos, G.C., Williams, C., Boobis, L.H., & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J Appl Physiol* (1985), *75*(2), 712-719. doi: 10.1152/jappl.1993.75.2.712
30. Garcia-Pallares, J., Sanchez-Medina, L., Perez, C.E., Izquierdo-Gabarren, M., & Izquierdo, M. (2010). Physiological effects of tapering and detraining in world-class kayakers. *Med Sci Sports Exerc*, *42*(6), 1209-1214. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181c9228c
31. Gil, S.M., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., & Irazusta, J. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: relevance for the selection process. *J Strength Cond Res*, *21*(2), 438-445. doi: 10.1519/R-19995.1

32. Hopkins, W.G., Hawley, J.A., & Burke, L.M. (1999). Design and analysis of research on sport performance enhancement. *Med Sci Sports Exerc*, *31*(3), 472-485.
33. Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Coutts, A.J., Sassi, A., & Marcora, S.M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 36*(6), 1042-1047.
34. Izquierdo, M., Ibanez, J., Gonzalez-Badillo, J.J., Ratamess, N.A., Kraemer, W. J., Hakkinen, K., Gorostiaga, E. M. (2007). Detraining and tapering effects on hormonal responses and strength performance. *J Strength Cond Res*, *21*(3), 768-775. doi: 10.1519/R-21136.1
35. Jebb, S.A., Cole, T.J., Doman, D., Murgatroyd, P.R., & Prentice, A.M. (2000). Evaluation of the novel Tanita body-fat analyser to measure body composition by comparison with a four-compartment model. *Br J Nutr*, *83*(2), 115-122.
36. Jeukendrup, A.E., Hesselink, M.K., Snyder, A.C., Kuipers, H., & Keizer, H.A. (1992). Physiological changes in male competitive cyclists after two weeks of intensified training. *Int J Sports Med*, *13*(7), 534-541. doi: 10.1055/s-2007-1021312
37. Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *J Sports Sci*, *19*(11), 881-891. doi: 10.1080/026404101753113831
38. Kubukeli, Z.N., Noakes, T.D., & Dennis, S.C. (2002). Training techniques to improve endurance exercise performances. *Sports Med*, *32*(8), 489-509.
39. Lago, C. (2009). The influence of match location, quality of opposition, and match status on possession strategies in professional association football. *J Sports Sci*, *27*(13), 1463-1469. doi: 10.1080/02640410903131681
40. Lago-Penas, C., Casais, L., Dellal, A., Rey, E., & Dominguez, E. (2011). Anthropometric and physiological characteristics of young soccer players according to their playing positions: relevance for competition success. *J Strength Cond Res*, *25*(12), 3358-3367. doi: 10.1519/JSC.0b013e318216305d
41. Larsson, L., & Moss, R.L. (1993). Maximum velocity of shortening in relation to myosin isoform composition in single fibres from human skeletal muscles. *J Physiol*, *472*, 595-614.
42. Malina, R.M., Pena Reyes, M. E., Eisenmann, J.C., Horta, L., Rodrigues, J., & Miller, R. (2000). Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer

players aged 11-16 years. *J Sports Sci*, *18*(9), 685-693. doi: 10.1080/02640410050120069

43. Matkovic, B.R., Misigoj-Durakovic, M., Matkovic, B., Jankovic, S., Ruzic, L., Leko, G., & Kondric, M. (2003). Morphological differences of elite Croatian soccer players according to the team position. *Coll Antropol*, *27* Suppl 1, 167-174.
44. McMahon, J.J., Murphy, S., Rej, S. J.E., & Comfort, P. (2017). Countermovement-Jump-Phase Characteristics of Senior and Academy Rugby League Players. *Int J Sports Physiol Perform*, *12*(6), 803-811. doi: 10.1123/ijspp.2016-0467
45. Mujika, I., Chatard, J.C., Busso, T., Geyssant, A., Barale, F., & Lacoste, L. (1996). Use of swim-training profiles and performances data to enhance training effectiveness. *J Swim Res*: 23–29.
46. Mujika, I., & Padilla, S. (2003). Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Med Sci Sports Exerc*, *35*(7), 1182-1187. doi: 10.1249/01.MSS.0000074448.73931.11
47. Mujika, I., Chatard, J.-C., Busso, T., Geyssant, A., Barale, F., & Lacoste, L. (1996). Use of swim-training profiles and performances data to enhance training effectiveness. *Journal of Swimming Research*, 23-29.
48. Mujika, I., Goya, A., Ruiz, E., Grijalba, A., Santisteban, J., & Padilla, S. (2002). Physiological and performance responses to a 6-day taper in middle-distance runners: influence of training frequency. *Int J Sports Med*, *23*(5), 367-373. doi: 10.1055/s-2002-33146
49. Neary, J.P., Martin, T.P., & Quinney, H.A. (2003). Effects of taper on endurance cycling capacity and single muscle fiber properties. *Med Sci Sports Exerc*, *35*(11), 1875-1881. doi: 10.1249/01.MSS.0000093617.28237.20
50. Neary, J.P., Martin, T.P., Reid, D.C., Burnham, R., & Quinney, H.A. (1992). The effects of a reduced exercise duration taper programme on performance and muscle enzymes of endurance cyclists. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, *65*(1), 30-36.
51. Nikbakht, H., Keshavarz, S., & Ebrahim, K. (2011). The effects of tapering on repeated sprint ability (RSA) and maximal aerobic power in male soccer players. *American Journal of Scientific Research, 30*, 125-133.

52. Noakes, T.D. (2000). Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. *Scand J Med Sci Sports*, *10*(3), 123-145.
53. Owen, N. J., Watkins, J., Kilduff, L. P., Bevan, H. R., & Bennett, M. A. (2014). Development of a criterion method to determine peak mechanical power output in a countermovement jump. *J Strength Cond Res*, *28*(6), 1552-1558. doi: 10.1519/JSC.0000000000000311
54. Papoti, M., Martins, L.E., Cunha, S.A., Zagatto, A.M., & Gobatto, C.A. (2007). Effects of taper on swimming force and swimmer performance after an experimental ten-week training program. *J Strength Cond Res*, *21*(2), 538-542. doi: 10.1519/R-14894.1
55. Peronnet, F., & Thibault, G. (1989). Mathematical analysis of running performance and world running records. *J Appl Physiol* (1985), *67*(1), 453-465. doi: 10.1152/jappl.1989.67.1.453
56. Pivovarniček, P., Pupiš, M., Švantner, R., & Kitka, B. (2014). A Level of Sprint Ability of Elite Young Football Players at Different Positions. *International Journal of Sports Science, 4*(6A), 65-70.
57. Rampinini, E., Coutts, A.J., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F.M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med*, *28*(12), 1018-1024. doi: 10.1055/s-2007-965158
58. Reilly, T. (2003). Motion analysis and physiological demands. *Science and soccer, 2*, 59-72.
59. Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci*, *18*(9), 669-683. doi: 10.1080/02640410050120050
60. Rico-Sanz, J., Zehnder, M., Buchli, R., Dambach, M., & Boutellier, U. (1999). Muscle glycogen degradation during simulation of a fatiguing soccer match in elite soccer players examined noninvasively by 13C-MRS. *Med Sci Sports Exerc*, *31*(11), 1587-1593.
61. Sanchez, A.M., Galbes, O., Fabre-Guery, F., Thomas, L., Douillard, A., Py, G., Candau, R.B. (2013). Modelling training response in elite female gymnasts and optimal strategies of overload training and taper. *J Sports Sci*, *31*(14), 1510-1519. doi: 10.1080/02640414.2013.786183

62. Sarmento, H., Marcelino, R., Anguera, M.T., CampaniCo, J., Matos, N., & Leitao, J.C. (2014). Match analysis in football: a systematic review. *J Sports Sci*, *32*(20), 1831-1843. doi: 10.1080/02640414.2014.898852
63. Shepley, B., MacDougall, J. D., Cipriano, N., Sutton, J. R., Tarnopolsky, M. A., & Coates, G. (1992). Physiological effects of tapering in highly trained athletes. *J Appl Physiol* (1985), *72*(2), 706-711. doi: 10.1152/jappl.1992.72.2.706
64. Slattery, K.M., Wallace, L.K., Bentley, D.J., & Coutts, A.J. (2012). Effect of training load on simulated team sport match performance. *Appl Physiol Nutr Metab*, *37*(2), 315-322. doi: 10.1139/h2012-001
65. Souza e Silva, C.G., & Araujo, C.G. (2015). Sex-Specific Equations to Estimate Maximum Oxygen Uptake in Cycle Ergometry. *Arq Bras Cardiol*, *105*(4), 381-389. doi: 10.5935/abc.20150089
66. Sporis, G., Jukic, I., Milanovic, L., & Vucetic, V. (2010). Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. *J Strength Cond Res*, *24*(3), 679-686. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c4d324
67. Sung, R., Lau, P., Yu, C., Lam, P., & Nelson, E. (2001). Measurement of body fat using leg to leg bioimpedance. *Arch Dis Child 85*, 263–267.
68. Tomlin, D. L., & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*, *31*(1), 1-11.
69. Trappe, S., Costill, D., & Thomas, R. (2001). Effect of swim taper on whole muscle and single muscle fiber contractile properties. *Med Sci Sports Exerc*, *33*(1), 48-56.
70. Tumilty, D. (1993). Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Med*, *16*(2), 80-96.
71. Turnes, T., Aguiar, R.A., Cruz, R.S., Lisbôa, F.D., Salvador, A.F., Raimundo, J. A.G., & Caputo, F. (2015). The highest velocity and the shortest duration permitting attainment of VO_2 max during running. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, *17*(2), 226-237.
72. Verheijen, R. The Complete Handbook of Conditioning for Soccer: *Reedswain Inc*, 1998.
73. Vucetic, V., Sentija, D., Sporis, G., Trajkovic, N., & Milanovic, Z. (2014). Comparison of ventilation threshold and heart rate deflection point in fast and standard treadmill test protocols. *Acta Clin Croat*, *53*(2), 190-203.

74. Wilson, J.M., & Wilson, G.J. (2008). A practical approach to the taper. *Strength & Conditioning Journal*, *30*(2), 10- 17.
75. Wilson, J.M., & Wilson, G.J. (2008). A practical approach to the taper. *Strength Cond J 30*: 10–17.
76. Withers, R., Maricic, Z., Wasilewski, S., & Kelly, L. (1982). Match analysis of Australian professional soccer players. *J Hum Mov Stud 8*: 159– 176.
77. Wittig, A. F., Houmard, J. A., & Costill, D. L. (1989). Psychological effects during reduced training in distance runners. *Int J Sports Med*, *10*(2), 97-100.
78. Wong, P. L., Chamari, K., Dellal, A., & Wisloff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *J Strength Cond Res*, *23*(4), 1204-1210. doi: 10.1519/JSC.0b013e31819f1e52
79. Wong, P., Mujika, I., Castagna, C., Chamari, K., Lau, W.C., & Wisloff, U. (2008). Characteristics of World Cup soccer players. *Soccer Journal-Binghamton-National Soccer Coaches Association of America*, *53*(1), 57.
80. Yamamoto, Y., Mutoh, Y., & Miyashita, M. (1988). Hematological and biochemical indices during the tapering period of competitive swimmers. *International Series of Sport Sciences, 18*, 243-249.

ŽIVOTOPIS

Marino Krespi rođen je 11. kolovoza 1983. u Splitu. Osnovnu školu pohađa u Metkoviću, kao i gimnaziju koju završava 2002 godine. Nakon toga upisuje Kineziološki fakultet u Splitu na kojem je diplomirao 2008 godine te stekao zvanje profesora fizičke kulture na smjeru Osnovnih kineziloških transformacija.

Kao kondicijski trener radio je u RK Split, RK Zagreb, Hrvatskoj rukometnoj kadetskoj, juniorskoj i seniorskoj reprezentaciji gdje je bio osvajač brojnih odličja. Također, radio je kao osobni trener mnogih vrhunskih sportaša, osvajača brojnih europskih i svjetskih odličja.

Od 2011 godine predaje kao vanjski suradnik na sveučilišnom, stručnom i specijalističkom studiju Kineziološkog fakulteta u Splitu. Doktorski studij na Kineziološkom fakultetu u Splitu upisuje 2013 godine gdje, dvije godine poslije, prijavljuje temu doktorske disertacije s mentorom Goranom Sporišem i sumentorom Igorom Jelaskom koju uspješno brani 2018 godine.

Autor i/ili koautor je preko 25 znanstvenih i stručnih radova iz područja kineziologije te suradnik na knjizi iz područja nogometa.