

Akutni utjecaj treninga eksplozivnosti na brzinsko-eksplozivne performanse

Baškarad, Kristijan

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:942600>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-16**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ KINEZIOLOGIJE

**AKUTNI UTJECAJ TRENINGA
EKSPLOZIVNOSTI NA BRZINSKO-
EKSPLOZIVNE PERFORMANSE**

(MAGISTARSKI RAD)

Student:

Kristijan Baškarad

Mentor: Doc. Dr. Sc. Nikola Foretić

Sumentor: Doc. Dr. Sc. Šime Veršić

Split, 2023

Sadržaj

1	UVOD	1
2	SNAGA I PODJELA SNAGE	3
2.1	EKSPLOZIVNA SNAGA	3
2.2	KINEZILOŠKE TRANSFORMACIJE EKSPLOZIVNE SNAGE.....	4
2.3	FIZIOLOŠKA OSNOVA EKSPLOZIVNOSTI	4
2.4	TRENING EKSPLOZIVNOSTI	5
2.4.1	<i>Brzina</i>	6
2.4.2	<i>Faktori koji utječu na brzinu</i>	7
2.4.3	<i>Agilnost</i>	9
2.5	METODE RAZVOJA EKSPLOZIVNE SNAGE	10
2.5.1	<i>Pliometrijska metoda</i>	10
2.5.2	<i>Balistička metoda</i>	12
2.5.3	<i>Metoda olimpijskog dizanja utega</i>	12
3	DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA	14
4	PROBLEM RADA	18
5	CILJ RADA	19
6	HIPOTEZE	20
7	METODE RADA	21
7.1	UZORAK ISPITANIKA.....	21
7.2	UZORAK VARIJABLI	21
7.2.1	<i>Sprint na 15m</i>	21
7.2.2	<i>20 jardi – test za procjenu agilnosti</i>	22
7.2.3	<i>Skok u dalj iz mjesta</i>	23
7.2.4	<i>Bacanje medicine iz sjedećeg položaja</i>	23
7.2.5	<i>Counter movement jump test</i>	24
7.2.6	<i>Squat jump test</i>	25
7.2.7	<i>Drop jump test</i>	26
7.3	OPIS EKSPERIMENTALNOG POSTUPKA.....	27
8	REZULTATI	32
9	RASPRAVA	34
10	ZAKLJUČAK	36
10.1	PRIHVANJE/ODBIJANJE HIPOTEZE	36
10.2	MOGUĆA OGRANIČENJA RADA	36
10.3	SMJERNICE ZA DALJNJA ISTRAŽIVANJA	37
11	LITERATURA	38

SAŽETAK

Cilj ovog rada je bio utvrditi akutni utjecaj eksplozivnog treninga na brzinsko-eksplozivne performanse. 10 muških ispitanika bilo je uključeno u trening, te su izmjereni testovi brzine, agilnosti i eksplozivnosti. Podaci su obrađeni u računalnom programu Statistica 13. Postavili smo dvije hipoteze. H0 hipoteza govori da neće postojati akutni utjecaj treninga na brzinsko-eksplozivne performanse, a H1 hipoteza govori da će postojati značajan akutni utjecaj treninga na brzinsko-eksplozivne performanse.

Ključne riječi: akutni utjecaj, brzinsko-eksplozivne performanse, eksplozivni trening

SUMMARY

The aim of this work was to determine the acute impact of explosive training on fast-explosive performance. 10 male subjects were included in the training, and tests of speed, agility and explosiveness were measured. The data were processed in the computer program Statistica 13. We set two hypotheses. H0 hypothesis says that there will be no significant acute impact of training of speed-explosive performance, and H1 hypothesis says that there will be an significant acute impact of training on speed-explosive performance.

Keywords: acute effect, fast-explosive performance, explosive training

1 UVOD

U prošlim vremenima, eksplozivna snaga je „tražila“ svoj put među sposobnostima. Neki su je smatrali kao brzinu, neki kao snagu. Ono što sa sigurnošću možemo reći jest da su principi treniranja eksplozivne snage gotovo univerzalni i razlikuju se u ciljevima i načinima treniranja eksplozivne snage u različitim disciplinama. Sustavni trening eksplozivnosti dovodi do značajnih adaptacijskih promjena u određenim sustavima čovjeka, pa tako dolazi do promjene u živčanom, mišićno-skeletnom, srčano žilnom sustavu... Teško je pronaći sportsku disciplinu koja ne zahtijeva različite oblike skakanja ili eksplozivne snage. Koliko dobro skaćete i koliko snažno udarate, povlačite ili bacate ovisi o vašoj eksplozivnoj snazi, o vašoj posebnoj izdržljivosti za eksplozivne pokrete i o vašoj brzini, koordinaciji i fleksibilnosti. Veliki broj studija ukazuje na važnost eksplozivne snage kod profesionalnih sportaša te da upravo eksplozivna snaga čini najveću razliku između profesionalaca i amatera. Ona se manifestira u gotovo svakom sportu te može služiti kao procjena sportaša u smislu njegovih sportskih sposobnosti i potencijalnog uspjeha u natjecateljskom sportu. Uzmimo za primjer Nacionalnu košarkašku asocijaciju (NBA). NBA jednom godišnje organizira događaj pod nazivom *NBA Draft Combine*. Sastoji se od niza različitih testova, vježbi, uključujući antropometrijske karakteristike, motoričke sposobnosti, specifične sposobnosti kao što su vođenja lopte, šuta i slično te međusobne utakmice. Ova mjerenja i vježbe sastavljeni su zbog potrebe za standardiziranim testiranjem performansi kako bi pomogli NBA timovima da procijene potencijalne igrače na učinkovitiji način te im koliko toliko dali odgovore o mogućoj uspješnosti igrača. (Teramoto i sur. 2018).

U različitim studijama, istraživači su procijenili važnost motoričkih sposobnosti kao što su sprint, agilnost i koordinacija s loptom te su pronašli značajnu vezu između postignuća u različitim motoričkim testovima i budućeg uspjeha u sportu kao u studiji Wilsona (2016) gdje je ta povezanost pronađena u nogometu mladih. U mnogim sportovima izvedba ovisi o sposobnosti igrača da brzo generira silu. Što se tiče odbojke, elementi koji donose najviše poena u igri su smeč, blok, skok servis. Ono što je zajedničko svim ovim elementima je da se izvode u skoku što dovodi do zaključka da je eksplozivna (skakačka) sposobnost temelj uspješnog izvođenja tih elemenata. Tijekom silovitih smečeva i servisa također se očituje eksplozivna snaga bacanja (udarca) (Grgantov, 2013).

Meinel (1977) klasificirao je motoričke sposobnosti u dvije kategorije: kvantitativne (brzina, snaga, izdržljivost i pokretljivost) i kvalitativne (agilnost, koordinacija, preciznost i ravnoteža). Svaka motorička sposobnost ima osjetljivu fazu, što se odnosi na optimalno razdoblje za razvoj

određene sposobnosti korištenjem različitih tehnika treninga. Motoričke sposobnosti su oni aspekti intenziteta (jačina ili brzina) i ekstenziteta (trajanje ili broj ponavljanja) motoričke aktivnosti koji se mogu opisati jednakim parametarskim sustavom, izmjeriti i procijeniti identičnim skupom mjera i u kojima djeluju analogni fiziološki, biokemijski, morfološki i biomehanički mehanizmi.“ Zaciorski (2002). „Motoričke sposobnosti omogućavaju snažno, brzo, dugotrajno, precizno ili koordinirano izvođenje različitih motoričkih zadataka.“ Milanović (2013). Motoričke sposobnosti nisu jedini aspekti koje treba uzeti u obzir. Hrabrost, zabrinutost, tjeskoba i strah mogu se povezati s različitim medicinskim stanjima, kroz svakodnevni život također mogu uvelike utjecati na uspjeh pojedinca u sportu kao što piše u radu (Dugas, 2001).

Bagić, N. (2023) provela je istraživanje u 6 različitih sportova (hrvanju, judu, nogometu, odbojci, košarci i rukometu) i došla do zaključka da i kod muškaraca i žena najveću razliku između elitnih i ne elitnih sportaša čini razlika u eksplozivnoj snazi donjih ekstremiteta. U svakom od istraživanih sportova elitni sportaši su postizali više vrijednosti u testovima skoka u dalj s mjesta te *CMJ* testa. To pokazuje koliko je eksplozivna snaga bitan faktor koji determinira uspjeh.

Zbog svoje relativno široke primjene i bliske povezanosti s uspjehom, u ovom mom radu su također korišteni testovi skoka u dalj iz mjesta i *CMJ* jer su se pokazali kao pouzdan izvor informacija. Također, za mjerenja i procjenu eksplozivne snage korišteni su navedeni testovi uz još neke od najpopularnijih testova kao što su *squat jump (SJ)*, *drop jump (DJ)*, *sprint, 20 yardi*.

Cilj našeg treninga jest „prouzročiti“ akutni utjecaj na izvedbu sportaša u testovima. Utjecaj može biti u vidu poboljšanja, pogoršanja ili možda neće biti značajne razlike u izvedbi. Cilj rada jest odgovoriti na pitanje hoće li se nakon tridesetominutnog treninga eksplozivne snage rezultati u prethodno navedenim testovima kod muškaraca koji su se nekada bavili sportom poboljšati, pogoršati ili možda neće imati značajnog utjecaja u odnosu na inicijalna testiranja. Na taj način ćemo doći do važnih informacija koje bi mogli iskoristiti za trening.

2 SNAGA I PODJELA SNAGE

Snaga se definira kao intenzitet obavljanja rada. Ova sposobnost je usmjerena na savladavanje što većeg opterećenja u što kraćem roku. To znači da bismo bili snažniji u treningu, jednaki rad moramo obaviti većim intenzitetom, tj. u kraćem vremenu. Izražava se formulom: $P = W / t$, gdje je P = snaga, W = rad, t = vrijeme. Ustvari je identična pojmu „eksplozivnosti/eksplozivne snage“ i korištenje toga izraza vjerojatno je i prikladnije od izraza snaga. Pojasnit ćemo primjerom: mnogo je jasnije kada pitate; „je li neki sportaš jak ili eksplozivan?“ nego kada postavite pitanje „je li neki sportaš jak ili snažan?“. Iako se radi samo o semantici, korištenje izraza „eksplozivnost ili eksplozivna snaga“ definitivno nije pogrešno u kontekstu pojma „snage“.

Gdje u radu postoji zahtjev za savladavanjem velikih, za svakog pojedinca granično maksimalnih opterećenja, bilo dinamičkim ili statičkim ispoljavanjem snage, najčešće se primjenjuje termin maksimalna snaga (Libensky, 1965.). Ukoliko se u nekom pokretu zahtijeva brzo izvođenje jednokratnog pokreta koristi se termin **brzinska snaga** (Kuznjecov, 1967.) ili **eksplozivna snaga** (Hempel, Fleishman, 1955; Mekota, 1965; Šturm, 1969; Kurelić i sur. 1975.). Međutim, ukoliko se pokret izvodi sa ponavljanjem, primjenjuje se termin repetativna snaga (Kurelić i sur. 1975.). Razlikujemo još i snažnu izdržljivost ili tzv. izdržljivost u snazi (Kuznjecov, 1967; Libenski; 1965.)

Snagu dijelimo na apsolutnu i relativnu snagu (Čudinov, 1960;1962.). Pod pojmom apsolutna snaga podrazumijeva se snaga koju čovjek razvija prilikom savladavanja odgovarajućih maksimalnih opterećenja, a relativna snaga, s obzirom na tjelesnu masu, kada se vrijednosti snage svode na kilogram mase tijela.

2.1 Eksplozivna snaga

Ono što zapravo nas najviše zanima jest brzinska ili tzv. eksplozivna snaga. Eksplozivna snaga je jedna od najpopularnijih motoričkih sposobnosti zastupljena u raznim sportovima. Ona se nameće kao prioritet, jer većina sportova i sportskih disciplina zahtijeva određenu razinu eksplozivne snage i eksplozivna snaga često predstavlja prevagu u efikasnoj sportskoj izvedbi (Sattler et al. 2012.).

Snagu smo definirali kao intenzitet obavljanja rada što u sportu predstavlja sposobnost sportaša da da maksimalno ubrzanje:

- 1) Vlastitom tijelu ili dijelu tijela – relativna eksplozivna snaga
- 2) Predmetu i/ili partneru – apsolutna eksplozivna snaga

2.2 Kineziološke transformacije eksplozivne snage

Kao što smo rekli u uvodu, trening eksplozivne snage vrlo je čest i popularan u modernom sportu, dok se u ostalim dijelovima kineziologije relativno rijetko primjenjuje, a u nekim situacijama često i izbjegava. Postavljamo si pitanje zašto je to tako? Odgovor je jednostavan. Trening eksplozivne snage je jako stresan i zahtjevan. Ako se netko bavi rekreacijom, takav oblik treninga je rizičan i nepotreban za jednog rekreativca. Također u kineziterapiji ovaj način treniranja nije poželjan. Eksplozivna snaga jest motorička sposobnost koja je u sportu izuzetno važna, ali u svakodnevnom životu suvremenog čovjeka eksplozivna snaga nije visoko na ljestvici prioriteta. Ona nije motorička sposobnost koja određuje egzistenciju čovjeka, jer su manifestacije eksplozivne snage u svakodnevnom životu svedene na minimum i koristi se isključivo u nužnim situacijama. Još jedan razlog zašto se trening eksplozivnosti kod rekreativaca izbjegava jest njegova visoka genetska uvjetovanost. Pomak i napredak u razvijanju eksplozivne snage kod rekreativaca je gotovo minimalan i onda se postavlja pitanje je li vrijedno trenirati takvim načinom. Stoga dolazimo do zaključka da eksplozivnu snagu valja trenirati u svrhu napretka i postignuća što boljeg rezultata u sportu ili sportskoj disciplini.

2.3 Fiziološka osnova eksplozivnosti

Kao što znamo, eksplozivna snaga se manifestira u izvedbi jednog pokreta u kojem se ulaže maksimalna energija u što kraćem vremenu. To nam govori o izravnoj povezanosti eksplozivne snage s količinom ATP-a u mišiću. Osoba s većom količinom mišićne muskulature ima i veću količinu ATP-a. Sama po sebi nam se nameće teorija da osoba koja ima više muskulature je eksplozivnija od osobe koja ima manje. To možda izgleda tako, ali kroz primjer ćemo doći do drugog zaključka. Uzmimo za primjer osobu „A“ koja ima više mišićne muskulature od osobe

„B“. Zamislit ćemo da se obje osobe natječu u skoku u dalj iz mjesta. Osoba „A“ nikada nije trenirala nešto u čemu je mogla razviti skok u dalj iz mjesta, uz napomenu da nikada u životu nije pokušala napraviti skok u dalj. S druge strane osobi „B“ je skok u dalj jako važan za postizanje što boljeg rezultata u sportu te ga često koristi u treningu. Mislim da je jasno koja će osoba postići bolji rezultat. Razlika je u tome, iako osoba „B“ ima manje mišićne muskulature, a manje mišićne muskulature znači i manje ATP-a u mišićima, će skočiti dalje od osobe „A“. Zašto je to tako? Ovaj primjer nam je pokazatelj da eksplozivna snaga ne ovisi samo o količini ATP-a, ona ovisi i o brzini izvedbe pokreta. Možda osoba „A“ ima veći maksimalni energetske potencijal mišića od osobe „B“, ali osoba „B“ ima bolju manifestaciju odgovarajućeg pokreta. Osobe visoke automatizacije i kvalitete motoričkog programa imat će puno veću brzinu kretanja nego osobe koje tu kretanju ne znaju izvoditi. U skoku u dalj kod osobe „A“ će se izvedba vidjeti kao nespretno i nekoordinirano izvođenje, dok npr. u testu izbacivanja medicinke će se vidjeti kao spora kretanja. Upravo na ovaj način treba sagledavati trening eksplozivne snage.

2.4 Trening eksplozivnosti

Trening eksplozivne snage počiva na dva odvojena sustava treninga:

- Trening maksimalnog energetskeg potencijala
- Trening specifične brzine odgovarajućeg pokreta

Kako se povećava maksimalni energetskeg potencijal mišića? Rekli smo da energetskeg potencijal mišića određuje količina pohranjenog ATP-a. Što više mišića - veća je mogućnost za manifestaciju eksplozivne snage. Treba naglasiti da se radi samo o većoj mogućnosti, a pitanje je hoće li doći do poboljšanja jer postoji niz faktora koji mogu utjecati na manifestaciju.

Jedan od faktora jest vrsta mišićnih vlakana. Eksplozivnu snagu određuje postotak sporo kontrahirajućih i brzo kontrahirajućih vlakana. Mišićna vlakna jesu dugačke (do 30 cm), uske (10 do 100 μm u promjeru), višejezgrene stanice koje se mogu protezati od jednog do drugog kraja mišića. Dijele se u dvije glavne skupine; vlakna tipa I i vlakna tipa II:

- Vlakna tipa I nazivaju se i sporo kontrahirajuća vlakna; sadrže velike količine mitohondrija i mioglobina te su bogato opskrbljena krvlju. Prevladavaju u posturalnim mišićima, vrlo su

otporna na zamor a samim time prikladna su za dugotrajne aktivnosti umjerenog ili visokog intenziteta koje zahtijevaju mišićnu izdržljivost .

- Vlakna tipa II ili brzo kontrahirajuća vlakna sadrže manje mitohondrija te su podložna bržem zamoru. Razlikuju se od vlakana tipa I u brzini stvaranja energije potrebne za kontrakciju mišića. Ova vlakna energiju potrebnu za aktivnost stvaraju dvostruko brže od vlakana tipa I te su zaslužna za aktivnosti snage koje zahtijevaju neprestani napor npr. dizanje utega ili za kratkotrajne aktivnosti visokog intenziteta poput sprinta.

Unatoč činjenici da ljudsko tijelo u prosjeku sadrži jednak broj vlakana tipa I i II, postoje dokazi da se u određenim mišićima nalazi veći postotak jedne skupine vlakana; tako *m. soleus* koji je orijentiran na izdržljivost sadrži više od 80% vlakana tipa II dok *m.triceps brachi*, orijentiran na snagu, sadrži 60% tih vlakana.

2.4.1 Brzina

Brzina je jedna od sposobnosti koja utječe na eksplozivnu snagu. Postoji više različitih podjela i definicija brzine. U nastavku ću navesti nekoliko osnovnih termina brzine.

Prema Markoviću (2015) brzina predstavlja tempo izvođenja neke motoričke aktivnosti.

Već od davne prošlosti, ova motorička sposobnost imala je veliki značaj, što nam također svjedoče različiti povijesni događaji. Vjerojatno svi znamo da je disciplina maraton nastala tako što je grčki vojnik Filipid trčao od Maratonskog polja do Atene kako bi što prije objavio pobjedu grčke vojske nad Perzijancima. Na samom početku već vidimo da je brzina od krucijalne važnosti ne samo u sportu, nego i u drugim aktivnostima. Često se čuje izraz da brzina „ubija“ i to je tako i u sportu i van njega. U nekim sportovima kao što su nogomet, rukomet, košarka, brzina je eliminatorna motorička sposobnost jer bavljenje tim sportovima bez posjedovanje optimalne brzine, barem što se visokog nivoa tiče, nije moguće. U navedenim sportovima ta brzina se ne očituje jednako. Nogometaši trebaju biti brzi na jedan, rukometaši na drugi, košarkaši pak na treći način. Zbog toga razlikujemo *bazičnu brzinu* koja je važnija u jednostavnijim, odnosno manje kompleksnim sportovima kao što su trčanje, biciklizam i sl., i sportsku, *specifičnu brzinu* koja se razlikuje od sporta do sporta. Bazičnu brzinu dijelimo na: brzinu jednog pokreta, brzinu frekvencije pokreta, brzinu kretanja tijela, brzinsku izdržljivost i brzinu reakcije. Brzinu ubrajamo u kondicijske sposobnosti, međutim važno je naglasiti da brzina nije samo kondicijska, već i koordinacijska sposobnost budući da na nju utječu različiti mehanizmi što nam sugerira sljedeća definicija. Brzina je sposobnost da se na temelju

kognitivnih procesa, maksimalne volje i funkcionalnosti živčano - mišićnog sustava postigne najveća moguća brzina reakcije ili pokreta u zato određenim uvjetima (Grosser 1991). U ovoj definiciji vidimo da je brzina jako složen proces, i upravo zbog toga postoji dosta neistraženih dijelova i puno različitih definicija brzine koje se razlikuju od autora do autora. Važno je napomenuti da je brzina motorička sposobnost s velikim koeficijentom urođenosti, te da se na nju može djelovati trenažnim procesima za povećanje brzine i to do oko 20% kod odrasle **netrenirane** osobe.

Razvoj određenih dimenzija brzine sportaša može se provoditi na više načina, a Milanović (2013) navodi kako su najpoznatije i najčešće korištene metode sljedeće: trčanje s ubrzanjem, trčanje niz kosinu, metoda ponavljanja, reakcije na zvučni i vizualni podražaj, štafetni oblici brzinskog treninga, metoda sprinta/kretanja s hendikepom i metoda vučenja tereta u sprintu. Također, za razvoj brzine važno je provoditi i trening s opterećenjem. Dintiman (1997) navodi sljedeće metodičke principe: bazičan trening, trening funkcionalne snage i eksplozivnih pokreta, balistički trening, pliometrijski trening i trening brzinske izdržljivosti. Važno je napomenuti kako se navedeni metodički principi ne mogu koristiti u svim dobnim kategorijama. Trener mora imati informacije o kronološkoj i biološkoj dobi sportaša jer se trening u prvim fazama dugoročne sportske pripreme usmjerava drugačije od treninga u kasnijim fazama (Milanović, 2013).

2.4.2 Faktori koji utječu na brzinu

- Omjer sporo i brzo kontrahirajućih vlakana

Raspodjela brzih i sporih mišićnih vlakana mogla bi utjecati na to koliko sportaš može biti brz. Teoretski, veći postotak brzih mišićnih vlakana, koji stvaraju veliku količinu sile u kratkom periodu omogućili bi sportašu da trči brže. Costill i suradnici (1976) otkrili su da sprinteri imaju veći postotak brzih mišićnih vlakana od trkača na srednje ili duge distance i to za 12% - 50%. Nije istraženo je li ta razlika rezultat urođenosti, ili rezultat načina na koji treniraju, ali ipak ukazuje na to da trkači s većim postotkom brzih vlakana imaju veći potencijal da budu brži.

- Duljina mišićnih vlakana

Još jedan faktor koji određuje brzinu jest duljina mišićnih vlakana. Mišići s dužim mišićnim vlaknima moći će generirati više sile prema tlu pri većim brzinama i biti će u mogućnosti kontrahirati se brže. Abe i suradnici (2000) usporedili su sprintere s trkačima na duljim

distancama i ustanovili da sprinteri imaju znatno veće mišićne fascije (snopovi mišićnih vlakana) od trkača koji se natječu u duljim distancama. Također, postavlja se pitanje je li to rezultat načina na koji se trenira ili građe sportaša, ali istraživanja ukazuju na važnost duljine mišićnih vlakana.

- Oblik mišića

Područje poprečnog presjeka mišića važno je za izvedbu. Mišići s većim presjekom moći će proizvesti više sile. Međutim, sam presjek ne mora biti važan kao oblik mišića. Kumagai i suradnici (2000) istražili su i zaključili da brži sprinteri imaju veću debljinu mišića u gornjem dijelu bedara (sprijeda i straga). Abe i suradnici (1999) su uspoređivali nogometaše crnce i bijelce, te došli do zaključka da su crnci brži u 40 yardi sprintu i da su imali veću debljinu mišića na gornjim dijelovima kvadricepsa i potkoljenice. Kao u prethodnim dijelovima opet se postavlja pitanje je li to rezultat treninga ili je urođeno?

- Duljina nogu

Duljina nogu sportaša u usporedbi s njegovom visinom također utječe na brzinu. Sportaši s duljim nogama mogu trčati brže od ostalih sportaša. Jasno je da duljinu nogu nije moguće trenirati, ali služi kao dobar primjer kako genetika utječe na brzinu.

- Sposobnost iskorištavanja energije

Brzina je kratkotrajna aktivnost maksimalnog intenziteta. Ona će biti pod utjecajem koliko je ATP-a i CP-a dostupno u tijelu. Ako nema dovoljno ATP-a, to će ograničiti sportaševu sposobnost mišićne kontrakcije. Ako nema dovoljno CP-a, sposobnost sportaša da ponovo sintetizira ATP nakon kontrakcija bit će ograničena.

- Umor

Umor utječe na brzinu. Trening brzine pod utjecajem umora učinit će da sportaš ne može pružiti niti pokazati svoj maksimalni potencijal, tj. trčat će sporije, ili će kompenzirati lošim obrascima kretanja. Brzinu treba izvoditi kad je sportaš svjež tako da može biti maksimalno brz s pravilnom tehnikom. Kada se jedan od ta dva faktora naruši, potrebno je prestati s takvim treningom te ponovo nastaviti kada igrač bude ponovo spreman za taj vid treninga.

- Mobilnost

Mobilnost se definira kao sposobnost struktura ili dijelova tijela da se kreće ili da ga se pokrene u funkcionalnom rasponu pokreta (ROM). Što je pokretljivost sportaša veća, to je manji otpor tijekom brzih pokreta. Optimalna mobilnost je i obrambeni mehanizam od ozljeda.

- Duljina i frekvencija koraka

Duljina i frekvencija koraka još su jedan faktor koji određuje brzinu. Da bi poboljšali brzinu, sportaši moraju poboljšati jedan ili ova oba parametra. Jasno je da s duljim koracima prelazimo veću udaljenost, ali ako frekvencija u tome slučaju nije optimalna onda je uzalud. Frekvencija ovisi o dva faktora: vrijeme kontakta s podlogom i vrijeme boravka u zraku. Ako su koraci učestaliji to također može značiti da sportaš može doći brže do svog odredišta, no treba imati na umu da više nije nužno bolje. Cilj svakog trkača jest dovesti oba faktora u ravnotežu kako bi “izvukli” maksimum.

- Tehnika

Ograničavajući faktor u razvoju brzine jest i tehnika. Tehnika nije samo važna za način na koji izvodimo trčanje, ona je važna i za prevenciju od ozljeda. Loša tehnika trčanja može dovesti do usvajanja loših motoričkih obrazaca, te naposljetku do ozljede koljena, prepona, potkoljenice, stražnje lože itd.

2.4.3 Agilnost

Agilnost predstavlja sintezu gotovo svih tjelesnih sposobnosti koje sportaš posjeduje. Ona je spojena u „cjelinu“ s koordinacijom, omogućuje sportašu da reagira na podražaj, izvede brz i učinkovit start, da se kreće u željenom pravcu i da je spreman napraviti promjenu pravca ili zaustavljanje kako bi mogao brzo, spretno i učinkovito izvesti određenu natjecateljsku aktivnost (Verstegen, M. i Marcello, B., 2012).

Milanović (2013) govori kako razvoj agilnosti zahtijeva prethodnu pripremu, to jest trening za razvoj primarne jakosti onih zglobnih sustava koji neposredno sudjeluju u fazi ubrzanja i zaustavljanja kretanja. Trening agilnosti često se provodi u kombinaciji sa elementima brzine i eksplozivnosti (tzv. SAQ trening), a to dovodi do brzog umaranja živčano – mišićnog sustava. Trening agilnosti trebao bi se provoditi na početku treninga, nakon zagrijavanja.

Prema Pearsonu (2001), postoji sedam faza prema kojima se realizira jedan trening brzine, eksplozivnosti i agilnosti. Sve tri sposobnosti često se provode zajedno i tvore. SAQ (speed-agility-quickness) trening. Faze treninga su sljedeće:

1. Razvoj dinamičke fleksibilnosti
2. Razvoj trkačkih kvaliteta u konkretnom sportu
3. Inervacija
4. Akumulacija potencijala
5. Eksplozivnost
6. Iskazivanje potencijala
7. Smirivanje organizma na kraju treninga.

2.5 Metode razvoja eksplozivne snage

Za razvoj snage koristimo najučinkovitiju metodu, a to je analizom aktivacije motornih jedinica u pojedinim vježbama snage. Kompleksne vježbe skakanja, bacanja, sprinteva i dizanje utega klasičnim načinom aktiviraju najviše motornih jedinica dok izolirajuće vježbe jakosti aktiviraju najmanje motoričkih jedinica. Lako je zaključiti kako su pliometrijska metoda, balistička metoda i metoda olimpijskog dizanja utega najprimjerenije za razvoj eksplozivne snage.

2.5.1 Pliometrijska metoda

Pliometrijski trening najjednostavnije se može opisati kao brz, snažan pokret koji uključuje ekscentričnu kontrakciju, nakon čega slijedi eksplozivna koncentrična kontrakcija. Pliometrijske vježbe koriste prirodan odgovor tijela na brzo produljenje mišića. Taj odgovor se naziva ciklusom skraćivanja-istezanja ili miotatičkim refleksom ili integriranom paradigmom performansi, što znači da bi se kretali precizno, sile se pune ekscentrično, stabilizira izometrično i ispaljuje koncentrično. (Clarck, Lucett, 2010.)

Trening pliometrije se sastoji od različitih varijanti vertikalnih i horizontalnih skokova, poskoka u mjestu, iz mjesta te u kretanju. Osnovni cilj ove metode treninga je povećanje eksplozivne snage i reaktivne sposobnosti mišićno-tetivnog sustava. Tri su različite faze uključene u pliometrijski trening, uključujući ekscentričnu ili fazu punjenja; faza amortizacije ili prijelaza; i koncentrična, ili faza pražnjenja (Clarck, Lucett, 2010.)

- Ekscentrična

Ona se ujedno i zove faza usporavanja, punjenja, popuštanja, protukretanja ili savijanja. Ova faza povećava aktivnost mišićnih vlakana istežanjem mišića prije aktivacije. Potencijalna energija pohranjuje se u elastičnim dijelovima mišića tijekom ove ekscentrične faze. Sporija ekscentrična faza preuzima optimalnu prednost nad miotatskim refleksom istežanja. (Clar, Lucett, 2010.)

- Faza amortizacije

Ova faza uključuje dinamičku stabilizaciju i predstavlja vrijeme između kraja ekscentrične kontrakcije i početka koncentrične kontrakcije. Faza amortizacije, koja se ponekad naziva i prijelaznom fazom, naziva se i elektromehaničkim odlaganjem između ekscentrične i koncentrične kontrakcije tijekom koje se mišić mora prebaciti s prevladavajuće sile na prenošenje sile u željenom smjeru. Produljena faza amortizacije rezultira manje od optimalne neuromuskularne učinkovitosti zbog gubitka elastične potencijalne energije. Brzi prelazak s ekscentrične kontrakcije na koncentričnu kontrakciju dovodi do snažnijeg odgovora. (Clar, Lucett, 2010.) Faza amortizacije presudna je za razlikovanje amaterskog sportaša od profesionalnog sportaša. Uspješno izvršavanje amortizacije je rezultat treninga i motoričkog učenja pliometrijskih vježbi. Svi pojedinci imaju genetska ograničenja u brzini i snazi, ali svi oni imaju mogućnost poboljšati svoje sposobnosti ako se pravilno podučavaju i treniraju. Čak i male promjene mogu dovesti do izvanrednih ishoda ako se izvedu u pravo vrijeme. Energija se pohranjuje tijekom ekscentrične faze djelovanja mišića i djelomično se obnavlja tijekom koncentričnog djelovanja. Međutim, potencijalna energija koja se razvija u ovom procesu može se izgubiti (u obliku topline) ako ekscentrično djelovanje ne slijedi odmah koncentrično djelovanje. Izvedba sportaša je rezultat ukupnog trajanja kontakta, što je trajanje kontakta kraće, veće sile i pokreti zglobova to se povećava doprinos tetive u radu. Povezivanje ekscentrično-koncentrične faze bi trebalo biti brzo, treba početi i završiti u stotinki sekunde. Profesionalni skakači u vis imaju vrijeme kontakta s podlogom od 0,12 sekunde. Cijeli sustav pliometrije je nastao da bi se poboljšao to jest skratilo vrijeme amortizacije. Duljina faze amortizacije dosta ovisi o učenju pokreta. Sportaš može fazu amortizacije skratiti primjenom učenja i treninga snage. (Chu, Myer, 2013.)

- Koncentrična faza

Koncentrična faza javlja se neposredno nakon faze amortizacije i uključuje koncentričnu kontrakciju, što rezultira poboljšanim mišićnim performansama nakon ekscentrične faze kontrakcije mišića. To se događa sekundarno zbog pojačanog sabiranja i ponovne upotrebe elastične potencijalne energije, potencijacije mišića i doprinosa miotatskog refleksa istežanja. (Clarac, Lucett, 2010.)

2.5.2 Balistička metoda

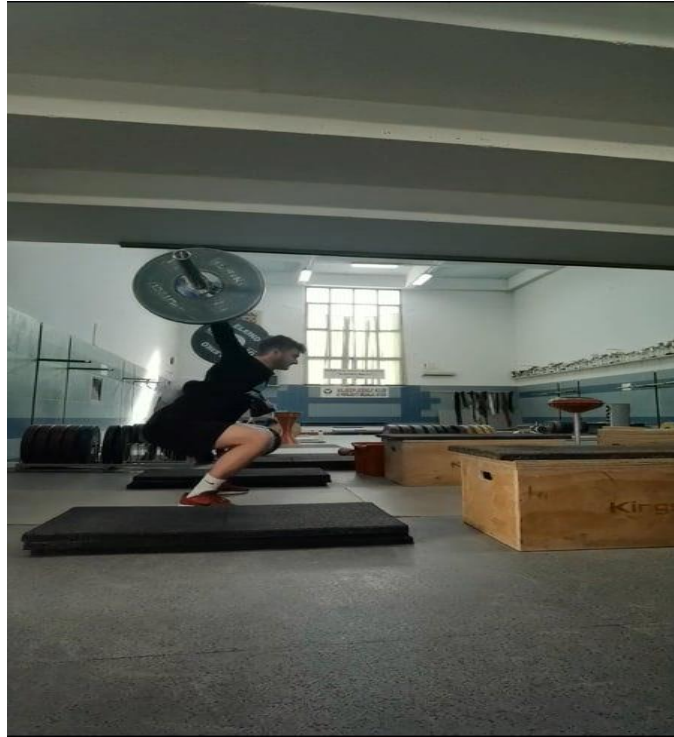
Metoda treninga u kojoj sportaš što brže i što eksplozivnije baca ili udara neki objekt. Ovakvim se načinom trenira postizanje krajnje brzine sprave (lopte, medicinke i sl.)



Slika 1. Prikazuje izbacivanje medicinke

2.5.3 Metoda olimpijskog dizanja utega

Metoda treninga u kojoj se koriste eksplozivne vježbe s utezima, a osnova su olimpijske discipline trzaj te nabačaj+izbačaj (Slika 2.)



Slika 2. Prikazuje olimpijsko dizanje utega

3 DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Dva su temeljna akutna efekta mišićne kontrakcije: umor i potencijacija. Umor je trenutno opadanje radne sposobnosti uzrokovane prethodnim napornim radom. Suprotno od umora, potencijacija predstavlja trenutno poboljšanje kontraktilne sposobnosti mišića pod utjecajem intenzivne i kratkotrajne mišićne aktivnosti. Kada je potencijacija izazvana voljnom izometričkom ili dinamičkom kontrakcijom, riječ je o postaktivacijskoj potencijaciji, ili skraćeno – PAP. Postaktivacijska potencijacija očituje se kratkotrajno (od nekoliko sekundi do nekoliko minuta) i predstavlja poboljšanje sposobnosti mišića da generira maksimalnu mišićnu silu te da generira silu na eksplozivan način. PAP može povećati gradijent sile (smanjiti vrijeme postizanja maksimalne sile) pri visokim frekvencijama rada motoričkih jedinica, što pak može dovesti do povećanja akceleracije, odnosno do povećanja brzine svladavanog opterećenja. Dosadašnja su istraživanja pokazala da maksimalna izometrijska ili dinamička kontrakcija može povećati brzinu razvoja mišićne sile te povećati visinu skoka ili brzinu sprinta, odnosno da povećava snagu miofibrilne kontrakcije (Chiu i sur., 2003.; French i sur., 2003.).

Fuad Babajić, Haris Pojskić, Erol Kovačević, Emir Pašalić su napravili istraživanje u kojem je sudjelovao samo jedan ispitanik. Cilj ovog rada je da se jednim primjerom, oslanjajući se na dosadašnja istraživanja ove problematike, prikaže eventualno postojanje i vrijeme manifestiranja efekata mišićne postaktivacijske potencijacije kao faktora koji bi mogao utjecati na iskazivanje eksplozivne snage izazvane podizanjem maksimalne težine u zadnjem polučučnju. Za potrebe ovog istraživanja odabran je samo jedan entitet iz populacije aktivnih sportaša koji se bavi atletikom, i to iz porodice sprinterskih disciplina – trčanje na 110 m s preponama. Kriteriji za odabir ispitanika bili su: da je aktivni sportaš, da se bavi sportskom aktivnošću eksplozivno-brzinskoga karaktera, da ima iskustva u radu s utezima, odnosno s treningom snage, te da je na testu određivanja maksimalne težine koju ispitanik može podignuti iz polučučnja postigao rezultat $\geq 1,5$ x vlastite težine. Ispitanik nije prijavio povijest nekog neurološkog poremećaja ili ozljede te je prije početka istraživanja bio upoznat s protokolom testiranja, važnošću i aplikativnom vrijednošću istraživanja, ali i mogućim neželjenim posljedicama. Prvi dan testiranja u kojem su mjerene određene morfološke karakteristike, dobiveni parametri izmjereni su profesionalnom vagom (*Tanita Body Scale TBF-300*), dok je visina tijela izmjerena antropometrom po Martinu. Uz ove mjere, prvi dan testiranja određenim protokolom dobiven je i *IRM* u polučučnju, dakle maksimalna težina koju je ispitanik mogao podići u danom trenutku. Kao kontrolne varijable kojima se htjelo ispitati postojanje mišićne

postaktivacijske potencijacije nakon izvedenog stražnjeg polučučnja s maksimalnim opterećenjem, upotrijebljena su dva testa: *Squat jump* i *Speed test*. Nakon provedenog testiranja u kojem su izvođeni kratki sprintevi na petnaest metara, s prikupljenim prolaznim vremenima na distanci od pet i deset metara, uočljivo je da su se dogodile pozitivne promjene u smislu trenutnog poboljšanja brzinsko eksplozivnih svojstava ispitanika. Također, prikazane su i prosječne vrijednosti svih sprinteva s inicijalnog i finalnog mjerenja, gdje je uočljiva tendencija postizanja boljih rezultata prolaznih vremena (pet i deset metara) te ukupnog vremena na petnaest metara, a to sve u korist finalnog mjerenja u fazi postaktivacije. Kada je riječ o rezultatima drugog dana testiranja u kojem se odvijalo mjerenje odrazne moći na varijabli (*SJ* – *squat jump*) prikazane su i prosječne vrijednosti svih skokova s inicijalnog i finalnog mjerenja. Ispitanik je ostvario najveće visine skoka u fazi postaktivacije i to na skokovima četiri i pet, s rezultatima *SJ-4*: 47,00 cm, i *SJ-5*: 47,00 cm, dok je na inicijalnome mjerenju najviše skočio u trećem skoku *SJ-3*: 46,10 cm, i to u vremenskom intervalu od jedne minute. Skokovi izvođeni neposredno nakon opterećenja, dakle u fazi postaktivacije, s identičnom visinom od 47,00 centimetara, u komparaciji s inicijalnim skokovima u odnosu na svoj ekvivalentni par, predstavljaju napredak od 1,7 cm (3,62%), te 3,6 cm (7,66%). Ispitanik je u prosjeku na finalnome mjerenju skakao za 2,2 cm ili 4,65% više u odnosu na inicijalno mjerenje.

Bent R. Ronnestad, Nils H. Kvamme, Arnstein Sunde, And Truls Raastad autori su studije „*Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players*“.

Svrha ove studije bila je usporediti učinke kombiniranog treninga snage i pliometrije s treningom snage kod profesionalnih nogometaša. Ispitanici u interventnoj grupi bili su nasumično podijeljeni u 2 grupe ST (n=6) i izvodili su teške treninge snage 2 puta tjedno tijekom 6 tjedana uz 6-8 nogometnih treninga tjedno. Skupina ST+P (n=8) izvodila je pliometrijski program treninga uz isto 6-8 nogometnih treninga tjedno. Kontrolnu skupinu činilo je 7 ispitanika (n=7) i oni su imali 6-8 nogometnih treninga tjedno. Predtestovi i posttestovi bili su: *IRM* polučučanj, *CMJ*, *SJ*, *4BT*, najveća snaga u polučučnju s 20kg, 35kg i 50kg (PP20, PP35, PP50), sprint, ubrzanje, max. brzina sprinta i vrijeme sprinta na 40m.

Rezultati su pokazali da nije bilo značajnih razlika između ST i ST+P grupe. Stoga su grupe spojene u jednu intervencijsku. Intervencijska skupina značajno se poboljšala u svim mjerenjima osim u *CMJ*, dok je kontrolna skupina pokazala značajna poboljšanja samo u PP20. Došlo je do značajnih razlika u relativnom poboljšanju između intervencijske i kontrolne grupe u *IRM* polučučnju, *4BT* i *SJ* testu. Međutim, nije bilo značajne razlike između skupina

promatranih u PP20 i PP35, ubrzanju, max. brzini sprinta i ukupnom vremenu sprinta od 40m. Rezultati sugeriraju da nema značajnih poboljšanja performansi nogometaša između kombiniranog treninga snage i pliometrije i samo treninga snage koji istovremenu imaju 6-8 nogometnih treninga tjedno. Međutim, trening snage vodi do značajnog napretka u testovima u kojima se snaga iskazuje.

Obje grupe, ST i ST+P pokazale su napredak u snazi, skoku i sprintu, ali nije bilo značajnih razlika među tim grupama. Ono što je zanimljivo u ovom istraživanju jest da je došlo do napretka u *4BT* testu, a u *CMJ* testu, nije. Oba testa sadrže cikluse istezanja-skraćivanja i vrlo je čudno zašto je došlo do poboljšanja samo jednog od ovih testova. Možda je problem bio nedostatak oporavka, razdoblje pretreniranosti ili neki drugi faktor koji je utjecao na rezultate, ostaje nepoznato. Rezultati pokazuju značajan napredak u *IRM* polučučnju. Uočeno povećanje *IRM* može biti posljedica povećanja tjelesne mase, promjene u živčanim čimbenicima uzrokovanih intenzitetom treninga, također postoji mogućnost i hipertrofije mišića u nozi koji mogu biti odgovorni za povećanje *IRM*. Još jedan od faktora koji može povećati *IRM* jesu promjene u mišićnim vlaknima.

Maćkała, K and Fostiak, M. Acute effects of plyometric intervention—Performance improvement and related changes in sprinting gait variability. Svrha ovog istraživanja bila je ispitati učinak kratkog pliometrijskog programa visokog intenziteta na poboljšanje eksplozivne snage donjih ekstremiteta i sprinterske izvedbe kao i promjene varijabilnosti sprinterskog koraka kod muških sprintera. U eksperimentu je sudjelovalo 14 zdravih muških sprintera. Eksperimentalni protokol uključivao je vertikalno skakanje kao što je skok iz čučnja, skok u suprotnom pokretu, horizontalni skokovi; skok u dalj iz mjesta i troskok iz mjesta za procjenu donjeg dijela tijela, maksimalne brzine trčanja; sprint na 20m letećim startom koji je procjenjivao varijabilnost 10 trkačkih koraka i 60m sprint iz startnog bloka. Svi analizirani parametri dobiveni su tehnologijom *OptoJump-Microgate*. Program kratkotrajnog pliometrijskog treninga značajno je povećao eksplozivnu snagu donjih ekstremiteta, poboljšao se vertikalni i horizontalni skok. Međutim, vertikalni skokovi porasli su mnogo više od horizontalnih. Poboljšanja u 20m proizašla su iz povećanja frekvencije koraka s 4,31 na 4,39 Hz zbog smanjenja vremena kontakta s tlom sa 138 na 133 milisekunde. To se nije pretvorilo u promjene duljine koraka. Stoga je značajno povećana frekvencija koraka (1,8%), što je specifičan izraz smanjenja vremena kontakta s tlom u fazi oslonca, rezultirala povećanjem brzine. Volumen trenнга od 2 tjedna (6 sesija) uz korištenje pliometrijskih vježbi visokog

intenziteta (između 180 i 250 skokova po sesiji) može se preporučiti kao kratkoročna strategija koja će izazvati poboljšanja u eksplozivnoj snazi i brzini sprinta.

4 PROBLEM RADA

Ovo istraživanje bitno je zbog toga što kroz rezultate možemo dokazati da primjena tridesetominutnog treninga eksplozivnosti poboljšava/pogoršava sportske performanse kao što su eksplozivna snaga, brzina, agilnost. Na početku, rad je bio zamišljen da određeni period (od nekoliko tjedana) svi ispitanici provode trening eksplozivne snage 2 ili 3 puta tjedno. Mjerili bi inicijalno i finalno stanje. No, međutim zbog nedostatka vremena i kompleksnije organizacije među ispitanicima i s obzirom na limitirane spoznaje o akutnom efektu treninga eksplozivnosti na brzinsko eksplozivne komponente, odlučio sam se za ovakvu vrstu istraživanja. U radu je sudjelovalo 10 ispitanika koji su se bavili sportom. Jedan od problema može biti nedostatak ispitanika. Što više ispitanika- istraživanje je vjernije. Također u istraživanje smo mogli uključiti i ženski spol.

Kada vježbamo, bilo da se radi o traci za trčanje, vožnji bicikla ili neki drugi oblik vježbanja, želimo dobiti maksimalnu korist tj. želimo osigurati da mišići rade što jače i efikasnije. Jedan od načina da se to postigne jest aktivacija mišića. U početku je bilo zamišljeno da ovaj trening od 30 minuta bude zapravo trening aktivacije. Trening može biti prezahtjevan za izvođače pa bi se rezultat na relaciji inicijalno-finalno testiranje mogao manifestirati u vidu pada sposobnosti u finalnom testiranju. Problem kod ovog treninga bi mogli riješiti „igrajući“ se s ekstenzitetom, intenzitetom, volumenom, vremenom pauze između vježbi, serija i sl.

S druge strane ne mora značiti da će sposobnosti na relaciji inicijalno-finalno testiranje opasti. Možda će doći do pozitivnog utjecaja, pa će sposobnosti, odnosno testovi u finalnom mjerenju pokazati napredak. Također, može se dogoditi da neće biti značajnih promjena u odnosu na početno i završno testiranje. Što god dobijemo od ove 3 opcije, možemo izvući nešto korisno što bi uvrstili u naš trening.

5 CILJ RADA

Općenito cilj sportskog treninga jest izazvati pozitivne promjene u različitim aspektima sportaša. Ovim radom se ispituje postoji li i kako se manifestira akutni (trenutni) utjecaj tridesetominutnog treninga eksplozivnosti na određene testove. Također ovim radom doznat ćemo kako trening od 30 minuta djeluje na provedene testove i uz pomoć rezultata možemo koncipirati sljedeći trening.

6 HIPOTEZE

Da bi mogli napraviti istraživanje, postavljene su određene hipoteze.

H0: Neće postojati akutni utjecaj treninga eksplozivnosti na brzinsko – eksplozivne performanse kod studenata.

H1: Postojati će akutni utjecaj treninga eksplozivnosti na brzinsko – eksplozivne performanse kod studenata.

7 METODE RADA

7.1 Uzorak ispitanika

Uzorak koji su sudjelovali u ovom istraživanju činili su studenti kineziološkog fakulteta. Ukupan uzorak sačinjavalo je 10 studenata (prosječne dobi 23-+2,3 god).

7.2 Uzorak varijabli

Uzorak varijabli sastojao se od 7 testova kojima smo izmjerili brzinu, eksplozivnost te agilnost.

Testovi koje smo koristili u istraživanju su:

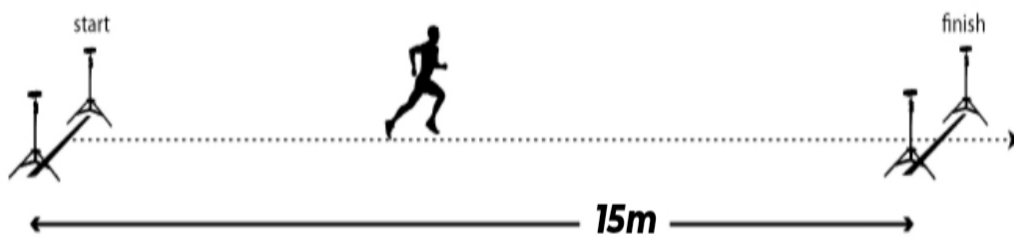
- Sprint na 15 metara
- 20 jardi – test za procjenu agilnosti
- Skok u dalj s mjesta
- Bacanje medicinske lopte iz sjedećeg položaja
- Countermovement jump test
- Squat jump test
- Drop jump test

Morfološke varijable koje su se analizirale u istraživanju bile su:

- ATT – tjelesna težina
- ATV – tjelesna visina

7.2.1 Sprint na 15m

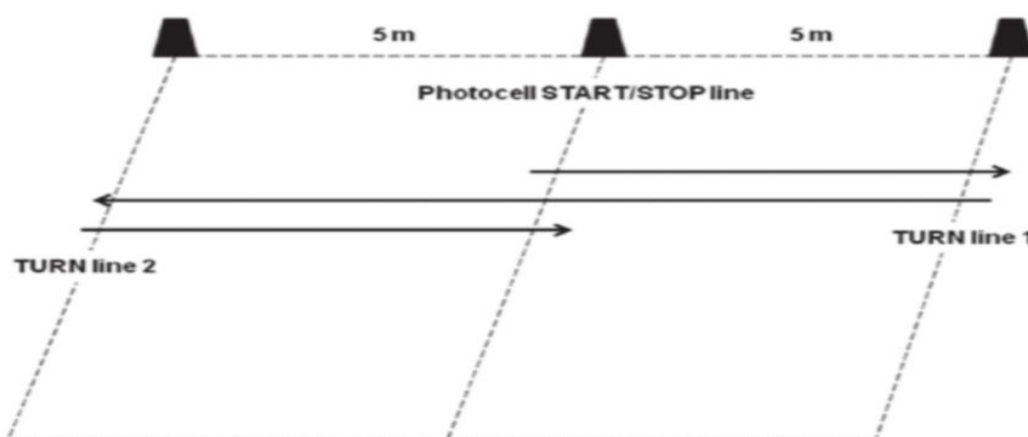
Sprintevi se prvenstveno koriste za testiranje brzine sportaša. Maksimalna brzina izravno je povezana s početnim ubrzanjem tako da testiranje vremena sprinta u manjim početnim intervalima daje sliku o tome poboljšava li trening ubrzanje, a time i maksimalnu brzinu. Za mjerenje vremena sprinteva koriste se fotoćelije. Startna vrata treba namjestiti na 0m, a ciljna vrata na 15m. Ispitanici se trebaju postaviti na startnu crtu, tako da prednjom nogom stanu na startnu crtu. Kada voditelj testa signalizira da su fotoćelije spremne, ispitanik može krenuti.



Slika 3. Sprint na 15m

7.2.2 20 jardi – test za procjenu agilnosti

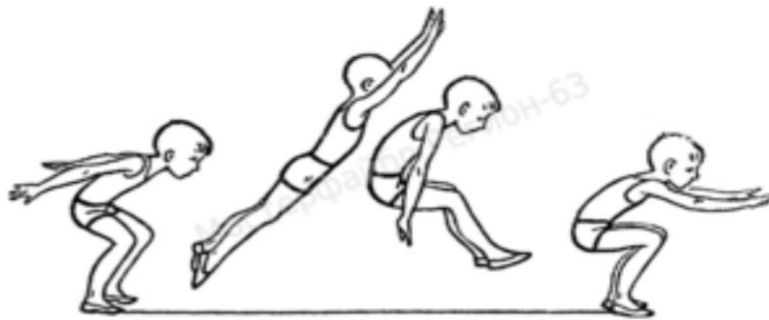
Trčanje testa 20 jardi jednostavna je mjera sposobnosti sportaša da ubrza, uspori, promijeni smjer i ponovno ubrza. Sudionik trči do ćelije 5 jardi sa svake strane od njih, dodirujući linije nogom. Postavljene su tri ćelije u liniju, točno 5 metara jedne od drugih – ćelije B, A (u sredini) i C. Na svakoj ćeliji su postavljene crte poprijeko pomoću trake za označavanje. Za početak, sportaš se nalazi oko središnje ćelije A sa stopalima na jednakoj udaljenosti i paralelno s linijom ćelija. Kada je spreman, ispitanik trči do ćelije B (dodirujući liniju bilo kojom nogom), okreće se i ubrzava do ćelije C (dodirujući liniju bilo kojom nogom) i završava ubrzavanjem kroz liniju kod ćelije A. Vrijeme se pokreće pri prvom prolasku natjecatelja kroz središnju liniju.



Slika 4. Test 20 jardi

7.2.3 Skok u dalj iz mjesta

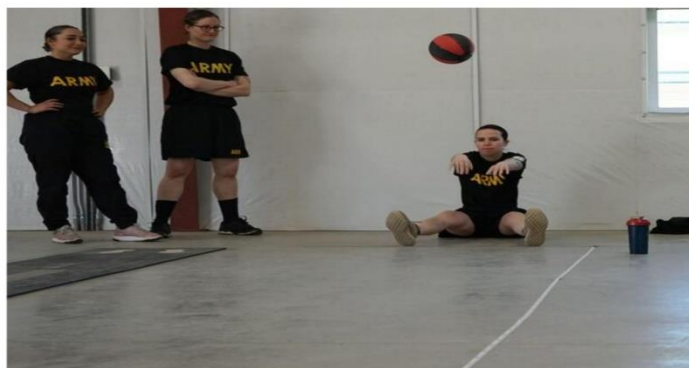
Skok u dalj iz mjesta je jedan od najpopularnijih testova i često se koristi kao funkcionalni test za procjenu eksplozivne snage donjih ekstremiteta. Izvedba u skoku u dalj s mjesta ocjenjuje se ukupnom dužinom skoka, što je vodoravna udaljenost od linije odraza do oznake koju čine pete pri doskoku. Izvodi se tako što ispitanik zamahom preko polučučnja sunožnim skokom postigne maksimalnu daljinu. Test se izvodi u sportskoj obući. Ispitanici imaju po tri pokušaja, a bilježi se najbolji rezultat. Razlog za ovo je činjenica da ispitanici u nekim situacijama nemaju iskustva u izvođenju testa i mogu odabrati krivu putanju leta, skočiti previsoko ili prenisko. U tom slučaju rezultat u testu neće biti pravi pokazatelj stanja eksplozivne snage, pa se ova greška pokušava anulirati većim brojem ponavljanja testa i uzimanjem maksimalnog rezultata kao objektivne mjere eksplozivne snage tipa skočnosti. Ovaj test ima široku primjenu u sportu jer ne zahtijeva puno prostora, nema potrebe za skupocjenom aparaturom, a lako je primjenjiv jer je jednostavan.



Slika 5. Skok u dalj s mjesta

7.2.4 Bacanje medicine iz sjedećeg položaja

Ovaj test se još naziva i dodavanje s prsiju medicinskom loptom, koristi se medicinska lopta od 2kg. Ovaj test mjeri snagu gornjeg dijela tijela i eksplozivnu snagu. Održavanjem leđa u kontaktu sa zidom testira se samo snaga ruku. Ispitanik sjedi na podu sa potpuno ispruženim nogama i leđima naslonjenima na zid. Lopta se drži rukama sa strane i malo iza središta i leđima uz središte prsiju. Podlaktice su postavljene paralelno s tлом. Ispitanik snažno baca medicinsku loptu što više može ravno naprijed dok je leđima naslonjen na zid. Bilježi se bačena udaljenost.



Slika 6. Bacanje medicine iz sjedećeg položaja

7.2.5 Counter movement jump test

Countermovement jump je jednostavan, praktičan i vrlo pouzdan test za eksplozivnu snagu donjih ekstremiteta tijela. Kao posljedica toga, nije iznenađenje da je ovo postao kamen temeljac za mnoge trenere snage i kondicije te sportske znanstvenike. On uključuje brzu ekscentričnu fazu (spuštanje) popraćenu odmah nakon toga koncentričnom fazom (podizanje) tijekom koje sportaš skače najviše što može. Pokazalo se da je *CMJ* najpouzdanija mjera snage donjih ekstremiteta u usporedbi s drugim testovima skoka. Koristi se u sportovima kao što su košarka, odbojka, atletika, nogomet i u mnogim drugim sportovima gdje eksplozivna snaga vrijedi kao jedan od ključnih faktora za izvedbu nekog pokreta, a sve u cilju ostvarivanja prednosti nad protivnikom. Tijekom izvedbe *CMJ*-a, sportaši koriste različite motoričke sposobnosti poput brzine, snage, fleksibilnosti, koordinacije. Ovaj test je potrebno izvoditi pravilnom tehnikom kako bi se maksimizirala eksplozivna snaga te minimizirao rizik od ozljeda. Test se izvodi tako da ispitanik počinje iz uspravnog stojećeg položaja, napravi pripremni pokret prema dolje savijanjem koljena i kukova, zatim odmah ponovno ispruži koljena i kukove kako bi skočio okomito od tla (Sl. 6). U većini slučajeva izvedba *CMJ*-a javlja se ili kao visina skoka (cm) ili kao relativna vršna izlazna snaga (W_{kg}). Counter movement jump je vrijedan alat za procjenu i poboljšanje eksplozivne snage sportaša i kada se izvodi pravilnom tehnikom, može dovesti do poboljšanja u izvedbi određenih zadataka u željenim sportovima.



Slika 7. Counter movement jump test prikazan u 4 faze

7.2.6 Squat jump test

Skok iz čučnja (*squat jump*) je jednostavna, praktična, valjana i vrlo pouzdana mjera za snagu donjeg dijela tijela i ne smije se miješati sa countermovement jumpom. Postoje dvije uobičajene varijacije SJ testa, a to su statički i dinamički *SJ* test. Statički *SJ* zahtijeva od sportaša da „zastane“ u savijenom položaju polučučnja nekoliko sekundi prije nego započne uzlaznu/koncentričnu fazu i skoči. S druge strane, dinamički *SJ* test omogućuje sportašu da se spušta i penje kroz protupokret u jednom kontinuiranom i brzom pokretu bez zaustavljanja ili pauze. Budući da postoji samo koncentrična faza, nemamo priliku ispitati odnos između ekscentrične i koncentrične faze. *Squat jump* test sportašima često može biti teži za savladavanje. *CMJ* je prirodan za većinu sportaša, ali *SJ*, nasuprot tome, može biti težak u prvom pokušaju. Najčešće vidimo sportaše koji dodaju protupokret prije skoka, umjesto da odmah pređu u propulzivnu fazu – to bi trebalo uzrokovati neuspjeh testa jer to nije stvarni skok iz čučnja. Test se izvodi tako da ispitanik staje na platformu te dolazi u čučajući položaj i drži se mirno. Na znak, sportaš angažira svoje mišiće nogu i eksplodira prema gore, bez ikakvog protupokreta.



Slika 8. Squat jump test

7.2.7 Drop jump test

Drop jump test je dizajniran za ispitivanje reaktivnosti sportaša. Sastoji se od ispitanika koji stoji, silazi i pada na reaktivnu ploču, upija pad i odmah se vraća u skok. Ovaj test se izvodi s postavljene kutije koja je visine između 20cm i 100cm. Ruke se stavljaju na bokove i ostaju tamo tijekom cijelog testa. Ispitanik se zatim spušta s kutije na podlogu, savijajući koljena pri doskoku, zatim odmah izvodi maksimalan vertikalni skok. Ispitanik skače okomito što je više moguće i doskače natrag na podlogu s obje noge u isto vrijeme, vraćajući se na mjesto uzleta. Može se izvesti nekoliko pokušaja, uz odgovarajući odmor između pokušaja. Ovisno o opremi, mogu postojati mjerenja vremena leta, visine skoka, snage skoka i sile reakcije tla. Vrijeme visine skoka je vrijeme između sudionikovih stopala koje su napustile podlogu za mjerenje vremena ili platformu za silu i kada su ih ponovno dodirnuli. Indeks reaktivne čvrstoće (RSI) može se izračunati dijeljenjem visine skoka s vremenom kontakta s tlom.



Slika 9. Drop jump test

7.3 Opis eksperimentalnog postupka

U ovom eksperimentu sudjelovalo je 10 studenata (muškaraca) koji su rekreativno trenirali različite sportove. Svi oni su dobrovoljno pristali sudjelovati u postupku koji je sve skupa trajao 2 sata. Njihov zadatak je bio da daju sve od sebe na inicijalnim testovima, odrade trening te nakon treninga daju svoj maksimum na finalnim testovima. Trening se sastojao od zagrijavanja i bazičnih pliometrijskih vježbi (Tablica 1.) , balistike (Tablica 2.) te kombinacije nešto kompleksnijih vježbi (Tablica 3.).

Cijeli eksperimentalni postupak odvijao se u četiri faze.

- U prvoj fazi radili smo dinamičko zagrijavanje koje će biti detaljnije opisano u nastavku. Svrha zagrijavanja bila je naravno jasna-smanjiti rizik od ozljeda i pripremiti sportaša za nadolazeće napore.
- Druga faza je inicijalno testiranje gdje smo zabilježili visinu i težinu ispitanika, te odradili 8 testova koji su uključivali motoričke sposobnosti brzine, eksplozivnosti i agilnosti. Ispitanici nisu svi skupa trenirali u jednoj grupi nego je bilo 5 ispitanika podijeljenih u dvije grupe, a svi su, naravno, trenirali na isti način kako bi istraživanje bilo valjano.

- U trećoj fazi eksperimenta provodio se trening u trajanju od 30 minuta. Trening se sastojao od pliometrijskih vježbi te vježbi balistike kroz koje su se koristili različiti rekviziti kao što su utezi, medicine, sanduci itd.
- U četvrtoj fazi odrađeno je finalno testiranje nakon treninga. Ispitanici su testirani na isti način kao i kod inicijalnog testiranja.

U nastavku opisan je primjer treninga:

Zagrijavanje prije inicijalnih testova (15 min): dinamičko zagrijavanje za cijelo tijelo (svaka vježba se izvodi jednom), igranje u omeđenom koridoru - posjed lopte rukama. Posjed se sastojao od 3 dijela. Prvi dio je bila igra u trajanju od 60s pasivno (bez oduzimanja lopte od protivnika). Drugi dio je također trajao 60s uz poluaktivnog protivnika (oduzimanje lopte samo ako ekipa u posjedu pogriješi). Treći dio je bila igra 60s uz aktivno oduzimanje lopte i napad na protivnika. Zagrijavanje se još sastojalo od brzog prelaska preko malih prepona te prelaska preko podnih ljestvi sa kratkim istrčavanjem od 3m, nakon čega je slijedio unaprijed osmišljeni trening u trajanju od 30 min.

Glavni dio treninga odvijao se u dvorani. Trening se sastojao od ukupno 11 vježbi podijeljenih u 3 skupine. Prvu skupinu nazvali smo „bazične pliometrijske vježbe“ i sačinjavali su je razni skokovi kao što su: skokovi iz gležnja, skokovi iz čučnja, skokovi iz iskoraka, frontalni skokovi te dubinski skokovi. Drugu skupinu su činile 3 vježbe balistike (iskorak s dovođenjem utega iznad glave, čučanj s izbačajem te izbačaj medicine iz ležećeg položaja). Treća skupina se sastojala također od 3 vježbe koje su bile kompleksnije za izvedbu u odnosu na prethodne dvije. To su bile vježbe: skok iskorak s izmjenom nogu, sunožni + unilateralni preskok preko prepone sa sprintom od 5m. (Sl. 7.) te sunožni doskok s kutije uz sprint u lijevo ili desno (Sl. 8.)



Slika 10. Prikazuje sunožni + unilateralni preskok preko prepone



a)



b)



c)

Slika 11. Sunožni doskok s kutije te sprint u lijevo i desno prikazan u 3 faze: a) Početna pozicija, b) doskok, c) sprint

Tablica 1. Prikazuje „Bazične pliometrijske vježbe“

Bazične pliometrijske vježbe			
VJEŽBA	SERIJA	PONAVLJANJA	ODMOR
Skokovi iz gležnja	2	10	60 s
Skok iz čučnja	2	5	60 s
Skok iz iskoraka	2	6	60 s
Frontalni skokovi	2	4	60 s
Dubinski skokovi	1	4	75 s

Tablica 2. Prikazuje vježbe balistike

Balistika			
VJEŽBA	SERIJA	PONAVLJANJA	ODMOR
Iskorak s dovođenjem utega iznad glave	2	4	90 s
Čučanj s izbačajem	2	4	90 s
Izbačaj medicinke iz ležećeg položaja	1	4	90 s

Tablica 3. Prikazuje „Kompleksnije vježbe“

Kompleksnije vježbe			
VJEŽBA	SERIJA	PONAVLJANJA	ODMOR
Skok iskorak s izmjenom nogu	2	4	60 s
Sunožni doskok s kutije te sprint L+D	2	2	90 s
Sunožni + lateralni preskok preko prepone te sprint 5m	2	2	90 s

8 REZULTATI

U sljedećoj tablici prikazani su rezultati deskriptivne statistike za morfološke varijable, varijable brzine, eksplozivnosti i agilnosti.

Tablica 3. Inicijalno i finalno testiranje; deskriptivna statistika.

U tablici 3. prikazani su deskriptivni pokazatelji gdje vidimo da je distribucija normalna u svim varijablama.

Tablica 4. Deskriptivna statistika

Varijable	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Max D	K-S p
TV	11	186,09	176,00	194,00	6,52	0,14	p > .20
TM	11	86,00	67,00	96,00	9,21	0,14	p > .20
DOB	8	24,13	21,00	28,00	2,80	0,28	p > .20
5 m INI	12	1,15	1,01	1,28	0,07	0,14	p > .20
15 m INI	12	2,67	2,47	2,89	0,14	0,13	p > .20
10 y INI	12	2,70	2,49	2,88	0,15	0,17	p > .20
20 y INI	12	5,32	4,79	5,63	0,25	0,16	p > .20
SDM INI	12	2,31	2,11	2,57	0,15	0,17	p > .20
BM INI	12	5,76	4,80	6,67	0,62	0,13	p > .20
CMJ INI	8	44,38	35,90	56,00	6,82	0,13	p > .20
SJ INI	8	44,08	35,90	52,30	6,11	0,15	p > .20
DJ INI	8	41,78	35,10	49,40	5,37	0,22	p > .20
RSI INI	8	1,30	0,86	1,50	0,20	0,24	p > .20
5 m FIN	12	1,18	1,01	1,34	0,10	0,14	p > .20
15 m FIN	12	2,70	2,49	2,90	0,15	0,18	p > .20
10 y FIN	12	2,71	2,43	3,03	0,19	0,15	p > .20
20 y FIN	12	5,19	4,76	5,62	0,30	0,14	p > .20
SDM FIN	12	2,32	2,11	2,58	0,14	0,15	p > .20
BM FIN	12	5,75	4,80	6,80	0,59	0,15	p > .20
CMJ FIN	11	43,03	31,50	53,40	7,39	0,14	p > .20
SJ FIN	11	43,47	35,10	53,60	7,40	0,24	p > .20
DJ FIN	11	42,27	33,70	50,50	6,12	0,16	p > .20
RSI FIN	5	1,27	1,06	1,50	0,20	0,30	p > .20

LEGENDA: Valid N – Valjani broj; Mean – središnja vrijednost ; MIN – minimalni rezultat; MAX – maksimalni rezultat; Std.Dev. – standardna devijacija; Max D – Maksimalna devijacija; K-S(p) – p level, nivo značajnosti ; DOB – uzrast, godine; TV – tjelesna visina; TM – tjelesna masa; 5m – sprint na 5 metara; 15m – sprint na 15 metara; 10y – 10 jardi, test za agilnost; 20y – 20 jardi, test za agilnost; SDM – skok u dalj s mjesta; BM – bacanje medicinke; *CMJ* – *countermovement jump* test; *SJ* – *squat jump* test; *DJ* – *drop jump* test; RSI – reactive strength indeks (indeks reaktivne čvrstoće); INI – inicijalno testiranje; FIN – finalno testiranje.

Tablica 5. Razlike između rezultata mjerenja prije i nakon pliometrijskog treninga

Varijable	Mean Group 1	Mean Group 2	t-value	df	p
5 m	1.15	1.18	-0.87	22	0.39
15 m	2.67	2.70	-0.59	22	0.56
10 y	2.70	2.71	-0.13	22	0.90
20 y	5.32	5.19	1.15	22	0.26
SDM	2.31	2.32	-0.16	22	0.88
BM	5.76	5.75	0.05	22	0.96
CMJ	44.38	43.03	0.405	17	0.690
SJ	44.08	43.47	0.19	17	0.85
DJ	41.8	42.3	-0.18	17	0.86
RSI	1.30	1.27	0.20	11	0.84

Analizom podataka predstavljenih u tablici 5 zaključuje se da se nulta hipoteza ne može odbaciti. Drugim riječima, statistički podaci ne ukazuju na značajniji utjecaj pliometrijskog treninga na odstupanje vrijednosti od inicijalnih mjerenja tj. mjerenja prije pliometrijskog treninga. To se potvrđuje podatkom *p* (nivo značajnosti) koji za svaki mjereni test iznosi značajno više od granične vrijednosti 0.05.

LEGENDA: 5m – sprint na 5 metara; 15m – sprint na 15 metara; 10y – 10 jardi, test za agilnost; 20y – 20 jardi, test za agilnost; SDM – skok u dalj s mjesta; BM – bacanje medicinke; *CMJ* – *countermovement jump* test; *SJ* – *squat jump* test; *DJ* – *drop jump* test; RSI – *reactive strength index* (indeks reaktivne čvrstoće).

Iz rezultata prikazanih u tablici 5 vidljivo je kako nema značajnih razlika između mjerenih dimenzija brzine, eksplozivnosti i agilnost.

9 RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je prikazati akutni utjecaj treninga eksplozivnosti na brzinsko-eksplozivne performanse. Sukladno tome, rezultati ukazuju da ne postoje nikakve statistički značajne promjene na relaciji inicijalno-finalno mjerenje, odnosno drugim riječima testirani studenti nisu pokazali napredak, ali nisu ni nazadovali u prikazanim testovima. Ova spoznaja nam sugerira da u ovom istraživanju koje smo proveli ne postoji akutni utjecaj treninga eksplozivnosti na brzinsko-eksplozivne komponente.

Do akutnog efekta treninga eksplozivnosti vjerojatno nije došlo zbog nedovoljnog intenziteta i ekstenziteta u treningu da prouzrokuje zamor centralnog živčanog sustava, a s druge strane nije pružio postaktivacijski efekt jer se nije radilo samo o aktivaciji zbog količine vježbi i omjera serija/broja ponavljanja. Činjenica je da je trening bio previše zahtjevan da bi prouzročio akutni efekt u vidu poboljšanja performansi, a s druge strane nije bio dovoljno zahtjevan da bi izazvao značajan pad performansi.

Jedna od pretpostavki jest da je trening bio nešto lakši, možda bi izazvao akutni efekt u vidu poboljšanja performansi. Zasluge za taj akutni efekt bi pripisali postaktivacijskoj potencijaciji (PAP). Postaktivacijska potencijacija (PAP) odnosi se na kratkoročno poboljšanje izvedbe (npr. skakanje) kao rezultat korištenja vježbe (npr. stražnji čučanj). To je fenomen koji akutno povećava mišićnu snagu i izvedbu nakon prethodnog potencijacijskog podražaja (PP). PP je najčešće vježba koja se izvodi s opterećenjem, a biomehanički je slična pokretu koja se izvodi nakon PP, bez opterećenja. Pokazalo se da mnoge kondicijske vježbe, npr. stražnji čučnjevi, mrtvo dizanje, pliometrija i izometrijske kontrakcije poboljšavaju naknadne izvedbe.

Na kraju, važno je razumjeti da su učinci PAP – a visoko individualizirani i stoga bi trening trebao biti posebno dizajniran za svakog sportaša kako bi se maksimizirali rezultati. Još je relativno nepoznato kolika je optimalna pauza između potencijacijske i pretvarajuće vježbe te je potrebno to dodatno istražiti, posebno za različite populacije sportaša i različite oblike aktivnosti, kako bi se mogli maksimizirati njihovi učinci. Optimalan odmor omogućava pravovremeno djelovanje i maksimalno iskorištavanje maksimalne potencijacije, ali je potrebno uzeti u obzir razinu treniranosti sportaša, budući da bolje trenirani sportaši zahtijevaju kraći interval odmora i obrnuto.

Bauer, Sansone, Mitter, Seitz i Tschan (2019) su istraživali akutne efekte stražnjih čučnjeva na *countermovement jump* u kontrastnom treningu kod utreniranih muškaraca i ova studija je osmišljena kako bi se procijenili PAP učinci stražnjeg čučnja na izvedbu *countermovement jumpa*. Rezultati su pokazali kako se *countermovement jump* poboljšao u sve tri serije umjerenog i visokog intenziteta.

Međutim, kao što mi nismo dobili rezultate koji prikazuju poboljšanje u određenim varijablama, tako nisu ni istraživači Jones i Lees (2003) koji su htjeli prikazati utjecaj teških vježbi s otporom na *countermovement jump* i *drop jump*. Rezultati su pokazali da nije bilo značajnih učinaka vježbi s otporom na *countermovement jump* i *drop jump*. Uz ovo je bitno naglasiti da izvođenje teških vježbi s otporom nije imalo nikakav negativan utjecaj na kasniju pliometrijsku izvedbu baš kao što je slučaj i u našem radu.

Ovo su neka od istraživanja koja nam pokazuju kako stražnji čučanj akutno poboljšava sprintersku izvedbu. Postoji još veliki broj istraživanja koja nam to i potvrđuju a nismo ih naveli.

10 ZAKLJUČAK

10.1 Prihvatanje/odbijanje hipoteze

Na početku ovog rada postavljene su dvije hipoteze. Odbijamo hipotezu H1, a prihvaćamo hipotezu H0 jer nije postojao statistički značajan akutni utjecaj treninga eksplozivnosti na brzinsko-eksplozivne performanse ($p > 0,05$; Tablica 4). U tablici 5 vidimo da ne postoje značajne razlike u niti jednoj promatranoj varijabli između finalnog i inicijalnog mjerenja.

10.2 Moguća ograničenja rada

U sljedećem dijelu navest će se nekoliko razloga mogućeg ograničenja rada, odnosno provođenja eksperimenta.

Jedan od razloga bio bi broj ispitanika. Da je postojao veći broj ispitanika možda bi dobili drugačije rezultate. Odnosno mogli smo povećati broj muškaraca i uz njih dodati žene tako da cjelokupan broj bude veći, a samim time i rezultat „bolji“.

Isto tako, mogli smo povećati vrijeme provođenja treninga, odnosno ponoviti ga nekoliko puta. Razlog je taj što u tom jedinom treningu može varirati raspoloženje i motivacija, te se tako može odraziti na rezultate.

Idući razlog ograničenja, odnosno zbog kojeg rezultati možda nisu ispravni je taj što tijekom provođenja ispitivanja, ispitanici nisu bili dovoljno motivirani i samim time nisu dali svoje najbolje rezultate u inicijalnim i finalnim testiranjima.

Studenti (ispitanici) su obavljali sve svoje sportske aktivnosti normalno, tako da je kod nekih moglo doći do zamora ako su npr. dan prije testiranja imali težu fizičku aktivnost.

10.3 Smjernice za daljnja istraživanja

Kako svaki rad ima priliku za nastavak i nadogradnju, tako i ovaj ima. Da bi postigli idealne uvjete, ispitanici bi trebali biti u što je moguće optimalnijem stanju za provođenje testiranja.

Stoga, prva smjernica koja se nameće za daljnja istraživanja bila bi definitivno da ispitanici ne prakticiraju nikakve druge aktivnosti nekoliko dana prije istraživanja, kako ne bi narušili rezultate u inicijalnim i finalnim testovima, a i u trenažnom procesu između inicijalnog i finalnog testiranja. Mogli smo u istraživanju osmisлити anketu u kojoj bi ispitali aktivnosti svakog ispitanika u nekoliko pitanja te bi dobili dodatne informacije koje bi mogli navesti u istraživanju.

Sljedeća smjernica za daljnja istraživanja bila bi definitivno povećanje broja ispitanika. Znamo da što više ispitanika sudjeluje u istraživanju, to je istraživanje valjanije i pouzdanije. Dakako da istraživanje ne bi bilo loše napraviti samo sa ženama i usporediti rezultate s muškom grupom.

Rezultati ovise o intenzitetu, broju serija i ponavljanja, odmoru između vježbi. Kada bi ponovili trening nekoliko puta i promijenili omjer serija, ponavljanja, odmora, možda bi dobili sasvim različite rezultate i na taj način otkrili koji je omjer najbolji da bi postigli akutni utjecaj treninga.

Uz rekreativce koje smo mi testirali, mogli bi uključiti i profesionalne sportaše kako bi istraživanje dobilo na vrijednosti. Sportaši ako bi imali ikakve promjene, te promjene bi bile minimalne, a minimalne promjene bilo u vidu pogoršanja ili poboljšanja njima znače puno.

Posljednja smjernica za daljnji rad je ta da se poveća broj varijabli u istraživanju. Kroz varijable želimo zaključiti nešto o populaciji koju smo mjerili, odnosno razlikujemo ispitanike u njihovoj visini, težini, brzini, eksplozivnosti itd. što je veći broj varijabli onda je i slika rezultata i učinkovitosti ovog treninga i procesa potpunija.

11 LITERATURA

1. Clarc, M.A., Lucett, S.C., (2010.). NASM essentials of sports performance training. Philadelphia US: Lippincott Williams & Wilkins
2. Ronnestad, B. R., Kvamme, N. H., Sunde, A., & Raastad, T. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 773-780.
3. Romić, Z. (2020). *Teorija i metodika pliometrijskog treninga* (Doctoral dissertation, University of Split. Faculty of Kinesiology).
4. Mackala, K., & Fostiak, M. (2015). Acute effects of plyometric intervention—Performance improvement and related changes in sprinting gait variability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1956-1965.
5. Bagić, N. (2023). *SISTEMATIZACIJA MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI KAO PREDIKTOR USPJEŠNOSTI U EKIPNIM I INDIVIDUALNIM SPORTOVIMA* (Diplomski rad). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:061014>
6. IZDRŽLJIVOST nogometaša, 1. RAĐO I. (2000). Izdržljivost nogometaša. Mostar: Pedagoška akademija.
7. SEKULIĆ, D. , 1. METIKOŠ D. , 2. ČULAR D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji : uvod u osnovne kinezioloske transformacije. Split: Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije.
8. MILANOVIĆ, D. , ŠALAJ S. , JUKIĆ I. , GREGOV C. (2013). Teorija treninga : kineziologija sporta. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
9. Dintiman G. B. Ward B. & Tellez T. (1997). *Sports speed* (2nd ed.). Human Kinetics.
10. Verstegen, M., & Marsello, B.; Agility and coordination. In B. Foran (Ed.), *High performance sports conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics: 139-165, 2001.
11. Chu, D. A., & Meyer, G. C. (2013). *Plyometrics*. Human Kinetics.
12. Bauer P, Sansone P, Mitter B, Makivic B, Seitz LB, Tschan H. Acute Effects of Back Squats on Countermovement Jump Performance Across Multiple Sets of a Contrast Training Protocol in Resistance-Trained Men. *J Strength Cond Res*. 2019 Apr;33(4):995-1000. doi: 10.1519/JSC.0000000000002422. PMID: 29309389.
13. Grgantov, Z., Milić, M. i Katić, R. (2013). Identification of Explosive Power Factors as Predictors of Player Quality in Young Female Volleyball Players. *Collegium antropologicum*, 37 supplement 2 (2), 61-68. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/102458>