

ULOGA TRENAŽNIH PARAMETARA U OMETAJUĆEM UČINKU KONKURENTNOG TRENINGA

Rabuzin, Vid

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:506794>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-02-21**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje akademskog naziva:
magistar kineziologije)

Vid Rabuzin

**ULOGA TRENAŽNIH PARAMETARA U
OMETAJUĆEM UČINKU KONKURENTNOG
TRENINGA**

diplomski rad

Mentor:

Doc.dr.sc. Daniel Bok

Zagreb, rujan, 2020. godina

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor: Doc.dr.sc. Daniel Bok

Student: Vid Rabuzin

ULOGA TRENAŽNIH PARAMETARA U OMETAJUĆEM UČINKU KONKURENTNOG TRENINGA

Sažetak:

Zahtjevi modernog sporta sve su veći i pogreške u planiranju i programiranju treninga moraju biti svedene na minimum. Ispunjena kalendarska sezona sastoji se od velikog broja utakmica, treninga i putovanja koji ostavljaju veoma mali prostor kondicijskim trenerima za održavanje i unapređivanje različitih motoričkih i funkcionalnih sposobnosti sportaša. Većina današnjih sportova zahtijeva visoku razinu različitih sposobnosti, zbog čega se kondicijski treneri odlučuju na istovremenu integraciju različitih tipova treninga unutar jedne trenažne sesije. Za postizanje takvih ciljeva koristi se konkurentni trening koji se sastoji od treninga izdržljivosti i treninga s opterećenjem. Velik je broj parametara kojima se može manipulirati u određenom tipu treninga (9 - intervalni i 3 - kontinuirani trening izdržljivosti te 8 - trening s opterećenjem) koje utječu na ukupan ishod ovakvog treninga. Izvođenje ova dva tipa treninga može dovesti do „ometajućeg učinka“ na optimalnu adaptaciju obje sposobnosti (izdržljivost i jakost). Velik dio dosadašnjih studija istraživao je kronične učinke konkurentnog treninga, dok je cilj ovog rada predstaviti utjecaj trenažnih parametara oba tipa treninga na akutnu reakciju konkurentnog treninga. Pregledom literature, odabrano je 6 članaka koji su korišteni u ovom radu. Zbog različitih protokola, odnosno provedbe studija, veoma je teško donositi konkretne zaključke i preporuke. Za bolje razumijevanje akutne reakcije konkurentnog treninga potrebno je kod budućih istraživanja standardizirati protokole treninga, čime bi se olakšala usporedba i praktična primjena navedenog treninga.

Ključne riječi: trening s opterećenjem, trening izdržljivosti, akutna reakcija

THE ROLE OF TRAINING PARAMETERS IN THE INTERFERENCE EFFECT OF CONCURRENT TRAINING

Abstract:

The demands of modern sports are increasing and the occurrence of mistakes in training planning and programming must be minimized. A fulfilled calendar season consists of a large number of matches, training and travel, that leave very little space for strength and conditioning trainers to maintain and improve the various motor and functional abilities of athletes. Most of today's sports require a high level of different abilities, which is why strength and conditioning trainers decide to simultaneously integrate different types of training within one training session. Concurrent training, consisting of endurance training and resistance training is used to achieve such goals. There are a large number of variables that can be manipulated in a particular type of training (9 - interval and 3 - continuous endurance training and 8 - resistance training) that affect the overall outcome of such training. Performing these two types of training can lead to a "interference effect" on the optimal adaptation of both abilities (endurance and strength). Much of the previous studies have investigated the chronic effects of concurrent training, while the aim of this paper is to present the impact of acute variables of both types of training on the acute reaction of concurrent training. A review of the literature selected 6 articles that were used in this paper. Due to different protocols and the implementation of studies, it is very difficult to draw concrete conclusions and recommendations. In order to better understanding the acute reaction of concurrent training, it is necessary to standardize training protocols in future research, which would facilitate the comparison and practical application of this training.

Key words: resistance training, endurance training, acute reaction

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. METODE	4
3. „OMETAJUĆI UČINAK“	4
3.1. Kronična hipoteza „ometajućeg učinka“	5
3.2. Akutna hipoteza „ometajućeg učinka“	5
4. AKUTNA REAKCIJA	7
4.1. Trenažni parametri	7
5. REZULTATI ZNANSTVENIH ISTRAŽIVANJA.....	10
6. RASPRAVA.....	13
6.1. Utjecaj konkurentnog treninga na gornji i donji dio tijela.....	13
6.2. Odmor između treninga izdržljivosti i treninga s opterećenjem	13
6.3. Intenzitet treninga izdržljivosti	14
6.4. Sadržaj treninga izdržljivosti	16
7. ZAKLJUČAK	17
8. LITERATURA	18
9. PRILOZI	22

1. UVOD

Naziv konkurentni trening počeo se upotrebljavati 1980. godine nakon studije koju je objavio Robert C. Hickson. Cilj inicijalne studije bio je objasniti fenomen konkurentnog treninga, odnosno adaptaciju ispitanika na kombinaciju treninga s opterećenjem i treninga izdržljivosti u usporedbi s adaptacijama na samostalni trening s opterećenjem ili trening izdržljivosti (Nader, 2006). Vježbači su bili razvrstani u 3 eksperimentalne grupe. Prva je grupa provodila trening s opterećenjem (n=8), druga grupa aerobni trening (n=8), a treća grupa je provodila kombinaciju oba tipa treninga-konkurentni trening (n=7) (Hickson, 1980). Trening s opterećenjem provodili su 5 puta tjedno kroz 10 tjedana, a trening je bio dizajniran da poveća jakost donjeg dijela tijela (čučanj, nožna fleksija, nožna ekstenzija, nožni potisak i stojeće podizanje na prste). Trening izdržljivosti provodili su 6 puta tjedno, kroz 10 tjedana, a trening se sastojao od 3 intervalna treninga na bicikl ergometru i 3 kontinuirana treninga trčanja koji su se provodili naizmjenično. Konkurentna grupa je provodila oba tipa treninga istovremeno, odnosno, trenirali su 11 puta jedno (Hickson, 1980). Jakost se jednako povećavala u grupi koja je provodila konkurentni trening i grupi koja je provodila samo trening s opterećenjem sve do otprilike 6.-7. tjedna treninga. Nakon toga, jakost se nastavila povećavati samo u grupi koja je provodila samostalni trening s opterećenjem, dok je u konkurentnoj grupi jakost stagnirala tijekom 7. i 8. tjedna i značajno se smanjila tijekom 9. i 10. tjedna treninga. Zaključeno je da konkurentni trening ima negativni učinak na pojedine mišićne adaptacije koji se naziva „ometajući učinak“ konkurentnog treninga (Hickson, 1980). Nekoliko godina kasnije, Dudley i Djamil (1985) preispituju Hicksonov zaključak i provode studiju sa mnogo manjom frekvencijom treninga (3 puta tjedno) u ukupnom trajanju od 7 tjedana, što je 3 tjedna kraće nego originalna studija. Glavno otkriće bilo je da se „ometajući učinak“ pojavljuje samo kod visokih kutnih brzina, ali i da je 7 tjedana možda prekratko vrijeme da se dokaže smanjeni razvoj maksimalne jakosti jer je u Hicksonovoj studiji konkurentna grupa dostigla plato tek nakon 7 tjedana provedenih treninga. Deset godina kasnije Craig, Lucas i Pohlman (1991) objavljuju rad o učincima konkurentnog treninga, odnosno „ometajućeg učinka“ zbog provedbe 2 vrste treninga unutar jedne trenažne sesije. Iz tog rada proizlazi akutna hipoteza koja govori o tome da zaostali umor treninga izdržljivosti može ugroziti razvoj mišićne tenzije tijekom sljedećeg treninga s opterećenjem kada su oba treninga provedena u vrlo kratkom roku, odnosno kada je odmor između 2 vrste treninga veoma kratak (Schumann i Rønnestad, 2019, str. 3). Zapravo, govori se o tome da možda ukupno

manja apsolutno podignuta težina u treningu s opterećenjem dovodi do smanjenja kronične živčano-mišićne adaptacije (jakosti), odnosno pretpostavke Hicksona u inicijalnoj studiji konkurentnog treninga. U ovoj je studiji također potvrđeno da su izvedbe donjih ekstremiteta bile slabije nakon prethodnog treninga izdržljivosti (trčanje) u odnosu na izvedbe gornjeg dijela tijela što upućuje na to da „ometajući učinak“ djeluje lokalno. Istodobno sa navedenom studijom, Sale, Jacobs, MacDougall, Garner (1990) istraživali su učinke konkurentnog treninga koji se provodi isti dan u odnosu na konkurentni trening koji se provodi naizmjeničnim danima. Provodili su treninge 2 puta tjedno kroz ukupno 20 tjedana. Povećanje maksimalne jakosti bilo je izraženije u grupi koja je trenirala naizmjeničnim danima, dok za razvoj hipertrofije i aerobnog kapaciteta nije bilo značajnije razlike između grupa. Collins i Snow (1993) uspoređivali su fiziološke adaptacije u odnosu na redosljed treninga (trening izdržljivosti + trening s opterećenjem vs trening s opterećenjem + trening izdržljivosti) (eng. „order effect“). Provodili su treninge 3 puta tjedno kroz 7 tjedana i utvrdili su da su se živčano – mišićne i kardio respiratorne adaptacije dogodile neovisno o redosljedu treninga te nisu primijetili razlike u kvaliteti treninga s opterećenjem i treninga izdržljivosti. Häkkinen i sur. (2003) u svojoj studiji objašnjavaju kako je volumen treninga možda jedan od ključnih faktora koji određuje veličinu „ometajućeg učinka“ u periodu od 21 tjedna treninga provedenih u njihovoj studiji. Rezultati govore da ne dolazi do smanjenja razvoja jakosti već eksplozivne snage i to nakon 7 tjedana treninga. Ta činjenica potvrđuje hipotezu Dudleya i Djamila iz 1985. godine da kod eksplozivne snage dolazi do „ometajućeg učinka“ zbog prethodnog treninga izdržljivosti te utječe na njen razvoj mnogo više nego na razvoj maksimalne jakosti. Da bi se utvrdili mehanizmi ometajućeg učinka provedena su i istraživanja na molekularnoj razini tijekom konkurentnog treninga. Molekularna hipoteza bazira se na istraživanjima koja su provedena na glodavcima te isti učinak nije do kraja utvrđen kod ljudi (Atherton i sur., 2005). Nakon odrađenog treninga s opterećenjem, tijelo pokreće niz signalnih proteina odnosno ciljnu molekulu rapamicina u sisavaca (mTOR). Proces se odvija unutar ljudskih stanica, a za krajnji rezultat dobije se povećanje mišićnih vlakana. Trening izdržljivosti pokreće proteinsku kinazu aktiviranu adenzin monofosfatom (AMPK) koja kao krajnji rezultat utječe na povećanje mitohondrija (Atherton i sur., 2005). Istraživanja govore da signalni protein AMPK inhibira drugi signalni protein koji blokira aktivaciju m-TOR-a. Istraživanja na ljudima nisu dokazala sasvim jednake rezultate te je zbog toga ova teorija proglašena prejednostavnom, odnosno potrebna su daljnja istraživanja da bi se utvrdila njena točnost. Budući da molekularna hipoteza nije mogla sama objasniti „ometajući učinak“, Coffey i Hawley (2017) predložili su model prema kojem vježbači

početnici imaju veći potencijal molekularnih adaptacija (bez obzira na vrstu treninga) jer će početnici tijekom konkurentnog treninga doživjeti opće adaptacije na trening te smatraju da se „ometajući“ učinak pojavljuje kod treniranih pojedinaca čiji je cilj specifična adaptacija na trening. U korist ovog modela idu rezultati njihovog rada koji govori da netrenirane osobe mogu povećati mišićnu masu nakon treninga izdržljivosti, ali i da trening s opterećenjem može unaprijediti aerobni kapacitet kod vježbača početnika. Chtara i sur. (2008) proučavali su utječe li redoslijed treninga na pojedine mišićne adaptacije te nisu pronašli razlike u redoslijedu treninga s opterećenjem + trening izdržljivosti ili obratno, već su utvrdili da je samostalni trening s opterećenjem statistički značajno povećao maksimalnu jakost i snagu u odnosu na obje vrste redoslijeda konkurentnog treninga. Lundberg i sur. (2013) govore da mišićna hipertrofija nije ugrožena konkurentnim treningom. Oni su koristili protokol koji je trajao 5 tjedana, a uključivao je treniranje jedne noge samo u treningu s opterećenjem i treniranje druge noge u konkurentnom obliku rada (aerobni trening + trening s opterećenjem). Nakon 5 tjedana, jakost i snaga bile su jednake kod obje noge, te je primijećeno kako je povećanje kvadricepsa veće kod noge koja je trenirala konkurentnim načinom u usporedbi s nogom koja je trenirana samo u treningu s opterećenjem. Problem kod navedenih istraživanja je u tome što se protokoli razlikuju od studije do studije te ih je iz tog razloga veoma teško uspoređivati i donositi konkretne zaključke. Zbog različitih provedbi treninga s opterećenjem (slobodni utezi, trenažeri), različitog sadržaja treninga izdržljivosti (trčanje, bicikl ergometar, veslački ergometar), različitog intenziteta, redoslijeda i odmora između treninga, dolazi do različitosti studija, koje na osnovu navedenog izazivaju različite adaptacije, što usporedbu među njima čini još težom (Enright, Morton, Iga i Drust, 2015).

Budući da većina dosadašnjih istraživanja konkurentnog treninga ide u smjeru kroničnih učinaka, cilj ovog rada je pregledom znanstvene literature prikazati akutnu reakciju na navedeni trening jer se i jakost i izdržljivost tretiraju konkurentno u okviru periodiziranog ciklusa treninga te su obje sposobnosti izuzetno važne za uspješnost u različitom broju sportova te su zbog toga kondicijski treneri zainteresirani za razumijevanje utjecaja pojedinih metodičkih parametara treninga na akutne reakcije tijekom konkurentnog treninga.

2. METODE

Za potrebe ovog diplomskog rada, pretraživane su sljedeće baze podataka: Google Scholar, Web of Science, PubMed i Scopus. Pronađeno je 6 radova koji odgovaraju akutnoj reakciji konkurentnog treninga (trening izdržljivosti pa trening s opterećenjem), a imaju približno slične protokole koje je moguće usporediti s određenim izlaznim parametrima. Pronađeno je još nekoliko radova vezanih uz zadanu temu, ali zbog različitih protokola koji time uzrokuju sasvim drugačiju adaptaciju nisu korišteni u ovom diplomskom radu.

3. „OMETAJUĆI UČINAK“

Iako su prvi dokazi „ometajućeg učinka“ objavljeni 1980. godine, još uvijek nisu kompletno razjašnjeni mehanizmi koji stoje iza njega (Fyfe, Laursen i Bucheit, 2019, str. 119). U posljednjih 40 godina predloženo je nekoliko hipoteza koje pokušavaju objasniti fenomen ometajućeg učinka. One uključuju nemogućnost adaptacije zbog različitih formi treninga (Docherty i Sporer, 2000), hormonalne (Bell, Syrotuik, Martin, Burnham i Quinney, 2000) i molekularne signalne promjene, kao i redoslijed treninga (Chtara i sur., 2008) te interval odmora između dva treninga unutar jedne trenažne sesije (Craig i sur., 1991). Budući da su sva navedena objašnjenja međusobno povezana, mogu se podijeliti u 2 hipoteze: 1. akutnu i 2. kroničnu. Uzevši u obzir obje hipoteze, „ometajući učinak“ može se raščlaniti na akutni „ometajući učinak“, pri čemu zaostali umor prvog treninga smanjuje učinkovitost drugog treninga i kronični „ometajući učinak“ pri čemu se adaptacija na izdržljivost ili jakost mijenja sudjelovanjem u drugom obliku treninga (Ellefsen i Baar, 2019, str. 89).

Veličina „ometajućeg učinka“ ovisi o manipulaciji varijablama konkurentnog treninga. Budući da konkurentni trening zahtijeva integraciju treninga izdržljivosti i treninga s opterećenjem u jedinstveni program, bitne varijable jesu one povezane sa treningom izdržljivosti i treningom jakosti, kao i sam redoslijed provedbe treninga te trajanje odmora između dva treninga. Tijekom godina pronađeni su suprotstavljeni dokazi o veličini i postojanju „ometajućeg učinka“ što samo po sebi pokazuje kompleksnost praktične provedbe konkurentnog treninga. Za uspješno programiranje potrebno je manipulirati varijablama kako bi se maksimalno smanjio „ometajući učinak“ treninga, a istovremeno maksimalno unaprijedile i jakost i izdržljivost (Fyfe, Laursen i Bucheit, 2019, str. 119).

3.1. Kronična hipoteza „ometajućeg učinka“

Kronična hipoteza „ometajućeg učinka“ temelji se na pretpostavci da se mišić nalazi u konfliktnoj situaciji tijekom konkurentnog treninga jer se pokušava prilagoditi objema vrstama treninga. Konkurentni trening potiče različite prilagodbe na razini skeletnih mišića u odnosu na prilagodbe koje se promatraju kada se svaki trening izvodi zasebno (Leveritt, Abernethy, Barry i Logan, 1999). Izvođenje dvije različite vrste treninga u periodiziranom programu tokom dužeg vremenskog razdoblja može umanjiti učinke treninga s opterećenjem na jakost (Hickson, 1980), mišićnu masu (Kraemer i sur., 1995) i snagu (Wilson i sur., 2012), ali bez vidljivih negativnih učinaka na efekte treninga izdržljivosti koji će imati korist od konkurentnog treninga (Ellefsen i Baar, 2019, str. 89). U svojoj meta-analizi iz 2012. godine Wilson i sur. pokušali su izvesti konačan zaključak „ometajućeg učinka“. Nakon prikupljenih istraživanja, zaključuju da konkurentni trening doprinosi razvoju jakosti i mišićne mase u nešto manjem obimu od treninga s opterećenjem koji se provodi samostalno, ali da konkurentni trening statistički značajno smanjuje razvoj snage u odnosu na trening s opterećenjem. Također, različiti sadržaji treninga izdržljivosti uzrokuju različitu veličinu „ometajućeg učinka“, te trčanje prije treninga s opterećenjem smanjuje razvoj jakosti donjeg dijela tijela. Iako postoji malo dokaza te su potrebna daljnja istraživanja u vezi postojeće teme, mogući mehanizmi kronične hipoteze „ometajućeg učinka“ jesu: 1. transformacija različitih tipova mišićnih vlakana, 2. hipertrofija mišićnih vlakana, 3. endokrine promjene i 4. promjene u regrutaciji motornih jedinica.

3.2. Akutna hipoteza „ometajućeg učinka“

Akutna hipoteza „ometajućeg učinka“ sugerira da zaostali umor, koji je posljedica treninga izdržljivosti kao komponente konkurentnog treninga, smanjuje sposobnost razvijanja mišićne tenzije tijekom treninga s opterećenjem (Craig i sur., 1991). Drugim riječima, konkurentno izvođenje treninga s opterećenjem i treninga izdržljivosti možda neće spriječiti razvoj jakosti već trening izdržljivosti neposredno prije treninga s opterećenjem rezultira smanjenom kvalitetom, volumenom i intenzitetom treninga s opterećenjem zbog zaostalog umora (Jones i Howatson, 2019, str. 139). Posljedično, ugrožena je sposobnost mišića da generira veću silu tijekom treninga s opterećenjem, a samim time je smanjen i potencijal za pozitivan adaptacijski odgovor na navedeni trening (Jones i Howatson, 2019, str. 139). Akutna hipoteza predložena je nakon što su Craig i sur. (1991) uočili smanjenje jakosti donjeg dijela tijela tijekom konkurentnog treninga (trčanje + trening s opterećenjem), dok su izvedbe gornjeg dijela tijela ostale nepromijenjene. Raspored treninga, koji je uključivao trčanje neposredno

prije treninga s opterećenjem, odgovoran je za smanjenje jakosti donjeg dijela tijela. Zaključeno je da je zaostali mišićni umor prouzročen treningom trčanja ograničavao ispitanike da donji dio tijela treniraju efikasno kao i gornji (Leveritt i sur., 1999). Također je navedeno da je vrijeme potrebno za dovoljan oporavak između trenažnih sesija ograničavajući faktor kod pokušaja istovremene adaptacije na trening s opterećenjem i trening izdržljivosti (Leveritt i sur., 1999). Akutna hipoteza ne odnosi se samo na akutnu reakciju konkurentnog treninga, već i na kronične učinke jer, ukoliko je akutna reakcija uzastopno ponavljana, ona će tijekom tjedana treninga postati kronična adaptacija. Iz tog razloga veoma je bitno poznavati akutnu reakciju konkurentnog treninga jer će se njome kontrolirati kronični učinci konkurentnog treninga.

4. AKUTNA REAKCIJA

Akutne fiziološke reakcije od vitalnoga su značaja za sposobnost ljudskog organizma da odgovori na sve promjene i zahtjeve koji su ispred njega postavljeni. Svaka, pa i najmanja aktivnost, izaziva neku fiziološku promjenu u ljudskom tijelu. Već jutarnje ustajanje iz kreveta zahtijeva akutnu fiziološku reakciju koja se pokazuje u povećanju otkucaja srca i živčano-mišićnoj aktivaciji kao i aktivaciji različitih hormona.

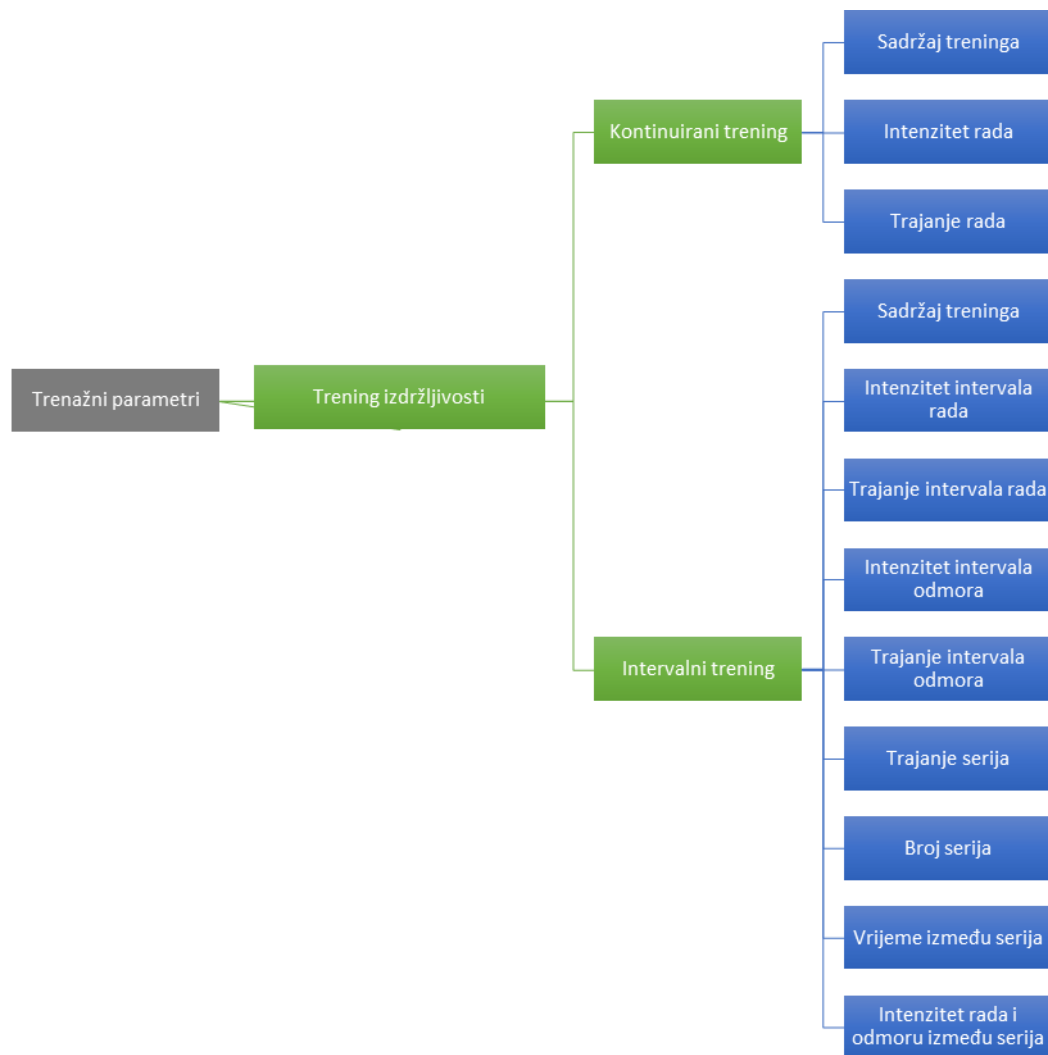
Bok (2019) navodi: „Akutna reakcija predstavlja trenutni odgovor organskih sustava sportaša na vježbu koju izvodi ili ju koju je upravo izveo. Ponavljanjem točno određene akutne reakcije različitih organskih sustava organizma, a koja je izazvana primjenom precizno dizajniranih trenažnih podražaja (vježbe ili trenažnog programa), tijelo sportaša izlaže se točno određenom fiziološkom stresu koji posljedično, nakon određenog perioda vremena, odnosno broja treninga (periodizacija), dovodi do (kronične) adaptacije.“ Samo mjerenje akutne reakcije u praksi je primjenjivo ukoliko se mjeri frekvencija srca za reakciju srčano – žilnog sustava ili mjerenje laktata za reakciju metaboličkog sustava, dok je mjerenje za reakciju mišićnog i živčanog sustava veoma komplicirano i provodi se pomoću elektromiografije (Bok, 2019).

Točno poznavanje akutne reakcije veoma je bitno za rad svakog kondicijskog trenera jer će moći izazvati potreban odgovor organizma u točno određenom trenutku koji će ga posljedično dovesti do željenih kroničnih adaptacija. Hoće li doći do željenih učinaka, ovisi o pravilnoj manipulaciji trenažnim parametrima treninga. Budući da se konkurentni trening sastoji od treninga izdržljivosti i treninga s opterećenjem, manipuliranje parametrima postaje još zahtjevnije.

4.1. Trenažni parametri

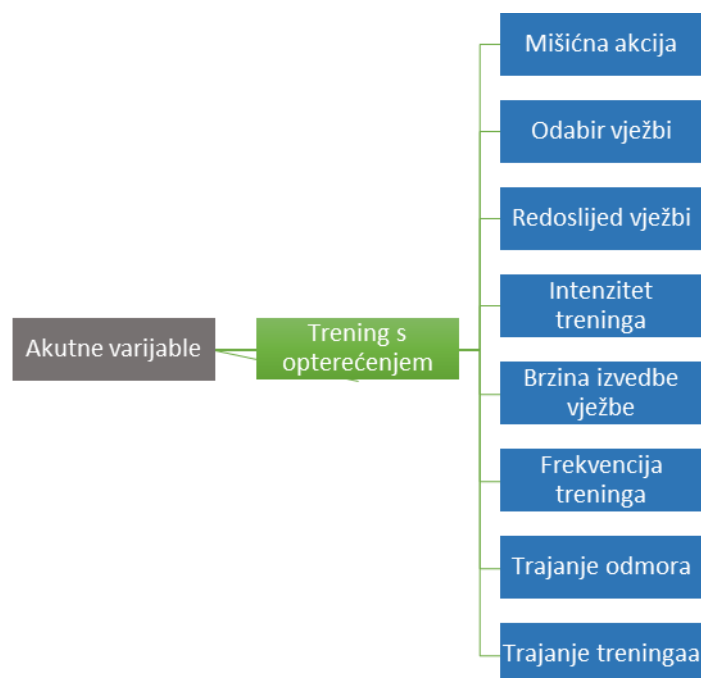
Bok (2019) navodi: „Izazivanje idealne akutne reakcije koja će omogućiti postizanje željene adaptacije organskih sustava, a koje se posljedično očituju u unapređenju neke od kondicijskih sposobnosti, postiže se preciznim manipuliranjem akutnih varijabli.“ Kompleksnost manipuliranja trenažnim parametrima treninga izdržljivosti ovisi o metodi treninga. Kod kontinuirane metode treninga postoje samo 3 parametra kojima je potrebno manipulirati: 1. sadržaj treninga, 2. intenzitet rada i 3. trajanje rada. Intervalna metoda zahtijeva puno više znanja i manipulaciju sa čak 9 trenažnih parametara: 1. sadržaj treninga, 2. intenzitet intervala rada, 3. trajanje intervala rada, 4. intenzitet intervala odmora, 5. trajanje intervala odmora, 6. trajanje serija, 7. broj serija, 8. vrijeme između serija i 9. intenzitet rada i

odmora između serija (Bok, 2019). Modifikacijom bilo kojeg trenažnog parametra izaziva se drugačija akutna reakcija, koja ipak ne ovisi samo o trenažnim parametrima treninga, već i umoru sportaša, njegovoj razini pripremljenosti, dobu dana u kojem se trening provodi, psihološkom stanju i energetskej ravnoteži (Bok, 2019).



Slika 1. Trenažni parametri treninga izdržljivosti

Trening s opterećenjem vrsta je treninga koja povećava sportsku izvedbu pozitivno djelujući na jakost, snagu, brzinu, hipertrofiju, mišićnu izdržljivost, ravnotežu i koordinaciju (Kraemer i Ratamess, 2004). Dokazani su njegovi pozitivni učinci na zdravlje i u odnosu na početak, kada su trening s opterećenjem provodili samo pojedinci, on je danas jedna od najkorištenijih metoda u kondicijskoj pripremi, ali se također koristi kod opće populacije na svim razinama, uključujući adolescente, starije osobe i kardiovaskularne bolesnike (Kraemer i Ratamess, 2004). Prije provedbe najbitnije je odrediti cilj s kojim se trening provodi (npr. povećanje mišićne mase, jakosti, snage, brzine, poboljšanje općeg zdravlja ili rehabilitacija nakon ozljede). Neki programi uključuju više ciljeva odjednom, dok su drugi usredotočeni na samo jedan cilj. S obzirom na odabrani cilj, kondicijski trener manipulira trenažnim parametrima kako bi izazvao točno predviđenu reakciju. Trening s opterećenjem sastoji se od 8 trenažnih parametara kojima je moguće manipulirati u zavisnosti o cilju treninga: 1. mišićna akcija (ekscentrična, koncentrična i izometrijska), 2. odabir vježbi (jednozglobne ili višezglobne), 3. redoslijed vježbi, 4. intenzitet treninga (prema broju ponavljanja ili %RM-a), 5. brzina izvedbe vježbe, 6. frekvencija treninga, 7. trajanje odmora između setova i vježbi i 8. trajanje treninga. Promjenom jedne ili više navedenih varijabli, mijenja se trenažni podražaj prema potrebi i zahtjevima na određenom treningu (Kraemer i Ratamess, 2004).



Slika 2. Trenažni parametri treninga s opterećenjem

5. REZULTATI ZNANSTVENIH ISTRAŽIVANJA

Tablica 1. Utjecaj konkurentnog treninga na gornji i donji dio tijela

STUDIJA	SADRŽAJ TRENINGA IZDRŽLJIVOSTI	VOLUMEN I INTENZITET TRENINGA IZDRŽLJIVOSTI	ODMOR IZMEĐU TRENINGA	SADRŽAJ TRENINGA S OPTEREĆENJEM	INTENZITET TRENINGA S OPTEREĆENJEM	REZULTATI
Tan i sur., (2014)	Orbitrek – samo donji ekstremiteti	30 min 70% F _{smax}	10 min	Potisak s ravne klupe	3 serija do otkaza 75% 1RM	PBP3S: PRK ↓3.66% EMG PRK↑
	Orbitrek – samo donji ekstremiteti	30 min 70%F _{smax}	10 min	Stražnji čučanj	3 serija do otkaza 75% 1 RM	PBP3S: SČ *↓14.29% EMG SČ ↔
Reed i sur., (2013)	Bicikl ergometar	45 min 75% F _{smax}	-	Potisak s ravne klupe	6 serija do otkaza 80% 1RM	PBP3S: PRK ↓2.35% EMG Pectoralis Major ↔ EMG Anterior Deltoid ↔ EMG Triceps*↓27.6% MVK *↓12.5% La ↑40.2%
	Bicikl ergometar	45 min 75% F _{smax}	-	Stražnji čučanj	6 serija do otkaza 80% 1 RM	PBP3S:SČ*↓15.79% EMG Vastus Lateralis↔ EMG Vastus medialis ↔ EMG Gluteus Maximus↔ MVK ↓2.3% La ↑40.2%

Legenda: PBP3S – prosječni broj ponavljanja u prve tri serije, EMG – elektromiografija, PRK – potisak sa ravne klupe, SČ – stražnji čučanj, MVK – maksimalna voljna kontrakcija,La-laktati

U radovima Tan, Coburn, Brown i Judelson (2014) i Reed, Schilling i Murlasitz (2013), vidljiv je pad u izvedbi treninga s opterećenjem kojem je prethodio trening izdržljivosti. Iako postoje razlike u protokolima, uzorku ispitanika i intenzitetu treninga s opterećenjem, mogu se usporediti rezultati izvedbe treninga s obzirom na mišićne skupine i dijelove tijela (gornji/donji). U radu Reed i sur. (2013) zaključeno je da umjereno – intenzivna aerobna aktivnost (bicikl ergometar) u trajanju od 45 minuta rezultira značajnim padom u broju ponavljanja stražnjeg čučnja (15.79%) tijekom treninga s opterećenjem. Broj ponavljanja potiska s ravne klupe ne mijenja se statistički značajno nakon aerobnog treninga (2.35%). Tan i sur. (2014) proveli su istraživanje koje uključuje iste vježbe, ali različit sadržaj treninga izdržljivosti (orbitrek). Također, umjereno intenzivna aerobna aktivnost u trajanju od 30 minuta rezultira smanjenjem broja ponavljanja u potisku s ravne klupe od 3.66%, dok broj ponavljanja značajno pada u stražnjem čučnju za 14.29%.

Tablica 2. Prikaz utjecaja treninga izdržljivosti na trening s opterećenjem nakon različitih intervala odmora

STUDIJA	SADRŽAJ TRENINGA IZD.	VOLUMEN I INTENZITET TRENINGA IZD.	ODMOR IZMEĐU TRENINGA	SADRŽAJ TRENINGA S OPT.	INTENZITET TRENINGA S OPT.	REZULTATI
Sporer i Wenger (2003)	Bicikl ergometar	6 × 3 min:3 min 95–100% p VO ₂ max	4h 8h 24h	Nožni potisak Potisak sa ravne klupe	4 serije do otkaza 75% 1RM	MBP NP: 4h:*↓25.0% 8h: *↓8.3% 24h: ↔ MBP PRK: 4h:↔ 8h:↔ 24h:↔
Panissa i sur., (2012)	Trčanje na traci	5km intervalno 1:1 min vVO ₂ max	30min 60 min 4h 8h 24h	Stražnji čučanj	4 serije do otkaza 80% 1RM	SČ: 30 min: MBP*↓21.0%, UV*↓24.6% 60 min: MBP*↓13.2% UV =*↓16.4% 4h:↔ 8h:↔ 24h:↔

Legenda: IZD. – izdržljivosti, OPT. – opterećenjem MBP – maksimalan broj ponavljanja, NP – nožni potisak, PRK – potisak sa ravne klupe, SČ – stražnji čučanj, UV – ukupni volumen

U Tablici 2. prikazani su utjecaji treninga izdržljivosti na sljedeći trening s opterećenjem s obzirom na odmor između dvije vrste treninga. U radovima Sporera i Wengera (2003) i

Panisse i sur. (2012) utvrđen je pad izvedbe treninga s opterećenjem ukoliko je odmor između treninga manji od 8 sati i to se odnosi samo na izvedbu donjeg dijela tijela (čučanji i nožni potisak). Izvedba gornjeg dijela tijela ostaje nepromijenjena bez obzira na odmor između dva treninga.

Tablica 3. Prikaz utjecaja treninga izdržljivosti na trening s opterećenjem s obzirom na različite metode aerobnog treninga

STUDIJA	SADRŽAJ TRENINGA IZD.	VOLUMEN I INTENZITET TRENINGA IZD.	ODMOR IZMEĐU TRENINGA	SADRŽAJ TRENINGA S OPT.	INTENZITET TRENINGA S OPT.	REZULTATI
De Souza i sur., (2007)	Trčanje na traci	5 km kontinuirano na brzini anaerobnog praga	10 min	Nožni potisak Potisak sa ravne klupe	1 RM 1 serija do otkaza 80% RM	MBP: NP↔ PRK↔ 1 RM NP↔ 1 RM PRK↔
	Trčanje na traci	5 km intervalno 1:1 min vVO ₂ max	10 min	Nožni potisak Potisak sa ravne klupe	1 RM 1 serija do otkaza 80% RM	MBP: NP*↓25.0%, PRK↔ 1 RM NP↔ 1 RM PRK↔
De Sailles Painelli i sur., (2014)	Trčanje na traci	5 km kontinuirano na brzini anaerobnog praga	10 min	Nožni potisak Potisak sa ravne klupe	1 RM 4 serije do otkaza 80% RM	MBP: NP↔ PRK↔ 1 RM NP↔ 1 RM PRK↔
	Trčanje na traci	5 km intervalno 1:1 min vVO ₂ max	10 min	Nožni potisak Potisak sa ravne klupe	1 RM 4 serije do otkaza 80% RM	MBP: NP*↓21.60 PRK↔ 1 RM NP↔ 1 RM PRK↔

Legenda: MBP – maksimalan broj ponavljanja, NP – nožni potisak, PRK – potisak sa ravne klupe

U Tablici 3. prikazani su rezultati dvije studije koje su istraživale utjecaj treninga izdržljivosti s obzirom na različite metode aerobnog treninga na sljedeći trening s opterećenjem. Studije imaju veoma slične protokole jer su De Sailles Painelli i sur. (2014) koristili skoro isti protokol kao De Souza i sur. (2007), a promjene se odnose na veći broj serija u treningu s opterećenjem. Pad izvedbe donjeg dijela tijela (nožni potisak) u treningu s opterećenjem u studiji De Souze i sur. (2007) iznosi 25% i sličan je rezultatima De Sailles Painellia i sur. (2014) koji su prikazali pad izvedbe donjeg dijela tijela od 21.6%. Maksimalna jakost ostala je nepromijenjena nakon provedbe obje metode aerobnog treninga.

6. RASPRAVA

6.1. Utjecaj konkurentnog treninga na gornji i donji dio tijela

Mišićna aktivnost tricepsa u radu Reeda i sur. (2013) mjerena elektromiografijom statistički je značajno niža (27.6%) u odnosu na samostalni trening s opterećenjem. Ona je rezultirala smanjenjem generiranja maksimalne mišićne sile od 12.5% tijekom maksimalne voljne kontrakcije u potisku s ravne klupe, dok isto nije primijećeno kod stražnjeg čučnja. Jedna od mogućnosti govori da je za to odgovoran centralni umor kao mehanizam akutnog „ometajućeg učinka“ zbog činjenice da je mišićna aktivnost tricepsa smanjena nakon aerobnog treninga, iako takva promjena nije zamijećena kod agonista potiska s ravne klupe – pectoralis majora i deltoid anteriora što ovu mogućnost čini veoma malo vjerojatnom. Tan i sur. (2014) mjerili su mišićnu aktivnost nakon odrađenog treninga izdržljivosti i razlike između prvog i posljednjeg ponavljanja u seriji te nema statistički značajne razlike kod potiska s ravne klupe i stražnjeg čučnja nakon aerobne aktivnosti. To sugerira da je periferni umor odgovaran za pad izvedbe u treningu s opterećenjem. Umor koji je izazvan prethodnim aerobnim treningom, a izražen smanjenim brojem ponavljanja, veoma je sličan rezultatima Reed-a i sur. (2013) koji su zamijetili pad izvedbe treninga s opterećenjem nakon aerobnog treninga. U navedenim radovima uočen je „ometajući učinak“ koji djeluje lokalno, odnosno pojavljuje se samo kod mišića koji su bili primarno aktivirani u prethodnom treningu izdržljivosti. Zbog lokalnog zamora donjeg dijela tijela, njegova izvedba smanjuju se tijekom sljedećeg treninga opterećenja, dok izvedba gornjeg dijela tijela ostaju iste. Također, slični su rezultati primijećeni i kod ostalih radova. Sporer i Wenger (2003) primjećuju pad izvedbe nožnog potiska nakon aerobnog treninga koji primarno aktivira donji dio tijela kao i De Souza i sur. (2007) i De Painelli i sur. (2014) u čijem sličnom protokolu dolazi do pada izvedbi, ali samo nakon intervalnog aerobnog treninga. U radovima Reed i sur. (2013) i Tan i sur. (2014) nema razlike između EMG-a mišića agonista u čučnju nakon aerobne aktivnosti, ali je primijećen statistički značajan pad u broju ponavljanja od 15.79% i 14.29%, što upućuje na činjenicu da je akutni „ometajući“ učinak rezultat akutnog živčano-mišićnog zamora.

6.2. Odmor između treninga izdržljivosti i treninga s opterećenjem

Jedna od najbitnijih akutnih varijabli jest odmor između treninga izdržljivosti i treninga opterećenja (Tablica 2). U dostupnoj literaturi spominje se razmak od 10 minuta do 72 sata između dva treninga, a on je veoma bitan jer utječe na izvedbu treninga s opterećenjem. Pad izvedbe u maksimalnom broju ponavljanja stražnjeg čučnja Panissa i sur. (2012) primjećuju

nakon 30 (21.0%) i 60 (13.2%) minuta razmaka dok nakon 4, 8 i 24 sata nema statistički značajne razlike. Sporer i Wenger (2003) predstavljaju pad izvedbe u maksimalnom broju ponavljanja nožnog potiska nakon 4 sata (25.0%) i nakon 8 sati (8.3%) dok nakon 24 sata nema statistički značajnog pada. Maksimalan broj ponavljanja nakon 4, 8 i 24 sata u potisku sa ravne klupe ostaje nepromijenjen. Do lošije izvedbe pri kraćem odmoru između dva treninga vrlo vjerojatno dolazi zbog zaostalog umora nakon treninga izdržljivosti, koji smanjuje kvalitetu treninga s opterećenjem smanjenjem generiranja maksimalne mišićne sile, ali i negativno djelujući na anabolički signalni odgovor (Fyfe, Bishop i Stepto, 2014) tijekom treninga s opterećenjem. Također, zaostali umor odgovoran je za manji ukupni volumen treninga s opterećenjem te se on u radu Panisse i sur. (2012) smanjuje 24.6% nakon 30 minuta odmora između dva treninga i 16.4% nakon 60 minuta odmora, što posljedično smanjuje adaptacije na trening s opterećenjem dok Sporer i Wenger (2003) nisu naveli taj podatak. Iz molekularne perspektive, privremena aktivacija nekoliko signalnih proteina (najvažniji AMPK) istovremeno prouzročena treningom izdržljivosti inhibira sintezu proteina, što dovodi do negativnog anaboličkog odgovora koji se može spriječiti adekvatnim oporavkom između dvije vrste treninga (Fyfe i sur., 2014). Zbog molekularnih promjena minimalan odmor između dva treninga trebao bi biti 3 sata jer će se time aktivnost AMPK-a vratiti na početnu razinu te neće utjecati na aktivnost mTOR-a tijekom treninga s opterećenjem (Baar, 2014). U navedenim rezultatima (Tablica 2) većim vremenskim razmakom smanjuje se pad izvedbe treninga s opterećenjem, a rezultati sugeriraju da se veličina „ometajućeg učinka“ može i ne mora smanjiti sa razmakom od 4 i 8 sati između dva treninga, dok bi razmak veći od 8 sati osigurao smanjenje veličine „ometajućeg učinka“. Budući da zaostali umor treninga izdržljivosti može utjecati na trening s opterećenjem kroz smanjeno generiranje maksimalne mišićne sile i negativnim utjecajem na molekularne odgovore tijekom treninga s opterećenjem, razmak između dvije vrste treninga unutar jedne trenažne sesije trebao bi biti osam ili više sati kako bi se maksimizirao učinak treninga.

6.3. Intenzitet treninga izdržljivosti

De Souza i sur. (2007) proveli su istraživanje različitih metoda aerobnog treninga na maksimalnu jakost i snažnu izdržljivost, čiji su protokol De Sailles Painelli i sur. (2014) primijenili uz male izmjene 7 godina kasnije. Intervalni (5 km- 1:1 min vVo₂max) i kontinuirani (5 km pri brzini anaerobnog praga) protokoli treninga izdržljivosti bili su isti, ali trening s opterećenjem se razlikuje u tome što su De Sailles Painelli i sur. (2014) povećali broj serija na 4 serije nožnog potiska do otkaza. Prema rezultatima u Tablici 3, dolazi do pada

maksimalnog broja ponavljanja nožnog potiska nakon visoko intenzivnog intervalnog treninga. Budući da on aktivira brza mišićna vlakna koja se brže umaraju, period odmora od 10 minuta vjerojatno nije bio dovoljan za oporavak mišića. Fyfe i sur. (2014) analizirali su utjecaj intenziteta treninga izdržljivosti na sljedeći trening s opterećenjem na molekularnoj razini. Visoko intenzivni trening izdržljivosti povećava veličinu molekularnog „ometajućeg učinka“ u odnosu na kontinuirani trening izdržljivosti niskog intenziteta direktno aktivirajući signalni protein AMPK koji inhibira signalni protein mTOR. Aktivnost AMPK-a povećava se u ovisnosti o intenzitetu treninga izdržljivosti, a visoko intenzivni trening izdržljivosti smanjuje sposobnost generiranja sile tijekom sljedećeg treninga s opterećenjem i povećava potrošnju glikogena brzih mišićnih vlakana, što može dovesti do povećanja zaostalog umora i inhibirajuće aktivnosti AMPK-a, pri čemu dolazi do smanjene aktivnosti mTOR-a (Fyfe i sur., 2014) i posljedično smanjene kvalitete treninga s opterećenjem koja će se nakon tjedana treninga manifestirati smanjenom adaptacijom na trening s opterećenjem. U radovima De Souza i sur. (2007) i De Sailles Painellia i sur. (2014) primijećen je pad izvedbe treninga s opterećenjem nakon visoko intenzivnog intervalnog treninga do kojeg vjerojatno dolazi zbog kratkog odmora između 2 treninga koji nije bio dovoljan za oporavak mišića i sprječavanje negativnih molekularnih promjena, dok nakon kontinuiranog treninga izdržljivosti izvedba treninga s opterećenjem ostaje ista. Ipak, Lemos i sur. (2009) direktno su uspoređivali 2 različita intenziteta kontinuiranog treninga izdržljivosti na trening s opterećenjem kod starijih žena koje su fizički aktivne. Ispitali su razlike između utjecaja 20 minutnog trčanja na traci pri intenzitetu od 60%F_{smax} i 80%F_{smax} na sljedeći trening s opterećenjem koji se sastojao od 3 x 10RM-a nožnog potiska, nožne fleksije i nožne ekstenzije. Primijećen je pad izvedbe od 16.9%, 17.0% i 31.7% između aerobnog treninga na 80%F_{smax} i 60%F_{smax}. Iz navedenih parametara može se zaključiti da veći intenzitet treninga izdržljivosti uzrokuje veći pad izvedbe treninga s opterećenjem, ali se ova studija odnosi na aktivne, starije žene. Velika je vjerojatnost da se ista studija provede na ispitanicima koji su visoko trenirani te adaptirani na visoki intenzitet treninga izdržljivosti, izvedba treninga s opterećenjem ne bi bila toliko smanjena. Nedostatak navedene studije je u tome što trening s opterećenjem nije proveden samostalno kako bi se odredila veličina pada izvedbe koja je prouzročena umorom treninga izdržljivosti.

6.4. Sadržaj treninga izdržljivosti

Trajanje treninga izdržljivosti svih navedenih radova u tablici 1, tablici 2 i tablici 3. iznosi približno 25-45 minuta pri intenzitetu 70-80% od F_{smax} ili VO_{2max} , a sadržaj treninga bio je trčanje, bicikl ergometar i orbitrek. Različiti sadržaji uzrokuju različitu veličinu „ometajućeg učinka“, ali ne utječu izravno na „ometajući učinak“, već su to mišićne skupine koje su uključene u oba treninga. Ako su u treningu izdržljivosti primarno dominantni mišići donjeg dijela tijela, onda bi u treningu s opterećenjem trebalo izbjegavati razvijanje jakosti donjeg dijela tijela i obratno ili osigurati barem dovoljno dug oporavak između dvije vrste treninga. Iako se do sada navedeni trenažni parametri odnose na trening izdržljivosti, bitno je u obzir uzeti s kojim ciljem je proveden trening s opterećenjem kako bismo razumjeli utjecaj treninga izdržljivosti i pravilno interpretirali rezultate. U navedenim je radovima trening s opterećenjem proveden do otkaza (6 studija) i mjerenjem 1RM-a (2 studije). Ovakav način treninga sigurno nije čest i trebao bi biti puno realističniji i pragmatičniji. S obzirom na navedene parametre oni su pokazatelji snažne izdržljivosti i maksimalne jakosti. Snažna izdržljivost u treningu s opterećenjem smanjena je nakon treninga izdržljivosti, dok isti taj trening u odabranim studijama ne utječe na maksimalnu jakost koja ostaje ista. Ukoliko su u treningu izdržljivosti agonisti mišići donjeg dijela tijela, tada je vrlo vjerojatno da će doći do smanjenja izvedbe donjeg dijela tijela, dok će izvedba gornjeg dijela tijela ostati nepromijenjena. Ista hipoteza važi i obratno, ako su mišići gornjeg dijela tijela agonisti tijekom treninga izdržljivosti, tada će vrlo vjerojatno biti smanjena izvedba gornjeg dijela tijela u treningu s opterećenjem, dok će izvedba donjeg dijela tijela ostati netaknuta. Također, u svim studijama koje su navedene u ovom radu, ispitanici su muškog spola. To može predstavljati problem kod interpretacije rezultata. U ukupnoj znanstvenoj literaturi koja se tiče sporta, žene su sudjelovale u oko 40% ukupnih studija objavljenih do 2014. godine (Bishop, Bartlett, Fyfe i Lee, 2019). Što se tiče studija konkurentnog treninga, taj je broj još i manji. Zbog toga je bitno napomenuti da rezultati koji vrijede za sportaše nisu jednaki onima za sportašice zbog razlike u hormonalnim adaptacijama i razlikama u adaptaciji na trening s opterećenjem (Bishop, Bartlett, Fyfe i Lee, 2019).

7. ZAKLJUČAK

Zbog zahtjeva modernog društva, rasporeda, prenatrpane kalendarske godine i drugih vanjskih utjecaja većina sportaša i rekreativaca se odlučuje za konkurentni način treniranja. Velik broj trenažnih parametara i ostalih netrenažnih faktora postavlja ispred kondicijskih trenera zahtjevno pitanje kada i kako ga provesti. Kao što je navedeno i objašnjeno u prethodnim poglavljima, čini se da je odmor između treninga izdržljivosti i treninga opterećenja u jednoj trenažnoj sesiji najbitnija varijabla u programiranju konkurentnog treninga. Kada trening izdržljivosti prethodi treningu s opterećenjem, odmor između te 2 vrste treninga trebao bi biti veći od 8 sati jer nakon tolikog odmora izvedba treninga s opterećenjem ostaje nepromijenjena. Direktnom usporedbom dva rada sa gotovo istim protokolom, utvrđuje se pad izvedbe treninga s opterećenjem nakon visoko intenzivnog intervalnog treninga, dok kontinuirani trening izdržljivosti nije utjecao na kvalitetu sljedećeg treninga s opterećenjem. Sadržaj treninga izdržljivosti utječe na trening s opterećenjem ovisno o mišićnim skupinama koje dominantno sudjeluju u treningu izdržljivosti, a kasnije treningu s opterećenjem (gornji i donji dio tijela). Unatoč tome što je konkurentni trening počeo sa svojom primjenom prije otprilike 40 godina, pregledom literature ustanovljeno je da ne postoji velik broj radova koji opisuju akutnu fiziološku reakciju tijekom jedne trenažne sesije, već je naglasak na kroničnim adaptacijama nakon nekoliko tjedana provedbe konkurentnog treninga. U dostupnim radovima ne mogu se donositi generalni zaključci jer je primijećen izostanak standardiziranih protokola treninga te su potrebna daljnja istraživanja kako bi se unaprijedila praktična primjena konkurentnog treninga. Takvim istraživanjima olakšao bi se posao kondicijskim trenerima što će posljedično dovesti do boljih sportskih rezultata.

PREPORUKE:

- Kada god je to moguće, trening s opterećenjem provoditi ≥ 8 h nakon treninga izdržljivosti.
- Kada trening s opterećenjem mora biti proveden u razmaku manjem od 8h, a trening izdržljivosti dominantno uključuje mišiće donjeg dijela tijela, fokus treninga s opterećenjem neka bude gornji dio tijela.
- Kada trening s opterećenjem mora biti proveden u razmaku manjem od 8h, a trening izdržljivosti dominantno uključuje mišiće donjeg dijela tijela, fokus treninga s opterećenjem neka bude gornji dio tijela.

- Kada se trening s opterećenjem i trening izdržljivosti provode u malom vremenskom razmaku, provoditi kontinuirani trening izdržljivosti.

8. LITERATURA

- Atherton, P.J., Babraj, J., Smith, K., Singh, J., Rennie, M.J. & Wackerhage, H. (2005). Selective activation of AMPK-PGC-1alpha or PKB-TSC2-mTOR signaling can explain specific adaptive responses to endurance or resistance training-like electrical muscle stimulation. *Official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 19(7), 786-788. doi: 10.1096/fj.04-2179fje
- Baar, K. (2014). Using molecular biology to maximize concurrent training. *Sports Medicine*, 44(2), 117-125. doi: 10.1007/s40279-014-0252-0
- Bishop, D.J., Bartlett J., Fyfe, J. & Lee, M. (2019) Methodological Considerations for Concurrent Training. U: M. Schumann & B. Rønnestad (ur.), *Concurrent Aerobic and Strength Training* (str. 191). Springer, Cham.
- Bell, G.J., Syrotuik, D., Martin, T.P., Burnham, R. & Quinney, H.A. (2000). Effect of concurrent strength and endurance-training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 81(5), 418-427. doi: 10.1007/s004210050063
- Bok, D. (2019). Analiza sadržaja i trenažnih programa u kondicijskoj pripremi sportaša: Zašto je akutna reakcija važna? L. Milanović, V. Wertheimer i I. Jukić (ur.), *Kondicijska priprema sportaša 2019* (str. 53-62). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Chtara, M., Chaouachi, A., Levin, G.T., Chaouachi, M., Chamari, K., Amri, M. & Laursen, P.B. (2008). Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1037-1045. doi: 10.1519/JSC.0b013e31816a4419
- Coffey, G.W. & Hawley, A.J. (2017). Concurrent exercise training: do opposites distract? *The Journal of Physiology*, 595(9), 2883-2896. doi: 10.1113/JP272270
- Collins, M.A. & Snow, T.K. (1993). Are adaptations to combined endurance and strength training affected by the sequence of training? *Journal of Sports Sciences*, 11(6), 485-491. doi: org/10.1080/02640419308730017

- Craig, B.W., Lucas, J., Pohlman, R. & Stelling, H. (1991). The Effect of Running, Weightlifting and a combination of Both on Growth Hormone Release. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 5(4), 198-203. Dostupno na https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/1991/11000/The_Effects_of_Running,_Weightlifting_and_a.5.aspx
- De Salles Painelli, V., Alves, V.T., Ugrinowitsch, C., Benatti, F.B., Artioli, G.G., Lancha Jr, A.H., ... Roschel, H. (2014). Creatine supplementation prevents acute strength loss induced by concurrent exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 114(8), 1749-1755. doi: 10.1007/s00421-014-2903-0.
- De Souza, E.O., Tricoli, V., Franchini, E., Paulo, A.C., Regazzini, M. & Ugrinowitsch, C. (2007). Acute effect of two aerobic exercise modes on maximum strength and strength endurance. *Journal of Strength and Conditioning*, 21(4), 1286-1290. doi: 10.1519/R-20686.1
- Docherty, D. & Sporer, B. (2000). A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Medicine*, 30(6), 385-394. doi: 10.2165/00007256-200030060-00001
- Dudley, A.G. & Djamil, R. (1985). Incompatibility of endurance- and strength-training modes of exercise. *Journal of Applied Physiology*, 59(5), 1446-1451. doi: 10.1152/jappl.1985.59.5.1446
- Ellefsen, S. & Baar, K. (2019). Proposed Mechanisms Underlying the Interference Effect. U: M. Schumann & BR., Rønnestad (ur.), *Concurrent Aerobic and Strength Training* (str. 89). Springer, Cham.
- Enright, E., Morton, P.J., Iga, J. & Drust, B. (2015). The effect of concurrent training organisation in youth elite soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 115(11), 2367-2381. doi: 10.1007/s00421-015-3218-5.
- Fyfe, J., Bishop, D.J. i Stepto, N. (2014). Interference between Concurrent Resistance and Endurance Exercise: Molecular Bases and the Role of Individual Training Variables. *Sports Medicine*, 44(6), 743-762. doi: 10.1007/s40279-014-0162-1
- Fyfe, J., Laursen, P. & Bucheit, M. (2019). Incorporating HIIT Into a Concurrent Training Program. P. Laursen & M. Bucheit (ur.), *Science and Application of high-intensity interval training* (str. 119). Champaign, IL, Human Kinetics.

- Häkkinen, K., Alen, M., Kraemer, W.J., Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Rusko, H., ... Paavolainen, L. (2003). Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European Journal of Applied Physiology*, 89(1), 42-52. doi: 10.1007/s00421-002-0751-9.
- Hickson, R.C. (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European Journal of Applied Physiology*, 45(2-3), 255-263. doi: 10.1007/BF00421333
- Kraemer, W.J. & Ratamess, N. (2004). Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(4), 674-688. doi: 10.1249/01.mss.0000121945.36635.61
- Kraemer, W.J., Patton, J.F., Gordon, S.E., Harman, E.A., Deschenes, M.R., Reynolds K., ... Dziados, J.E. (1995). Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of Applied Physiology*, 78(3), 976-989. doi: 10.1152/jappl.1995.78.3.976
- Lemos, A., Simao, R., Polito, M., Salles, B. & Alexander, J. (2009). The acute influence of two intensities of aerobic exercise on strength training performance in elderly women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1252-1257. doi: 10.1519/JSC.0b013e318192b7c1
- Leveritt, M., Abernethy, P.J., Barry, B.K. & Logan, P.A. (1999). Concurrent Strength and Endurance Training. *Sports Medicine*, 28(6), 413-427. doi: 10.2165/00007256-199928060-00004
- Lundberg, T.R., Fernandez-Gonzalo, R., Gustafsson, T. & Tesch, P.A. (2013). Aerobic exercise does not compromise muscle hypertrophy response to short-term resistance training. *European Journal of Applied Physiology*, 114(1), 81-89. doi: 10.1152/jappphysiol.01013.2012.
- Nader, G. (2006). Concurrent strength and endurance training: from molecules to man. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(11), 1965-1970. doi: 10.1249/01.mss.0000233795.39282.33
- Panissa, V.L.G., Julio, U.F., Silva, C.P., Andreato, L.V., Hardt, F. & Franchini, E. (2012). Effects of interval time between high-intensity intermittent aerobic exercise on strength performance: Analysis in individuals with different training background. *Journal of Human Sport and Exercise*, 7(4), 815-825. doi: 10.4100/jhse.2012.74.09

- Reed, J.P., Schilling, B.K. & Murlasits, Z. (2013). Acute neuromuscular and metabolic responses to concurrent endurance and resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning*, 27(3), 793-801. doi: 10.1519/JSC.0b013e31825c2d3e
- Sale, D.G., Jacobs, I., MacDougall, J.D. & Garner, S. (1990). Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. *Medicine & Science in Sports & exercise*, 22(3), 348-356. Dostupno na <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=2381303>
- Schumann, M. & Rønnestad, B.R. (2019). A Brief Historical Overview on the Science of Concurrent Aerobic and Strength Training. U: M. Schumann & BR., Rønnestad (ur.), *Concurrent Aerobic and Strength Training* (str. 3). Springer, Cham.
- Sporer, B.C. & Wenger, H.A. (2003). Effects of aerobic exercise on strength performance following various periods of recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 638-644. doi: 10.1519/1533-4287(2003)017<0638:eoaeos>2.0.co;2
- Tan, J.G., Coburn, J.W., Brown, L.E. & Judelson, D.A. (2014). Effects of a single bout of lower-body aerobic exercise on muscle activation and performance during subsequent lower- and upper-body resistance exercise workouts. *Journal of Strength and Conditioning*, 28(5), 1235-1240. doi: 10.1519/JSC.0000000000000413
- Wilson, J.M., Marin, P.J., Rhea, M.R., Wilson, S.M., Loenneke, J.P. & Anderson J.C. (2012). Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2293-2307. doi: /10.1519/JSC.0b013e31823a3e2d.

9. PRILOZI

Slike:

1. Slika 1. Trenažni parametri treninga izdržljivosti
2. Slika 2. Trenažni parametri treninga s opterećenjem

Tablice:

1. Tablica 1. Utjecaj konkurentnog treninga na gornji i donji dio tijela
2. Tablica 2. Prikaz utjecaja treninga izdržljivosti na trening s opterećenjem nakon različitih intervala odmora
3. Tablica 3. Prikaz utjecaja treninga izdržljivosti na trening s opterećenjem s obzirom na različite metode aerobnog treninga