

# USPOREDBA UČINAKA DVAJU PROGRAMA TRENINGA S OTPOROM NA MIŠIĆNU IZDRŽLJIVOST

---

Šarić, Juraj

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:117:497463>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-03**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje akademskog naziva:  
magistar)

**Juraj Šarić**

**USPOREDBA UČINAKA DVAJU PROGRAMA**  
**TRENINGA S OTPOROM NA MIŠIĆNU**  
**IZDRŽLJIVOST**

diplomski rad

**Mentor:**

**izv. prof. dr. sc. Pavle Mikulić**

Zagreb, rujan 2019.

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:

---

izv. prof. dr. sc. Pavle Mikulić

Student:

---

Juraj Šarić

Volio bih zahvaliti svojim roditeljima na konstantnoj podršci (prilikom upisa i za vrijeme studiranja) kao i svom bratu na dopuštenju za korištenjem njegove knjižnice.

Također bih zahvalio svojoj generaciji (ponajviše kolegama Orli, Foxu, Vale, Lavu, Terzi, Dori, Čeji, Šestu) što su mi obogatili iskustvo studiranja.

Naposljetku, volio bih zahvaliti svom vrhunskom (super)mentoru na vodstvu kroz studij.

## USPOREDBA UČINAKA DVAJU PROGRAMA TRENINGA S OTPOROM NA MIŠIĆNU IZDRŽLJIVOST

### Sažetak

Uz intenzitet, ekstenzitet, vrijeme oporavka, broj serija, broj ponavljanja, učestalost treninga jedna je od varijabli kojom se može optimizirati trenažni proces. Stoga je cilj ovog rada bio usporediti 2 treninga s otporom različite učestalosti i njihov utjecaj na mišićnu izdržljivost. Program treninga bio je usmjeren na razvoj mišićne hipertrofije te se provodio u trajanju od 6 mjeseci na mladim (18-32 godine), zdravim i tjelesno aktivnim muškarcima. Trenažni volumen u obje grupe ostao je izjednačen. Da bi ispitanici zadovoljili kriterij studije trebali su barem 6 mjeseci biti u redovitom tjelovježbenom procesu. Ispitanici (27 muškaraca) su bili randomizirani u 2 skupine. Jednu koja je vježbala 6 puta tjedno (6x, n=13) i drugu koja je vježbala 3 puta tjedno (3x, n=14). Mjerenje mišićne izdržljivosti se provelo na vježbama stražnjeg čučnja i potiska s ravne klupice. Intenzitet kojim su se izvodile obje vježbe prilikom testiranja bio je 60% 1RM-a. Vježbe su se izvodile do mišićnog otkaza nakon čega se bilježio broj ponavljanja. Analizom 2x2 ANOVA za ponovljena mjerenja utvrđeno je da nema razlike u veličini promjene između grupa, od inicijalnog do finalnog mjerenja, u rezultatima za promatrane testove mišićne izdržljivosti. Veličina učinka (Cohen-ov d) izračunata je za promjene između prvoga i drugoga mjerenja u testovima mišićne izdržljivosti. Skupina koja je trenirala 3x tjedno imala je veličinu učinka od 0.31 u testu potiska s ravne klupe ( $p = 0.352$ ), dok je u testu stražnjeg čučnja imala veličinu učinka 0.45 ( $p = 0.102$ ). Za skupinu koja je trenirala 6x tjedno veličina učinka iznosila je -0.13 za test potiska s ravne klupe ( $p = 0.697$ ) te za test stražnjega čučnja -0.02 ( $p = 0.947$ ). Zaključno možemo reći kako učestalost treninga nije presudna varijabla za optimizaciju trenažnog programa koji će doprinijeti razvoju mišićne izdržljivosti.

**Ključne riječi:** trenažna učestalost, mišićna izdržljivost, intenzitet treninga, volumen treninga, čučanj, potisak s ravne klupe, mišićna izdržljivost

## **COMPARISON OF THE EFFICIENCY OF TWO WEIGHT TRAINING PROGRAMS ON MUSCLE ENDURANCE**

### **Abstract**

With intensity, duration, recovery time, number of series, number of repetitions, training frequency is one of the variables that can optimize the training process. The aim of this thesis is comparative analysis of 2 resistance trainings with different frequencies and its effect on muscular endurance. The proposed training program was designed with the main goal of muscular hypertrophy development and is intended to last for 6 months. It was carried out on a group of young (18-32 years), healthy, and physically active men. All subjects have been actively trained for at least 6 months prior to this study. Training volume in both groups remained unchanged. Subjects (27 of them) were randomized in 2 groups. One group exercised for 6 times a week (6x) and other group exercised 3 times a week (3x). Measurement of muscular endurance were performed for two exercises, namely back squat and bench press. Training intensity was 60% of subjects 1RM. Exercises were performed until muscular failure, after which the number of repetitions was recorded. Statistical analysis was performed, on collected data, using 2x2 ANOVA for repeated measurement. No statistically significant difference, of muscle endurance, was detected between two groups. The effect size (Cohen's d) was calculated between initial and final measurement. The group which trained 3x a week had an effect size of 0.31 for bench press ( $p = 0.352$ ), and 0.45 for back squat ( $p = 0.102$ ). For a group that trained 6x a week, the effect size value was -0.13 for the bench press ( $p = 0.697$ ), and -0.02 for the back squat ( $p = 0.947$ ). This thesis shows that training frequency isn't a crucial variable for optimizing training program aiming at development of muscular endurance.

**Key words:** training frequency, muscle endurance, training intensity, training volume, squat, bench press,

## KRATICE KORIŠTENE U RADU

- 3x – eksperimentalna skupina koja je trenirala tri puta tjedno
- 6x – eksperimentalna skupina koja je trenirala šest puta tjedno
- $AS_1$  – aritmetička sredina inicijalnog mjerenja
- $AS_2$  – aritmetička sredina finalnog mjerenja
- $SD_1$  – standardna devijacija inicijalnog mjerenja
- $SD_2$  – standardna devijacija finalnog mjerenja
- $SD_{uz}$  – standardna devijacija uzorka
- 1RM – 1 repetitio maximum; izvođenje vježbe s otporom kojeg je moguće savladati samo jednom
- TOTAL body rutina – način rada gdje se u jednom treningu radi na svim mišićnim grupacijama (gornjeg i donjeg dijela tijela)
- SPLIT body rutina – način rada gdje se pojedine mišićne grupacije treniraju kroz različite dane u tjednu

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	8
<b>2. CILJEVI I HIPOTEZE</b> .....	11
<b>3. METODE ISTRAŽIVANJA</b> .....	12
<b>3.1 Uzorak ispitanika</b> .....	12
<b>3.2 Opis protokola</b> .....	12
3.2.1. Mišićna izdržljivost .....	12
<b>3.3 Programirani trenažni proces</b> .....	13
<b>4. METODE OBRADE PODATAKA</b> .....	17
<b>5. REZULTATI</b> .....	18
<b>4.1 Stražnji čučanj</b> .....	19
<b>4.2 Potisak s ravne klupe</b> .....	20
<b>6. RASPRAVA</b> .....	21
<b>7. ZAKLJUČAK</b> .....	24
<b>8. LITERATURA</b> .....	25



## 1. UVOD

Trening s otporom predmet je brojnih istraživanja današnjice. Razlog tomu je bolje shvaćanje učinaka trenažnog procesa na ljudski organizam. Način na koji se programira trening postaje preduvjet za postizanje zacrtanih ciljeva vježbanja. Stoga će glavni fokus ovog rada također biti trening s otporom. Možemo ga definirati kao sveobuhvatan pojam koji podrazumijeva trening s vlastitom težinom, trening s elastičnim trakama, pliometrijski trening te trening s utezima. Usko rečeno, cilj u treningu s otporom je savladati silu koja je nametnuta vježbaču. Ovisno o zadanom cilju koristit će se različiti modalitet i trenažni sustavi (Fleck i Kraemer, 2014).

Trening s opterećenjem pokazala se kao izvrsna metoda za poboljšanje zdravstvenog fitnesa bilo kojeg pojedinca. Konkretno; povećava metabolizam u mirovanju, povećava mišićnu masu, pospješuje kontrolu pokreta, brzinu hoda, samopouzdanje, kognitivne sposobnosti te pospješuje mineralnu gustoću kostiju. Na metaboličkoj razini može pomoći u prevenciji dijabetesa tipa 2 na račun povećanja osjetljivosti inzulina kao i brojčanog povećanja GLUT-4 prijenosnika za inzulin. Smanjuje krvni tlak te vrijednosti LDL-a (low density lipoprotein) te povećava vrijednosti HDL (high density lipoprotein) (Westcott, 2012). Uz brojne zdravstvene benefite, trening s otporom postao je ključna sastavnica dobro isplanirane periodizacije u sportu. Sukladno tome, unazad 50 godina trening s otporom bio je od velikog interesa u znanstvenom svijetu.

Pokazao se kao esencijalan način treniranja za poboljšanje jakosti, snage, mišićne hipertrofije, mišićne izdržljivosti, vertikalnog skoka te sprintersko skakačke aktivnosti u profesionalnom sportu i rekreaciji (Ratamess i sur., 2009; Haff i Triplett, 2016). Od navedenih sposobnosti izdržljivost se pokazala kao važna sastavnica svakodnevice, a naročito u starijoj populaciji. U usporedbi s treningom jakosti, u većoj mjeri smanjuje rizik za pojavu kardiovaskularnih bolesti (Santoro i sur., 2014). Mišićnu izdržljivost možemo definirati kao vrijeme u kojem mišić može zadržati rad pod zadanom silom. Ako mišić ne može izvesti zadani zadatak (savladati silu), on je zamoren (Hagberg, 1981).

U skladu s definicijom postoje principi koji navode optimalno vođenje treninga usmjerenog na razvoj mišićne izdržljivosti (Ratamess i sur., 2009). Sljedeći te principe sportski praktičari optimiziraju svoje treninge putem varijabli koje ih definiraju. Takve varijable su: ukupno opterećenje (koje podrazumijeva intenzitet i ekstenzitet vježbanja), intervali odmora između

vježbi i serija, modalitet vježbanja, tempo izvođenja vježbe, redoslijed vježbi te na kraju trenažna učestalost (Simão i sur., 2012). Treneri trebaju uzeti u obzir sve ove parametre prilikom izrade svog programa radi već spomenute optimizacije.

Suprotno tom polazištu, ovaj rad će drukčije pristupiti problematici i stoga takve principe neće slijediti, već će opisani trening (u radu) biti usmjeren na razvoj hipertrofije (u kojem su se koristile vježbe sa slobodnim utezima i vježbe na trenažerima). Razlog tomu je neistraženost područja gdje bi se promatralo u kojoj mjeri hipertrofijski tip treninga ima potencijalni učinak na napredak u mišićnoj izdržljivosti. Utjecaj treninga na ljudski organizam uvijek je višefaktorski/kompleksan. Stoga će biti zanimljivo vidjeti utjecaj ovakvog tipa treninga na mišićnu izdržljivost.

Nadalje, zbog već spomenute optimizacije varijabli u treningu, veliki broj radova napravljen je s fokusom na ukupni volumen treninga. No, postavlja se pitanje; koliko puta tjedno je potrebno trenirati mišićnu grupaciju kroz neki vremenski period da bi se optimizirao trenažni proces usmjeren na mišićnu izdržljivost. Nekolicina radova može se naći na temu trenažne učestalosti (Arazi i sur., 2011; Bird, Tarpenning i Marino, 2005; McLester, Bishop i Guilliams, 2000) od kojih mnogi ne prelaze frekvenciju od 3x tjedno zbog zahtjevnosti provedbe takve studije. Rad Hickson (1981) bavio se problematikom mišićne izdržljivosti i učestalosti treninga promatrane na miševima. Promatrani su markeri: citokrom c i mioglobin (zaslužni za skladištenje i transport kisika) u miševima koji su trenirali 2x, 4x i 6x tjedno (trenažni volumen nije bio izjednačen). Rezultati su pokazali kako se vrijeme do otkaza značajno povećalo za sve grupe miševa. Najveći porast je zabilježen u grupi 6x a najmanji u grupi 2x. Nadalje, zabilježeno je linearno povećanje u mioglobinu i broj citokroma c (sukladno učestalosti). Za citokrom c se linearno povećanje očitavalo u svim grupama dok se linearan pomak u mioglobinu mogao vidjeti samo za mišić vastus lateralis/crveni. Ovaj rad jasno je prikazao zavisnost učestalosti trenažne intervencije i kapaciteta za izvođenjem mišićne izdržljivosti, ali dominantno na račun povećanja mitohondrijskih markera u crvenim mišićnim vlaknima.

Daljnja problematika se nazire u tome što učestalost, kao varijabla treninga, nije posve definirana kao pojam. Neki je gledaju kao ukupan broj treninga u određenom periodu (Haff i Triplett, 2016; Bird i sur., 2005), dok određeni dio znanstvenika zagovara da se učestalost odnosi na ukupan broj treninga po mišićnim skupinama u kraćem periodu (Šarić i sur., 2018). U ovom radu smo prihvatili ideju o mišićnom opterećenju kroz tjedan. Iz tog razloga smo

morali koristiti TOTAL rutinu kao osnovu našeg programa u kojoj smo svaku mišićnu skupinu opteretili u svakom treningu. Podatak da je preporučena učestalost za trening mišićne izdržljivosti slična onom za mišićnu hipertrofiju (Ratamess i sur., 2009) ide u prilog odluci da promatramo varijable istodobno. SPLIT rutina bila bi preporučena za aktivne pojedince u učestalost treninga od 3-4x tjedno prema Bird i sur. (2005), ali ta preporuke se temelji na radovima koji nisu nadmašivali trenažnu frekvenciju od 3-4x tjedno.

Stoga će glavni ciljevi ovog rada biti utvrditi utjecaj trenažne učestalosti od 3x i 6x tjedno (srednja i visoka frekvencija treninga) na mišićnu izdržljivost te usporediti utjecaj hipertrofijskog treninga na mišićnu izdržljivost.

## **2. CILJEVI I HIPOTEZE**

Cilj ovog rada je usporediti utjecaj učestalosti (trenažne frekvencije), u treningu s otporom (primarno usmjerenog na mišićnu hipertrofiju), na mišićnu izdržljivost kod dvije grupe ispitanika od kojih je jedna vježbala tri puta tjedno (grupa 3x), a druga šest puta tjedno (grupa 6x). Trenažni volumen je bio ujednačen kod obje grupe.

Kako je trening dominantno usmjeren na razvoj mišićne hipertrofije i izjednačenog trenažnog volumena (između grupa) te kako je trenažni status ispitanika podjednak u obje grupe, postavljenom hipotezom očekujemo napredak u vidu poboljšanja mišićne izdržljivosti kod obje eksperimentalne grupe te očekujemo da neće biti razlika u veličini napretka između eksperimentalnih grupa.

### **3. METODE ISTRAŽIVANJA**

#### **3.1 Uzorak ispitanika**

Za sudjelovanje u studiji javilo se trideset dobrovoljaca. Ispitanici su bili zdravi muškarci u dobi od 20 do 30 godina. Šestomjesečno iskustvo treninga s otporom bio je preduvjet za sudjelovanje. Trening su morali provoditi barem tri puta tjedno kako bi se ispitanici smatrali valjanim uzorkom (aktivnom populacijom) za studiju. Nakon selekcije bili su nasumično raspoređeni u dvije skupine. Prva skupina vježbala je šest puta tjedno (skupina 6x; n = 15), dok je druga vježbala tri puta tjedno (skupina 3x; n = 15). Među raspoređenim skupinama nije bilo značajne razlike u tjelesnoj visini, dobi i tjelesnoj masi prije početka tjelovježbenog procesa. Ispitanici su morali sudjelovati u najmanje 90% treninga kako bi se njihova promjena smatrala relevantnom za analizu. Od ispitanika se tražilo da za vrijeme trajanja trenažnog postupka ne mijenjaju svoje prehrambene navike. Također, konzumiranje bilo kakvih ergogenih sredstava, koji bi mogli doprinijeti izvedbi, bilo je strogo zabranjeno.

Na kraju eksperimentalnog postupka 27 ispitanika (dob:  $22,9 \pm 2,1$  godine; tjelesna visina:  $183,8 \pm 5,8$  cm; tjelesna masa:  $88,5 \pm 10,7$  kg) ispunilo je zadane kriterije. Njih trojica isključeno je iz programa treninga zbog nezadovoljavanja spomenutih preduvjeta (nisu prisustvovali na 90% svih treninga). Ispitanici su bili obaviješteni o rizicima istraživanja te su potpisali informativni pristanak prije samog početka. Istraživanje je provedeno uz prethodno odobrenje Etičkoga povjerenstva Kineziološkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

#### **3.2 Opis protokola**

##### **3.2.1. Mišićna izdržljivost**

Pojedinačni 1RM bio je utvrđen za svakog ispitanika prije početka samog mjerenja mišićne izdržljivosti. Mjerenje 1RM-a provodilo se na vježbama stražnjeg čučnja i potiska s ravne klupice. Ispitanici su bili podvrgnuti testiranju u tjednu prije trenažne intervencije i u tjednu poslije trenažne intervencije. Rečeno im je da se moraju suzdržati od bilo kakvih tjelesnih aktivnosti 48-72 sata prije dana mjerenja.

Na dan mjerenja i prije provedbe ispitanici su se morali zagrijavati kroz kompleks laganih aerobnih vježbi. Izvodili su različite vježbe u trčanju u trajanju od 5 minuta. Nakon kardiovaskularnog zagrijavanja uslijedilo je specifično zagrijavanje u kojem su se spomenute vježbe izvodile s 50% 1RM-a 5 puta te se nakon 20 sekundi pauze završilo zagrijavanje s 60-80% 1RM-a od 2 do 3 ponavljanja. Nakon zagrijavanja mjerio se 1 RM, s predviđenom metodologijom, te se nakon minimalne pauze od 5 minuta započinjalo mjerenje mišićne izdržljivosti.

Preporučeni intenzitet kojim se unapređuje mišićna izdržljivost određen je na temelju preporuka (Haff i Triplett, 2016) koje zagovaraju intenzitet od  $\leq 67\%$  1 RM-a. Stoga je za procjenu mišićne izdržljivosti gornjih i donjih ekstremiteta zadan intenzitet od 60% 1 RM-a. Način mjerenja potkrijepljen je studijom (Schoenfeld i sur., 2019) u kojoj se za procjenu ove sposobnosti koristio intenzitet od 50% 1 RM-a do mišićnog otkaza.

Kriterij za izvođenje vježbe detaljno je opisan nakon čega su se vježbe izvodile do mišićnog otkaza. U testu stražnjeg čučnja, ispitanici su morali doseći položaj u kojem su natkoljenice paralelne s podlogom. Dubina čučnja se odredila za svakog ispitanika pojedinačnim postavljanjem gumene trake između stalaka. Ispitanikov zadatak bio je dotaknuti traku stražnjicom, za vrijeme izvođenja vježbe, nakon čega bi uslijedila koncentrična kontrakcija (potisak). Prilikom izvođenja potiska s ravne klupice ispitanik je bio dužan zadržati 5 točaka oslonca na klupi (glava, torakalni dio leđa, gluteus te oba stopala na podlozi). Da ponavljanje bude valjano potisak se vršio u trenutku kada je šipka dotaknula prsa vježbača.

Obje vježbe su se izvodile u tempu od 2:1 sekunde za koncentrični i ekscentrični dio kontrakcije. Vježba potisak s ravne klupice izvodila se prije čučnja nakon kojeg je uslijedio odmor od 5 minuta i tranzicija na čučanj.

### **3.3 Programirani trenažni proces**

Programirani trenažni proces obuhvaćao je 21-u vježbu kojima su bile aktivirane glavne mišićne skupine u tijelu što je vidljivo u Tablici 3.1. Skupina 3x provodila je vježbe tri puta tjedno: ponedjeljkom, srijedom i petkom, dok je skupina 6x provodila iste vježbe šest puta tjedno: ponedjeljkom, utorkom i srijedom i zatim ih ponovila četvrtkom, petkom i subotom. Nadalje, kako bi se isključio utjecaj drugih varijabli na onu promatranu (trenažnu učestalost),

ukupan trenažni volumen se izjednačio u obje promatrane grupe. Volumen treninga podrazumijeva ukupan rad koji se obavlja u zadanom vremenu, a čini ga umnožak intenziteta (npr. težina utega) i ekstenziteta (npr. broj ponavljanja). Za ovaj rad bi to konkretno značilo da je skupina 3x provodila svaku vježbu u 4 serije što iznosi sveukupno 28 serija u treningu, dok je skupina 6x provodila 2 serije na svakoj vježbi što je sveukupno 14 serija u treningu. Uz ovakav pristup, promatrane skupine su na kraju tjedna odradile isti volumen treninga, odnosno jednak broj vježbi i serija. Obije skupine radila su između 6 i 12 ponavljanja (tj. 6-12 RM do koncentričnog otkaza) za svaku seriju (McLester i sur., 2000). Uvijek se težilo napraviti veći broj ponavljanja (10-12). Kako su tjedni prolazili tako se opterećenje povećavalo, dok je broj ponavljanja ostao u zadanom rasponu (Colquhoun i sur., 2018; Schoenfeld, Ratamess, Peterson, Contreras i Tiryaki-Sonmez, 2015).

Tempo izvođenja vježbi izvodio se u omjeru od 1:2 u odnosu na koncentričnu i ekscentričnu kontrakciju (Ribeiro i sur., 2015). Odmor između serija trajao je 90 sekundi, a između vježbi dvije do tri minute (Gentil i Bottaro, 2010; McLester i sur., 2000; Ribeiro i sur., 2015). Redoslijed vježbi bio je prilagođen prostoru vježbanja. Odnosno, ispitanici su se kružno izmjenjivali po spravama najbližima njima. Prema Simão, de Salles, Figueiredo, Dias i Willardson (2012) redoslijed vježbanja nije presudna varijabla kod razvoja mišićne izdržljivosti. Ispitanici su trenirali u parovima na način da je jedan ispitanik vježbao dok bi se drugi odmarao. Svaki trening bio je pod nadzorom kineziologa i fitness trenera. Naime, dokazano je da se nadgledanjem treninga doprinosi boljoj izvedbi vježbača (Arazi i sur., 2011; Gentil i Bottaro, 2010). Unificirano zagrijavanje u trajanju od 10 minuta provodilo se prije samog početka treninga. U zagrijavanju se izvodilo trčanje sa zadatcima te vježbe dinamičkog istezanja. Navedenim vježbama zagrijalo se cijelo tijelo kako bi tada bilo spremno za nadolazeće napore u treningu (Arazi i sur., 2011).

Istraživanje je trajalo ukupno osam tjedana. Šest tjedana bilo je predviđeno za trening, dok je dva tjedno ostavljeno za testiranje i mjerenje (Colquhoun i sur., 2018; Yue, Karsten, Larumbe-Zabala, Seijo i Naclerio, 2017). Od ispitanika se zatražilo da tijekom studije ne provode nikakav oblik tjelovježbe te da zadrže životne i prehrambene navike bez puno promjena.

**Tablica 3.1:** Prikaz treninga kroz tjedan u kojem se koristila trenažna učestalost od 3x tjedno. Svaka vježba se izvodila po 4 serije do otkaza

Ponedjeljak	Utorak	Srijeda	Četvrtak	Petak	Subota
Razvlačenja sa sajlama na trenažeru	/	Razvlačenja s bučicama na ravnoj klupi	/	Razvlačenje na peck deck trenažeru	/
Veslanje u pretklonu		Sjedeće veslanje		Povlačenja na prsa na lat trenažeru	
Odručenje bučicama		Uspravno letanje sa sajlama na trenažeru		Sjedeći potisak bučicama iznad glave	
Sjedeće opružanje podlaktice iznad glave		Ležeći francuski potisak		Opružanje podlaktice sa sajlama na trenažeru	
Biceps pregib na scott trenažeru		Pregib podlaktice s bučicama		Pregib podlaktice sa šipkom	
Ležeći nožni potisak		Opružanje potkoljenice u sjedu		Stražnji čučanj	
Ležeći nožni pregib		Rumunjsko mrtvo dizanje		Ležeći nožni pregib	



**Tablica 3.2:** Prikaz treninga kroz tjedan u kojem se koristila trenažna učestalost od 6x tjedno. Svaka vježba se izvodila po 2 serije do otkaza

Ponedjeljak	Utorak	Srijeda	Četvrtak	Petak	Subota
Razvlačenja sa sajlama na trenažeru	Razvlačenja s bučicama na ravnoj klupi	Razvlačenje na peck deck trenažeru	Razvlačenja sa sajlama na trenažeru	Razvlačenja s bučicama na ravnoj klupi	Razvlačenje na peck deck trenažeru
Veslanje u pretklonu	Sjedeće veslanje	Povlačenja na prsa na lat trenažeru	Veslanje u pretklonu	Sjedeće veslanje	Povlačenja na prsa na lat trenažeru
Odručenje bučicama	Uspravno letanje sa sajlama na trenažeru	Sjedeći potisak bučicama iznad glave	Odručenje bučicama	Uspravno letanje sa sajlama na trenažeru	Sjedeći potisak bučicama iznad glave
Sjedeće opružanje podlaktice iznad glave	Ležeći francuski potisak	Opružanje podlaktice sa sajlama na trenažeru	Sjedeće opružanje podlaktice iznad glave	Ležeći francuski potisak	Opružanje podlaktice sa sajlama na trenažeru
Biceps pregib na scott trenažeru	Pregib podlaktice s bučicama	Pregib podlaktice sa šipkom	Biceps pregib na scott trenažeru	Pregib podlaktice s bučicama	Pregib podlaktice sa šipkom
Ležeći nožni potisak	Opružanje potkoljenice u sjedu	Stražnji čučanj	Ležeći nožni potisak	Opružanje potkoljenice u sjedu	Stražnji čučanj
Ležeći nožni pregib	Rumunjsko mrtvo dizanje	Ležeći nožni pregib	Rumunjsko mrtvo dizanje	Ležeći nožni pregib	Rumunjsko mrtvo dizanje

#### 4. METODE OBRADE PODATAKA

U ovom radu koristila se statistička metoda 2x2 ANOVA za ponavljana mjerenja (faktor grupa i faktor vrijeme) u svrhu utvrđivanja statističke značajnosti razlika u veličini promjene između inicijalnoga i finalnoga mjerenja između dviju skupina ispitanika (skupine 3x i skupine 6x) u oba provedena testa mišićne izdržljivosti.

Jednosmjerna ANOVA za ponavljana mjerenja (faktor vrijeme) koristila se za provjeru značajnosti promjene između inicijalnog i finalnog mjerenja za svaku varijablu i za svaku trenažnu skupinu zasebno.

Također, izračunati su deskriptivni pokazatelji za inicijalno i finalno mjerenje (koji su vidljivi u Tablici 4.1) u obliku aritmetičke sredine i standardne devijacije.

Nadalje, izračunat je Cohen-ov d (veličina učinka) za kvantifikaciju veličine promjene između inicijalnoga i finalnoga mjerenja za oba testa mišićne izdržljivosti. Način izračuna Cohen-ovog d-a prikazan je jednadžbom 3.1.

$$\text{Cohen-ov } d = \frac{AS_2 - AS_1}{SD_{uz}} \quad (3.1)$$

$$SD_{uz} = \sqrt{\frac{SD_1^2 - SD_2^2}{2}}$$

## 5. REZULTATI

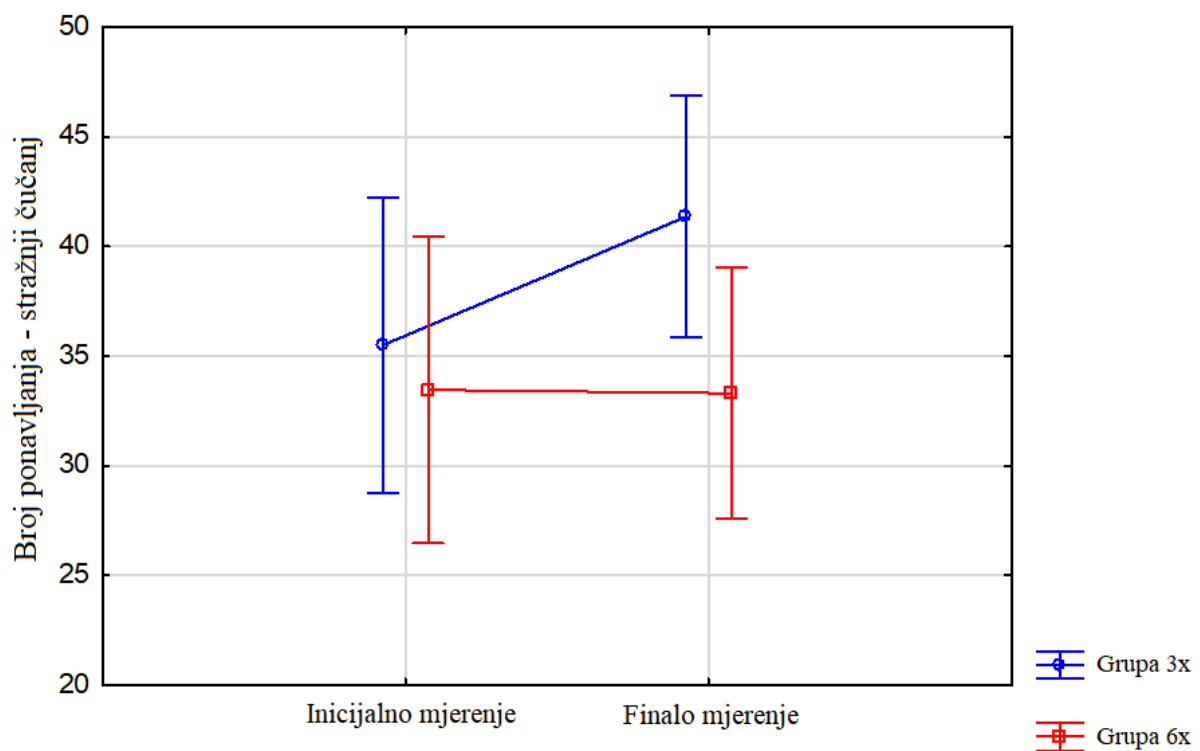
Dobivene vrijednosti mogu se naći u Tablici 4.1. Prikazani su deskriptivni pokazatelji i Cohen-ov d koji (u slučaju ovog rada) predstavlja veličinu promjene u mišićnoj izdržljivosti za zadane grupe (3x i 6x), odnosno njihov napredak. Vrijednosti Cohen-ovog d-a se interpretiraju na sljedeći način: vrijednosti od 0.20 se smatraju malim, od 0.5 srednjim, a od 0.8 velikim promjenama (Cohen, 1988).

*Tablica 4.1: Deskriptivni pokazatelji i veličine učinaka u promatranim testovima mišićne izdržljivosti*

<b>Mjera/grupa ispitanika</b>	<b>Parametri</b>	<b>Rezultati</b>
Potisak s ravne klupe - 3x	Inicijalno mjerenje	23.7±3.0
	Finalno mjerenje	24.9±4.6
	Veličina učinka (Cohenov d)	<b>0.31</b>
	Statistička značajnost	<b>p = 0.352</b>
Potisak s ravne klupe - 6x	Inicijalno mjerenje	23.4±2.1
	Finalno mjerenje	23.0±3.8
	Veličina učinka (Cohenov d)	<b>-0.13</b>
	Statistička značajnost	<b>p = 0.697</b>
Stražnji čučanj - 3x	Inicijalno mjerenje	35.5±15.1
	Finalno mjerenje	41.4±11.1
	Veličina učinka (Cohenov d)	<b>0.45</b>
	Statistička značajnost	<b>p = 0.102</b>
Stražnji čučanj - 6x	Inicijalno mjerenje	33.5±8.0
	Finalno mjerenje	33.3±8.8
	Veličina učinka (Cohenov d)	<b>-0.02</b>
	Statistička značajnost	<b>p = 0.947</b>

## 4.1 Stražnji čučanj

Osnovni zaključak: nema razlike u veličini promjene u rezultatu u testu mišićne izdržljivosti mišića donjeg dijela tijela (čučanj sa 60% 1 RM-a) između grupa koje su trenirale tri i šest puta tjedno. To zaključujemo zbog statistički neznačajnog interakcijskog efekta ( $p = 0.153$ ) između faktora grupe (grupa 3x i 6x) i faktora vremena (inicijalno-finalno mjerenje), što je vidljivo na slici 4.1.

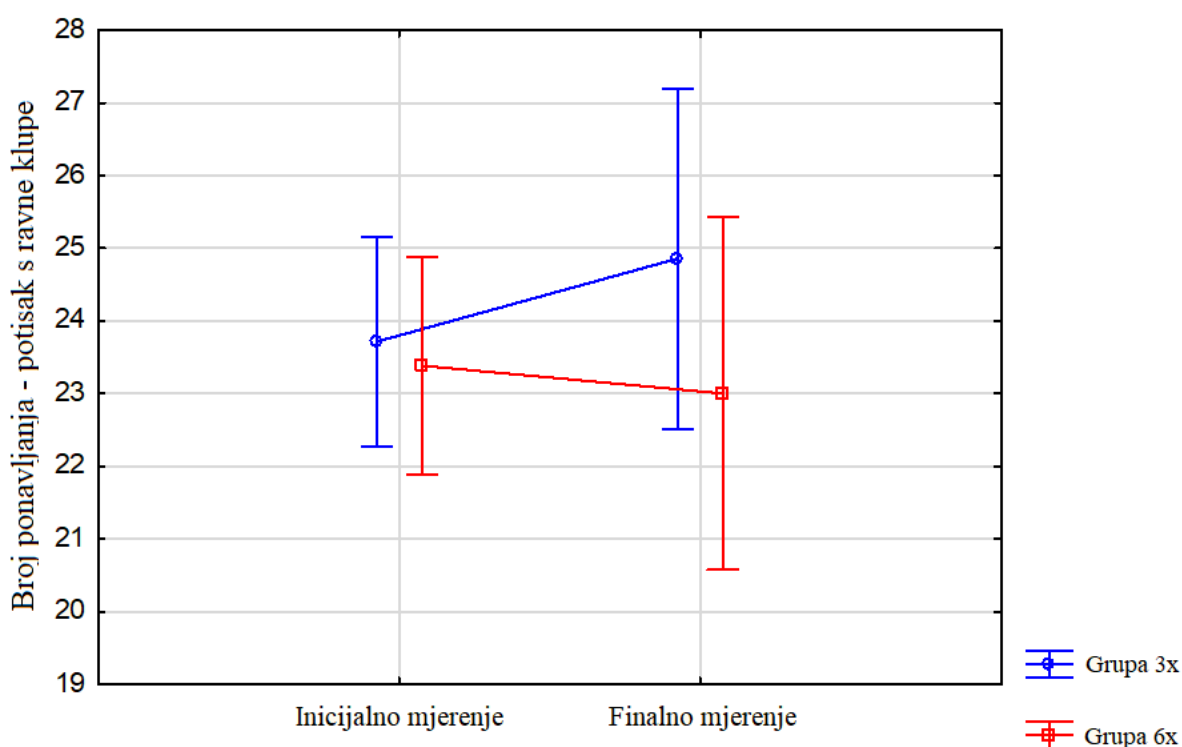


**Slika 4.1:** Rezultati ANOVA-e za ponavljana mjerenja: usporedba promjena između inicijalnoga i finalnoga mjerenja u testu stražnjeg čučnja (60% 1RM-a) između skupine 3x i skupine 6x.

Također, nije bilo statistički značajnog povećanja u rezultatu testa ni za grupu koja je trenirala tri puta tjedno (jednosmjerna ANOVA za ponavljana mjerenja:  $p = 0,102$ ) ni za grupu koja je trenirala šest puta tjedno (jednosmjerna ANOVA za ponavljana mjerenja:  $p = 0.947$ ).

## 4.2 Potisak s ravne klupe

Osnovni zaključak: nema razlike u veličini promjene u rezultatu u testu mišićne izdržljivosti mišića gornjeg dijela tijela (potisak s klupe sa 60 % 1 RM-a) između grupa koje su trenirale tri i šest puta tjedno. To zaključujemo zbog statistički neznačajnog interakcijskog efekta ( $p = 0.331$ ) između faktora grupe (grupa 3x i 6x) i faktora vremena (inicijalno-finalno mjerenje), što je vidljivo na slici 4.2.



**Slika 4.2:** Rezultati ANOVA-e za ponavljana mjerenja: usporedba promjena između inicijalnoga i finalnoga mjerenja u testu potiska s ravne klupe (60% 1RMa) između skupine 3x i skupine 6x.

Također, nije bilo statistički značajnog povećanja u rezultatu u testu ni u grupi koja je trenirala tri (jednosmjerna ANOVA za ponavljana mjerenja:  $p = 0,352$ ) ni u grupi koja je trenirala šest puta tjedno (jednosmjerna ANOVA za ponavljana mjerenja:  $p = 0.697$ ).

## 6. RASPRAVA

Trenažna frekvencija jedna je od varijabli koja može doprinijeti optimizaciji treninga te je zato glavna problematika ovog rada bila usmjerena na utvrđivanje učinkovitosti dvaju programa treninga s otporom različitih frekvencija. U ovom radu bavili smo se problematikom visoke trenažne učestalosti (u odnosu na mišićnu grupaciju) te smo stoga uspoređivali utjecaj trenažne intervencije na grupe ispitanika koje su vježbale 3 odnosno 6 puta tjedno. Dobiveni rezultati su pokazali kako ne postoji statistički značajna razlika u veličini promjene mišićne izdržljivosti između grupa koje su trenirale 3 odnosno 6 puta tjedno. Nadalje, pokazalo se kako nije došlo do statistički značajnih promjena u mišićnoj izdržljivosti na kraju trenažne intervencije niti u jednoj od promatranih grupa ispitanika. Dakle, početna hipoteza je djelomično potvrđena.

Dobivene vrijednosti u skladu su s radom Schoenfeld i sur. (2019) čiji rezultati govore kako veći volumen u jednom treningu ima manji značaj za razvoj mišićne izdržljivosti i jakosti, ali je presudan za razvoj mišićne hipertrofije. Temeljem ovog saznanja smo zaključili da je učestalost varijabla koja isto tako ima manji značaj kod programiranja treninga za razvoj mišićne izdržljivosti. Spoznaje ove studije možemo preslikati u naš zaključak jer su podaci njihove studije isto temeljeni na hipertrofijski usmjerenom treningu sličnog profila. Štoviše, treba se osvrnuti na dobivene vrijednosti koje su pokazale kako je na čučnju grupa 3x poboljšala svoju izvedbu za čak 6 ponavljanja u prosjeku (dok je grupa 6x ostala na početnim vrijednostima), unatoč tome što se nije pokazala statistička razlika u veličine promjene između grupa. Ovakvi podaci iznenađuju jer je zabilježeno kako trening s otporom može pospješiti mišićnu izdržljivost (Schoenfeld i sur., 2016).

Nedavna meta analiza Ralston, Kilgore, Wyatt, Buchan i Baker (2018) bavila se problemom tjedne trenažne frekvencije i utjecaja na jakost. Pokazalo se kako ne postoji statistički značajne razlike između visokih i niskih trenažnih frekvencija ukoliko je trenažni volumen izjednačen. Njihova interpretacija naglašava ukupni volumen treninga kao bitniju varijablu prilikom treniranja s otporom te predlažu kako se veća trenažna učestalost može koristiti kao metoda za povećanje ukupnog volumena. Stoga pretpostavljamo kako se veći pomak (unatoč statističkoj ne značajnosti) u grupi 3x prepisuje većim ukupnim volumenu po treningu. Također vjerujemo kako je velika varijabilnost u odgovoru na trening (kod ispitanika) jedan od razloga izostanka statistički značajnih promjena za jednu i drugu grupu.

Malo je radova koji su se bavili isključivo problematikom trenažne učestalosti i mišićne izdržljivosti. Dosadašnje preporuke se odnose općenito na trening s otporom. Preporučuje se trenažna učestalost od 2-3 dana u tjednu za netreniranu populaciju. Kako se trenažni status povećava, preporučuje se učestalost od 3-4 dana u tjednu dok je za trening profesionalnih sportaša preporučen trening od 4-6 dana u tjednu, odnosno 2 dana u tjednu po mišićnoj grupaciji (Bird i sur., 2005). Sljedeći ove preporuke možemo reći kako potencijalno postoji plato kod trenažne učestalosti koji ograničava daljnji napredak u provođenom treningu. Sukladno i našim rezultatima, ova tvrdnja potkrijepljena je i radom Wernbom, Augustsson i Thomeé (2007) u kojem se također zagovara ideja platoa, no za učestalosti od 2-3x tjedno.

Nadalje, naš trenažni program bio je usmjeren na hipertrofiju. Prema tome, mali pomaci u mišićnoj izdržljivosti (koji nisu dostigli razinu statističke značajnosti) mogli su biti očekivani. Ovakva interpretacija u skladu je s radom Leveritt, Abernethy, Barry i Logan (1999) koji naglašava kako se mišići ne mogu adaptirati metabolički i morfološki na trening izdržljivosti i trening jakosti istovremeno. Razlog tomu je različita adaptacija uvjetovana jednim ili drugim tipom treninga. Promjene u tipu i veličini mišićnih vlakana u treningu izdržljivosti razlikuju se od treninga hipertrofije ili jakosti. Dobar primjer toga su plivači na 50m i biciklisti na duge pruge. Plivač ima 80% brzih vlakana (tip II) dok biciklista ima 80% sporih vlakana (tip I) - vastus lateralis (Komi, 2003). Nalaže se hipoteza koja kaže kako zamor izazvan treningom izdržljivosti kompromitira sposobnost stvaranja sile za vrijeme treninga hipertrofije/jakosti. Uz to, adaptacije na trening izdržljivosti drugačije su od adaptacija na trening hipertrofije. Za izdržljivost je važna adaptacija u mitohondrijskoj gustoći i gustoći mišićnih kapilara (Komi, 2003).

Isto tako, neznčajne promjene u mišićnoj izdržljivosti za vježbu potiska s ravne klupice mogu biti uzrokovane izborom vježbi u trenažnom programu. Naime, propisani trening nije sadržavao tu vježbu. Samim time princip specifičnosti u treningu nije zadovoljen te se stoga mogao očekivati manji napredak za tu vježbu.

Promatrajući ovu studiju, mogu se uočiti neki nedostaci i neke prednosti. Jedno od ograničenja je ukupni volumen koji se lako može povećati u grupi koja je trenirala 6x tjedno. Postoji mogućnost drugačije interpretacije podataka ako bi se za tu grupu povećao ukupni trenažni volumen (npr. izvođenje 4 serije vježbi). Nadalje u ovom radu se nije strogo propisala prehrana sportaša za koju se zna da ima veliki utjecaj u trenažnom procesu (Mišigoj-Duraković, Šatalić i Sorić, 2016). Isto tako, nazire se pitanje: koja rutina (SPLIT ili TOTAL)

je bolja za poboljšanje mišićne izdržljivosti? Preporuke Bird i sur. (2005) zagovaraju SPLIT rutinu dok smo mi koristili TOTAL rutinu zbog drugačijeg pristupa definiciji učestalosti. Nadalje, zbog pozitivne veličine učinka, a nepotvrđene statističke značajnosti razlika, potreban je veći uzorak ispitanika kako bi se mogli donijeti konačni zaključci o utjecaju ovakvog tipa treninga i učestalosti na mišićnu izdržljivost. Naposljetku, rezultati ove studije ne mogu se primjenjivati na netrenirane pojedince i profesionalne sportaše zbog prevelike razlike u karakteristikama populacija.



## 7. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da učestalost treninga (usmjerenog primarno na mišićnu hipertrofiju) nema diferenciran učinak na razvoj mišićne izdržljivosti uz uvjet izjednačenog trenažnog volumena. Čini se kako je ukupni volumen treninga važnija komponenta u odnosu na trenažnu frekvenciju. Povećanjem broja serija ili trenažnih dana u tjednu (volumen za taj dan ostaje nepromijenjen) moglo bi rezultirati povećanjem ukupnog volumena treninga i time utjecati na željene ciljeve treninga.

Zaključno, trenažna učestalost od 6x tjedno neće doprinijeti boljem napretku u mišićnoj izdržljivosti (u zdravoj populaciji) u odnosu na učestalost od 3x tjedno, kada je trening usmjeren primarno na mišićnu hipertrofiju. Potrebno je napraviti još istraživanja s ovakvom tematikom kako bi se dobila jasnija slika u vidu kvalitetnog upravljanja trenažnim varijablama. Cilj sportskog stručnjaka je obratiti pozornost na umor mišića i biti oprezan kako ne bi izazvao pretreniranost klijenta. Ujedno je i njegova zadaća pametno upravljati vremenom što bi značilo da omjer uloženog i dobivenog treba težiti optimalnom.

## 8. LITERATURA

- Arazi, H., Asadi, A., Aziri, H., Asadi, A., Arazi, H., Asadi, A., Aziri, H., and Asadi, A. (2011). Effects of 8 Weeks Equal-Volume Resistance Training with Different Workout Frequency on Maximal Strength, Endurance and Body Composition. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 05(02), 112–118.
- Bird, S. P., Tarpenning, K. M., and Marino, F. E. (2005). Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular Fitness. *Sports Medicine*, 35(10), 841–851.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* Second Edition. Technical report.
- Colquhoun, R. J., Gai, C. M., Aguilar, D., Bove, D., Dolan, J., Vargas, A., Couvillion, K., Jenkins, N. D., and Campbell, B. I. (2018). Training Volume, Not Frequency, Indicative of Maximal Strength Adaptations to Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Fleck, Steven J., Kraemer, W. (2014). *Designing Resistance Training Programs*. Human kinetics, Champaign, IL, 4 edition.
- Gentil, P. and Bottaro, M. (2010). Influence of Supervision Ratio on Muscle Adaptations to Resistance Training in Nontrained Subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 639–643.
- Haff, G., & Triplett, N. T. (2016). *Essentials of strength training and conditioning*. Fourth edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hagberg, M. (1981). Muscular endurance and surface electromyogram in isometric and dynamic exercise. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, 51(1), 1–7.
- Hickson, R. C. (1981). Skeletal muscle cytochrome c and myoglobin, endurance, and frequency of training. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, 51(3), 746–9.
- Komi, P. V., IOC Medical Commission., and International Federation of Sports Medicine. (2003). *Strength and power in sport*. Blackwell Science.

- Leveritt, M., Abernethy, P. J., Barry, B. K., and Logan, P. A. (1999). Concurrent Strength and Endurance Training. *Sports Medicine*, 28(6), 413–427.
- McLester, J. R., Bishop, P., and Guilliams, M. E. (2000). Comparison of 1 Day and 3 Days Per Week of Equal-Volume Resistance Training in Experienced Subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(3), 273–281.
- Mišigoj-Duraković, Marjeta; Šatalić, Zvonimir; Sorić, M. (2016). *SPORTSKA PREHRANA. Znanje*, Zagreb.
- Ralston, G. W., Kilgore, L., Wyatt, F. B., Buchan, D., & Baker, J. S. (2018). Weekly Training Frequency Effects on Strength Gain: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 4(1):36.
- Ratamess, N. A., Alvar, B. A., Evetoch, T. K., Housh, T. J., Ben Kibler, W., Kraemer, W. J., Triplett, N. T., and college of sports medicine, A. (2009). Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 687–708.
- Ribeiro, A. S., Schoenfeld, B. J., Silva, D. R., Pina, F. L., Guariglia, D. A., Porto, M., Maestá, N., Burini, R. C., and Cyrino, E. S. (2015). Effect of two- Versus three Way split resistance training routines on body composition and muscular strength in bodybuilders: A pilot study. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(6), 559–565.
- Santoro A., Alvino F., Antonelli G., Caputo M., Padeletti M., Lisi M., Mondillo S. (2014). Endurance and strength athlete's heart: analysis of myocardial deformation by speckle tracking echocardiography. *J Cardiovasc Ultrasound*, 22, 196–204.
- Saric, J., Krieger, J. W., Lisica, D., Vuk, S., Schoenfeld, B. J., Orlic, I., and Grgic, J. (2018). Resistance Training Frequencies of 3 and 6 Times Per Week Produce Similar Muscular Adaptations in Resistance-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Krieger, J., Grgic, J., Delcas-Tillo, K., Belliard, R., and Alto, A. (2019). Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(1), 94.
- Schoenfeld, B. J., Pope, Z. K., Benik, F. M., Hester, G. M., Sellers, J., Nooner, J. L., Schnaiter, J. A., Bond-Williams, K. E., Carter, A. S., Ross, C. L., Just, B. L., Hensel-mans, M., and Krieger, J. W. (2016). Longer Interset Rest Periods Enhance Muscle Strength and

- Hypertrophy in Resistance-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 1805–1812.
- Schoenfeld, B. J., Ratamess, N. A., Peterson, M. D., Contreras, B., and Tiryaki-Sonmez, G. (2015). Influence of Resistance Training Frequency on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1821–1829.
- Simão, R., de Salles, B. F., Figueiredo, T., Dias, I., and Willardson, J. M. (2012). Exercise Order in Resistance Training. *Sports Medicine*, 42(3), 251–265.
- Wernbom, M., Augustsson, J., and Thomeé, R. (2007). The Influence of Frequency, Intensity, Volume and Mode of Strength Training on Whole Muscle Cross-Sectional Area in Humans. *Sports Medicine*, 37(3), 225–264.
- Westcott, W. L. (2012). Resistance Training is Medicine. *Current Sports Medicine Reports*, 11(4), 209–216.
- Yue, F. L., Karsten, B., Larumbe-Zabala, E., Seijo, M., and Naclerio, F. (2017). Comparison of 2 weekly-equalized volume resistance-training routines using different frequencies on body composition and performance in trained males. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*.