

POVEZANOST INTERNOG, EKSTERNOG OPTEREĆENJA I MERA PERFORMANSI U TRENINGU SNAGE SA SOPSTVENOM TEŽINOM: ULOGA STRUKTURE SETA

Arsenijević Radenko¹ , Kojić Filip² , Božić Predrag^{3,4} , Matić Milan⁵ , Berjan-Bačvarević Bobana⁶ , Jakovljević Saša⁵ , Stanković Veroljub¹ , Pažin Nemanja^{5,6} 

¹Fakultet za sport i fizičko vaspitanje, Univerzitet u Prištini, Leposavić, Srbija

²Učiteljski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

³Institut za sport i medicinu sporta, Beograd, Srbija

⁴Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet Crne Gore, Nikšić, Crna Gora

⁵Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

⁶Fakultet za menadžment u sportu, Alfa BK Univerzitet, Beograd, Srbija

ORIGINAL SCIENTEFIC ARTICLE

DOI: 10.5937/ATAVPA25276A

Sažetak: Ova studija istražuje povezanost između internog (IO), eksternog opterećenja (EO) i mere performanse (MP) u sesijama vertikalnih skokova, koristeći dve metode set strukture: tradicionalnu (TSS) i klastersku (KSS). U studiji je učestvovalo 16 ($M = 8$; $\bar{Z} = 8$) fizički aktivnih ispitanika. Sesije vertikalnog skokova sastojale su se od 144 skokova podeljenih u 12 setova, sa fiksnim brojem od 12 skokova po setu za TSS i varirajućim za KSS (od 6 do 18 skokova). Varijable EO (broj skokova, ukupna vertikalna udaljenost, prosečna visina skoka u odnosu na maksimalnu visinu, 88% telesne mase i zbir maksimalne snage), subjektivnog IO (procena doživljenog napora za noge i disanje, procena doživljenog oporavka), objektivnog IO (tj. pulsa) i MP (tj. procenat opadanja maksimalne visine skokova) korišćene su za pristup. Subjektivne varijable IO postigle su veoma visoku povezanost sa varijablama EO za obe primenjene strukture seta ($r=0.71-0.92$). Nasuprot tome, objektivna varijabla IO pokazala je generalno slabiji odnos, u rasponu od male ($r=0.11-0.20$) za KSS, do umerene i visoke ($r=0.69-0.75$) za TSS. Konačno, MP pokazala je trivijalnu do umerenu vezu sa varijablama EO i IO ($r=0.00-0.36$), nezavisno od strukture seta. Rezultati naglašavaju kompleksan odnos između IO, EO i MP tokom treninga snage sa sopstvenom težinom, sa subjektivnim varijablama koje pokazuju izuzetno visoke veze između postavljenih struktura. Izbor strukture seta značajno utiče na povezanost između IO, EO i MP, naglašavajući potrebu da treneri uzmu u obzir strukturu seta kada optimizuju trening strategije.

Glavne reči: monitoring trenažnog opterećenja, valovita varijanta, trenažni obim, sesije vertikalnih skokova

UVOD

Treneri generalno smatraju da ishod monitoringa sportista u trenažnom procesu zavisi od tipa i količine stimulusa, shvatanja odnosa uzroka i posledice između doziranog trenažnog opterećenja (TO) i odgovora na to opterećenje, što je ključno za adekvatno dizajniranje treninga (Lambert & Mujika, 2013), a što je takođe krucijalno i u treningu snage. Jednostavno nije moguće identifikovati efekat treninga bez precizne kvantifikacije i monitoringa TO (Mujika, 2013). TO najčešće se opisuje i kvantifikuje putem mera eksternog opterećenja (EO) i internog opterećenja (IO) (Bourdon et al., 2017; Impellizzeri et al., 2019; Impellizzeri et al., 2005). EO podrazumeva primenjeno TO koje je sportista podneo na treningu (Bourdon et al., 2017; Impellizzeri et al., 2005), a u treningu snage EO može se smatrati i kvantifikuje se produktom obima i intenziteta, ali takođe se može podrazumevati i izvršen rad, opadanje snage ili prosečna snaga, zadržavanje brzine i/ili generisana sila tokom savladavanja opterećenja (Bourdon et al., 2017; Foster et al., 1995; Impellizzeri et al., 2019; Scott et al., 2016). Sa druge strane, IO se odnosi na indikatore relativnog fiziološkog i psihološkog odgovora sportiste na primenjeno TO (Impellizzeri et al., 2019). Mere kao što su srčana frekvencija, nivo laktata u krvi i maksimalna potrošnja kiseonika predstavljaju objektivne mere IO, dok mere kao što su procena doživljenog napora (PDN) predstavljaju subjektivne mere IO (Bourdon et al., 2017; Impellizzeri et al., 2019).

I EO i IO imaju zasluge za bolje razumevanje TO sportiste i trenažnih adaptacija, a kombinacija ovih obeju vrsta TO-a može biti značajna za monitoring i predikciju PI (Halsen, 2014). U dostupnoj liiteraturi, analiza EO i IO u najvećoj meri ispitivana je u vidu njihove međusobne povezanosti i sa merama performanse (MP), i to u najvećem obimu u timskim sportovima (Helms et al., 2017; McLaren et al., 2018; Scanlan et al., 2014; Scott & Lovell, 2018; Taylor et al., 2018). Najveći broj studija spada u hronične, a u

najvećoj meri je ispitivana povezanost između varijabli EO, IO i MP (McLaren et al., 2018). Posebno je ohrabrujuće što ova povezanost pokazuje izuzetnu stabilnost kroz različite timske sportove. Što se tiče studija koje su se bavile akutnim efektima, često je analizirano TO kroz varijable EO i IO, a najveći broj studija obuhvatao je trening jačine i snage sa dodatim opterećenjem (Hardee et al., 2012b; Helms et al., 2017; Iglesias-Soler et al., 2012; Marston et al., 2017; Mayo et al., 2014; Oliver et al., 2015) i u jednom slučaju trening vertikalnih skokova bez dodatnog opterećenja (Pereira et al., 2011). U jednom slučaju je i utvrđena povezanost između EO i IO, i to u treningu vertikalnih skokova, ali bez manipulacije akutnim trenajnim varijablama (Pereira et al., 2011).

Bitna programska varijabla kada je u pitanju trening snage, je struktura seta (Haff et al., 2008). Sa tim u vezi, pored tradicionalne set strukture (TSS), u literaturi sve češće se i u sve većem obimu pominje klaster set struktura (KSS) (Suchomel et al., 2018). TSS dovodi do akumuliranja zamora, dok KSS dozvoljava sportistima da zadrže brzinu, snagu i performansu ponavljanja kroz set i trening, što je od esencijalne važnosti za trening snage. Ovakav tip strukture treninga uključuje korišćenje perioda odmora unutar seta, pored postojećih perioda odmora između setova (Haff et al., 2008; Haff et al., 2003). KSS kao vid modaliteta treninga ima posebno mesto i široku primenu u treningu snage, i to u treningu snage sa i bez dodatog opterećenja. U treningu snage KSS dokazano ima veće benefite od TSS, u smislu zadržavanja pravile tehnike izvođenja (Hardee et al., 2012a), zadržavanja snage i brzine ponavljanja (Hansen et al., 2011a; García-Ramos et al., 2015), poboljšavanje jačine i snage (Hansen et al., 2011b), nižeg PDN-a (Hardee et al., 2012b).

S obzirom da nema dostupnih studija koje su se bavile ispitivanjem povezanosti između EO, IO i mera performansi u akutnim uslovima, a i da se u treningu vertikalnih skokova (trening snage sa sopstvenom težinom) do sada nije bavilo ispitivanjem ove povezanosti, posebnom u primenom dva tipa strukture treninga, cilj ove studije je da istraži povezanost između internog opterećenja, eksternog opterećenja i mera performansi u sesijama vertikalnih skokova, koristeći dve metode set strukture: tradicionalnu i klaster KSS.

METODE

Ispitanici

U istraživanju je učestvovalo 16 ($M = 8$; $\bar{Z} = 8$) fizički aktivnih učesnika (23.7 ± 2.87 godina, visina $185,10 \pm 6.58$ m, telesna masa 79.50 ± 6.76 kg, indeks telesne mase 23.20 ± 0.66 kg/m) studenata Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja. Svi ispitanici bili su fizički aktivne osobe kroz nastavu na studijama Fakulteta (6-8 časova nedeljno), ali bez drugih sistematskih oblika aktivnosti minimum 5 dana pre svake sesije. Takođe, uslov za učestvovanje u eksperimentu bio je da ispitanici imaju prethodno iskustvo u izvođenju skokova kroz dosadašnje sportske aktivnosti, nastavu na Fakultetu ili učešće u prethodnim eksperimentima. Ispitanici su morali biti zdravi, bez neuroloških ili drugih vrsta oboljenja koja su mogla uticati na ishode eksperimenta ili su mogla biti pogoršana istim, posebno bez povreda koje mogu uticati na izvođenje zadataka u eksperimentu.

Procedure

Istraživanjem je realizovano eksperimentalno prikupljanje podataka radi ispitivanja primene efekata treninga vertikalnih skokova pri manipulisanju različitim strukturama seta. Navedeno istraživanje je realizovano tako da se omogući praćenje varijabli TO (EO i IO) i PI, u sesijama u kojima su se kao sredstvo izazivanja zamora koristili vertikalni skokovi. Eksperiment je bio sproveden u proleće između 9 i 14 sati u MIL-u Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, u kome je održavana temperatura vazduha između 18 i 22 °C.

Vertikalni skok sa počučnjem (eng. counter movement jump). Ovaj vid vertikalnog skoka – vertikalni skok sa počučnjem (VSP) izvodi se sa šakama na bokovima, pri čemu nisu postojali posebni zahtevi u pogledu spuštanja prilikom inicijacije skoka, a zahtevao se maksimalni skok nakon brzog i eksplozivnog počučnja. Izvođenje VSP-a u eksperimentalnim sesijama bilo je u ritmu u kojem ih ispitanik izvodi sa otprilike jednom sekundom vremenog razmaka između uzastopnih skokova. Ovaj vid skoka

podrazumevao se prilikom testiranja maksimalne visine skoka, a i kao sredstvo izazivanja zamora u eksperimentalnim sesijama u kojima su prikupljane zavisne varijable (EO, IO i PI).

Sesija upoznavanja sa eksperimentom. U ovoj sesiji izvršeno je merenje morfološkog statusa i upoznavanje ispitanika sa protokolom istraživanja. Pod protokolom istraživanja podrazumevalo se upoznavanje sa PDN CR-10 skalom (Robertson et al., 2003), skalom procene doživljenog oporavka (Laurent et al., 2011), kao i sa tipom aktivnosti – koji se koristio tokom eksperimenta (VSP), i sa korišćenom aparaturom u toku eksperimenta. Prilikom sesije upoznavanja sa eksperimentom, ispitanicima je bila prikazana sa PDN CR-10 skala (koja je bila korišćena kao set PDN – u toku sesija) sa slovni i brojčanim oznakama i objašnjeno je njeno korišćenje, kao i njeno diferencijalno korišćenje po različitim sistemima u organizmu, odnosno da je moguće procenjivati posebno doživljeni mišićni napor noge i posebno doživljeni napor u vidu disanja (zadihanost) tokom vežbanja. To je podrazumevalo prikupljanje informacija o doživljenom naporu na PDN CR-10 skali, i to posebno doživljeni napor za noge (PDNnoge) i posebno doživljeni napor za disanje (PDNdisanje) (Robertson et al., 2003). Takođe je ispitanicima bilo objašnjeno korišćenje pulsmetra koji se u eksperimentalnim sesijama postavljao pre zagrevanja, kao i da su se informacije o trenutnoj maksimalnoj srčanoj frekvenci (SFmax) davane u trenucima pauza između serija. Pored navedene skale doživljenog napora, u eksperimentu se koristila procena doživljenog oporavka (PDO) preko skale doživljenog oporavka (SDO), odnosno skala spremnosti za naredni set (Machado et al., 2018), a ispitanici su bili upitani o doživljenoj spremnosti za naredni set, takođe u pauzama između serija. Kada je bilo završeno sa objašnjavanjem prethodne skale, prelazilo se na objašnjavanje i PDO, koje se takođe sastojalo iz slovni i brojčanih oznaka.

Eksperimentanle sesije. U svakoj eksperimentalnoj sesiji izvodili su se VSP na dve platforme sile, a kao uslov za početak svake sesije bilo je da svaki ispitanik izjavi broj 0 za PDNnoge na CR-10 skali i da je SF na pulsmetru ispod 90 otkucaja u minuti. Pre početka svake eksperimentalne sesije ispitanici su imali obavezu:

- 1) Postavljanja pulsmetra i pojasa,
- 2) Zagrevanja (5 min. vožnje na bicikla ergometru, 10 min. vežbi oblikovanja sa akcentom na donje ekstremitete i 5 min. individualne pripreme),
- 3) Komandu da kod izvođenja VSP-a uvek izvode skokove maksimalne visine, i
- 4) Testiranja maksimalne visine skoka (MVS ili Hmax) (15 VSP-a sa 10-15 sek. pauze između svakog skoka). Napomena: Između testiranja MVS i početka eksperimentalne sesije bila je pauza do ispinjenja gore navedenog uslova za početak eksperimenta.

Nakon ovih procedura, započinjalo se sa eksperimentalnom sesijom i ispitanici su izvodili VSP sa pauzom između uzastopnih skokova koja je trajala otprilike 1 sek. i odmah nakon što bi završili set, specifične povratne informacije su prikupljane od ispitanika. S tim u vezi, VSP su se izvodili u sesijama tako da ispitanik započinje i zaustavlja se na komandu merioca. Ovaj vid skoka izvodio se tako da skok i doskok budu na platformama sile. U svim eksperimentalnim sesijama VSP se izvodio po unapred struktuiranim i ispitanicima objašnjenim sesijama, a specifični podaci koji su se odnosili na interne odgovore (PDNnoge, PDNdisanje, PDO i SFmax) prikupljeni su u periodu od 5 sek. od početka i pre kraja svake pauze između setova. Takođe, u svim sesijama signal sa platformama sila bio je sniman i propisno zabeležen na računaru, a naknadno su uz pomoć softvera obrađivani signali i računati mere EO i PI u VSP.

Dizajn eksperimenta

U zavisnosti od primenjene strukture seta, broj primenjenih skokova bio je različit između setova. Konkretno, tokom sesija u kojima se primenjivala klaster set struktura valovita varijanta (KSS) broj skokova je varirao od 6 do 18 ponavljanja po setu, dok tokom sesija u kojima se primenjivala tradicionalna set struktura (TSS) broj skokova bio je fiksiran od 12 ponavljanja po setu. Trenažni obim bio je analiziran kroz 12 setova, za svaki set zasebno. Dužine pauza između setova bile kod TSS su uvek iste, 2 minuta. Sa druge strane, kod KSS imale su po dve manje pauze (po 30 sekundi) i jedna veća pauza (60 sekundi), u okviru svakog seta (Grafik 1). Važno je naglasiti da je isto vreme pauze bilo u okviru jednog seta, kada se uporede TSS i KSS, kao i da je bio isti broj ponavljanja na svaka tri seta (Tabela 1 i Grafik 1).

Grafik 1 Grafički prikaz distribucije broja vertikalnih skokova po setu za Klaster set (KSS) i Tradicionalnu set strukturu (TSS)

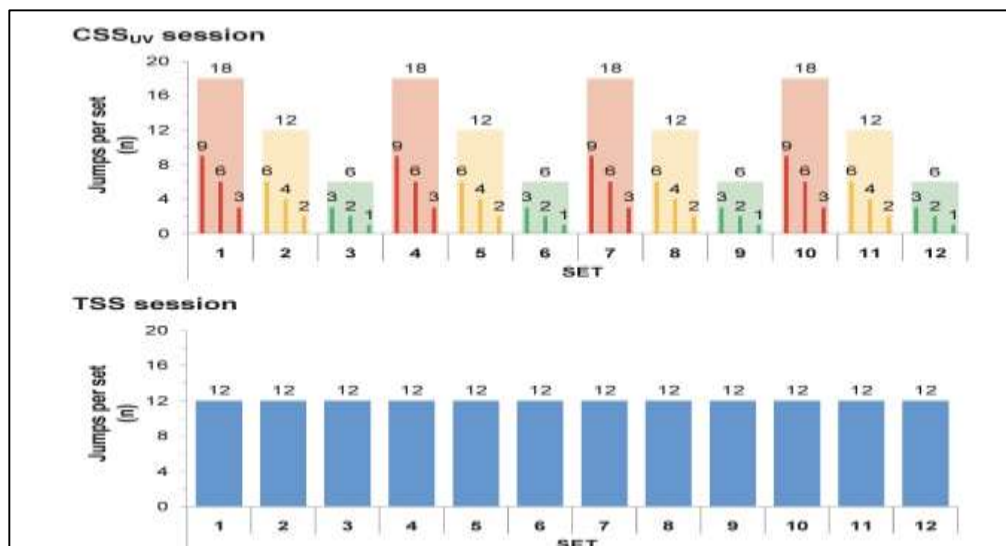


Tabela 1 Dizajn trenažnih sesija sa dve različite strukture seta: Klaster set struktura (KSS) i Tradicioanalna set struktura (TSS)

Variabe dizajna	KSS	TSS
1. period odmora unutar seta (s)	30	/
2. period odmora unutar seta (s)	30	/
Period odmora između setova (s)	60	12
Ukupan odmor po setu (s)	120	12
Ukupan odmor po sesiji (s)	1440	1440
Ukupan broj setova (n)	12	12
Ukupan broj skokova (n)	144	144

Varijable

Testiranje MVS-a. Procena MVS sastojala se od 15 ponavljanja VSP-a sa otprilike 10-15 sekundi pauza između uzastopnih skokova. Komanda je uvek bila da se skoči što više je moguće prilikom izvođenja VSP-a. U skladu sa prethodnim studijama i prema sličnim procedurama (Pereira et al., 2011), i po izjavama ispitanika zamor nikada nije dovođen u pitanje. Prosečna vrednost najviših 5 VSP-a bila je mera performanse skoka i merena je za svaku sesiju nezavisno. Ova mera bila je bazični podatak (kriterijum) za izračunavanje opadanja PI. Za izračunavanje ove varijable korišćen je poseban program dizajniran u programu LabView.

Procena morfološkog statusa. Procena morfološkog statusa realizovana je na osnovu podataka prikupljenih merenjem visine i mase tela, dobijenog u odnosu na indirektni metod računanja. Tokom svih merenja morfološkog statusa ispitanici su bili bosi i minimalno obučeni (samo kratki šorts). Merenje telesne visine (TV) izvršeno je korišćenjem antropometra po Martinu čija je tačnost merenja 1 mm. Prilikom merenja ispitanik se nalazio u standardnom stojećem stavu na čvrstoj, vodoravnoj podlozi. Stopala su bila sastavljena, a pete, sedalna regija i gornji deo leđa dodirivale su antropometar. Glava se nalazila u položaju Frankfurtske ravni i nije bilo dozvoljeno da dodiruje skalu antropometra (Norton, 2000). Merenje telesne mase (TM) bilo je izvršeno na čvrstoj, vodoravnoj podlozi korišćenjem vage čija je tačnost merenja 0,1 kg.

Varijable EO. Izabrane varijable EO obračunate su u odnosu na najčešće korišćene varijable u treningu snage sa dodatim opterećenjem. Obračunavane su prosečne vrednosti za svaki set (ukupno 12. setova) skoka. S tim u vezi, varijable EO obračunavale su se na sledeći način:

- Obim ponavljanja = br. setova $\times$ br. ponavljanja skokova
- Apsolutni obim opterećenja = br. setova $\times$ br. ponavljanja skokova $\times$ ukupna vertikalna distanca skoka (m)
- Obim opterećenja relativizovan u odnosu na MVS = br. setova $\times$ br. ponavljanja skokova $\times$ %MVS
- Indeks obima = br. setova $\times$ br. ponavljanja skokova $\times$ 88% od telesne mase
- Suma od Pmax

Subjektivne varijable IO. U obe eksperimentalne sesije zavisne subjektivne varijable IO bile su PDNnoge, PDNdisanje i PDO. Varijable vezane za PDNnoge i PDNdisanje bile su dobijene pitanjem ispitanika o doživljenom naporu u vidu brojčanih vrednosti na PDN CR-10 skali (Day et al., 2004). Pored navedenih mera IO, u eksperimentu su se u isto vreme prikupljale informacije o proceni doživljenog oporavka (PDO). Ova skala funkcioniše u obrnutom redosledu u odnosu na PDN CR-10 skalu. Skala je do sad korišćena u vidu spremnosti/oporavljenosti za naredni trening (u treningu sprinteva), kao i za naredni set (u treningu visokog intenziteta sa svojim telom kao opterećenjem) (Laurent et al., 2011).

Objektivna varijabla IO. SF merena je preko pulsmetra koji meri trenutnu SFmax, a koju prosleđuju ispitanici meriocu kada se daju informacije o IO u svakoj sesiji u pauzama između setova. Vrednosti na pulsmetru prikazane su u vidu brojčanih vrednosti otkucaja u minuti prikazanih na satu.

Performansa skoka. Ova varijabla odnosi se na varijablu koja je bila konstantno snimana na osnovu zapisa signala dobijenog preko vertikalne komponente sile reakcije podloge platformama sila i beležene preko već pripremljenog softvera na računaru. Mera MVS-a bila je bazični podatak (kriterijum) za izračunavanje opadanja performans skoka, što je dalje izraženo u procentima (%) u odnosu na MVS (Hmax) za svaki izvedeni skok u sklopu svake eksperimentalne sesije.

Instrumenti

Za prikupljanje podataka varijabli EO-a i performanse skoka korišćene su dve platforme sile kalibrisane prema specifikaciji proizvođača (AMTI, dimenzija 0,4 x 0,6 m, INC., Newton MA, USA), na kojima su ispitanici izvodili VSP prema smernicama od strane Vanretergema i saradnika (Vanrenterghem et al., 2001). Frekvencija snimanja signala bila je 1000 Hz, što je bilo obrađeno korišćenjem LabView programa koji je bio specijalno dizajniran za ovaj eksperiment (National Instruments, Version 8.2, Austin, TX, USA). Na taj način su bile izračunate varijable EO. Povratne informacije bile su prikupljane preko Borgove CR-10 skale (Robertson et al., 2003) i Skale doživljenog oporavka (Laurent et al., 2011). Kada je u pitanju prikupljanje podataka o SFmax, u svakoj eksperimentalnoj sesiji bio je korišćen „Sunto M5” pulsmetar (SUUNTO, Finland) koji se sastoji od sata i pojasa. Ispitanici sat su postavljali na zglobove leve ruke, a pojas oko trupa tako da plastični deo bude u visinu donjeg dela grudne kosti.

Analiza podataka

Izračunavanje ukupne vertikalne udaljenosti za apsolutni obim opterećenja jednačinu EO, izvršeno je sumiranjem vertikalne udaljenosti (m) svakog izvedenog skoka i za svakog ispitanika. Za izračunavanje formule EO (H_{max}) korišćena je MVS. Prosečna vrednost najviših 5 VSP-a tokom testiranja MVS-a je korišćena za određivanje % opadajuće visine skoka ($\%H_{max}$) svakog izvedenog skoka tokom sesija, za svakog pojedinačnog ispitanika. Prosečna vrednost $\%H_{max}$ za svaki set je pomnožena sa setom i brojem ponavljanja. Podaci EO i IO su izračunati za svaki skok, za svakog ispitanika posebno, iz kojih je izračunat Pirsonov koeficijent korelacije (r), za svakog ispitanika nezavisno. Zatim je izvršeno r izračunavanje da bi se uspostavila veza između EL i IL varijabli. Snaga r (Hopkins et al., 2009) kategorisana je kao: trivijalna (< 0.1), mala (0.1), umerena (0.3), visoka (0.5), izuzetno visoka (0.9). Za tumačenje r rezultata korišćeni su min-max (medijana) vrednosti r .

REZULTATI

U Tabeli 2 prikazani su rezultati povezanosti preko koeficijenta korelacije (r) eksternog opterećenja sa internim opterećenjem kroz minimalne i maksimalne vrednosti sa njihovom medijanom.

Tabela 2 Eksterno opterećenje i njegova povezanost sa internim opterećenjem prikazani kroz su min-max (medijana) vrednosti koeficijenta korelacije (r)

Eksterno opterećenje	Interno opterećenje	KSS	TSS
Br. skokova	PDNnoge	0.09-0.98 (0.83)	0.52-0.98 (0.92)
Br. skokova x %Hmax	PDNnoge	0.07-0.96 (0.86)	0.78-0.99 (0.92)
Br. skokova x ukupna vertikalna distanca skoka	PDNnoge	0.07-0.98 (0.80)	0.49-0.98 (0.88)
Br. skokova *88% od telesne mase	PDNnoge	0.09-0.98 (0.83)	0.78-0.98 (0.92)
Pmax suma	PDNnoge	0.09-0.98 (0.83)	0.53-0.98 (0.92)
Br. skokova	PDNdisanje	0.30-0.89 (0.74)	0.22-0.98 (0.90)
Br. skokova x %Hmax	PDNdisanje	0.28-0.90 (0.74)	0.22-0.98 (0.90)
Br. skokova x ukupna vertikalna distanca skoka	PDNdisanje	0.29-0.82 (0.71)	0.15-0.96 (0.82)
Br. skokova *88% od telesne mase	PDNdisanje	0.30-0.89 (0.74)	0.22-0.98 (0.90)
Pmax suma	PDNdisanje	0.30-0.89 (0.74)	0.22-0.98 (0.88)
Br. skokova	PDO	0.01-0.89 (-0.89)	0.24-0.97 (-0.91)
Br. skokova x %Hmax	PDO	0.01-0.98 (-0.90)	0.23-0.97 (-0.91)
Br. skokova x ukupna vertikalna distanca skoka	PDO	0.08-0.95 (-0.85)	0.10-0.99 (-0.90)
Br. skokova *88% od telesne mase	PDO	0.01-0.97 (0.89)	0.24-0.97 (-0.91)
Pmax suma	PDO	0.02-0.97 (-0.89)	0.24-0.97 (-0.91)
Br. skokova	SFmax	0.01-0.70 (0.20)	0.08-0.98 (0.75)
Br. skokova x %Hmax	SFmax	0.05-0.66 (0.11)	0.05-0.98 (0.75)
Br. skokova x ukupna vertikalna distanca skoka	SFmax	0.03-0.73 (0.17)	0.12-0.93 (0.69)
Br. skokova *88% od telesne mase	SFmax	0.02-0.70 (0.20)	0.08-0.98 (0.75)
Pmax suma	SFmax	0.01-0.70 (0.20)	0.07-0.98 (0.74)

Legenda: %Hmax – procenat maksimalne visine skoka; Pmax suma – suma maksimalne snage skoka; PDNnoge – procena doživljenog napora za noge; PDNdisanje – procena doživljenog napora za disanje; PDO – procena doživljenog oporavka; SFmax – maksimalna srčana frekvencija.

Tabela 3 Performansa skoka (Hmax) i njena povezanost sa eksternim i sa internim opterećenjem prikazani su kroz su min-max (medijana) vrednosti koeficijenta korelacije (r)

Eksterno/Interno opterećenje	Performansa skoka	KSS	TSS
Br. skokova	%Hmax	0.01-0.60 (0.09)	0.03-0.21 (-0.08)
Br. skokova x %Hmax	%Hmax	0.07-0.85 (0.08)	0.02-0.24 (-0.04)
Br. skokova x ukupna vertikalna distanca skoka	%Hmax	0.02-0.58 (-0.00)	0.12-0.93 (-0.10)
Br. skokova *88% od telesne mase	%Hmax	0.01-0.60 (0.09)	0.03-0.54 (-0.08)
Pmax suma	%Hmax	0.01-0.60 (0.09)	0.03-0.54 (-0.07)
PDNnoge	%Hmax	0.05-0.76 (-0.15)	0.01-0.52 (-0.05)
PDNdisanje	%Hmax	0.09-0.71 (-0.19)	0.01-0.57 (-0.09)
PDO	%Hmax	0.01-0.45 (-0.23)	0.03-0.60 (0.11)
SFmax	%Hmax	0.00-0.74 (-0.36)	0.06-0.69 (-0.14)

Tabela 3 sadrži prikaz rezultata povezanosti preko koeficijenta korelacije (r) performanse skoka sa eksternog opterećenja, i sa internim opterećenjem kroz minimalne i maksimalne vrednosti sa njihovom medijanom.

DISKUSIJA

Cilj ove studije je da istraži povezanost između internog opterećenja, eksternog opterećenja i mera performansi u sesijama vertikalnih skokova, koristeći dve metode set strukture: tradicionalnu i klaster KSS. Dobijeni podaci ukazuju da je postignuta željena povezanost EO sa IO, mada je bilo i određenih odstupanja objektivne varijable IO (SFmax), kao i da KSS struktura narušava/umanjuje povezanost kod svih ispitanih varijabli.

Subjektivne varijable IO su postigle su veoma visoku povezanost sa varijablama EO za obe primenjene strukture seta (medijane: $r = 0.71 - 0.92$). Međutim, može se primetiti da kod KSS sesija ta povezanost je nešto manja (medijane: $r = 0.71 - 0.90$) nego kod TSS sesija (medijane: $r = 0.82 - 0.92$). Nasuprot tome, objektivna varijabla IO (SFmax) je generalno pokazala slabiji odnos, u rasponu od malog ($r = 0.11 - 0.20$) za KSS do umerenog i visokog ($r = 0.69 - 0.75$) za TSS. Ovi vrlo interesantni pronalasci ukazuju da je subjektivne mere IO pokazuju stabilniji odnos sa raznim merama EO, nezavisno od strukture seta. Takođe, treba naglasiti da je u podacima primećeno da KSS narušava povezanost između mera IO i mera EO, u odnosu na TSS. Što se tiče istraživačkih radova koji su se bavili ovom tematikom u treningu vertikalnih skokova, jedino je ispitivana povezanost broja skokova i set PDN-a (Pereira et al., 2011), i utvrđena je takođe izuzetno visoka povezanost ($r = 0.97 - 0.99$), što ide u korist i potvrđuje naše nalaze, mada u ovoj studiji nije bilo primene strukture seta ili neke druge akutne trenažne varijable.

Mera performanse skoka (%Hmax) pokazala je trivijalan do umeren odnos sa varijablama EO i IO ($r = 0.00 - 0.36$), nezavisno od strukture seta. Ovo ukazuje da povezanost mera performansi skoka sa merama IO i EO ne može biti potvrđena, posebno je razlog to što KSS manje pauze dozvoljavaju nadoknađivanje metabolita, a i zadržavanje performansi skoka na visokom nivou, dok subjektivne mere linearno rastu/opadaju. Uspostavljanje ove veze u akutnim studijama do sada, nije pronađeno, prema našim saznanjima. Studije koje su analizirale povezanost EO i IO sa merama performanse skoka, pronađene su u timskim sportovima (Helms et al., 2017; McLaren et al., 2018; Scanlan et al., 2014; Scott & Lovell, 2018; Taylor et al., 2018), i tu su veze bile umereno do velike (McLaren et al., 2018). Ovi pronalasci iako nisu u potpunosti ohrabrujući, ipak zahtevaju dalja ispitivanja i utvrđivanja relacija.

Što se tiče prednosti naše studije, treba istaći da ovo studija gde se prvi put uspostavlja povezanost više mera EO sa više mera IO, kao i da se ispitivala povezanost EO i IO sa merom performanse skoka. Pored toga, ove povezanosti su ispitivane u uslovima primene dve različite strukture seta kroz dve odvojene trenažne sesije. U praktičnom smislu, treneri i stručnjaci mogu imati saznanja o razumevanju odnosa trenažne doze i odgovora na trenažnu dozu, kao i kakav je odnos performanse skoka sa ovim odnosom. Takođe, iz podataka može se zaključiti da su subjektivne mere IO podesnije i bolje prate trenažnu dozu (EO) u smislu monitoringa trenažnog opterećenja vertikalnih skokova, za razliku od objektivne mere IO.

Ograničenja studije mogu biti nedostupnost sportista vrhunskog nivoa, kao i nedostatak praćenja podataka o oporavku nakon treninga.

ZAKLJUČAK

Rezultati ističu zamršen odnos između mera IO i EO tokom sesija vertikalnog skoka, sa subjektivnim varijablama koje pokazuju izuzetno visoke relacije na primenjene strukture seta. Objektivna mera IO demonstrirala je manje veze od mera subjektivnog IO. Očigledno je da je podesnije korišćenje subjektivnih mera IO u treningu snage bez dodatog opterećenja, ukoliko želimo preciznije podatke i praćenje odnosa trenažne doze i odgovora na tu trenažnu dozu. Mera performanse skoka nije uspjela da uspostavi značajniju vezu sa merama EO i IO. Izbor strukture seta značajno utiče na korelaciju između IO, EO i performanse skoka, naglašavajući potrebu da treneri uzmu u obzir strukturu seta kada optimizuju strategije treninga.

LITERATURA

1. Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gustin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *Int J Sports Physiol Perform*, 12(Suppl 2), S2161-s2170. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0208>

2. Foster, C., Hector, L. L., Welsh, R., Schrager, M., Green, M. A., & Snyder, A. C. (1995). Effects of specific versus cross-training on running performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 70(4), 367-372. <https://doi.org/10.1007/bf00865035>
3. García-Ramos, A., Padial, P., Haff, G. G., Argüelles-Cienfuegos, J., García-Ramos, M., Conde-Pipó, J., & Feriche, B. (2015). Effect of Different Interrepetition Rest Periods on Barbell Velocity Loss During the Ballistic Bench Press Exercise. *J Strength Cond Res*, 29(9), 2388-2396. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000891>
4. Gaudino, P., Iaia, F. M., Strudwick, A. J., Hawkins, R. D.,
5. Haff, Hobbs, R. T., Haff, E. E., Sands, W. A., Pierce, K. C., & Stone, M. H. (2008). Cluster training: A novel method for introducing training program variation. *Strength & Conditioning Journal*, 30(1), 67-76.
6. Haff, G. G., Whitley, A., McCoy, L. B., O'Bryant, H. S., Kilgore, J. L., Haff, E. E., Pierce, K., & Stone, M. H. (2003). Effects of different set configurations on barbell velocity and displacement during a clean pull. *J Strength Cond Res*, 17(1), 95-103. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0095:eodsc0>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0095:eodsc0>2.0.co;2)
7. Hansen, K. T., Cronin, J. B., & Newton, M. J. (2011a). The effect of cluster loading on force, velocity, and power during ballistic jump squat training. *Int J Sports Physiol Perform*, 6(4), 455-468. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.4.455>
8. Hansen, K. T., Cronin, J. B., Pickering, S. L., & Newton, M. J. (2011b). Does cluster loading enhance lower body power development in preseason preparation of elite rugby union players? *J Strength Cond Res*, 25(8), 2118-2126. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318220b6a3>
9. Hardee, J. P., Lawrence, M. M., Utter, A. C., Triplett, N. T., Zwetsloot, K. A., & McBride, J. M. (2012). Effect of inter-repetition rest on ratings of perceived exertion during multiple sets of the power clean. *Eur J Appl Physiol*, 112(8), 3141-3147. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2300-x>
10. Hardee, J. P., Triplett, N. T., Utter, A. C., Zwetsloot, K. A., & McBride, J. M. (2012a). Effect of interrepetition rest on power output in the power clean. *J Strength Cond Res*, 26(4), 883-889. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182474370>
11. Helms, E. R., Storey, A., Cross, M. R., Brown, S. R., Lenetsky, S., Ramsay, H., Dillen, C., & Zourdos, M. C. (2017). RPE and Velocity Relationships for the Back Squat, Bench Press, and Deadlift in Powerlifters. *J Strength Cond Res*, 31(2), 292-297. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001517>
12. Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A. & Hanin, J (2009) Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*, 41(1):3.
13. Iglesias-Soler, E., Carballeira, E., Sánchez-Otero, T., Mayo, X., Jiménez, A., & Chapman, M. L. (2012). Acute effects of distribution of rest between repetitions. *Int J Sports Med*, 33(5), 351-358. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1299699>
14. Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and External Training Load: 15 Years On. *Int J Sports Physiol Perform*, 14(2), 270-273. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0935>
15. Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sports Sci*, 23(6), 583-592. <https://doi.org/10.1080/02640410400021278>
16. Lambert, M., & Mujika, I. (2013). Physiology of exercise training. *Recovery for Performance in Sport*. Champaign, IL: Human Kinetics, 3-8.
17. Laurent, C. M., Green, J. M., Bishop, P. A., Sjökvist, J., Schumacker, R. E., Richardson, M. T., & Curtner-Smith, M. (2011). A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. *J Strength Cond Res*, 25(3), 620-628. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c69ec6>
18. Machado, A. F., Evangelista, A. L., Miranda, J. M. Q., Teixeira, C. V. S., Rica, R. L., Lopes, C. R., Figueira-Júnior, A., Baker, J. S., & Bocalini, D. S. (2018). Description of training loads using whole-body exercise during high-intensity interval training. *Clinics (Sao Paulo)*, 73, e516. <https://doi.org/10.6061/clinics/2018/e516>
19. Marston, K. J., Peiffer, J. J., Newton, M. J., & Scott, B. R. (2017). A comparison of traditional and novel metrics to quantify resistance training. *Sci Rep*, 7(1), 5606. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05953-2>
20. Mayo, X., Iglesias-Soler, E., & Fernández-Del-Olmo, M. (2014). Effects of set configuration of resistance exercise on perceived exertion. *Percept Mot Skills*, 119(3), 825-837. <https://doi.org/10.2466/25.29.PMS.119c30z3>
21. McLaren, S. J., Macpherson, T. W., Coutts, A. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. (2018). The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Med*, 48(3), 641-658. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0830-z>
22. Mujika, I. (2013). The alphabet of sport science research starts with Q. *Int J Sports Physiol Perform*, 8(5), 465-466. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.5.465>

23. Oliver, J. M., Kreutzer, A., Jenke, S., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., & Jones, M. T. (2015). Acute response to cluster sets in trained and untrained men. *Eur J Appl Physiol*, 115(11), 2383-2393. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3216-7>
24. Pereira, G., Correia, R., Ugrinowitsch, C., Nakamura, F., Rodacki, A., Fowler, N., & Kokubun, E. (2011). The rating of perceived exertion predicts intermittent vertical jump demand and performance. *J Sports Sci*, 29(9), 927-932. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.571272>
25. Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J., & Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 35(2), 333-341. <https://doi.org/10.1249/01.Mss.0000048831.15016.2a>
26. Scanlan, A. T., Wen, N., Tucker, P. S., & Dalbo, V. J. (2014). The relationships between internal and external training load models during basketball training. *J Strength Cond Res*, 28(9), 2397-2405. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000458>
27. Scott, B. R., Duthie, G. M., Thornton, H. R., & Dascombe, B. J. (2016). Training Monitoring for Resistance Exercise: Theory and Applications. *Sports Med*, 46(5), 687-698. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0454-0>
28. Scott, D., & Lovell, R. (2018). Individualisation of speed thresholds does not enhance the dose-response determination in football training. *J Sports Sci*, 36(13), 1523-1532. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1398894>
29. Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Med*, 48(4), 765-785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
30. Taylor, R. J., Sanders, D., Myers, T., Abt, G., Taylor, C. A., & Akubat, I. (2018). The Dose-Response Relationship Between Training Load and Aerobic Fitness in Academy Rugby Union Players. *Int J Sports Physiol Perform*, 13(2), 163-169. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0121>

THE RELATIONSHIP BETWEEN INTERNAL, EXTERNAL LOAD AND PERFORMANCE IN BODYWEIGHT POWER TRAINING: THE ROLE OF SET STRUCTURES

Arsenijević Radenko, Kojić Filip, Božić Predrag, Matić Milan, Berjan Bačvarević Bobana, Jakovljević Saša, Stanković Veroljub, Pažin Nemanja

Abstract: *This study investigates the association between internal (IL), external load (EL) and performance measures (PM) in vertical jump sessions, employing two set structure methods: traditional (TSS) and cluster (CSS). The study involved 16 ($M = 8$; $W = 8$) physically active participants. Vertical jump sessions comprised 144 jumps divided into 12 sets, with a fixed number of 12 jumps per set for the TSS and varying for the CSS (from 6 to 18 jumps). EL variables (i.e., number of jumps, total vertical distance, average jump height relative to the maximum height, 88% of body mass, and sum of maximal power), subjective IL (i.e., rate perceived exertion for legs and breath, rating of perceived recovery), objective IL (i.e., heart rate) and PM (i.e., percentage of decreasing of maximal jumping height) assessments were employed. Subjective variables of the IL achieved a very high association with EL variables for both applied set structures ($r=0.71-0.92$). In contrast, objective variable of IL generally displayed a weaker relationship, ranging from small ($r=0.11-0.20$) for the CSS to moderate and high ($r=0.69-0.75$) for TSS. Finally, PM demonstrated trivial to moderate relationship with EL and IL variables ($r=0.00-0.36$), independent of the set structure. The results highlight the intricate relationship between IL, EL, and PM during bodyweight power training, with subjective variables showing exceptionally high associations across set structures. The choice of set structure significantly influences the correlation between IL, EL and PM, emphasizing the need for coaches to consider set structure when optimizing training strategies.*

Key words: *monitoring training load, undulating variant, training volume, vertical jumping sessions*