

THE EFFECTS OF SHORT-TERM PRESEASON SKILL-BASED
CONDITIONING ON PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS
IN ELITE FEMALE VOLLEYBALL PLAYERS

**Nikola Stojanović¹, Darko Stojanović² , Marko Zadražnik³ ,
Đenan Bešić⁴ i Toplica Stojanović^{4,5} **

¹ Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Nišu, Srbija

² Pedagoški fakultet u Vranju, Univerzitet u Nišu, Srbija

³ Fakultet sporta, Univerzitet u Ljubljani, Slovenija

⁴ Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta, Univerzitet u Banjoj Luci, Bosna i Hercegovina

⁵ Fakultet za sport i fizičko vaspitanje, Univerzitet u Prištini - Kosovska Mitorovica, Leposavić, Srbija

Korespondencija: dr Nikola Stojanović, vanredni profesor

Univerzitet u Nišu, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja

Čarnojevića 10a, 18000 Niš, Srbija

Tel.: +381 66 60 90 004;

E-mail: nikola987_nish@hotmail.com

SAŽETAK

Ova studija je imala za cilj da proceni efekte kratkotrajnog kombinovanog kondicioniranja na fiziološke karakteristike odbojkašica Premijer lige u toku 4 nedelje treninga. Dvanaest odbojkašica ($18,33 \pm 3,47$ godina; $177,25 \pm 5,28$ cm; $65,38 \pm 5,93$ kg) završilo je četvoronedeljni trening tehničko-taktičkih vežbi u kombinaciji sa fizičkom kondicijom. Fiziološke karakteristike su merene korišćenjem 20-m shuttle run testa: prosečna brzina otkucaja srca (HR_{avg}), maksimalni broj otkucaja srca (HR_{max}), maksimalni broj udisaja (BR_{max}), maksimalna potrošnja kiseonika ($VO2_{max}$), maksimalni kiseonički dug posle vežbanja ($EPOC_{max}$) i maksimalni metabolički ekvivalent ($ME\Gamma_{max}$). Prikupljanje podataka i ekstrakcija vršeni su pomoću monitora otkucaja srca i softvera Firstbeat Sport. Nakon inicijalne evaluacije (T_0), odbojkašice su testirane nakon četvrte nedelje treninga (T_1). Prosečni broj otkucaja srca (HR_{avg}) je smanjen ($-1,9\%$; $p=0,046$), maksimalni metabolički ekvivalent ($ME\Gamma_{max}$) ($14,2\%$; $p<0,001$) i maksimalna potrošnja kiseonika ($VO2_{max}$) ($14,1\%$; $p<0,001$) značajno su povećani. Rezultati sugerišu da su odbojkašice nastavile da poboljšavaju fiziološke karakteristike tokom studije. Konačno, primena ovih podataka daje normativne standarde fizioloških karakteristika odbojkašica u pripremnom periodu.

Ključne reči: kombinovani kondicioni trening, efekti, fiziološke karakteristike, žene, odbojka

UVOD

Glavni cilj treninga u sezoni je povećanje performansi igrača na takmičenjima. Najveće poboljšanje kondicije se dešava u pripremnom periodu i normalno se održava ili može blago da se smanji tokom sezone (Hartmann et al., 2015). Procena fizioloških karakteristika (PC) je dragoceno sredstvo koje može pomoći trenerima i naučnicima u sportu da procene i prate efekte programa treninga (Drinkwater et al., 2008). Međutim, procene efekata treninga na PC su različite, delom zato što se različite tehnike procene različite tačnosti i preciznosti koriste za kvantifikaciju promena u PC nastalih treningom (Malina, 2007). PC kao što su prosečna i maksimalna frekvencija otkucaja srca (HR_{avg} ; HR_{max}), maksimalni broj udisaja u minuti ($\dot{V}R_{max}$) i maksimalna potrošnja kiseonika tokom vežbanja ($VO_{2,max}$) su važni parametri za procenu kondicije odbojkašica u aerobnom i anaerobnom kapacitetu. Metabolički ekvivalent (MET) i kiseonički dug posle vežbanja (EPOC) su takođe važni indikatori efekata programa treninga na igrača. MET se definiše kao količina kiseonika koju telo potroši iz udahnutog vazduha u uslovima mirovanja, a 1 MET je približno $3,5 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ili $1 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (Ainsworth et al., 2011). Prema Kenney et al. (2015), sve fizičke aktivnosti se mogu kategorisati po intenzitetu prema njihovim potrebama za kiseonikom. Zbog toga je kroz MET proračune moguće kategorizovati intenzitet različitih fizičkih vežbi. Tokom odbojkaškog meča, igrači mogu proizvesti do 8 MET, što se opisuje kao teška fizička aktivnost, na spektru skale fizičke aktivnosti (Jette et al., 1990). Štaviše, fizičke aktivnosti promovišu povećanje ukupne potrošnje energije i na akutni i na hronični način. Prvi uslov se odnosi na samu potrošnju energije tokom izvođenja vežbi i tokom oporavka, dok se drugi odnosi na promenu stope metabolizma u mirovanju (Hill et al., 1995). Što se tiče akutnog efekta, dobro je poznato da se potrošnja O_2 posle vežbanja ne vraća odmah na indekse mirovanja. Takva energetska potražnja tokom perioda oporavka posle vežbanja poznata je kao kiseonički dug posle vežbanja (EPOC) (Gaesser & Brooks, 1984).

Odbojka je igra sa prekidima, gde nakon perioda intenzivnog fizičkog napora sledi aerobna aktivnost niskog intenziteta, pa se može pretpostaviti da je aerobni kapacitet od velikog značaja (Lidor & Ziv, 2010). Veruje se da bi poboljšali svoje odbojkaške kvalitete, igrači moraju da primene specifični odbojkaški kondicioni trening sa dodatnim otporom, pliometrijom, sprintom i treningom agilnosti (Scates et al., 2003). Tokom elitnog takmičenja u odbojci, pored tehničkih i taktičkih veština, agilnosti, mišićne snage i sile, važni faktori su i anaerobna i aerobna pripremljenost (Markues et al., 2008; Sheppard & Ioung, 2006). Međutim, još uvek nije sasvim jasno koji su fiziološki zahtevi neophodni za odbojku, ali se pretpostavlja da su energetske zahteve podržani razgradnjom fosfagena, a delom i anaerobnom glikolizom (Lidor & Ziv, 2010).

Takođe, nije neuobičajeno da treneri moraju da se bave skraćenim periodom priprema, pa je upitno da li sportisti mogu da treniraju visokim intenzitetom, a da se pravilno odmire i oporave između treninga (Trajković i sar., 2012). Dokazano je da veliki obim tehničkog treninga (IT) bez povećanja intenziteta ima minimalan uticaj na fizičku kondiciju (Gabbett, 2008) i može da ograniči druge korisne stimuluse treninga. Štaviše, pošto se odbojkaši oslanjaju na različite veštine, tehnički trening teško može da replicira stvarne sportske specifične zahteve. Međutim, treba napomenuti da se mora primeniti i tehnički trening, kako bi se poboljšala tehnička efikasnost (Gabbett, 2008; Trajković et al., 2017).

Stoga je neophodno primeniti adekvatne strategije za planiranje trenažnog procesa i sprovođenje kombinovanog kondicionog treninga, bez opadanja nivoa tehnike. Pristup kombinovanom treningu pokazao se korisnim za povećanje vertikalnog skoka, sprinta, agilnosti i fizioloških pokazatelja fizičke spremnosti kod odbojkašica (Gabbett, 2008). Ovaj pristup bi mogao da bude veoma efikasan vremenom i da se odnosi na specifične zahteve sporta (Gabbett, 2008; Gjinovci et al., 2017). Štaviše, kombinovani kondicioni trening mogao bi se izvoditi na

HIIT način, i kratak i dug. HIIT uključuje kratke ponovljene vežbe visokog intenziteta sa povremenim periodima odmora, a dizajniran je da izazove intenzitet vežbanja do približne vrednosti $VO_{2\max}$ (Herda & Cramer, 2016). Prednosti HIIT treninga su proizvod istovremenog angažovanja motoričkih jedinica i maksimalnog minutnog volumena srca, i daje stimulans za oksidativnu adaptaciju mišića, što može značajno uticati na povećanje kondicije (Altenburg et al., 2007). Međutim, da bi se indukovao dovoljan stimulans za povećanje kondicije, potrebno je primeniti opterećenja koja će pokrenuti proces pozitivne adaptacije na trenažni stimulus. Ključno je istaci važnost individualnog pristupa prilikom planiranja trenažnog procesa, zbog određenih faktora koji mogu uticati na adaptaciju sportiste, kao što su pripremljenost, biološka zrelost, hronološka starost, vreme oporavka sportista i radni kapacitet (Nikolaidis i dr. al., 2012). Na primer, dva različita sportista mogu imati isti nivo sposobnosti, ali ne i isti radni kapacitet. Da bi se postigao optimalan stimulans treninga, potrebno je pronaći ravnotežu između intenziteta treninga, obima treninga i perioda odmora između treninga, kako bi se sprečilo preopterećenje i pretreniranost (Lidor & Ziv, 2010). Važno je napomenuti da neke tehnike u odbojci stvaraju veći zamor od drugih (Markes Junior, 2014, 2017). Markes Junior (2014) odredio je intenzitet svake odbojkaške tehnike prema frekvenciji otkucaja srca. Servis iz skoka, skok, dizanje u skoku, blok i sprint u odbrani su umereni do visoki,

dizanje i odbrana su umereni, a flot servis iznad glave i prijem niski. Ovo je veoma važna smernica za planiranje trenažnog procesa, stoga, trenažna opterećenja kombinovanog treninga treba da budu u skladu sa intenzitetom koji je propisan tehnikom. Značaj ovog pristupa može se valorizovati u uslovima kada trener nema sofisticiranu dijagnostiku za praćenje sportista. Štaviše, Herman et al. (2006) preporučuju Fostersovu skalu za ocenjivanje uočenog napora. Koristeći ovu metodu, trener može proceniti intenzitet treninga za svakog sportistu i primeniti adekvatne operatore za povećanje pripremljenosti sportista. Ovaj pristup bi mogao maksimizirati efekte treninga i ubrzati oporavak.

Štaviše, prema našim saznanjima, nijedna prethodna studija nije ispitivala efekat programa kombinovanog kondicionog treninga primenjenog kod vrhunskih odbojkašica na PC. Pored toga, nejasno je da li treninzi nude adekvatan trening stimulans za poboljšanje PC odbojkašica u pripremnom periodu. Imajući u vidu da je sezona veoma duga i da je vreme za pripreme ograničeno, kombinovani kondicioni trening mogao bi da pruži specifičan način treninga u odbojci i pruži prednosti u pogledu vremenske efikasnosti, motivacije i usklađenosti treninga (Gamble, 2006, 2007). Stoga je svrha ove studije bila da se utvrde promene u fiziološkim karakteristikama odbojkašica nakon četvoronedeljnog programa kombinovanog kondicionog treninga.

METODE

Uzorak ispitanika

U ovom istraživanju učestvovalo je dvanaest elitnih odbojkašica (mean \pm SD; uzrast: 18.33 \pm 3.47 godina; visina: 177.25 \pm 5.28 cm; telesna masa: 65.38 \pm 5.93 kg), članica Univerzitetskog odbojkaškog kluba „Bihać-Preminger“, jedne od 10 najboljih ekipa u Premijer ligi Bosne i Hercegovine (I liga). Sve igračice su imale najmanje 3 godine profesionalnog i elitnog trenažnog iskustva. Štaviše, nijedna odbojkašica nije imala istoriju ozbiljnih povreda, niti je uzimala lekove tokom studije. Svi eksperimentalni postupci, mogući rizici i koristi su objašnjeni svakoj igračici. Studija je osmišljena u skladu sa preporukama za klinička istraživanja iz Helsinške deklaracije (2013) Svetske medicinske asocijacije. Ovu studiju je pregledala i odobrila Etička komisija Fakulteta fizičkog vaspitanja i sporta Univerziteta u Banjoj Luci.

Procedure

Učesnice su testirane na početku pripremnog perioda (T_0 – prettest u poslednjoj nedelji avgusta) i neposredno nakon 4 nedelje treninga pre redovne takmičarske sezone (T_1 – posttest prve nedelje oktobra).

Pre sprovođenja postupka testiranja obavljeno je osnovno antropometrijsko merenje (telesna visina i telesna težina) svake odbojkašice. Nakon toga, igračice su bile podvrgnute standardizovanom protokolu zagrevanja tokom 10 minuta trkačkog ABC-a, trčanja niskog intenziteta i dinamičkog istezanja. Nakon trominutnog oporavka, ispitanice su pristupile testiranju po unapred utvrđenom rasporedu. T_0 i T_1 su vršeni u dvorani, na temperaturi od 22 - 24 ° C. Oba merenja su vršena od 11 do 12 časova, kako bi se izbegle dnevne promene koje bi mogle uticati na rezultat merenja. 48 sati pre testiranja igračice nisu bile podvrgnute intenzivnom treningu, a savetovano im je da izbegavaju bilo kakvu dodatnu fizičku aktivnost i velika emocionalna opterećenja. Štaviše, igračicama je savetovano da ne menjaju svoje navike u ishrani pre svakog testa, kao i da ne konzumiraju alkohol, cigarete ili bilo kakve stimulanse.

Oba testa obavljena su u ponedeljak, posle vikend odmora. Test progresivnog trčanja na 20 metara primenjen je za procenu maksimalne aerobne snage odbojkašica. Test je izabran zbog njegove jednostavnosti i velike ponovljivosti. Test je obavljen prema protokolu koji su predložili Leger et al. (1988). Koeficijent pouzdanosti test-retesta je bio 0,90 za odbojkašice (Gabbett, 2008).

Za potrebe merenja, igračicama je postavljen monitor pulsa Suunto Movesense (Suunto Oy, Finska). Uređaj se postavlja oko grudnog koša, u nivou srca. Elektrode su premazane gelom pre početka testa radi efikasnijeg očitavanja signala. Syaki od uređaja je bežično povezan pomoću namenskog softvera Firstbeat Sports (Firstbeat Technologies Oy, Finska). Softver Firstbeat Sports je uspeo da izdvoji prosečnu brzinu otkucaja srca (HR_{avg}), maksimalnu brzinu otkucaja srca (HR_{max}), maksimalan broj udisaja (BR_{max}), maksimalnu potrošnju kiseonika ($VO2_{max}$) i kiseonički dug posle vežbanja ($EPOC_{max}$). Maksimum metaboličkog ekvivalenta (MET_{max}) je izračunat deljenjem vrednosti $VO2_{max}$ sa $3,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (Ainsworth et al., 2011).

Program kondicionog treninga u pripremnom periodu

Generalno, tokom 4 nedelje pripremnog perioda, igračice su imale 11 treninga nedeljno (5 treninga u 4. nedelji) i odigrale tri prijateljske i dve turnirske utakmice (videti tabelu 1). Tokom sedmica 1–4, naglasak treniranja bio je na tehničkom treningu (IT) i kombinovanom kondicionom treningu. Pored razvoja PC, cilj u pripremnom periodu bio je i povećanje intenziteta specifičnog odbojkaškog treninga, sa naglaskom na visoko intenzivno kondicioniranje kroz igru (SCG) (igre na malim i celim terenima) i visoko intenzivne vežbe za kondicioniranje zasnovane na tehnici (SCD) (smećiranje, blokiranje, serviranje u skoku, dizanje iz skoka, sprint u odbrani). SCD su izvedene početkom nedelje, sa akcentom na proizvodnju energije, uz kratke treninge

odbojke visokog intenziteta. Nasuprot tome, SCG su realizovani krajem nedelje, sa naglaskom na produžene intervale visokog intenziteta. Učestalost treninga je bila manja u prvoj (adaptacija) i poslednjoj nedelji (utakmice pred takmičarsku sezonu).

SCG su izvedene kao dugi HIIT (>3 minuta), a SCD kao kratki HIIT intervali (<20 sec). Odnos rada i odmora bio je 1:2, do 1:3 za SCD i 1:1 za SCG. U SCD-u su izvedene četiri serije od 2-4 intervala sa pasivnim periodima odmora između 1. i 2. i 3. i 4. serije (3 minuta) i aktivnim odmorom između 2. i 3. (15 minuta dizanje, prijem, flot servis iznad glave). Broj intervala u SCG kretao se od 3-5. Zbog velike učestalosti treninga, bilo je neophodno primeniti adekvatne strategije prilikom određivanja trenaznog opterećenja.

Efekti Kratkotrajnog Kombinovanog Kondicionog Treninga na Fiziološke Karakteristike Vrhunskih Odbojkašica [originalni naučni članak]

Za praćenje trenažnog opterećenja korišćena je ocena sesije skale percipiranog napora (session RPE) (Herman et al., 2006), a za praćenje dnevnih varijacija u pripremljenosti sportista korišćen je metod akutnog hroničnog radnog opterećenja (ACWR indeks) (Murray et al. sar., 2017; Vilijams i sar., 2017).

Prema preporuci, ACWR indeks treba

da bude u rasponu od 1,0-1,49. Jutarnje sesije su uključivale 11,1-33,3% specifičnog zagrevanja, nakon čega je usledilo 44,4-78,8% IT treninga niskog intenziteta i 11,1-33,3% vežbi za oporavak i dinamičko istezanje niskog intenziteta.

Popodne je uključivalo 14,3-33,3% zagrevanja, zatim 46,2-64,3% SCG ili SCD i 11,1-33,3% niskointenzivnih vežbi za oporavak i dinamičko istezanje.

Tabela 1. Četvoronedeljni kombinovani trening u pripremnom period

	1 nedelja		2 nedelja		3 nedelja		4 nedelja	
	Prepodne	Popodne	Prepodne	Popodne	Prepodne	Popodne	Prepodne	Popodne
Pon	IT	SCD	IT	SCD	IT	SCD	Utakmica	SCD
Uto	IT	IT	IT	SCD	IT	SCD	IT	Utakmica
Sre	IT	IT	IT	IT	IT	IT	RB	/
Čet	IT	SCG	IT	SCG	IT	SCG	IT	Utakmica
Pet	IT	SCG	IT	SCG	IT	SCG	RB	/
Sub	IT	/	IT	/	IT	/	Turnir	
Ned	/	/	/	/	/	/	Turnir	

Legenda. IT: Tehnički trening niskog intenziteta; SCD: Kondicioniranje kroz tehniku; SCG: Kondicioniranje kroz igru; RB: Oporavljajući trening.

Statistička analiza

Deskriptivni rezultati su izraženi kao srednje vrednosti (Mean), standardna devijacija (Std.Dev.), Minimalna (Min.), Maksimalna (Max.) i Kolmogorov-Šmirnov (K-S) vrednosti. Razlike od T0 do T1 za sve fiziološke karakteristike su procenjene pomoću ANOVA za ponovljena merenja. Veličine efekata unutar subjekata su izračunate korišćenjem parcijalnog eta kvadrata (η^2_p) prema Keppel (1991). Pošto ova mera procenjuje verovatnu veličinu efekata, vrednosti su interpretirane prema Ferguson (2016) kao da nema efekta ako je $0 \leq (\eta^2_p) < 0.05$; mali efekat ako je $0.05 \leq (\eta^2_p) < 0.26$; umeren efekat ako je $0.26 \leq (\eta^2_p) < 0.64$ i veliki efekat ako je $(\eta^2_p) \geq 0.64$. Procentualna promena (%Δ) od T₀ do T₁ u varijablama izračunata je sledećom formulom: $[(T_1 - T_0) / T_0] \times 100$. Statistički program STATISTICA 8.0 for Windows (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, SAD) je bio korišćen za analizu, a značajnost je postavljena na nivou $p < 0.05$.

REZULTATI

U tabelama 2. i 3. prikazani su deskriptivni parametri fizioloških karakteristika pre i posle pripremnog perioda. Sve mere fizioloških karakteristika su normalno distribuirane, što se može primetiti na osnovu Kolmogorov-Smirnov testa.

Efekti Kratkotrajnog Kombinovanog Kondicionog Treninga na Fiziološke Karakteristike Vrhunskih Odbojkašica [originalni naučni članak]

Tabela 2. *Deskriptivni parametri fizioloških karakteristika – Inicijalno merenje.*

Variable	N	Mean	SD	Min.	Max.	(K-S) d
HR _{avg} (b/min)	12	178.42	4.89	169.00	184.00	0.133
HR _{max} (b/min)	12	197.92	5.20	189.00	206.00	0.156
BR _{max} (br/min)	12	33.75	3.55	28.00	40.00	0.154
MET _{max}	12	8.67	1.00	7.50	10.10	0.215
VO _{2max} (ml/kg/min)	12	30.36	3.53	26.10	35.40	0.211
EPOC _{max} (ml/kg/min)	12	47.08	10.40	28.00	66.00	0.163

Legenda. N: broj ispitanika; Mean: srednja vrednost; SD: standardna devijacija; Min.: minimalni rezultat; Max.: maksimalni rezultat; (K-S) d: Kolmogorov-Smirnov test normalnosti distribucije rezultata.

Tabela 3. *Deskriptivni parametri fizioloških karakteristika – Finalno merenje.*

Variable	N	Mean	SD	Min.	Max.	(K-S) d
HR _{avg} (b/min)	12	175.00	5.59	167.00	186.00	0.167
HR _{max} (b/min)	12	196.33	7.11	186.00	204.00	0.197
BR _{max} (br/min)	12	32.75	3.41	28.00	39.00	0.137
MET _{max}	12	9.90	1.11	8.50	11.80	0.153
VO _{2max} (ml/kg/min)	12	34.65	3.88	29.60	41.30	0.153
EPOC _{max} (ml/kg/min)	12	43.92	10.49	33.00	72.00	0.201

Legenda. N: broj ispitanika; Mean: srednja vrednost; SD: standardna devijacija; Min.: minimalni rezultat; Max.: maksimalni rezultat; (K-S) d: Kolmogorov-Smirnov test normalnosti distribucije rezultata.

Rezultati ANOVA analize za ponovljena merenja dati su u tabeli 4. Na osnovu razlike u rezultatima testiranja pre i posle pripremnog perioda, može se primetiti da je kod odbojkašica došlo do značajnog smanjenja HR_{avg} ($p=0.046$) i značajno povećanje kod MET_{max} ($p<0.001$) i VO_{2max} ($p<0.001$).

Vrednosti ES za mere fizioloških karakteristika su u opsegu umerenih efekata u HR_{avg}, do velikih efekata u MET_{max}, dok su VO_{2max}, H_{max}, BR_{max} i EPOC_{max} ostali statistički nepromenjeni tokom pripremnog perioda, ali smanjenje za -0.8%, -3.0% i -6.7 % u procentima može biti važno za neki nivo, ali sa malim efektom.

Efekti Kratkotrajnog Kombinovanog Kondicionog Treninga na Fiziološke Karakteristike Vrhunskih Odbojkašica [originalni naučni članak]

Tabela 4. Razlika između Inicijalnog i Finalnog merenja fizioloških karakteristika.

Variable	T ₁ -T ₀	%Δ	F	p	ES
HR _{avg} (b/min)	-3.42	-1.9	5.05	0.046*	0.31 ^{ME}
HR _{max} (b/min)	-1.59	-0.8	1.89	0.196	0.15 ^{SE}
BR _{max} (br/min)	-1.00	-3.0	2.00	0.185	0.15 ^{SE}
MET _{max}	1.23	14.2	58.60	0.000†	0.84 ^{LE}
VO _{2max} (ml/kg/min)	4.29	14.1	56.19	0.000†	0.84 ^{LE}
EPOC _{max} (ml/kg/min)	-3.17	-6.7	3.26	0.098	0.23 ^{SE}

Legenda. T₁-T₀: razlika između finalnog i inicijalnog merenja; %Δ: procentualna razlika između finalnog i inicijalnog merenja; *: statistički značajne razlike na nivou p<0.05; †: statistički značajne razlike na nivou p<0.01; ES: veličina efekata; ^{SE}: mali efekat; ^{ME}: srednji efekat; ^{LE}: veliki efekat.

DISKUSIJA

Ova studija je utvrdila da je efekat kombinovanog kondicionog treninga primenjenog tokom 4 nedelje pripremnog perioda uticao na fiziološke karakteristike. Smanjenje HR_{avg} (-1.9%; ES=0.31^{ME}) i povećanje MET_{max} (14.2%; ES=0.84^{LE}) i VO_{2max} (14.1%; ES=0.84^{LE}) kod naših igračica bili su statistički značajni. Drugi rezultati ukazuju na blagi pad vrednosti za HR_{max} (-0.8%; ES=0.15^{SE}), BR_{max} (-3.0%; ES=0.15^{SE}) i EPOC_{max} (-6.7%; ES=0.23^{SE}). Aerobni sistem je glavni izvor snabdevanja energijom tokom igranja odbojkaških utakmica i prosečne vrednosti VO_{2max} za vrhunske odbojkaše imaju tendenciju da budu visoke (Lidor & Ziv, 2010). Dok na vrednosti VO_{2max} mogu uticati razlike u standardima igre, režimima treninga i fazi sezone, tim sa superiornom aerobnom kondicijom bi imao prednost, jer bi mogao da igra igru bržim tempom i većom agilnošću tokom cele utakmice (Nikolaidis et. al, 2012). Veći nivo kapaciteta izdržljivosti (veći VO_{2max}, niži HR_{max}) bi mogao da obezbedi elitnim igračima bolju osnovu za sposobnosti na terenu u pogledu intenziteta i zahteva odbojkaške utakmice. Smanjenje HR_{avg} je statistički značajno, dok je blagi pad HR_{max} (-0.8%) samo na numeričkom nivou, ali je evidentno da pokazuje opadajući trend. Blago smanjenje maksimalnog otkucaja srca može se objasniti činjenicom da on ima tendenciju da

ostane stabilan ili blago smanjen nakon primenjenog programa kondicioniranja, čak i kod visoko utreniranih pojedinaca (Kennei et al., 2015). Međutim, postoje dokazi da visoko utrenirani sportisti u sportovima izdržljivosti imaju niže vrednosti maksimalnog otkucaja srca. Pojedinci sa nižim maksimalnim otkucajima srca doživljavaju dugotrajniju srčanu dijastolu, omogućavajući efikasnije punjenje komora, što posledično povećava udarni volumen (Kennei et al., 2015). Stoga, iako je HR_{max} važan parametar, on nije presudan za visoke sposobnosti među odbojkašima. Sa druge strane, HR_{avg} bi mogao biti bolji indikator za praćenje sposobnosti, jer usko replicira stvarne sportske specifične zahteve. Gabet (2008) je izvestio da je kondicioniranje kroz igru slično takmičarskim odbojkaškim mečevima, i stoga je pružio opravdanje za primenu takvog specifičnog kondicioniranja. Međutim, vrednosti HR_{avg} dobijene u ovoj studiji su veće u poređenju sa prethodno pomenutom studijom, 175±5.59, 160±2.0. Objašnjenje je prilično logično, jer su naše vrednosti izvučene iz testa shuttle run na 20 metara, a ne iz stvarnog stanja specifičnog za sport. Značajno povećanje VO_{2max} uočeno nakon kombinovanog kondicionog programa treninga u skladu je sa onima koje su prethodno zabeležene kod treniranih odbojkašica (Gabbett, 2008;

Nikolaidis et al., 2012) i ukazuje na pozitivan efekat primenjenog programa treninga. Međutim, vrednosti $VO_{2\max}$ kod vrhunskih odbojkašica su 40-56 mmol/l (Kennei et al., 2015), što je znatno više u odnosu na vrednosti dobijene u ovom istraživanju. Ipak, treba naglasiti da odbojkaška sezona traje do kraja marta, a sledeća počinje početkom oktobra. Pored toga, igralice su potpisale ugovore nedelju dana pre pripremnog perioda, tako da je bilo nemoguće pratiti i održavati nivo njihove kondicije tokom prelaznog perioda, što bi u krajnjoj liniji moglo da objasni znatno veća povećanja vrednosti $VO_{2\max}$ (14.1%) od očekivanog. Dug period između dve sezone može biti veoma nepovoljan, jer je najverovatnije da će doći do opadanja forme. Postoje dokazi da trenirani sportisti doživljavaju veće smanjenje $VO_{2\max}$ i da im je potreban duži period da povrate prethodni nivo kondicije, čak i do 40 dana. Što je viši početni nivo kondicije, to su manja realna poboljšanja za isti obim treninga (Kennei et al., 2015). Štaviše, u svom pregledu, Lidor i Ziv (2010) su izvestili da je $VO_{2\max}$ znatno niži tokom pripremnog perioda u poređenju sa periodom takmičenja kod odbojkašica. Prema tome, kombinovani kondicioni trening može biti dobra strategija treninga tokom poslednje 4 nedelje pripremnog perioda, jer replicira istinske zahteve specifične za sport (Gabbett, 2008).

Efekti četvoredne nedelje kombinovanog kondicionog treninga u odbojci se takođe mogu posmatrati kroz značajno povećanje maksimalnog metaboličkog ekvivalenta (MET_{\max}), koji je u zoni visoke vrednosti (Jette et al., 1990). Smanjenje kiseoničkog duga (EPOC) za -6,7% nije statistički značajno, ali ove vrednosti mogu biti značajne u trenažnoj praksi i takođe pokazuju efikasnost primenjenog programa. Pošto ne postoje dostupni podaci o dugoročnim efektima vežbanja na EPOC vrednost, već samo oni koji se odnose na efekte jedne trenažne sesije, nije bilo moguće uporediti naše rezultate. Ovo bi mogao biti dokaz pozitivnih efekata primenjenog programa, jer smanjenje EPOC-a omogućava i kraći period oporavka sportista

nakon intenzivnog vežbanja (Børsheim & Bahr, 2003). Međutim, Børsheim & Bahr (2003) su sugerisali da vežbe visokog intenziteta proizvode duže povećanje EPOC-a od vežbi niskog intenziteta (kada imaju ekvivalentni obim), pošto režim visokog intenziteta izaziva veći metabolički stres, stoga proizvodi veće troškove energije kako bi se povratio u homeostazu. Na osnovu dobijenih vrednosti $VO_{2\max}$, očekivalo se da će EPOC vrednosti biti veće. Moguće objašnjenje je da EPOC manifestuje promene u nivou kondicije, pa ako je EPOC niži tokom iste fizičke aktivnosti i sličnog opterećenja, kondicija se verovatno poboljšava jer je oscilacija u homeostazi niža (Børsheim & Bahr, 2003). Dakle, naša pretpostavka je da su odbojkašice akumulirale niže EPOC vrednosti, najverovatnije zbog višestepenosti testa. Ovu tvrdnju možemo potkrepiti upoređivanjem HR_{avg} , te stoga možemo primetiti da su vrednosti znatno niže u T_1 merenju. Ovo može objasniti da se ukupni intenzitet vežbanja smanjio, što bi moglo prouzrokovati niže vrednosti EPOC na T_1 merenju. Štaviše, moguće je da $VO_{2\max}$ koji sportisti postignu tokom svoje sportske aktivnosti može biti veći od vrednosti dobijenih na drugom manje specifičnom testu (Stromme et al., 1977). Stoga bismo mogli predložiti da bi procedura testiranja trebala biti specifičnija za sport kako bi se dobila maksimalna aerobna snaga i EPOC. Međutim, ovo je samo naša pretpostavka i potrebno je više dokaza da bi podržali ovu konstataciju. Kombinovani kondicioni trening visokog intenziteta, primenjen na odbojkašicama, izazvao je značajna poboljšanja fizioloških karakteristika. Objašnjenje se može naći u prirodi treninga visokog intenziteta, gde specifični anaerobni trening može da izazove veliki procenat $VO_{2\max}$ kao posledicu aktiviranja velikog broja motornih jedinica i skoro maksimalnog minutnog volumena srca. Štaviše, trening visokog intenziteta može povećati anaerobni prag i vreme do iscrpljenosti i može stimulisati povećanje aerobne snage i ubrzati oporavak (Herda & Cramer, 2016). Smatramo da poslednje nedelje pripremnog perioda treba da budu

specifične za sport, kako bi se uvežbane sposobnosti efikasno prenele na takmičarski period. Štaviše, po našem mišljenju kombinovani kondicioni trening visokog intenziteta može se razdvojiti na igru i specifičnu tehniku.

Prethodnu konstataciju bi mogla potkrepiti činjenica da je efikasnost izvođenja svake odbojkaške tehnike povezana sa razvojem samo nekoliko tehnika u tom trenutku.

Tako, prema Issurinu (2008), nije poželjno kombinovati veliki broj tehnika, jer je pozitivan transfer manji. Prema tome, individualni treninzi treba da se specijalizuju za razvoj jedne, moguće dve tehnike, na primer smećiranje i blokiranje.

Takođe, treba naglasiti da je tehnički trening (IT) imao određenu ulogu u razvoju proverenih sposobnosti u našoj studiji. Međutim, Gabet (2008) ističe da tokom IT treninga odbojkašice uglavnom provode vreme treninga niskim intenzitetom, pa je povećanje VO_{2max} prilično neznatno.

Štaviše, bilo je nemoguće zanemariti fiziološke karakteristike, zbog veoma visokih tehničkih zahteva odbojkaške Premijer lige.

Rezultati ove studije, iako pozitivni, ograničeni su samo na kratkoročne efekte na ispitivane parametre. Iako su pozitivne promene evidentne, to ne znači nužno da se efekti mogu projektovati na duži rok. Zanimljivo je da je planiranje ovakvog programa prilično jednostavno, a da bi ipak moglo biti intenzivirano i dovoljno specifično da replicira stvarne uslove odbojkaške igre (Gabbett, 2008). Međutim, postavlja se pitanje da li bi efekti ovakvog treninga mogli biti primenljivi na tehnički manje efikasne odbojkašice. Treba napomenuti da je odbojkaška tehnika neophodna, jer negativan ishod odbojkaške utakmice, na vrhunskom nivou, može biti posledica samo jedne tehničke neefikasnosti. Pretpostavlja se da bi kondicioni trening zasnovan na tehnici, zbog većeg intenziteta, eventualno mogao da poremeti već uspostavljene obrasce tehnike, posebno kod manje tehnički efikasnih odbojkašica (Gabbett, 2008). Nasuprot tome, Trajković i sar. (2017) otkrili su da su mlade odbojkašice povećale svoje tehničko znanje nakon 12 nedelja programa igara. Na kraju, naše preporuke su da pripremni period bude duži, a potrebno je koristiti i druge modalitete kondicioniranja, poput treninga snage i pliometrije.

ZAKLJUČAK

Zaključno, rezultati ove studije su pokazali da je intenzivna kratkotrajna kondiciona priprema za odbojkašice pozitivno uticala na fiziološke karakteristike tokom pripremnog perioda od četiri nedelje. Pozitivni efekti primenjenog programa treninga na fiziološke karakteristike u velikoj meri su poboljšali ukupne atletske sposobnosti. Međutim, ostaje nejasno da li bi duži pripremni period značajno uticao na posmatrane varijable i sposobnosti specifične za određeni sport, ili, dali bi se rezultati takvog programa mogli generalizovati na drugu populaciju (npr. odbojkaši, juniori).

Sukob interesa

Istraživači u ovoj studiji nemaju sukob interesa.

LITERATURA

1. Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett Jr, D. R., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C., & Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(8), 1575-1581. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31821ece12> PMID:21681120
2. Altenburg, T. M., Degens, H., van Mechelen, W., Sargeant, A. J., & de Haan, A. (2007). Recruitment of single muscle fibers during submaximal cycling exercise. *Journal of applied physiology*, 103(5), 1752-1756. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00496.2007> PMID:17823300
3. Børsheim, E., & Bahr, R. (2003). Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports medicine*, 33(14), 1037-1060. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333140-00002> PMID:14599232
4. Drinkwater, E. J., Pyne, D. B., & McKenna, M. J. (2008). Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports medicine*, 38(7), 565-578. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838070-00004> PMID:18557659
5. Ferguson, C. J. (2016). An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. In E. Kazdin (Ed.), *Methodological issues and strategies in clinical research*, 4th ed. (pp. 301-310). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/14805-020> PMID:27846345
6. Gabbett, T. J. (2008). Do skill-based conditioning games offer a specific training stimulus for junior elite volleyball players? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 509-517. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181634550> PMID:18550968
7. Gaesser, G. A., & Brooks, C. A. (1984). Metabolic bases of excess post-exercise oxygen. *Medicine and science in sports and exercise*, 16(1), 29-43. PMID:6369064
8. Gamble, P. (2006). Periodization of training for team sports athletes. *Strength and conditioning journal*, 28(5), 56-66.
9. Gamble, P. (2007). Challenges and game-related solutions to metabolic conditioning for team sports. *Strength and conditioning journal*, 29(4), 60-65.
10. Gjinovci, B., Idrizovic, K., Uljevic, O., & Sekulic, D. (2017). Plyometric training improves sprinting, jumping and throwing capacities of high level female volleyball players better than skill-based conditioning. *Journal of sports science & medicine*, 16(4), 527-535.
11. Hartmann, H., Wirth, K., Keiner, M., Mickel, C., Sander, A., & Szilvas, E. (2015). Short-term periodization models: effects on strength and speed-strength performance. *Sports medicine*, 45(10), 1373-1386. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0355-2> PMID:26133514
12. Herda, T. J., & Cramer, J. T. (2016). Bioenergetics of exercise and training. In G. G. Haff & N. T. Triplett (Eds.), *Essentials of strength training and conditioning (4th edition)*. Human Kinetics.
13. Herman, L., Foster, C., Maher, M. A., Mikat, R. P., & Porcari, J. P. (2006). Validity and reliability of the session RPE method for monitoring exercise training intensity. *South African Journal of Sports Medicine*, 18(1), 14-17. <https://doi.org/10.17159/2078-516X/2006/v18i1a247>
14. Hill, J. O., Melby, C., Johnson, S. L., & Peters, J. C. (1995). Physical activity and energy requirements. *The American journal of clinical nutrition*, 62(5), 1059-1066. <https://doi.org/10.1093/ajcn/62.5.1059S> PMID:7484922
15. Issurin, V. (2008). Block periodization versus traditional training theory: a review. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 48(1), 65-75.
16. Jetté, M., Sidney, K., & Blümchen, G. (1990). Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clinical cardiology*, 13(8), 555-565. <https://doi.org/10.1002/clc.4960130809> PMID:2204507
17. Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2015). *Physiology of sport and exercise (6th edition)*. Human Kinetics.
18. Keppel, G. (1991). *Design and analysis: A researcher's handbook*. Prentice-Hall, Inc.
19. Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93-101. <https://doi.org/10.1080/02640418808729800> PMID:3184250

20. Lidor, R., & Ziv, G. (2010). Physical and physiological attributes of female volleyball players-a review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1963-1973. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181ddf835> PMid:20543736
21. Malina, R. M. (2007). Body composition in athletes: assessment and estimated fatness. *Clinics in sports medicine*, 26(1), 37-68. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.csm.2006.11.004> PMid:17241914
22. Marques Junior, N. K. (2014). Periodização específica para o voleibol: atualizando o conteúdo. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 8(47 S2), 453-485.
23. Marques Junior, N. K. (2017). Periodização específica para o voleibol: atualizando o conteúdo da carga de treino. *Revista Observatorio del Deporte*, 32-60.
24. Marques, M. C., Van Den Tillaar, R., Vescovi, J. D., & González-Badillo, J. J. (2008). Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in-season: a case study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1147-1155. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31816a42d0> PMid:18545195
25. Murray, N. B., Gabbett, T. J., Townshend, A. D., & Blanch, P. (2017). Calculating acute: chronic workload ratios using exponentially weighted moving averages provides a more sensitive indicator of injury likelihood than rolling averages. *British journal of sports medicine*, 51(9), 749-754. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097152> PMid:28003238
26. Nikolaidis, P. T., Ziv, G., Arnon, M., & Lidor, R. (2012). Physical characteristics and physiological attributes of female volleyball players—the need for individual data. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(9), 2547-2557. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31823f8c06> PMid:22076096
27. Scates, A. E., Linn, M., Linn, M., & Kowalick, V. (2003). *Complete conditioning for volleyball*. Human Kinetics.
28. Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109> PMid:16882626
29. Stromme, S. B., Ingjer, F., & Meen, H. D. (1977). Assessment of maximal aerobic power in specifically trained athletes. *Journal of applied physiology*, 42(6), 833-837. <https://doi.org/10.1152/jappl.1977.42.6.833> PMid:881383
30. Trajković, N., Krističević, T., & Sporiš, G. (2017). Small-sided games vs. instructional training for improving skill accuracy in young female volleyball players. *Acta kinesiologica*, 2017(11), 72-76.
31. Trajkovic, N., Milanovic, Z., Sporis, G., Milic, V., & Stankovic, R. (2012). The effects of 6 weeks of preseason skill-based conditioning on physical performance in male volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1475-1480. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318231a704> PMid:21904244
32. Williams, S., West, S., Cross, M. J., & Stokes, K. A. (2017). Better way to determine the acute: chronic workload ratio? *British journal of sports medicine*, 51(3), 209-210. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096589> PMid:27650255

ABSTRACT

This study aimed to investigate the benefits of short-term preseason skill-based conditioning on the physiological characteristics of female volleyball players from the first-division volleyball league over four weeks of training. Twelve female volleyball players (18.33 ± 3.47 years; 177.25 ± 5.28 cm; 65.38 ± 5.93 kg) completed four weeks of game-related drills combined with physical conditioning. Physiological characteristics were measured using a 20-m shuttle run test: average heart rate (HR_{avg}), maximum heart rate (HR_{max}), the maximum number of breaths (BR_{max}), maximum oxygen consumption (VO_{2max}), maximum excess post-exercise oxygen consumption ($EPOC_{max}$) and maximum of metabolic equivalent (MET_{max}). Data collection and extraction were administrated using heart rate monitors and Firstbeat Sports software. After an initial evaluation (T_0), the players were tested after the fourth week of the training cycle (T_1). Heart rate average (HR_{avg}) decreased (-1.9%; $p=0.046$), maximum metabolic equivalent (MET_{max}) (14.2%; $p<0.001$) and maximum oxygen consumption (VO_{2max}) (14.1%; $p<0.001$) increased respectively. The results suggest that the volleyball players continued improving their physiological characteristics during the study. Finally, as a major application, these data provide normative standards of physiological characteristics in the preseason for female volleyball players.

Keywords: *skill-based conditioning, effects, physiological characteristics, female, volleyball*

Received: 23.08.2022.

Accepted: 20.10.2022.

Corresponding author:
Nikola Stojanović, Associate Professor, Phd.
The University of Niš, Faculty of Sports and Physical Education
Čarnojevića 10a, 18000 Niš, Serbia
Tel.: +381 66 60 90 004
E-mail: nikola987_nish@hotmail.com