

# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

*Parameters of functional abilities in running – research review*

**Radosav Đukić<sup>1</sup>, Goran Bošnjak<sup>2</sup>, Vladimir Jakovljević<sup>2</sup> i Gorana Tešanović<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Spartamedic, Austrija

<sup>2</sup>Univerzitet u Banjoj Luci, Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta, Bosna i Hercegovina

**PREGLEDNI NAUČNI ČLANAK**

doi: 10.5550/sgia.201601.se.dbjt

UDK: 796.422.012.1

Primljeno: 26.05.2020.

Odobreno: 23.11.2020.

Sportlogia 2020, 16 (1), 1-30.

E-ISSN 1986-6119

**Korespondencija:** Radosav Đukić, Dr. Sci

Spartamedic, Beč, Austrija Tel.: +43 664 1330916, e-mail:rade.djukic@chello.at

---

## SAŽETAK

Trčanje kao atletska disciplina iziskuje velik nivo izdržljivosti i brzinske izdržljivosti, što je u direktnoj vezi sa kardiovaskularnim i respiratornim sistemima, odnosno sa sposobnošću organizma sportiste da podnese opterećenja koja, pa se kao relevantni faktori za uspjeh trčanju navode: anaerobna snaga i maksimalna potrošnja O<sub>2</sub>, koncentracija mliječne kiseline i manjak kisika, sposobnost podnošenja stresa, visoko sposobnost koncentracije i njeno zadržavanje tokom dužeg vremena. Mnogo je istraživanja koja su se bavila izučavanjem parametara funkcionalnih sposobnosti u pokušaju nalaženja najefikasnijeg načina poboljšanja istih, a budući da je mnogo sličnih i različitih podataka o toj tematici ovaj rad je urađen sa ciljem klasifikovanja dostupnih radova domaćih i stranih autora čime bi se izveli zaključci primjenjivi kako u praksi tako i za dalja istraživanja.

Za potrebe ovog istraživanja analizirani su originalni naučni radovi koji su se bavili funkcionalnim sposobnostima kao faktorima uspjeha u trčanju na kratke, srednje i duge distance te uticajem treninga na funkcionalne sposobnosti, pronađeni na elektronskim bazama podataka - Medline, PubMed, Researchgate, Web of Science and Google Scholar. Istraživanja korištena u ovom pregledu pratila su transverzalno vrijednosti submaksimalne i maksimalne potrošnje kiseonika, energetske sisteme, vrijednosti frekvencije srca, plućnu ventilaciju, koncentraciju lakatata u krvi, kao i njihove promjene nakon longitudinalne provedbe eksperimentalnih protokola i trenažnih procesa. Budući da su prikupljena istraživanja imala premalo ispitanika različite populacije sa malom brojnošću elitnih trkača, te da nisu imala dovoljno informacija o dugogodišnjem iskustvu, nivou sportske forme, kategorijama trka, te opisa treninga i metoda, dobijanje empirijskih informacija utemeljenih na dokazima bilo je ograničeno, kao i izvedba valjanih zaključaka. Shodno navedenom, postoji potreba za više sistematskim pristupom istraživanjima i provedbi kompleksnih studija sa dovoljnim brojem trkača svih uzrasta, oba pola elitnog nivoa, te saradnja akademskih istraživača, klubova i sportista što bi omogućilo provođenje studija koje bi omogućile značajne statističke podatke, analize i interpretacije. Rezultati identifikovani u ovome pregledu pružaju polazište za buduća istraživanja koja identifikuju i kvantifikuju prediktore funkcionalnih performansi kao faktore uspjeha trčanja na kratkim, srednjim i dugim distancama.

**Ključne riječi:** maksimalna potrošnja kiseonika, koncentracija laktata, kratke distance, srednje distance, duge distance, trenažni proces

# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

## UVOD

Kao relevantni faktori za uspjeh trčanju na srednje pruge navode se: anaerobna snaga i maksimalan  $VO_2$ , koncentracija mliječne kiseline i manjak kisika, sposobnost podnošenja stresa, visoko sposobnost koncentracije i njeno zadržavanje tokom dužeg vremena, a kako kod napora izdržljivosti nije osnovna determinanta samo maksimalna potrošnja kiseonika ( $VO_{2max}$ ), koju sportista može postići, već značajniju ulogu igra mogući nivo na kome se može iskoristiti maksimalni aerobni kapacitet, a u mnogim istraživanjima se navodi i podataka da netreniran početnik, može podići svoj  $VO_{2max}$  15-20% za samo 12-16 sedmica redovnog i pravilnog treninga (Frajtnić, 2012). Aerobna izdržljivost se može poboljšati povećanjem primanja kiseonika tako da se poveća sposobnost asimilacije, prenosa i upotrebe kiseonika i povišenjem anaerobnog praga kako bi se moglo trčati većom brzinom bez ulaska u anaerobnu zonu, ali treba imati u vidu da uloga aerobnih i anaerobnih kapaciteta ili doprinos aerobnih i anaerobnih energetske izvora u trčanju zavisi o intenzitetu i trajanju trčanja (Škof, Kropelj i Milić, 2002), a kvaliteta izvedbe i uspješnost zavisi o količini i

strukturi opterećenja u treningu u nekom vremenskom razdoblju.

Poboljšanje primanja kiseonika kroz povećanje sposobnosti asimilacije, prenosa i upotrebe kiseonika najbolje se postiže neprekidnom metodom opterećenja, dok povišenje anaerobnog praga koje ima za rezultat mogućnost trčanja većom brzinom bez ulaska u anaerobnu zonu se najbolje postiže ponavljajućom metodom opterećenja (Čoh, 1992). Takođe, suštinski značaj kod mladih sportista tokom selekcije imaju različite tjelesne strukture (Malousaris, Bergeles, Barzouka, Bayios, Nassis, i Koskolou, 2008) koje su presudne za poboljšanja vještine u mnogim sportovima (Carter i Heath, 1990), a da bi se procijenila struktura cijelog tijela i njegovih pojedinih komponenti potrebno je identifikovati antropometrijske karakteristike (McArdle i Katch, 1991). Kod dječaka u pubertetu se događaju burne promjene u organizmu, uporedo sa ubrzanim rastom skeleta, povećava se i mišićna masa, što je glavni razlog povećanja maksimalnog primitka kisika i poboljšanja izdržljivosti (koja je u fazi inicijacije bila niska) i sportskog postignuća (Idrizović, 2013).

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

Istraživanjem anaerobne izdržljivosti su se takođe bavili (Bowerman i sar. 1999), i navode da se anaerobna izdržljivost takođe može poboljšati na dva načina: poboljšanjem sposobnosti tolerancije na visoke nivoe mliječne kiseline što će omogućiti nastavak aktivnosti i treniranje nervnomišićnog sistema na tempu trke i poboljšanjem anaerobnog kapaciteta ćelija povećanjem količine energije pohranjene u ATP-u mišićnih ćelija. Aerobna izdržljivost u jednoj svojoj fazi dostiže stagnaciju iako se trenažni proces provodi, tako da bi cilj u ovoj fazi (faza oblikovanja sportaša), trebalo biti - primjenom treninga izdržljivosti povećati aerobnu i anaerobnu izdržljivost, tj. svako povećanje izdržljivosti, do kojeg je došlo tokom prepuberteta, dovesti na viši nivo (Bompa, 2006). Takođe, utvrđeno je da (Rotstein, Dofan, Bar i Tenenbaum, 1986) je devetonedeljni intervalni trening kod sportista imao pozitivan efekat na anaerobni prag, anaerobni kapacitet i aerobnu moć te doveo do povećanja anaerobnog kapaciteta ( $VO_2max$ ). Pokazalo se da dva tipa intervalnog treninga – usmjeren na laktatni i ventilatorni prag su dovela do povećanja  $VO_2max$  za 5% odnosno 6%, laktatnog praga za 19.4% odnosno 22.4% i

ventilatornog praga za 19.5%, odnosno 18.5% (Burke, 1998).

Nekoliko ranijih istraživanja (Morgan, Baldini, Martin i Kohrt, 1989; Powers, Dodd, Deason, Byrd i McKnight, 1983) pokazalo je da maksimalna potrošnja kiseonika ( $VO_2max$ ), brzina trčanja na laktatnoj granici i ekonomičnost trčanja većom brzinom značajno povezani su uspjehom u trčanju. Visoku korelaciju sa intenzitetom fizičke aktivnosti pri anaerobnom pragu imaju rezultati u aerobnim aktivnostima dugog trajanja (Costill i sar., 1985; Farrell i sar., 1979; Rhodes i McKenzie, 1984) i pokazatelj su individualnog aerobnog kapaciteta (Peronet i sar., 1987; Tanaka, 1983). Pri opterećenju preko 60 do 90 sekundi do pokrivanja energetske potrebe dolazi u situaciji kada se rad sve više odvija aerobno, s napomenom, da kod aerobnih opterećenja konstantnog intenziteta tokom ukupnog trajanja opterećenja laktat može ostati na nivou normale ili neznatno porasti iznad normale (Malacko i Rađo, 2004). Lacour, Bouvat i Barthélémy (1990) su istraživali koncentracije laktata u krvi kao pokazatelje potrošnje anaerobne energije tokom trčanja na 400m. Ohkuwa, Kato, Katsumata, Nakao i Miyamura (1984) su istraživali krvne

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

laktate i glicerina nakon trčanja na 400m i 3000m (kod sprintera i trkača na duge staze), te došli do zaključka da vrhunac krvnih laktata dobijen nakon trke na 400m može biti korišten kao pokazatelj anaerobne radne sposobnosti kod dugoprugaša i netrenirane grupe, ali ne i kod sprintera.

Poznato je da sve veći broj autora naglašava važnost razvoja energetske kapaciteta kod sportaša nezavisno o potrebama matičnog sporta ili zahtijeva sportske discipline (Bompa, 1999; Holmann i Hettinger, 2000).

Maksimalno laktatno stabilno stanje (MLSS) ili anaerobni prag (drugi ventilacijski prag) definirani su intenzitetom rada pri kojem je još uvijek moguće postići stabilno stanje  $VO_2$  i mliječne kiseline u krvi, tj. može se uspostaviti ravnoteža između procesa akumulacije i razgradnje mliječne kiseline (Barstow i sar., 1993). Anaerobni prag se dostiže pri intenzitetu od oko 80 - 90%  $VO_{2max}$  (u nesportista pri 65 - 70%  $VO_{2max}$ , a u treniranih osoba čak i pri

95%  $VO_{2max}$ , zavisno o trenažnom ciklusu - pripremnom, predtakmičarskom ili takmičarskom), uz koncentraciju mliječne kiseline u krvi od oko 3-5 mmol/l (Virus, 1995).

Sportske aktivnosti relativno kratkog trajanja a visokog intenziteta za čije je ostvarivanje esencijalno visok nivo anaerobne izdržljivosti te brzinska i snažna izdržljivost najveći dio energije crpe iz anaerobnih rezervi, tj. iz anaerobnih energetske kapaciteta (Vučetić i Šentija, 2005).

Kako se vidi, mnogo je istraživanja koja su se bavila izučavanjem parametara funkcionalnih sposobnosti u pokušaju nalaženja najefikasnijeg načina poboljšanja istih, što bi dovelo do poboljšanja rezultata u trčanju, a budući da je mnogo sličnih i različitih podataka o toj tematici ovaj rad je urađen sa ciljem klasifikovanja dostupnih radova domaćih i stranih autora čime bi se izveli zaključci primjenjivi kako u praksi tako i za dalja istraživanja.

# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

## METODOLOGIJA

Za potrebe ovog istraživanja i pronalaženje odgovarajućih originalnih naučnih radova iz atletike i značaja funkcionalnih sposobnosti za postizanje rezultata u trčanju, a preko ključnih riječi: trenažni proces u trčanju, anaerobni prag, koncentracija laktata, maksimalna potrošnja kiseonika, korištene su elektronske baze podataka - Medline, PubMed, Researchgate, Web of Science and Google Scholar. Nakon uklanjanja nerelevantnih članaka, sastavljeni su preostali članci i pročitani su puni teksti svakog od njih kako bi se procijenila prihvatljivost za uključivanje. Kriteriji prihvatljivosti stvoreni su za nezavisno

prikazivanje naslova i sažetaka pronađenih tokom pretraživanja literature a uključivali su tematiku vezanu za trčanje na kratke, srednje i duge staze, funkcionalne sposobnosti, poboljšavanje  $VO_{2max}$ , koncentraciju laktata. Na osnovu kriterija i rezultata istraživanja, prikupljeni podaci su klasifikovani u četiri tabele – prema istraživanjima koja su se bavila ispitivanjem funkcionalnih sposobnosti trkača na kratke distance, srednje distance i duge distance, dok posljednja tabela sadrži pregled istraživanja koja su se bavila tematikom uticaja treninga na funkcionalne sposobnosti trkača.

## REZULTATI

**Tabela 1.** Funkcionalne sposobnosti istraživane kod trkača na kratke staze

Autor	Uzorak ispitanika	Testovi	Rezultati
Kurelić i sar. (1975)	34	– trčanje na 100m, 1500m – srčana frekvencija i – vitalni kapacitet pluća	– poboljšani rezultat na 1500m, – smanjenje srčana frekvencija
Roberts i sar. (1979)	sprinter i trkači na srednje distance	– maksimalna aerobna moć, – anaerobni prag	– trkači na srednje distance imaju veći $VO_{2max}$ i viši anaerobni prag
Nummela i Rusko (1995)	8 (trkači na kratke staze) 6 (trkači na srednje distance)	– potrošnja $O_2$ nakon vježbanja (EPOC)	– relativni doprinos anaerobnog prinosa energije ↓ sa 80% na 60% tokom prvih 15 sekundi u obje grupe – nije pronađena korelacija između deficita $O_2$ i EPOC
Spencer, Gastin, i Payne (1996)	4 (trkači na kratke staze) 5 (trkači na srednje distance)	– procjena aerobnog i anaerobnog sistema metodom AOD	– nema razlike u AOD – kod trkača na kratke staze ↑ $VO_{2max}$ na 400 metara u odnosu na trkače na srednje distance tokom trke 800 i 1500m
Spencer i Gastin (2001)	20 (trkači - 3 specijalizovana za 200 m, 6 za 400 m, 5 za 800 m, 6 za 1500)	– relativni doprinos aerobnog i anaerobnog energetskog sistema izračunat metodom AOD	– ↑ AOD sa trajanjem opterećenja tokom trčanja od 200, 400 i 800 m
Nagasawa (2013)	5 (trkači na srednje distance) 5 (trkači na kratke staze) 6 (kontrolna grupa)	– stopa reoksigenacije mišića ( $T1/2 StO_2$ ) – maksimalna potrošnja kisika ( $VO_{2max}$ )	– $T1/2 StO_2$ je imao značajnu pozitivnu korelaciju sa $VO_{2max}$

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

Pretpostavlja se da je povezanost funkcionalnih sposobnosti ( $VO_2\max$ , srčana frekvencija, kapacitet pluća, deficit kiseonika) u velikoj korelaciji sa trčanjem na srednjim distancama i da zavisi u velikom nivou od njihovih vrijednosti. A kako se vidi u tabeli 1. autori su se bavili problematikom promjena funkcionalnih sposobnosti tokom i nakon odgovarajućih opterećenja kod trkača na kratke distance ali i trkača na srednje distance kao kontrolne grupe. Među privim istraživanjima povezanosti trčanja na srednji distancama sa funkcionalnim sposobnostima bavio se Kurelić i sar. (1975), gdje je na uzoru od 34 ispitanika uzrasta 22 godine +/- 6 mjeseci došao do zaključka da su rezultati trčanja na 1500m znatno povezani sa srčanom frekvencijom kao jednim vidom funkcionalnih sposobnosti. Istraživanjem razlika u vrijednosti anaerobnog praga i maksimalnoj potrošnji kiseonika ( $VO_2\max$ ) kod trkača na kratkim distancama i trkača na srednjim distancama, Roberts i sar. (1979), su utvrdili da trkači na srednjim distancama imaju veći  $VO_2\max$  i viši anaerobni prag. Na uzorku od 8 muških trkača na kratkim distancama i 6 muških trkača na srednjim distancama, Nummela i Rusko (1995) su analizirali vrijednosti deficita kiseonika (AOD), prekomjerne potrošnje kiseonika i

koncentracije laktata nakon izvršenog iscrpnog rada (do maksimuma). Rezultati su pokazali da se relativni doprinos anaerobnog izvora energije smanjio sa 80% na 60% tokom prvih 15 sekundi iscrpnog rada kod obje grupe ispitanika. Takođe, kod obje grupe ispitanika maksimalna potrošnja kiseonika ( $VO_2\max$ ) je dostigla vrhunac u intervalu od 25. do 40. sekunde iscrpnog rada kod obje grupe. Međutim, relativni doprinos aerobnog izvora energije bio je značajno veći u grupi trkača na srednjim distancama (54-63%) u odnosu na trkače na kratkim distancama (43-47%) i primijećena je statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ). Upoređujući  $VO_2\max$  u različitim disciplinama, Spencer, Gasin i Payne (1996) testirali su 4 trkača na kratkim distancama i 5 trkača na srednjim distancama.

Došli su do rezultata da nisu pronađene značajne razlike u AOD između ispitanika. Takođe su došli do zaključka da su trkači na kratkim distancama ostvarili u trčanju na 400m (98%  $VO_2\max$ ) dok su trkači na srednjim distancama ostvarili u trčanju na 800m i 1500m (90% i 94%  $VO_2\max$ ). Relativni doprinos aerobnog i anaerobnog energetskog sistema izračunatog metodom akumuliranog deficita kiseonika (AOD), analizirali su Spencer i Gastin (2001) na

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

uzorku 20 atletičara grupisanih po disciplinama trčanja (200m N=3, 400m N=6, 800m N=5, 1500m N=6).

Veličina deficita kiseonika (AOD) povećavala se sa trajanjem opterećenja tokom trčanja od 200, 400 i 800 m (30,4 +/- 2,3, 41,3 +/- 1,0 i 48,1 +/- 4,5 ml/kg), ali nije zabilježen daljnji porast u trčanju na 1500 m (47,1 +/- 3,8 ml/kg).

Prelaz na potrošnju pretežno aerobnim energetske sistemom dogodio se između 15. i 30. sekunde kod trčanja na 400, 800 i 1500 m.

Na uzorku od dvije grupe, eksperimentalne koju su činili 5 muških trkača na dugim distancama i 5 muških trkača na kratkim distancama, i kontrolne grupe koju su činili 6 muških ispitanika, Nagasawa (2013) je analizirao zasićenost kiseonika u mišićnom tkivu (StO<sub>2</sub>) u mišićima vastus lateralis, stopu reoksigenacije mišića nakon vježbe koja je procijenjena na polovini vremena potrebnog za oporavak StO<sub>2</sub> (T1/2 StO<sub>2</sub>) i aerobni

kapacitet procijenjen mjerenjem maksimalne potrošnje kiseonika (VO<sub>2</sub>max). Stopa reoksigenacije (T1/2 StO<sub>2</sub>) kod trkača na srednje distance (25,0 ± 4,5 sekunde) bio je znatno duži od onog u kontrolnoj grupi (15,9 ± 1,6 sekunde; p <0,01) i kod trkača na kratkim distancama (18,0 ± 4,6 sekundi; p<0,05).

Kod svih ispitanika (trkači na srednje distance, trkači na kratke distancama i kontrolna grupa), T1/2 StO<sub>2</sub> je imao značajnu pozitivnu korelaciju sa VO<sub>2</sub>max (r = 0,75; p <0,01) i bio je duži kod ispitanika sa višim VO<sub>2</sub>max.

Primarna ograničenja većine aktualne literature koja istražuje uticaj različitih programa treninga na performanse sprint-a su ta što obično uključuju samo jedan modalitet treninga po istraživanju (tj. ne istražuju longitudinalne učinke periodizacije) ili po grupi sportista, (Cormie i sar. 2010) ili se ne temelje na eltnim sprinterima (Bolger, Lyons, Harrison i Kenny, 2015).



# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

**Tabela 2.** Funkcionalne sposobnosti istraživane kod trkača na srednje staze

Autor	Uzorak ispitanika	Testovi	Rezultati
Krsmanović (1987)	64	– funkcionalne sposobnosti – 1500m	– statistički značajna korelacija trčanja na 1500 m sa funkcionalnim sposobnostima
Vuksanović (1999)	431	– motoričke sposobnosti – funkcionalne sposobnosti	– pozitivan uticaj MS i FS na rezultate trčanja na 1000m
Stoiljković i sar. (2004)	32	– mjerenje ventilacijskog praga (VT) i VO <sub>2</sub> max	– unos kiseonika na ventilacijskom pragu i VO <sub>2</sub> max su se značajno povećali
Gasiin, Costill, Lawson, Krzeminski, i McConnell (1995)	9 (VO <sub>2</sub> max = 57 +/- 3) 12 (VO <sub>2</sub> max = 55 +/- 3)	– supramaksimalni napor metodom AOD	– AOD je pouzdana metoda za procjenu VO <sub>2</sub> max
Mayhew (1977)	9	– VO <sub>2</sub> max – utrošak energije	– potrošnje kiseonika i brzina trčanja su u korelaciji – kalorijski utrošak je nezavisan od brzine trčanja
Pate, Macera, Bailey, Bartoli, i Powell (1992)	188 (119 muškaraca, 69 žena)	– srčani puls i ventilacija – VO <sub>2</sub> max	– VO <sub>2</sub> max, HR6 i VE6 su u značajnoj pozitivnoj korelaciji sa VO <sub>2</sub> -6
Fletcher, Esau, i Macintosh (2009)	16	– VO <sub>2</sub> max	– nije utvrđena razlika u potrošnji kiseonika u odnosu na brzinu – ↑ kalorijska potrošnja sa brzinom
Allen, Seals, Hurley, Ehsani, i Hagberg (1985)	16	– VO <sub>2</sub> max – koncentracija laktata	– stariji sportisti su imali 9% ↓ VO <sub>2</sub> max od mladih – stariji sportisti postigli su 2,5 mmol/l nivoa laktata u krvi pri većem procentu njihovog VO <sub>2</sub> max
Brisswalter i Legros (1994)	10	– energetske troškove trčanja (C), ventilacija (VE), respiratorna frekvencija (RF), brzina otkucaja srca (HR), koncentracija laktata (La) i brzina koraka (SR)	– nisu pronađene značajne razlike između testova u C, VE, RF, HR, SR – značajne svakodnevnne razlike pronađene su u La
Daniels i Oldrige (1971)	14 (dječaci uzrasta 10–15 godina)	– submaksimalni i maksimalni VO <sub>2</sub>	– tokom 12-mjesečnog perioda ↑ VO <sub>2</sub> max
Daniels, Oldridge, Nagle, i White (1978)	20 (10-18 godina)	– submaksimalni i maksimalni VO <sub>2</sub>	– VO <sub>2</sub> max je u korelaciji sa tjelesnom težinom – trajanje treninga doprinosi promjeni submaksimalnog VO <sub>2</sub>
Svedenhag i Sjödin (1984)	27 (trkači na srednje i duge distance) 2 (trkači na 400 metara)	– VO <sub>2</sub> max – koncentracija laktata	– brzina trčanja koja odgovara koncentraciji laktata u krvi od 4 mmol/l značajno se razlikovala između grupa – koncentracija laktata u krvi nakon testa (VO <sub>2</sub> max test) bila je niža kod trkača na duge staze
Helgerud (1994)	6 muškaraca 6 žena	– potrošnja kiseonika tokom trčanja (CR) – VO <sub>2</sub> max	– VO <sub>2</sub> u ml · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> bio je značajno veći kod muškaraca u odnosu na žene
Saltin, i dr. (1995)	3 (kenijski trkači) 3 (skandinavski trkači)	– VO <sub>2</sub> max	– najbolji skandinavski trkači nisu se značajno razlikovali od kenijskih trkača u VO <sub>2</sub> max, ali nijedan od Skandinavaca nije postigao tako visoke pojedinačne vrijednosti kao što su uočene kod nekih kenijskih trkača
Duffield, Dawson, i Goodman (2005)	10 (trkači na 3000m - 8 muškaraca, 2 žene) 14 (trkači na 1500m - 10 muškaraca, 4 žene)	– unos kiseonika, – koncentracije laktata u krvi	– relativni doprinosi aerobnog energetskog sistema za 3000 m bio je veći kod žena – koncentracija laktata u krvi nije se razlikovala u odnosu na pol i disciplinu
McConnell i Clark (1988)	10	– VO <sub>2</sub> max	– nije bilo značajnih razlika u maksimalnom unosu kisika (VO <sub>2</sub> max) između protokola
Lourenço, Barreto Martins, Tessutti, Brenzikofer, i Macedo (2011)	11	– VO <sub>2</sub> max – ventilacijski prag (VT) i – respiratorna kompenzacija (RCP)	– nisu pronađene značajne razlike ni u jednom od analiziranih parametara, uključujući VT, RCP i VO <sub>2</sub> max
Foster, Costill, Daniels, i Fink (1978)	26	– sukcinat dehidrogenaze (SDH) – VO <sub>2</sub> max	– utvrđena je mala veza između SDH sa VO <sub>2</sub> max



## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

Da bi ispitao povezanost funkcionalnih sposobnosti i trčanja na 1500m, Krsmanović (1987), testirao je 64 ispitanika uzrasta 22 godine +/- 6 mjeseci i zaključio je da postoji statistički značajna korelaciona povezanost između rezultata trčanja na 1500 m i funkcionalnih sposobnosti (kardiovaskularnog sistema). Na uzorku od 431 ispitanika uzrasta 18 godina +/- 6 mjeseci, Vuksanović (1999) je zaključio da funkcionalne sposobnosti imaju znatan uticaj na rezultate trčanja na 1000m. Stoiljković i sar. (2004) su izvršili mjerenje ventilacionog praga (VT) i  $VO_2max$  kod 32 ispitanika (22,3 +/- 2,5 godina) i dobili da se unos kiseonika na ventilacionom pragu povećao između početnih i krajnjih mjera testiranja ( $34,8 \pm 6,3$  mlO<sub>2</sub>/kg/min početak,  $41,3 \pm 6,2$  mlO<sub>2</sub>/kg/min kraj) i  $VO_2max$  ( $52,1 \pm 5,9$  mlO<sub>2</sub>/kg/min početak,  $57,1 \pm 5,3$  mlO<sub>2</sub>/kg/min kraj). Procjenu aerobnog i anaerobnog sistema metodom akumuliranog deficita kiseonika AOD (Medbo i sar. 1988), bavili su se Gassin i sar. (1995) koji su testirali 21 ispitanika sa  $VO_2max$  u rasponu od 55 +/- 3 do 57 +/- 3 pri supramaksimalnom naporu metodom AOD. Nakon izvršene analize došli su do zaključka da je navedena metoda dosta pouzdana kod procjene anaerobne sposobnosti. Da bi utvrdili odnos

između potrošnje kiseonika i brzine trčanja, Mayhew i sar. (1977) su testirali 9 ispitanika muškog pola, trkača na srednjim distancama. Dobili su rezultate sa visokom korelacijom između potrošnje kiseonika i brzine trčanja ( $r=0,917$ ). Pate i sar. (1992) na uzorku od 188 ispitanik (119 muškaraca i 69 žena) ispitivali su povezanost  $VO_2max$ , srčanu frekvenciju (HR6) i ventilacione sposobnosti (VE6) sa potrošnjom kiseonika pri trčanju od 6 mph (VO2-6). Analiza korelacione povezanosti je otkrila da su  $VO_2max$ , HR6 i VE6 u značajnoj pozitivnoj korelaciji sa VO2-6 ( $p<0,001$ ). Provedenim testom trčanja na 5 minuta pri brzinama od 75%, 85% i 95% od laktatnog praga, Fletcher i sar. (2009) su na uzorku od 16 trkača na srednjim distancama ispitivali prosječnu potrošnju kiseonika pri trčanju na 5 minuta pri brzinama koje su odgovarale 75%, 85% i 95% brzine na laktatnom pragu sa 5-minutnim odmorom između faza. Rezultati su pokazali da se prosječna potrošnja kiseonika kretala od 221, 217 i 221 ml/kg i da nije bilo razlike u potrošnji kiseonika u odnosu na brzinu trčanja ( $p = 0,657$ ). Vrijednostima  $VO_2max$  i nivoa laktata kod mlađih i starijih sportista bavili su se Allen i sar. (1985) Testirali su kod 8 ispitanika muškog pola trkača na srednjim distancama

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

uzrasta 56 +/- 5 godina i 8 ispitanika muškog pola trkača na srednjim distancama uzrasta 25 +/- 3 godine maksimalnu potrošnju kiseonika i nivo laktata. Dobijeni rezultati su pokazali da su stariji sportisti imali niži  $VO_2max$  za 9% ( $p < 0,05$ ), ali su imali niži nivo laktata u krvi pri većem procentu njihovog  $VO_2max$ , što je ukazalo da mogu raditi bliže svom  $VO_2max$  tokom trke. Analizom energetskih troškova trčanja (C), ventilacije (VE), respiratorne frekvencije (RF), srčane frekvencije (HR), koncentracije laktata (La) i brzine koraka (SR), bavili su se Brisswalter i Legros (1994) na uzorku muškaraca i žena trkača na srednjim distancama pri uobičajenom tempo treninga na traci -75%  $VO_2max$  pri brzini (15,8 +/- .02 km.h-1). Zaključili su na nema značajne razlike između testova C, VE, RF, HR i SR između ispitanika u odnosu na pol, dok je pokzana samo razlika kod testa (La)  $p < 0,025$ . Daniels i Oldridge (1971) su tokom 22 mjeseca pratili porast submaksimalnog i maksimalnog  $VO_2$  iz uzoraka izdahnutog vazduha tokom testa na traci za trčanje, na uzorku od 14 dječaka uzrasta od 10-15 godina.

Dokazali su da je određen vremenski period odrastanja doveo do povećanja submaksimalnog  $VO_2$  sa 2331 ml na 2839

ml, dok nije došlo do povećanja maksimalnog  $VO_2$ .

Langitudinalnim istraživanjem koje je trajalo 6 godina, Daniels i sar. (1978), su analizirali povezanost submaksimalnog i maksimalnog  $VO_2$  na uzorku od 20 ispitanika muškog pola uzrasta od 10-18 godina. Submaksimalni  $VO_2$  izmjeren je tokom posljednje 2 minute 6-minutnog trčanja pri brzini od 202 m/min, a maksimalni  $VO_2$  izmjeren tokom 5-8 minuta kod testa koji se izvodio do maksimuma.  $VO_2max$  se kretao od 1933 ml/min za 10-godišnjake do 4082 za 18-godišnjake. Zaključili su da se u svim longitudinalnim poređenjima maksimalni  $VO_2$  mijenja sa promjenom tjelesne težine, odnosno da maksimalni  $VO_2$  ne raste brže od tjelesne težine aktivnih dječaka uzrasta od 10 do 18 godine. Na uzorku od 29 trkača na srednjim i dugim distancama koji su bili podijeljeni u 6 grupa (grupe trkača od 400 m do maratona), Svedenhag i Sjödin (1984) su analizirali  $VO_2max$  i koncentraciju laktata u krvi. Maksimalna potrošnja kiseonika je analizirana je na osnovu testova trčanja pri brzini od 15 km/h i 20 km/h, i na ovim brzinama nije se značajno razlikovala među grupama. Brzina trčanja koja odgovara koncentraciji laktata u krvi od 4 mmol/l

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

značajno se razlikovala između grupa s najvećom vrijednošću (5,61 m/s) u grupi od 5000 do 10000 m, dok je koncentracija laktata u krvi nakon testova bila niža kod trkača na duge staze.

Helgerud (1994) testirao je maksimalnu potrošnju kiseonika  $VO_2max$  i laktatni prag kod 6 muškaraca i 6 žena uzrasta 20 do 30 godina i zaključio je da su muškarci pokazali za oko 10% veći  $VO_2max$ , ali nije utvrđena razlika u odnosu na nivo laktatnog praga između muškaraca i žena. Istraživanjem maksimalne potrošnje kiseonika  $VO_2max$  na različitim nadmorskim visinama, na uzorku kenijških i skandinavskih dječaka uzrasta 14,2 +/- 0,2 godine, Saltin i sar. (1995) su iznijeli niz zaključaka.

Na većoj nadmorskoj visini su neaktivni kenijški dječaci imali maksimalni unos kiseonika ( $VO_2max$ ) od 47 (44-51) ml/kg/min, dok su dječaci slične starosti koji redovno hodaju ili trče, ali nisu trenirali za takmičenje dostizali  $VO_2max$  iznad 62 (58 - 71) ml/kg/min.

Kenijški trkači u aktivnom treningu imali su  $VO_2max$  68 +/- 1,4 ml/kg/min na višoj nadmorskoj visini, dok su ostvarili  $VO_2max$  79,9 +/- 1,4 ml/kg/min na nivou mora. Takođe je primijećeno da su pojedini

kenijški dječaci dostizali i  $VO_2max$  od 85 ml/kg/min na nivou mora. Najbolji skandinavski trkači nisu se značajno razlikovali od kenijških trkača u  $VO_2max$  kako na višoj nadmorskoj visini, tako i na nivou mora, ali nijedan od skandinavskih trkača nije postigao tako visoke pojedinačne vrijednosti kao što su uočene kod nekih kenijških trkača.

Zaključeno je da upravo fizička aktivnost tokom djetinjstva, kombinovana s intenzivnim treningom kod dječaka, dovodi do većeg  $VO_2max$ . Odnosom deficita kiseonika (AOD) i koncentracije laktata koji doprinose vrijednostima aerobnog energetskeg sistema kod trkača na srednjim distancama, Duffield i sar. (2005), su na uzorku od 10 trkača na 3000m (8 muškaraca i 2 žene) i 14 trkača na 1500m (10 muškaraca i 4 žene) izmjerili deficit kiseonika (AOD) i koncentraciju laktata. Rezultati analiza su pokazali da je relativni doprinos aerobnog energetskeg sistema zasnovan na mjerama (AOD) za 3000 m bio 86% (muškarci) i 94% (žene), dok je za 1500 m 77% (muški) i 86% (ženski). Procjena potrošnje aerobne energije na osnovu koncentracije laktata se nije razlikovao između ispitanika u odnosu na pol i disciplinu ( $p>0,05$ ).

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

Analiziranjem vrijednosti maksimalne potrošnje kiseonika  $VO_2max$  pri izvođenju testa gdje se protokol povećanja brzine mijenjao 4 puta, svaki za 2,5% na svake 2 minute izvođenja, bavili su se McConnell i Clark (1988) na uzorku od 10 trkača na srednjim distancama.

Rezultati su pokazali da nije bilo značajnih razlika u maksimalnoj potrošnji kiseonika  $VO_2max$  između protokola (P1, 65,0 +/- 5,6 ml/kg/min; P2, 64,5 +/- 5,3 ml/kg/min; P3, 66,2 +/- 3,9 ml/kg/min; P4, 64,7 +/- 5,8 ml/kg/min). Testom koji se izvodio ponavljanjem 4 protokola (gdje se brzina trčanja povećavala za 0,3 km/h svakih 25 sekundi), Lourenço i sar. (2011) su analizirali maksimalnu potrošnju kiseonika  $VO_2max$ , ventilacijski prag (VT) i

respiratornu kompenzaciju (RCP), na uzorku od 11 muških trkača na srednjim distancama. Nakon izvršenih analiza nisu pronađene značajne razlike ni u jednom analiziranom parametru tokom provođenja protokola testa ( $p>0,05$ ). Foster i sar. (1978) na uzorku od 26 trkača na srednjim distancama su testom trčanja na pokretnoj traci (trčanje 1 milja, 2 milje i 6 milja), analizirali maksimalnu potrošnju kiseonika  $VO_2max$ , sastav mišićnih vlakana i dehidrogenaze (SDH).

Rezultatima je utvrđena niska povezanost između SDH i  $VO_2max$  ( $r=-0,11$  za 1 milju,  $r=-0,14$  za 2 milje i  $r=-0,20$  za 6 milja), dok je povezanost sastava mišićnih vlakana sa  $VO_{2max}$  bila srednjeg nivoa ( $r=-0,52$  za 1 milju,  $r=-0,54$  za 2 milje i  $r=-0,55$  za 6 milja).

# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

**Tabela 3.** Funkcionalne sposobnosti istraživane kod trkača na duge distance

Autor	Uzorak ispitanika	Testovi	Rezultati
<b>Bilat, i sar. (2003)</b>	20 (elitni kenijski trkači: 13 muškaraca i 7 žena)	– VO <sub>2</sub> max i brzina na pragu laktata (vLT)	– srednja brzina između vVO <sub>2</sub> max i vLT nije se značajno razlikovao od brzine na 10 km, bez obzira na pol ili tip treninga
<b>Cavanagh i Williams (1982)</b>	10 (rekreativni trkači na duge distance)	– unos O <sub>2</sub>	– srednji porast VO <sub>2</sub> iznosio je 2,6 i 3,4 ml. kg <sup>-1</sup> . min <sup>-1</sup> na ekstremnim dužinama kratkog i dugog koraka
<b>Coetzer, i dr. (1993)</b>	9 bijelih i 11 crnih južnoafričkih trkača na srednje i duge distance	– trka na 3000m i 5000m	– crni trkači su imali nižu koncentraciju laktata u krvi tokom vježbanja – vrijeme do zamora bilo je duže kod crnih trkača
<b>Conley i Krahenbuhl (1980)</b>	12 (trkači na duge distance)	– unos kiseonika (VO <sub>2</sub> ) – VO <sub>2</sub> max	– ekonomija trčanja čini veliku i značajnu količinu razlika uočenih u trci na 10 km
<b>Davies i Thompson (1979)</b>	13 (muški ultramaratonaci i 9 (žene maratonke)	– VO <sub>2</sub> max	– VO <sub>2</sub> max kod muškaraca bila je veća nego kod žena, ali trošak O <sub>2</sub> za datu brzinu je bilo isto kod oba pola
<b>Craig i Morgan (1998)</b>	9 (trkači na srednje i duge distance)	– VO <sub>2</sub> max – ekonomičnosti rada (RE) – deficita kisika (AOD)	– nije pronađena značajna veza između vremena trčanja od 800 m i AOD
<b>Boileau, Mayhew, Riner, i Lussier (1982)</b>	74 elitna trkača (42 srednje distance – MD, 32 duge distance - LD)	– VO <sub>2</sub> max	– srednji VO <sub>2</sub> max LD trkača bio je značajno veći od vrijednosti za MD grupu – VO <sub>2</sub> max je u visokoj korelaciji sa trkačkim performansama u MD grupi
<b>Daniels i Daniels (1992)</b>	20 ženskih i 45 muških trkača na srednje i duge distance	– VO <sub>2</sub> max – frekvencija srca (HR) – nivo laktata u krvi (HLA)	– muškarci imaju veći VO <sub>2</sub> max od žena i koristili su manje kisika pri uobičajenim apsolutnim brzinama, ali VO <sub>2</sub> se nije razlikovao između muškaraca i žena
<b>Taunton, Maron, i Wilkinson (1981)</b>	15 muških trkača na srednjim (MD) i dugim (LD) distancama	– VO <sub>2</sub> max – nivo laktata u krvi	– vrijednosti VO <sub>2</sub> max bile su veće kod LD trkača – vrijednosti laktata u krvi bile su veće u MD grupi u poređenju sa LD trkačima
<b>Powers i Corry (1982)</b>	5 (plivači) 5 (kros- trkači)	– VO <sub>2</sub> max	– VO <sub>2</sub> max znatno veći kod trkača nego kod plivača

Billat i sar. (2003) su na uzorku od 20 elitnih kenijskih trkača (13 muškaraca i 7 žena) analizirali VO<sub>2</sub>max, brzinu na VO<sub>2</sub>max (vVO<sub>2</sub>max) i brzinu na laktatnom pragu (vLT) testom do iscrpljenosti na stazi od 400 m. Zaključili su da srednja brzina između vVO<sub>2</sub>max i vLT nije se značajno razlikovala (P 0,87, 0,25, 0,87) bez obzira na pol ili stepen treniranosti. Unosom O<sub>2</sub> metodom *Douglas Bag*, kod 10 rekreativnih trkača (srednje vrijednosti VO<sub>2</sub>max 64,7 ml/kg/min), bavili su se Cavanagh i

Williams (1982). Porast O<sub>2</sub> iznosio je 2,6 i 3,4 ml/kg/min mijenjanjem tehnike trčanja. Upoređujući bijele i crne trkače na 3000 m i 5000 m, Coetzer i sar. (1993) na uzorku od 9 bijelih i 11 crnih trkača su došli do zaključka da superiorne performanse crnih trkače ne proizilaze iz većeg procenta vlakana tipa I, već proizilaze iz toga što crni trkači imaju niži nivo laktata u krvi tokom opterećenja i duže vrijeme do nastajanja zamora od bijelih trkača (169 +/- 65 sekundi naspram 97 +/- 69 sekundi; p<0,05). Na uzorku od 12 trkača

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

na srednjim distancama, Conley i Krahenbuhl (1980) godine analizirali su povezanost  $VO_2\max$  sa ekonomijom trčanja. Rezultati su pokazali da  $VO_2\max$  nema statistički značajnu povezanost sa ekonomijom trčanja ( $r=-0,12$ ,  $p=0,35$ ), ali su napomenuli da među visoko obučanim i iskusnim trkačima sličnih sposobnosti i sličnog  $VO_2\max$  ekonomija trčanja čini veliku i značajnu razliku u postignutim rezultatima trčanja dužih dionica. Upoređujući maksimalnu potrošnju kiseonika  $VO_2\max$  na uzorku od 13 muškaraca maratonaca i 9 žena maratonki, Davis i Thompson (1979) zaključili su da je između vrijednosti  $VO_2\max$  kod muškaraca koja je iznosila 72,5 ml/kg/min i kod žena koja je iznosila 58,2 ml/kg/min uočena statistički značajna razlika ( $p<0,001$ ). Problemom predviđanja rezultata trčanja na srednjim distancama na osnovu vrijednosti  $VO_2\max$ , ekonomičnosti trčanja (RE) i deficita kiseonika (AOD), bavili su se Craing i Morgan (1998).

Na uzorku od 9 muških trkača na srednjim i dugim distancama (starosti 24,7 +/- 4,5 godine, tjelesne težine = 69,4 +/- 8,5 kg, maksimalne potrošnje kiseonika  $VO_2\max$  64,8 +/- 4,5 ml/kg/min), analizirali su predviđanje rezultata trčanja na srednjim

distancama na osnovu vrijednosti  $VO_2\max$ , ekonomičnosti trčanja (RE) i deficita kiseonika (AOD).

Zaključili su da nije pronađena značajna veza između vremena trčanja na 800 m i deficita kiseonika (AOD), a takođe i da se vrijeme trčanja na 800m ne može predvidjeti na osnovu vrijednosti ostalih varijabli koje su analizirane ( $VO_2\max$  i ekonomičnost trčanja (RE)). Analiziranjem maksimalne potrošnje kiseonika pri različitim brzinama trčanja, na uzorku od 74 elitna trkača (42 trkača na srednjim distancama (MD) i 32 trkača na dugim distancama (LD), Boileau i sar. (1982) su iznijeli određene zaključke.

Prosječna vrijednost maksimalne potrošnje kiseonika  $VO_2\max$  (ml/kg/min) kod LD trkača (76,9 ml/kg/min) bio je značajno veći od vrijednosti za MD trkače (68,9 ml/kg/min) i utvrđena je statistički značajna razlika ( $p<0,01$ ). Pri različitim brzinama trčanja, relativna potrošnja kiseonika ( $\%VO_2$ ) bila je niža za LD grupu trkača u prosjeku za 8% i utvrđena je statistički značajna razlika ( $p<0,01$ ). Takođe su utvrdili da je maksimalna potrošnja kiseonika  $VO_2\max$  u većoj korelaciji sa trkačkim performansama u MD grupi trkača ( $r=0,70$ ) nego u LD grupi trkača ( $r=0,32$ ).

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

Maksimalnu potrošnju kiseonika, srčanu frekvenciju i nivo laktata u krvi, na uzorku od 20 ženskih i 45 muških trkača na srednjim i dugim distancama, su analizirali i Daniels, J. i Daniels, N. (1992) i iznijeli dobijene rezultate.

Rezultati su pokazali da su muškarci viši, teži, imaju nižu sumu šest kožnih nabora i veću maksimalnu potrošnju kiseonika  $VO_2max$  od žena ( $p < 0,05$ ). Muškarci su koristili manje kisika (ml/kg/min) pri uobičajenim apsolutnim brzinama, ali nije utvrđena statistički značajna razlika između muškaraca i žena. Kada su se upoređivali muškarci i žene jednake maksimalne potrošnje kiseonika  $VO_2max$ , muškarci su bili znatno ekonomičniji u potrošnji energije. Zaključeno je da su muškarci pri apsolutnim brzinama trčanja ekonomičniji od žena, ali kada se izraze u ml/km/kg ne postoje razlike pri sličnim intenzitetima trčanja. Takođe, kada se uporede muškarci i žene jednake

maksimalne potrošnje kiseonika  $VO_2max$ , muškarci pokazuju bolje aerobne sposobnosti. Maksimalnu potrošnju kiseonika  $VO_2max$  i nivo laktata u krvi kod trkača na srednjim i dugim distancama testirali su i Taunton i sar. (1981).

Mjerili su vrijednost maksimalne potrošnje kiseonika  $VO_2max$  i nivo laktata u krvi kod 15 muških trkača na srednjim i dugim distancama. Iznešeni zaključci upućuju na to da su vrijednosti maksimalne potrošnje kiseonika  $VO_2max$  bile značajno veće kod trkača na dugim distancama (68,7ml/kg/min) u odnosu na trkače na srednjim distancama (62,8ml/kg/min). Takođe, vrijednosti laktata u krvi nakon maksimalnog rada bile su značajno veće u grupi trkača na srednjim distancama (15,0 mmol/l) u poređenju sa trkačima na dugim distancama (11,9 mmol/l). Coory i Powers (1982) su utvrdili da trkači imaju veći  $VO_2max$  od plivača.



# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

**Tabela 4.** Uticaj treninga na funkcionalne sposobnosti

Autor	Uzorak	Testovi	Rezultati
<b>Tončev (1988)</b>	80 (učenici)	– aerobne sposobnosti	– aerobne sposobnosti poboljšane
<b>Burke i sar. (1994)</b>	80 (uzrast 17 godine +/- 6 mjeseci)	– koncentracija laktata i VO <sub>2</sub> max	– rezultati su kod oba tipa intervalnog treninga pokazali povećanje VO <sub>2</sub> max za 5% odnosno 6%, laktatnog praga za 19.4% odnosno 22.4% i ventilatornog praga za 19.5%, odnosno 18.5%
<b>Stoiljković, Branković, Stoiljković i Joksimović (2005)</b>	90 (uzrast 11 i 12 godina)	– sistolni i dijastolni krvni pritisak – frekvencija pulsa u opterećenju – apsolutna potrošnja kiseonika – relativna potrošnja kiseonika	– povećanje nivoa funkcionalnih sposobnosti u eksperimentalnom periodu primjenom kružnog oblika rada veće je kod eksperimentalne grupe u odnosu na kontrolnu grupu
<b>Jakovljević i Batričević (2008)</b>	38 (14 i 15 godina +/- 6 mjeseci)	– frekvencija srca u miru, – vitalni kapacitet pluća, – sistolni i dijastolni krvni pritisak	– utvrđena statistički značajna razlika transformacionih procesa eksperimentalnog modela kod vitalnog kapaciteta pluća i sistolnog i dijastolnog krvnog pritiska
<b>Franch, Madsen, Djurhuus, i Pedersen (1998)</b>	36 (rekreativci)	– VO <sub>2</sub> max – RE (ekonomičnost trčanja)	– povećan je VO <sub>2</sub> max i brzina trčanja pri VO <sub>2</sub> max – ekonomičnost trčanja je poboljšana
<b>Helgerud, i sar. (2007)</b>	40	– VO <sub>2</sub> max – udarni volumen srca (SV), – volumen krvi, – prag laktata (LT) – ekonomija trčanja (CR)	– trenažni proces je značajno uticao na povećanje VO <sub>2</sub> max u odnosu na inicijalno stanje – ekonomija trčanja (CR) se statistički značajno povećala za 10%

Baveći se uticajem određenog eksperimentalnog programa na funkcionalne sposobnosti, Tončev (1988) testirao je 80 ispitanika uzrasta 17 godina +/- 6 mjeseci i došao do rezultata da su nakon eksperimentalnog programa vježbanja poboljšane funkcionalne sposobnosti ispitanika. Sličnom problematikom su se bavili i Burke i sar. (1994), ispitivali su uticaj intervalnog treninga na nivo laktata (laktatni prag) i VO<sub>2</sub>max, kod 80 ispitanika uzrasta 17 godina +/- 6 mjeseci. Zaključili su da se VO<sub>2</sub>max povećao za 6%, a laktatni prag za 22,4%. Stoilković i sar. (2005) su ispitivali uticaj kružnog oblika treninga na

sistolni i dijastolni krvni pritisak, frekveciju srca u opterećenju, apsolutnu i relativnu potrošnju kiseonika, na uzorku od 90 ispitanika uzrasta 11 i 12 godina. Dobijeni rezultati analize pokazuju da su svi parametri funkcionalnih sposobnosti povećani nakon tretmana kružnog treninga. Trenažni model koji je bio upućen na razvoj funkcionalnih sposobnosti, analizirali su Jakovljević i Batričević (2008) mjerili su srčanu frekvenciju u miru, vitalni kapacitet, sistolni i dijastolni krvni pritisak na uzorku od 38 ispitanika 14 i 15 godina prije provođenja eksperimentalnog tretmana treninga. Došli su do zaključaka da je eksperimentalni

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

tretman treninga imao pozitivan uticaj na razvoj svih sposobnosti. Analiziranjem uticaja trenažnog procesa u frekvenciji vježbanja od 3 puta sedmično provedenog u trajanju od 6 sedmica, na uzorku od 36 muškaraca koji se bave rekreativni trčanjem, Franch i sar. (1998) su analizirali maksimalnu potrošnju kiseonika  $VO_2max$  i ekonomičnost trčanja (RE). Ispitanici su bili podjeljeni u tri grupe koje su provodile različite treninge (iscrpan trening sa pretrčavanjem većih dužina (DT), dugotrajan trening (LIT) i trening sa pretrčavanjem kraćih dionica (SIT)). Rezultati su pokazali da je  $VO_2max$  povećan je za 5,9% ( $p<0,0001$ ), 6,0% ( $p<0,0001$ ) i 3,6% ( $p<0,01$ ) u DT, LIT i SIT, i brzina trčanja pri  $VO_2max$  za 9% ( $p<0,0001$ ), 10% ( $p<0,0001$ ), odnosno 4% ( $p<0,05$ ). Ekonomičnost trčanja poboljšana je za 3,1% u DT ( $p<0,05$ ), 3,0% u LIT ( $p<0,01$ ) i 0,9% SIT. Efikasnost trenažnog procesa u trajanju

od 8 sedmica na  $VO_2max$ , udarni volumen srca (SV), laktatni prag (LT) i ekonomiju trčanja (CR), na uzorku od 40 muškaraca, podijeljenih u četiri grupe -70% maksimalne frekvencije srca; na laktatnom pragu (85% HRmax); intervalno trčanje 15/15 (15 s trčanja pri 90-95%; 4 x 4 min intervalnog trčanja (4 min trčanja pri 90-95% HRmax), analizirali su Helgerud i sar. (2007), te zaključili da je aerobni intervalni trening visokog intenziteta rezultirao značajno povećanim  $VO_2max$  u poređenju sa intenzitetom treninga na velikim razdaljinama i laktatnim pragom ( $P <0,01$ ). Procenat povećanja za grupe od 15/15 i 4 x 4 min iznosio je 5,5, odnosno 7,2%, što odražava povećanje  $VO_2max$  sa 60,5 na 64,4 ml x kg (-1) x min (-1) i 55,5 do 60,4 ml x kg (-1) x min (-1). SV se značajno povećao za približno 10% nakon intervalnog treninga ( $P <0,05$ ).

# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

## DISKUSIJA

Kako se vidi u tabeli 1, za procjenu funkcionalnih sposobnosti trkača na kratke staze, istraživanja su provedena na relativno malobrojnom uzorku - od 9 (Spencer, Gastin, i Payne, 1996) do 34 (Kurelić i sar.; 1975), i uglavnom se sva baziraju na poređenju funkcionalnih sposobnosti trkača na kratke staze sa funkcionalnim sposobnostima trkača na srednje staze, prilikom čega se utvrđivala potrošnja kiseonika i maksimalna potrošnja kiseonika (Roberts i sar., 1979; Nummela i Rusko, 1995; Nagasawa, 2013) procjenjivala energetika aerobnih i anaerobnih sistema (Spencer, Gastin i Payne, 1996; Spencer i Gastin, 2001) te stopa reoksigenacije mišića (Nagasawa, 2013). Rezultati istraživanja ukazuju da trkači na srednje distance imaju veću maksimalnu potrošnju kiseonika i viši aerobni prag od trkača na kratke staze (Roberts i sar., 1979), da relativni doprinos energije tokom prvih 15 sekundi trčanja i kod jednih i kod drugih opada, te da nema razlike u vrijednosti deficita kiseonika (Nummela i Rusko, 1995; Spencer, Gastin, i Payne, 1996). Takođe, istraživanja su pokazala da je maksimalna potrošnja kiseonika veća kod trkača na kratke distance u odnosu na trkače na srednje distance

tokom prvih 400m u trčanju na 800m i 1500m Spencer, Gastin, i Payne (1996), da se kod trkača na kratke staze povećava deficit kiseonika sa trajanjem opterećenja (Spencer i Gastin, 2001), te da je stopa relaksacija mišića i maksimalna potrošnja kiseonika u pozitivnoj korelaciji (Nagasawa, 2013).

Uzorak ispitanika istraživanja navedenih u tabeli 2. kretao se od 6 do 431 trkača na srednje distance različitog uzrasta i pola, a istraživanja su se bavila procjenom submaksimalne i maksimalne potrošnje kiseonika. U tabeli 2. prikazana su različita istraživanja funkcionalnih sposobnosti, kako  $VO_2max$ , tako i nivoa laktata tokom i nakon opterećenja, zatim energetska potrošnja, do veličine srčane frekvencije. Takođe su i ispitivane metode procjene  $VO_2max$ , kako submaksimalni tako i maksimalni, te potrošnja kiseonika tokom trčanja. Sva ova istraživanja analizirana su u povezanosti sa trčanjem na srednjim i dugim distancama. Dokaz statistički značajne povezanosti funkcionalnih sposobnosti sa trčanjem na srednjim distancama utvrđeno je u tri istraživanja (Krsmanović, 1987; Vuksanović, 1999; Duffield, Dawson i Goodman, 2005; Daniels, Oldridge, Nagle i White,

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

1978). Analizom potrošnje kiseonika, na različitim brzinama trčanja, bavilo se više istraživanja, koji su donijeli različite zaključke.

Potvrđene promjene  $VO_2max$  kod različitim brzina trčanja, i njihovu međusobnu korelaciju utvrdili su u svom istraživanju (Stoiljković i sar. 2004; Mayhew, 1977; Pate, Macera, Bailey, Bartoli i Powell, 1992; Daniels i Oldrige, 1971; Foster, Costill, Daniels i Fink, 1978), dok istraživanja (Fletcher, Esau i Macintosh, 2009; Brisswalter i Legros, 1994; McConnell i Clark, 1988; Lourenço, Barreto, Martins, Tessutti, Brenzikofer, i Macedo, 2011) nisu potvrdila korelaciju  $VO_2max$  i brzine trčanja. Povezanošću  $VO_2max$  i nivoa laktata bavili su se (Svedenhag i Sjödin, 1984,) koji su utvrdili razlike u  $VO_2max$  i nivoa laktata i dokazali da trkači na dužim stazama imaju manju koncentraciju laktata u krvi od trkača na srednjim distancama. Poredeći različite grupe ispitanika i njihove funkcionalne sposobnosti (Helgerud, 1994, Saltin i sar. 1995, Allen, Seals, Hurly, Ehsani i Hagberg, 1985.) zaključili su da muškarci imaju veći  $VO_2max$  od žena, i da ne postoji razlika između evropskih i afričkih trkača, te da stariji i iskusniji trkači imaju manji  $VO_2max$  od mlađih trkača, ali i

da ostvaruju manji nivo laktata u krvi pri većem postotku sopstvenog  $VO_2max$ .

Procjenom  $VO_2max$  različitim metodama (Gasiin, Costill, Lawson, Krzeminski i McConell 1995), su zaključili da je AOD metoda veoma pouzdana kod procjene  $VO_2max$ .

U tabeli 3. prikazani su radovi koji su se bavili vrijednostima  $VO_2max$  u zavisnosti od dužine disance, takođe su analizirane vrijednosti  $VO_2max$  u odnosu na pol ispitanika i ekonomičnosti izvođenja tehnike trčanja. Statistički značajnu razliku između muških i ženskih trkača na dugim distancama u potrošnji  $VO_2max$  dokazali su (Davies i Thompson, 1979, Daniels i Daniels 1992), dok su (Daniels i Daniels 1992, Bilal i sar. 2003) dokazali da se brzina trčanja pri  $VO_2max$  i laktanom pragu statistički ne razlikuje u odnosu na pol trkača i da se  $VO_2$  ne razlikuje između polova pri uobičajnim apsolutnim brzinama trčanja.

Analizirajući povezanost tehnike trčanja na dugim distancama sa funkcionalnim sposobnostima (Cavanagh i Williams, 1982, Conley i Krahenbuhl, 1980) su dokazali statističku povezanost ekonomičnosti trčanja sa vrijednostima  $VO_2max$ , dok su (Craig i Morgan, 1998) uvdili da ne postoji statistička povezanost između

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

rezultata trčanja na 800m i vrijednosti deficita kiseonika. Upoređujući vrijednosti  $VO_2max$  i nivoa laktata između trkača na srednjim i dugim distancama (Coetzer i sar. 1993, Boileau, Mayhew, Riner i Lussier, 1982, Taunton, Maron i Wilkinson, 1981.), su dokazali da crni trkači imaju nižu koncentraciju laktata i duži period ulaska u zamor od bijelih trkača, zatim da trkači na duge distance imaju veći  $VO_2max$ , a manji nivo laktata u krvi od trkača na srednjim distancama. Poredeći vrijednosti  $VO_2max$  kod različitih sportova (Powers i Corry, 1982) su dokazali da trkači na dugim distancama imaju statistički veću vrijednost  $VO_2max$  od plivača. Rotstein i sar. (1986) utvrdili su da je devetonedeljni intervalni trening kod sportista doveo do povećanja anaerobnog praga,  $VO_2max$  i anaerobnog kapaciteta, koji je mjereno Wingate testom. Uloga aerobnih i anaerobnih kapaciteta ili doprinos aerobnih i anaerobnih energetske izvora u trčanju zavisi o intenzitetu i trajanju trčanja (Škof, Kropej i Milić, 2002). Nekoliko ranijih istraživanja (Morgan, Baldini, Martin i Kohrt, 1989., Powers, Dodd, Deason, Byrd i McKnight, 1983) pokazalo je da maksimalna potrošnja kiseonika ( $VO_2max$ ), brzina trčanja na laktatnoj granici i ekonomičnost trčanja

većom brzinom značajno povezani sa uspjehom u trčanju.

Bernštajn (1966) je primijetio da ni u jednoj oblasti fiziologije čovjeka nema takvog intenziteta filogenetskog progresa, kao u oblasti motoričkih funkcija. Zbog ovih razloga, u cilju uspostavljanja neophodne i bitne ravnoteže između vegetativnih i motoričkih funkcija, široko se primjenjuju različite, u pogledu njihove dinamike i kinematike, fizičke vježbe, koje imaju moćan i koncentrisan uticaj na različite dijelove centralnog, perifernog i vegetativnog nervnog sistema, što doprinosi njihovom uravnoteženju, a primjena odgovarajućih dijagnostičkih postupaka i metoda analize podataka osigurava uvid o nivou sposobnosti, karakteristikama i motoričkim znanjima kojima sportista raspolaze, čime se saznaje o mogućim barijerama koje su potencijalna smetnja daljem razvoju i napretku sportiste (Mueller, 1999; Weineck, 2007; Reilly, 2007).

U tabeli 4 prikazani su radovi koji su analizirali uticaj određenog oblika trenažnog procesa na funkcionalne sposobnosti. Analizirajući uticaje intervalnog i kružnog oblika treninga na funkcionalne sposobnosti (Burke i sar. 1994, Stoiljković, Branković, Stoiljković i Joksimović,

# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

2005) su dokazali statistički značajnu razliku između inicijalnog i finalnog mjerenja određenih funkcionalnih sposobnosti (koncentracija laktata i  $VO_2max$ ). Praćenjem vrijednosti  $VO_2max$ , ekonomičnosti trčanja te vitalnog kapaciteta pluća i sistolnog i dijastolnog krvnog pritiska tokom izvođenja trenažnog procesa (Tončev, 1988; Jakovljević i Baričević, 2008; Franch, Madsen, Djurhuus i Pedersen, 1998; Helgerud i sar., 2007), su utvrdili satistički značajno povećanje vrijednosti  $VO_2max$

## ZAKLJUČAK

Nakon analize svih navedenih radova koji su se bavili funkcionalnim sposobnostima trkača na kratkim i srednjim distancama, može se iznijeti uočiti da se pokazalo da trkači na srednjim distancama imaju bolje funkcionalne sposobnosti, odnosno veću maksimalnu potrošnju kiseonika, viši aerobni prag i manji deficit kiseonika od trkača na kratkim distancama.

Pregled svih radova koji su se bavili funkcionalnih sposobnostima trkača na srednjim distancama, je ukazao da postoji velika povezanost maksimalne potrošnje kiseonika i nivoa laktata sa brzinama trčanja

između inicijalnog i finalnog mjerenja, povećanje vitalnog kapaciteta, smanjenje sistolnog i dijastolnog krvnog pritiska, te povećanje ekonomičnosti trčanja. Testirajući 6 atletičara desetbojaca, Popov (1980) je utvrdio da određeni djelovi sprinterskog treninga pozitivno utiču na funkcionalne sposobnosti. Petrović i Kukrić (2006) na uzorku od 12 ispitanika uzrasta 20 godina +/- 6 mjeseci i zaključili su da je trenažni model imao pozitivan uticaj na povećanje funkcionalnih sposobnosti.

i ostvarenim rezultatima na srednjim distancama, a takođe je utvrđeno da muški trkači na srednjim distancama imaju veću maksimalnu potrošnju kiseonika i niži nivo laktata od ženskih trkača. Međutim, istraživanja koja su se bavila funkcionalnim sposobnostima trkača na dugim distancama pokazala su da ti trkači imaju veću maksimalnu potrošnju i niži nivo laktata od trkača na srednjim distancama, te da pol dosta utiče na ispoljavanje masimalne potrošnje kiseonika, ali da nema razlika između polova pri brzinama trčanja na nivou maksimalne potrošnje kiseonika i nivoa laktata. Analiza radova koji su se bavili uticajem trenažnog procesa na funkcionalne

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

sposobnosti, pokazala je da provedba raznih oblika trenažnih metoda dovela do statistički značajnog povećanje vrijednosti maksimalne potrošnje kiseonika, vitalnog kapaciteta pluća, te ekonomičnosti trčanja, ali i do smanjenja sistolnog i dijastolnog krvnog pritiska.

Ograničenje ove studije bio je ograničen pristup istraživanjima, te ograničena metodologija primijenjena u njima, dok su mnoga istraživanja imala premalo ispitanika različite populacije sa malom brojnošću elitnih trkača, što je uzrokovalo niskom statističkom snagom kako bi se mogli izvući uopšteni zaključci. Takođe, nedovoljno je informacija o dugogodišnjem iskustvu, nivou sportske forme, kategorijama trka, te opisa treninga i metoda, što bi omogućilo provedbu dovoljnih statističkih analiza, dobijanje empirijskih informacija utemeljenih na dokazima i izvedbu valjanih zaključaka. U

radovima o treningu istaknute su korisne metode, ali kratkoročne prikupljanje podataka nije obuhvatilo dovoljan broj radova o dugoročnom učinku treninga. Shodno svemu navedenom, postoji potreba za više sistematskim pristupom istraživanjima i provedbi kompleksnih studija sa dovoljnim brojem trkača svih uzrasta, oba pola elitnog nivoa, kako bi se omogućili značajni statistički podaci, analiza i interpretacija.

Takođe, potrebna je saradnja akademskih istraživača, klubova i sportista u Europi što bi omogućilo provođenje značajnih studija koje pružaju bazu dokaza o poboljšanju performansi i napretka kroz trenažni sistem. Rezultati identificirani u ovome pregledu pružaju polazište za buduća istraživanja koja identifikuju i kvantifikuju prediktore funkcionalnih performansi kao faktore uspjeha trčanja na kratkim, srednjim i dugim distancama.



# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

## LITERATURA

- Allen, W., Seals, D., Hurley, B., Ehsani, A., & Hagberg, J. (1985). Lactate threshold and distance-running performance in young and older endurance athletes. *Journal of applied physiology*, 58(4), 1281-1284. <https://doi.org/10.1152/jappl.1985.58.4.1281>  
PMid:3988681
- Barstow, T.J., R. Casaburi & K. Wasserman (1993). O<sub>2</sub> uptake kinetics and the O<sub>2</sub> deficit as related to exercise intensity and blood lactate. *Journal of Applied Physiology*, 75, 755-762  
<https://doi.org/10.1152/jappl.1993.75.2.755>  
PMid:8226479
- Berstajn, B. (1966). *Modeling school structures*. London, GBR.
- Bilat, V., Lepetre, P., Heugas, A., Laurence, M., Salim, D., & Koralsztein, J. (2003). Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(2), 297-304.  
<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000053556.59992.A9>  
PMid:12569219
- Boileau, R., Mayhew, J., Riner, W., & Lussier, L. (1982). Physiological characteristics of elite middle and long distance runners. *Canadian journal of applied sport sciences*, 7(3), 167-172.
- Bolger, R., Lyons, M., Harrison, A. J., & Kenny, I.C. (2015). Sprinting performance and resistance-based training interventions: a systematic review. *J Strength Cond Res*. 29(4).1146-1156.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000720>  
PMid:25268287
- Bompa, T. (1999). *Periodization: Theory and methodology of training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bompa, T. O. (2006). *Periodizacija - teorija i metodologija treninga*. Gopal, Zagreb.
- Bowerman, J., Freeman, W. i Gambetta, V. (1999). *Atletika*. Gopal, Zagreb.
- Brisswalter, J., & Legros, P. (1994). Daily stability in energy cost of running, respiratory parameters and stride rate among well-trained middle distance runners. *International journal of sports medicine*, 15(5), 238-241.  
<https://doi.org/10.1055/s-2007-1021053>  
PMid:7960317
- Burke, J., Thayer, R., & Belcamino, M. (1994). Comparison of effects of two interval-training programmes on lactate and ventilatory thresholds. *Br J Sports Med*, (28), 18-21.  
<https://doi.org/10.1136/bjism.28.1.18>  
PMid:8044486 PMCID:PMC1332151
- Carter, J. E. L., & Heath, B. H. (1990). *Somatotyping -Development and application*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Cavanagh, P., & Williams, K. (1982). The effect of stride length variation on oxygen uptake during distance running. *Medicine and science in sports and exercise*, 14(1), 30-35. <https://doi.org/10.1249/00005768->
- Đukić, R., Bošnjak, G., Jakovljević, V., & Tešanović, G. (2020) Parametri funkcionalnih sposobnosti u trčanju – pregledno istraživanje. *Sportlogia*, 16 (1), 1-30. <https://doi.org/10.5550/sgia.201601.se.dbjt>

# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

198201000-00006

PMid:7070254

Coetzer, P., Noakes, T., Sanders, B., Lambert, M., Bosch, A., Wiggins, T., & Dennis, S. (1993). Superior fatigue resistance of elite black South African distance runners. *Journal of applied physiology*, 75(4), 1822-1827.

<https://doi.org/10.1152/jappl.1993.75.4.1822>

PMid:8282637

Conley, D., & Krahenbuhl, G. (1980). Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 12(5), 357-360.

<https://doi.org/10.1249/00005768-198025000-00010>

PMid:7453514

Cormie, P., M. R. McGuigan, et al. (2010). "Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training." *Med Sci Sports Exerc* 42(8): 1582- 1598.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d2013a>

PMid:20139780

Costill, D.L., et al. 1985. Metabolic characteristics of skeletal muscle during detraining from competitive swimming. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 17(3),339-343.

<https://doi.org/10.1249/00005768-198506000-00007>

Craig, I., & Morgan, D. (1998). Relationship between 800-m running performance and accumulated oxygen deficit in middle-distance runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(11), 1631-1636.

<https://doi.org/10.1097/00005768-199811000-00012>

PMid:9813877

Čoh, M. (1992). *Atletika*. Ljubljana, Fakultet za sport.

Daniels, J., & Daniels, N. (1992). Running economy of elite male and elite female runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 24(4), 483-489.

<https://doi.org/10.1249/00005768-199204000-00015>

PMid:1560747

Daniels, J., & Oldrige, N. (1971). Changes in oxygen consumption of young boys during growth and running training. *Medicine and science in sports*, 3(4), 161-165.

<https://doi.org/10.1249/00005768-197100340-00004>

PMid:5173386

Daniels, J., Oldridge, N., Nagle, F., & White, B. (1978). Differences and changes in VO<sub>2</sub> among young runners 10 to 18 years of age. *Medicine and science in sports*, 10(3), 200-203.

Davies, C., & Thompson, M. (1979). Aerobic performance of female marathon and male ultramarathon athletes. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 41(4), 233-245.

---

Đukić, R., Bošnjak, G., Jakovljević, V., & Tešanović, G. (2020) Parametri funkcionalnih sposobnosti u trčanju – pregledno istraživanje. *Sportlogia*, 16 (1), 1-30. <https://doi.org/10.5550/sgia.201601.se.dbjt>

# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

<https://doi.org/10.1007/BF00429740>

PMid:499187

Duffield, R., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Energy system contribution to 1500- and 3000-metre track running. *Journal of sports sciences*, 23(10), 993-1002.

<https://doi.org/10.1080/02640410400021963>

PMid:16194976

Farrell, P.A., Wilmore J.H., Coyle, F.F., Billing, J.E., Costill, D.L. (1979). Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med. Sci. Sports* 11: 338-344.

<https://doi.org/10.1249/00005768-197901140-00005>

Fletcher, J., Esau, S., & Macintosh, B. (2009). Economy of running: Beyond the measurement of oxygen uptake. *Journal of applied physiology*, 107(6), 1918-1922. doi:10.1152/jappphysiol.00307.2009

<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00307.2009>

PMid:19833811

Foster, C., Costill, D., Daniels, J., & Fink, W. (1978). Skeletal muscle enzyme activity, fiber composition and VO<sub>2</sub> max in relation to distance running performance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 39(2), 73-80.

<https://doi.org/10.1007/BF00421711>

PMid:689010

Franch, J., Madsen, K., Djurhuus, M., & Pedersen, P. (1998). Improved running economy following intensified training correlates with reduced ventilatory demands. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(8), 1250-1256.

<https://doi.org/10.1097/00005768-199808000-00011>

PMid:9710865

Fratrić, F. (2012). *Osnove teorije i metodike sportskog treninga*. Retrived from [http://www.senta-zentasport.rs/old/reci\\_nauke/teorija-sportskog-treninga-fratric/osnove-teorije-i-metodike-sportskog-treninga-skripta.pdf](http://www.senta-zentasport.rs/old/reci_nauke/teorija-sportskog-treninga-fratric/osnove-teorije-i-metodike-sportskog-treninga-skripta.pdf)

Gasiin, P., Costill, D., Lawson, D., Krzeminski, K., & McConell, G. (1995). Accumulated oxygen deficit during supramaximal all-out and constant intensity exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(2), 255-263.

<https://doi.org/10.1249/00005768-199502000-00016>

Helgerud, J. (1994). Maximal oxygen uptake, anaerobic threshold and running economy in women and men with similar performances level in marathons. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 68(2), 155-161.

<https://doi.org/10.1007/BF00244029>

PMid:8194545

Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., . . . Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO<sub>2</sub>max more than moderate training. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(4), 665-671.

---

Đukić, R., Bošnjak, G., Jakovljević, V., & Tešanović, G. (2020) Parametri funkcionalnih sposobnosti u trčanju – pregledno istraživanje. *Sportlogia*, 16 (1), 1-30. <https://doi.org/10.5550/sgia.201601.se.dbjt>

# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180304570>

PMid:17414804

Hollmann, W., Hettinger, T. (2000). *Sportmedizin. Grundlege fur Arbeit, Training und Preventivmedizin*. Stuttgart, New York: Schattauer Verlag.

Idrizović, K. (2013). Razlike u dinamici razvoja motoričkih sposobnosti dječaka i djevojčica. In Findak, V. (Eds.). *Zbornik radova 22. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske, Organizacijski oblici rada u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije*, (pp. 444-449). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez.

Jakovljević, D., & Batričević, D. (2008). Efekti modela eksplozivne snage na razvoj motoričkih i funkcionalnih sposobnosti učenika. *Sport Science*, 1(1). 30-33.

Krsmanović, R. (1987). Diskriminativna analiza funkcionalnih sposobnosti kardiovaskularnog sistema, motoričkih sposobnosti i rezultata trčanja na različitim dionicama. In Berković, L. (Ed.), *Zbornik radova III kongresa pedagoga fizičke kulture Jugoslavije*, 155-157. Novi Sad: RS.

Kurelić, N., Momirović, K., Stojanović, M., Šturm, J., Radojević, Đ., & Viskić-Štalec, N. (1975). *Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine [The structure and development of the morphological and motor dimensions of the young]*. Beograd, RS: Institut za naučna istraživanja Fakulteta za fizičko vaspitanje.

Lacour, J. R.; Bouvat, E.; Barthélémy J. C. (1990). Post-competition blood lactate concentrations as indicators of anaerobic energy expenditure during 400-m and 800-m races. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, (61), 172-176

<https://doi.org/10.1007/BF00357594>

PMid:2282899

Lourenço, T.F., Barreto Martins, L.E., Tessutti, L.S., Brenzikofer, R., & Macedo, D.V. (2011). Reproducibility of an incremental treadmill VO(2)max test with gas exchange analysis for runners. *Journal of strength and conditioning research*, 25(7), 1994-1999.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e501d6>

PMid:21487313

Malacko, J. i Rađo, I. (2004). *Tehnologija sporta i sportskog treninga*. Sarajevo.

Malousaris, G. G., Bergeles, N. K., Barzouka, K. G., Bayios, I. A., Nassis, G. P., & Koskolou, M. D. (2008). Somatotype, size and body composition of competitive female volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11, 337-344.

<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.11.008>

PMid:17697797

Mayhew, J. (1977). Oxygen cost and energy expenditure of running in trained runners. *British journal of sports medicine*, 11(3), 116-121.

<https://doi.org/10.1136/bjism.11.3.116>

PMid:922272 PMCID:PMC1859586

---

Đukić, R., Bošnjak, G., Jakovljević, V., & Tešanović, G. (2020) Parametri funkcionalnih sposobnosti u trčanju – pregledno istraživanje. *Sportlogia*, 16 (1), 1-30. <https://doi.org/10.5550/sgia.201601.se.dbjt>

# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

McArdle, W. D., & Katch, V. I. (1991). *Exercise physiology: Energy, nutrition, and human performance*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Lea & Febiger.

<https://doi.org/10.1249/00005768-199112000-00013>

McConnell, T., & Clark, B. (1988). Treadmill protocols for determination of maximum oxygen uptake in runners. *British journal of sports medicine*, 22(1), 3-5.

<https://doi.org/10.1136/bjism.22.1.3>

PMid:3370399 PMCID:PMC1478508

Morgan, D.W., Baldini, F.D., Martin, P.E. in Kohrt, W.M. (1989). Ten kilometer performance and predicted velocity at VO<sub>2</sub>max among well-trained male runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21(1), 78-83.

<https://doi.org/10.1249/00005768-198902000-00014>

PMid:2927305

Mueller, E. (1999). *Science and Elite Sport*. London: E&FN Spon.

<https://doi.org/10.4324/9780203984956>

Nagasawa, T. (2013). Slower recovery rate of muscle oxygenation after sprint exercise in long-distance runners compared with that in sprinters and healthy controls. *Journal of strength and conditioning research*, 27(12), 3360-3366.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182908fcc>

PMid:23604001

Nummela, A., & Rusko, H. (1995). Time course of anaerobic and aerobic energy expenditure during short-term exhaustive running in athletes. *International journal of sports medicine*, 16(8), 522-527.

<https://doi.org/10.1055/s-2007-973048>

PMid:8776206

Ohkuwa, T., Kato, Y., Katsumata, K., Nakao, T. & Miyamura, M. (1984). Blood lactate and glycerol after 400-m and 3,000-m runs in sprint and long distance runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, (53), 213-218

<https://doi.org/10.1007/BF00776592>

PMid:6542855

Pate, R., Macera, C., Bailey, S., Bartoli, W., & Powell, K. (1992). Physiological, anthropometric, and training correlates of running economy. *Medicine and science in sports and exercise*, 24(10), 1128-1133.

<https://doi.org/10.1249/00005768-199210000-00010>

PMid:1435160

Peronnet, F., Thibault, G., Rhodes, E.C., McKenzie D.C. (1987). Correlation between ventilatory threshold and endurance capability in marathon runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 19: 610-615.

<https://doi.org/10.1249/00005768-198712000-00012>

Petrović, B., & Kukrić, A. (2006). Uticaj izabranog trenažnog modela na poboljšanje maksimalne brzine trčanja. *Glasnik Fakulteta fizičkog vaspitanja*, Univerzitet u Banjoj Luci, (2). 77-83.

---

Đukić, R., Bošnjak, G., Jakovljević, V., & Tešanović, G. (2020) Parametri funkcionalnih sposobnosti u trčanju – pregledno istraživanje. *Sportlogia*, 16 (1), 1-30. <https://doi.org/10.5550/sgia.201601.se.dbjt>

# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

Powers, N., & Corry, I. (1982). Maximal aerobic power measurement in runners and swimmers. *British journal of sports medicine*, 16(3), 154-160.

<https://doi.org/10.1136/bjism.16.3.154>

PMid:7139226 PMCID:PMC1858953

Powers, S.K., Dodd, S., Deason, R., Byrd, R. in McKnight, T. (1983). Ventilatory threshold, running economy and distance running performance of trained athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54(2),179-182.

<https://doi.org/10.1080/02701367.1983.10605291>

Reilly, T. (2007) *The Science of Training - Soccer : A Scientific Approach to Developing Strength, Speed and Endurance*. Routledge.

<https://doi.org/10.4324/9780203966662>

Rhodes, E.C., D.C. McKenzie. (1984). Predicting marathon times from an aerobic threshold measurements. *Phys. Sportsmed.* 12: 95-99.

<https://doi.org/10.1080/00913847.1984.11701745>

Rotstein, A., Dofan, R., Bar-Or, O., and Tenenbaum, G. (1986). Effect of training on anaerobic threshold, maximal aerobic power and anaerobic performance of preadolescent boys. *Int. J. Sports Med.*, 7 286.

<https://doi.org/10.1055/s-2008-1025775>

PMid:3793338

Saltin, B., Larsen, H., Terrados, N., Bangsbo, J., Bak, T., Kim, C., . . . Rolf, C. (1995). Aerobic exercise capacity at sea level and at altitude in Kenyan boys, junior and senior runners compared with Scandinavian runners. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 5(4), 209-221.

<https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1995.tb00037.x>

PMid:7552766

Spencer, M., & Gastin, P. (2001). Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(1), 157-162. <https://doi.org/10.1097/00005768-200101000-00024>

<https://doi.org/10.1097/00005768-200101000-00024>

PMid:11194103

Spencer, M., Gastin, P., & Payne, W. (1996). Energy system contribution. *New studies in athletic*, 11(4), 59-65.

Svedenhag, J., & Sjödín, B. (1984). Maximal and Submaximal Oxygen Uptakes and Blood Lactate Levels in Elite Male Middle- and Long-Distance Runners. *International journal of sports medicine*, 5(5), 255-261

<https://doi.org/10.1055/s-2008-1025916>

PMid:6500792

Stoiljković, S., Ilić, N., Stefanović, Đ., Mitić, D., Mitrović, D., Popović, D., Nešić, D. & Mazić, D. (2004). Oxygen uptake at ventilatory threshold and VO<sub>2</sub>max, before and after eight weeks of endurance training.

*Godišnjak Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja*, (12). 83-98.

Stoiljković, S., Branković, N., Stoiljković, D., & Joksimović, A. (2005). Valorizacija "kružnog" oblika rada za razvoj dinamičke snage u nastavi fizičkog vaspitanja. *Sport Mont*, 6-7(III). 273-282.

## PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

Škof, B., Kropej, V.L., in Milić, R. (2002). Povezanost dimenzij sestave telesa in aerobne učinkovitosti pri otrocih med 10 in 14 let [The correlation between body composition dimensions and aerobic ability of children aged 10 to 14 years]. In R. Pišot, V. Štemberger, F. Krpač, & T. Filipčič (Eds.), *Otrok v gibanju: zbornik prispevkov: proceedings* (pp. 372-378). Ljubljana: Pedagoška fakulteta.

Tanaka, K. (1983). Relationship of anaerobic threshold and onset of blood lactate accumulation with endurance performance. *European Journal of Applied Physiology*, 52: 51-56.  
<https://doi.org/10.1007/BF00429025>  
PMid:6686129

Taunton, J., Maron, H., & Wilkinson, J. (1981). Anaerobic performance in middle and long distance runners. *Canadian journal of applied sport sciences*, 6(3), 109-113.

Tončev, I. (1988). Uticaj programiranog modela trčanja na ventilacijske funkcije, motoričke sposobnosti, kognitivne i konativne osobine omladinaca. In Berković, L. (Ed.), *Zbornik radova nastavnika i saradnika fakulteta Fizičke kulture u Novom Sadu*, (133-144). Novi Sad: RS.

Viru, A. (1995). *Adaptation in sport training*. Boca Raton, FL: CRC Press Inc.

Vučetić, V., Šentija, D. (2005). Doziranje i distribucija intenziteta u trenažnom procesu - zone trenažnog intenziteta. *Kondicijski trening. UKTH, Zagreb* 2(3) 2005. (36-42).

Vuksanović, M. (1999.) *Utvrđivanje efikasnosti nastave fizičkog vaspitanja u odnosu na postignute rezultate u atletici*. Doktorska disertacija. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet Novi Sad.

Weineck, J. (2007). *Optimales Training*. Berlin, GER: Spitta Verlag.



# PARAMETRI FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI U TRČANJU – PREGLEDNO ISTRAŽIVANJE

---

## ABSTRACT

*Running as an athletic discipline requires a high level of endurance and speed endurance, which is directly related to the cardiovascular and respiratory systems, ie the ability of an athlete's body to withstand loads, and the following are listed as relevant factors for running success: anaerobic strength and maximum O<sub>2</sub> consumption, lactic acid concentration and oxygen deficiency, ability to withstand stress, high ability to concentrate and its retention over longer periods of time. There is a lot of research that has studied the parameters of functional abilities in an attempt to find the most effective way to improve them, and since there are many similar and different data on this topic, this paper has been done to classify the available papers by domestic and foreign authors which would lead to conclusions applicable both in practice and for further research*

*For the purposes of this research, original scientific papers have been analyzed that dealt with functional abilities as success factors in short, middle and long distance running and the impact of training on functional abilities, found in electronic databases - Medline, PubMed, Researchgate, Web of Science and Google Scholar. The research used in this review monitored transversely the values of submaximal and maximal oxygen consumption, energy systems, heart rate values, pulmonary ventilation, blood lactate concentration, as well as their changes after longitudinal implementation of experimental protocols and training processes. Since the collected research had too few respondents from different populations with a small number of elite runners, and they did not have enough information about many years of experience, level of sports form, race categories, and descriptions of training and methods, obtaining empirical information based on evidence was limited, as well as reaching valid conclusions. Accordingly, there is a need for a more systematic approach to research and implementation of complex studies with a sufficient number of runners of all ages, both sexes of the elite level, and cooperation of academic researchers, clubs and athletes to enable studies that would provide significant statistics, analysis and interpretation. The results identified in this review provide a starting point for future research that identifies and quantifies predictors of functional performance as factors of short, middle, and long distance running success.*

**Keywords:** *maximum oxygen consumption, lactate concentration, short distances, middle distances, long distances, training process*

---

Primljeno: 26.05.2020.

Odobreno: 23.11.2020.

Korespodencija:

**Radosav Đukić, Dr Sci**

PhD in Sport Science

Spartamedic, Tel.: +43 664 1330916, Beč, Austrija

e-mail: rade.djukic@chello.at