

Energetski kapaciteti nogometaša: ogledni primjer iz druge njemačke Bundeslige

Anić-Kremić, Darijo

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:149563>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-29**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Sveučilišni diplomski studij kineziologije

Zavod za antropološku kineziologiju i zdravlje

**ENERGETSKI KAPACITETI NOGOMETAŠA:
OGLEDNI PRIMJER IZ DRUGE NJEMAČKE
BUNDESLIGE**

DIPLOMSKI RAD

Student:

Darijo Anić-Kremić

Mentor:

dr.sc. Damir Zubac, znanstveni suradnik

Sumentor:

izv. prof. dr.sc. Vladimir Ivančev

Split, listopad 2021.

SADRŽAJ

SAŽETAK	1
ABSTRACT	2
1. UVOD	3
2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA	5
3. CILJ RADA	8
4. HIPOTEZE	9
5. METODE RADA	10
5.1. Uzorak ispitanika	10
5.2. Uzorak varijabli	10
5.3. Preliminarna mjerenja	10
5.4. Postupak mjerenja	10
5.5. Metode obrade podataka	11
6. REZULTATI I RASPRAVA	12
7. ZAKLJUČAK	15
LITERATURA	16

SAŽETAK

Glavni je cilj istraživanja utvrditi postoji li razlika u energetske kapacitetima nogometaša druge njemačke Bundeslige, mjerenih u ovoj studiji, u odnosu na rezultate (ili referentne vrijednosti) kod vrhunskih nogometaša. U tu svrhu 2019. godine u ljetnome pripremnome periodu prije početka nove sezone testiran je uzorak od osamnaest nogometaša druge njemačke Bundeslige. Ispitanici su napravili laboratorijski spiroergometrijski test na pokretnom sagu (H/P/ Cosmos, Nußdorf, Njemačka). Najprije su prikupljeni antropometrijski podatci i podatci o zdravstvenom statusu sportaša. Nakon toga su prikupljeni podatci srčane frekvencije u mirovanju, koncentracije laktata u kapliarnoj krvi te potrošnje kisika u mirovanju. Tijekom testiranja praćeni su i drugi fiziološki parametri kao što su: minutna ventilacija, apsolutni primitak kisika, maksimalna dosegnuta srčana frekvencija, maksimalna brzina trčanja na pokretnom sagu i sl.. Svi su fiziološki parametri praćeni i bilježeni po pragovima (prvi i drugi prag) te vrijednostima u kojoj su ispitanici završili svoje testiranje odnosno dosegli maksimalne vrijednosti. Protokol testiranja proveden je na sljedeći način: brzinom od 10 km/h započinje testiranje te nakon svake četiri minute podignuta brzina trčanja za 1,5 km/h do maksimalnoga iscrpljenja ispitanika. Nakon četiri minute trčanja na određenoj brzini na pokretnom sagu (te pauze od 45 sekundi) prikupljale su se vrijednosti koncentracije laktata u kapilarnoj krvi. Rezultati su kasnije statistički obrađeni te uspoređeni s vrhunskim nogometašima iz čega je dokazano kako funkcionalni kapaciteti testirane momčadi ispod rezultata ostalih momčadi. Time se može naslutiti kako će ispitanici predstavljeni u ovoj studiji imati skromnije energetske kapacitete i time biti manje konkurentni za osvajanje naslova. Ovaj nam test također služi kako bi utvrdili razinu kardiorespiratornoga fitnessa te ga možemo koristiti kao kvalitetnu smjernicu za planiranje i programiranje trenažnih protokola u različitim periodima natjecateljske sezone. Iz navedenoga razloga ovaj bi se test trebao najmanje dvaput provesti unutar pojedine sezone, tj. tijekom ljetnoga pripremnoga perioda te zimskoga pripremnoga perioda.

Ključne riječi: Bundesliga, primitak kisika, energetske zahtjevi trčanja;

ABSTRACT

The aim of this study was to determine if there is a difference in the aerobic capacity of football players from the second German Bundesliga, and to compare these results with the corresponding referent values among top football players. For this purpose, a sample of 18 football players from the second German Bundesliga was tested in 2019, during the preparation phase, prior to the start of a new competitive season. All participants performed a spiroergometric laboratory test on a treadmill (H/P/ Cosmos, Nussdorf, Germany). First, their anthropometric characteristics and overall health status were documented. Then, resting heart rate, blood lactate concentration, and resting oxygen uptake were measured. Throughout the test, other physiological parameters were monitored, such as minute ventilation, peak oxygen uptake, maximum heart rate achieved on the treadmill, etc. All physiological parameters were monitored and recorded using threshold values (first and second threshold were evaluated), and the readings at which the participants completed their test were considered as maximum values. The test protocol was performed as follows: the test started at a speed of 10 km/h and thereafter the running speed was increased by 1.5 km/h every four minutes until the participants reached maximal exhaustion. After four minutes of running at a specific speed on the treadmill (and a rest of 45 seconds), the values of lactate concentration in the capillary blood were collected. These results were later statistically processed and compared with referent values of elite footballers. Data presented here suggest that the functional capacities of our team is below results of other teams. Therefore, it is reasonable to assume that study participants evaluated here will be able to run less within matches and thus be less competitive to win league. This test is used to determine fitness level of footballers and we can use these findings as a guideline for planning and programming trainings in different periods of season. For these reasons, this test should be performed at least twice within a single season, i.e., during the summer preparation period and the winter preparation period.

Keywords: Bundesliga, oxygen uptake, energy cost of running;

1. UVOD

Nogomet je jedan od najpopularnijih sportova na svijetu. Po svojoj strukturi spada u skupinu kompleksnih sportskih aktivnosti koju karakteriziraju jednostavna i složena gibanja jednoga ili više sportaša u uvjetima sportskoga nadmetanja između pojedinaca ili ekipa (Milanović, 2013). Isto tako, složenosti nogometne igre pridonosi i podatak kako se manipulacija lopte izvršava nogom što je dosta zahtjevnije u odnosu na sportove gdje se manipulacija lopte vrši rukom (Erceg i sur. 2018.). Pritom nogometna utakmica traje 90 minuta, pa su i energetske zahtjevi nogometne igre veliki, a funkcionalni kapaciteti sportaša sve više dobivaju na važnosti. Budući da je nogomet prema fiziološkom profilu aerobno-anaerobni sport, u njemu prevladavaju različiti energetske procesi (Dujmović, 2000). Stoga se može reći kako je jedan od glavnih zadataka kondicijskoga trenera upravo dovodenje aerobnih i anaerobnih kapaciteta na optimalnu razinu za nogometaša. Prepoznavanje važnosti kondicijskoga treninga je raslo paralelno s razvojem nogometa, pri čemu su povećavani standardi dinamike i brzine, same nogometne igre te tehničko-taktičkih zahtjeva.

Prosječni intenzitet, mjereno kao postotak od maksimalne dosegnute srčane frekvencije tijekom utakmice od 90 minuta, je približan laktatnom pragu ili 80 - 90% od maksimalne srčane frekvencije (Reilly, 1994). Međutim, izraziti intenzitet kroz prosjek srčane frekvencije u 90 minuta može stvoriti krivu sliku jer nogomet nije igra kontinuiranoga sadržaja. Ukoliko bi se nogometaši kretali konstantnom brzinom, tada bi prosječna brzina kretanja vrhunskih nogometaša bila između 6.5 i 8 km/h (Marković, G., i Bradić, A., 2008). Autori Astrand i sur. (2003) su utvrdili da tijekom natjecateljske utakmice profesionalni igrači prelaze 10 do 12 km pri približno 80 - 90% od maksimalne dosegnute srčane frekvencije, što odgovara približno 75 - 80% maksimalne potrošnje kisika ($\dot{V}O_2 \text{ max.}$). Zato ima više parametara koji se mjere kako bi bili što egzaktniji. To uključuje mjerenje maksimalnoga primitka kisika koji je također bitan za nogometaša, odnosno to je količina kisika koju organizam može dopremiti i iskoristiti pri maksimalnome naporu (Marković, G., i Bradić, A., 2008.), te kod vrhunskih sportaša maksimalni primitak kisika iznosi 60-67 ml/kg/min¹ (Marković, G., i Bradić, A., 2008.). Rezultat od 60 ml·kg·min⁻¹ ($\dot{V}O_2 \text{ max.}$) koji se predlaže kao minimalni kondicijski uvjet za igranje nogometa na profesionalnoj razini navode (Almeida, i sur. 2018), dok su autori Wisløff i sur. (2008) pokazali kako je najbolji prvoligaš u to vrijeme u

Norveškoj imao superiorne vrijednosti ($\dot{V}O_2 \text{ max.}$) u usporedbi s ekipom koja je završila posljednja.

Nadalje, autori Reilly i sur. (2000) sugeriraju kako ($\dot{V}O_2 \text{ max.}$) nije osjetljivo mjerilo uspješnosti u nogometu i predlažu kako ($\dot{V}O_2 \text{ max.}$) $> 60 \text{ mL/min}$ predstavlja prag za posjedovanje fizioloških sposobnosti za uspjeh u elitnome muškome nogometu. Stoga, maksimalni primitak kisika i anaerobni prag su glavni parametri koji se koriste kako bi se izrazila aerobna sposobnost, kapaciteti i aerobna izdržljivost (Hoff, 2005; Hoff & Helgerud, 2004; Impellizzeri, i sur. 2005). Anaerobni se prag može procijeniti mjerenjem koncentracije laktata u kapilarnoj krvi, odnosno modeliranjem laktatne krivulje. Iako se najčešće analizira i istražuje maksimalni primitak kisika kao varijabla za razlikovanje ispitanika, sve se češće koristi varijabla brzina na laktatnom pragu kao kvalitetnija varijabla diskriminacije fizioloških parametara bitnih za uspješnost u nogometu. Primjerice, brzina trčanja nogometaša njemačke druge Bundeslige na laktatnom pragu od 4 mmol/L (u progresivnome testu opterećenja na pokretnom sagu) je iznosila 15.1 km/h . Studije su pokazale kako je brzina na laktatnom pragu je povezana s ukupnom pređenom distancom na utakmici, ukupnim pređenim metrima na utakmici pri brzini između 14.4 km/h do 18 km/h i ukupnoj količini sprinteva na utakmici iznad $22,68 \text{ km/h}$ (Altmann, i sur. 2018). Brzina kretanja na laktatnome pragu je bila jedina fiziološka varijabla koja statistički razlikuje nogometaše grčkih liga, uz procjenu ekonomičnosti kretanja u momčadima sa sličnim maksimalnim primitkom kisika (Ziogas, i sur. 2011). Korelacija između vršne brzine postignute na progresivnome testu opterećenja i izmjerene ($\dot{V}O_2 \text{ max.}$) iznosi $r = 0,29$ ($p < 0,01$) te ukazuje kako igrači koji imaju bolju ekonomičnost kretanja, mogu postići bolje rezultate, neovisno o relativno $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ -u (Vučetić i Jukić, 2017). Stoga, ova studija ima za cilj opisati energetske kapacitete iz metaboličkih, ventilacijskih parametara i biokemijskih parametara, te time ponuditi integrativan uvid u razinu aerobnog fitnessa vrhunskih nogometaša.

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Tonnessen i sur. (2013) su na uzorku od 1545 nogometaša (22 ± 4 god., 76 ± 8 kg, 181 ± 6 cm) mjerili ($\dot{V}O_2$ max.) i istražili ovisnost ($\dot{V}O_2$ max.) s razinom izvedbe, nogometnoj poziciji, dobi i sezonskome periodu. 700 igrača testirano je jednom, 381 testirano je dva puta i 464 testirano je tri puta ili više puta. Ispitanici su bili igrači Norveške reprezentacije, sve norveške nogometne lige te juniorske lige. Longitudinalno je testiranje odrađeno u Norveškom olimpijskom centru u periodu od 1989. do 2012. godine te se time pratio i razvoj ($\dot{V}O_2$ max.) profesionalnih igrača kroz 23 godine. Indeks tjelesne mase se nije statistički razlikovao kod navedenih ispitanika. Zaključeno je kako igrači dobne skupine <18 imaju $\sim 3\%$ veći ($\dot{V}O_2$ max.) od igrača koji imaju 23-26 godina ($p=0.016$). Vezni su igrači imali bolje rezultate od obrambenih igrača, napadača i golmana. Igrači su imali 1.6% do 2.1% manji ($\dot{V}O_2$ max.) u periodu odmora u usporedbi s pripremnim periodom ($p=0.046$) i kroz sezonu ($p=0.021$). Nogometaši koji su testirani u razdoblju od 2006. do 2012. su imali zapravo 3.2% niži ($\dot{V}O_2$ max.) od onih koji su testirani u razdoblju između 2000. i 2006. ($p=0.001$). Rezultati iz ovoga istraživanja ukazuju kako vrijednost ($\dot{V}O_2$ max.) $\sim 62-64$ ml·kg·min⁻¹ ispunjavaju aerobne zahtjeve u profesionalnome nogometu i govore kako varijabla ($\dot{V}O_2$ max.) nije ta kojom će se razlikovati kvaliteta igrača.

Holger i sur. (2012) su pokazali kako elitni nogometaši sa sličnim anaerobnim pragom izračunatim iz laktatne krivulje kroz primjenu terenskoga testa mogu imati bitno različite vrijednosti izdržljivosti utvrđenu spiroergometrijskim laboratorijskim testom. Skupina od 28 elitnih nogometaša njemačke Bundeslige provela je terenski test te su bili podvrgnuti spiroergometrijskome laboratorijskome testu. Odabrana su tri igrača kao podskupina s jednakim anaerobnim pragom, a izdržljivost dobivena spiroergometrijskim mjerenjima na traci uspoređena je unutar ove podskupine. Među trojicom ispitanika, odnosno podskupinom s istim anaerobnim pragom, maksimalna vrijednost laktata postignuta tijekom testa znatno je varirala. Ispitivanja su prekinuta nakon 5 minuta na $4,4$, $4,8$ i $4,0$ m·s⁻¹ za igrače 1, 2, odnosno 3. Vrijednosti $\dot{V}O_2$ na V4 bile su na 87%, 75% i 96% njihovoga osobnoga $\dot{V}O_2$ max.-a. Maksimalne koncentracije laktata su bile $8,8$, $9,2$ i $5,3$ mmol·L⁻¹. Maksimalne relativne vrijednosti primitka kisika su bile 55,0, 61,6 i 59,7 ml·kg·min⁻¹. Rezultati ove studije jasno ukazuju da standardni terenski testovi pružaju nedovoljno informacija o temeljnim fiziološkim i metaboličkim procesima. Provesti

spiroergometrijski test i razmotriti rezultate presudno je za planiranje programa individualnih treninga.

Zerf Mohammed i suradnici (2018) su koristili aerobni trening izdržljivosti kao pokazatelj fiziološkoga statusa među mladima vrhunskima nogometašima. Istraživanje je napravljeno na 138 dobro utreniranih igrača koji imaju ispod 18 godina te se natječu u alžirskome prvenstvu. Cooperov je test odrađen te je primijenjena jednadžba kako bi se dobio rezultat maksimalnoga primitaka kisika. Istraživanje je temeljeno s pretpostavkom da je maksimalni primitak kisika od $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ minimum koji se treba zadovoljiti kako bi se igrao nogomet na vrhunskoj razini. Stoga su napravljene dvije grupe iznad i ispod $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$. Kao zaključak sudije, predstavlja se važnost aerobnih kapaciteta iznad $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ kao minimum za uspješno bavljenje vrhunskim nogometom.

Helgerud i sur. (2002) su proučavali utjecaj aerobnoga treninga na nogometnu izvedbu i specifični test aerobne izdržljivosti u nogometu. Devetnaest mladih nogometaša 18.1 ± 0.8 godina su podijeljeni u dvije grupe. Trening se sastojao od četiri puta po četiri minute intervalnoga trčanja na 90 - 95% od maksimalne srčane frekvencije, s tri minute laganoga trčanja, dva puta tjedno u periodu od osam tjedana. U rezultatima kod eksperimentalne grupe, vrijednosti maksimalnoga primitak kisika porasle su sa $58.45 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ na $64.3 \pm 3.9 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ ($P < 0.01$). Aerobni se ventilacijski prag također poboljšao s $47.8 \pm 5.3 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ na $55.4 \pm 4.1 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ ($P < 0.01$). Ekonomičnost se trčanja popravila za 6.7% ($P < 0.05$). Ukupna je pretrčana udaljenost povećana za 20% ($P < .001$, dok se broj sprintova povećao za 100% ($P < 0.01$). Prosječni intenzitet rada mjeran kao postotak od maksimalne srčane frekvencije povećan je od $82.7 \pm 3.4\%$ na $85.6 \pm 3.1\%$ ($P < 0.05$). Unutar kontrolne grupe nisu uočena poboljšanja. Povećana aerobna izdržljivost poboljšala je nogometnu izvedbu, povećavajući ukupnu prijeđenu udaljenost na utakmici, intenzitet rada i povećani broj sprintova tijekom utakmice.

Metaxas i sur. (2006) su za cilj odabrali istražiti povezanost između laboratorijski testiranoga ($\dot{V}O_2 \text{ max.}$) i ukupne pretrčane udaljenosti na utakmici. Istraživali su i povezanost laboratorijskoga testa i dobivenoga ($\dot{V}O_2 \text{ max.}$) i pretrčanih metara u različitim intenzitetima, odnosno brzinama tijekom utakmice te intenzitete trčanja koje određeni igrači prelaze usporedno poziciji igranja. Također, ovo je istraživanja utvrdilo razlike u trčanju između poluvremena nogometne utakmice. Analizirano je 14 ispitanika koji se natječu u drugoj grčkoj ligi. Nije pronađena povezanost između

(VO₂ max.) i trčanja na utakmici bilo kojim intenzitetom. Igrači su pretrčali više u prvom poluvremenu u svim brzinama osim u hodaњу (1.533 prema 1.297 m, p<0.001; 879 prema 708 m, p<0.001; 433 prema 359 m, p<0.001; 185 prema 152 m, p<0.01; 81.4 prema 65.5 m, p<0.001). Pozicije krila i bočni igrači su pretrčali više u brzom trčanju (p < 0.001) te u sprintu odnosu na ostale igrače (348 prema 297 i 186 prema 113 m). Vezni igrači pretrče više u visoko intenzivnom trčanju i brzom trčanju od obrambenih igrača i napadača (1.768 prema 1372 m, p< 0.01 i 1.768 prema 1.361 m p< 0.01; 686 prema 878 m, p<0.01 i 709 prema 878 m, p<0.05). Rezultati dobiveni testiranjem ukazuju na to da količina trčanja ovisi o taktičkim zahtjevima momčadi.

3. CILJ RADA

Glavni je cilj ovoga istraživanja uvidjeti razinu energetske kapaciteta vrhunskih nogometaša druge njemačke Bundeslige nakon provedenoga laboratorijskoga testa, te usporediti dobivene rezultate s rezultatima vrhunskih nogometaša.

4. HIPOTEZE

Temeljem dosadašnjih spoznaja i cilja ovoga istraživanja definirat ćemo sljedeće hipoteze:

H₀ - Pretpostavka je kako postoji statistički značajna razlika u energetskeim zahtjevima (procjenjenih iz metaboličkih, ventilacijskih i biokemijskih parametara) kod ispitanika ove studije u odnosu na vrhunske nogometaša.

5. METODE RADA

5.1. Uzorak ispitanika

Uzorak je sačinjen od 18 profesionalnih seniorskih igrača koji se natječu u drugoj njemačkoj Bundesligi te su u sklopu klupskih priprema odradili testiranje na pokretnome sagu iz kojih su izneseni podaci za ovo istraživanje. Igrači ove momčadi su u toku pripremnoga dijela imali u tjednu 8 treninga i prijateljsku utakmicu.

5.2. Uzorak varijabli

U ovom radu korišteno je 18 varijabli te su sva testiranja odrađena od 8:00 ujutro do 14:00 u dva dana.

5.3. Preliminarna mjerenja

Ispitanicima je izmjerena tjelesna masa (seca mBCA 515) i tjelesna visina iz čega je dobiven indeks tjelesne mase BMI (seca mBCA 515). Zatim su ispitanici stavljeni na pokretni sag (H/P/Cosmos) dimanzija 150cm x 50 cm. Igrači nisu imali visoko intenzivan trening 48 sati prije testiranja, odnosno dva dana. Prije samoga početka testiranja je odrađeno zagrijavanje u obliku trčanja na traci pri brzini kretanja od 8 km/h u trajanju od 5 minuta i pri nagibu od 0.5 stupnjeva.

5.4. Postupak mjerenja

Protokol testiranja proveden je na sljedeći način: brzinom od 10 km/h započinje testiranje te nakon svake četiri minute se podiže brzina trčanja za 1,5 km/h, protokol se nastavlja i ide do maksimalnog iscrpljenja ispitanika. Nakon svake četiri minute trčanja pri određenoj brzini na pokretnom sagu, slijedila bi pauza u trajanju od 45 sekundi unutar koje su se prikupljale vrijednosti koncentracije laktata u kapilarnoj krvi. Podatci srčane frekvencije dobiveni su korištenjem Polar H10 monitora. Respiratorni podatci poput: minutne ventilacije, primitka kisika, izdahnutog ugljik dioksid, respiracijskog kvocijenta su mjereni korištenjem Crotex Metalyzer 3B (Lepzig, Njemačka). Za detaljniji uvid u podatke i njihovu analizu korišten je program MetaSoft Studio. Ispitanici su tijekom cijelog testiranja bili obavještavani o vremenu koje je prošlo tijekom testiranja, brzini

kretanja pokretnog sagra koje su mogli vidjeti na h/p/cosmos monitoru ispred sebe te su bili dodatno motivirani od strane ispitivača. Ispitanici koji su imali rezultat RER manji od 1.05 isključeni su iz ovog ispitivanja.

5.5. Metode obrade podataka

Statistički paket SPSS 10.0. (IBM, SAD) je korišten za obradu podataka. Deskriptivna statistika distribucije varijabli korištena je prilikom izračuna aritmetičke sredine \pm standardne devijacije. Razlike između fizioloških parametara pri različitim brzinama trčanja analizirane su putem jednosmjerne analize varijance (eng. *one-way ANOVA*), a u slučaju statistički značajnih razlika pristupalo se Bonferroni *post hoc* testu. Razinu statističke značajnosti je prihvaćena za vrijednost $p < 0.05$.

6. REZULTATI I RASPRAVA

Tablica 1. Antropometrijske karakteristike ispitanika

N	18
Dob, godine	24 ± 3
Tjelesna visina, cm	182.1 ± 4.9
Tjelesna masa, kg	79.4 ± 6.9
BMI, kg/m ²	23.9 ± 1.21
FS, (otkucaja/min)	73 ± 8

Skraćenice: N – broj ispitanika; BMI – indeks tjelesne mase; FS – frekvencija srca u mirovanju. Podatci su predstavljeni kao prosječna vrijednost ± standardna devijacija.

Prosječna dob ispitanika iznosila 24 godine (n=18). Antropometrijski parametri i frekvencija srca u mirovanju predstavljeni su u Tablici 1.

Tablica 2. Metabolički i kardiorespiratorni parametri prikupljeni tijekom spiroergometrijskog testiranja

	Aerobni ventilacijski prag	Respiracijska kompenzacijska točka	Maksimalan primitak kisika	p<.50
\dot{V}_E , L/min ⁻¹	76,01±10,29	108,72±11,50	149,19±16,55	0,001
$\dot{V}O_2$, mL/min ⁻¹	2,83±0,30	3,58±0,35	4,15±0,37	0,001
$\dot{V}O_2$, mL/kg/min ⁻¹	36,78±3,96	45,56±3,62	51,72±3,06	0,001
$\dot{V}CO_2$, mL/kg/min ⁻¹	2,72±0,23	3,68±0,35	4,68±0,38	0,001
RER	0,94±0,04	1,02±0,03	1,12±0,03	0,001
FS, otkucaja/min ⁻¹	142,67±9,83	168,61±9,02	189,83±6,54	0,001
Brzina, km/h	10,56±0,64	13,76±0,67	16,9±0,87	0,001
TTE, min	5 min i 28 sec	11 min i 42 sec	16 min i 58 sec	0,001
Konc. laktata, Mm/L	1,88±0,37	3,91±1,10	9,54±1,61	0,001

Skraćenice: \dot{V}_E – minutna ventilacija; $\dot{V}O_2$ – primitak kisika; $\dot{V}CO_2$ – izdahnuti ugljik dioksid; RER – respiracijski kvocijent; FS –srčana frekvencija; Brzina – brzina trčanja tijekom progresivnog testa opterećenja; TTE – vrijeme trajanja testa; Podatci su predstavljeni kao prosječna vrijednost ± standardna devijacija.

U Tablici 2. uočavamo kako aritmetička sredina maksimalnog primitaka kisika naših ispitanika iznosi $51,72 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ i to je za 19,19% manje nego što je navedeno u istraživanju koje je provedeno na Norveškim reprezentativcima. Također, vrijednosti navedene varijable su 17,91% niže u odnosu na igrače prve Norveške lige, odnosno 16,58% od druge Norveške lige. Dalje, uočavamo 19,56% niže vrijednosti ($\dot{V}O_2 \text{ max.}$) vrijednosti pri usporedbi s podacima njemačke Bundeslige čiji rezultat relativnog maksimalnog primitka kisika iznosi $64,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$. Maksimalna postignuta brzina prilikom testiranja slična je vrijednostima objavljenim u drugim studijama. Ipak, brzina kretanja na drugom pragu kod naših ispitanika iznosi $13,76 \text{ km/h}$ što je značajna razlika u usporedbi sa podacima iz druge Bundeslige čiji rezultat iznosi $15,1 \text{ km/h}$. Pritom treba naglasiti da dostignuta maksimalna koncentracija laktata u krvi je viša kod naših ispitanika te iznosi $9,54\pm 1,61$, dok je u istraživanju provedenom od strane Helgerud i sur. (2005) maksimalna koncentracija laktata iznosila $7,8 \text{ mmol/L}$ ($p=0,001$). Temeljem navedenog, čini se kako su ispitanici u ovoj studiji u deficitu funkcionalnih kapaciteta u odnosu na ostale europske vrhunske momčadi. Ovo nas navodi kako su upravo funkcionalni kapaciteti jedan od razloga zbog kojih ova momčad stagnira u drugoj njemačkoj Bundesligi te se ne natječu u elitnome rangu nacionalne lige. Ovim prihvaćamo postavljenu hipotezu H_0 .

7. ZAKLJUČAK

Cilj je ovoga istraživanja bio na uzorku od osamnaest nogometaša druge njemačke Bundeslige, analizirati funkcionalne kapacitete u predsezoni te usporediti prikupljene podatke sa sličnim studijama. Prikupljeni su rezultati uspoređeni s podacima dosadašnjih istraživanja te se uočava kako se značajno razlikuju u maksimalnome primitku kisika, no primjerice u indeksu tjelesne mase nema značajnoga odstupanja. Također, brzina kretanja pri laktatnom pragu je niža u odnosu na ranije publikacije. Međutim, maksimalne se brzine, dosegnute prilikom testiranja, bitno ne razlikuju od Norveških reprezentativaca. Zaključno, glavni nalaz studije ukazuje kako su aerobni kapaciteti ispitanika ove studije ispod razine potrebne za ostvarenje vrhunskih rezultata te se takvo što može smatrati indikatorom natjecateljske (ne)uspješnosti u budućnosti. Ipak, niz drugih parametara može utjecati na kvalitetniju izvedbu, poput biomehaničke analize kretanja, što se može postaviti za cilj u narednim istraživanjima. Daljnjom bi se analizom putem GPS sustava mogli usporediti ukupno pređeni kilometri na utakmici te količina visoko intenzivnoga trčanja i sprinta te uvidjeti jesu li navedeni parametri ti koji razlikuju predstavljene ispitanike od vrhunskih nogometaša. Također, spiroergometrijsko testiranje bi se trebalo provoditi najmanje dva puta unutar natjecateljske sezone, odnosno tijekom ljetnoga pripremnoga perioda i zimskoga pripremnoga perioda.

8. LITERATURA

1. Almeida, Adriano & Santos-Silva, Paulo & Pedrinelli, André & Hernandez, Arnaldo. (2018). Aerobic fitness in professional soccer players after anterior cruciate ligament reconstruction. *PLOS ONE*. 13. e0194432. 10.1371/journal.pone.0194432.
2. Altmann, S., Kuberczyk, M., Ringhoff, S., Neumann, R., and Woll, A. (2018). Relationships between performance test and match-related physical performance parameters. A study in professional soccer players across three seasons. *Ger. J. Exerc. Sport Res.* 48, 218–227. doi: 10.1007/s12662-018-0519-y
3. Astrand, PO, Rodahl, K, Dahl, HA, and Stromme, SB. Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise. Windsor, Canada: *Human Kinetics*, 2003
4. Broich, H., Sperlich, B., Buitrago, S., Mathes, S., & Mester, J. (2012). Performance assessment in elite football players: field level test versus spiroergometry. *Journal of Human Sport and Exercise* [en línea]. Vol. 7, No. 1 , 287-295
5. Dujmović, P. (2000). *Škola nogometa*. Zagreb: Zagrebački nogometni savez, Impress
6. Erceg, M. , Rađa, A., & Sporiš, G. (2018). *Razvoj nogometaša: antropološki status nogometaša tijekom razvojnih faza*. Zagreb: vlast. nakl.
7. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *Br J Sports Med*. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12055120/>
8. Hoff J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. *J Sports Sci*. 2005; 23(6):573-582. doi:10.1080/02640410400021252
9. Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of sports sciences*, 23(6), 583-592
10. Marković, G., & Bradić, A. (2008). *Nogomet: Integralni kondicijski trening*. TVZ, Udruga Tjelesno vježbanje i zdravlje.

11. Metaxas, Thomas I. (2006). Seasonal variation of aerobic performance in soccer players according to positional role. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/6677573_Seasonal_variation_of_aerobic_performance_in_soccer_players_according_to_positional_role
12. Milanović D. (2013). *Teorija treninga*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb
13. Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci*. 2000;18(9):669–683. *PubMed* doi:10.1080/02640410050120050
14. Reilly, T. Physiological aspects of soccer. *Biol. Sport* 11:3–20, 1994.
15. Hoff J, Helgerud J. Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Med*. 2004; 34(3):165-180. doi:10.2165/00007256-200434030-00003
16. Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C. et al. Physiology of Soccer. *Sports Med* **35**, 501–536 (2005). <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-0000>
17. Tønnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., Haugen, T., & Seiler, S. (2013). Maximal aerobic power characteristics of male professional soccer players, 1989–2012. *International journal of sports physiology and performance*, 8(3), 323-329
18. Vučetić, V., & Jukić, I. relacija intenziteta brzine trčanja i relativnog maksimalnog primitka kisika u nogometaša.
19. Wisløff U, Helgerud J, Hoff J. Strength and endurance of elite soccer players. *Med Sci Sports Exerc*. 1998 Mar;30(3):462-7. doi: 10.1097/00005768-199803000-00019. PMID: 9526895.
20. Zerf Mohammed, Boras Fatima Zohar, Benali Gourar, Bengoua Ali, Mokkedes Moulay Idriss (2018). VO2max levels as a pointer of physiological training status among soccer players. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*. Dostupno na: <https://sciendo.com/article/10.2478/afepuc-2018-0010>

21. Ziogas GG, Patras KN, Stergiou N, Georgoulis AD. Velocity at lactate threshold and running economy must also be considered along with maximal oxygen uptake when testing elite soccer players during preseason. *J Strength Cond Res.* 2011 Feb;25(2):414-9. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181bac3b9. PMID: 20351577.