

Usporedba i povezanost testova za procjenu anaerobnih kapaciteta kod nogometaša

Zovko, Kristijan

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:727583>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

Kristijan Zovko

**Usporedba i povezanost testova za procjenu
anaerobnih kapaciteta kod nogometaša**

Diplomski rad

Mentor:

dr. sc. Vlatko Vučetić

Zagreb, rujan 2023.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

Doc. dr. sc. Vlatko Vučetić

Student:

Kristijan Zovko, bacc. cin.

Zahvaljujem se doc.dr.sc Vlatku Vučetiću na povjerenju, mentorstvu prilikom izrade diplomskog rada, strpljenju i prenesenom znanju.

Hvala i mjeritelju koji je sa mnom proveo nekoliko dana na terenu mjereći i provodeći testove. Također hvala glavnom treneru NK Sesveta Mariu Racu koji mi je omogućio testiranje u klubu i na njegovim igračima.

Zahvaljujem se i svim profesorima i trenerima s kojima sam proveo sve ove godine i od kojih sam jako puno naučio.

Zahvaljujem se i svojim prijateljima koji su mi bili podrška tijekom cijeloga studija, ljudima koji nikada nisu sumnjali u mene.

Hvala mojoj Marti na svakodnevnoj ljubavi i pažnji koju mi pruža, također hvala na strpljenju i podršci koju mi daje jer bi bez toga bilo puno teže.

Na kraju hvala od srca mojim roditeljima, bratu , sestri kao i cijeloj obitelji koja je uvijek uz mene i koji me tjeraju da budem najbolja verzija sebe.

Usporedba i povezanost testova za procjenu anaerobnih kapaciteta kod nogometaša

Sažetak

Nogomet je posljednjih godina iznimno napredovao na svim područjima. Igra je mnogo brža, intenzivnija te zahtjeva puno bolju kondicijsku pripremljenost nego u prošlosti. Igrači pretrče puno veće udaljenosti s većim intenzitetom nego ikada prije. Često igrači dolaze do samih granica svojih mogućnosti i kondicijskih sposobnosti. Upravo zbog toga je potrebno igrače što bolje pripremiti za same utakmice. Aerobne kao i anaerobne sposobnosti moraju biti na visokom nivou. Dobre anaerobne sposobnosti pomoći će nogometašu da se odupire umoru pri aktivnostima najvećeg intenziteta. S tim na umu, u ovom radu odrađena je usporedba dva anaerobna testa. Osnovni cilj ovog istraživanja je utvrditi postoji li korelacija dobivenih rezultata u dva testa (300 m i RAST test). Istraživanje je provedeno na 17 seniorskih nogometaša medijalne dobi $19,4 \pm 0,6$ (18 – 20) godina. Prije početka testiranja ispitanicima je izmjerena visina tijela, masa tijela te su upisani dob i trenutna igračka pozicija. Testiranje se provodilo u dva navrata u razmaku od dva dana kako bi se sportaši dovoljno oporavili za testiranje koje slijedi te kako umor ne bi bio ograničavajući faktor. Sportašima je testirana maksimalna brzina na 20 m sa i bez zaustavljanja. Za svaku od njih igrači su imali tri pokušaja te im se uzelo najbolje vrijeme kao referentna vrijednost. Nakon toga igrači su odradili 300 m test (15 × 20 m bez pauze). Nakon provedenog 300 m testa igrači su imali dva dana odmora te se 3. dan odradio RAST test (6 × 35 m s 10 sec pauze između svakog sprinta). Statističkom obradom podataka može se vidjeti da će sportaši koji su bolji u 300 m testu biti bolji i u RAST testu. Također, usporedbom rezultata sprinta na 20 m sa zaustavljanjem i 20 m bez zaustavljanja može se vidjeti da je veća pouzdanost rezultata usporedbom s 20 m sa zaustavljanjem što ima smisla jer se i sami test provodi sa fazama zaustavljanja odnosno deceleracije.

Ključne riječi: nogomet, testiranje, 300 m test, RAST test, anaerobna sposobnost

Comparison and correlation of tests for assessment of anaerobic capacity in football players

Abstract

Football has made tremendous progress in all areas in recent years. The game is much faster, more intense, and requires much better physical preparation than in the past. Players endure much longer distances with greater intensity than ever before. Often, players reach the very limits of their capabilities and fitness capabilities. This is precisely why it is necessary to prepare players better for the same matches. Aerobic and anaerobic abilities must be at a high level. Good anaerobic abilities will help the soccer player resist fatigue during activities of the highest intensity. In this paper a comparison of two anaerobic tests was made. The main goal of this research is to determine if there is a correlation between the results obtained in the two tests (300 m and RAST test). The research was conducted on 17 senior football players with a median age of 19.4 ± 0.6 (18 - 20) years. Before the start of the test, the subjects' height and weight were measured, and their age and current playing position were recorded. Testing was performed on two occasions two days apart to allow the athletes to recover sufficiently for the following testing so that fatigue would not be a limiting factor. Athletes were tested for maximum speed at 20 m with and without stopping. For each of them, the players had three attempts and their best time was taken as a reference value. After that, the players did a test of 300 m (15 \times 20 m without a break). After the 300 m test, the players had two days of rest, and on the 3rd day, the GROWTH test was performed (6 \times 35 m with a 10 sec break between each sprint). Statistical data processing shows that athletes who are better in the 300 m test will also be better in the RAST test. Also, by comparing the results of the 20 m sprint with a stop and 20 m without a stop, the reliability of the results is higher compared to the 20 m with a stop, which makes sense because the test itself is carried out in the phases of stopping or deceleration.

Keywords: football, testing, 300 m test, RAST test, anaerobic capacity

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Nogomet	1
1.2. <i>Running anaerobic sprint test</i> (RAST test)	2
1.3. Test 300 metara (300 jarda)	2
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA	3
3. METODE RADA	4
3.1. Uzorak ispitanika.....	4
3.2. Mjerni instrumenti i varijable	4
3.2.1. Mjerni instrumenti za procjenu morfoloških karakteristika.....	4
3.2.2. Mjerni instrumenti za procjenu funkcionalnih sposobnosti.....	4
3.3. Protokol zagrijavanja.....	5
3.4. Protokol testiranja	5
3.5. Metode analize podataka	6
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	7
5. ZAKLJUČAK	20

1. UVOD

1.1. Nogomet

Nogomet je jedan od sportova koji je posljednjih godina mnogo napredovao po pitanju tehničko-taktičke i kondicijske pripremljenosti. Bez obzira na to što su pravila ostala ista, nogomet danas je puno drugačiji od nekadašnjeg nogometa. Igra je mnogo brža, igrač koji ima loptu ima mnogo manje vremena za reakciju i donošenje odluka. Intenzitet je značajno veći nego prije te igrači pretrče veće udaljenosti tijekom jedne utakmice. Kako nogomet napreduje, tako napreduje i znanstveni dio proučavanja nogometa (Reilly i Gilbourne, 2008). Svaki aspekt nogometne igre se analizira - odmor, treninzi, utakmice i slično. Samim time, gotovo svaka profesionalna ekipa sastoji se od glavnog trenera, pomoćnog trenera, kondicijskog trenera, golmanskog trenera, fizioterapeuta, sportskog psihologa, analitičara i drugih članova tima. Brojni nogometni klubovi u svojim stručnim stožerima imaju sportske znanstvenike koji na dnevnoj bazi prate ukupno trenažno opterećenje iz razloga povećanja razine izvedbe nogometaša te smanjenje pojavnosti i rizika od ozljeda (McCall i sur., 2015).

Nogomet spada u skupinu polistrukturalnih acikličkih sportova i jedan je od najkompleksnijih sportova današnjice (Dujmović, 1997). Zahtjevi samoga sporta su sve veći te zahtijevaju sve bolju kondicijsku pripremljenost. Nogomet spada u aerobno-anaerobne aktivnosti tijekom kojih igrač pretrči od 10 do 13 km izvodeći specifične zadatke i zahtjeve nogometne igre (Komes, 2009). Dinamika nogometne igre podrazumijeva izmijene maksimalnih ili submaksimalnih kratkih intervala s niskointenzivnim intervalima ili intervalima odmora. Analizama je utvrđeno kako sprint predstavlja jednu od ključnih kategorija kretanja u sportskim igrama (Spencer i sur., 2004). Iznimno važna sposobnost u nogometu je odupiranje umoru i zadržavanje što većeg intenziteta što dulji period.

U današnjem nogometu, nogometaši u utakmici prijeđu 10 do 13 km različitim intenzitetima kretanja (Bangsbo i sur., 1994; Reilly, 1996; Helgerud i sur., 2001; Mohr i sur., 2003; Bangsbo i sur., 2006). Na kvalitetu izvedbe nogometaša tijekom treninga i utakmice visok utjecaj imaju kapaciteti nogometaša za izvedbu brzih i eksplozivnih kretnji (Christopher i sur., 2016, Mohr i sur., 2003, Zamparo i sur., 2015). Vrhunski nogometaši većinu vremena provedu stojeći (15%) i hodajući (43%).

Prosječno 30% vremena lagano trčkaraju (7-14 km/h), 8% vremena provedu trčeći umjerenom brzinom (15-19 km/h), 3% trčeći velikom brzinom (20-25 km/h) te samo jedan mali dio, oko 1%, trče maksimalnom brzinom (Marković i Bradić, 2008; Mikulić, 2016).

Razvojem nogometa i nogometne igre, razvila se i dijagnostika sportaša. Dijagnostikom je moguće utvrditi trenutno stanje sportaša te njegove dobre i loše strane. Dijagnostika se može odraditi na tri načina, kao inicijalna, tranzitna i finalna. Dijagnostikom funkcionalnih sposobnosti dobivaju se informacije o trenutnom funkcionalnom stanju srčano-žilnog, dišnog i mišićnog sustava za obavljanje izmjene plinova (Vučetić i Šentija, 2005). Funkcionalne sposobnosti dijele se na aerobne i anaerobne.

Aerobna sposobnost može se definirati kao sposobnost sportaša da energiju za obavljanje rada dobiva aerobnim putem odnosno uz prisustvo kisika. Anaerobna sposobnost može se definirati kao sposobnost sportaša da što dulji vremenski period provede u aktivnostima visokog intenziteta. Kod anaerobne sposobnosti energija se dobiva na nekoliko načina: putem ATP-a, razgradnjom kreatinfosfata (CP), razgradnjom glikogena ili glukoze anaerobnom glikolizom do pirogroždane kiseline uz stvaranje laktata (Donatelli, 2007).

1.2. Running anaerobic sprint test (RAST test)

RAST test izvodi se na način da sportaš izvodi sprint od 35 metara šest puta pri čemu pauza između svake dionice iznosi 10 sekundi. Ovakav tip testiranja koristi se za procjenu anaerobne izdržljivosti. Na kraju testiranja na temelju dobivenih rezultata analizira se vrijeme najboljeg i prosječnog sprinta te pad rezultata kroz dionice. Pad se javlja kao posljedica umora. Ukoliko je pad manji, sposobnost regeneracije je bolja (Vučetić, 2009).

1.3. Test 300 metara (300 jarda)

Test 300 metara jedan je od najpoznatijih testova za procjenu anaerobnog kapaciteta ili brzinske izdržljivosti. Test na 300 metara europska je inačica testa 300 jarda. U testu se uzastopno i bez odmora trče dionice od 20 metara ($15 \times 20 \text{ m}$) ili 22,87 metara (u testu 300 jarda, $12 \times 25 \text{ yd}$). U testu se mjeri konačno vrijeme te svaka dionica zasebno kako bi se utvrdio postotak opadanja brzine kroz svaku dionicu. Ta vremena se uspoređuju s vremenom maksimalne brzine na 20 metara koja je dobivena u zasebnom testiranju prije početka testa na 300 metara (Vučetić, 2009).

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Primarni cilj istraživanja

Primarni cilj ovog istraživanja je na temelju dobivenih parametara iz dva testa za procjenu anaerobnih kapaciteta (test na 300 m i RAST test), istražiti korelaciju dobivenih parametara. Drugim riječima, cilj je odgovoriti na pitanje hoće li ispitanici koji ostvaravaju dobre rezultate u jednom testu ostaviti dobre rezultate i u drugom testu.

Sekundarni cilj ovog istraživanja

Sekundarni cilj ovog istraživanja je utvrditi postoji li razlika u interpretaciji rezultata testa na 300 metara u slučajevima kada se za usporedbu rezultata uzima maksimalna brzina na 20 metara sa zaustavljanjem i bez zaustavljanja.

3. METODE RADA

3.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika činilo je 17 nogometaša seniorskog uzrasta koji su bili na probi u nogometnom klubu Sesvete iz Zagreba medijalne dobi $19,4 \pm 0,6$ (18 – 20) godina. Svaki od ispitanika ima svoj matični klub u kojemu igra te je aktivan igrač koji redovito trenira. Testiranje je provedeno u početku priprema za novu sezonu. Ispitanici su upoznati s testovima koji će se provesti. Unatoč tome provedena je kratka edukacija sa svim sportašima o testovima, načinu njihove provedbe i korištenju metode subjektivnog osjećaja opterećenja s kojom prethodno nisu bili upoznati.

3.2. Mjerni instrumenti i varijable

3.2.1. Mjerni instrumenti za procjenu morfoloških karakteristika

Svakom ispitaniku određena je visina tijela (cm), masa tijela (kg), dob i trenutna igračka pozicija. Tjelesna visina upisivala se iz podataka zadnjeg liječničkog pregleda koje su ispitanici napravili. Masa tijela mjerena je pomoću prenosive digitalne vage. Ispitanici su tijekom mjerenja mase tijela s minimalnom količinom odjeće i bos stali na vagu s ravnomjerno raspoređenom masom tijela na oba stopala. Mjeritelj je prije nego je ispitanik stao na vagu provjerio i očitao 0,0 kilograma na mjernoj skali.

3.2.2. Mjerni instrumenti za procjenu funkcionalnih sposobnosti

Za procjenu funkcionalnih sposobnosti korišteni su sljedeći instrumenti:

Microgate Witty fotoćelije (Microgate, Bolzano, Italija)

Kapice

Mjerna vrpca

Štoperica

Za procjenu funkcionalnih sposobnosti korišteni su testovi: test na 300 metara i RAST test

Tijekom testova mjereni su: maksimalna brzina na 20 metara sa zaustavljanjem, maksimalna brzina na 20 metara bez zaustavljanja, ukupno vrijeme na testu 300 metara, vremena pojedinačnih dionica od 20 metara na testu 300 metara, ukupno vrijeme na RAST testu i vremena pojedinačnih dionice od 35 metara na RAST testu.

Osim izmjerenih rezultata, ispitanici su davali svoj subjektivni osjećaj opterećenja (SOO) na kraju testa na 300 metara i RAST testa. Subjektivni osjećaj opterećenja se uzimao po Borgovoj skali 6-20 (Borg, 1982). Osjećaj psihološkog i fiziološkog stresa može imati utjecaj na kvalitetu treninga (Gallo i sur., 2016). Metoda subjektivnog osjećaja opterećenja sportaša i slične metode mogu biti neinvazivne, jeftine i učinkovite metode za dobivanje informacija i procjenu generalne spremnosti sportaša za trening i natjecanje (Gallo i sur., 2016, Thorpe i sur., 2016).

3.3. Protokol zagrijavanja

Zagrijavanje se radilo kroz intervale laganog i brzog tempa, razne varijante skipova i dinamičkog istezanja. Cilj zagrijavanja je bio podići tjelesnu temperaturu na radnu temperaturu te smanjiti rizik od ozljede prilikom testiranja. Zagrijavanje se provodilo tijekom 10 minuta nakon čega su se igrači samostalno istezali dok su čekali svoj red na testiranje.

3.4. Protokol testiranja

Testiranje je provedeno na terenu od prave trave koji se koristi za treninge NK Sesvete. Testiranje se provelo u dva navrata u razmaku od 3 dana kako bi se osiguralo da su sportaši dovoljno odmorni za novo testiranje. Prvo mjerenje je bilo određivanje maksimalne brzine na 20 metara bez zaustavljanja koja se provodila tri puta, nakon čega se uzimalo najbolje vrijeme kao referentna vrijednost. Mjernom trakom izmjerena je duljina od 20 metara te su postavljene dvije kapice na početku i na kraju duljine. Pored svake kapice postavljene su fotoćelije za mjerenje vremena prolaska. Osim fotoćelija mjeritelj je mjerio vrijeme štopericom kako bi ostao zabilježen rezultat sprinta ako fotoćelija ne zabilježi prolaz igrača.

Igrač je stao na početak prve dvije kapice nakon čega se pripremio te na znak mjeritelja započeo sprint do druge kapice. Od sportaša se zahtijevalo da se zaustavlja tek nakon što prođe drugu kapicu na udaljenosti od 20 metara. Fotoćelije su bilježile vrijeme sprinta na 20 metara te je mjerenje provedeno u triplicatu.

Ispitanik je imao dovoljno vremena za oporavak između svakoga sprinta kako umarajući faktor ne bi utjecao na rezultat. Nakon mjerenja sprinta 20 metara bez zaustavljanja, slijedilo je 20 metara sa zaustavljanjem. Kao i u prijašnjem mjerenju, ispitanici su radili sprint na 20 metara, ali se ovoga puta zahtijevalo da se zaustave na kraju druge kapice. Fotoćelije su se pomaknule 15-20 centimetara prije kapice kako bi zabilježile prolazak odnosno zaustavljanje kod kapice.

Svaki ispitanik je također odradio tri sprinta sa zaustavljanjem te se koristilo najbolje vrijeme kao referentna vrijednost.

Nakon mjerenja sprinta na 20 metara, slijedio je test na 300 metara. Igrače se upoznao s načinom provođenja testa. U testu je igrač morao maksimalnom brzinom trčati ($15 \times 20 m$) te postići što bolje konačno vrijeme. Uz fotoćelije koje su mjerile vrijeme prolaska svake dionice, mjeritelj je mjerio svaku dionicu štopericom kako bi ostao zabilježen rezultat sprinta ako fotoćelija ne zabilježi prolaz igrača. Nakon što je sportaš otrčao 300 metara od njega se tražio subjektivni osjećaj opterećenja (SOO) prema Borgovoj skali 6-20.

RAST test izvodio se nakon dva dana pauze kako bi se sportaši dovoljno oporavili. Kod RAST testa izmjerena je duljina od 35 metara te su postavljene kapice i fotoćelije na početku i na kraju duljine. Igrači su trčali maksimalnom brzinom 6 dionica od 35 metara sa 10 sekundi pauze između svake dionice. Uz fotoćelije, mjeritelj je mjerio sa štopericom štopericom kako bi ostao zabilježen rezultat sprinta ako fotoćelija ne zabilježi prolaz igrača. Nakon što je sportaš otrčao 6 dionica od njega se tražio subjektivni osjećaj opterećenja (SOO) prema borgovoj skali 6-20.

3.5. Metode analize podataka

Svi prikupljeni rezultati zapisani su u obrazac za praćenje testova. Za pohranu i obradu podataka korišten je Microsoft Office Excel 2013 (Microsoft, Redmond, WA, SAD). Za statističku obradu podataka korišten je GraphPad Prism 8 program (Boston, MA, SAD).

Kategorički podaci (dob, tjelesna masa i visina ispitanika) opisani su deskriptivnom statistikom te izraženi aritmetičkom sredinom, standardnom devijacijom te rasponom vrijednosti.

Sva mjerenja izvedena su u triplicatu te je za obradu podataka korišteno najbrže vrijeme svakog mjerenja. Rezultati ispitivanja bili su statistički značajni uz $p < 0,05$. Za usporedbu medijana tri ili više različitih skupina korištena je analiza varijance (ANOVA) s dizajnom ponovljenih mjerenja.

Za usporedbu medijana između dvije skupine mjerenja korišten je parni t-test. Korelacija između dvije varijable ispitana je linearnom regresijom te izražena Pearsonovim koeficijentom korelacije (r).

4. REZULTATI I RASPRAVA

Prije testiranja sakupljeni su kategorički podaci (dob, visina i tjelesna masa) ispitanika koji su prikazani u Tablici 1. te u Tablici 2. izraženi aritmetičkom sredinom, standardnom devijacijom te rasponom vrijednosti.

Tablica 1. Izmjereni deskriptivni parametri ispitanika

Ispitanik	Masa / kg	Visina / cm	Dob / god
1	84	185	19
2	79	182	19
3	85	187	20
4	81	178	19
5	75	177	20
6	69	175	20
7	77	180	20
8	69	173	20
9	67	174	19
10	72	185	20
11	61	166	19
12	70	169	18
13	64	163	19
14	63	165	19
15	72	184	19
16	79	180	20
17	70	176	20

Tablica 2. Deskriptivni parametri ispitanika (N = 17)

Parametar	$\bar{x} \pm SD$ ($x_{min} - x_{max}$)
Masa (kg)	72,8 ± 7,0 (61 – 85)
Visina (cm)	176,4 ± 7,2 (163 – 187)
Dob (god)	19,4 ± 0.6 (18 – 20)

Prije provođenja testa na 300 metara i RAST testa, svi ispitanici su u triplikatu trčali maksimalno brzo na 20 metara sa i bez zaustavljanja. U Tablici 3. prikazana su najbolja vremena iz triplikata mjerenja svakog ispitanika.

Tablica 3. Najbolja izmjerena vremena iz triplikata testova 20 m sa i bez zaustavljanja

Ispitanik	$t_{20\text{ m}} / \text{s}$	$t_{20\text{ m STOP}} / \text{s}$
1	3,54	3,58
2	3,82	4,05
3	3,60	3,77
4	3,41	3,58
5	3,54	3,75
6	3,58	3,86
7	3,47	3,74
8	3,47	3,64
9	3,55	3,77
10	3,56	4,00
11	3,48	3,62
12	3,66	3,77
13	3,25	3,38
14	3,38	3,56
15	3,44	3,61
16	3,31	3,55
17	3,44	3,70

Tijekom RAST testa ispitanici su trčali maksimalno brzo šest dionica po 35 metara s 10 sekundi odmora između dionica. Izmjerena vremena svake dionice te ukupnog vremena na RAST testu prikazana su u Tablici 4.

Tablica 4. Izmjerena vremena tijekom RAST testa

Ispitanik	t(RAST ₁) / s	t(RAST ₂) / s	t(RAST ₃) / s	t(RAST ₄) / s	t(RAST ₅) / s	t(RAST ₆) / s	t(RAST _{ukupno}) / s
1	5,21	5,67	5,86	5,67	5,88	5,76	34,05
2	5,90	5,85	5,72	5,79	6,11	5,96	35,33
3	5,45	5,51	6,02	5,82	6,45	6,01	35,26
4	5,36	5,29	5,60	5,36	5,86	5,89	33,36
5	5,39	5,45	6,02	5,42	6,13	6,04	34,45
6	5,55	5,56	5,81	5,90	5,95	5,85	34,62
7	5,40	5,52	5,58	5,64	5,86	5,93	33,93
8	5,64	5,58	5,92	5,56	6,00	5,92	34,62
9	5,30	5,92	5,86	5,86	5,96	6,00	34,90
10	5,68	5,69	5,80	5,97	6,04	6,06	35,24
11	5,60	5,48	5,70	5,76	5,95	5,67	34,16
12	5,80	5,80	6,29	6,32	6,27	6,23	36,71
13	5,23	5,42	6,04	6,08	6,12	6,04	34,93
14	5,54	5,64	6,07	5,89	6,70	6,36	36,20
15	5,36	5,95	5,76	5,7	5,83	5,29	33,89
16	5,03	5,45	5,46	5,74	6,06	5,69	33,43
17	5,38	5,74	6,02	6,08	5,92	5,84	34,98

Tijekom testa na 300 metara ispitanici su trčali maksimalno brzo 15 dionica po 20 metara bez odmora između dionica. Izmjerena vremena svake dionice te ukupnog vremena na testu 300 metara prikazana su u Tablici 5. Potom je određen omjer maksimalne brzine pojedince dionice i maksimalne brzine sprinta na 20 metara sa i bez zaustavljanja. Iz Tablica 6. i 7. vidljivo je da prosječan omjer maksimalne brzine pojedince dionice i maksimalne brzine sprinta na 20 metara sa zaustavljanjem pada ispod 80% u 12. dionici, dok u slučaju sprinta na 20 metara bez zaustavljanja omjer pada ispod 80% već u 9. dionici (Slika 1.).

Tablica 5. Izmjerena vremena tijekom testa 300 m

Ispitanik	t(N ₁) / s	t(N ₂) / s	t(N ₃) / s	t(N ₄) / s	t(N ₅) / s	t(N ₆) / s	t(N ₇) / s	t(N ₈) / s	t(N ₉) / s	t(N ₁₀) / s	t(N ₁₁) / s	t(N ₁₂) / s	t(N ₁₃) / s	t(N ₁₄) / s	t(N ₁₅) / s	t _{ukupno} / s
1	4,07	4,16	4,59	3,57	4,19	4,16	4,43	4,35	4,38	4,52	4,63	4,09	4,62	4,60	4,16	64,52
2	4,39	3,90	4,25	4,35	4,37	4,54	4,30	4,85	4,56	4,81	4,63	4,94	4,93	5,01	4,11	67,94
3	4,24	3,59	3,98	3,88	4,10	4,04	4,33	4,29	4,53	4,68	4,88	5,00	5,29	5,39	4,99	67,21
4	3,99	4,00	3,91	3,91	4,17	4,04	4,15	4,31	4,51	4,50	4,51	4,54	4,72	4,82	4,42	64,50
5	4,09	3,64	3,76	3,87	3,81	4,07	4,16	4,10	4,36	4,51	4,48	4,66	5,00	4,83	4,65	63,99
6	4,07	3,85	3,97	3,97	3,96	4,18	4,10	4,41	4,41	4,56	4,52	4,92	4,78	4,81	4,09	64,60
7	4,16	3,86	3,90	4,08	4,07	4,22	4,28	4,45	4,52	4,72	4,63	4,93	5,00	5,18	4,00	66,00
8	4,15	4,06	4,13	4,21	4,46	4,18	4,26	4,21	4,51	4,51	4,14	4,16	4,39	4,44	4,16	63,97
9	3,87	3,88	4,04	3,99	4,16	4,18	4,26	4,47	4,47	4,41	4,53	4,53	4,62	4,67	4,61	64,69
10	4,36	4,00	3,93	4,28	4,10	4,28	4,25	4,37	4,45	4,34	4,46	4,69	4,69	4,82	3,98	65,00
11	3,90	3,93	3,73	4,00	3,97	4,20	4,02	4,10	4,24	4,28	4,30	4,59	4,37	4,69	4,56	62,88
12	3,93	3,93	4,05	4,20	4,30	4,23	4,51	4,32	4,59	5,02	4,99	5,10	5,08	4,97	4,76	67,98
13	3,84	3,73	3,79	3,85	4,07	4,32	4,10	4,30	4,41	4,67	4,67	4,81	4,70	5,03	4,59	64,88
14	3,90	4,06	3,93	4,71	4,26	4,09	4,24	4,23	4,52	4,53	4,78	4,87	4,95	5,26	4,50	66,83
15	3,95	3,78	3,93	3,73	3,99	4,08	3,85	3,93	4,00	4,04	4,14	4,15	4,29	4,49	4,13	60,48
16	3,60	3,83	3,92	4,06	4,09	4,24	4,54	4,36	4,52	4,55	4,46	4,64	4,60	4,69	4,21	64,31
17	3,99	3,90	3,84	4,04	4,02	4,22	4,02	4,21	4,22	4,57	4,41	4,62	4,69	5,02	4,81	64,49

Tablica 6. Omjer brzine pojedince dionice i maksimalne brzine tijekom testa 20 m bez zaustavljanja

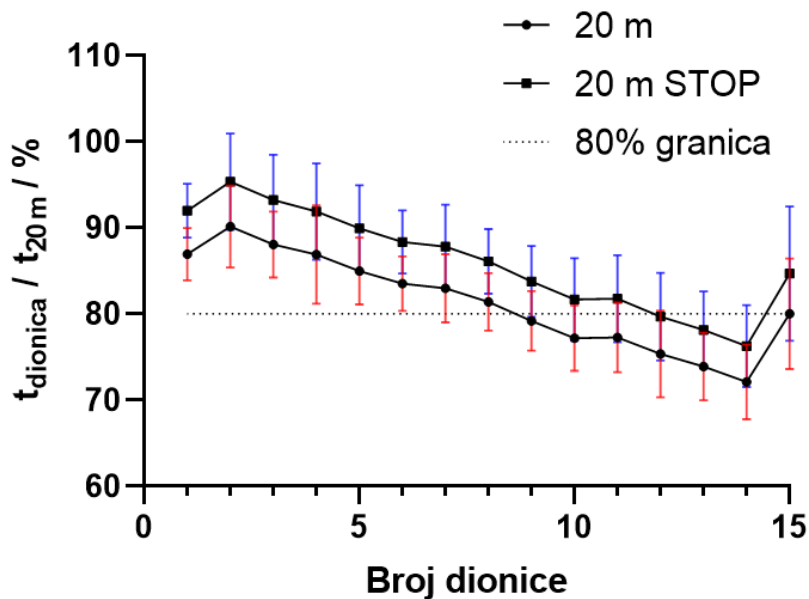
Ispitanik	N ₁ / %	N ₂ / %	N ₃ / %	N ₄ / %	N ₅ / %	N ₆ / %	N ₇ / %	N ₈ / %	N ₉ / %	N ₁₀ / %	N ₁₁ / %	N ₁₂ / %	N ₁₃ / %	N ₁₄ / %	N ₁₅ / %
1	87,0	85,1	77,1	99,2	84,5	85,1	79,9	81,4	80,8	78,3	76,5	86,6	76,6	77,0	85,1
2	87,0	97,9	89,9	87,8	87,4	84,1	88,8	78,8	83,8	79,4	82,5	77,3	77,5	76,2	92,9
3	84,9	100,3	90,5	92,8	87,8	89,1	83,1	83,9	79,5	76,9	73,8	72,0	68,1	66,8	72,1
4	85,5	85,3	87,2	87,2	81,8	84,4	82,2	79,1	75,6	75,8	75,6	75,1	72,2	70,7	77,1
5	86,6	97,3	94,1	91,5	92,9	87,0	85,1	86,3	81,2	78,5	79,0	76,0	70,8	73,3	76,1
6	88,0	93,0	90,2	90,2	90,4	85,6	87,3	81,2	81,2	78,5	79,2	72,8	74,9	74,4	87,5
7	83,4	89,9	89,0	85,0	85,3	82,2	81,1	78,0	76,8	73,5	74,9	70,4	69,4	67,0	86,8
8	83,6	85,5	84,0	82,4	77,8	83,0	81,5	82,4	76,9	76,9	83,8	83,4	79,0	78,2	83,4
9	91,7	91,5	87,9	89,0	85,3	84,9	83,3	79,3	79,4	80,5	78,4	78,4	76,8	76,0	77,0
10	81,7	89,0	90,6	83,2	86,8	83,2	83,8	81,5	80,0	82,0	79,8	75,9	75,9	73,9	89,4
11	89,2	88,5	93,3	87,0	87,7	82,9	86,6	84,9	82,1	81,3	80,9	75,8	79,6	74,2	76,3
12	93,1	93,1	90,4	87,1	85,1	86,5	81,2	84,7	79,7	72,9	73,3	71,8	72,0	73,6	76,9
13	84,6	87,1	85,8	84,4	79,9	75,2	79,3	75,6	73,7	69,6	69,6	67,6	69,1	64,6	70,8
14	86,7	83,3	86,0	71,8	79,3	82,6	79,7	79,9	74,8	74,6	70,7	69,4	68,3	64,3	75,1
15	87,1	91,0	87,5	92,2	86,2	84,3	89,4	87,5	86,0	85,1	83,1	82,9	80,2	76,6	83,3
16	91,9	86,4	84,4	81,5	80,9	78,1	72,9	75,9	73,2	72,7	74,2	71,3	72,0	70,6	78,6
17	86,2	88,2	89,6	85,1	85,6	81,5	85,6	83,5	81,5	75,3	78,0	74,5	73,3	68,5	71,5
\bar{x}	87,0	90,1	88,1	86,9	85,0	83,5	83,0	81,4	79,2	77,2	77,3	75,4	73,9	72,1	80,0

Napomena: Crvenom bojom označeni su omjeri brzine pojedince dionice i maksimalne brzine tijekom testa 20 m sa zaustavljanjem koji su manji od 80 %.

Tablica 7. Omjer brzine pojedince dionice i maksimalne brzine tijekom testa 20 m sa zaustavljanjem

Ispitanik	N ₁ / %	N ₂ / %	N ₃ / %	N ₄ / %	N ₅ / %	N ₆ / %	N ₇ / %	N ₈ / %	N ₉ / %	N ₁₀ / %	N ₁₁ / %	N ₁₂ / %	N ₁₃ / %	N ₁₄ / %	N ₁₅ / %
1	88,0	86,1	78,0	100,3	85,4	86,1	80,8	82,3	81,7	79,2	77,3	87,5	77,5	77,8	86,1
2	92,3	103,8	95,3	93,1	92,7	89,2	94,2	83,5	88,8	84,2	87,5	82,0	82,2	80,8	98,5
3	88,9	105,0	94,7	97,2	92,0	93,3	87,1	87,9	83,2	80,6	77,3	75,4	71,3	69,9	75,6
4	89,7	89,5	91,6	91,6	85,9	88,6	86,3	83,1	79,4	79,6	79,4	78,9	75,8	74,3	81,0
5	91,7	103,0	99,7	96,9	98,4	92,1	90,1	91,5	86,0	83,1	83,7	80,5	75,0	77,6	80,6
6	94,8	100,3	97,2	97,2	97,5	92,3	94,1	87,5	87,5	84,6	85,4	78,5	80,8	80,2	94,4
7	89,9	96,9	95,9	91,7	91,9	88,6	87,4	84,0	82,7	79,2	80,8	75,9	74,8	72,2	93,5
8	87,7	89,7	88,1	86,5	81,6	87,1	85,4	86,5	80,7	80,7	87,9	87,5	82,9	82,0	87,5
9	97,4	97,2	93,3	94,5	90,6	90,2	88,5	84,3	84,3	85,5	83,2	83,2	81,6	80,7	81,8
10	92,2	100,5	102,3	93,9	98,0	93,9	94,6	92,0	90,3	92,6	90,1	85,7	85,7	83,4	101,0
11	92,8	92,1	97,1	90,5	91,2	86,2	90,0	88,3	85,4	84,6	84,2	78,9	82,8	77,2	79,4
12	95,9	95,9	93,1	89,8	87,7	89,1	83,6	87,3	82,1	75,1	75,6	73,9	74,2	75,9	79,2
13	88,0	90,6	89,2	87,8	83,0	78,2	82,4	78,6	76,6	72,4	72,4	70,3	71,9	67,2	73,6
14	91,3	87,7	90,6	75,6	83,6	87,0	84,0	84,2	78,8	78,6	74,5	73,1	71,9	67,7	79,1
15	91,4	95,5	91,9	96,8	90,5	88,5	93,8	91,9	90,3	89,4	87,2	87,0	84,1	80,4	87,4
16	98,6	92,7	90,6	87,4	86,8	83,7	78,2	81,4	78,5	78,0	79,6	76,5	77,2	75,7	84,3
17	92,7	94,9	96,4	91,6	92,0	87,7	92,0	89,8	87,7	81,0	83,9	80,1	78,9	73,7	76,9
\bar{x}	92,0	95,4	93,2	91,9	89,9	88,4	87,8	86,1	83,8	81,7	81,8	79,7	78,2	76,3	84,7

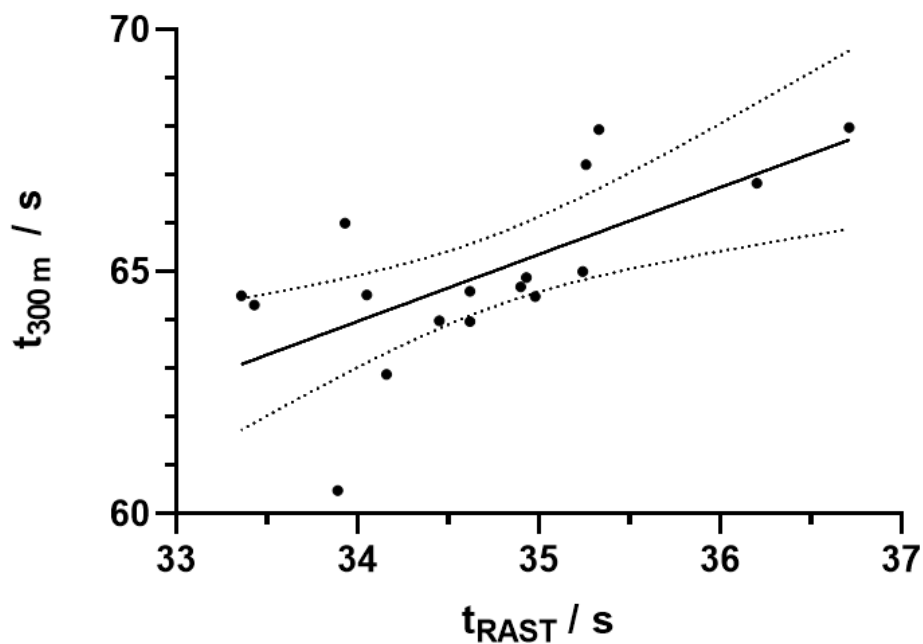
Napomena: Crvenom bojom označeni su omjeri brzine pojedince dionice i maksimalne brzine tijekom testa 20 m sa zaustavljanjem koji su manji od 80 %.



Slika 1. Omjer vremena dionica u testu 300 m i vremena testa 20 m sa i bez zaustavljanja.

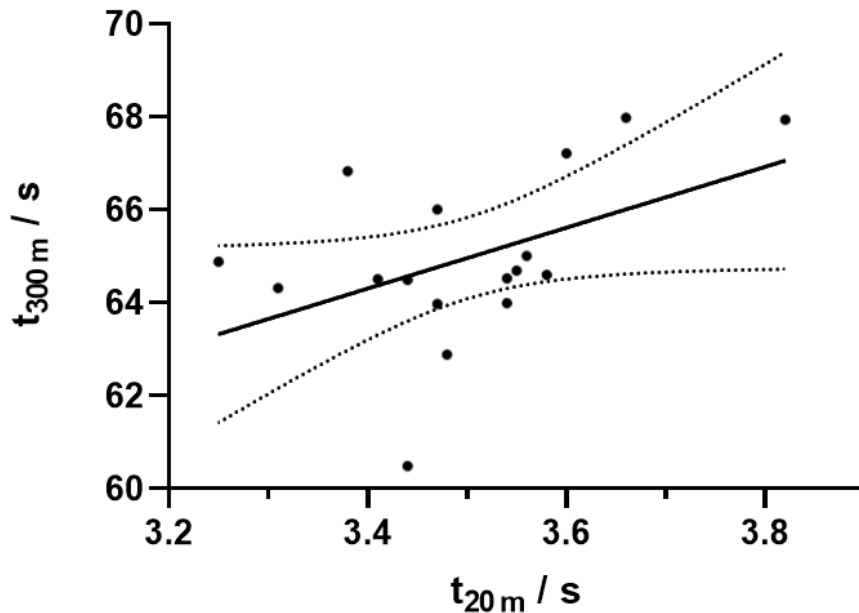
Trake pogreškaka predstavljaju standardnu devijaciju.

Potom je određena korelacija ukupnih vremena RAST testa i testa na 300 metara. Iz Slike 2. vidljivo je da postoji statistički značajna pozitivna korelacija ($r = 0,6690, p = 0,0033$) između ukupnog vremena RAST testa i testa na 300 metara.

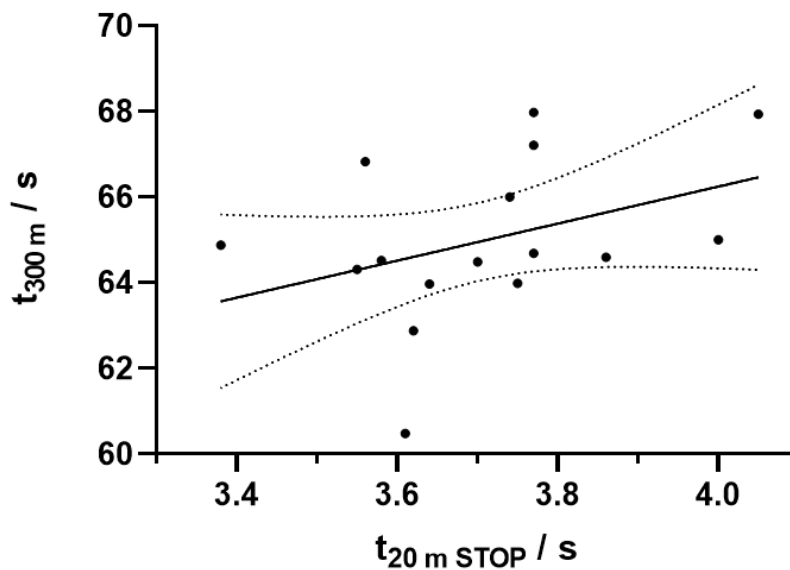


Slika 2. Korelacija vremena testova RAST i 300 m ($r = 0,6690, p = 0,0033$)

Međutim, korelacija ukupnog vremena testa na 300 metara i vremena sprinta 20 metara sa i bez zaustavljanja (Slike 3. i 4.) pokazuje da nema statistički značajne povezanosti za sprint na 20 metara bez zaustavljanja ($r = 0,4703, p = 0,0568$) i 20 metara sa zaustavljanjem ($r = 0,3897, p = 0,1220$).

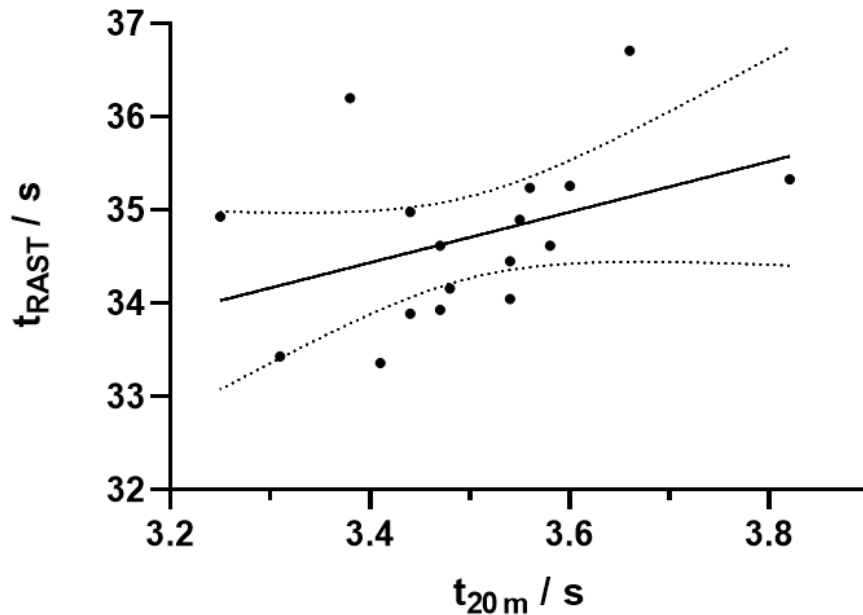


Slika 3. Korelacija vremena testova 300 m i 20 m bez zaustavljanja ($r = 0,4703, p = 0,0568$)

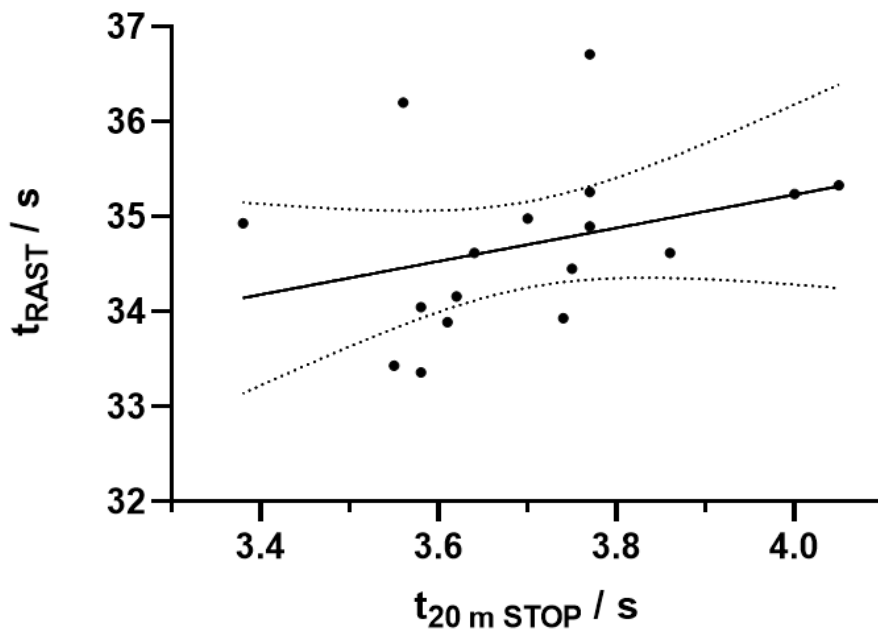


Slika 4. Korelacija vremena testova 300 m i 20 m sa zaustavljanjem ($r = 0,3897, p = 0,1220$)

Također, korelacija ukupnog vremena RAST testa i vremena sprinta 20 metara s i bez zaustavljanja (Slike 5. i 6.) pokazuje sličan rezultat - da nema statistički značajne povezanosti za sprint na 20 metara bez zaustavljanja ($r = 0,4029, p = 0,1088$) i 20 metara sa zaustavljanjem ($r = 0,3270, p = 0,2001$).

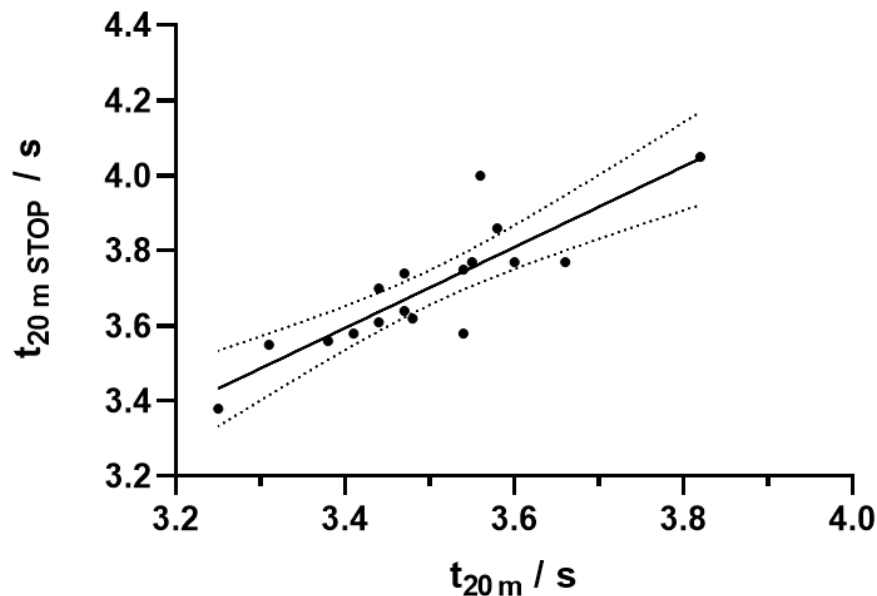


Slika 5. Korelacija vremena testova RAST i 20 m bez zaustavljanja ($r = 0,4029, p = 0,1088$)



Slika 6. Korelacija vremena testova RAST i 20 m sa zaustavljanjem ($r = 0,3270, p = 0,2001$)

Korelacija vremena sprinta na 20 metara s i bez zaustavljanja pokazuje iznimnu i statistički značajnu pozitivnu korelaciju ($r = 0,8556, p < 0,0001$) (Slika 7.). Iznimna pozitivna korelacija ova dva vremena nije iznenađujuća budući da se radi o vrlo sličnim mjerenjima koja razlikuje samo vrijeme potrebno za deceleraciju igrača kod druge kapice.



Slika 7. Korelacija vremena testova 20 m s i bez zaustavljanja ($r = 0,8556, p < 0,0001$)

Značajnost razlike vremena testova 20 metara s i bez zaustavljanja određena je i parnim t-testom. Pokazano je da postoji statistički značajna razlika ($p < 0,0001$) između vremena ova dva testa (Tablica 8.). Medijan te razlike iznosi 0,20 sekundi što zapravo predstavlja medijalno vrijeme zaustavljanja igrača nakon pretrčanih 20 metara.

Tablica 8. Određivanje značajnosti razlike vremena testova 20 m s i bez zaustavljanja parnim t-testom

$t_{20\text{ m}}$ i $t_{20\text{ m STOP}}$	$\bar{x} \pm SD (x_{\min} - x_{\max}) / s$	p vrijednost
		$0,2018 \pm 0,0872 (0,04 - 0,44)$

Također, parnim t-testom određena je i značajnost razlike subjektivnog osjećaja opterećenja prilikom testova RAST i 300 metara. Pokazano je da postoji statistički značajna razlika ($p < 0,0001$) između SOO ova dva testa (Tablica 9.). Medijan te razlike iznosi 2,29 jedinica na Borgovoj skali.

Tablica 9. Određivanje značajnosti razlike subjektivnog osjećaja opterećenja prilikom testova

RAST i 300 m parnim t-testom

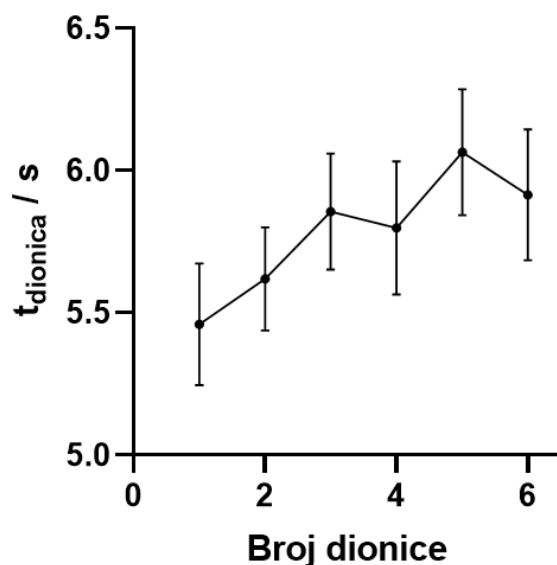
SOO _{RAST} i SOO _{300 m}	$\bar{x} \pm SD (x_{min} - x_{max})$	<i>p</i> vrijednost
		2,294 ± 1,795 (-1 – 6)

Analiza varijance (ANOVA) ponovljenih mjerenja vremena dionica tijekom testa 300 m pokazuje da postoji statistički značajna razlika između prosječnih vremena pojedine dionice ($p = 0,0002$). Pritom prosječno vrijeme pojedine dionice raste tijekom testa, osim između prve i druge dionice te pretposljednje i posljedne dionice (Slika 8.).



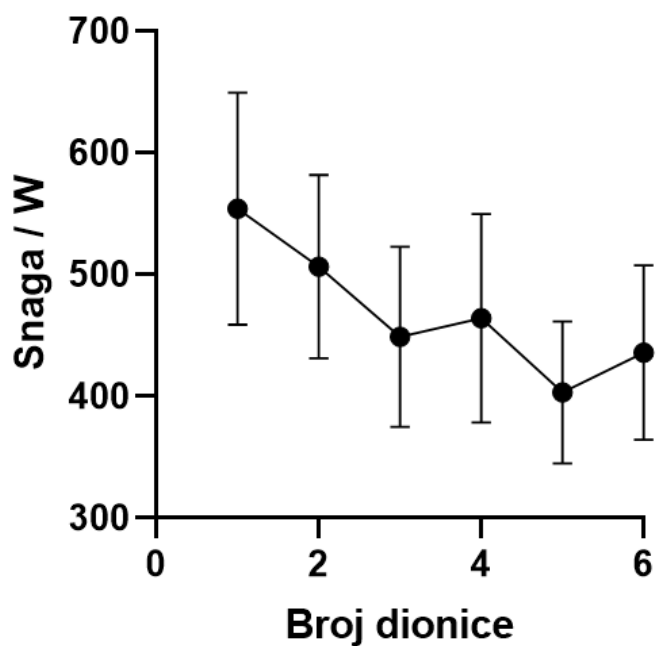
Slika 8. Analiza varijance (ANOVA) ponovljenih mjerenja vremena dionica tijekom testa 300 m ($F = 6,363, p = 0,0002$). Trake pogreškaka predstavljaju standardnu devijaciju.

Analiza varijance (ANOVA) ponovljenih mjerenja vremena dionica tijekom RAST testa pokazuje da postoji statistički značajna razlika između prosječnih vremena pojedine dionice ($p = 0,0165$). Pritom prosječno vrijeme pojedine dionice raste tijekom testa, osim između treće i četvrte dionice te pretposljednje i posljedne dionice (Slika 9.). Općenito je manja razlika između vremena pojedinih dionica tijekom RAST testa i tijekom testa na 300 metara. Razlog tomu je veća mogućnost odmora tijekom pauzi između dionica na RAST testu dok kod testa na 300 metara nema mogućnosti odmora.



Slika 9. Analiza varijance (ANOVA) ponovljenih mjerenja vremena dionica tijekom testa RAST ($F = 4,174, p = 0,0165$). Trake pogreškaka predstavljaju standardnu devijaciju.

Izmjerena je i snaga ispitanika tijekom RAST testa. Iz slike 10. vidljivo je kako snaga u pravilu opada tijekom RAST testa. Ipak, vidljiva je značajna standardna devijacija što znači da su prisutni različiti profili promjene snage tijekom dionica RAST testa između pojedinih ispitanika.



Slika 10. Snaga ispitanika tijekom testa RAST. Trake pogreškaka predstavljaju standardnu devijaciju.

Konačno, izračunat je i *Fatigue* indeks ispitanika tijekom RAST testa prema sljedećoj formuli:

$$Fatigue\ index = \frac{W_{max} - W_{min}}{t(RAST)_{ukupno}}$$

gdje je W_{max} maksimalna snaga tijekom RAST testa, W_{min} minimalna snaga tijekom RAST testa, $t(RAST)_{ukupno}$ ukupno vrijeme tijekom RAST testa.

Medijalan *Fatigue* indeks iznosi 4,79 uz značajnu standardnu devijaciju što znači da su prisutni različiti profili generacije umora tijekom RAST testa između pojedinih ispitanika (Tablica 10.).

Tablica 10. *Fatigue* indeks ispitanika tijekom RAST testa

<i>Fatigue</i> indeks	$\bar{x} \pm SD (x_{min} - x_{max}) / W s^{-1}$
	4,786 ± 1,920 (2,412 – 9,739)

5. ZAKLJUČAK

Dobiveni rezultati ukazuju kako postoji statistički značajna pozitivna korelacija ($r = 0,6690$, $p = 0,0033$) između ukupnog vremena RAST testa i testa na 300 metara iz čega se može zaključiti da će igrači koji su bili najbolji u jednome testu biti najbolji i u drugome testu. Međutim, korelacija ukupnog vremena testa na 300 metara i vremena sprinta 20 metara sa i bez zaustavljanja pokazuje da nema statistički značajne povezanosti za sprint na 20 metara bez zaustavljanja ($r = 0,4703$, $p = 0,0568$) i 20 metara sa zaustavljanjem ($r = 0,3897$, $p = 0,1220$) što zapravo ima smisla jer se za sprint na 20 m koristi ATP dok se za 300 m koristi dominantno anaerobni glikolitički sustav. Provedbom t-testa pokazano je da postoji statistički značajna razlika ($p < 0,0001$) između vremena testova 20 m bez zaustavljanja i 20 m sa zaustavljanjem, upravo zbog faze usporavanja odnosno deceleracije. Što se tiče subjektivnog osjećaja opterećenja u 300 m testu i RAST testu, pokazano je da postoji statistički značajna razlika ($p < 0,0001$) između SOO ovih testova te medijan te razlike iznosi 2,29 jedinica na Borgovoj skali. Za kraj se može zaključiti da ukoliko postoji potreba testiranja nogometaša i određivanja njihove anaerobne pripremljenosti – navedeni se može provesti RAST testom koji je metabolički i mentalno lakši za odraditi nego 300 m test. Osim toga, sportaš ne proživljava krajnje iscrpljivanje te se samim time smanjuje rizik od ozljede. Ukoliko se pak provodi 300 m test, značajno bolja opcija je uspoređivati postotak opadanja svake dionice sa vremenom maksimalne brzine na 20 m sa zaustavljanjem nego s 20 m bez zaustavljanja.

6. LITERATURA

- Bangsbo J. (1994). Energy demands in competitive soccer. *Journal of sports sciences*, 12 Spec No, S5–S12.
- Bangsbo, J., Mohr, M., i Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(7), 665–674. doi: 10.1080/02640410500482529
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 14(5), 377-381. doi:10.1249/00005768-198205000-00012
- Christopher, J., Beato, M. i Hulton, AT. (2016). Manipulation of exercise to rest ration within set duration on physical and technical outcomes during small-sided fames in elite youth soccer players. *Human movement science*, 48, 1-6. doi: 10.1016/j.humov.2016.03.013
- Donatelli, R., (2007). *Sports-specific Rehabilitation*, Elsevier, str. 40.
- Dujmović, P. (1997). Fizička priprema nogometaša. Zagreb: Zagrebački nogometni savez – zbor trenera.
- Gallo, T.F., Cormack, S.J. i Gabbett, T.J. (2016) Pre-training percieved wellness impacts training output in Australian football players, *Journal of Sports Science*, 34(15), 1445-1451. doi: 10.1080/02640414.2015.1119295
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., i Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(11), 1925– 1931. doi: 10.1097/00005768-200111000-00019
- Komes, Z. (2009). Metabolički profil treninga za razvoj izdržljivosti u vrhunskom nogometu. 7. Godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša, 123-135

- Marković, G. i Bradić, A. (2008). Nogomet:integralni kondicijski trening. Zagreb: Udruga "Tjelesno vježbanje i zdravlje".
- McCall, A., Davison, M., Andersen, T.E., Beasley, I., Bizzini, M., Dupont, G., Duffield, R., Carling, C., i Dvorak, J. (2015) Injury prevention strategies at the FIFA 2014 world cup: perceptions and practices of the physicians from the 32 participating national teams. *British Journal of Sports Medicine*, 49(9), 603-608 doi: 10.1136/bjsports-2015-094747
- Mikulić, I. (2016). Razlike u pokazateljima situacijske efikasnosti ekipa u grupnoj fazi U-17 svjetskog nogometnog prvenstva 2015. godine u Čileu. Diplomski rad.
- Mohr, M., Krustup, P. i Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference do development of fatigue. *Journal of Sports Science*, 21, 519-528. doi: 10.1080/0264041031000071182
- Reilly, T. (1996). Motion analysis and physiological demands. T. Reilly (Ed.), *Science and soccer* (str. 371-427). London: E. and F.N. Spon
- Reilly, T. i Gilbourne, D. (2003). Science and football: a review of applied research in the football codes. *Journal of Sport Sciences*. 21(9): 693-705. doi: 10.1080/0264041031000102105. PMID: 14579867.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., i Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports Medicine*, 35(12), 1025-1044. doi: 10.2165/00007256-200535120-00003
- Thorpe, R.T., Strudwick, A.J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B. i Gregson, W. (2016) The tracking of morning fatigue status across in-season training weeks in elite soccer players. *International Journal of Physiology and Performance*, 11(7), 947-952. doi: 10.1123/ijsp.2015-0490
- Vučetić, V., Šentija, D. (2005). Dijagnostika funkcionalnih sposobnosti –zašto, kada i kako testirati sportaše?. *Kondicijski trening*. UKTH, Zagreb. (str. 8-14).

Vučetić, V. (2009) Dijagnostički postupci za procjenu energetske kapaciteta sportaša. I. Jukić, D. Milanović, S. Šalaj, C. Gregov (ur.). *7. godišnja međunarodna konferencije Kondicisijka priprema sportaša, "Trening izdržljivosti"* Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagreb. str. 20 - 31.

Zamparo P., Zadro I., Lazzer S., Beato M. I Sepulcri L. (2014). Energetics of shuttle runs: The effects of distance and change of direction. *International Journal of Sport Physiology and Performance*, 9(6), 1033-1039. doi: 10.1123/ijsp.2013-0258