

POUZDANOST I OSJETLJIVOST TESTOVA ZA PROCJENU AEROBNE IZDRŽLJIVOSTI SREDNJOŠKOLACA

Daniel Bok

Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet, daniel.bok@kif.unizg.hr

Emir Sulik

Gimnazija Daruvar, Daruvar, Hrvatska

Izvorni znanstveni rad

SAŽETAK

Cilj: Cilj ovog rada bio je utvrditi razinu pouzdanosti i osjetljivosti testova trčanja na 800 i 1000 m te 30-15 intermitentnog fitnes testa (30-15_{IFT}). **Metode:** Za utvrđivanje pouzdanosti angažirano je ukupno 56 učenica i 30 učenika, dok je za utvrđivanje osjetljivosti angažirano 15 učenica i 15 učenika Gimnazije Daruvar, dobi u rasponu od 15 do 18 godina. Za utvrđivanje pouzdanosti ispitanici su izmjereni dva puta sa testovima 800 i 1000 m te testom 30-15_{IFT} razmaku od 7 dana, dok su za utvrđivanje osjetljivosti izmjereni sa oba testa prije i nakon 8 tjedana standardne nastave tjelesne i zdravstvene kulture (TZK). Pouzdanost je utvrđena pomoću koeficijenta varijacije (KV), tipične pogreške mjerenja te intra-klasnog koeficijenta korelacije, dok je za utvrđivanje osjetljivosti korišten omjer između opažene promjene nakon tretmana, odnosno „signala“ izraženog u postotku, i koeficijenta varijacije, odnosno „šuma“, pripadajućeg mjernog instrumenta. **Rezultati:** Pouzdanost testova trčanja na 800 i 1000 m (KV=5,1%) bila je manja u odnosu na 30-15_{IFT} (KV=4,1%). Omjer „signala“ i „šuma“ testa 30-15_{IFT} (0,9) bio je 3 puta veći u odnosu na onaj zabilježen u testovima trčanja 800 i 1000 m (0,3). Nakon 8 tjedana nastave TZK nije zabilježena značajna promjena u rezultatima testova trčanja na 800/1000 m, dok je promjena u 30-15_{IFT} ($p = 0,03$) bila statistički značajna. **Zaključak:** Pouzdanost i osjetljivost 30-15_{IFT} su veće od pouzdanosti i osjetljivosti testova trčanja na 800/1000 m. Za utvrđivanje i praćenje aerobne izdržljivosti srednjoškolaca može se preporučiti korištenje 30-15_{IFT} u zamjenu za trenutno korištene testove trčanja na distancu.

Cljučne riječi: vrednovanje programa treninga, 30-15 intermitentni fitnes test, testovi trčanja na 800 i 1000 metara, tjelesna i zdravstvena kultura

RELIABILITY AND SENSITIVITY OF FIELD TESTS USED FOR AEROBIC FITNESS ASSESSMENT IN HIGH-SCHOOL STUDENTS

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the reliability and sensitivity of the 800m and 1000m running tests, as well as the 30-15 intermittent fitness test (30-15IFT).

A total of 56 female and 30 male students from Gimnazija Daruvar, aged 15 to 18 years, were engaged to assess reliability, while 15 female and 15 male students were engaged to assess sensitivity. Reliability was determined by measuring the participants twice with the 800m and 1000m tests, as well as the 30-15IFT, with a 7-day interval between measurements. Sensitivity was determined by measuring the participants with both tests before and after 8 weeks of standard physical and health education classes.

Reliability was assessed using the coefficient of variation (CV), typical error of measurement, and intra-class correlation coefficient. Sensitivity was assessed by calculating the ratio between the observed change after treatment, expressed as a percentage signal, and the coefficient of variation, representing the noise, of the corresponding measurement instrument.

The reliability of the 800m and 1000m running tests (CV=5.1%) was lower compared to the 30-15IFT (CV=4.1%). The signal-to-noise ratio of the 30-15IFT (0.9) was 3 times higher than that observed in the 800m and 1000m running tests (0.3). After 8 weeks of physical and health education classes, there was no

significant change in the results of the 800m/1000m running tests, while the change in the 30-15IFT ($p = 0.03$) was statistically significant.

The reliability and sensitivity of the 30-15IFT are higher compared to the reliability and sensitivity of the 800m/1000m running tests. The 30-15IFT can be recommended for assessing and monitoring aerobic endurance in high school students as an alternative to the currently used distance running tests.

Key words: *program evaluation, 30-15 intermittent fitness test, 800m and 1000m*

UVOD

Aerobna ili kardiorespiratorna izdržljivost smatra se iznimno važnim pokazateljem tjelesnog i mentalnog zdravlja, ali i akademskog uspjeha djece i mladih (Raghuveer i sur., 2020). Veća razina aerobne izdržljivosti u mladosti povezana je sa boljim pokazateljima kardiovaskularnog zdravlja u kasnijoj dobi (Ruiz i sur., 2009), ali i sa nižim rizikom dijagnosticiranja radne nesposobnosti prouzročenog obolijevanjem od kroničnih kardiovaskularnih bolesti (Henriksson i sur., 2020). Konkretnije, projekcije pokazuju da unapređenje aerobne izdržljivosti populacije za jedan decil u mladosti može smanjiti broj radno nesposobnih u kasnijoj dobi za 16,2% (Henriksson i sur., 2021). Također, trenažne intervencije usmjerene na povećanje aerobne izdržljivosti kod djece i mladih mogu utjecati na postizanje boljeg zdravstvenog statusa u kasnijoj dobi (García-Hermoso, Ramírez-Vélez, García-Alonso, Alonso-Martínez, & Izquierdo, 2020). Zbog svega navedenog vodeće svjetske udruge u području zdravlja djece i mladih preporučuju kontinuirano praćenje aerobne izdržljivosti kao i provođenje trenažnih intervencija s ciljem njezina povećanja i održavanja (Raghuveer i sur., 2020).

Testiranje neke kondicijske sposobnosti može se provoditi zbog različitih potreba od kojih su najvažnije 1) utvrđivanje trenutne razine sposobnosti, 2) vrednovanje učinkovitosti programa treninga te 3) programiranje treninga (Bok & Foster, 2021). Precizno mjerenje neke sposobnosti moguće je provesti samo sa pouzdanim i valjanim mjernim instrumentom (Currell & Jeukendrup, 2008). Pouzdanost testa označava razinu slaganja između rezultata testova koji se ponavljaju, a najčešće se izražava kroz koeficijent varijacije (Hopkins, Schabert, & Hawley, 2001), dok kriterijska valjanost predstavlja metrijsku karakteristiku testa koja opisuje povezanost između rezultata u testu i rezultata u testu koji se smatra „zlatnim standardom“ (Currell & Jeukendrup, 2008). S druge strane, preciznost utvrđivanja učinkovitosti trenažne intervencije u velikoj mjeri ovisi o osjetljivosti testa (Currell & Jeukendrup, 2008). Naime, osjetljivost je metrijska karakteristika koja definira sposobnost mjernog instrumenta za detekciju malih promjena u predmetu mjerenja (Bok & Foster, 2021). Izražava se kao omjer između uobičajene promjene u predmetu mjerenja nakon trenažne intervencije, odnosno „signala“, i pouzdanosti mjernog instrumenta izraženog kroz koeficijent varijacije, odnosno „šuma“. Veći omjer „signala“ i „šuma“ označava veću osjetljivost mjernog instrumenta.

Većina europskih i svjetskih organizacija, koje definiraju baterije terenskih testova za procjenu tjelesnog fitnesa djece i adolescenata, za procjenu aerobne izdržljivosti preporučuju korištenje višestupanjskog testa povratnog trčanja na 20 metara (eng. *20 m shuttle run test ili beep test*) (Bianco i sur., 2015; Ruiz i sur., 2011). Naime, brojna istraživanja na djeci i adolescentima ukazuju na visoku razinu pouzdanosti (Artero i sur., 2011; Grgić, 2022; Ortega i sur., 2008) i kriterijske valjanosti (Castro-Piñero i sur., 2010; Ruiz i sur., 2011) ovog mjernog instrumenta. Visoku razinu pouzdanosti i kriterijske valjanosti test ostvaruje prvenstveno temeljem progresivnog kontinuiranog protokola koji je identičan laboratorijskom progresivnom testu opterećenja, odnosno „zlatnom standardu“ za procjenu maksimalnog primitka kisika (VO_{2max}) (Boone & Bourgois, 2012). Upravo zbog vrlo dobrih metrijskih karakteristika, te činjenice da omogućuje istovremeno mjerenje velikog broja djece u vrlo kratko vrijeme kao i provedbu na relativno malom prostoru, ovaj test koristi se u nastavi tjelesne i zdravstvene kulture (TZK) u većini europskih zemalja (Ortega i sur., 2023).

Ipak, usprkos europskoj praksi, u Hrvatskoj su za procjenu aerobne izdržljivosti srednjoškolaca u nastavnom kurikulumu TZK preporučeni testovi trčanja na 800 metara za djevojčice, odnosno 1000 metara za dječake. Budući da se radi o testovima u kojima učenici sami određuju intenzitet trčanja tijekom testa, pa je rezultat u testu pod velikim utjecajem prethodnog iskustva trčanja tom dionicom, trenutne motivacije, te dinamike odnosa između učenika tijekom testa, razina pouzdanosti (Artero i sur., 2011) i kriterijske valjanosti (Mayorga-Vega, Bocanegra-Parrilla, Ornelas, & Viciano, 2016) je općenito niža u odnosu na testove sa maksimalnim progresivnim protokolom opterećenja. Konkretno, koeficijent korelacije između rezultata u trčanju na 800 m i direktno izmjereno VO_{2max} iznosio je -0,55 kod djece u dobi od 6 do 17 godina

(Castro-Piñero, Ortega, Mora, Sjöström, & Ruiz, 2009), dok je kod aerobno treniranih adolescenata u dobi od 16 godina iznosio -0,3 za dječake te tek -0,18 za djevojčice (Almarwaey, Jones, & Tolfrey, 2003). Dakle, jasno je da testovi trčanja na 800 i 1000 m nisu prihvatljivi testovi za procjenu aerobne izdržljivosti djece i adolescenata neovisno o razini njihove treniranosti i spolu. S druge strane, iako terenski testovi trčanja na distancu generalno imaju nižu razinu pouzdanosti u odnosu na progresivne maksimalne testove, trenutno u znanstvenoj literaturi ne postoje informacije o razini pouzdanost testova trčanja na 800 i 1000 m kod srednjoškolaca.

Visoko-intenzivni intervalni trening (VIIT) smatra se optimalnim programom treninga za razvoj aerobne izdržljivosti djece i adolescenata (Costigan, Eather, Plotnikoff, Taaffe, & Lubans, 2015; Eddolls, McNarry, Stratton, Winn, & Mackintosh, 2017). Zbog svog vrlo kratkog trajanja i izazivanja veće razine zadovoljstva tijekom provedbe u odnosu na kontinuirane treninge izdržljivosti, što može pozitivno utjecati na dugoročnu predanost programu tjelesnog vježbanja (Logan, Harris, Duncan, & Schofield, 2014), VIIT predstavlja vrlo učinkovit trenažni program za unapređenje aerobne izdržljivosti u okviru nastave TZK (da Silva Bento, Páez, de Mendonça Raimundo, 2021). Naime, provedba VIIT-a u okviru nastave TZK tijekom nekoliko tjedana kod djece i adolescenata izaziva povećanje VO_{2max} u rasponu od 2,4 do 3,8 ml/kg/min, a taj se napredak može smatrati klinički značajnim za većinu učenika (Duncombe i sur., 2022).

Budući da se treninzi uglavnom provode u zatvorenim ili ograničenim vanjskim prostorima, format VIIT-a koji je pogodan za provedbu u okviru nastave TZK najčešće uključuje kratke intervale rada i odmora (do 30 sekundi) i česte promjene smjera kretanja. Za precizno individualiziranje takvog formata VIIT-a najčešće se koristi 30-15 intermitentni fitness test (30-15_{IFT}) (Buchheit, 2008). Protokol ovog testa specifičan je VIIT-u kratkog formata i zbog toga krajnja brzina postignuta na testu (v_{IFT}) omogućuje precizno individualiziranje tog tipa treninga. Naime, budući da se radi o maksimalnom intermitentnom i progresivnom testu povratnog trčanja na dionici od 40 m, v_{IFT} ovisi ne samo o VO_{2max} , već i o anaerobnom kapacitetu, sposobnosti oporavka i sposobnosti promjene smjera kretanja (Buchheit, Dikmen, & Vassallo, 2021). Osim što omogućuje programiranje VIIT-a, 30-15_{IFT} posjeduje i visoku razinu pouzdanosti uvrđenu na sportašima iz različitih ekipnih sportova te je zbog toga odličan izbor i za utvrđivanje trenutne razine specifične aerobne izdržljivosti (Bok & Foster, 2021; Grgić, Lazinica, & Pedišić, 2020). Također, test se odlikuje i visokom razinom osjetljivosti što mu omogućuje detekciju malih promjena u razini aerobne izdržljivosti (Bok & Foster, 2021; Buchheit i sur., 2021). Zbog navedenih karakteristika 30-15_{IFT} predstavlja idealnu alternativu trenutno postojećim testovima trčanja na 800 i 1000 m.

Ipak, iako je na populacijama sportaša iz različitih sportova pouzdanost i osjetljivost 30-15_{IFT} visoka, ove metrijske karakteristike nisu utvrđene na populaciji srednjoškolaca. Također, ne postoje informacije o razini pouzdanosti i osjetljivosti testova trčanja na 800 i 1000 m kod srednjoškolaca. Stoga je glavni cilj ovog istraživanja usporediti pouzdanost, izraženu kroz koeficijent varijacije, te osjetljivost, izraženu kroz omjer „signala“ i „šuma“, testova trčanja na 800 i 1000 m i 30-15_{IFT}. U radu će biti testirana istraživačka hipoteza kojom autori sugeriraju da je 30-15_{IFT} primjereniji terenski test za procjenu stanja aerobne izdržljivosti i vrednovanje učinkovitosti trenažnog rada kod srednjoškolaca u odnosu na trenutno korištene testove.

METODE

Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika činilo je ukupno 77 učenica i 88 učenika Gimnazije Daruvar. Ispitanici su imali 16,3 ± 1,2 godina i 55,5 ± 2,3 kg tjelesne mase te su bili 165,4 ± 7,6 cm visoki. Za potrebe utvrđivanja pouzdanosti i osjetljivosti mjernih instrumenata angažirana su dva odvojena uzorka ispitanika. Za utvrđivanje pouzdanosti angažirano je ukupno 56 učenica (dob: i 30 učenika, dok je za utvrđivanje osjetljivosti angažirano 15 učenica i 15 učenika). Učenici su u pojedini uzorak ispitanika bili birani temeljem pripadanja razredu odabranog za provedbu određenog dijela istraživanja. Budući da se eksperimentalni postupak provodio u okviru nastave TZK i uključivao je mjerne postupke i metode vježbanja koje se inače provode u nastavi, svi učenici određenog razreda bili su uključeni u istraživanje. Oni učenici koji zbog objektivnih razloga nisu bili prisutni na nastavi, bili su isključeni ili izostavljeni iz istraživanja. Roditelji učenika bili su upoznati sa eksperimentalnim postupkom te su svojim potpisom obrasca informirane suglasnosti odobrili sudjelovanje svog djeteta u istraživanju. Protokol istraživanja je odobren od strane Povjerenstva za znanstveni rad i etiku

Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (protokol #13/2023, odobren 13. ožujka 2023. godine) i bio je u potpunosti u skladu sa preporukama Helsinške deklaracije.

Ekperimentalni protokol

Za potrebe utvrđivanja pouzdanosti testova ispitanici su u dva navrata morali odraditi testiranje testom trčanja na 800 m (učenice) ili 1000 m (učenici) i testom 30-15_{IFT} u razmaku od 7 dana. Testiranja su bila odradena u istom danu u tjednu što je isključilo utjecaj cirkadijalnog ritma i dinamike tjednog opterećenja na rezultate testiranja. Za realizaciju ovog dijela istraživanja učenici su testirani tijekom četiri različita sata TZK. Vremenski razmak između testiranja različitim testom iznosio je 2 tjedana. Testovi trčanja na 800 i 1000 m bili su provedeni na vanjskom poligonu koji prolazi kroz park u okolici škole i sastoji se od blago zavojite staze posipane šljunkom. Staza za trčanje nalazi se na relativno ravnom terenu sa minimalnim uzbrdicama i nizbrdicama. Testiranje 30-15_{IFT}-om provedeno je na vanjskom rukometnom igralištu sa gumiranom površinom. Za potrebe utvrđivanja osjetljivosti mjernih instrumenata druga grupa ispitanika bila je testirana sa testovima trčanja na 800 i 1000 m te 30-15_{IFT}-om prije i nakon 8 tjedana nastave TZK. Zbog umora koje izaziva provedba testova za procjenu aerobne izdržljivosti, za inicijalno i finalno testiranje bila su potrebna dva sata TZK, odnosno na svakom je satu TZK bio proveden po jedan test. Inicijalna i finalna testiranja koja su provedena s ciljem utvrđivanja osjetljivosti mjernih instrumenata odradena su u vremenskom razmaku od 8 tjedana. U tom periodu učenici su provodili standardnu nastavu TZK bez primjene dodatnog programa treninga.

Testiranje

Antropometrijske karakteristike: Tjelesna visina i tjelesna masa učenika bile su izmjerene na prvom satu TZK na kojem je započinjalo mjerenje u okviru pojedinog podistraživanja. Tjelesna visina bila je izmjerena antropometrom (Gneupel Präzisionsmechanik, Bachenbülach, Švicarska) i izražena u centimetrima do razine prve decimale. Tjelesna masa učenika izmjerena je digitalnom vagom (Tanita Corporation, Tokyo, Japan) i izražena u kilogramima do razine prve decimale.

Testovi trčanja na 800 i 1000 metara: Vrijeme potrebno za pretrčavanje 800 m (učenice) i 1000 m (učenici) bilo je mjereno ručnom štopericom i izraženo u sekundama. Testiranje je bilo provedeno na vanjskom poligonu i zadatak je bio pretrčati zadanu udaljenost što brže. Učenici su sami određivali brzinu trčanja i nisu dobivali povratnu informaciju o trenutnom rezultatu niti su bili dodatno poticani tijekom zadatka. Testiranje je provedeno odvojeno za učenice i učenike s obzirom na različite udaljenosti koju su morali pretrčati.

30-15 intermitent fitness test: Test uključuje progresivno povratno trčanje do trenutka voljnog otkaza na terenu dugom 40 m. Teren je označen ograničavajućim linijama rukometnog terena te središnjom linijom koja se nalazi na 20 m od početne. Zadatak ispitanika je pratiti zvučni obrazac koji diktira brzinu trčanja kroz zone koje su označene oko navedene tri linije. Test počinje intenzitetom od 8 km/h i svaki stupanj opterećenja uključuje trčanje u trajanju od 30 sekundi nakon čega slijedi pasivni oporavak u trajanju od 15 sekundi. Tijekom 15 sekundi oporavka ispitanik hoda do prve sljedeće linije. Brzina trčanja se povećava za 0,5 km/h u svakom novom stupnju opterećenja. Test se prekida u trenutku kad ispitanik više ne može pratiti zadanu brzinu trčanja, odnosno kad ona ili on ne uspije dotrčati do zone od 3 m, označene oko svake linije, tijekom tri uzastopna zvučna signala. Rezultat u testu predstavlja krajnja brzina postignuta u testu (vIFT), odnosno brzina posljednjeg stupanj testa kojeg je ispitanik ispravno istrčao (Buchheit, 2008).

Statistička analiza

Svi podaci prikazani su kao aritmetička sredina \pm standardna devijacija. Normalnost distribucije varijabli provjerena je Kolmogorov-Smirnovljevim testom. Pouzdanost mjernih instrumenata bila je utvrđena pomoću koeficijenta varijacije, tipične pogreške mjerenja te intra-klasnog koeficijenta korelacije, dok je za utvrđivanje osjetljivosti korišten omjer između opažene promjene nakon tretmana, odnosno „signala“ izraženog u postotku, i koeficijenta varijacije, odnosno „šuma“, pripadajućeg mjernog instrumenta. Osjetljivost je smatrana *lošom* za vrijednosti < 1 , *prihvatljivom* za vrijednosti od 1 do 1,5 te *dobrom* za vrijednosti > 1 (Ryan i sur., 2020). Za izračunavanje navedenih parametara korištena je specijalno izrađena Excellova tablica

za utvrđivanje pouzdanosti mjernih instrumenata (Hopkins, 2015). Razlike u rezultatima testova između inicijalnog i finalnog mjerenja utvrđene su analizom varijance (ANOVA) za ponovljena mjerenja. Statistička značajnost bila je prihvaćena pri razini $p < .05$. Statistička analiza provedena je pomoću programa Statistica (v 13.2; Dell Inc, Tulsa, OK).

REZULTATI

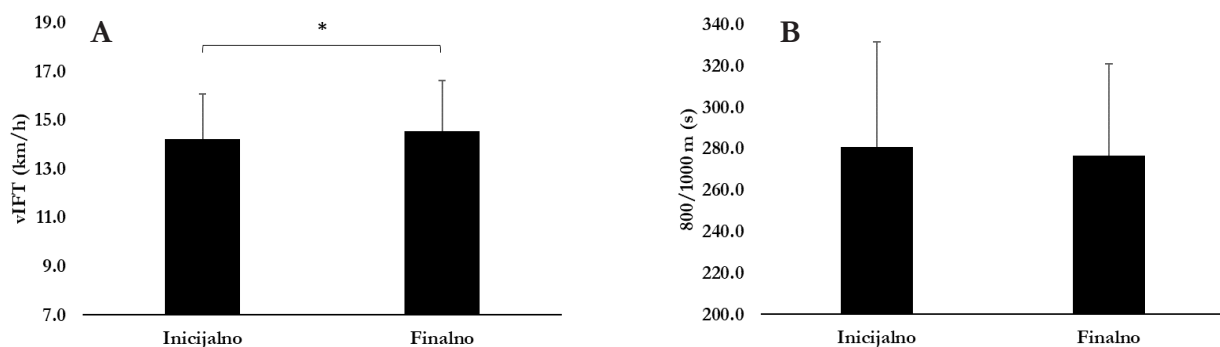
Rezultati trčanja na 800 i 1000 m te 30-15_{IFT} prikazani su skupno i odvojeno po spolu u tablici 1.

Tablica 1. Rezultati trčanja na 800 i 1000 m i 30-15_{IFT} koeficijent korelacije, intra-klasni koeficijent korelacije te omjer „singala“ i „šuma“ prikazani skupno i odvojeno za učenice i učenike

Test		Rezultat	Koeficijent varijacije (%)	IKK	Omjer „singala“ i „šuma“
T 800 i 1000 m (1)	Zajedno	292,1 ± 44,4	5,1	0,9	0,3
T 800 i 1000 m (2)		288,7 ± 45			
30-15 _{IFT} (1)		14,4 ± 2	4,1		
30-15 _{IFT} (2)		14,5 ± 2			
T 800 m (1)	Učenice	295,1 ± 42,8	4,3	0,89	0,3
T 800 m (2)		292,9 ± 44			
30-15 _{IFT} (1)		13,5 ± 1,3	4,8		
30-15 _{IFT} (2)		13,6 ± 1,3			
T 1000 m (1)	Učenci	286,5 ± 47,6	4,8	0,94	0,3
T 1000 m (2)		281 ± 46,4			
30-15 _{IFT} (1)		16,1 ± 1,8	3,2		
30-15 _{IFT} (2)		16,3 ± 1,9			

Legenda: T 800 i 1000 m – test trčanja na 800 i 1000 metara, 30-15_{IFT} – 30-15 intermitentni fitnes test, IKK – intra-klasni korelacijski koeficijent, (1) – prvo mjerenje, (2) – drugo mjerenje

Koeficijent varijacije za testove trčanja na 800 i 1000 m iznosio je 5,1%, dok je za 30-15_{IFT} iznosio 4,1%. Tipična pogreška mjerenja i intra-klasni koeficijent korelacije za testove trčanja na 800 i 1000 m iznosili su 14,6 s, odnosno 0,9, dok su za 30-15_{IFT} iznosili 0,6 km/h, odnosno 0,91. Rezultati po spolu prikazani su u tablici 1.



Grafikon 1. Razlika u rezultatima između inicijalnog i finalnog mjerenja u (A) 30-15 intermitent fitnes testu i (B) trčanju na 800/1000 metara. * - statistički značajno na razini $p < 0.05$.

Razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja u vIFT bila je statistički značajna ($p = 0,03$), dok u trčanju na 800/1000 metara nije bilo značajnih razlika nakon 8 tjedana nastave TZK (grafikon 1). Na zajedničkom uzorku učenica i učenika omjer „singala“ i „šuma“ za 30-15_{IFT} iznosi 0,9, dok za trčanje na 800/1000 m iznosi 0,3 (tablica 1).

DISKUSIJA

Ovo je prvo istraživanje koje je utvrdilo pouzdanost i osjetljivost 30-15_{IFT} i testova trčanja na 800/1000 m kod učenica i učenika srednjih škola u Republici Hrvatskoj. Glavni rezultati ovog istraživanja pokazali su da je pouzdanost 30-15_{IFT} veća u odnosu na testove trčanja na 800/1000 m, te da je osjetljivost 30-15_{IFT} značajno veća u odnosu na osjetljivost testova trčanja na 800/1000 m. Veća pouzdanost 30-15_{IFT} posebno se ističe kod učenika.

Koeficijent varijacije za 30-15_{IFT} je na zajedničkom uzorku učenica i učenika manji (4,1%) u odnosu na koeficijent varijacije za testove trčanja na 800/1000 m (5,1%) (tablica 1). Iako intra-klasni koeficijent korelacije ukazuje na generalno visoku razinu pouzdanosti oba testa, koeficijent varijacije ipak potvrđuje bolju pouzdanost 30-15_{IFT} u odnosu na trenutno standardno primjenjivane testove trčanja na 800/1000 m. Veća pouzdanost maksimalnog progresivnog testa u odnosu na test trčanja/hodanja na 1 milju zabilježena je i ranije na sličnom uzorku ispitanika (Beets & Pittetti, 2006). Iako je pouzdanost trčanja za zadanu udaljenost kod vrhunskih sportaša iz sportova izdržljivosti uglavnom vrlo visoka, kod populacija koje imaju nižu razinu aerobne izdržljivosti pouzdanost takvih testova može biti značajno niža. Tako je kod elitnih atletičara koeficijent varijacije u testu trčanja na 5 km iznosio 2%, a u trčanju na 1500 m 3,3% (Laursen, Francis, Abbiss, Newton, & Nosaka, 2007), dok je kod vrhunskih nogometaša koeficijent varijacije u trčanju na 1000 m iznosio 1,1% (Clancy, Green, Curnyn, Donaldson, & Ring, 2020). S druge strane, test trčanja na 5 minuta kod djece i adolescenata imao je koeficijent varijacije 3,7% i značajno ovisi o broju prethodnih testiranja istim testom (Artero i sur., 2011). Suprotno testovima trčanja na distancu, pouzdanost maksimalnih progresivnih testova ne ovisi toliko o razini trkačkog iskustva. Naime, intra-klasni korelacijski koeficijenti su uglavnom $\geq 0,9$ kod djece i adolescenata (Grgić, 2022) što potvrđuje visoku pouzdanost ovog testa i kod tih populacija.

Niža razina pouzdanosti kod testova trčanja na distancu prvenstveno su rezultat drugačije dinamike testnog protokola. Naime, 30-15_{IFT} je progresivni diskontinuirani test kod kojeg je provedba diktirana zvučnim signalima, odnosno promjene u intenzitetu trčanja zadane su vanjskim podražajem koji ispitanik treba pratiti (Buchheit i sur., 2021). S druge strane, testovi trčanja na distancu su kontinuirani testovi u kojima ispitanik sam definira intenzitet trčanja od početka do kraja testa i zbog toga rezultat u testu uvelike ovisi o motivaciji ispitanika, razini upoznatosti sa samim testom te sposobnosti samostalnog doziranja i kontroliranja intenziteta trčanja (Beets & Pitetti, 2006). Upravo zbog potrebe samostalnog određivanja intenziteta trčanja pouzdanost testova trčanja na distancu može biti niža nego kod progresivnih testova, posebno kod populacija sa niskom razinom prethodnog iskustva u takvom obliku testiranja te slabijom motivacijom za tjelesno vježbanje općenito. Naime, poznato je da osobe sa nižom razinom iskustva u trčanju pokazuju značajno veću varijabilnost u primijenjenom obrascu dinamike intenziteta te su podložnije utjecaju vanjskih čimbenika (Foster i sur., 2023). Zbog toga se za djecu i adolescente preporučuje provedba upoznavajućih testiranja prije provedbe službenog mjerenja (Artero i sur., 2011). Također, razinu motivacije za provedbu testa trčanja na distancu može značajno mijenjati i dinamika odnosa između učenika tijekom samog testiranja (Beets & Pitetti, 2006; Foster i sur., 2023). Naime, stvaranje velike razlike u udaljenosti između učenika tijekom testa često djeluje demotivirajuće za one slabije aerobno pripremljene koji mogu značajno zaostati za najboljima, a ta se razlika može ostvariti već na samom startu. Zbog toga učenici koji zaostanu mogu posići i lošiji rezultat od njihovog stvarnog trenutnog maksimuma. Isto tako, pozitivan poticaj ili ohrabrenje od strane drugih učenika može utjecati na postizanje boljeg rezultata. Važno je naglasiti da je taj utjecaj okoline bitno drugačiji između analiziranih testova. Naime, kod trčanja na distancu najbolji učenici završavaju prvi i često stvaraju psihološki pritisak aerobno slabije pripremljenim učenicima koji zaostaju i završavaju zadnji. S druge strane, pri izvedbi 30-15_{IFT} učenici trče zajedno i najbolji završavaju test posljednji, pa je taj psihološki pritisak smanjen ili čak isključen. Nadalje, testovi trčanja na distancu uglavnom se provode na otvorenom što također može doprinijeti nižom razinom pouzdanosti jer se testiranje može provesti u značajno različitim vremenskim uvjetima. Zbog svega navedenog za procjenu aerobne izdržljivosti djece i adolescenata se preporučuju progresivni testovi opterećenja, najčešće višestupanjski test povratnog trčanja na 20 metara (Artero i sur., 2011; Ortega i sur., 2023).

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je pouzdanost istraživanih testova različita kod učenica i učenika. Naime, kod učenica je zabilježena malo veća pouzdanost trčanja na 800 m u odnosu na 30-15_{IFT}, dok je kod učenika zabilježena značajno veća pouzdanost 30-15_{IFT} u odnosu na trčanje na 1000 m. Veća pouzdanost testova na distancu kod učenica te progresivnog testa kod učenika već je zabilježen na sličnom

uzorku ispitanika (Beets & Pitetti, 2006). Veća razina pouzdanosti u trčanju na 800 m kod učenica vjerojatno je rezultat boljeg poznavanja tog testa budući da su ga koristili na nastavi i ranije, dok su se sa 30-15_{IFT} po prvi puta susreli tek u okviru ovog istraživanja. Stoga je veći KV u 30-15_{IFT} vjerojatno je rezultat svojevrnog „doziranja“ napora pri čemu je prvo testiranje poslužilo kao upoznavajuće, dok je drugo bilo bliže stvarnom rezultatu. Suprotno od učenica, pouzdanost 30-15_{IFT} je kod učenika bila puno veća u odnosu na trčanje na 1000 m. Takav je rezultat i očekivan budući da je 30-15_{IFT} diktiran zvučnim obrascem i nije podložan utjecaju samostalnog određivanja intenziteta trčanja, a učenici su vjerojatno u oba ponavljanja testa ostvarili stvarni maksimalni napor. Dakle, bez obzira što su se sa ovim testom prvi puta susreli u okviru ovog istraživanja, pouzdanost 30-15_{IFT} značajno je nadmašila pouzdanost testa trčanja na 1000 m koji se standardno koristi u nastavi TZK.

Osjetljivost testova trčanja na 800/1000 m značajno je manja u odnosu na osjetljivost 30-15_{IFT}. Naime, omjer „signala“ i „šuma“ u testovima trčanja na 800/1000 m iznosio je 0,3, dok je kod 30-15_{IFT} bio tri puta veći. Vrlo visoka osjetljivost 30-15_{IFT}, sa omjerom „signala“ i „šuma“ od 5,1, već je zabilježena kod vrhunskih nogometaša (Bok & Foster, 2021), dok je osjetljivost testova trčanja na distancu uglavnom niža i u rasponu je od 1 do 3.

Iako se osjetljivost oba testa iz ovog istraživanja može smatrati *lošom*, značajno veća osjetljivost 30-15_{IFT} ukazuje na činjenicu da je s tim testom moguće detektirati manje promjene u aerobnoj izdržljivosti. To također znači da se test može češće koristiti, odnosno da test omogućuje preciznije praćenje promjena u razini izdržljivosti tijekom školske godine. Budući da promjene u aerobnoj izdržljivosti tijekom školske godine mogu biti vrlo male izuzetno je važno koristiti što osjetljiviji mjerni instrument za njezino kontinuirano praćenje. Bolja osjetljivost 30-15_{IFT} uglavnom je rezultat veće razine pouzdanosti, pa je zbog toga najveći omjer „signala“ i „šuma“ upravo i zabilježen kod učenika kod kojih je pouzdanost 30-15_{IFT} zapravo i bila najveća. Osjetljivost testa kod učenika dosegla je razinu *prihvatljivog* za razliku od osjetljivosti trčanja na 1000 m koja je bila izrazito *loša*. Također, važno je istaknuti da u provedbi ovog istraživanja nije korištena nikakva trenažna intervencija koja bi dovela do ciljanog povećanja aerobne izdržljivosti, pa je signal nakon 8 tjedana standardne nastave TZK bio relativno malen. Upravo zbog toga su dobiveni rezultati još zanimljiviji jer je utvrđeno da 30-15_{IFT} može detektirati čak i tako male promjene u aerobnoj izdržljivosti, a koje očigledno nije moguće detektirati testovima trčanja na distancu. Navedno potvrđuje i statistički značajan napredak u rezultatu 30-15_{IFT}, dok u rezultatima trčanja na 800/1000 m nisu zabilježene statistički značajne promjene (grafikon 1).

Zaključno, veća pouzdanosti i bolja osjetljivost 30-15_{IFT} upućuje na superiornost ovog testa u odnosu na trenutno korištene testove. Njegovu veću iskoristivost u nastavi TZK dodatno ističe i visoka razina preskriptivne valjanosti koja omogućuje individualizirani pristup programiranju visoko-intenzivnih intervalnih treninga (Buchheit i sur., 2021).

ZAKLJUČAK

Pouzdanost 30-15_{IFT} veća je od pouzdanosti testova trčanja na 800/1000 m koji se trenutno koriste za procjenu aerobne izdržljivosti u nastavi TZK u srednjim školama. Stoga se za precizniju procjenu aerobne izdržljivosti srednjoškolaca preporuča se korištenje 30-15_{IFT}. Također, isti test posjeduje značajno veću razinu osjetljivosti te se može preporučiti njegova primjena i za potrebe vrednovanja učinaka treninga. Na temelju dobivenih rezultata može se preporučiti korištenje 30-15_{IFT} u nastavi TZK u srednjim školama umjesto trenutno korištenih testova trčanja na 800/1000 m.

LITERATURA

1. Almarwaey, O.A., Jones, A.M., & Tolfrey, K. (2003). Physiological correlates with endurance running performance in trained adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(3), 480-487.
2. Artero, E.G., España-Romero, V., Castro-Piñero, J., Ortega, F.B., Suni, J., Castillo-Garzon, M.J., & Ruiz, J.R. (2011). Reliability of field-based fitness tests in youth. *International Journal of Sports Medicine*, 32(3), 159-169.
3. Beets, M.W., & Pitetti, K.H. (2006). Criterion-referenced reliability and equivalency between the PACER and 1-mile run/walk for high school students. *Journal of Physical Activity & Health*, 3(Suppl. 2), S21-S33.

4. Bianco, A., Jamni, M., Thomas, E., Patti, A., Paoli, A., Ramos Roque, J., Palma, A., Mammina, C., & Tabacchi, G. (2015). A systematic review to determine reliability and usefulness of the field-based test batteries for the assessment of physical fitness in adolescents – the ASSO project. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 28(3), 445-478.
5. Bok, D. & Foster, C. (2021). Applicability of field aerobic fitness tests in soccer: which one to choose? *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(3), 69.
6. Boone, J. & Bourgois, J. (2012). The oxygen uptake response to incremental ramp exercise: methodological and physiological issues. *Sports Medicine*, 42(6), 511-526.
7. Buchheit, M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 365-374.
8. Buchheit, M., Dikmen, U. & Vassallo, C. (2021). The 30-15 intermittent fitness test – two decades of learning. *Sport Performance and Science Reports*, 1(148), 1-13.
9. Castro-Piñero, J., Artero, E.G., España-Romero, V., Ortega, F.B., Sjöström, M., Suni, J., & Ruiz, J.R. (2010). Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 44(13), 934-943.
10. Castro-Piñero, J., Ortega, F.B., Mora, J., Sjöström, M., & Ruiz, J.R. (2009). Criterion-related validity of ½ mile run-walk test for estimating VO_{2peak} in children aged 6-17 years. *International Journal of Sports Medicine*, 30(5), 366-371.
11. Clancy, C., Green, P., Curnyn, S., Donaldson, E., & Ring, N. (2020). The concurrent validity and between-session reliability of a 1000m time trial for the assessment of aerobic fitness in elite development soccer players. *Sport Performance and Science Reports*, 1(92), 1-3.
12. Costigan, S.A., Eather, N., Plotnikoff, R.C., Taaffe, D.R. & Lubans, D.R. (2015). High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1253-1261.
13. Currell, K. & Jeukendrup, A.E. (2008). Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Medicine*, 38(4), 297-316.
14. da Silva Bento, A.F.P., Páez, L.C., de Mendonça Raimundo, A.M. (2021). School-based high-intensity interval training programs for promoting physical activity and fitness in adolescents: a systematic review. *Journal of Teaching in Physical Education*, 41(2), 288-300.
15. Duncombe, S.L., Barker, A.R., Bond, B., Earle, R., Varley-Cambell, J., Vlachopoulos, D., Walker, J.L., Weston, K.L., & Stylianou, M. (2022). School-based high-intensity interval training programs in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 17(5): e0266427
16. Eddolls, W.T.B., McNarry, M.A., Stratton, G., Winn, C.O.N. & Mackintosh, K.A. (2017). High-intensity interval training interventions in children and adolescents: a systematic review. *Sports Medicine*, 47(11), 2363-2374.
17. Foster, C., de Koning, J.J., Hettinga, F.J., Barroso, R., Boulosa, D., Casado, A., Cortis, C., Fusco, A., Gregorich, H., Jaime, S., Jones, A.M., Malterer, K.R., Pettitt, R., Porcari, J.P., Pratt, C., Reinschmidt, P., Skiba, P., Splinter, A., St Clair Gibson, A., St Mary, J., Thiel, C., Uithoven, K., & van Tunen, J. (2023). Competition between desired competitive result, tolerable homeostatic disturbance, and psychophysiological interpretation determines pacing strategy. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(4), 335-346.
18. García-Hermoso, A., Ramírez-Vélez, R., García-Alonso, Y., Alonso-Martínez, A.M., & Izquierdo, M. (2020). Association of cardiorespiratory fitness levels during youth with health risk later in life: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 174(10), 952-960.
19. Grgić, J. (2022). Test-retest reliability of the EUROFIT test battery: a review. *Sport Sciences for Health*, <https://doi.org/10.1007/s11332-022-00936-x>
20. Grgić, J., Lazinica, B., & Pedišić, Ž. (2020). Test-retest reliability of the 30-15 intermittent fitness test: a systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 10(4), 413-418.
21. Henriksson, H., Henriksson, P., Tynelius, P., Ekstedt, M., Berglind, D., Labayen, I., Ruiz, J.R., Lavie, C.J., & Ortega, F.B. (2020). Cardiorespiratory fitness, muscular strength, and obesity in adolescence and later chronic disability due to cardiovascular disease: a cohort study of 1 million men. *European Heart Journal*, 41(15), 1503-1510.

22. Henriksson, P., Shiroma, E.J., Henriksson, H., Tynelius, P., Berglind, D., Löf, M., Lee, I.M., & Ortega, F.B. (2021). Fit for life? Low cardiorespiratory fitness in adolescence is associated with a higher burden of future disability. *British Journal of Sports Medicine*, 55(3), 128-129.
23. Hopkins, W.G. (2015). Spreadsheets for analysis of validity and reliability. *Sportscience*, 19, 36-42.
24. Hopkins, W.G., Schabort, E.J., & Hawley, J.A. (2001). Reliability of power in physical performance tests. *Sports Medicine*, 31(3), 211-234.
25. Laursen, P.B., Francis, G.T., Abbiss, C.R., Newton, M.J., & Nosaka, K. (2007). Reliability of time-to-exhaustion versus time-trial running tests in runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1374-1379.
26. Logan, G.R.M., Harris, N., Duncan, S. & Schofield, G. (2014). A review of adolescent high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 44(8), 1071-1085.
27. Mayorga-Vega, D., Bocanegra-Parrilla, R., Ornelas, M., & Viciano, J. (2016). Criterion-related validity of the distance- and time-based walk/run field tests for estimating cardiorespiratory fitness: a systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 11(3), e0151671
28. Ortega, F.B., Artero, E.G., Ruiz, J.R., Vicente-Rodriguez, G., Bergman, P., Hagströmer, M., Ottevaere, C., Nagy, E., Konsta, O., Rey-López, J.P., Polito, A., Dietrich, S., Plada, M., Béghin, L., Manios, Y., Sjöström, M., & Castillo, M.J. (2008). Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HELENA Study. *International Journal of Obesity*, 32(Suppl 5), S49-S57.
29. Ortega, F.B., Leskošek, B., Blagus, R., Gil-Cosano, J.J., Mäestu, J. et al. (2023). European fitness landscape for children and adolescents: updated reference values, fitness maps and country rankings based on nearly 8 million test results from 34 countries gathered by the FitBack network. *British Journal of Sports Medicine*, 57(5), 299-310.
30. Raghuvver, G., Hartz, J., Lubans, D.R., Takken, T., Wiltz, J.L., Mietus-Snyder, M., Perak, A.M., Baker-Smith, C., Pietris, N., & Edwards, N.M. (2020). Cardiorespiratory fitness in youth: an important marker of health: a scientific statement from the American heart association. *Circulation*, 142(7), e101-e118.
31. Ruiz, J.R., Castro-Piñero, J., Artero, E.G., Ortega, F.B., Sjöström, M., Suni, J., & Castillo, M.J. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 43(12), 909-923.
32. Ruiz, J.R., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E.G., Ortega, F.B., Cuenca, M.M., Jimenez-Pavón, D., Chillón, P., Girela-Rejón, M.J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöström, M., Castillo, M.J. (2011). Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6), 518-524.
33. Ryan, S., Pacea, E., Tebble, J., Hocking, J., Kempton, T., & Coutts, A. (2020). Measurement characteristics of athlete monitoring tools in professional Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(4), 457-463.