

Mr Goran Šekeljić,
dr Milovan Stamatović
Učiteljski fakultet, Užice

OBJEKTIVNOST REGULACIJSKIH TESTOVA (HARVARDSKI STEP-TEST) U PROCENI STANJA FIZIČKE PRIPREMLJENOSTI MLADIH SPORTISTA

1. UVODNA RAZMATRANJA

Predmet ovog rada jeste, obogaćivanje saznanja i otkrivanje zakonitosti u oblasti tehnika istraživačkog rada i moguće potrebe za modifikacijom jednog možda nedovoljno metrijski obrađenog instrumenta. Preciznije radi se o proceni validnosti step-testova, i mogućnostima da se pomoću step klupice kao ergometra izvršavaju jednostavno, brzo i pouzdano masovne procene aerobne sposobnosti mladih sportista. Jedan od prvih testova koji spada u regulacijske testove, a za doziranje opterećenja koristi klupicu, jeste test koji su patentirali Johnson i Brouha sa Univerziteta Harvard, a sastoji se u merenju izdržljivosti i reakcije srčane frekvencije u oporavku na rad koji se ostvari penjanjem na klupicu visine 50,8 cm, trideset puta u minuti za vreme od pet minuta. Glavna karakteristika ovog kao i svih narednih step-testova, bilo da su patentirani po uzoru na Harvardski step-test ili su neke od njihovih modifikacija, jeste ta da se radi o testovima pomoću kojih se pokušava „poremetiti“ ravnoteža autonomnog nervnog sistema. Što se ta ravnoteža više poremeti, to je tonus parasimpatikusa više oslabljen, što indirektno govori o stanju loše treniranosti (Medved i sar. 1987). Dakle, indirektno se može na bazi rezultata regulativnih testova stvoriti određene zaključke o funkcionalnoj (Medved i sar. 1987; De Vris 1976), odnosno kardiorespiratornoj sposobnosti (Davis 1979; Miyamura i sar. 1975).

Potreba za što objektivnijim informacijama pri proceni fizičke radne sposobnosti, dovela je do pojave novih testova a sa njima i do novih instrumenata (bicikl ergometar, tredmil) koji kao metrijski bolje određeni instrumenti preuzimaju primat u funkcionalnoj dijagnostici. Uprkos tome što se može konstatovati da još uvek nije konstruisan idealan test za procenu aerobnih sposobnosti smatra se da je taj problem fiziološki posmatrano rešen: maksimalni kiseonički utrošak, sa velikom preciznošću određuje se merenjem u laboratorijskim uslovima nekim od testova maksimalnog fizičkog opterećenja ili se pak sa većom ili manjom tačnošću indirektno procenjuje nekim od submaksimalnih laboratorij-

skih testova. Ipak aplikacija ovakvih testova je skupa, zahteva laboratorijske uslove, stručno osposobljen kadar i ne male materijalne izdatke što samo testiranje praktično čini nedostupnim većini korisnika iz najrazličitijih oblasti (škole, fakulteti, vojska, sportisti, treneri, rekreativci, lekari itd.). Sa druge strane primena nekog od step testova za procenu maksimalnog utroška kiseonika značajno utiče na otklanjanje ovih nedostataka. Neosporne su činjenice da je testiranje pomoću step testova:

ρ **Jednostavno** (način penjanja na klupicu je već od ranije sadržan u banci motoričkih podataka i kod mlađih ispitanika);

ρ **Materijalno ekonomično** (potrebna je samo klupica i štoperica);

ρ **Vremenski prihvatljivo** (testiranje sa obradom podataka traje manje od deset minuta);

ρ **Praktično** (nema potrebe ni za kakvim energetske izvorima, a testiranje se može obaviti i na otvorenom i u zatvorenim prostorima);

ρ **Masovno primenjivo** (značajna odlika koja proističe iz dosad navedenih), navele su mnogobrojne istraživače da preispitaju ponovnu mogućnost upotrebe ovog instrumenta.

Ogroman doprinos revitalizaciji testova koji se izvode pomoću step klupice postignut je otklanjanjem njenog najvećeg nedostatka – kontroli veličine spoljašnjeg opterećenja izraženog jedinicama mehaničkog rada, što se može primetiti iz radova Astranda (1977), fon Debelna (prema Nikoliću i Iliću, 1994), Pirkina (1987) a kod nas u radova dr Mirjane Životić Vanović (1991).

1. 1. PREDMET RADA

Predmet ovog rada jeste utvrđivanje metrijskih karakteristika Harvardskog step-testa. Pretpostavka je da u ovom testu nije zadovoljen osnovni preduslov indirektno procene funkcionalnih sposobnosti – da je spoljašnji (mehanički) rad za sve ispitanike isti. Spoljašnji rad u step testu, prema osnovnom zakonu mehanike, jednak je proizvodu sile i pređenog puta. On tako direktno zavisi od visine klupice, brzine penjanja i u najvećoj meri od telesne mase ispitanika. U postojećim step testovima visina klupice je uglavnom ista za sve ispitanike. Zato je obavljeni mehanički rad za ispitanike različitih telesnih masa samo standardan (izvodi se na isti, protokolom tačno utvrđen način), ali ne i standardizovan (isti u jedinicama rada) (Životić-Vanović 1991).

1. 2. CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je da se ispituju metrijske karakteristike modifikovanog Harvardskog step-testa i utvrde relacije između rezultata tih testova i Astrandovog testa za indirektnu procenu aerobnih sposobnosti mladih sportista.

Prilikom realizacije postavljenog cilja bilo je neophodno ispuniti sledeće zadatke:

1. Izvršiti procenu aerobne moći ispitanika primenom Astrandovog testa.
2. Izmeriti vrednosti indeksa oporavka Harvardskog step testa na visinama klupice od: 30, 40, i 50,8 centimetara, u trajanju rada od pet minuta pri tempu penjanja od trideset u minuti.
3. Kvantifikovati relacije rezultata dobijenih Astrandovim testom i Harvardskim step-testom.

2. PRIMENJENA METODOLOGIJA

2. 1. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak kojim se operisalo u ovom istraživanju ima svojstva grupnog uzorka, budući da umesto jedinica populacije obuhvata grupe jedinica. Istraživanjem su obuhvaćena 64 mlada muškaraca, pripadnika sportskih klubova iz Užica ujednačenih po uzrastu (od 15 do 17 godina).

2. 2. PROCENA AEROBNIH SPOSOBNOSTI ASTRANDOVIM TESTOM NA BICIKLERGOMETRU

Za procenu aerobne sposobnosti pomoću nomograma i tablica Astrandovih a sam postupak testiranja odvijao se prema originalnim instrukcijama (Astrand 1972).

Za potrebe statističkih izračunavanja bilo je potrebno svrstati ispitanike po kategorijama u zavisnosti od procenjenih vrednosti maksimalne kiseoničke potrošnje izražene u $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Za tu priliku koristili smo klasifikaciju za uzrast od 12–17 godina prema Morehouse-u (1972) (tabela br. 1).

Tabela br. 1: Klasifikacija aerobnih sposobnosti ispitanika muškog pola preko procenjenog maksimalnog utroška kiseonika ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) za uzrast od 12 do 17 godina (Morehouse 1972).

Klasifikacija	Kiseonička potrošnja (ml/kg/min)
Vrlo niska – (VI)	34 i manje
Dosta niska – (V)	od 34.1 do 39
Prosečan – (IV)	od 39.1 do 44
Dosta visok – (III)	od 44.1 do 49
Vrlo visok – (II)	od 49.1 do 54
Izvanredan – (I)	54.1 i više

2. 3. PROCENA FUNKCIONALNE RADNE SPOSOBNOSTI ORIGINALNIM HARVARDSKIM STEP-TESTOM

U originalu, Harvardski step-test traje pet minuta a ispitanici se penju na klupu visine 50,8 cm, u tempu penjanja 30 za minut. Kretni zadatak se izvodi na identičan način kao i u prethodno opisanom step-testu. Po isteku vremena određenog za penjanje (5 minuta) ili zbog odustajanja zbog nemogućnosti daljeg izvršavanja rada, ispitanici sedaju na stolicu a frekvencija srca im se meri u trajanju od 30 sekundi nakon prvog, drugog i trećeg minuta oporavka. Na osnovu te tri vrednosti, izračunava se indeks sposobnosti.

$$I = \frac{t \times 100}{2 \times (f_1 + f_2 + f_3)}$$

I – indeks sposobnosti

t – vreme penjanja u sekundama

$f_{1, 2, 3}$ – su frekvencije srca registrovane u prvoj, drugoj i trećoj minuti oporavka

Tabela br. 2: Rasponi na osnovu kojih je izvršena klasifikacija funkcionalnih sposobnosti (izraženih indeksom sposobnosti) prilagođena uzrastu srednjoškolaca izvršena prema Barou i Mc Gi (1975).

Izvanredan	91 i više
Odličan	81 – 90
Dobar	71 – 80
Dovoljan	61 – 70
Slab	51 – 60
Vrlo Slab	51 i manje

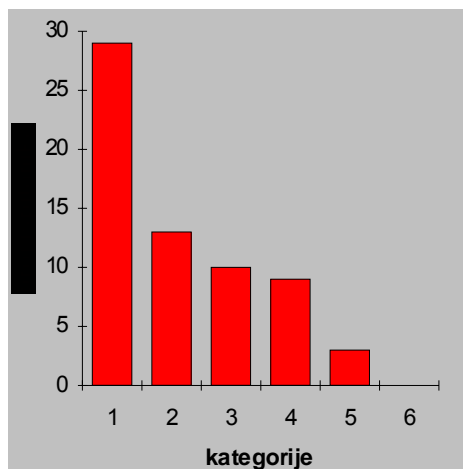
2. 4. PROCENA FUNKCIONALNE RADNE SPOSOBNOSTI PRVOMODIFIKOVANIM STEP-TESTOM

Celokupni protokol izvođenja testa procene i klasifikacije rezultata je apsolutno istovetan kao kod originalnog Harvardskog step-testa. Razlika je samo u jednoj ergometrijskoj varijabli. Naime u ovom testiranju visina klupice je bila visoka 30 centimetara.

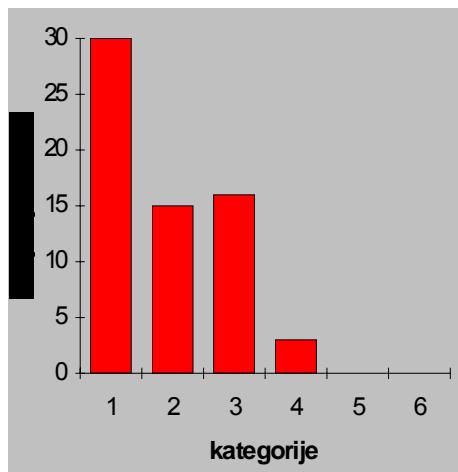
2. 5. PROCENA FUNKCIONALNE RADNE SPOSOBNOSTI DRUGOMODIFIKOVANIM STEP-TESTOM

I kod ovog testiranja uslovi i način testiranja su apsolutno isti kao kao kod Harvardskog step-testa izuzimajući visinu klupice koja je bila visoka 40 centimetara.

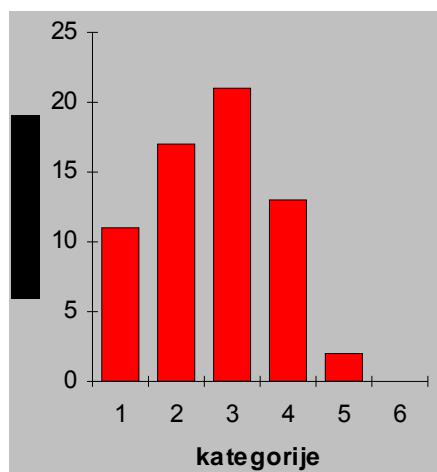
3. INTERPRETACIJA REZULTATA



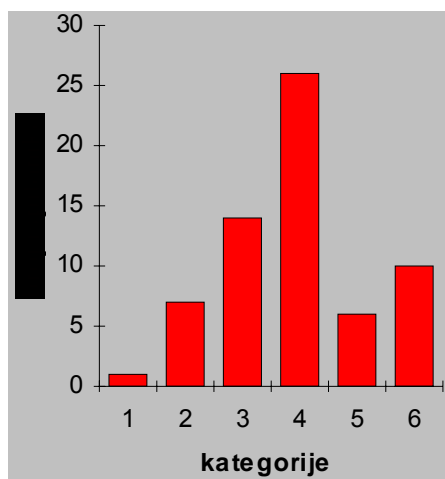
Histogram br. 1: Distribucija frekvencija kategorija aereobnih sposobnosti (prema: Morehouse-u 1972) ostvarenih u odnosu na maksimalni utrošak kiseonika procenjen Astrandovim testom.



Histogram br. 2: Distribucija frekvencija kategorija ostvarenih prema indeksu sposobnosti postignutih na prvomodifikovanom Harvardskom step-testu.



Histogram br. 3: Distribucija frekvencija kategorija ostvarenih prema indeksu sposobnosti postignutih na drugomodifikovanom Harvardskom step-testu.



Histogram br. 3: Distribucija frekvencija kategorija ostvarenih prema indeksu sposobnosti postignutih na Harvardskom step-testu.

Funkcionalne sposobnosti svakom ispitaniku procenjene su originalnim Harvardskim step-testom te sa njegova dva modaliteta, od kojih je jedan modifikacija Harvardskog step-testa prilagođena populaciji srednjoškolaca (prema: Barou, Mc Gi 1975) i izražene su indeksom sposobnosti. Primenjeni X^2 – test pokazao je statistički značajne razlike između frekvencija sva tri indeksa oporavka na osnovu čega se može izvesti zaključak da visina klupice, u ovom slučaju jedini faktor modaliteta, značajno utiče na ostvarene vrednosti indeksa sposobnosti.

I pored signifikantnih razlika u rezultatima postignutih Astrandovim testom na biciklergometru (vrednosti izražene u $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) i rezultata dobijenih Harvardskim step testom i njegova dva modaliteta (vrednosti izražene indeksom sposobnostima) u ovom istraživanju najviše podudarnosti, odnosno statističke povezanosti konstatovano je između Indeksa sposobnosti ostvarenog na prvomodifikovanom step-testu (na visini klupice od 30 cm) i rezultata postignutih Astrandovim testom na biciklergometru što je lako uočljivo i sa histograma br. 1, 2, 3, 4.

4. DISKUSIJA

Može se konstatovati jedna deskriptivna karakteristika ovog uzorka. Naime, ovaj uzorak odlikuju u proseku veoma visoke vrednosti maksimalne kiseoničke potrošnje (aritmetička sredina uzorka je $52.256 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). Ti rezultati su veoma blizu granice od $54 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, što predstavlja donju granicu vrednosti za rezultate koji se procenjuju kao „izvanredne“ a inače spadaju u grupu „veoma visokih“ za uzrast od 12–17 godina prema klasifikaciji Morehouse-a (1972). Po istoj podeli 29 ispitanika (45%) pripada kategoriji „izvanrednih“ aerobnih sposobnosti a njih 13 (20%) pripada drugoj kategoriji „veoma visokih“ sposobnosti dok samo trojica (4.5%) pripadaju šestoj grupi ocenjenoj kao kategorija „vrlo niskih“ sposobnosti. Ovi rezultati nisu neočekivani s obzirom da se radi o uzorku sportista koji su prosečno već dve godine u trenažnom procesu. Obzirom na niz istraživanja na kojima je zasnovan (Astrand 1954) i dosada u praksi mnogo puta potvrđena visoka korelacija sa direktno izmerenim vrednostima maksimalnog kiseoničkog utroška, te na osnovu dobijenih rezultata Astrandovim testom tokom ovog istraživanja, očigledna je saglasnost empirijskih rezultata ovog istraživanja i rezultata navedenih u literaturi. To dozvoljava da se uzorak proglasi reprezentativnim.

Funkcionalne sposobnosti svakom ispitaniku procenjene su i originalnim Harvardskim step-testom te sa njegova dva modaliteta, od kojih je jedan modifikacija Harvardskog step-testa prilagođena populaciji srednjoškolaca (prema:

Barou, Mc Gi 1975) a vrednosti su izražene indeksom sposobnosti. Primenjeni X^2 - test pokazao je statistički značajne razlike između frekvencija sva tri indeksa oporavka na osnovu čega se može izvesti zaključak da visina klupice, u ovom slučaju jedini faktor modaliteta, značajno utiče na ostvarene rezultate testiranja u ovom slučaju indeksom sposobnosti.

Upoređujući dalje, istom metodom statističke analize (X^2 -test), rezultate Harvardskog step-testa i njegova dva modaliteta (indekse sposobnosti) sa distribucijama frekvencija ostvarenih rezultata Astrandovim testom na bicikl ergometru, takođe su potvrđene statistički značajne razlike (tabele br. 9, 10, 11). I neka druga istraživanja pokazuju da Harvardski step-test ima nizak stepen slaganja sa vrednostima maksimalne kiseoničke potrošnje ($r = 0.355$) (Pirquin, 1987), ($r = 0.252$) (Fox, 1973) mada se u ovim slučajevima vrednost indeksa komparirala sa direktno izmerenim vrednostima maksimalne kiseoničke potrošnje, a uzorak ispitanika su sačinjavali odrasli zdravi muškarci.

U ovom istraživanju najviše sličnosti, mada kako je rečeno ni u jednom slučaju nije konstatovana statistički značajna korelacija, pronađeno je između indeksa sposobnosti ostvarenog na prvomodifikovanom step-testu (na visini klupice od 30 cm) i rezultata postignutih Astrandovim testom na bicikl ergometru što je lako uočljivo i sa histograma br. 1, 2, 3, 4. Sve ovo ukazuje na sledeće:

5. ZAKLJUČCI

1. Rezultati originalnog Harvardskog step-testa na uzorku mladih sportista starosti između 14 i 17 godina nisu pokazali statistički značajnu povezanost sa rezultatima dobijenim Astrandovim testom na bicikl ergometru i sa njim je nisko korelirao tako da se na ovom uzorku nije mogao primeniti kao validan test za procenu aerobnih sposobnosti.

2. Rezultati prvomodifikovanog Harvardskog step-testa i prilagođenog populaciji srednjoškolaca takođe nisu pokazali statistički značajnu povezanost sa rezultatima dobijenim Astrandovim testom na bicikl ergometru. Takođe su sa njim nisko korelirali tako da se na ovom uzorku ovaj test nije mogao primeniti kao validan test za procenu aerobne sposobnosti.

3. Ni rezultati drugomodifikovanog Harvardskog step-testa nisu statistički značajno povezani sa rezultatima dobijenim Astrandovim testom na bicikl ergometru. Iako korelacija statistički ne prelazi graničnu vrednost ($r = 0.654$) rezultati postignuti ovim regulacijskim step testom pokazali su najviše sličnosti sa rezultatima postignutim Astrandovim testom.

LITERATURA

Astrand, P. O. and Rhyning I. (1954): A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J. Appl. Physiol.*, 7:218–221.

Astrand, P. O. and Rodahl, K. (1977): Textbook of work physiology. 2nd Edition, New York, McGraw-Hill Book Company.

Barou, H. M. i Mc Gi, R. (1975): Merenja u fizičkom vaspitanju. Vuk Karadžić, Beograd.

Davis, J. A. and Wilmore, J. H. (1979): Validation of a bench stepping test for cardiorespiratory fitness classification of emergency service personnel. *J. Occup. Med.*, 21: 671–673.

DeVris, H. A. (1976): Fiziologija fizičkih napora u sportu i fizičkom vaspitanju. NIP Partizan, Beograd.

Medved, R. i saradnici (1987): Sportska medicina. Zagreb, Jugoslovenska medicinska naklada.

Miyamura, M. et al. (1975): Evaluation of step test scored based on measurement of maximal aerobic power. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 15: 316–322.

Morehouse, L. E. (1872): Laboratory manual for physiology of exercise. C. V. Mosby Co., Saint Louis.

Nikolić, Z. i Ilić, N. (1994): Praktikum iz fiziologije. Fakultet fizičke kulture Univerziteta u Beogradu, Beograd.

Pirquin, G. et al. (1987): Correlation between the royal navy step test and treadmill spirometry for the evaluation of aerobic power in the belgian air force. *Rev. int. Sante Forces Armes*, 60: 175–178.

Životić-Vanović, M. (1991): Fiziološke osnove za procenu aerobne sposobnosti pripadnika OS kod primene ergometrijskog step-testa. Doktorska disertacija. Vojnomedicinska akademija, Beograd.

SUMMARY

The need of estimation of one of the physical characteristics of men (the aerobic capacity) led to the appearance of the first test (Harvard step-test) in 1943. and consequently to the appearance of the first instrument for testing functional abilities (step-bench). Despite the subsequent appearance of the step-bench – it is simple, economic and available to wide-spread use – have favoured step-test as test of choice, and in certain circumstance they are the only possible test.

The aim of this research has been to check and possibly improve standardization of the Harvard step-test. A sample of 64 male athletes aged 15 to 17 has been chosen. Statistically significant in the estimation of maximum oxygen uptake have been found.

Key words: Harvard step-test, aerobic capacity, standardization.