

*Josip Tomaško*  
*Marko Šokičić*

## **VAŽNOST DIJAGNOSTIKE I PRIMJENA TERENSKIH TESTOVA ZA PROCJENU MAKSIMALNOG PRIMITKA KISIKA U NOGOMETU**

### **1. UVOD**

Nogomet je jedna od najpopularnijih sportskih igara na svijetu. Prema fiziološkoj klasifikaciji nogomet je aerobno-anaerobni sport gdje dominiraju miješani energetske procesi (Dujmović, 2000). Nogometnu igru karakteriziraju jednostavna i složena gibanja uz kooperaciju članova momčadi u igri. Tijekom jedne utakmice, vrhunski nogometaši izvedu oko 1200 do 1400 različitih promjena aktivnosti, mijenjajući ih svakih 4-6 sekundi, prijeđena udaljenost iznosi između 10 i 13 kilometara te prosječno vrhunski nogometaš napravi 30-35 sprintova (Marković i Bradić, 2008). Jedna od najvažnijih kondicijskih sposobnosti relevantna za uspjeh u nogometu je aerobna izdržljivost.

Aerobne funkcionalne sposobnosti definiramo kao sposobnost sustava za transport i iskorištavanje kisika i mišićnog sustava da dopremi i u biokemijskim procesima za proizvodnju energije iskoristi kisik, a radi obavljanja mišićnog rada (Sekulić i Metikoš, 2007). Vučetić i Šentija (2004) aerobni kapacitet definiraju kao sposobnost obavljanja rada kroz duži vremenski period u uvjetima aerobnog metabolizma. Kao fiziološki pokazatelj aerobnih funkcionalnih sposobnosti koristi se vrijednost maksimalnog primitka kisika ( $VO_{2max}$ ).

Maksimalni primitak kisika ( $VO_{2max}$ ) najveća je količina kisika koju organizam može potrošiti u jednoj minuti (Matković i Ružić, 2009). Maksimalni primitak kisika je mjera aerobnih sposobnosti sportaša, a izražava se u apsolutnim (l/min) ili relativnim jedinicama (ml/kg/min). Sudarov i Fratrić (2010) govore kako je maksimalni primitak kisika osnovna i integralna mjera aerobne sposobnosti te da nam govori kakva je sposobnost organizma da udahnuti zrak pretvori u energiju. Maksimalni primitak kisika možemo procijeniti različitim dijagnostičkim postupcima.

### **2. VAŽNOST DIJAGNOSTIKE**

Sportska je dijagnostika skup postupaka za mjerenje, procjenjivanje i vrednovanje treniranosti sportaša (Milanović, 2010). Nezaobilazna je aktivnost za unapređivanje sporta i sportskih rezultata. Provodi se kao inicijalno, tranzitivno i

finalno mjerenje tijekom trenažnog procesa s ciljem da se kontroliraju i utvrde učinci koji se programiranim treningom postižu.

Marković i Bradić (2008) govore o nekoliko temeljnih razloga zbog kojih se provodi testiranje kondicijskih sposobnosti nogometaša: prepoznavanje i selekcija mladih nogometaša, utvrđivanje „jakih“ i „slabih“ strana kondicijske pripremljenosti nogometaša, praćenje i evaluacija efekata rehabilitacijskih tretmana, prevencija ozljeda, davanje povratne informacije igračima o njihovu napretku i stanju treniranosti, motiviranje igrača da više i intenzivnije treniraju

Isti autori govore kako postupak testiranja mora biti standardiziran te igrači moraju biti upoznati s ciljevima, ali i izvedbom svakog testa. Upute igračima moraju biti jasne i nedvosmislene, igrači moraju biti odmorni i zdravi, motivirani i dobro zagrijani.

Testove za provedbu dijagnostike energetske kapaciteta s obzirom na mjesto testiranja Vučetić (2004) dijeli na laboratorijske i terenske testove. Maksimalni primitak kisika najbolje je procijeniti u laboratoriju na pokretnom sagu, biciklergometru ili veslačkom ergometru gdje se, osim procjene maksimalnog primitka kisika, dobivaju informacije i o ostalim ventilacijskim i metaboličkim parametrima. U većini slučajeva nogometni klubovi nisu u mogućnosti koristiti usluge dijagnostičkih centara te se u tim slučajevima primjenjuju terenski testovi za procjenu aerobne izdržljivosti. Terenski testovi moraju zadovoljiti kriterije valjanosti i pouzdanosti da bi ih bilo moguće upotrijebiti. Omogućuju procjenu složenih specifičnih struktura kretanja, što je vrlo teško provesti u laboratoriju (Calleja i sur., 2004).

### **3. MAKSIMALNI PRIMITAK KISIKA U NOGOMETU**

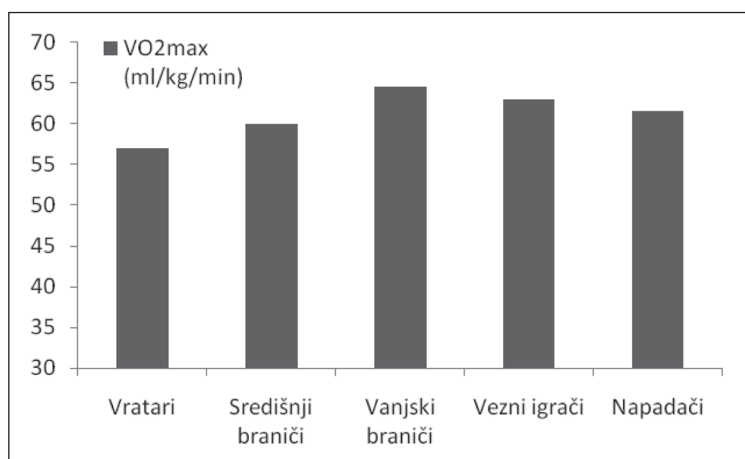
VO<sub>2</sub>max jedan od opće prihvaćenih parametra za procjenu aerobne izdržljivosti. Apsolutne vrijednosti VO<sub>2</sub>max povećavaju se tijekom djetinjstva iz godine u godinu, dok za razliku od njih, relativne vrijednosti maksimalnog primitka kisika ostaju stabilne u muškaraca (Rowland, 1990). Istraživanje Jacksona i suradnika (1995) pokazalo je da se starenjem smanjuje relativni primitak kisika. Prosječni godišnji pad kod muškaraca iznosio je 0,46 ml/kg/min (1,2%), a kod žena 0,54 ml/kg/min (1,7%). Neki od razloga ovoj pojavi su smanjenje maksimalnog broja otkucaja srca te udarnog volumena srca.

Maksimalni primitak kisika ovisi o sposobnosti srčanožilnog i dišnog sustava da dopremi atmosferski kisik do mišićnih stanica i o sposobnosti radne muskulature da iskoristi kisik u procesu oksidativne razgradnje hranjivih tvari (Vučetić i Šentija, 2004).

Faktore koji ograničavaju maksimalni primitak kisika Rado (2000) dijeli na unutrašnje i vanjske faktore. Unutrašnji faktori su plućna ventilacija, difuzni kapacitet

pluća, minutni volumen srca, kapacitet krvi za transport kisika, periferna upotreba kisika te sastav mišićnog tkiva, dok su vanjski faktori veličina opterećenja, veličina upotrijebljene mišićne mase, položaj tijela, parcijalni pritisak kisika i klima.

Maksimalni primitak kisika zdrave odrasle osobe varira između 40 i 80 ml/kg/min. Kod vrhunskih nogometaša modelne vrijednosti maksimalnog primitka kisika iznose 60-67 ml/kg/min (Marković i Bradić, 2008). Slika 1 uspoređuje maksimalni relativni primitak kisika vrhunskih nogometaša s obzirom na pozicije u igri. Možemo uočiti kako najveći relativni primitak kisika imaju vanjski braniči i vezni igrači, nakon čega slijede napadači, središnji braniči i vratari (Marković i Bradić, 2008). Isti autori govore kako intervalni trening aerobne izdržljivosti visokog intenziteta, u trajanju od 6 do 8 tjedana, može povećati maksimalni primitak kisika treniranih nogometaša za 10-15%. U odnosu na netrenirane muškarce i sportaše u ostalim sportskim igrama, nogometaši imaju veći maksimalni primitak kisika, ali su te vrijednosti još uvijek znatno niže od onih zabilježenih kod vrhunskih sportaša izdržljivosti. U nekoliko je navrata utvrđena pozitivna veza između maksimalnog primitka kisika igrača i ukupno prijeđene udaljenosti u igri što ukazuje na to kako aerobne sposobnosti predstavljaju važnu komponentu uspjeha u nogometu.



**Slika 1.** Prosječni maksimalni primitak kisika vrhunskih profesionalnih nogometaša prema pozicijama u igri (Marković i Bradić, 2008.).

Tablica 1 prikazuje modelne vrijednosti VO<sub>2</sub>max (prema Dujmović, 2000) za vrhunske europske profesionalce, hrvatske profesionalce te kvalitetne amatere i perspektivne juniore, dok tablica 2 prikazuje modelne vrijednosti VO<sub>2</sub>max prema igračkim pozicijama (Marković i Bradić, 2008).

**Tablica 1.** Modelne vrijednosti  $VO_2\max$  igrača različite kvalitativne razine (Dujmović, 2000)

	$VO_2\max$ (ml/kg/min)
Vrhunski europski profesionalci	65
Hrvatski profesionalci	60
Kvalitetni amateri, perspektivni juniori	55

**Tablica 2.** Modelne vrijednosti  $VO_2\max$  igrača prema poziciji u igri (Marković i Bradić, 2008)

Pozicija u igri	$VO_2\max$ (ml/kg/min)
Središnji braniči	61
Vežni igrači, vanjski braniči	64
Napadači	62

#### 4. PRIMJENA TERENSKIH TESTOVA ZA PROCJENU $VO_2\max$

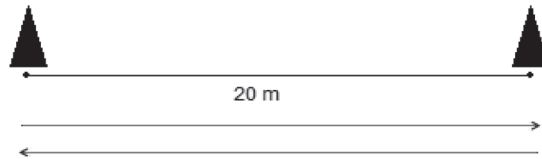
Terenski testovi koji procjenjuju aerobne sposobnosti nogometaša moraju biti pouzdani te jednostavni za primjenu i dostupni većini nogometaša. Testovi bi trebali biti prilagođeni specifičnim obilježjima pojedinog sporta. Za razliku od laboratorijskih testiranja gdje se može analizirati „stvarna“ potrošnja kisika, terenski testovi su uskraćeni za tu mogućnost te se vrijednosti maksimalnog primitka kisika dobivaju različitim matematičkim postupcima nakon što se u formulu uvrste rezultati samih testiranja. U ovom dijelu ukratko ćemo opisati nekoliko terenskih testova za procjenu aerobnih sposobnosti te prikazati formule koje se mogu koristiti za izračunavanje maksimalnog primitka kisika.

##### 4.1. Beep test

Beep test (slika 2) je test koji se može primijeniti na bilo kojoj ravnoj površini, u zatvorenom ili na otvorenom koja ima minimalne tlocrtne dimenzije 30 x 10 m. Sve što je potrebno za provedbu ovog testa je CD ili audio kasetna sa snimljenim zvučnim signalima, CD uređaj ili odgovarajući kasetofon, dva čunja za obilježavanje koji se postavljaju na međusobnoj udaljenosti od 20 metara te obrazac za bilježenje istrčanih intervala.

Test se sastoji od 21 ili više razina (zavisno od vrste protokola), po 7 i više intervala istrčavanja dionica od 20 m. Svaka razina traje približno 60 sekundi, pri čemu brzinu sportaša diktira interval zvučnih signala na CD-u ili kaseti. Dakle, pri svakom od intervala sportaš pretrčava dionicu od 20 m zadanim tempom. Krajevi dionica označeni su čunjevima ili nekom drugom oznakom, a zadatak je da sportaš u trenutku emitiranja zvučnog signala bude u blizini tog markera (unutar prostora od 3 m). Početna brzina sportaša je 8 ili 8,5 km/h (ovisno o varijaciji testa), a brzina trčanja se povećava tako što se smanjuje interval između zvučnih signala. To se zove sljedeća razina i završava istekom jedne minute. U slučaju da sportaš prerano dođe

do oznake treba kaskati u mjestu do oglašavanja zvučnog signala. Test završava onda kada sportaš, unutar istog intervala, ne stigne dva puta doći u zadani prostor u trenutku oglašavanja signala što je indikator da ispitanik ne može više održati zadani tempo trčanja.



*Slika 2. Prikaz Beep testa*

Za procjenu  $VO_{2max}$  primjenom Beep testa koristi se sljedeći algoritam (prema Legel i Gadoury, 1989.):

$$VO_{2max} \text{ (ml/kg/min)} = 18.043461 + (0.3689295 \times TS) + (-0.000349 \times TS \times TS)$$

gdje je TS ukupan broj intervala (Tablica 3).

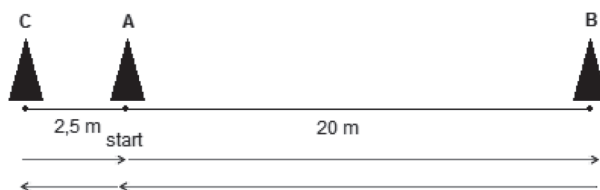
*Tablica 3. Broj prijedjenih intervala nakon svake razine nivoa u Beep testu (Sudarov, 2007.)*

Nivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Interval	8	16	24	33	42	52	62	73	84	95	107
Nivo	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Interval	119	132	145	158	172	186	201	216	232	248	264

#### 4.2. Jo-jo intervalni test izdržljivosti

Ovaj se test također može primijeniti na bilo kojoj ravnoj površini te je zapravo jedna od modifikacija Beep testa. Aparatura potrebna za ovaj test je gotovo identična kao i kod prethodnog, osim što je potrebno 3 čunja ili markera te CD s drugačijim zvučnim protokolom.

Na zvučni signal s CD uređaja igrač trči do drugog čunja udaljenog 20 m (oznaka B) i nazad na start (oznaka A). Nakon dolaska na start, ispitanik ima pauzu od 5 sekundi tijekom koje mora otrčati lagano do trećeg čunja (oznaka C) udaljenog 2,5 m i vratiti se nazad (slika 3). Na novi signal ponavlja se trčanje. Brzina trčanja progresivno raste. Test se prekida kada ispitanik dva puta uzastopno ne uspije istrčati dionicu zadanom brzinom. Rezultat u testu je ukupno pretrčana udaljenost u metrima.



**Slika 3.** Prikaz Jo-jo intervalnog testa izdržljivosti

Jo-jo intervalni test izdržljivosti ima dvije inačice testa (razina 1 i 2). Razina 1 namijenjena je djeci i mladim igračima do 14 godina te rekreativnim igračima, dok je razina 2 namijenjena mladim igračima od 14 godina nadalje te odraslim, dobro treniranim nogometašima (Marković i Bradić, 2008). Za razinu 1 startna brzina je 8 km/h, do je za razinu 2 startna brzina 11,5 km/h.

Formula za procjenu  $VO_2\max$  primjenom Jo-jo intervalnog testa izdržljivosti – razina 2 (Bangsbo, Iaia i Krstrup, 2008):

$$VO_2\max \text{ (ml/kg/min)} = \text{Pretrčana udaljenost (m)} \times 0.0136 + 45.3$$

#### 4.3. Jo-jo intervalni test oporavka

Za razliku od Jo-jo intervalnog testa izdržljivosti čija je glavna namjena procjena aerobne aciklične izdržljivosti nogometaša, ovaj test procjenjuje sposobnost oporavka igrača tijekom izvedbe intenzivnih acikličnih aktivnosti aerobno-anaerobnoga karaktera, dok je aparatura potrebna za izvedbu testa identična, osim što je CD sa snimljenim protokolom drugačiji.

Na zvučni signal s CD uređaja igrač trči do drugog čunja udaljenog 20 metara (oznaka B) i nazad na start (oznaka A). Nakon dolaska na start, ispitanik ima pauzu od 10 sekundi tijekom koje mora otrčati lagano do trećeg čunja (oznaka C) udaljenog 5 m i vratiti se nazad (slika 4). Na novi signal ponavlja se trčanje. Brzina trčanja progresivno raste. Test se prekida kada ispitanik dva puta uzastopno ne uspije istrčati dionicu zadanom brzinom. Rezultat u testu je ukupno pretrčana udaljenost u metrima.



**Slika 4.** Prikaz Jo-jo intervalnog testa oporavka

Jo-jo intervalni test oporavka također ima dvije inačice testa (razina 1 i 2). Razina 1 procjenjuje sposobnost oporavka tijekom mješovitih aerobno-anaerobnih opterećenja te je primjerena za sve trenirane nogometaše od 15 godina nadalje. Razina 2 u većoj mjeri procjenjuje sposobnost oporavka tijekom opterećenja u kojima je naglašenija anaerobna energetska komponenta te je prvenstveno namijenjena dobro treniranim odraslim nogometašima (Marković i Bradić, 2008). Razina 1 započinje startnom brzinom od 10 km/h, dok je za razinu 2 startna brzina 13 km/h.

Formula za procjenu maksimalnog primitka kisika je identična kao i u prethodnom testu (za razinu 2) (Bangsbo i sur., 2008).

#### 4.4. Kuperov test

Sve što je potrebno za ovaj jednostavan test je štoperica i po mogućnosti atletska staza radi jednostavnijeg mjerenja pretrčane udaljenosti.

Test obuhvaća mjerenje udaljenosti koju ispitanik uspije pretrčati za vremenski period od 12 minuta. Asistent ili trener je zadužen za precizno bilježenje pretrčane udaljenosti.

Formula za procjenu  $VO_2\text{max}$  (ml/kg/min) pomoću Kuperovog testa (Sudarov, 2007) je:

$$VO_2\text{max (ml/kg/min)} = (\text{Pretrčana udaljenost (m)} - 504.9) / 44.73$$

#### 4.5. Balke test

Jedina razlika između ovog i prethodnog testa je vrijeme trčanja. Za razliku od Kuperovog testa gdje ispitanik trči 12 minuta, u ovome testu ispitanik trči 15 minuta.

Formula primjenom Balke testa za procjenu  $VO_2\text{max}$  (ml/kg/min) je sljedeća (Sudarov, 2007):

$$VO_2\text{max (ml/kg/min)} = [((\text{Pretrčana udaljenost (m)} / 15) - 133) \times 0.172] + 33.3$$

### 5. ZAKLJUČAK

Važnost dijagnostike u sportu, odnosno nogometu je izuzetna. Aerobna izdržljivost jedna je od najvažnijih sposobnosti relevantnih za uspjeh u nogometnoj igri. Maksimalni primitak kisika često je korišten kao sinonim za aerobne sposobnosti te se izražava u apsolutnim ili relativnim jedinicama. U ovome radu prikazani su najjednostavniji dijagnostički postupci za procjenu maksimalnog primitka kisika u nogometu. Većina nogometnih klubova nije u mogućnosti provoditi laboratorijske testove, za razliku od terenskih testova koji su jednostavni za primjenu i dostupni većini nogometaša i trenera.

## 6. LITERATURA

1. Bangsbo, J., Iaia, F.M. i Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Sports medicine*, 38(1), 37-51.
2. Calleja, J., Lekue, J., Leibar, X. i Terrados, N. (2004). Osnove terenskih testova za procjenu aerobnih sposobnosti u timskim sportovima. U: I. Jukić i D. Milanović (ur.), *Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova 2. godišnje međunarodne konvencije, Zagreb, 28.-29. veljače 2004.*, str. 36-44. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Zagrebački športski savez; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
3. Dujmović, P. (2000). *Škola nogometa*. Zagreb: Zagrebački nogometni savez.
4. Jackson, A.S., Beard, E.F., Ross, R.M., Stuteville J.E. i Blair, S.N. (1995). Changes in aerobic power of men, ages 25-70 yr. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(1), 131-20.
5. Legel, L. i Gadoury, C. (1989). Validity of 20m multi stage fitness test to estimate maximal oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine*, 22, 141-152.
6. Marković, G. i Bradić, A. (2008). *Nogomet – integralni kondicijski trening*. Zagreb: Udruga „Tjelesno vježbanje i zdravlje“.
7. Matković, B. i Ružić, L. (2009). Energija za rad. U: B. Matković i L. Ružić (ur.), *Fiziologija sporta i vježbanja*, str. 37-51. Zagreb: Odjel za izobrazbu trenera Društvenog veleučilišta u Zagrebu; Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
8. Milanović, D. (2010). Dijagnostika u sportu. U: D. Milanović (ur.), *Teorija i metodika treninga* (2. Izd.), str. 117-134. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Društveno veleučilište u Zagrebu, Odjel za izobrazbu trenera.
9. Rađo, I. (2000). Biološke osnove opće izdržljivosti. U: I. Rađo (ur.), *Izdržljivost nogometaša*, str. 12-27. Sarajevo: Pedagoška akademija Mostar.
10. Rowland, T.W. (1990). Developmental aspects of physiological function relating to aerobic exercise in children. *Sports medicine*, 10(4), 255-66.
11. Sekulić, D. i Metikoš, D. (2007). Struktura i kineziološke transformacije funkcionalnih sposobnosti. U: D. Sekulić i D. Metikoš (ur.), *Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji*, str. 127-154. Split: Sveučilište u Splitu, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije.
12. Sudarov, N. (2007). *Testovi za procenu fizičkih performansi*. Novi Sad: Pokrajinski zavod za sport.
13. Sudarov, N. i Fratrić, F. (2010). *Dijagnostika treniranosti sportista*. Novi Sad: Pokrajinski zavod za sport.
14. Vučetić, V. (2004). Bip test – terenski test za procjenu maksimalnog aerobnog kapaciteta. *Kondicijski trening*, 2(1), 17-20.
15. Vučetić, V. i Šentija, D. (2004). Dijagnostika funkcionalnih sposobnosti – zašto, kako i kada testirati sportaše? *Kondicijski trening*, 2(2), 8-14.