



AEROBNI KAPACITET TENISAČA UZRASTA 10 DO 12 GODINA

AEROBIC CAPACITY OF TENNIS PLAYERS AGED 10 TO 12

Gordan Janković, Lana Ružić, Vladimir Janković, Bojan Matković

Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi veličinu aerobnog kapaciteta kod djece tenisača u uzrastu od deset do dvanaest godina. Uzorak ispitanika sastavljen je od dječaka tenisača, članova nekoliko različitih klubova iz Zagreba u dobi od deset (N=29), jedanaest (N=35) i dvanaest godina (N=39). Svi ispitanici su podvrgnuti identičnoj bateriji testova u Sportsko dijagnostičkom centru na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Uz visinu i masu tijela mjereni su i maksimalni primitak kisika i pripadajući spiroergometrijski pokazatelji pri progresivnom testu na pokretnom sagu uz aparaturu Cosmed. Dobiveni rezultati obrađeni su pomoću statističkog paketa STATISTICA (ver. 5.1).

U usporedbi s normalnom populacijom u Hrvatskoj u svim uzrastima tenisači su prosječno višji od svojih vršnjaka, a jednako tako i od neselekcionirane populacije u brojnim europskim zemljama ili u SAD-a. Također je i masa tijela tenisača u prosjeku veća nego masa zabilježena u istraživanjima neselekcioniranih dječaka. To je zasigurno posljedica veće visine tijela, a možda djelomično i treningom stečene kvalitetne mišićne mase. Govoreći o morfološkim karakteristikama, visina tijela sigurno pomaže kod servisa, smeša ili volej udaraca. Omogućava lakše doseganje lopte ili presijecanje protivnikovog udarca.

Maksimalni primitak kisika dječaka tenisača po svojim apsolutnim vrijednostima značajno raste od desete do dvanaeste godine, dok se relativne gotovo ne mijenjaju. Ovakav rezultat je naravno i očekivan s obzirom na značajne promjene tjelesne mase u tom periodu. Sumirajući rezultate aerobnog kapaciteta možemo zaključiti da su tenisači aerobno spremniji od njihovih neselekcioniranih vršnjaka. Rezultati maksimalnog pulsa kisika kod mladih tenisača ukazuju na činjenicu da se ukupna efikasnost kardiorespiracijskog sustava poboljšava iz godine u godinu. Maksimalna frekvencija srca (FS_{max}) ne varira od skupine do skupine.

Ključne riječi: aerobni kapacitet, tenis, djeca

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate aerobic capacity of very young tennis players in Croatia aged 10 to 12 years.

The sample consisted of 29 ten years old boys, 35 eleven and 39 twelve years old boys. They were all ranked by Croatian Tennis Association and all have successfully competed on state level.

Maximal oxygen uptake was measured directly (COSMED) during continuous progressive test, "vita maxima" type, on a treadmill. Beside the absolute (VO_{2max} - l/min) and relative (VO_{2rel} - ml/kg/min) maximal oxygen uptake, the following variables were measured: oxygen pulse (PULS O₂ - ml), maximal heart rate (HR_{max} - bpm) and ventilatory threshold. Before the spiroergometric testing anthropometric measurements were taken - body mass and body height.

Conventional statistical procedures were applied to analyse the data. The differences between age groups were analysed by the means of Student's T-test. Data analysis was processed using STATISTICA FOR WINDOWS (6.0).

On average in all three age groups of tennis players are significantly higher than boys who are not engaged in sport activity. They are also above the normative values for tennis players of the same age in Australia. Certainly greater body height provides an advantage in serving, volleying and reaching for a ball. So, although there are some exceptions, the majority of senior top tennis players today are taller than average. According to our findings this is also the same in the youngest players. Compared to other child sportsmen in Croatia, tennis players are smaller than basketball or volleyball players, but higher than soccer players or alpine skiers. The differences between age groups are statistically significant which was expected because of the growth and development.

The aerobic capacity of senior tennis players seems to be ordinary, but higher than values of untrained population. In our sample all age groups had absolute and relative maximal oxygen uptake values higher than normal population of the same age in Croatia. This data suggest that tennis players even at this age are quite well trained.

The differences in absolute values of maximal oxygen uptake are significantly growing through the observed age span, but due to the simultaneous growth in body mass values there are no significant differences in relative maximal oxygen uptake.

The average values of oxygen uptake at anaerobic threshold are between 84 and 86 percent of maximal oxygen uptake which is also above the average values in nonathletes and certainly indicates the presence of endurance training in our sample.

Key words: aerobic capacity, tennis, children

UVOD

Godinama fiziolozi sporta postavljaju pitanje koji od energetske sustava je najznačajniji za pojedini sport (16). Pitanje da li se radi o aerobnom sportu, anaerobnom ili miješanom je vrlo često, a odgovori su još uvijek upitni. Jednu od najpoznatijih podjela načinio je Fox još daleke 1979. godine (6) i ma koliko se o tome raspravljalo jedan veći dio fiziologa još uvijek smatra da je upravo ta podjela ona prava.

Naravno među fiziolozima, trenerima, posebno kondicijskim trenerima o fiziološkim zahtjevima koji se nalaze u pozadini tenisa također se puno raspravljalo. Da li je tenis aeroban ili anaeroban sport? Fox tvrdi anaeroban. Međutim, odgovor čini se ipak nije tako jednostavan niti jednoznačan. U teniskoj igri prisutni su elementi i izdržljivosti i sprinta i snage, to je igra s intermitentnim opterećenjem i prema Bergeronu i suradnicima (1) iako su periodi vrlo visokog intenziteta česti, ukupni metabolički odgovor je umjerenog intenziteta. Drugim riječima, iako su ATP i kreatinfosfat neophodni da bi se odigrao poen, u periodima između poena dovoljno je vremena za aerobni mehanizam da nadopuni ispažnjene energetske rezerve. Ovakvo razmišljanje potkrepljuju rezultati niza istraživanja (3,4,12). Tako B. Pluim (13) zaključuje da se tenis može definirati kao intermitentna aciklična sportka aktivnost anaerobnog tipa (10-20%) s aerobnim fazama oporavka (80-90%).

Ovakva i slična razmišljanja navode i na istraživanja veličine kapaciteta pojedinih energetske sustava kod tenisača. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi veličinu aerobnog kapaciteta kod djece tenisača u uzrastu od deset do dvanaest godina.

METODE ISTRAŽIVANJA

Uzorak ispitanika sastavljen je od dječaka tenisača, članova nekoliko različitih klubova iz Zagreba u dobi od deset (N=29), jedanaest (N=35) i dvanaest godina (N=39).

Svi ispitanici su podvrgnuti identičnoj bateriji testova u Sportsko dijagnostičkom centru na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Izmjerene su slijedeće varijable:

1. Masa tijela (masa)
2. Visina tijela (visina)

3. Maksimalni primitak kisika (VO_{2max})
4. Relativni maksimalni primitak kisika (VO_{2rel})
5. Maksimalna frekvencija srca (FS_{max})
6. Maksimalni puls kisika (PO_{2max})
7. Maksimalna brzina soga (brzina max)
8. VO_2 pri ventilacijskom pragu (VO_2prag)
9. Frekvencija srca pri ventilacijskom pragu (FS prag)

Maksimalni primitak kisika mjereno je za vrijeme progresivnog testa na pokretnom sagu, tipa *vita maxima*, pomoću aparature Cosmed.

Dobiveni rezultati obrađeni su pomoću statističkog paketa *Statistica* (ver. 5.1). Načinjena je deskriptivna statistika za svaku uzrasnu skupinu pojedinačno (aritmetička sredina - AS, minimalna vrijednost- min, maksimalna vrijednost- max, standardna devijacija- D, te je testirana distribucija rezultata Kolmogorov-Smirnovljevim testom što znači da je za svaku varijablu izračunato maksimalno odstupanje relativne kumulativne empirijske frekvencije od relativne kumulativne teorijske frekvencije - max D).

Izračunat je T - test za nezavisne uzorke između skupina (desetogodišnjaci s jedanaestogodišnjacima, jedanaestogodišnjaci s dvanaestogodišnjacima, desetogodišnjaci s dvaestogodišnjacima), s ciljem da se utvrde eventualne razlike rezultata između skupina, te da li su te razlike statistički značajne ili ne.

REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati su prikazani tabelarno. U tablicama 1, 2, i 3 prikazani su deskriptivni parametri antropometrijskih i funkcionalnih karakteristika za svaku dobnu skupinu posebno.

Tablica 1. Deskriptivni statistički parametri za desetogodišnjake (aritmetička sredina - AS, minimalna i maksimalna vrijednost - Min i Max, standardna devijacija - SD i maksimalno odstupanje relativne kumulativne empirijske funkcije od relativne kumulativne teoretske frekvencije - max D

Table 1 Descriptive statistical parameters for 10 years old tennis players (arithmetic mean - AS, minimal and maximal values - Min and Max, standard deviation - SD, maximal

10 god	AS	Min	Max	SD	maxD
Masa	35.14	27.80	58.40	6.36	0.18
Visina	144.82	132.50	159.00	6.82	0.13
VO_{2max}	1.95	1.36	2.83	0.34	0.09
VO_{2rel}	55.74	40.07	68.69	6.70	0.08
FS max	200.83	185.00	212.00	6.39	0.09
Puls O_2 max	9.92	6.90	14.20	1.67	0.09
Brzina max	12.16	10.00	14.00	1.18	0.14
Prag VO_2	1.66	1.16	2.35	0.28	0.08
Prag FS	181.59	170.00	197.00	8.24	0.17

Tablica 2. Deskriptivni statistički parametri za jedanaestogodišnjake: (aritmetička sredina - AS, minimalna i maksimalna vrijednost - Min i Max, standardna devijacija - SD i maksimalno odstupanje relativne kumulativne empirijske funkcije od relativne kumulativne teoretske frekvencije - max D

Table 2 Descriptive statistical parameters for 11 years old tennis players (arithmetic mean - AS, minimal and maximal values - Min and Max, standard deviation - SD, maximal

11 god	AS	Min	Max	SD	maxD
Masa	40.11	29.10	60.10	6.27	0.09
Visina	151.41	138.50	165.70	6.76	0.10
VO ₂ max	2.21	1.71	2.94	0.27	0.07
VO _{2rel}	55.74	42.26	68.86	6.28	0.07
FS max	201.26	184.00	212.00	5.69	0.12
Puls O ₂ max	11.35	8.60	14.60	1.51	0.08
Brzina max	12.80	10.50	15.00	1.08	0.17
Prag VO ₂	1.86	1.41	2.48	0.28	0.13
Prag FS	181.66	166.00	196.00	7.15	0.08

Tablica 3. Deskriptivni statistički parametri za dvanaestogodišnjake (aritmetička sredina - AS, minimalna i maksimalna vrijednost - Min i Max, standardna devijacija - SD i maksimalno odstupanje relativne kumulativne empirijske funkcije od relativne kumulativne teoretske frekvencije - max D

Table 3 Descriptive statistical parameters for 13 years old tennis players (arithmetic mean - AS, minimal and maximal values - Min and Max, standard deviation - SD, maximal

12 god	AS	Min	Max	SD	maxD
Masa	45.27	34.70	71.70	7.52	0.13
Visina	158.48	149.30	179.50	6.19	0.12
VO ₂ max	2.55	1.81	3.90	0.38	0.18
VO _{2rel}	56.73	48.02	67.76	5.44	0.15
FS max	200.90	179.00	215.00	7.64	0.15
Puls O ₂ max	13.02	9.40	20.20	2.11	0.18
Brzina max	13.45	10.50	15.00	1.09	0.21
Prag VO ₂	2.19	1.66	3.46	0.36	0.16
Prag FS	181.97	160.00	203.00	9.60	0.12

Test = 0,23

U tablici 4. prikazani su t- testovi za nezavisne uzorke. Iz tablice 4. se jasno vidi da su razlike između desetogodišnjaka i jedanaestogodišnjaka statistički značajne za antropometrijske varijable, aerobni kapacitet (VO_{2max}), te maksimalni puls kisika (Puls O₂), maksimalnu brzinu saga (Max brz sa) i primitak kisika pri ventilacijskom pragu (Prag VO₂). Ostale varijable (VO_{2rel}, FS_{max}, Prag FS) nisu se statistički značajno razlikovale. U tablici 5. i 6. situacija je identična. To znači da se sve tri uzrasne skupine međusobno statistički značajno razlikuju na istim varijablama, a obrnuto vrijedi za preostale varijable. Bilo je za očekivati i to da će razlika između

prosjeaka prve i treće skupine biti najveća, te prve i druge i druge i treće približno jednaka.

Tablica 4. Razlike između desetogodišnjaka i jedanaestogodišnjaka (t₁₀₋₁₁ uz df=62), jedanaest- i dvanaestogodišnjaka (t₁₁₋₁₂ uz df=76) i deset- i dvanaestogodišnjaka (t₁₀₋₁₂ uz df=66)

Table 4. Differences between boys ten and eleven years of age (t₁₀₋₁₁ with df=62), eleven and twelve years of age (t₁₁₋₁₂ with df=76) and ten and twelve years of age (t₁₀₋₁₂ with df=66)

	t ₁₀₋₁₁	p	t ₁₁₋₁₂	p	t ₁₀₋₁₂	p
Masa	-3,14	0,00	-3,18	0,00	-5,86	0,00
Visina	-3,86	0,00	-4,70	0,00	-8,62	0,00
VO ₂ max	-3,50	0,00	-4,34	0,00	-6,76	0,00
VO _{2rel}	0,00	1,00	-0,72	0,47	-0,67	0,51
FS max	-0,28	0,78	0,23	0,82	-0,04	0,97
Puls O ₂ max	-3,58	0,00	-3,87	0,00	-6,52	0,00
Brzina max	-2,28	0,03	-2,57	0,01	-4,68	0,00
Prag VO ₂	-2,88	0,01	-4,40	0,00	-6,62	0,00
Prag FS	-0,04	0,97	-0,16	0,87	-0,17	0,86

t = vrijednost t- testa za nezavisne uzorke

df = stupnjevi slobode

p = značajnost razlike

Tjelesna masa i visina mijenjaju se s obzirom na dob što je u potpunosti logično. Masa se pravilno povećava iz godine u godinu za približno pet kilograma. Tjelesna visina također raste s time da je nešto veći prirast u dvanaestoj godini, što je također očekivano jer se dječaci približavaju periodu najvećeg prirasta visine, tzv *peak height velocity* (PHV). U usporedbi s normalnom populacijom u Hrvatskoj (11) u svim uzrastima tenisači su prosječno višji od svojih vršnjaka (4 - 5 cm), a jednako tako i od neselekcionirane populacije u brojnim europskim zemljama ili u SAD-a. Također je i masa tijela tenisača u prosjeku veća nego masa zabilježena u istraživanjima neselekcioniranih dječaka. To je zasigurno posljedica veće visine tijela, a možda djelomično i treningom stečene kvalitetne mišićne mase.

U sportu kao što je tenis tehnička znanja igrača zasigurno su jedan od najvažnijih faktora koji određuju uspješnost u natjecanjima (5). Međutim, kod igrača istih tehničkih sposobnosti prednost mogu donijeti i određene morfološke, funkcionalne ili psihološke karakteristike. Govoreći o morfološkim karakteristikama, visina tijela sigurno pomaže kod servisa, smeša ili voley udaraca. Omogućava lakše doseganje lopte ili presijecanje protivnikovog udarca. Iako nije pravilo, većina vrhunskih tenisača su viši od prosječne populacije, a uočljivo je to i u mlađim uzrastima (14). Prema istraživanju University of North Carolina, Chapel Hill iz 2004. godine (7) tenisači na fakultetima u Sjedinjenim američkim državama u dobi od 18 - 23 godine su prosječno visoki 180.6 cm i teški 76.9 kg. Njihovi rezultati u usporedbi sa skupinom tenisača iste dobi iz drugih dijelova svijeta, a kvalitetnije rangiranih pokazuju da je međunarodna skupina tenisača u prosjeku

viša (184.6 cm) i teža (79.2 kg) od skupine američkih tenisača. Ako povučemo paralelu s mladim tenisačima iz našeg istraživanja možemo zaključiti da se u ovaj sport već selekcioniraju djeca koja su višlja od svojih vršnjaka.

Maksimalni primitak kisika dječaka tenisača po svojim apsolutnim vrijednostima značajno raste od desete do dvanaeste godine, dok se relativne gotovo ne mijenjaju. Ovakav rezultat je naravno i očekivan s obzirom na značajne promjene tjelesne mase u tom periodu.

Sumirajući rezultate aerobnog kapaciteta možemo zaključiti da su tenisači aerobno spremniji od njihovih neselekcioniranih vršnjaka. Značajno bolje rezultate kod djece tenisača našeg uzorka sigurno možemo povezati s trenažnim procesom, odnosno pozitivnim utjecajem treninga na sposobnost kardiorespiracijskog sustava dječaka. Značajnost razlika je to izraženija kada se promatraju vrijednosti relativnog maksimalnog primitka kisika s obzirom da se on izražava u odnosu na tjelesnu masu koja je inače kod našeg uzorka veća nego li kod normalne populacije. To sigurno ukazuje na činjenicu da značajnost razlika ne možemo pripisati samo prisutnoj razlici u veličini tijela, već je značajan i pozitivan utjecaj treninga tenisa. Inače rezultati maksimalnog primitka kisika kod tenisača ukazuju na vrlo raznolike vrijednosti, od sasvim prosječnih pa do relativno visokih, naravno nikad tako visokih kao kod sportaša u sportovima izdržljivosti (2,8,14).

Veličina koja još bolje opisuje napredovanje u aerobnoj izdržljivosti, a dodatno ima i veliku ulogu u planiranju i programiranju treninga, je razina ventilacijskog praga, Gledajući apsolutne vrijednosti primitka

kisika na ventilacijskom pragu možemo zaključiti da su veličine značajno porasle, ali u relativnim vrijednostima praktički nema promjene (85-86%). Iz ovoga bi se moglo zaključiti da aerobna izdržljivost ipak nije tako značajno napredovala kako bi se moglo zaključiti samo iz vrijednosti apsolutnog maksimalnog primitka kisika. Međutim moramo isto tako uzeti u obzir da ventilacijski prag kod djece nije uvijek moguće potpuno egzaktno utvrditi (15) tako da taj parametar kod djece, posebno u ovom uzrastu, uvijek treba promatrati s određenom dozom obzira.

Puls kisika je varijabla koja govori o količini kisika koji se nalazi u krvi koja se jednom srčanom kontrakcijom izbaci u cirkulaciju. Ona indirektno opisuje efikasnost cjelokupnog srčanožilnog i dišnog sustava. Rezultati maksimalnog pulsa kisika kod mladih tenisača ukazuju na činjenicu da se ukupna efikasnost kardiorespiracijskog sustava poboljšava iz godine u godinu. Vezano je to naravno uz rast i razvoj dječaka, ali sigurno redoviti trening ima također svoj doprinos. Posebno se taj zaključak nameće nakon usporedbe s neselekcioniranom populacijom gdje je uočljivo da puls kisika bilježi značajniji porast (10).

Maksimalna frekvencija srca (FS_{max}) ne varira od skupine do skupine. Razlike nisu niti očekivane jer je maksimalna frekvencija srca poslužila kao jedan od parametara za procjenu maksimalnog opterećenja.

Na kraju, možemo zaključiti da trening tenisa u dječaka rezultira s pozitivnim utjecajem na njihov aerobni kapacitet, odnosno na cjelokupni kardiorespiracijski sustav.

Literatura

- Bergeron MF, Maresh CM, Kraemer WJ, Abraham A, Conroy B, Gabaree C. Tennis: a physiological profile during match play. *Int J Sports Med* 1991; 12:474-9.
- Buti T, Elliot B, Morton A. Physiological and anthropometric profiles of elite prepubescent tennis players. *Physician and Sportsmedicine* 1984, 12:111-6.
- Christmass MA, Richmond SE, Cable NT, Arthur PG, Hartmann PE. Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *J Sport Sci* 1998; 16: 739-47.
- Elliott B, Dawson B, Pyke F. The energetics of singles tennis. *J Hum Mov Stud* 1985; 11:11-20.
- Filipčić A. Evaluacija tekmovalnein potencialne uspešnosti mladih teniskih igralcev. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 1996.
- Fox EL. *Sports physiology*. WB Saunders Company: Philadelphia, PA.
- Marks E, Galleher EW, Mikiko Senga BS, Laurence M, Katz MD. Physical performance profiling: U.S. College tennis athletes versus Australian international scholarship athletes. www.stms.nl/april2004/artikel1.html
- Matković BR, Matković B, Ivanek M. Prospective tennis players - a morphological study. *Periodicum Biologorum* 1994, 96(1):97-100.
- Matković BR, Medved R, Matković B, Janković S. Longitudinalne promjene aerobnog kapaciteta kod dječaka. *Kineziologija* 1988, 20(2): 81-8.
- Mišigoj-Duraković M, Matković B, Medved R. Morfološka antropometrija u sportu. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu, 1997.
- Morgans LF, Jordan DL, Baeyens DA, Franciosa JA. Heart rate responses during singles and doubles tennis competition. *Physician Sports* 1987; 15:67-74.
- Pluim BM. Physiological characteristics of the game. U: Crespo M, Pluim BM, Reid M. (ur). *Tennis medicine for tennis coaches*. ITF, London, 2001. str. 14-22.
- Reilly T, Secher N, Snell P, Williams C. *Physiology of sports*. E. & F. N. Spon, London, 1990.
- Rowland TW. i suradnici. Cardiac responses to exercise in normal children: a synthesis. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:253-60.
- Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of sport and exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003.