

Neki fiziološko funkcionalni pokazatelji u djece i omladine muškog spola od 8. do 18. godine života

**Radovan Medved, Branka Matković,
Marjeta Mišigoj-Duraković i
Leo Pavičić**

Izvorni znanstveni rad
UDK 612.65
Prispjelo: 15. ožujka 1989.

Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu

Longitudinalnom metodom praćen je niz fizioloških parametara u dječaka od 8 do 18 godina života. Registrirane su prosječne vrijednosti i trend promjena nekih kardiovaskularnih i respiratornih parametara u mirovanju, te spiroergometrijski pokazatelji pri maksimalnom opterećenju na po-

kretnom sagu. U dječaka je zabilježen porast apsolutnih vrijednosti respiracijskih parametara i maksimalnog primitka kisika. Relativni maksimalni primitak kisika raste od 8. do 11. godine, zatim se vrijednosti smanjuju, a od 13. godine nadalje uočljiv je značajan porast rezultata.

Ključne riječi: napor, potrošnja kisika, procjena radne sposobnosti, respiratorni funkcionalni test, srčana frekvencija

Dok je broj studija koje se bave transformacijom morfoloških obilježja relativno velik, normative fizioloških i funkcionalnih parametara nalazimo znatno rjeđe. Posebno su rijetke longitudinalne studije tog područja, posebice u nas. Najbolji test integrirane funkcionalne sposobnosti respiratornog i kardiovaskularnog sistema jeste test maksimalno mogućeg primitka kisika. Za utvrđivanje maksimalno mogućeg primitka kisika ponajčešće se koriste indirektni postupci, za koje je poznato da samo procjenjuju, a ne određuju aerobni kapacitet. Nije nam poznata niti jedna longitudinalna studija u nas aerobnog kapaciteta u toku rasta i razvoja, koja je koristila direktnu metodu određivanja aerobnog kapaciteta, osim našeg ispitivanja provedenog na djevojčicama od 8. do 18. godine.²⁵

CILJ

Cilj rada bio je da se odrede normativne vrijednosti i dinamika kretanja nekih fizioloških parametara u miru i u toku opterećenja kod ispitanika muškog spola, u dobi od 8. do 18. godine, te da se dobivene vrijednosti usporede s rezultatima drugih autora, odnosno drugih geografskih područja.

METODE RADA

Izbor uzorka

Uzorak je izabran iz populacije školske djece grada Zagreba, područje općine Trešnjevka. Dvije skupine od 50 djece oba spola (u ovom radu prikazuju se samo ispitanici muškog spola), stari 8 godina (polaznici II. razreda osmogodišnje škole) praćene osam godina, tj. do 16. godine (praćenje se nastavlja). Druge dvije skupine od po 50 ispitanika pratili smo od 15. do 18. godine, tj. u toku njihova usmjerenog obrazovanja. Sve skupine su praćene od školske godine 1979/80. nadalje.

Dan mjerenja bio je, ako je to bilo moguće, rođendan djeteta, te smo time osigurali da su svi ispitanici bili izjednačeni u odnosu na kalendarsku dob.

Imali smo u planu da ispitivanje započnemo već sa djetetom I. razreda, ali to iz organizacijskih i nekih drugih razlo-

ga nije bilo moguće. Planirali smo da mjerenje ponavljamo svake godine, i to da dan mjerenja bude što bliže rođendanu djeteta.

Prvo, kao i sva kontrolna mjerenja izvršena su, dakle, u toku čitave školske godine ovisno o datumu rođenja pojedinog ispitanika. Na taj način smo dobili kombinirani longitudinalno – transverzalni uzorak koji pokriva dob od 8. do 18. godine života.

S obzirom da je u toku praćenja smanjen broj ispitanika (bolest, promjena mjesta stanovanja), to u konačnoj obradi uzorak od 8. do 15. godine iznosi 26, a od 15. do 18. godine 37 ispitanika.

Mjerene varijable

Od općih podataka registriran je dan, mjesec i godina rođenja (iz čega je izračunata kalendarska dob), spol i eventualna sportska aktivnost. Izmjerene varijable navodimo bez opisa metodologije, jer bi to prešlo opseg ove rasprave. Metodologija je opisana u magistarskom radu B. Matković.²⁵

Izmjerene su, odnosno obrađene slijedeće fiziološke varijable u mirovanju:

- frekvencija srca u minuti – FS_{mir}
- sistolički tlak u kPa – RR_{sist}
- dijastolički tlak u kPa – RR_{dij}
- forsirani vitalni kapacitet u litrama – FVK
- forsirani ekspiracijski volumen u prvoj sekundi u litrama – FEV₁
- % forsiranog ekspiracijskog volumena u prvoj sekundi od forsiranog vitalnog kapaciteta – FEV₁%
- maksimalna voljna ventilacija u litrama – MVV
- forsirani ekspiracijski protok u sredini ekspiracije u litrama (25 – 75%) u sekundi – FEP_{25–75%}
- forsirani ekspiracijski protok između 200 i 1200 ml u litrama u sekundi i FEP_{200–1200}

Ispitanici su bili podvrgnuti progresivnom maksimalnom testu opterećenja na pokretnom sagu, uz direktno kontinuirano određivanje primitka kisika pomoću aparature Ergopneumotest Jaeger.

Test je počinjao hodanjem četiri minute po ravnom, pri brzini od 1,6 km/sat. Zatim su slijedile tri minute »zagrijavanja« pri nagibu od 10% i brzini 4,8 km/sat. Nakon »zagrijavanja« prešlo se na prvi stupanj opterećenja – trčanje

brzinom od 8 km/sat pri nagibu od 12% kroz dvije minute. Zatim na drugi stupanj s brzinom od 9,6 km/sat i nagibom od 14%, treći s brzinom 11,2 km/sat i nagibom 16% i na četvrti stupanj s brzinom od 12,8 km/sat i nagibom od 18%. Kod starijih dječaka test je bio nešto modificiran. Tako su nakon »zagrijavanja«, od petnaeste godine na dalje, dječaci trčali na nagibu većem za 2% u svim stupnjevima opterećenja.

Ovako velik nagib saga primijenjen je prilikom testiranja jer su mlada djeca slabije koordinirana, te je test bio konstruiran na takav način da dovede do maksimalnog opterećenja uz manju brzinu saga, što je zahtijevalo veće nagibe nego što su uobičajeni prilikom mjerenja maksimalnog primitka kisika.

Registrirane su slijedeće spiroergometrijske varijable svakih 30 sekundi u toku dvije minute mirovanja, četiri minute hodanja po ravnom, te u toku sva četiri stepena (ako ih je ispitanik izdržao), te kroz deset minuta oporavka (hodanje). Prikazani su rezultati pri maksimalnom stepenu opterećenja na pokretnom sagu:

- minutni volumen disanja u litrama – MVDmax
- frekvencija srca u minuti – FSmax
- primitak kisika – apsolutni u litrama – VO₂max
- primitak kisika relativni u ml – VO₂/kg
- puls kisika u ml – PULS O₂
- respiracijski kvocijent – RQ
- disajni ekvivalent – VE

OBRADA REZULTATA

Obrada rezultata izvršena je u Sveučilišnom računskom centru, posredstvom Računskog centra Fakulteta za fizičku kulturu. Izračunate su aritmetičke sredine (X), standardne devijacije (SD), varijance (S²), poluraspon u kome s pouzdanošću od 5% varira realna vrijednost aritmetičke sredine (Dx). Za svaku varijablu utvrđena je minimalna (MIN) i maksimalna (MAX) vrijednost. Nadalje su određene percentilne vrijednosti na razini od 3, 10, 20, 50, 70, 90 i 97%.

REZULTATI

U **tablici 1.** prikazani su deskriptivni statistički parametri (aritmetička sredina, standardna devijacija i raspon najmanje i najveće vrijednosti) kardiovaskularnog i respiratornog sistema, učenika u miru od 8 do 18 godina starosti. Prikazane su zajedno obje praćene grupe, s time da je 15-a godina prikazana dva puta, kao završno mjerenje mlade skupine i kao početno mjerenje starije grupe.

U **tablici 2.** prikazani su osnovni deskriptivni parametri (aritmetička sredina, standardna devijacija i raspon najmanje i najveće vrijednosti) kardiovaskularnog i respiratornog sistema, postignuti pri maksimalnom opterećenju na pokretnom sagu, učenika od 8 do 18 godina starosti. Prikazane su zajedno obje praćene grupe, s time da je 15. godina prikazana dva puta, kao završno mjerenje mlade skupine i kao početno mjerenje starije grupe.

U **tablici 3.** prikazani su centili apsolutnog maksimalnog primitka kisika, a u **tablici 4.** centili relativnog maksimalnog primitka kisika.

RASPRAVA

Pokazatelji kardiovaskularnog sistema u mirovanju naših ispitanika potvrđuju neke već dobro poznate činjenice. Tako se frekvencija srca od 8. do 18. godine manje-više jednolično smanjuje, od 92 do 68 otkucaja u minuti. U svim godištima uočljiv je vrlo veliki raspon vrijednosti uz veliki varijabilitet.³⁵ Slične rezultate dobili su ranijih godina i neki drugi autori.^{21, 26, 33}

Vrijednosti arterijskog krvnog tlaka, i sistoličkog i dijastoličkog, pokazuju manja kolebanja iz godine u godinu. Gledajući rezultate izmjerene u 8. i 18. godini, možemo zaključiti da prosječna vrijednost raste s godinama života djece, madutim, izostao je kontinuirani porast kakav registrira većina autora u studijama s djecom ovog uzrasta.^{14, 17, 32} Varijabilnost krvnog tlaka, izražena pomoću standardne devijacije, nešto je manja nego se očekivalo,³² naročito se to odnosi na dijastolički tlak, i vrlo je slična u svim dobnim skupinama.

Forsirani vitalni kapacitet ispitanika kontinuirano se povećava tokom godina, da bi u 18. godini bio više nego tri puta veći od vrijednosti izmjerene u 8. godini. Najveće promjene zbivaju se između 13. i 14., te 14. i 15. godine, kada je prosječni porast 670, odnosno 640 ml. U usporedbi s nekim drugim spirometrijskim istraživanjima, ispitanici ove studije imaju značajno veće vrijednosti forsiranog vitalnog kapaciteta.^{3, 5, 13, 46}

Sekundni kapacitet ili forsirani ekspiracijski volumen u prvog sekundi ima istu trend krivulju kao i vitalni kapacitet, i povećava se od 1,66 l kod osmogodišnjaka do 4,86 l kod osamnaestogodišnjaka. Parametar koji se zbog ovog logično smanjuje je Tiffeneauov indeks, koji pada od 92,3% do 88,1%, uz gornju granicu od 99% u gotovo svim mjerenjima, i donju, koja je padala i ispod 75%.

TABLICA 1.

OSNOVNI DESKRIPTIVNI STATISTIČKI PARAMETRI KARDIOVASKULARNOG I RESPIRATORNOG SISTEMA U MIROVANJU

	DOB	FSmir	RRsis	RRdij	FVK	FEV1	FEV1%	MVV	FEP25–75%	FEP200–1200
8	8,11+ 0,15 7,8 – 8,3	92,1+9,7 72 – 112	14,3+ 1,02 11,7–16,5	9,2+ 1,0 6,6–10,6	1,79+0,3 1,45–2,48	1,66+0,3 1,00–2,26	92,3+ 6,9 66 – 99	62,4+9,7 38 – 85	2,28+0,6 0,6 – 3,4	2,56+ 0,9 0,6 – 4,4
9	9,12+ 0,12 8,8 – 9,5	90,6+11,6 68 – 128	14,8+ 1,1 12,5–16,2	9,5+ 0,9 8,0–11,9	2,10+0,3 1,40–2,76	1,93+0,3 1,39–2,69	92,1+ 5,3 81 – 99	72,8+10,0 55 – 101	2,42+0,5 1,6 – 3,9	3,11+ 0,8 1,9 – 5,0
10	10,09+ 0,16 9,8 – 10,5	87,0+11,5 72 – 116	14,6+ 1,2 12,0–17,2	9,6+ 0,8 8,0–11,9	2,34+0,3 1,96–3,08	2,16+0,3 1,81–2,75	90,1+ 7,0 73 – 99	80,6+9,6 68 – 103	2,61+0,5 1,6 – 3,7	3,75+0,7 1,6 – 5,5
11	11,10+ 0,16 10,8 – 11,5	84,2+13,5 64 – 126	14,0+ 1,1 12,0–16,0	9,3+ 0,6 8,0–10,9	2,55+0,3 2,01–3,30	2,30+0,3 1,83–2,95	89,5+ 6,1 68 – 99	85,9+10,5 69 – 106	2,76+0,5 1,9 – 4,1	4,13+ 0,9 2,1 – 6,1
12	12,11+ 0,16 11,8–12,5	84,3+12,9 68 – 120	13,8+ 1,1 10,6–16,0	8,9+ 0,9 6,6–10,6	2,91+0,4 2,26–4,22	2,62+0,4 2,09–3,42	89,0+ 5,2 72 – 97	97,2+11,6 79 – 115	2,99+0,6 1,8 – 4,4	5,00+ 1,1 3,3 – 7,5
13	13,12+ 0,16 12,8 – 13,5	81,9+11,0 60 – 104	14,3+ 1,1 12,0–16,6	8,8+ 1,0 6,6–10,6	3,35+0,6 2,44–5,05	3,02+0,5 2,43–4,15	88,6+ 5,5 76 – 99	114,6+20,6 84 – 161	3,34+0,6 2,2 – 4,6	5,96+ 1,2 3,8 – 9,3
14	14,10+0,17 13,8 – 14,5	79,7+15,2 52 – 109	14,6+ 1,3 12,7–18,6	9,0+ 0,9 6,6–10,9	4,02+0,7 2,76–5,55	3,58+0,7 2,43–5,29	89,3+ 5,3 78 – 98	134,3+24,8 91 – 198	3,97+0,7 2,6 – 5,4	6,94+ 1,3 4,6 – 9,1
15	15,11+ 0,16 14,8 – 15,5	76,3+10,7 54 – 97	15,2+ 1,4 12,9–18,3	9,3+ 1,2 6,0–11,9	4,66+0,8 3,16–6,50	4,15+0,6 2,91–5,29	89,3+ 6,0 77 – 99	155,7+23,6 109 – 198	4,62+0,9 3,2 – 6,7	7,79+ 1,9 5,1 – 12,3
15	15,06+ 0,12 14,9 – 15,4	75,3+12,3 60 – 104	16,3+ 1,4 14,1–19,9	9,5+ 0,9 7,9–11,5	4,56+0,86 3,14–7,09	4,10+0,72 2,32–5,40	89,4+ 6,4 73 – 99	153,2+27,0 87 – 203	4,5 + 1,2 0,7 – 7,2	8,70+ 3,8 5,0 – 20,0
16	16,05+ 0,12 15,9 – 16,4	73,7+9,8 50 – 100	16,0+ 1,3 13,9–19,9	9,8+0,9 8,0–11,3	5,01+0,78 3,73–7,32	4,56+0,66 2,87–5,84	89,3+ 6,8 72 – 99	169,9+24,7 108 – 219	4,9 + 1,4 0,8 – 7,2	9,50+ 2,9 5,0 – 20,0
17	17,06+ 0,13 16,8 – 17,4	73,3+11,0 56 – 104	16,4+ 1,6 13,9–21,3	9,6+ 0,9 8,0–12,0	5,36+0,70 4,36–7,37	4,77+0,61 3,24–5,97	89,1+ 6,9 72 – 99	179,1+23,0 122 – 224	5,1 + 1,4 0,8 – 7,2	11,4+ 3,8 6,0 – 27,0
18	18,09+ 0,16 17,7 – 18,5	68,0+11,0 52 – 96	15,5+ 1,1 13,0–17,9	10,0+ 0,8 8,8–11,5	5,48+0,63 4,62–7,45	4,86+0,63 3,38–6,03	88,1+ 7,0 73 – 99	181,9+23,7 127 – 226	5,2 + 1,5 0,7 – 7,3	10,9 + 3,7 6,0 – 22,0

TABLICA 2.
OSNOVNI DESKRIPTIVNI STATISTIČKI POKAZATELJI
KARDIOVASKULARNOG I RESPIRATORNOG SISTEMA PRI
MAKSIMALNOM OPTEREĆENJU

Dob	MVDmax	FSmax	VO ₂ max	VO ₂ /kg	PULS O ₂	RQ	VE
8	42,2+ 9,1 27 -62	190,1+ 9,3 166 -211	1,09+0,16 0,83-1,41	39,8+ 5,0 31,0-49,4	6,2+ 0,9 4,7- 7,7	1,07+0,07 0,94-1,23	36,8+ 4,7 29,7-45,6
9	53,9+ 9,6 40 - 74	196,8+ 9,6 172 -215	1,35+0,16 0,97-1,57	44,9+ 7,0 28,5-56,5	7,3+ 0,8 5,1- 8,6	1,09+0,09 0,92-1,31	38,3+ 6,0 30,8-55,8
10	60,3+ 9,7 45 - 88	190,0+ 7,1 182 -209	1,63+0,25 1,17-2,29	47,8+ 9,1 36,8-66,3	8,6+ 1,2 6,1-12,3	1,04+0,07 0,90-1,17	35,1+ 4,5 27,3-44,3
11	63,6+ 7,6 50 - 76	199,2+ 7,9 185 -216	1,75+0,20 1,31-2,17	48,0+ 6,8 31,7-61,5	9,2+ 1,1 6,9-11,7	1,06+0,08 0,93-1,25	34,9+ 4,3 28,8-47,0
12	74,5+ 10,8 53 - 97	199,6+ 7,7 186 -212	1,85+0,24 1,43-2,47	45,3+ 6,7 29,4-56,0	9,7+ 1,3 7,4-13,2	1,12+0,08 0,99-1,27	38,6+ 5,3 27,7-47,5
13	83,6+ 13,8 56 -116	199,0+ 8,3 184 -214	2,02+0,22 1,66-2,52	44,1+ 5,9 31,0-52,7	10,6+ 1,2 8,4-13,3	1,16+0,09 0,98-1,41	39,3+ 4,1 29,8-46,7
14	95,8+ 15,6 72 -139	198,8+ 8,0 180 -211	2,46+0,35 1,91-3,27	47,2+ 6,4 37,0+59,5	13,0+ 1,9 9,6-16,8	1,12+0,08 0,97-1,30	37,2+ 4,0 31,5-45,1
15	107,7+ 15,4 82 -137	194,8+ 8,6 173 -208	2,95+0,33 2,36-3,68	49,5+ 5,0 39,5-58,0	15,7+ 1,7 12,6-19,9	1,12+0,09 0,98-1,30	34,6+ 4,7 25,7-45,0
15	109,3+ 26,0 56 -173	198,0+ 14,0 142 -225	2,97+0,69 1,60-5,86	47,6+ 6,5 37,7-76,1	16,1+ 1,4 7,8-31,7	1,26+0,11 1,04-1,47	35,3- 5,0 26,5-51,1
16	125,0+25,0 75 -208	194,0+ 8,0 175 +208	3,39+0,59 2,39-4,83	52,0+ 5,9 41,2-65,0	18,4+ 3,3 12,8-25,3	1,18+0,10 0,95-1,36	35,6+ 4,8 24,0-46,5
17	129,0+ 23,0 93 -198	195,0+ 8,9 180 -223	3,61+0,52 2,67-4,52	53,9+ 4,7 44,5-65,4	19,8+ 3,0 15,6-25,6	1,16+0,07 1,03-1,35	34,0+ 3,9 27,0+42,7
18	131,0+ 19,0 91 -204	192,0+ 7,3 160 -207	3,88+0,55 3,00-5,05	56,5+ 5,2 47,5-66,5	21,2+ 3,3 15,7-28,3	1,10+0,10 0,96-1,23	32,0+ 4,1 21,0-41,2

TABLICA 3.
CENTILI APSOLUTNOG MAKSIMALNOG
PRIMITKA KISIKA

VO ₂ max	Dob						
	3	10	20	50	70	90	97
8	0,84	0,86	0,92	1,11	1,18	1,32	1,40
9	0,98	1,14	1,27	1,34	1,46	1,56	1,58
10	1,18	1,44	1,47	1,60	1,68	2,04	2,28
11	1,32	1,55	1,63	1,70	1,86	2,08	2,16
12	1,44	1,51	1,71	1,85	1,94	2,22	2,46
13	1,67	1,73	1,83	1,96	2,13	2,38	2,51
14	1,92	1,93	2,05	2,48	2,59	3,03	3,25
15	2,38	2,59	2,68	2,84	3,18	3,53	3,66
15	2,10	2,26	2,48	2,92	3,21	3,75	3,94
16	1,48	2,77	2,91	3,34	3,56	4,27	4,70
17	2,89	2,97	3,18	3,43	3,99	4,43	4,50
18	3,04	3,16	3,39	3,91	4,13	4,65	4,94

TABLICA 4.
CENTILI RELATIVNOG MAKSIMALNOG
PRIMITKA KISIKA

VO ₂ max	Dob						
	3	10	20	50	70	90	97
8	31,2	31,6	35,8	39,5	43,3	46,8	49,7
9	28,9	33,4	37,5	47,9	49,3	51,1	56,1
10	27,3	34,4	39,4	48,5	54,1	58,0	65,8
11	32,1	39,0	43,2	48,1	53,2	54,7	61,1
12	29,7	34,5	40,1	45,4	49,4	54,8	55,7
13	31,3	34,1	38,7	45,1	48,8	51,0	52,4
14	37,1	40,8	41,2	44,1	51,7	56,7	59,2
15	39,7	41,8	46,0	50,3	52,8	55,3	57,8
15	38,4	40,5	42,4	48,1	50,1	53,3	55,5
16	42,8	45,0	46,6	50,9	53,9	61,9	64,6
17	44,7	47,2	50,6	53,7	56,7	61,0	61,9
18	48,2	49,0	51,4	57,2	59,7	63,1	66,1

Forsirani protok u sredini ekspiracije, između 25 i 75% forsiranog vitalnog kapaciteta, kao i forsirani protok između 200 i 1200 ml, postepeno se tokom godina povećavaju, i to ovaj drugi značajno više nego FEP_{25-75%}, što je u skladu s njegovom osjetljivošću na promjene u velikim dišnim putevima i ovisnošću o naporu uloženoj u ekspirir.

Sve izmjerene spirometrijske vrijednosti u skladu su s normativima koji se upotrebljavaju u našoj zemlji za djecu ovog uzrasta.¹⁸

Sposobnost dopremanja kisika tkivima jedan je od glavnih faktora u određivanju mogućnosti pojedinca za dugotrajno vršenje nekog rada ili bavljenje sportom. Prosječne vrijednosti maksimalnog primitka kisika naših ispitanika kreću se od 1,09 l/min kod najmlađih ispitanika od 3,88 l/min kod osamnaestogodišnjaka. Vrijednosti se iz godine u godinu povećavaju, a najveći porast zabilježen je između 14. i 15. godine (0,49 l/min), između 13. i 14. te 15. i 16. godine (0,44 l/min), dok se vrijednosti najmanje mijenjaju od 11. do 12. godine (0,10 l/min). Ovakvi različiti godišnji prirasti upućuju na zaključak da odnos između aerobnog kapaciteta i dobi nije linearan. Naprotiv, ako se poveća prirast između izmjerenih vrijednosti kod osmogodišnjaka i osamnaestogodišnjaka te vrijednosti na pravcu smatramo kao »očekivane« a kod pojedinih ispitanika uočljiva su pozi-

tivna i negativna odstupanja od »očekivanih« vrijednosti. Ove godišnje oscilacije potpuno su nepravilne i moraju se promatrati kroz prizmu varijacija vanjskih činilaca, uključujući ponašanje i uobičajenu fizičku aktivnost dječaka. Gledamo li prosječne vrijednosti grupe u cjelini, uočljivo je da one također odstupaju od zamišljenih »očekivanih«, i to uglavnom u negativnom smislu. Jedino, ako se starija grupa promatra samostalno, odstupanja su isključivo pozitivna. Slične rezultate dobili su i neki drugi autori.⁶

Uspoređujući vrijednosti apsolutnog i relativnog primitka kisika naših ispitanika s dječacima iste dobi u svijetu, moramo zaključiti da aerobna sposobnost naših dječaka nije na zavidnom nivou do 15. godine, a zatim se popravlja. Do 15. godine prosječne vrijednosti nalaze se značajno ispod prosječnih vrijednosti dječaka iz Kanade,^{24,31} Čehoslovačke,⁴¹ Švedske,^{7,43} Norveške,^{5,6,36} SR Njemačke,³⁶ Belgije.⁴⁴ Od 15. godine aerobne sposobnosti naših ispitanika su ili na nivou, ili su i bolje od njihovih vršnjaka iz spomenutih zemalja. Slabije rezultate u svim promatranim uzrastima susrećemo samo kod Japanaca^{22,46}

Usporedba s rezultatima ranijih studija u našoj zemlji svakako je interesantna, ali nije potpuno egzaktna, jer su istraživanja provedena različitim metodologijom. Tako su Stolnik⁴² te Grgić i sur.²¹ primijenili Astrandov test, odnos-

no indirektno određivanje aerobnog kapaciteta procjenom pomoću frekvencije srca ostvarene pri submaksimalnom opterećenju na biciklergometru. Kod primjene ove metode javlja se pogreška između 10 i 15%.⁸ Nadalje, Brdarić i suradnici¹² te Radojević i suradnici³³ su mjerili direktno maksimalni primitak kisika, no pri testiranju na pokretnom sagu. Ipak, usporedba je izvršena i rezultati u radu Stolnika su slabiji od naših, dok su Grđičevići vrlo slični našima. Prema normativima koji su izradili Brdarić i suradnici, naši se ispitanici nalaze unutar prosječnih vrijednosti, osim petnaestogodišnjaka koji imaju visoke aerobne sposobnosti.

Značajan trend porasta uočljiv je i kod vrijednosti pulsa kisika, količine kisika koja se ekstrahira iz određenog volumena krvi kojeg lijeva klijetka izbaci jednom sistolom. On kod najmlađih ispitanika iznosi 6,2 ml i narasta do 21,2 ml kod osamnaestogodišnjaka. To nas upućuje na ekonomičniji rad srca kod starijih ispitanika, odnosno na njihovu bolju adaptaciju na fizičko opterećenje. Slične rezultate dobili su i neki drugi autori,⁴¹ dok neki bilježe bolje vrijednosti pulsa kisika.^{10, 42}

Minutni volumen disanja zabilježen kod maksimalnih opterećenja mijenja se od 42,2 l/min kod osmogodišnjaka do 131 l/min kod osamnaestogodišnjaka. Najveći prirast uočljiv je između 15. i 16. godine (15,7 l/min). Prosječne vrijednosti tokom godina, kao i njihov varijabilitet, su uglavnom slične ili nešto veće od onih zabilježenih u raznim drugim istraživanjima.^{3, 36, 41}

Ventilacija potrebna da bi organizam primio litru kisika u minuti, naziva se ventilacijski ekvivalent i mjeri je efikasnosti funkcije pluća. Vrijednosti ventilacijskog ekvivalenta zabilježene pri maksimalnom opterećenju na pokretnom sagu variraju od 32,0 do 39,3, bez neke pravilnosti, iako bi se u krajnjoj liniji moglo zaključiti da je kod starijih ispitanika efikasnost respiratornog sistema nešto bolja.³⁶

Promjene maksimalnih vrijednosti frekvencije srca i respiracijskog kvocijenta uglavnom nisu značajne, što je bilo za očekivati, jer su to pokazatelji koji ukazuju na stupanj iscrpljenosti pri maksimalnom opterećenju i poslužili su kao mjeri maksimuma prilikom spiroergometrijskog testiranja.

ZAKLJUČAK

Funkcionalne sposobnosti naših ispitanika nisu na zadovoljavajućem nivou negdje do 15. godine. Prosječne vrijednosti aerobnog kapaciteta nalaze se značajno ispod prosječnih vrijednosti dječaka iz Kanade, Švedske, SR Njemačke, Čehoslovačke, Norveške ili Belgije. Poslije, ili od od 15. godine aerobne sposobnosti se poboljšavaju i naleže se ili na razini, ili su i nešto bolje od njihovih vršnjaka iz spomenutih zemalja. Slabije rezultate u svim promatranim uzrastima susrećemo samo kod japanskih dječaka.

LITERATURA

- Adams FH, Bengtsson E, Berven H, Wegelius C. The physical working capacity of normal school children. II. Swedish city and country. *Pediatrics* 1961; 28:243–59.
- Adams FH, Linde LM, Miyake H. The physical working capacity of normal school children. I. California. *Pediatrics* 1961; 28:55–64.
- Andersen LB, Henckel P, Saltin B. Maximal oxygen uptake in Danish adolescents 16–19 years of age. *Eur J Appl Physiol* 1987; 56:74–82.
- Anderson KL, Ghesquire J. Sex differences in maximal oxygen uptake, heart rate and oxygen pulse at 10 and 14 years in Norwegian children. *Human Biol* 1972; 44:423–32.
- Anderson KL, Seliger V, Rutenfranz J, Mocellin R. Physical performance capacity of children in Norway. *J European J Appl Physiol* 1974; 33(3): 177–95.
- Anderson KL, Rutenfranz J, Seliger V. The rate of growth in maximal aerobic power of children in Norway. *Medicine Sport* 1978; 11:52–5.
- Astrand PO. Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. Munksgaard, Copenhagen, 1952.
- Astrand PO, Rodahl K. *Textbook of work physiology*. McGraw-Hill Book Company, New York, 1976.
- Bale P. Pre and post-adolescents physiological response to exercise. *Brit J Sports Med* 1981; 15:246–9.
- Bell GH, Ribisl PM. Maximal oxygen uptake during swimming of young competitive swimmers 9 to 17 years of age. *Research Quarterly* 1979; 50:574–82.
- Binder RE, Mitchell CA, Schoenberg JB, Bouhuys A. Lung function among black and white children. *Am Rev Resp Dis* 1976; 114:955–9.
- Brdarić R, Matić M, Đorđević V, Marković P. Fizička radna sposobnost učenika uzrasta 7–15 godina. *Sportnomedicinske objave* 1977; 14(7–9):491–505.
- Brodic DA. Changes in lung function, ball-handling skills, and performance measures during adolescence in normal school boys. U: Binkhorst RA, Kemper HCG, Saris WHM (eds). *Children and Exercise XI*, 1985; 260–8.
- Cassimos C, Varlamis G, Karamperis S, Katsouvanopoulos V. Blood pressure in children and adolescents. *Acta Paediatr Scand* 1977; 66:439–43.
- Cerretelli P, Aghemo P, Rovelli E. Morphological and physiological observations on school children in Milan. *Medicina dello sport* 1963; 3:731–43.
- Crapo RO, Morris AH, Gardner RM. Reformance spirometric values using technique and equipment that meet ATS recommendations. *Am Rev Resp Dis* 1981; 123:659–64.
- Cumming GR, Hastman L, McCort J. Treadmill endurance times, blood lactate and exercise blood pressures in normal children. U: Binkhorst RA, Kemper HCG, Saris WHM (eds). *Children and Exercise XI*, 1985; 140–50.
- Camprag D. Prediction nomograms FEV₁^{max} — boys and girls. *Resp News Bull* 1975; 18:1.
- Cernek D. Standardi statičkih i dinamičkih volumena pluća kod djece. *Plućna Bolesti Tuber* 1971; 23:44–51.
- Davies CT M, Barnes C, Godfrey S. Body composition and maximal exercise performance in children. *Hum Biol* 1972; 44:195–214.
- Grđičević Z, Ivancić-Kosuta M, Ropac D. Tjelesna sposobnost skolske djece u različitim krajevima SR Hrvatske. *Kineziologija*, 1985; 17:1.
- Havshii MA, Dokic ID, Fehmiu E, Havshii R. Plućna funkcija u djece skoleg uzrasta (Protokolumen krivulja). *Plućna Bolesti Tuber* 1978; 30:241–47.
- Holter GJ. Normwerte von Vitalkapazität und Atemrezervwert bei Kindern und Jugendlichen. *Monatssch Kinderheil* 1972; 120:165–71.
- Iwai M, Kitagawa K. Maximum oxygen uptake of Japanese related to sex and age. *Med Sci Sports* 1972; 4:127–31.
- Kobayashi K, Miura M, Matsui H. Developmental pattern of aerobic power in Japanese boys: a longitudinal study. *Nagoya J Health Physic Fit Sports* 1981; 4:1–11.
- Macek M, Vavra J. Cardiopulmonary and metabolic changes during exercise in children 6–14 years old. *J Appl Physiol* 1971; 30:200–204.
- Massicotte DR, Gauthier R, Markon P. Prediction of VO₂ max from the running performance in children aged 7–17 years. *J Sports Med* 1985; 25:10–17.
- Matković BR. Normativne vrijednosti aerobnog kapaciteta i respiracijskih funkcija učenika starijih petnaest godina. Magistarski rad, Medicinski fakultet, Zagreb, 1983.
- Mean values of various indices of physical fitness in the investigation of Czechoslovak population aged 12–55 years. Ed. V. Seliger i Z. Bartunek, CSTV, Praha (CSSR), 1976.
- Medved R. *Sportska medicina*. JUMENA, Zagreb, 1980.
- Medved R, Matković BR, Misigoj-Duraković M, Pavićić L. Neki fiziološko funkcionalni pokazatelji djece i omladine ženskog spola od 8. do 18. godine života. *Sportnomedicinski glasnik*.
- Nakagawa A, Ishiko T. Utvrđivanje aerobnog kapaciteta s naročitim osvrhom na spol i uzrast učenika nižih i viših razreda srednjih škola u Japanu. *Sportnomedicinske objave* 1971; 8(10–12):632–51.
- Palgi Y, Gutin B, Young J, Alejandro D. Physiologic and anthropometric factors underlying endurance performance in children. *Int J Sports Med* 1984; 5:67–73.
- Paterson DH, Cunningham DA, Bumstead LA. Recovery O₂ and blood lactic acid: longitudinal analysis in boys aged 11 to 15 years. *Eur J Appl Physiol* 1986; 55:93–9.
- Plince S. Referentne vrijednosti krvnog tlaka u djece i omladine. *Liječ Vjesn* 1980; 102:543–51.
- Radojević D, Brdarić R, Vranesic M. Anaerobni i aerobni radni kapacitet i uzrasne karakteristike djece skolskog uzrasta. *Sportnomedicinske objave* 1973; 10(1–3):73–9.
- Rode A, Shepard RJ. Growth, development and fitness of the Canadian Eskimo. *Med Sci Sports* 1973; 5:161–9.
- Rutenfranz J. Die Entwicklung und Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen. S. Karger, Basel. *Bibliotheca Paediatrica* 82, 1964.
- Rutenfranz J, Anderson KL, Seliger V, Klimmer F, Berndt I, Ruppel M. Maximum aerobic power and body composition during the puberty growth period: Similarities and differences between children of two European countries. *Eur J Pediatr* 1981; 136:123–33.
- Saris WHM, Voordeloos AM, Ringnalda BEM, Van't Hof MA, Binkhorst RA. Reference values for aerobic power of healthy 4 to 18-year-old Dutch child ren: Preliminary results. U: Binkhorst RA, Kemper HCG, WHM Saris (ed.). *Children and Exercise XI*, Human Kinetic Publishers, Inc. Champaign, Illinois, 1985; 151–60.
- Schleusing G, Luther T. Spiroergometrische Normwerte bei Kindern und Jugendlichen. *Med Sport* 6:226–31, 1969.
- Shepard RJ. World standards of cardiorespiratory performance. *Archs Environ Hlth* 1966; 13:664.
- Sprynarova S, Parizkova J, Jutimora I. Development of the functional capacity and body composition of boy and girl swimmers aged 12–15 years. *Medicine Sport* 1978; 11:32–8.
- Sprynarova S, Parizkova J, Bunc V. Relationships between body dimensions and resting and working oxygen consumption in boys aged 11 to 18 years. *Eur J Appl Physiol* 1987; 56:725–36.
- Stolnik S. Frekvencija srca kod standardnog opterećenja i maksimalni primitak kisika dječaka i djevojčica od 15 do 19 godina. Diplomski rad, Visoka škola za fizičku kulturu, Zagreb, 1969.
- Sumnegardh J, Bratteby LE. Maximal oxygen uptake, anthropometry and physical activity in a randomly selected sample of 8 to 13-year-old children in Sweden. *Eur J Appl Physiol* 1987; 56:266–71.
- Vanden Eynde B, Vicnne D, Vuysteke-Wauters M, Van Gerven D. Aerobic power and pubertal peak height velocity in Belgian boys. *Eur J Appl Physiol* 1988; 57:430–4.
- Vogelaere P. CT 170 Validation en fonction du VO₂ max pour une population agee de 6 a 12 ans. *Medicine du Sport*, 1984; 5:236–42.
- Yamaji K, Miyashita M. Oxygen transport system during exhaustive exercise in Japanese boys. *Eur J Appl Physiol* 1977; 36:93–7.
- Zuskin E, Pavićić F, Kamečjak B. Izbor spiroometrijskih testova za procjenu ventilacijske funkcije pluća. *Arhiv Hig Rada Toksikol* 1984; 35:31.

Abstract

SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETRES OF MALE SCHOOL CHILDREN AGED 8-18 YEARS

Radovan Medved, Branka Matković,
Marjeta Mišigoj-Duraković and Leo Pavičić

Faculty of Physical Training
University of Zagreb

A longitudinal study has been performed on a sample of boys aged 8 to 18 years. The values and the trend of some

physiological parametres at rest and at maximum work load have been registered. The boys have increased their absolute respiratory parametres and maximal oxygen intake with age. Relative maximal oxygen intake increases between the eighth and the eleventh year, then a slight decrease is registered, and from the thirteenth year onwards there is a significant increase in results.

Key words: exertion, oxygen consumption, work capacity evaluation, respiratory function test, heart rate

Received: March 15th, 1989