

VPLIV DIMENZIJ SESTAVE TELESA NA AEROBNO UČINKOVITOST OTROK

*Branko ŠKOF*Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, SI- 1000 Ljubljana, Gortanova 22
E-mail: branko.skof@sp.uni-lj.si*Veronika L. KROPEJ*

Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Inštitut za Kineziološke raziskave, SI-6000 Koper, Garibaldijeva 1

Radoje MILIČ

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, SI-1000 Ljubljana, Gortanova 22

Rado PIŠOT

Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Inštitut za Kineziološke raziskave, SI-6000 Koper, Garibaldijeva 1

IZVLEČEK

Namen študije je bil ugotoviti vpliv dimenzij telesne sestave na VO_{2max} in posamezne komponente aerobne učinkovitosti otrok, starih med 10 in 14 leti. Vzorec preiskovancev je sestavljalo 28 otrok – 14 osnovnošolskih učencev in 14 učenk. Za potrebe študije smo vzorec otrok razdelili v dve starostni skupini. V prvi je bilo 12 otrok (starost $10,7 \pm 0,4$ leta), v drugi pa 16 otrok (starost $14,2 \pm 0,5$ leta). Otroci niso bili trenirani. Preiskovanci so opravili antropometrijske meritve in test maksimalne aerobne moči na tekoči preprogi. Ugotovili smo, da so dimenzije telesne sestave (kostna masa-AKOS in mišična masa-AMIS) v visoki korelaciji (nad 0,80) z mehanizmi aerobne učinkovitosti (posebno srčno-žilne in ventilacijske dimenzije). Učinkovitost metaboličnih dimenzij aerobne funkcije in aerobno učinkovitost, izraženo v relativnih merah, izrazito znižuje masa maščobnega tkiva (AMAST).

Ključne besede: aerobna učinkovitost, sestava telesa, antropometrija, puberteta

INFLUSSO DELLE DIMENSIONI DELLA STRUTTURA CORPOREA SULL'EFFICIENZA AEROBICA DEI BAMBINI

SINTESI

Lo scopo dello studio era quello di accertare l'influsso delle dimensioni della struttura corporea su VO_{2max} e su singole componenti dell'efficienza aerobica di bambini di età compresa fra i 10 ed i 14 anni. Il campione studiato era composto da 28 bambini – 14 alunni e 14 alunne delle scuole elementari. Il campione è stato suddiviso in due classi d'età. La prima comprendeva 12 bambini (età $10,7 \pm 0,4$ anni), la seconda 16 bambini (età $14,2 \pm 0,5$ anni). I bambini non erano allenati e si sono sottoposti alle misurazioni antropometriche ed al test della forza aerobica massima su tappeto scorrevole. Gli autori hanno accertato che le dimensioni della struttura corporea (massa scheletrica-AKOS e massa muscolare-AMIS) presentano una correlazione alta (maggiore di 0,80) con i meccanismi dell'efficienza aerobica. La massa del tessuto adiposo (AMAST) chiaramente diminuisce l'efficienza delle dimensioni metaboliche della funzione aerobica e l'efficienza aerobica.

Parole chiave: efficienza aerobica, struttura corporea, antropometria, pubertà

UVOD

Največja količina kisika (VO_{2max}), ki jo lahko posameznik sprejme med fizičnim naporom, je najbolj uporaben in objektivni kriterij za merjenje aerobne učinkovitosti (Astrand & Rodahl, 1986; Willmore & Costill, 1994). VO_{2max} oziroma aerobna učinkovitost človeka je odvisna od ventilacijskih, srčno-žilnih in hematoloških dejavnikov, ki upravljajo transport kisika ter od oksidativnih mehanizmov v aktivnih mišicah (Armstrong & Welsman, 2000). VO_{2max} je funkcija srčnega dela (MVS) in arterio-venozne kisikove razlike (a-v razlika O_2).¹

Najpomembnejša značilnost odraščanja je proces sprememb. Zaznamujeta ga rast, ki pomeni kvantitativne spremembe, in zorenje, ki ga določajo kvalitativne spremembe v organizmu. Tudi na aerobno in s tem vzdržljivostno učinkovitost otroka v odraščanju vplivajo spremembe obeh vrst.

Razvoj številnih funkcij aerobne učinkovitosti, ki so neposredno odvisne od volumna srca, velikosti pljuč, količine krvne plazme ali hemoglobina, je vzporeden s procesom rasti. Čeprav se (timing – začetek in časovni potek) in (tempo) rasti razlikujeta od posameznika do posameznika, se telesna masa fantov med 8. in 16. letom poveča za 60%, deklet pa za 125%. Telesna višina se v tem obdobju poveča za 40% oziroma 30% (Armstrong & Welshman, 1994, 2000). Vzporedno s spremembami zunanjih telesnih mer se spreminja tudi struktura telesa. Dogajajo se kvalitativne spremembe v posameznih organskih sistemih, ki vplivajo tudi na posamezne mehanizme aerobne učinkovitosti otrok in mladine. Tako masa kot relativni deleži mišičnega in kostnega tkiva se v obdobju otroštva in adolescence povečujejo. Pri fantih ta proces teče do starosti 18 do 20 let, pri dekletih pa se naraščanje mišične in kostne mase zaključi 4 do 5 let prej. Delež maščobnega tkiva pri dekletih narašča skozi celotno obdobje adolescence, pri fantih pa po dvigu v zgodnjem obdobju adolescence kasneje postopno upada (Malina & Bouchard, 1992; Rowland, 1996).

S spreminjanjem vsebnosti vode, mineralov in proteinov se ne spreminja le kemična struktura posameznih tkiv, temveč tudi njihova funkcionalnost. Zelo pomemben prispevek k spremembi aerobne učinkovitosti človeka v obdobju adolescence imajo hormonske spremembe (spolnih hormonov, kateholamini), ki so še zlasti v tem obdobju posebej velike (Bitar *et al.*, 2000). Tako se VO_{2max} pri fantih od 8. do 16. leta poveča za 150%, pri dekletih pa za 80% (Armstrong *et al.*, 1991). Fantje imajo rel. VO_{2max} enak kot mladi moški. Pri dekletih pa se rel. VO_{2max} zmanjšuje od pubertete do odraslosti (Meen, 2000). Po mnenju Pettersena *et al.* (2001) je povečanje podkožne maščobe, pri dekletih v obdobju pubertete, po

vsej verjetnosti razlog, da se proporcionalno telesna masa povečuje bolj kot VO_{2max} .

Ugotovitve kažejo, da med normalno rastjo in razvojem na povečanje aerobne učinkovitosti vpliva izboljšanje maksimalne frekvence srca (McCann, 2004). Raziskava Janza in Mahoneya (1997) kaže, da pri fantih, starih od 7 do 12 let, povečanje mišične mase in povečanje mase levega ventrikla pojasni 51% variabilnosti aerobne učinkovitosti. Povečanje mišične mase in telesne višine pri enako starih dekletih pojasni 26% variabilnosti aerobne učinkovitosti. Med puberteto se otrokom, ki pridobijo veliko količino mišične mase (vključno s srčno), izredno izboljša absolutna aerobna učinkovitost (VO_{2max}). Ugotovitve Gorana *et al.* (2000) prikazujejo, da ima mišična masa največji vpliv na VO_{2max} (ml/min), da pa maščobna masa nima nobenega vpliva na VO_{2max} (ml/min). Maščobna masa in odvečna telesna teža ne nakazujeta na zmanjšano sposobnost maksimalne aerobne učinkovitosti, ampak bolj na to, da ima odvečna maščoba škodljiv učinek na sub-maksimalno aerobno učinkovitost. Raziskava Vsetulove in Bunca (2004) potrjuje, da delež maščobnega tkiva pri debelih ženskah (40,8–58,8% maščobnega tkiva), starih od 25 do 54 let, ne vpliva na relativno VO_{2max} .

V naši raziskavi smo želeli ugotoviti vpliv dimenzij telesne sestave na aerobno učinkovitost otrok med 10 in 14 leti. Ugotoviti smo želeli, katere dimenzije telesne sestave, kot so telesna višina, telesna teža, mišična masa, maščobno tkivo in kostno tkivo, najbolj napovedujejo dinamiko aerobne učinkovitosti pri otrocih v začetnem obdobju adolescence.

METODE DELA

Vzorec preiskovancev

Vzorec preiskovancev je sestavljalo 28 naključno izbranih osnovnošolskih otrok – 14 učencev in 14 učenk. Povprečna starost merjencev je bila $12,7 \pm 1,8$ leta. Otroci niso bili trenirani, ampak so bili vključeni v različne športne dejavnosti v šoli. Za potrebe študije smo vzorec otrok razdelili v dve starostni skupini. V mlajši starostni skupini je bilo 12 otrok (starost: $10,7 \pm 0,4$ leta), v starejši pa 16 otrok (starost: $14,2 \pm 0,5$ leta). Vsi so bili natančno seznanjeni z namenom raziskave, s protokolom merjenj, obveznostmi in morebitnimi posledicami meritev. Prav tako smo namen raziskave, celoten merski postopek, obveznosti otrok in morebitne posledice meritev predstavili pisno, na sestanku pa tudi vsem staršem v raziskavo vključenih otrok. Pisno privoljenje k sodelovanju v meritvah so dali tako otroci kot njihovi starši. Soglasje k tej fazi raziskave in merskim postopkom je dala tudi Medicinska etična komisija.

1 $MVS = UV$ [ml krvi/utrip] (utripni volumen) \times HR [utrip/min] (frekvenca srca); VO_{2max} [l/min] = MVS [l krvi/min] \times a-v razlika O_2 [ml O_2 /100 ml krvi]

Eksperimentalni postopek

Preiskovanci so opravili antropometrijske meritve in test maksimalne aerobne moči na tekoči preprogi.

Antropometrične meritve – Sestava telesa

Telesna masa (AT) in višina (AV) sta bili izmerjeni z 0,1 kg oz. 0,1 cm natančnosti. Mišična masa (AMIS) je bila izračunana (enačbi 1 in 2) na osnovi obsegov in kožnih gub (KG) na: nadlahti, podlahti, stegnu in mečih (Matiegka, 1921).

Kostna masa (AKOS) je bila izračunana (enačba 3) na osnovi premera nadlahtnice (APKOM), premera zapestja (APZ), premera kolena (APKOL) in premere gležnja (APG) (Matiegka, 1921).

Masa maščobnega tkiva (AMAST) je bila izračunana (enačbe 4, 5, 6) na osnovi kožnih gub: bicepsa (AKGB), podlahti (AKGP), stegna (AKGS), meč (AKGM), na prsih (AKGPR), na trebuhu (AKGT) in telesne površine (TP), mase (AT) in višine (AV) (Matiegka, 1921).

(enačba 1)

$$AMIS \text{ (kg)} = 0,0065 \times BH \times r^2$$

(enačba 2)

$$r = (AON+AOP+AOS+AOM) \times 25,12^{-1} - (AKGB+AKGP+AKGS+AKGM) \times 8^{-1}$$

(enačba 3)

$$AKOS = (APKOM+APZ+APKOL+APG)/4 \times AV \times 1,2$$

(enačba 4)

$$AMAST = 0,13 \times d \times TP$$

(enačba 5)

$$TP = 0,01672 \times AT^{-2} \times AV^{-2}$$

(enačba 6)

$$d = (AKGB + AKGS + AKGM + AKGPR + AKGT)/12$$

Test maksimalne aerobne moči

Aerobno moč otrok smo izmerili s testom s stopnjevano hitrostjo na tekoči preprogi pri 5% naklona (Bunc *et al.*, 1987). Začetna hitrost teka je bila 8 km/h in se je povečevala vsako minuto za 1 km/h do hitrosti, ki jo je posameznik še zmogel. Pred testom je vsak opravil ogrevanje: 7 minut (3 min pri hitrosti 6 km/h in 4 min pri hitrosti 7 km/h brez naklona preproge) in 4 minute teka brez naklona pri hitrosti 8 km/h. Po končanem testu je sledila 3-minutna hoja za umiritev. Za analizo izdihanih plinov med testom je bila uporabljena prenosna telemetrijska enota K4b Cosmed (Italija) (sistem 'breath by breath'), ki je bila kalibrirana pred vsakim testom v skladu z navodili proizvajalca. Prednost prenosne telemetrijske naprave je v tem, da zaradi preproste uporabe (maska na obrazu meri izmenjavo plinov) in nizke teže (tehta samo 600g) omogoča opravljanje meritev med samo aktivnostjo na terenu oziroma v situacijskem okolju, kot tudi po standardnih protokolih v laboratoriju.

Preiskave in meritve

Opravljene so bile sledeče preiskave in meritve:

- merjenje respiratornih spremenljivk in variabel plinske izmenjave,
- merjenje koncentracije laktata v krvi in
- merjenje srčnega utripa.

Respiratorne spremenljivke in variable plinske izmenjave

Merjenje respiratornih spremenljivk in variabel plinske izmenjave je bilo opravljeno s pomočjo prenosne telemetrijske enote K4b Cosmed. Izmerjene so bile sledeče variable:

- frekvenca dihanja (FD)
- vdihni volumen (TV)
- največja ventilacija ($V_{e,max}$)
- ekvivalent dihanja (V_e/V_{O_2})
- količina CO_2 v izdihanem zraku ($V_{CO_{2,max}}$)
- poraba kisika ($VO_{2,max}$) v absolutnih (l/min) in relativnih vrednostih (ml/min×kg)
- respiratorni kvocient (RER)
- kisikov pulz (O_2 pulz).

Vse spremenljivke so bile merjene ves čas opravljanja testnega protokola.

Srčni utrip (HR)

Srčni utrip (HR) je bil spremljan s pomočjo merilnikov srčnega utripa Polar in telemetrijske enote Polar (Oulu, Finska).

Statistične metode

Izračunana je bila korelacija (Pearsonov r) med mehanizmi aerobne učinkovitosti in morfološki merami. Za ugotavljanje vpliva morfoloških dimenzij na aerobno učinkovitost otrok je bila uporabljena regresijska analiza (metoda Enter) in več-faktorska analiza kovariance. Statistična značilnost je bila sprejeta s 5% alfa- napako pri dvosmernem testiranju.

REZULTATI

Preiskovanci so bili visoki (AV) $159,8 \pm 13,5$ cm in imeli $49,7 \pm 13,7$ kg telesne mase (AT). Porazdelitev telesne mase (AT) je bilo sledeče: 23,3 kg (46,7%) mišične mase (AMIS), 13,2 kg (27,5%) kostne mase (AKOS) in 7,7 kg (15,1%) mase maščobnega tkiva (AMAST). V testu največje aerobne moči so dosegli abs. $VO_{2,max}$ $2,33 \pm 0,78$ l/min oziroma rel. $VO_{2,max}$ 47 ml/min/kg. Srčni utrip (HR) pri največjem naporu je bil $201,0 \pm 6,9$, frekvenca dihanja (FD) $60,0 \pm 8,4$ vdihov/min, ventilacija ($V_{e,max}$) $93,9 \pm 26,0$ l in respiratorni količnik (RER) $1,24 \pm 0,16$ (Tab. 1).

Tab. 1: Povezanost med dimenzijami aerobne učinkovitosti in spremenljivkami telesne sestave.**Tab. 1: Correlation between aerobic ability dimensions and body composition variables.**

Parameter	AKOS	AMIS	AMAST	AT	AV
FD	-0,09	-0,17	0,12	0,08	-0,14
TV	0,85	0,84	0,33	0,82	0,80
Ve _{max}	0,91	0,86	0,46	0,89	0,82
abs. VO _{2max}	0,91	0,84	0,31	0,85	0,81
VCO ₂	0,94	0,89	0,39	0,89	0,88
Ve/VO ₂	-0,43	-0,35	0,19	-0,31	-0,41
rel. VO _{2max}	0,24	-0,02	-0,53	-0,01	0,09
PER	0,51	0,56	0,42	0,54	0,60
HR	0,14	0,15	0,12	0,12	0,25
O ₂ pulz	0,91	0,84	0,32	0,85	0,80
del VO ₂ LP	-0,36	-0,36	-0,04	-0,30	-0,34

Poudarjeni tisk pomeni statistično pomembnost korelacije.

Absolutna VO_{2max} je v visoki in statistično značilni povezanosti z AV, AT, AKOS in AMIS. Relativna VO_{2max} je v negativni povezanosti z AMAST, ni pa odvisna od starosti otrok in tudi ne od drugih dimenzij telesne zgradbe. Tako kot abs. VO_{2max} so tudi Ve, O₂ pulz in metabolični funkciji (VCO₂ in RER) srednje ali močno povezane z merami telesne sestave. FD in HR sta neodvisni od starosti in izbranih morfoloških dimenzij.

Tab. 2: Vpliv dimenzij telesne sestave na aerobno učinkovitost in na posameznemehanizme aerobne učinkovitosti.²**Tab. 2: The impact of body composition dimensions on aerobic ability and on separate mechanisms of aerobic capacity².**

Odvisna spremenljivka	Delež pojasnjene variance (R ²)	F-test	P
abs. VO _{2max}	0,93	52,486	0,000
rel. VO _{2max}	0,65	7,951	0,000
Ve _{max}	0,87	28,100	0,000
O ₂ pulz	0,93	54,361	0,000
RER	0,44	3,342	0,022

Regresijska analiza kaže močan vpliv morfoloških dimenzij tako na aerobno učinkovitost kot tudi na njene posamezne dimenzije (Tab. 2). Mere telesne sestave v največji meri pojasnjujejo varianco O₂pulza (R²=93%, P = 0,000) in abs. VO_{2max} (R²=93%, P = 0,000). Variabilnost VO_{2max} (absolutno in relativno) ter O₂pulza najbolj pojasnjuje AT (za abs. VO_{2max}: Beta = 3.266, P =

0,000; za rel. VO_{2max}: Beta = 2,472, P = 0,022; za O₂pulz: Beta = 3,038, P = 0,000), AMIS (za abs. VO_{2max}: Beta = -1,48, P = 0,001; za rel. VO_{2max}: Beta = -2,796, P = 0,011; za O₂pulz: Beta = -3,665, P = 0,001) in AMAST (za abs. VO_{2max}: Beta = -0,949, P = 0,000; za rel. VO_{2max}: Beta = -3,525, P = 0,002; za O₂pulz: Beta = -0,812, P = 0,000).

Izbrane mere telesne sestave preiskovancev pojasnijo 87% (P = 0,000) varianco Ve. To varianco najbolj pojasnjuje AKOS ter AT in AV, vendar beta koeficienta ne dosegata statistične pomembnosti. Varianca funkcije RER je bila z izbranimi morfološkimi merami pojasnjena v manjši meri (44%, P = 0,022). Fantje imajo višjo abs. VO_{2max} kot dekleta (F = 22,93, P = 0,000). Prav tako je tudi skupina starejših preiskovancev dosegla značilno višje vrednosti aerobne učinkovitosti kot skupina mlajših (F = 53,44, P = 0,000). Ko izločimo vpliv telesne sestave in AT in AV, se razlike v aerobni učinkovitosti med fanti in dekleti zelo zmanjšajo in niso več statistično značilne (F = 2,406, P = 0,138). Tudi vpliv kronološke starosti na aerobno učinkovitost se po parcializaciji zmanjša (F = 0,026, P = 0,874). Najpomembnejši in statistično značilni vpliv imata kovariati AMIS (P = 0,034) in AT (P = 0,020), na meji statistične značilnosti pa je še AMAST (P = 0,085). Zelo podobno vpliva na O₂ pulz izločitev telesnih mer. Statistično značilni vpliv na zmanjšanje razlik med spoloma in starostnima skupinama imajo AMIS (P = 0,017), AT (P = 0,008) in AMAST (P = 0,027).

Tudi v drugih parametrih aerobne učinkovitosti se razlike med spoloma in starostnima skupinama po parcializaciji značilno zmanjšajo.

RAZPRAVA

Z merami telesne sestave so zlasti v visoki korelaciji (nad 0,80) tisti mehanizmi aerobne učinkovitosti, ki jih definira predvsem proces rasti. Najvišjo povezanost z mehanizmi aerobne učinkovitosti imata AKOS in AMIS. Vsetulova & Bunc (2004) sta prišla do podobne ugotovitve, kjer je abs. VO_{2max} pozitivno povezana z mišično maso (R=0,5138; P<0,01), poleg tega pa tudi s telesno težo (R=0,4758; P<0,01), indeksom telesne mase (R=0,5004; P<0,01) in celično maso (R=0,4983; P<0,01). Nista pa ugotovila povezave med rel. VO_{2max} in maščobno maso. Podobne ugotovitve so zabeležili v danski raziskavi, kjer so pri 6 do 7 let starih dečkih in deklicah ugotovili, da je abs. VO_{2max} povezana z mišično maso, telesno težo in telesno višino (Eiberg *et al.*, 2005). Raziskava Gorana *et al.* (2000) je pokazala, da je mišična masa najmočnejša determinanta VO_{2max} (R=0,87; P<0,0001) in da ni značilnega vpliva maščobnega tkiva na VO_{2max}.

2 Pri posamezni regresijski analizi oziroma analizi vpliva pojasnjevalnih spremenljivk na posamezno odvisno spremenljivko so bile uporabljene naslednje pojasnjevalne spremenljivke: AT, AV, AKOS, AMIS in AMAST. / During individual regression analysis, i.e. analysis of the impact of explanatory variables on individual dependent variable, the following explanatory variables were used: AT, AV, AKOS, AMIS, and AMAST.

Dinamiko biološkega razvoja v času otroštva in adolescence najbolj opredeljuje skeletni razvoj (Malina & Bouchard, 1992; Rowland, 1996). Dinamika razvoja skeletnega sistema se najbolj ujema z značilnimi spremembami (v obdobju otroštva in adolescence). S starostjo in vzporedno morfološkim razvojem se povečuje velikost srca in pljuč. Povečata se srčno delo in ventilacija, čeprav se FD in HR skozi obdobje zgodnje adolescence ne spreminjata.

Tudi rezultati regresijske analize potrjujejo, da telesna rast (povečevanje aktivne telesne mase) vpliva predvsem na ventilacijske in srčno žilne dimenzije aerobne učinkovitosti otrok – abs. VO_{2max} .

Na rel. VO_{2max} in metabolične dimenzije aerobne učinkovitosti otroka pa povečevanje aktivne telesne mase nima tako izrazitega pomena. Večji in izrazito negativen vpliv na te dimenzije ima AMAST, ki znižuje relativno aerobno učinkovitost človeka in povečuje prisotnost anaerobnega metabolizma v organizmu. To spoznanje potrjujejo tudi rezultati večfaktorske analize kovariance. Z izključitvijo vpliva dimenzij telesne sestave (AMIS in AV) razlike med spoloma in starostne razlike v srčno-žilnih in respiratornih mehanizmih aerobne učinkovitosti in abs. VO_{2max} postanejo statistično nepomembne. Nasprotno pa, kljub izločitvi vpliva morfoloških dimenzij, razlike med spoloma in starostnimi skupinami ostajajo pri metabolični funkciji aerobne učinkovitosti in rel. VO_{2max} . Mnoge raziskave so prišle do različnih ugotovitev glede vpliva maščobne mase na maksimalno porabo kisika. Tako sta na primer raziskavi Gorana *et al.* (2000) in Vsetulove & Bunca (2004) mnenja, da ni značilnega vpliva maščobnega tkiva na rel. VO_{2max} . Po drugi strani pa raziskava Watanabe *et al.* (1994) kaže na statistično značilno povezavo med rel. VO_{2max} in deležem

maščobnega tkiva tako pri dečkih ($r = -0,742$) kot deklicah ($r = -0,843$), starih od 12 do 15 let, in poudarja izraziti negativni učinek odvečne telesne maščobe.

Razvoj aerobne učinkovitosti (srčno-žilna in respiratorna funkcija) narekuje proces rasti. Učinkovitost perifernih mehanizmov aerobne funkcije pa je poleg rasti (povečanje AMIS) odvisna tudi od kvalitativnih sprememb, ki nastajajo v obdobju zgodnje adolescence.

Skozi adolescenco se koncentracija aerobnih mišičnih encimov znižuje, nasprotno pa se količina fosfofruktokinaze in drugih anaerobnih encimov v mišici glede na vrednosti v pred-pubertetnem obdobju poveča za 50% (Astrand & Rodahl, 1986; Bar-Or, 1987; Van Praagh, 2000). Zniževanje koncentracije inzulina in povečevanje izločanja kateholaminov v obdobju pubertete negativno vplivata na učinkovitost aerobnega metabolizma, hkrati pa se povečujeta učinkovitosti anaerobne glikolize (Astrand & Rodahl, 1986; Rowland, 1996; Van Praagh, 2000).

ZAKLJUČEK

Absolutna vrednost aerobne učinkovitosti otrok je v visoki povezanosti z njihovim morfološkim razvojem, ki ga najbolj ponazarjata razvoj skeletnega sistema (AKOS) in mišična masa (AMIS). To še posebej velja za srčno-žilne in ventilacijske dimenzije aerobne učinkovitosti. Nasprotno pa so metabolične funkcije aerobne učinkovitosti veliko manj povezane s procesom rasti. Na te funkcije imajo pomemben vpliv tudi kvalitativne spremembe odraščanja – proces zorenja. Učinkovitost metaboličnih dimenzij aerobne funkcije in aerobno učinkovitost, izraženo v relativnih merah, izrazito znižuje masa maščobnega tkiva (AMAST).

THE INFLUENCE OF BODY COMPOSITION DIMENSIONS ON AEROBIC ABILITY OF CHILDREN

Branko ŠKOF

University of Ljubljana, Faculty of Sport, SI-1000 Ljubljana, Gortanova 22
E-mail: branko.skof@sp.uni-lj.si

Veronika L. KROPEJ

University of Primorska, Science and Research Center of Koper, Institute for Kinesiology Research, SI-6000 Koper, Garibaldijska 1

Radoje MILIČ

University of Ljubljana, Faculty of Sport, SI-1000 Ljubljana, Gortanova 22

Rado PIŠOT

University of Primorska, Science and Research Center of Koper, Institute for Kinesiology Research, SI-6000 Koper, Garibaldijska 1

SUMMARY

The main objective of our study was to assess the influence of morphological dimensions on children's aerobic ability at the age of 10 to 14 years. The goal was to establish morphological dimensions, which best explain the aerobic ability dynamics in children during their early days of puberty. The sample comprised 28 elementary school

children - 14 boys and 14 girls. Sample was divided into two groups. The first group comprised 12 children (age of 10.7 ± 0.4 yrs), the second 16 children (age of 14.2 ± 0.5 yrs). The children were non-athletes. All children took anthropometric measures and performed maximal aerobic power test on treadmill. To establish the impact of morphological dimensions on the children's aerobic capacity, regression and multifactor covariance analyses were made. The results revealed that morphological dimensions were in high correlation (above 0.80) with aerobic ability mechanisms (especially cardiovascular and ventilation dimensions). Fat mass (AMAST) had an explicitly negative impact on the efficiency of metabolic dimensions and aerobic ability (expressed in relative measures). Fat free mass (AMIS), bone mass (AKOS), fat tissue mass (AMAST), body mass (AT) and height (AV) explain 93% of the variability *rel.* VO_{2max} and from 44% (respiratory quotient - RER) to 93% (O_2 pulse) variability of separate aerobic capacity dimensions. The most significant predictors are fat free mass (AMIS), body mass (AT) and bone mass (AKOS). An explicitly negative impact on the efficiency of metabolic dimensions of aerobic function and aerobic ability (expressed in relative measures) is exerted by fat tissue mass (AMAST). The children's absolute aerobic ability value is in a very high correlation with the function of growth, which is best presented with the development of the skeleton system (bone mass - AKOS) and fat free mass (AMIS). This holds true particularly for the cardiovascular and ventilation dimensions of aerobic ability. In contrast, the metabolic functions of aerobic ability are correlated with the process of growth to a much smaller extent. These functions are significantly influenced also by the qualitative changes during the growing up period – the process of maturing.

Key words: aerobic ability, body composition, anthropometry, puberty

LITERATURA

- Armstrong, N. & J. R. Welshman (1994):** Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 22, 435–476.
- Armstrong, N. & J. R. Welshman (2000):** Development of aerobic fitness during childhood and adolescence. *Pediatrics Exercise Science*, 12, 128–149.
- Armstrong, N., J. Williams, J. Bolding, P. Gantle & B. Kirby (1991):** The peak oxygen uptake of British children with reference to age, sex and sexual maturity. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 62(5), 369–375.
- Astrand, P. O. & K. Rodahl (1986):** Textbook of work physiology. 3rd ed. McGraw-Hill, New York.
- Bar-Or, O. (1987):** The child and adolescent athlete. Blackwell Science, London.
- Bitar, A., J. Vernet, J. Coudert & M. Vermorel (2000):** Longitudinal changes in body composition, physical capacities and energy expenditure in boys and girls during the onset of puberty. *European Journal of Nutrition*, 39(4), 157–163.
- Bunc, V., J. Heller, J. Leso, S. Sprynarova & R. Zdanowicz (1987):** Ventilatory threshold in various groups of highly trained athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 8(4), 275–280.
- Eiberg, S., H. Hasselstrom, V. Gronfeldt, K. Froberg, J. Svensson & L. B. Andersen (2005):** Maximum oxygen uptake and objectively measured physical activity in Danish children 6–7 years of age: the Copenhagen school child intervention study. *British Journal of Sports Medicine*, 39(10), 725–730.
- Goran, M., D. A. Fields, G. R. Hunter, S. L. Herd & R. L. Weinsier (2000):** Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 24(7), 841–848.
- Janz, K. F. & L. T. Mahoney (1997):** Three-year follow-up of changes in aerobic fitness during puberty: the Muscatine Study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68(1), 1–9.
- Malina, R. M. & C. Bouchard (1992):** Growth, maturation, and physical activity. Human Kinetics, Illinois.
- Matiegka, J. (1921):** The testing of physical efficiency. *American Journal of Physical Anthropology*, 4, 223–230.
- McCann, D. J. (2004):** Body size and VO_{2peak} : a new perspective? *International Journal of Sports Medicine*, 25(1), 50–55.
- Meen, H. D. (2000):** Physical activity in children and adolescents in relation to growth and development. *Tidsskrift for den Norske Laegeforening*, 120(24), 2908–2914.
- Pettersen, S. A., P. M. Fredriksen & E. Ingjer (2001):** The correlation between peak oxygen uptake (VO_{2peak}) and running performance in children and adolescents: aspects of different units. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 11(4), 223–228.
- Rowland, T. W. (1996):** Developmental Exercise Physiology. Human Kinetics, Illinois.
- Van Praagh, E. (2000):** Development of anaerobic function during childhood and adolescence. *Pediatrics Exercise Science*, 12(2), 150–174.
- Vsetulova, E. & V. Bunc (2004):** Effect of body composition on physical fitness and functional capacity in obese women. *Casopis Lekar Ceska*, 143(11), 756–760.
- Watanabe, K., F. Nakadomo & K. Maeda (1994):** Relationship between body composition and cardiorespiratory fitness in Japanese junior high school boys and girls. *The Annals of Physiological Anthropology*, 13(4), 167–174.
- Wilmore, J. H. & D. L. Costill (1994):** Physiology of sport and exercise. Human Kinetics, Illinois.