



## PROMJENE ODNOSA ANTROPOMETRIJSKIH I MOTORIČKIH KARAKTERISTIKA UNUTAR 6-MJESEČNOG PERIODA KOD PLIVAČA ADOLESCENATA

### CHANGES IN RELATIONSHIP BETWEEN ANTHROPOMETRIC AND MOTOR CHARACTERISTICS IN ADOLESCENT SWIMMERS WITHIN A 6-MONTH PERIOD

Goran Leko, Klara Šiljeg, Dajana Zoretić

Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

#### SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razlike u nekim antropometrijskim karakteristikama i motoričkim sposobnostima kod dječaka starosti 14-15 godina tijekom razdoblja od 6 mjeseci. Podaci dobiveni ovim istraživanjem dati će odgovor da li je promatrana kronološka dob adekvatna za intenziviranje treninga u vodi i na suhom. U tu svrhu izmjereno je 39 plivača zagrebačkih plivačkih klubova starosti 14-15 godina sa baterijom od 23 antropometrijske dimenzije koje obuhvaćaju dužine kostiju, širine kostiju, volumen i masu tijela i potkožno masno tkivo. Za procjenu motoričkih sposobnosti izmjereno je 10 testova. Deskriptivni statistički pokazatelji ukazuju na izuzetno veliku varijabilnost vrijednosti svih mjenjenih karakteristika i sposobnosti od kojih neki pokazuju nepravilnu distribuciju rezultata. Studentovim T-testom za zavisne uzorke je utvrđeno da sve mjere dužine kostiju, širine kostiju i volumena i mase tijela pokazuju statistički značajne razlike u smislu porasta vrijednosti. Mjere potkožnog masnog tkiva se smanjuju i to statistički značajno na ekstremitetima dok nabori na trupu ne pokazuju statistički značajnu razliku. Kod analize razlika rezultata motoričkih testova, ekstenzija leđa, čučnjevi u 60 sekundi i iskret palicom ne pokazuju statističku značajnost dok ostali pokazuju statistički značajne razlike između prvog i drugog mjerenja ( $p < 0,05$ ).

Kanonička analiza prvog i drugog mjerenja ukazuje da unutar svakog mjerenja postoji jedan statistički značajan par faktora između ova dva skupa varijabli ( $p < 0,05$ ). Međutim, struktura pojedinih faktora ukazuje da je došlo do značajnih promjena u odnosima dva promatrana skupa varijabli.

*Ključne riječi:* Plivanje, adolescenti, morfologija

#### SUMMARY

The goal of this study was to determine differences of some anthropometric characteristics and motor abilities in boys aged between 14 and 15 during a period of 6 months. Data obtained through this study shall provide a response as to whether the observed chronological age is adequate for intensifying water and dry land training. For that purpose, 39 swimmers belonging to Zagreb swim clubs, aged between 14 and 15, were measured using a battery of 23 anthropometric dimensions, including bone length, bone width, body volume and mass, as well as subcutaneous adipose tissue. In order to assess motor abilities, 10 tests were taken. Descriptive statistical indicators have shown an extremely high variability of all measured characteristics and abilities, some of which have demonstrated irregular distribution of results. Student's T-test for dependant samples determined that all measures of bone length, bone width and body volume and mass are showing statistically significant differences with regard to increase in values. Measures of subcutaneous adipose tissue are decreasing with statistical significance when extremities are concerned, while skin folds on the trunk are not showing any statistically significant difference. In the analysis of variations between motor test results, back extensions, squats during 60 seconds and twists with the stick have not shown statistical significance, while others have shown statistically significant differences between the first and second measuring ( $p < 0,05$ ).

Canonical analysis of the first and second measuring indicates that within each measuring there is one statistically significant pair of factors between these two sets of variables ( $p < 0,05$ ). However, the structure of individual factors shows that significant changes had set in with regard to the relationship of the two observed sets of variables.

*Keywords:* swimming, adolescents, morphology

## UVOD

Prema dosadašnjim saznanjima, specijalizacija plivača bi se trebala početi provoditi nakon perioda intenzivnog rasta i razvoja koji karakterizira završetak biološkog sazrijevanja (15). Nakon tog perioda bi se trebao značajno povećati opseg i intenzitet treninga te započeti specijalizaciju plivača prema određenoj tehnici plivanja i dionici plivanja. Također, u tom periodu se intenzivira rad na suhom u kojem dominira rad sa utezima s ciljem povećavanja mišićne jakosti. Ovakav rad mora počivati na pretpostavci da je intenzivan rast kostiju, naročito u dužinu, završio i da je vezivno i mišićno tkivo dovoljno ojačalo da bi moglo izdržati velika opterećenja (7).

Starija školska dob se dijeli na predpubertet, pubertet i postpubertet (6). Kod dječaka se najintenzivniji rast dešava tijekom puberteta, tj. između 13 i 15,5 godina i naziva se adolescentni zamah rasta (9). Neki autori (3) opažaju intenzivniji porast u dimenzijama

longitudinalnosti skeleta, uz moguću godišnji prirast visine od >10 cm. Svi morfološki segmenti ne rastu istom dinamikom i istovremeno. Prvo se povećava dužina nogu. Od kostiju nogu, kosti stopala prve započinju intenzivni rast. Među posljednjima je rast trupa u duljinu. Budući da najveći prirast težine tijela kasni za oko 6 mjeseci u odnosu na rast kostiju, može se zaključiti da mišićna komponenta ne raste istovremeno te će vjerojatno doći do nesuglasja u nekim motoričkim sposobnostima kao što su koordinacija, snaga i frekvencija pokreta. Povećanjem nekih dužinskih mjera automatski će doći i do promjena u nekim mjerama fleksibilnosti koji su načinima mjerenja u ovisnosti o njima.

Prema dosadašnjim istraživanjima (9), trening jakosti trebao bi započeti kada u stanicama ima dovoljno testosterona, a to je na kraju ili poslije perioda puberteta vodeći računa o individualnom rastu i razvoju pojedinaca uspoređujući njihovu biološku i kronološku dob. U adolescentskom razdoblju povećanje jakosti se očituje kao rezultat neuralne adaptacije i povećanja veličine mišića (18). Ukoliko ovakav intenzivni rad bude primijenjen na plivačima nesprijetnim za te napore, može doći do oštećenja zona rasta u dugim kostima, mekih tkiva ili hrskavica u zglobovima. To će dovesti do povreda, stanja pretreniranosti ili čak trajnijih posljedica koje će rezultirati padom kvalitete rezultata ili odustajanjem od plivanja (15). Plivački treneri u praksi vrlo često zanemaruju ovu činjenicu te kreću u intenziviranje treninga čak i prije ove pojave.

Cilj ovog rada je usporediti neke antropometrijske karakteristike i motoričke sposobnosti plivača muškog spola starosti 14-15 godina u vremenskom periodu od 6 mjeseci. Također, želi se usporediti odnos antropometrijskih i motoričkih karakteristika u te dvije vremenske točke kako bi se utvrdilo da li su promjene u antropometrijskim i motoričkim karakteristikama promijenile njihove međusobne odnose.

## METODE RADA

Uzorak ispitanika

Mjerenje je provedeno na 39 plivača starosti 14-15 godina. Plivači su članovi 5 zagrebačkih plivačkih

klubova koji su u treningu proveli najmanje 6 godina. Svi plivači treniraju kontinuirano 6 puta u tjednu i 3 puta tjedno na suhom. Uzeti su u obzir ispitanici koji su imali redovitost prisustva treningu veći od 90%. Ispitanici su mjereni dva puta istom baterijom testova s vremenskim razmakom od 6 mjeseci. Mjerenje je provedeno na Kineziološkom fakultetu i na bazenima u Zagrebu tijekom travnja i listopada 2010. godine.

Uzorak varijabli

Baterija testova obuhvaćala je 23 antropometrijske mjere i 10 testova za procjenu motoričkih sposobnosti. Za procjenu longitudinalne dimenzionalnosti izmjereno je 6 dimenzija, za procjenu transverzalne dimenzionalnosti 4 dimenzija, za volumen i masu tijela 7 dimenzija i 6 kožnih nabora. Testovi za procjenu motoričkih sposobnosti mjerili su eksplozivnu snagu nogu, frekvenciju rada nogama, repetitivnu snagu nogu i ruku, fleksibilnost ramenog pojasa, trupa i stopala.



Slika 1. Test Ekstenzija stopala  
Figure 1. Foot Extension Test

Metoda obrade podataka

Rezultati su obrađeni statističkim programom "Statistica for Windows". Za sve varijable izračunati su osnovni deskriptivni statistički parametri. Studentovim T - testom za zavisne uzorke utvrditi će se da li je došlo do statističkih značajnih promjena unutar antropometrijskih karakteristika i motoričkih sposobnosti. Kanoničkom analizom će se pokušati utvrditi odnose između prostora antropometrijskih dimenzija i motoričkih sposobnosti u prvom i drugom mjerenju.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Apsolutne vrijednosti i prosječni prirasti antropometrijskih dimenzija (Tablica 1.) poklapaju se s rezultatima starijih istraživanja (7). Taj prirast je neovisno prethodnom rastu (9).

Iz rezultata deskriptivnih statističkih parametara (Tablica 1. i Tablica 2.) može se zaključiti da je varijabilnost rezultata velikog broja mjerenih karakteristika i sposobnosti izrazito velik. To je utvrđeno i u dosadašnjim istraživanjima (7) te se ta pojava može pripisati neravnomjernom rastu i razvoju pojedinih segmenata tijela kod mjerenih ispitanika. Varijabilnost

rezultata antropometrijskih mjera se smanjuje u drugom mjeranju ali i dalje ostaje prilično velik, dok se varijabilnost rezultata motoričkih testova povećava (Tablica 2.). Takvi rezultati ukazuju da se ispitanici nalaze usred pubertetskog razdoblja koje karakterizira neravnomjerni intenzivni rast pojedinih segmenata tijela

kao i nejednolikost u razvoju motoričkih sposobnosti koje su i očekivane u toj dobi. Prosječne vrijednosti antropometrijskih karakteristika se u velikoj mjeri poklapaju s podacima u ranijim istraživanju na muškoj populaciji te dobi (9).

Tablica 1. Deskriptivna statistika antropometrijskih karakteristika  
Table 1. Descriptive statistics of anthropometric characteristics

	N	AS1 ± SD1	AS2 ± SD2
Visina tijela (cm)	39	170,22 ± 8,39	178,43 ± 5,71*
Masa tijela (kg)	39	58,31 ± 9,65	68,41 ± 8,01*
Raspon ruku (cm)	39	172,91 ± 9,68	182,47 ± 6,43*
Dužina ruke (cm)	39	74,73 ± 3,89	78,34 ± 2,78*
Dužina noge (cm)	39	98,50 ± 4,22	101,76 ± 3,68*
Dužina šake (cm)	39	19,47 ± 1,18	20,32 ± 0,87*
Dužina stopala (cm)	39	26,59 ± 1,49	26,83 ± 1,50*
Širina ramena (cm)	39	37,77 ± 2,41	39,75 ± 2,00*
Širina zdjelice (cm)	39	26,10 ± 2,05	27,34 ± 1,55*
Širina stopala (cm)	39	10,01 ± 0,58	10,31 ± 0,54*
Širina šake (cm)	39	8,10 ± 0,45	8,52 ± 0,34*
Opseg nadlaktice eks (cm)	39	26,00 ± 2,42	28,08 ± 2,33*
Opseg podlaktice (cm)	39	23,85 ± 1,84	25,44 ± 1,80*
Opseg grudnog koša (cm)	39	84,67 ± 5,62	90,41 ± 4,74*
Opseg natkoljenice (cm)	39	50,69 ± 3,66	53,39 ± 3,62*
Opseg potkoljenice (cm)	39	34,72 ± 2,55	36,32 ± 2,21*
Opseg trbuha (cm)	39	75,16 ± 4,86	78,07 ± 3,95*
Nabor triceps (mm)	39	10,25 ± 3,08	8,96 ± 2,42*
Nabor leđa (mm)	39	8,25 ± 2,26	8,29 ± 2,31
Nabor trbuh (mm)	39	11,95 ± 5,56	10,99 ± 4,47
Nabor supra (mm)	39	8,43 ± 3,84	7,76 ± 3,07*
Nabor natkoljenice (mm)	39	14,59 ± 4,40	11,54 ± 3,23*
Nabor potkoljenice (mm)	39	10,57 ± 2,90	8,88 ± 2,86*

\* p<0.05

Rezultati studentovog t-testa za zavisne uzorke upućuju da ispitanici pokazuju karakteristike intenzivnog rasta objašnjenih u dosadašnjim istraživanjima (3,7,10,13) iako je period između dva mjeranja relativno kratak (6 mjeseci). Sve antropometrijske mjere koje definiraju longitudinalnu dimenzionalnost skeleta, transversalnu dimenzionalnost skeleta i volumena i mase tijela pokazuju statistički značajan porast (Tablica 1.) Jedino se mjere potkožnog masnog tkiva smanjuju. Neke od njih statistički značajno (Nabor tricepsa, suprailiokristalni nabor, nabor natkoljenici, nabor na potkoljenici), a neke bez statističke značajnosti (kožni nabor leđa, kožni nabor trbuha) na razini 95% pouzdanosti. Rezultati pokazuju iste značajke kao i u dosadašnjim radovima (10). I prema nekim ranijim istraživanjima (14), dob između 14-15 godina autori nalaz da postoje nagovještaji senzitivnih faza u međusobnim odnosima pojedinih antropometrijskih mjera.

U fazi adolescencije mijenja se odnos mišićnog i potkožnog masnog tkiva. U dječaka dolazi do

progresivnog povećanja ukupne mišićne mase te smanjenja relativne količine potkožnog masnog tkiva. Do kraja puberteta količina masnog tkiva se smanjuje do vrijednosti od približno 12 % tjelesne masti u ukupnoj tjelesnoj masi (12).

Unutar motoričkog prostora većina rezultata pokazuje statistički značajne razlike između rezultata dva mjeranja. Rezultati u testovima za procjenu motoričkih sposobnosti (Tablica 2.) pokazuju veće vrijednosti u odnosu na prosječnu populaciju te dobi (1). Testovi Ekstenzija leđa (statička snaga leđa), čučnjevi u 60 sekundi i iskret palicom ne pokazuju statistički značajne razlike u dva mjeranja (p<0.05). Vrijeme izdržaja u vodoravnom pretklonu se smanjilo (iako ne statistički značajno) što se može objasniti velikim povećanjem dužinskih mjera što znači i dužu polugu. Kako prirast snage (leđa) vremenski kasne za prirastom dužine kostiju, moglo se i očekivati da će se vrijeme izdržaja skratiti. Statička jakost kod dječaka ovisi o stupnju biološke zrelosti. Krivulja razvoja statične jakosti viša je kod

Tablica 2. Deskriptivna statistika motoričkih sposobnosti  
Table 2. Descriptive statistics of motor abilities

	N	AS1 ± SD1	AS1 ± SD1
CMJA (cm)	39	46,13 ± 5,02	51,94 ± 6,13*
Cating	39	28,04 ± 2,40	30,00 ± 3,22*
Podizanje trupa 60s	39	52,00 ± 5,06	56,74 ± 6,65*
Ekstenzija leđa (sec)	39	103,01 ± 30,46	101,26 ± 25,25
Čučnjevi 60s	39	56,54 ± 6,57	58,05 ± 5,26
Bench press 50%	39	15,87 ± 7,82	21,46 ± 8,21*
Sit and reach (cm)	39	7,09 ± 6,18	9,34 ± 6,08*
Iskret palicom (cm)	39	72,64 ± 12,74	74,86 ± 11,71
Ekstenzija stopala (cm)	39	9,33 ± 1,74	10,18 ± 1,93*
Fleksija stopala (cm)	39	7,58 ± 1,44	7,97 ± 1,59

\*  $p < 0.05$

dječaka koji ranije biološki sazrijevaju (5). Broj čučnjeva u 60 sekundi se povećao ali ne statistički značajno ( $p < 0.05$ ). Razlog tomu je vjerojatno povećanje dužina donjih ekstremiteta i tjelesne težine uz nedovoljno razvijenu snagu.

Kod testa za procjenu fleksibilnosti ramenog pojasa (iskret palicom) došlo je do povećanja rezultata (ne statistički značajnog,  $p < 0.05$ ) što bi definiralo smanjenu sposobnost fleksibilnosti ramenog zgloba. Međutim, kako taj test mjeri razmak između šaka prilikom iskreta palicom koja se drži u pruženim rukama, a vrijednosti raspona ruku statistički su značajno porasle ( $p < 0.05$ ), taj negativni trend rezultata se može pripisati toj pojavi, a ne smanjenoj fleksibilnosti ramenog pojasa. Isti zaključak se može primijeniti i na lošije rezultate u testu za procjenu fleksibilnosti trupa (Sit and reach).

Lošiji rezultati u fleksibilnosti stopala (ekstenzija) se također može djelomično pripisati načinu mjerenja. Duže stopalo će u opruženom stanju biti udaljenije od podloge. Ipak, analizirajući te rezultate u kombinaciji s rezultatima fleksije stopala, može se zaključiti da se u promatranom periodu nije posvećivala dovoljna pažnja razvoju fleksibilnosti tog zgloba kod promatranog uzorka ispitanika. Na osnovu rezultata dobivenih u ovom istraživanju sa sigurnošću se može tvrditi da plivači starosti 14-15 godina prolaze najintenzivniju fazu rasta i razvoja sa svim karakteristikama dobivenih i u ranijim istraživanjima (3,7,10,13). Kako u tom periodu postoji veliki nesklad u proporcijama tijela s velikim vremenskim kašnjenjem razvoja mišićnog sustava, može se zaključiti da je prerano sa velikim intenziviranjem treninga u vodi i na suhom. Neki autori (11,2) sugeriraju da se neke vježbe za trening jakosti mogu provoditi ali da bi se trebale odvijati u ležećem ili kosom položaju. Maksimalni intenzitet s kojim bi se trebale provoditi vježbe je oko 60–65% od maksimalne jakosti. Nakon toga se, kako se povećava jakost, povećava i otpor za 5-10%.

Što se tiče treninga visokog intenziteta u vodi u tom periodu, istraživanja upućuju da je potrebno obratiti veliku pažnju kod primjene anaerobnih opterećenja zbog aktivnosti enzima fosfofruktokinaze koji limitira glikolizu (9). Utvrđeno je da u skeletnim mišićima djece u fazi puberteta postoji manja mogućnost refosforilacije ATP-a putem anaerobnog sustava nego u odraslih. Djeca imaju manje glikogenske depoe i nižu aktivnost anaerobnih enzima laktat dehidrogenaze i fosfofruktokinaze (8). Dokazana je i povezanost između maksimalne koncentracije laktata u krvi sa koncentracijom testosterona u krvi te stupnjem biološke zrelosti. Mjerenjima pri submaksimalnim opterećenjima utvrđeno je da djeca u većoj mjeri iskorištavaju čisto aerobne izvore energije (masne kiseline i ugljikohidrate) te će takav biti i odgovor na anaerobne treninge u vodi ako se ne čeka završetak biološkog sazrijevanja (12).

Veliki prirasti, naročito u dužinama i širinama kostiju, stvoriti će veću površinu kojom se ostvaruje propulzivni dio zaveslaja u plivanju pa je za očekivati povećanje brzine u vodi. To povećanje brzine nije uzrokovano samo povećanim motoričkim ili funkcionalnim sposobnosti već u velikoj mjeri i mehanikom potiska vode većom površinom uz veću hidrodinamičnost tijela.

Za provjeru odnosa skupa antropometrijskih i motoričkih karakteristika pokušalo se utvrditi da li postoji statistički značajnih kanoničkih faktora (Tablica 3.) među njima i kakva im je struktura.

Rezultati kanoničke analize (Tablica 3.) ukazuju da i u prvom i drugom mjerenju postoji po jedan par statistički značajnih kanoničkih faktora koji povezuju ova dva skupa ( $p < 0.05$ ).

Da bi se utvrdila struktura faktora unutar antropometrijskog prostora (Tablica 4.), promatrane su projekcije pojedinih varijabli na izdvojeni faktor.

Tablica 3. Rezultati kanoničke analize

Table 3. Canonical analysis results

	Canoniel - R	Canoniel - R-sqr.	Chi-sqr.	df	p
1. mjerenje	0,986106	0,972405	275,6922	230	0,021*
2. mjerenje	0,990174	0,980444	311,5411	230	0,000*

\*p&lt;0.05

Tablica 4. Struktura kanoničkog faktora - antropometrijski skup

Table 4. Canonical Factor Structure - anthropometric set

	Root 1 mj.	Root 2 mj.
Visina tijela	0,529161	0,045108
Masa tijela	0,406988	0,281981
Raspon ruku	0,570170	0,134016
Dužina ruke	0,544253	0,039854
Dužina noge	0,446465	0,084694
Dužina šake	0,283646	-0,054559
Dužina stopala	0,174883	0,085455
Širina ramena	0,584217	0,301376
Širina zdjelice	-0,063321	-0,242539
Širina stopala	0,171039	0,215394
Širina šake	0,393879	0,052050
Opseg nadlaktice eks	0,289733	0,350357
Opseg podlaktice	0,330123	0,341605
Opseg grudnog koša	0,295295	0,262118
Opseg natkoljenice	0,151660	0,270538
Opseg potkoljenice	0,136115	0,495873
Opseg trbuha	0,214884	0,036227
Nabor triceps	-0,476280	0,149841
Nabor leđa	-0,141428	0,227296
Nabor trbuh	-0,221276	0,228129
Nabor supra	-0,122859	0,035923
Nabor natkoljenice	-0,374007	-0,048922
Nabor potkoljenice	-0,342127	0,011482

Rezultati strukture faktora unutar antropometrijskog sklopa (Tablica 4.) izdvajaju plivače s velikim longitudinalnim mjerama i širokim ramenima, dok projekcije varijabli na izdvojeni faktor u drugom mjerenju definira plivača velike snage ekstremiteta (opsezi).

Analizom strukture faktora unutar motoričkog prostora vidljivo je da su se u prvom mjerenju (Tablica 5.) izdvojili plivači velike skočnosti, velike repetitivne snage ruku i velike repetitivne snage ruku i ramenog pojasa, a uz to i fleksibilnog trupa. U drugom mjerenju su najveće povezanosti repetitivne snage trupa i fleksibilnosti ramenog pojasa s izdvojenim faktorom.

Tablica 5. Struktura kanoničkog faktora - motorički skup

Table 5. Canonical Factor Structure - motor set

	Root 1 mj.	Root 2 mj.
CMJA	0,752414	0,364207
Cating	-0,022388	-0,116961
Podizanje trupa 60s	0,246951	0,489010
Ekstenzija leđa	-0,196360	-0,066348
Čučnjevi 60s	0,414006	-0,103179
Bench press 50%	0,596751	0,083766
Sit and reach	0,588028	0,027381
Iskret palicom	0,231229	-0,731940
Ekstenzija stopala	0,107263	-0,119497
Fleksija stopala	-0,191186	0,000688

Uspoređujući strukture prvog i drugog mjerenja zamjetljive su znatno promijenjeni odnosi unutar između prostora antropometrijskih karakteristika i motoričkih sposobnosti.

## ZAKLJUČAK

Analizirajući rezultate istraživanja može se zaključiti da plivači starosti 14-15 godina još uvijek prolaze fazu intenzivnog rasta i razvoja. Sve promjene unutar morfološkog prostora se podudaraju s dosadašnjim istraživanjima. Statička snaga trupa i repetitivn snaga nogu, koje ne pokazuju statistički značajne promjene, uvjetovane su znatno većim polugama uz manji prirast jakosti, što je i karakteristično za period adolescencije kod dječaka. Testovi koji procjenjuju fleksibilnost ramenog pojasa i trupa u izvedbi su direktno vezani uz dužinu kostiju te se ne mogu interpretirati kao nedostatak. Izdvajanje samo jednog statistički značajnog para kanoničkih faktora može se objasniti velikom varijabilnosti rezultata, a različita struktura intenzivnim promjenama unutar ta dva prostora za vrijeme adolescencije. Vremenska nesinkroniziranost prirasta rezultata unutar svakog od njih uzrokovala je potpuno drugačiju strukturu izdvojenog para kanoničkih faktora. Može se zaključiti da je potrebno pričekati završetak intenzivnog rasta i razvoja promatranog uzorka i tek tada započeti sa visokointenzivnim anaerobnim treninzima u vodi i velikim opterećenjima na suhom.

## Literatura

1. Čular D, Tomljanović M, Jurko D. Relacije nekih dimenzija antropološkog statusa i statičke snage kod učenika i učenica srednjoškolske dobi. Zbornik radva 18. ljetne škole kineziologa republike Hratske. Poreč, 2009; 127-31.
2. Faigenbaum A.D. Strenght training for children and adolescent. *Clinic in Sport Medicine*, 2000;19, 593-619.
3. Kondrič M. Promjene odnosa između nekih antropometrijskih osobina i motoričkih sposobnosti učenika od 7. do 18. godine, Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu, 2000. Doktorska disertacija
4. Leko G. Definiranje odnosa motoričkih sposobnosti i antropometrijskih karakteristika plivača. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu. 2001; 12-13; 92. Doktorski rad.
5. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. Champaign: Human Kinetics, 2004.
6. Medved R i sur. *Sportska medicina*. Zagreb: JUMENA, 1987; 127-67.
7. Medved R, Mišigoj-Duraković M, Matković BR, Pavičić L. Pokazatelji rasta školske djece i omladine muškog spola od 8. do 18. godine života. *Medicinski vjesnik*, 1989b; 21(1-2), 1-4.
8. Mikulić P. Ventilacijsko-metabolički pokazatelji pri progresivnom testu opterećenja kod veslača različite biološke dobi, Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu, 2006. Doktorska disertacija.
9. Mišigoj-Duraković M. Kinantropologija. Biološki aspekti tjelesnog vježbanja. Kineziološki fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, 2008; 130-224.
10. Mišigoj-Duraković M. Morfološka antropometrija u sportu. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1995.
11. Payne GV, Morow JR, Johnson L, Dalton SN. Resistance training in children and youth: A meta-analyses. *Res Q Exerc Sport*, 1997; 68(1), 80-8.
12. Rowland TW. *Children's exercise physiology*. (2nd edition). Champaign, IL, 2005. USA: Human Kinetics.
13. Stang J, Story M. Adolescent growth and development. In: Stang J, Story M. (eds): *Guidelines for Adolescent Nutrition Services*. /on line/, 2004.
14. Stijepić R, Nićin D. Senzitivne faze razvoja antrpometrijskih karakteristika dječaka od 7 do 15 godina. *Glasnik Antropološkog društva Srbije*. Novi Sad. 2008; (43)532-8.
15. Volčanšek B. Bit plivanja. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2002; 44-7.
16. Vorontsov A. (2004). Multy year trening of youth athlete as potential modifier of growth and development (Analysis of some biological concepts). *Skinuto s mreže* 30. travnja 2011. s: <http://coachesinfo.com>
17. Vorontsov AR i sur. Patterns of growth for some characteristics of physical development, functional and motor abilities in boy-swimmers 11-18 years.U: Keskinen KL, Komi PV, Hollander AP(eds.) "Biomechanics and Medicine in Swimming VIII". *Proceedings of the VIII International Symposium VIIIth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming* , University of Juvaskyla, 1999; 327-35.
18. Wilmore JH, Costill DL. Children and adolescent in sport and exercise. U J.H. Wilmore i DL Costill (ur), *Physiology of sport and exercise*. 3. ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.