

Hrvat. Športskomed. Vjesn. 2011; 26: 83-87

## SOMATOTIP PLIVAČA

### SWIMMERS SOMATOTYPE PROFILE

Goran Leko, Klara Šiljeg, Pavle Mikulić

Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

#### SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je određivanje somatotipa plivača starosti 14-16 godina te utvrđivanje veze između pojedinih komponenti somatotipa, indeksa tjelesne mase (BMI), postotka masnog tkiva i sume tri kožna nabora sa rezultatima u plivanju na 100 metara sa četiri različite tehnike plivanja izražena u bodovima prema FINA (Federation International de Natation) tablicama. U tu svrhu izmjereno je 68 plivača zagrebačkih plivačkih klubova sa 10 antropometrijskih mjera iz kojih je utvrđen somatotip antropometrijskom metodom prema Heathovoj i Carteru (2). Rezultati ukazuju na nešto povećanu količinu potkožnog masnog tkiva u usporedbi s plivačkom populacijom. Utvrđeno je da ta količina masnog tkiva ima vrlo niske veze s rezultatima u plivanju. Nasuprot tome, BMI pokazuje vrijednosti sukladno dosadašnjim istraživanjima. Somatotip promatranih plivača ukazuje na naglašenu ektomorfnu komponentu dok su endomorfna i mezomorfna podjednake. Utvrđeno je da ektomorfna komponenta somatotipa ima negativne korelativne veze sa rezultatima plivanja u sve četiri tehnike, a statistički značajna pozitivna korelativna veza je između mezomorfne komponente i broja bodova na dionici 100 metara leptir tehnikom. Kao statistički značajna izdvojila se pozitivna veza BMI sa sve četiri tehnike plivanja što se može pripisati pretežno količini mišićne mase jer količina masnog tkiva ne pokazuje pozitivne veze. Rezultati ukazuju da svi plivači mjereni u ovom istraživanju nisu završili period puberteta te da je statistički značajna pozitivna veza utvrđena samo kod mezomorfne komponente somatotipa koju karakterizira veća mišićna masa i leptir tehnika koja je energetski najzahtjevnija.

*Ključne riječi:* plivanje, somatotip, tehnika plivanja

#### SUMMARY

The aim of this research was to determine the somatotype profiles of 14-16-year-old male swimmers as well to determine the relationship between various somatotype components, body mass index, body fat percentage and the sum of three skinfolds with 100-m swimming performance using all 4 swimming techniques. In that regard, 68 swimmers from swimming clubs in Zagreb were examined using 10 anthropometric measurements that were subsequently used to determine the somatotype according to the method proposed by Heath and Carter. The results point towards somewhat increased body fat percentage in comparison to swimming population. It was established that body fat percentage has a very weak relationship with swimming performance. On the contrary, body mass index exhibits the values in line with previous research. The somatotype of the examined swimmers indicates strong ectomorphic component while the endomorphic and mesomorphic components are similar in their values. It was determined that the ectomorphic component is inversely related to swimming performance in all four techniques, while statistically significant positive relationship was observed between mesomorphic components and 100-m butterfly swimming performance. The body mass index variable is significantly related to performance in all for techniques which can be attributed mainly to the muscle mass quantity because body fat percentage does not exhibit positive relationships. The results indicate that all swimmers evaluated in this research have not completed their pubertal development and that the significant positive relationship can be evident only in the mesomorphic component which is characterized by larger muscle mass and butterfly technique which is the most demanding in terms of energy expenditure.

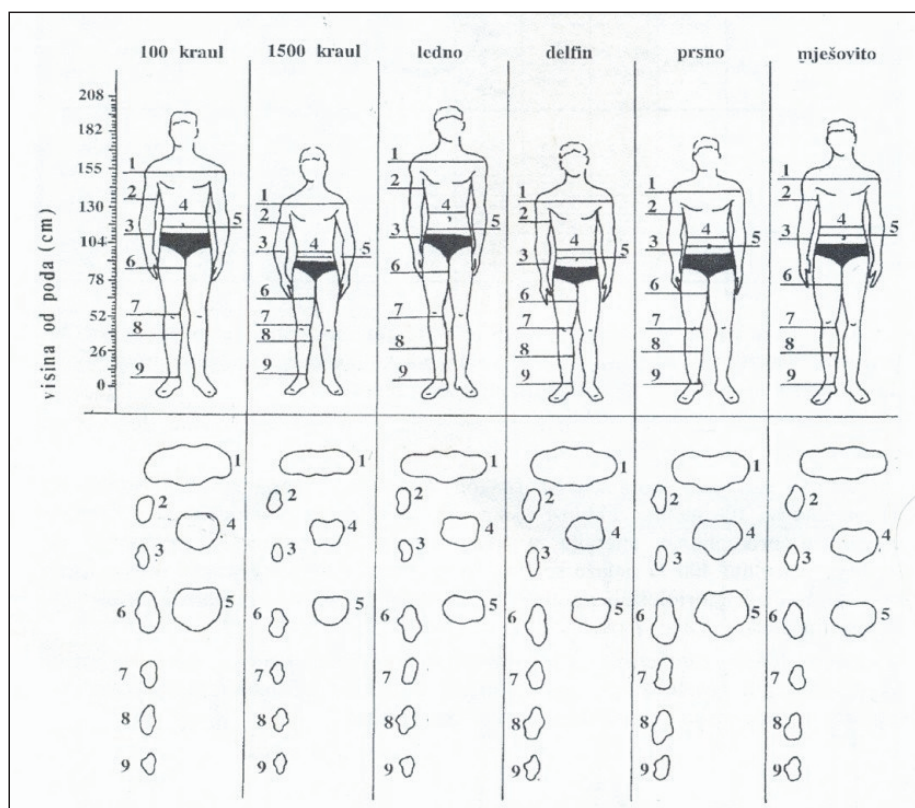
*Key words:* swimming, somatotype, swimming technique

## UVOD

Natjecateljsko plivanje je sport gdje je morfološka struktura od izuzetne važnosti. Budući da se aktivnost odvija u vodi, potrebno je voditi računa o sastavu tijela kako bi ono bilo što plovnije, stvaralo što veću propulzivnu silu, a pri tome stvaralo što je manji mogući frontalni otpor. Kako je gustoća raznih tkiva u tijelu različita to će i različita struktura tijela utjecati na plovnost. Masno tkivo ima najmanju specifičnu težinu, a time i najveću plovnost. Međutim, pretjerana količina masnog tkiva nema veliku funkciju u većini plivačkih utrka, a može povećati frontalni otpor. Također, prevelika količina mišićne mase može stvoriti veliku propulzivnu silu ali i povećati frontalni otpor. Kako je voda medij koja

je oko 780 puta gušća od zraka i pruža 10-12 puta veći otpor (11), takve pojedinosti mogu znatno utjecati na brzinu plivanja.

Plivačka pravila razlikuju 4 načina plivanja (slobodno – kraul, leđno, prsno i leptir) i mješovito plivanje koje sa sastoji od 4 dionice koje se plivaju tim načinima plivanja određenim redoslijedom. Antropološka analiza plivanja upućuje na veliku razliku angažiranosti mišićnih grupacija između plivačkih tehnika i vrlo velike razlike u dobivanju energije za utrke različite dužine trajanja. Istraživanja u 80-tim godinama prošlog stoljeća su jasno definirala različitosti u morfološkim strukturama plivača određenim tehnikama i na različitim dionicama (11).



Slika 1. Antropometrijske karakteristike plivača ( Volčanšek, 1998.)

Figure 1. Anthropometric characteristics of swimmers (Volčanšek, 1998.)

Na slici 1. vidljiva je značajna razlika u antropometrijskim dimenzijama plivača različitim tehnikama i na različitim dužinama dionica prije 20-ak godina. Iste rezultate nalazi i Carter (3). Budući da se u novije vrijeme sve veći dio trenaznog procesa provodi plivajući svim tehnikama (bazična priprema), plivači su počeli nastupati u više tehnika plivanja što je u znatnoj mjeri smanjilo specijalnost plivača na jednu tehniku te je zamjetno smanjivanje morfoloških različitosti između plivača koji plivaju različitim tehnikama.

Prema Carteru (1) prosječne vrijednosti somatotipa plivača sudionika olimpijskih igara iznosi 2,8-5,4-2,7 što ukazuje da plivače definira mezomorfna komponenta sa

primjesama endomorfne i ektomorfne komponente. Richards (7) navodi da plivači teže ka ektomorfnom tipu.

## ISPITANICI I METODE

Izmjereno je 68 plivača zagrebačkih plivačkih klubova starosti 14-16 godina. Endomorfna, mezomorfna i ektomorfna komponenta somatotipa izračunata je prema Heath-Carter (2) metodi.

Za određivanje endomorfne komponente somatotipa zbrojeni su kožni nabori na nadlaktici, leđima i trbuhu (suprailijačno).

END = - 0,7182+0,1415 (SKN X 170,18/ VT) - 0,00068

(SKN X 170,18/VT)<sup>2</sup> + 0,000014 (SKN X 170,18/VT)<sup>3</sup>

VT = visina tijela

SKN = suma kožnih nabora nadlaktice, leđa i suprailijačnog kožnog nabora

Za određivanje mezomorfne komponentne somatotipa izmjerena je visina tijela, dijametar koljena, dijametar lakta, korigirani opseg nadlaktice i korigirani opseg potkoljenice.

MEZ = 0,858 DL + 0,601 DK + 0,188 KON + 0,161 KOP - 0,131 VT + 4,50

VT = visina tijela

DL = dijametar lakta

DK = dijametar koljena

KON = korigirani opseg nadlaktice

KOP = korigirani opseg potkoljenice

Ektomorfna komponenta somatotipa izračunata je na temelju odnosa tjelesne visine i mase tijela pomoću ponderalnog indeksa:

$\frac{\text{visina tijela}}{\text{masa tijela}}$

<sup>3</sup> masa tijela

Dobiveni indeks se očitava iz nomograma, a zatim se očitava vrijednost bodova koje on nosi (6).

Kako bi se što bolje definirao sastav tijela izmjerena je ukupna količina masnog tkiva metodom bioelektrične impedancije.

Suma tri nabora korištena je za određivanje somatotipa, ali i kao varijabla za utvrđivanje veza s uspješnosti plivanja.

Za utvrđivanje veza između komponenti somatotipa i uspješnosti u plivanju 4 različite plivačke tehnike koristili su se rezultati plivača s natjecanja na dionici 100 metara. Radi lakše komparacije, rezultati na 100 metara u pojedinoj tehnici plivanja pretvoreni su u bodove prema FINA tablicama.

Podatci su obrađeni paketom „Statistica for Windows“ i to deskriptivna statistika i korelativne veze promatranih parametara.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Tablica 1. Komponente somatotipa – prosječne vrijednosti

Table 1. Somatotype components – mean values

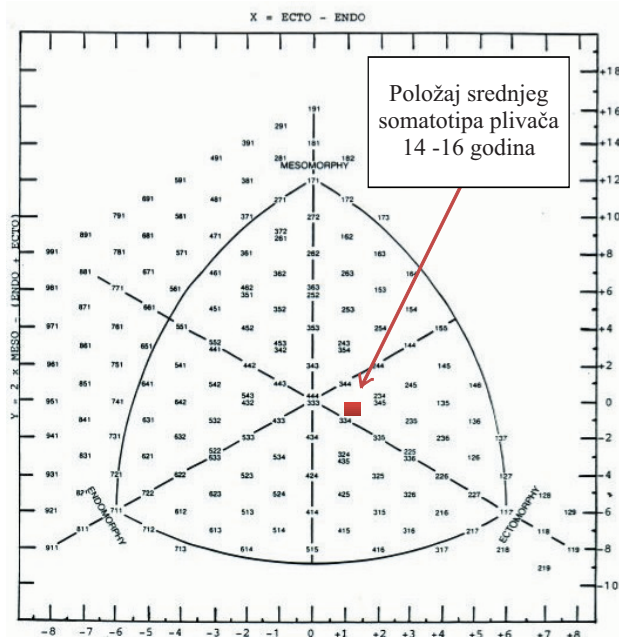
Endomorfna komponenta	Mezomorfna komponenta	Ektomorfna komponenta
2,21	2,34	3,31

Tablica 1. pokazuje prosječne vrijednosti tri komponente somatotipa promatranih uzorka. Može se zaključiti da prevladava ektomorfna komponenta somatotipa dok su ostale dvije komponente približno sličnih vrijednosti.

Prema Heathovoj i Carteru (2) može se iskazati položaj plivača unutar 2-D somatografa i to:

X os = ektomorfna - endomorfna = 1.10

Y os = 2 X mezomorfna – (endomorfna + ektomorfna) = -0,84



Slika 2. Somatograf plivača

Figure 2. Somatochart of swimmers

Analizirajući rezultate promatranih uzorka plivača može se zaključiti da se komponente somatotipa promatranih plivača razlikuje od plivača seniorske kategorije dobivenih na sudionicima olimpijskih igara prema Carteru (1) koji je utvrdio naglašenu mezomorfnu komponentu plivača, a u prilog istraživanju Richardsa (7).

Kako bi uz komponente somatotipa posebno provjerili povezanost količine potkožnog masnog tkiva sa uspješnošću u plivanju različitim tehnikama plivanja na dionici 100 metara, promatrane su i korelativne veze postotka masnog tkiva u tijelu mjenog metodom bioelektrične impedancije, BMI i suma tri kožnih nabora.

Tablica 2. Osnovni deskriptivni parametri antropometrijskih karakteristika i bodova za plivačke rezultate

Table 2. Descriptive parameters of anthropometric characteristic and points awarded for swimming results

Descriptive Statistics					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
TV	68	178,54	163,40	190,40	5,78
TM	68	69,33	53,00	86,90	8,36
SN	68	24,45	16,20	47,30	6,08
FAT%	68	16,46	10,60	23,00	2,30
BMI	68	21,70	18,33	26,40	1,93
100K bod	68	493,40	267,00	697,00	81,16
100I bod	68	402,35	171,00	643,00	95,44
100P bod	68	420,09	243,00	655,00	87,51
100D bod	68	393,40	173,00	671,00	107,21

TV-tjelesna visina, TM-tjelesna masa, SN-suma tri nabora, FAT%-postotak masnog tkiva, BMI-indeks tjelesne mase, 100K bod- rezultat u bodovima 100 metara slobodno, 100I bod- rezultat u bodovima 100 metara leđno, 100P bod- rezultat u bodovima 100 metara prsno, 100D bod- rezultat u bodovima 100 metara leptir

TV-body height, TM-body weight, SN-sum three skinfolds, FAT%-body fat percentage, BMI-body mass index, 100K bod-points awarded for 100-m freestyle swimming performance, 100I bod- points awarded for 100-m backstroke swimming performance, 100P bod- points awarded for 100-m breaststroke swimming performance, 100D bod- points awarded for 100-m butterfly swimming performance

Tablica 2. Prikazuje prosječne vrijednosti visine plivača, težine plivača, BMI, sume kožnih nabora i postotka masnog tkiva mjenog metodom bioelektrične impedancije. Može se zaključiti da plivači imaju 16,46 % masnog tkiva i BMI 21,70. Uspoređujući ove rezultate sa dosadašnjim istraživanjima može se zaključiti da je postotak masnog tkiva nešto viši nego u dosadašnjim istraživanjima (6). Kako u dobi od 12-17 godina ukupna količina masnog tkiva raste ali postotak masnog tkiva pada, može se zaključiti da promatrani uzorak plivača ima preveliku količinu masnog tkiva u usporedbi s plivačima seniorske kategorije (10 – 12%) (6). Uprkos tome BMI pokazuje optimalne vrijednosti za plivače (21,7). Obzirom na dob plivača može se očekivati smanjenje postotka masnog tkiva i povećanje mišićne mase kada završi faza intenzivnog rasta i razvoja kod svih plivača.

Tablica 3. Koeficijenti korelacija  
Table 3. Correlation coefficients

Correlations Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=68				
	100K bod	100I bod	100P bod	100D bod
FAT%	0,19	0,19	0,06	0,23
BMI	0,47*	0,29*	0,33*	0,50*
Suma nabora	0,20	0,18	0,12	0,24
endomorf	0,17	0,14	0,09	0,22
mezomorf	0,19	-0,00	0,15	0,24*
ektomorf	-0,37*	-0,16	-0,25*	-0,45*

\*statistička značajnost na razini/statistical significance at  $p < 0,05$

Međutim, analizirajući korelativne veze (Tablica 3.) može se utvrditi da je korelativna veza ektomorfne komponente somatotipa statistički značajna s rezultatima plivanja slobodnim načinom, prsnim načinom i leptir načinom. Međutim te su veze negativnog predznaka. Veza ektomorfne komponente leđne tehnike nije statistički značajna ali je također negativnog predznaka. Korelativne veze endomorfne komponente su niskih vrijednosti i nemaju statističku značajnost iako su pozitivnog predznaka. Mezomorfna komponenta pokazuje relativno niske vrijednosti veza s uspješnošću plivanja, a statistički značajna je samo veza s rezultatom na 100 metara leptir

tehnike. Ovakav rezultat se može objasniti činjenicom da je leptir tehnika značajno zahtjevnija glede motoričkih i funkcionalnih sposobnosti u usporedbi s ostale tri tehnike.

Od ostalih promatranih parametara može se primijetiti da BMI ima statistički značajne pozitivne veze s sve 4 tehnike plivanja dok postotak masnog tkiva i suma nabora ne pokazuju statističku značajnost niti s jednom tehnikom plivanja.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu dobivenih rezultata može se zaključiti su plivači prošli fazu intenzivnog rasta kostiju u dužinu što ukazuje naglašena ektomorfna komponenta somatotipa. Međutim, relativno velika količina masnog tkiva može ukazivati da tek slijedi faza porasta mišićne mase koja će vjerojatno rezultirati promjenom vrijednosti somatotipa prema mezomorfnoj komponenti kao u istraživanju Cartera (1) na seniorskoj populaciji plivača, sudionicima Olimpijskih igara.

Rezultati ukazuju da plivači velikih dužina kostiju (ektomorfna komponenta) imaju negativne veze s uspješnosti plivanja na 100 metara u kojoj veliku ulogu imaju snaga plivača i anaerobne komponente dobivanja energije. Nasuprot tome, statistički značajne pozitivne veze BMI i bodovnih vrijednosti isplivanih rezultata na 100 metara sve četiri tehnike plivanja ukazuju da je potrebno imati određenu masu tijela (naročito mišićnu masu) za postizanje kvalitetnog rezultata na 100 metara. Relativno niske pozitivne veze se mogu objasniti sudjelovanjem masnog tkiva u težini tijela koja definira BMI. Postotak masnog tkiva bi na kraju faze puberteta trebao pokazivati manje vrijednosti na račun povećanja mase mišića.

Posebno se izdvojila kao statistički značajna pozitivna veza između mezomorfne komponente somatotipa i bodova u leptir tehnici. Ova pojava se može objasniti velikim motoričkim i funkcionalnim sposobnostima potrebnim za leptir tehniku plivanja u usporedbi s ostale tri tehnike. Rezultati istraživanja ukazuju da somatotip plivača i struktura tijela ne pokazuju visoku povezanost s uspješnošću plivanja na 100 metara niti da se na osnovu somatotipa u ovoj dobi plivača mogu utvrditi pravilnosti veza između komponenti somatotipa i tehnike plivanja. Po niskim korelativnim vezama postotka masnog tkiva i sume tri mjerena nabora s rezultatima plivanja može se ustvrditi da masno tkivo ne igra pozitivnu i značajnu ulogu u plivanju na 100 metara. U promatranom uzorku plivača uočena je pozitivna veza bodovne vrijednosti rezultata i BMI. Kako pokazatelji količine masnog tkiva ne pokazuju statistički značajnu korelaciju s bodovnim vrijednostima, može se pretpostaviti da je veliki dio mišićne mase unutar BMI zaslužan za tu pozitivnu vezu. Ektomorfna komponenta pokazala je negativnu vezu u svim tehnikama plivanja. Mezomorfna komponenta pokazuje svoju značajnost kod plivanja leptir tehnike koja je energetski najzahtjevnija od promatrane četiri tehnike plivanja.



## Literatura

1. Carter JEL. Physical structure of Olympic athletes, Part I: The Montreal Olympic Games anthropological project, 1984; 80-109.
2. Carter JEL, Heath BA. Somatotype-development and applications. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.
3. Carter JEL, Ackland TR. Kinanthropometry in Aquatic Sports: A study of world class athletes. Champaign. Human Kinetics, 1994; 158-90.
4. Leko G. Definiranje odnosa motoričkih sposobnosti i antropometrijskih karakteristika plivača. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu, 2001; Doktorski rad 12-13;92.
5. Mišigoj-Duraković M. Morfološka antropometrija u športu. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1995.
6. Mišigoj-Duraković M. Kinantropologija – biološki aspekti tjelesnog vježbanja. Zagreb: Kineziološki Fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2008.
7. Richards R. Talent identification and development. ASCTA Convention, Western Australian Institute of sport, 1999.
8. Rowland TW. Children's exercise physiology. (2nd edition). Champaign, IL., USA: Human Kinetics, 2005.
9. Stang J, Story M. Adolescent growth and development. In: Stang J, Story M. (eds): Guidelines for Adolescent Nutrition Services. /online/, 2004.
10. Stijepić R, Ničin D. Senzitivne faze razvoja antropometrijskih karakteristika dječaka od 7 do 15 godina. Glasnik Antropološkog društva Srbije. Novi Sad. 2008; (43)532-8.
11. Volčanšek B. Bit plivanja. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2002; 44-7.
12. 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.
13. 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.