

Ratko Pavlović, Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta Istočno Sarajevo

Nataša Branković,

Aleksandar Raković, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Niš

STRUKTURA MORFOLOŠKOG PROSTORA UČENIKA

1. UVOD

Kao jedan od podsistema sveukupnog psihosomatskog statusa čovjeka je morfološki prostor, i vrlo je često predmet interesovanja mnogih istraživača u oblasti fizičke kulture. Iz tog razloga saznanja o ovom prostoru se svakodnevno dopunjuju i obogaćuju novim činjenicama. Interesantnost proučavanja morfološkog prostora leži u činjenici da različite tehnike i metode antropometrijskih mjerenja, heterogenost uzorka i drugo znatno otežavaju generalizaciju stečenog znanja. Još kad se ovim činjenicama doda i zavisnost razvoja morfoloških karakteristika od brojnih endogenih i egzogenih faktora (Mišigoj-Duraković, 2008) problem proučavanja postaje složeniji a ujedno i interesantniji. Da bi bolje poznavali složenost morfološkog prostora i zavisnost od endogeno-egzogenih faktora neophodno je definisati i pojam rasta i razvoja. Rast podrazumjeva promjene morfološki uočljivih obilježja, prvenstveno rast kostiju u dužinu i širinu, a razvoj promjene u funkciji na nivou ćelije, tkiva, organa i organskih sistema (Đurašković, 1997). Morfološke karakteristike djece i omladine različitih uzrasta su izučavane s ciljem utvrđivanja njihove latentne stukture (Momirović, 1969, 1970; 1987; Malacko 1991; Ilić, 1991; Doder 1998; Neljak, 1999) ali i zbog komparacije sa morfološkim karakteristikama odraslih (Kurelić, 1971; Bala, 1981; Hošek, 1982; Hofman, 1985, Ivanović, 2003; Pavlović, 2004; Marušić & Jovović, 1997 i dr). Na taj način su uočene njihove međusobne razlike i istovremno su praćene promjene antropometrijskih mjera tokom rasta i razvoja.

Istraživanja strukture morfološkog prostora su takođe interesantna u području sporta, gdje se na osnovu strukture mogu predvidjeti neki od transformacionih procesa, odnosno njihov tok i krajnji ishod, manifestujući se na rezultat (Marković & Pivač, 2005; Kasum & Radović, 2007; Mutavdžić & Milenković, 2007; Smajić & sar. 2008). Dosadašnja istraživanja ukazuju da se kod odraslih osoba mogu interpretirati četiri morfološke dimenzije: longitudinalna dimenzionalnost skeleta, transverzalna dimenzionalnost skeleta, volumen i masa tijela, potkožno masno tkivo. Rezultati istraživanja morfoloških karakteristika djece i omladine ukazuju da se može govoriti o trodimenzionalnom modelu, tako da se longitudinalna i transverzalna dimenzionalnost skeleta, koje se javljaju kod odraslih, ne diferenciraju pa se dobija jedinstvena karakteristika – dimenzionalnost skeleta. Prema tome, rezultati istraživanja na ispitanicima kod kojih nije završen morfološki rast i razvoj govore o tri faktora: dimenzionalnost skeleta, voluminoznost i masa tijela, potkožno masno tkivo. Kod ovog istraživanja, prilikom određivanja morfoloških dimenzija koje su mjerene, pošlo se od četverodimenzionalnog modela uređenosti morfološkog prostora. Na osnovu iznijetih pretpostavki o uređenosti morfološkog prostora postavljen je predmet istraživanja koji definiše morfološki pro-

stor učenika, a postavljeni cilj je da se kod učenika utvrdi struktura i definišu latentne dimenzije.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika je obuhvatio 116 učenika muškog pola, usmjerenih odjeljenja mašinske i ekonomske škole Srednjoškolskog centra "Nikola Tesla" u Foči, uzrasta 17 godina ± 6 mjeseci. Svi testirani učenici su bili zdravi u momentu mjerenja, bez bilo kakvih morfoloških aberacija i aktivno su učestvovali u nastavi fizičkog vaspitanja.

2.2. Uzorak varijabli

Uzorak varijabli dobijen je na osnovu 18 antropometrijskih mjera prema IBP-u, na temelju kojih je, između ostalog, moguća procjena četiri antropometrijske latentne dimenzije (prema Momirović, K. i sar.1969) i to:

- za procjenu longitudinalne dimenzionalnosti skeleta:

- 1) visina tijela – AVIS
- 2) dužina noge – ADUN
- 3) dužina ruke – ADUR

- za procjenu transverzalne dimenzionalnosti skeleta:

- 4) širina ramena – AŠRM
- 5) širina karlice – AŠKR
- 6) dijametar lakta-ADLK
- 7) dijametar ručnog zgloba-ADRZ
- 8) dijametar skočnog zgloba – ADSZ

- za procjenu volumena i mase tijela:

- 9) masa tijela – AMAS
- 10) obim nadlaktice – AONL
- 11) obim podlaktice – AOPL
- 12) obim potkoljenice – AOPK
- 13) obim natkoljenice – AONK

- za procjenu potkožnog masnog tkiva:

- 14) kožni nabor trbuha – ANTR
- 15) kožni nabor leđa – ANLE
- 16) kožni nabor grudi-ANGR
- 17) kožni nabor nadlaktice-ANNL
- 18) kožni nabor natkoljenice-ANNK

Na svakom ispitaniku, sve antropometrijske varijable mjerene su jedanput, osim potkožnog masnog tkiva i obima, koje su mjerene tri puta. Na jednom ispitaniku mje-

renje su vršila četiri mjerioca, tako da je svaki mjerilac izvršio mjerenje varijabli samo jedne skupine antropometrijskih mjera. (npr. samo potkožno masno tkivo ili samo longitudinalnu dimenzionalnost skeleta).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

U skladu sa predmetom, problemom i ciljem istraživanja kao i karakteristikama manifestnih varijabli, primjena osnovnih metoda obrade podataka u ovom istraživanju omogućila nam je dobijanje neophodnih informacija za statističko ocjenjivanje parametara. Testiranje i ocjenjivanje parametara uzorka ispitanika izvršeno je algoritmom deskriptivnih i multivarijantnih metoda obrade podataka pomoću aplikativnog programskog statističkog paketa BASIC STATISTICA VERSION 6.0. Od komparativnih statističkih procedura i metoda primjenjene su linearna korelacija i faktorska analiza (Hotteling-ova metoda glavnih komponenti) koja omogućava parsimoniju, odnosno pojednostavljenje složene strukture morfološkog prostora na manji broj latentnih dimenzija koje ga na adekvatan način opisuju.

Tabela 1. Centralni i disperzioni parametri morfoloških varijabli

	<i>Mean</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Range</i>	<i>Std.Dev</i>	<i>Skew.</i>	<i>Kurt.</i>
AVIS	176.64	161.90	201.10	39.10	7.07	.55	.90
ADUN	109.41	98.10	127.80	29.70	5.06	.64	1.50
ADUR	77.02	68.50	86.50	18.00	4.02	.42	-.23
AŠRM	35.21	30.00	43.50	13.50	2.47	.20	-.21
AŠKR	27.15	23.00	36.10	13.10	2.20	1.58	5.11
ADLK	9.04	8.00	9.90	1.90	.37	.33	-.03
ADRZ	7.34	6.70	8.20	1.50	.26	.49	.52
ADSZ	9.46	8.20	10.70	2.50	.44	.13	.72
AMAS	66.58	50.00	96.20	46.20	10.74	1.34	2.62
AONL	24.68	19.50	32.80	13.30	2.97	.72	.21
AOPL	24.00	20.10	29.40	9.30	1.82	.54	.69
AOPK	34.90	22.50	42.00	19.50	3.19	-1.09	2.48
AONK	49.49	38.00	63.60	25.60	4.88	.48	.19
ANTR	11.24	4.70	35.60	30.90	6.59	1.70	2.77
ANLE	10.76	6.00	33.00	27.00	5.30	2.24	5.03
ANGR	8.75	3.20	23.00	19.80	4.35	1.58	1.84
ANNL	9.57	4.20	32.60	28.40	4.01	2.29	8.86
ANNK	11.66	4.50	28.80	24.30	4.95	1.40	1.98

Inspekcijom Tabele 1. uviđamo različite vrijednosti parametara antropometrijskih karakteristika, kako u prostoru istih latentnih morfoloških dimenzija tako i suprotnih. U prostoru longitudinalne dimenzionalnosti skeleta najveće variranje rezultata oko aritmetičke sredine (AS), tj. vrijednosti standardnih devijacija (SD) ispoljena je kod varijable tjelesne mase (AMAS), gdje je i raspon vrijednosti od MIN do MAX rezultata najveći i imamo ekstremne rezultate. Manje vrijednosti raspona se uočavaju kod varijabli

kojima je procjenjena transversalna dimenzionalnost skeleta, te se može zaključiti da je najveća homogenost rezultata ispoljena kod istih varijabli. Isti zaključak se ne može donijeti i za vrijednosti varijabli kožnih nabora gdje uočena slaba homogenost analiziranih vrijednosti. To se može uočiti na vrijednostima SD kao i raspona rezultata varijabli kožnih nabora. Ovdje je bitno istaći da vrijednosti kožnih nabora možemo generalizovati, što znači ako imamo veću vrijednost kožnih nabora jedne regije tijela očekivati je takođe veću vrijednost i druge regije tijela, što se ovdje pokazalo.

Tabela 2. Matrica glavnih komponenti

	Factor 1	Factor 2	h²
AVIS	.78	.22	.72
ADUN	.80	.05	.80
ADUR	.81	-.13	.78
AŠRM	.60	.22	.83
AŠKR	.41	.28	.81
ADLK	.40	.25	.80
ADRZ	.56	.20	.75
ADSZ	.58	.22	.82
AMAS	.57	.74	.80
AONL	.35	.68	.72
AOPL	.63	.67	.64
AOPK	-.55	.63	.77
AONK	-.27	.75	.79
ANTR	-.62	.36	.80
ANLE	.47	.62	.71
ANGR	.58	.66	.72
ANNL	.56	-.43	.69
ANNK	.50	.62	.68

Faktorizacijom matrice interkorelacije antropometrijskih varijabli, primjenom PB kriterijuma za određivanje broja značajnih komponenti, od 18 manifestnih varijabli izolovana su samo dva karakteristična korjena (Eigenval. 9.355) objašnjavajući oko 60% zajedničke varijanse (Tabela 3.1), pri čemu je pojedinačan doprinos prve latentne dimenzije oko 31%, a druge 28%.

Prva glavna komponenta je najviše saturirana varijablama kojima je procjenjena longitudinalna i transversalna dimenzionalnost skeleta gdje su koeficijenti visokih vrijednosti kao i manjim dijelom varijablama voluminoznosti i potkožnog masnog tkiva. Obzirom da su svi koeficijenti istog predznaka zaključak ja da vektori varijabli formiraju prilično uzak hiper konus oko prve glavne komponente. Druga glavna komponenta je najviše definisana varijablama za procjenu prvenstveno mjera voluminoznosti i mase tijela (.63 AOPK do .75 AONK) i većine kožnih nabora uz srednje visoke koeficijente korelacija manifestnih varijabli (.62 ANNK, ANLE do .66 ANGR).

Tabela 3. Faktorska struktura (Varimax)

	<i>Factor 1</i>	<i>Factor 2</i>	<i>h²</i>
AVIS	.80	.12	.83
ADUN	.81	.15	.79
ADUR	.83	-.14	.73
AŠRM	.70	.11	.76
AŠKR	.71	.18	.71
ADLK	.70	.15	.80
ADRZ	.66	.22	.85
ADSZ	.68	.23	.82
AMAS	.43	.87	.80
AONL	.33	.79	.70
AOPL	.31	.80	.64
AOPK	-.22	.77	.77
AONK	-.21	.74	.72
ANTR	-.24	.73	.79
ANLE	.30	.68	.71
ANGR	.46	.60	.72
ANNL	.27	-.66	.68
ANNK	.20	.62	.74

U tabeli 3. prikazane su projekcije manifestnih varijabli na ekstrahovane komponente nakon provedene ortogonalne transformacije, odnosno Varimax normalizacije.

Najviše projekcije je ostvario prvi faktor koji nosi najviše informacija ekstrahujući oko 31% zajedničke varijanse analiziranih varijabli. U prvom redu, njega determinišu visoke vrijednosti varijabli longitudinalnosti i to visina tijela (.80 AVIS), dužina noge (.81 ADUN), dužina ruke (.83 ADUR). Eigenval vrijednost od 5.123 je pokazatelj velikog faktorskog zasićenja ekstrahovanim varijablama. Dobijeni komunaliteti varijabli koji definišu prvi faktor imaju izrazito visoke vrijednosti. Najveći dio varijanse objašnjava, prije svega visina tijela (com.=.83), dužina noge (com.=.79), dužina ruke (com.=.73). Značajan doprinos ekstrakciji ovoga faktora dale su varijable transverzalne dimenzionalnosti sa svojim takođe značajno visokim projekcijama vektora varijabli: širina karlice (.71 AŠKR), širina ramena (.70 AŠRM), dijametar lakatnog, ručnog i skočnog zgloba čiji su komunaliteti visoki dajući značajan doprinos u definisanju prvog faktora. Na osnovu izloženih projekcija faktorskih težina varijabli može se zaključiti da su analizirane varijable definisale dužinu i širinu skeleta, odnosno dimenzionalnost, pa se faktor može definisati kao *faktor dimenzionalnosti skeleta*.

Drugi faktor u objašnjenju zajedničke varijanse sistema morfoloških varijabli definišu izrazito visoke projekcije voluminoznosti, mase tijela i potkožnog masnog tkiva. Njihov doprinos u objašnjenju zajedničke varijanse sistema je 28%, zadržavajući još uvijek veću eigenval vrijednost od nule (4.232). Glavni nosilac varijabiliteta ovog faktora jeste varijabla masa tijela (.87 AMAS). Značajan udio u determinaciji ovog faktora pokazuju i ostale varijable voluminoznosti: obim nadlaktice (.79 AONL), obim podlak-

tice (.80 AOPL) kao i obimi potkoljenice i natkoljenice (.74 AONK do .77 AOPK) istovremeno omogućavajući jaču ekstrakciju drugog faktora (Tabela 3). U saturaciji drugog faktora evidentan je učinak varijabli kožnog nabora trbuha (.73 ANTR), natkoljenice (.62 ANNK), kožnog nabora nadlaktice (-.66 ANNL), nabor grudnog koša (.60 ANGR) i nabor leđa (.68 ANLE). To se manifestuje i vrijednostima komunaliteta, odnosno koeficijenta koji su determinisali ovu dimenziju. Njihove su vrijednosti nešto manje u odnosu na prvi faktor ali su takođe visoke i kreću se u rasponu od (.68 ANNL) do (.80 AMAS). S obzirom, da su manifestne varijable voluminoznosti i mase tijela u najvećoj mjeri doprinijele ekstrakciju drugog faktora, a uz značajan udio varijabli kožnih nabora, onda se drugi ekstrahovani faktor u morfološkom prostoru može definisati kao latentna dimenzija odgovorna za *voluminoznost i potkožno masno tkivo* učenika.

Tabela 3.1. Eigenvalues, Extraction

	Eigen.	% Total Variance	Cumul. Eigenval	Cumul.%
Factor 1	5.123	31.110	5.123	31.110
Factor 2	4.232	28.478	9.355	59.588

Tabela 4. Korelacija izolovanih faktora

	Factor 1	Factor 2
Factor 1	1.00	
Factor 2	-.41	1.00

U cilju dobijanja parsimonijske strukture, da bi se i ovako jasna struktura još više pojednostavila, dobijeni inicijalni koordinatni sistem je transformisan u kosougaonu oblimin poziciju, nakon čega se zadržao isti broj faktora, ali zbog prostora nije prikazan. U ovom istraživanju je korišten model morfoloških karakteristika koji je proizašao iz dosadašnjih istraživanja, a koji pretpostavlja egzistenciju 4 latentne dimenzije. Analizom primenjenih morfoloških varijabli učenika, ustanovljena je egzistencija dvije latentne dimenzije, tj. dvodimenzionalni latentni model morfološkog prostora. Prvi faktor se bez ikakve sumnje može interpretirati kao faktor rasta i ovakva diferencijacija je najčešća kod učenika srednješkolskog uzrasta, odnosno u periodima koji su još uvijek u fazi rasta i razvoja. Drugi faktor je identičan faktoru razvoja mišićnog sistema i potkožnog masnog tkiva. Najeksplicitnije je determinisan kožnim naborima i voluminoznošću. Na osnovu toga se može dati hipoteza da su učenici u ovom periodu razvoja, usled nedovoljne aktivnosti i povećane ishrane, podložni većem prirastu mase tijela koja se nagomilava u vidu potkožnog masnog tkiva i predstavlja remeteći faktor za normalno funkcionisanje organizma (Neljak, 1999) U tabeli 4. predstavljene su vrijednosti korelacija definisanih faktora morfološkog prostora. Korelacija latentne dimenzije rasta sa dimenzijom voluminoznosti i kožnih nabora je niska i negativna ($Cf = -.41$), što se može objasniti pretpostavkom da su ove dve dimenzije u obrnutom odnosu.

4. ZAKLJUČAK

Istraživanje je imalo za cilj da utvrdi strukturu morfološkog prostora učenika i definiše latentne dimenzije i broj faktora. Na uzorku koji je obuhvatio 116 učenika srednje škole, dobi 17 godina ± 6 mjeseci, primijenjen je sistem od 18 antropometrijskih varijabli koje su uzete po metodi koju preporučuje Internacionalni biološki program (IBP), kojima je pokriven četverodimenzionalni morfološki prostor. Primjenom faktor-ske analize ekstrahovane su dva faktora koji su definisani kao latentne dimenzije. Prvi faktor, latentnu dimenziju definišu varijable longitudinalne i transverzalne dimenzionalnosti skeleta, pa je interpretirana kao faktor dimenzionalnosti skeleta učenika. Drugi faktor, latentnu dimenziju definišu varijable voluminoznosti i mase tijela kao i varijable kožnih nabora pa je definisana kao latentna dimenzija odgovorna za mjere voluminoznosti, mase tijela i potkožnog masnog tkiva. Interkorelacije dobijenih faktora definiše osrednja povezanost (-.41), što u kasnijem periodu se ne bi moglo i očekivati upravo zbog izraženije diferencijacije pojedinih morfoloških karakteristika

5. LITERATURA

1. Bala, G. (1981). *Struktura i razvoj morfoloških dimenzija djece SAP Vojvodine*. Novi Sad: Fakultet fizičke kulture Univerziteta u Novom Sadu.
2. Duraković, M. (2008). *Kinatropologija, Biološki aspekti tjelesnog vježbanja*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
3. Đurašković, R. (2001). *Biologija razvoja čoveka sa medicinom sporta*. Niš: SVEN.
4. Hošek, A. (1980). *Image analiza strukture antropometrijskih dimenzija*. Kineziologija, Vol.5 (1-2)
5. Ilić, M. (1991). *Fizički razvitak i motoričke sposobnosti i njihova međusobna povezanost u studenata univerziteta u Nišu*. Magistarski rad. Beograd: Fakultet za fizičku kulturu.
6. Kasum, G. & Radović, M. (2007). "Starosna struktura vrhunskih rvačica". Časopis za sport, fizičko vaspitanje i zdravlje Sport mont (Zbornik radova sa III Kongresa i IV Međunarodne naučne konferencije CSA) br. 12,13,14/V (351-359).
7. Kurelić, N., Momirović, K., Stojanović, M., Radojević, Ž. i Viskić-Štalec, N. (1975). *Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine*. Beograd: Institut za naučna istraživanja Fakulteta za fizičko vaspitanje Univerziteta u Beogradu.
8. Momirović, K. i saradnici (1969). *Faktorska struktura antropometrijskih varijabli*. Zagreb: Institut za kineziologiju.
9. Momirović, K., Mraković, M. & Hošek, A. (1987). *Prilog poznavanja morfoloških obilježja studenata fizičke kulture*. Kineziologija, Vol.19 (1).
10. Mutavdžić, V. & Milenković, P. (2007). "Struktura morfoloških karakteristika bodibildera". Časopis za sport, fizičko vaspitanje i zdravlje Sport mont (Zbornik radova sa III Kongresa i IV Međunarodne naučne konferencije CSA) br. 12,13,14/V (544-550).
11. Marušić, R. i Jovović, V. (1996). *Morfološke karakteristike djevojčica ranog adolescentnog doba sa područja Crne Gore*. Međunarodni naučni skup, FIS Komunikacije. Niš: Fakultet fizičke kulture

12. Neljak, B. (1999). *Struktura morfološkog prostor adolescenata muškog pola*. Kineziologija za 21 stoljeće. Zbornik radova, Zagreb.
13. Pavlović, R. (2004). *Struktura morfološkog i motoričkog prostora studenata FFK-a S.Sarajeva*. Magistarski rad. Niš: Fakultet fizičke kulture.
14. Smajić, M., Radoman, M. & Molnar, S. (2008). "Struktura bazično-motoričkih sposobnosti fudbalera uzrasta 10-12 godina". Časopis za sport, fizičko vaspitanje i zdravlje Sport mont (Zbornik radova sa IV Kongresa i V Međunarodne naučne konferencije CSA) br. 15,16,17/VI (553-559)

STRUCTURE OF MORPHOLOGICAL SPACE SCHOOL CHILDREN

According a previos knowledge about a polidimensional structure of morphological space of human body, with possibility variation of number of latent dimensions, this research was made with the goal confirmation of polidimensional structure anthropometric characteristics fifteen years old pupils.

The factor analysis extracted two main components from 18 manifest morphological variables. On this way it was confirmed that morphological structure of children and adults is unequal. There is assumption, the intensive process of growth of children is main reason of unequal structure. Also, this characteristic is elementary difference between children and adults.

Key words: *factor analysis morphological space, school children.*