

*Tihana Nemčić
Fredri Fiorentini
Goran Sporiš*

Originalni znanstveni rad

LATENTNA STRUKTURA MORFOLOŠKIH VARIJABLI NA UZORKU NOGOMETAŠA KADETA

1. UVOD

Cilj rada s mladim nogometašima jest unapređenje pojedinca ili momčadi, dajući im povratnu informaciju o njihovoj izvedbi i vodeći računa o čimbenicima uspješnosti svake dobne skupine (Henry sur., 1999). Kadeti su igrači uzrasta od 14 do 16 godina koje se vrijeme poklapa s periodom puberteta i ulaska u adolescenciju (mladenaštvo). Tijekom puberteta uspostavljala se ravnoteža u razvoju pojedinih organa, organskih sustava i podsustava. Dolazi do stabilnijeg izraza psiho-motornih sposobnosti te podizanja funkcionalnih sposobnosti (Barnes, 1975). Tijekom 15. ili 16. godine nestaju kod većine mladih nogometaša obilježja predpuberteta (Bompa, 2000). Neuravnoteženost i nesigurnost postupno nestaju, psihički pubertet još se izrazitije javlja, dok su fizički i spolni pubertet mnogo slabije izraženi nego prije (Åstrand i Rodahl, 1977). Okoštavanje se približava kraju, osim kod dugih kostiju udova. Mišićni sustav jača, povećava se tonus mišića, mišićna snaga i opća radna sposobnost organizma. Sposobnost koordinacije pokreta ponovo se povećava i približava se stanju kakvo nalazimo kod odraslih (Wang, 1995). Wong, Chamari, Dellal i Wisløff (2008) istražili su utjecaj antropometrijskih karakteristika s kondicijskim parametrima na uzorku 70 nogometaša U-16. Autori su dokazali da postoji statistički značajna povezanost između tjelesne mase i brzine udarca lopte ($r=0,58$) i sprinta na 30 metara ($r=-0,54$) te statistički značajna povezanost između tjelesne visine i vertikalne skočnosti ($r=0,36$), tjelesne visine i sprinta na 10 ($r=-0,32$) i 30 metara ($r=-0,64$) i tjelesne visine i rezultata na beep testu ($r=0,26$), kao i visine i VO_{2max} ($r=0,35$). BMI je pokazao statistički značajnu povezanost s brzinom šuta ($r=0,31$), sprintom na 30 metara ($r=-0,24$) te sa Hoffovim testom ($r=-0,29$) i primitkom kisika ($r=-0,42$). Cilj ovog rada bio je utvrditi latentnu strukturu morfoloških varijabli na uzorku nogometaša kadeta. Populacija istraživanja uključuje uzorak od 100 nogometaša, kadeta Prve hrvatske nogometne lige. Varijable korištene za procjenu morfoloških varijabli bilo je 16 morfoloških mjera koje pokrivaju 4 temeljne morfološke dimenzije. Komponentnim modelom faktorske analize utvrđena je latentna struktura morfoloških varijabli.

2. PROBLEM, PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Problem istraživanja jesu morfološka obilježja nogometaša kadeta o kojima ovisi uspjeh u nogometnoj igri. Primarni cilj jest utvrditi strukturu latentnih dimenzija koja je u osnovi morfoloških obilježja kadeta.

3. METODE RADA

3.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika izabran je iz populacije nogometaša Prve hrvatske nogometne lige. Ispitanici su kadeti ($n=100$) prosječne visine $177,2 \pm 5,1$ cm i prosječne težine $71,2 \pm 4,5$ kg. Uvjeti da igrači pojedinog kluba budu uvršteni u uzorak ispitanika su: odigranih minimalno 20 utakmica u prošloj sezoni (bilo prijateljskih ili prvenstvenih); sudjelovanje na barem 75% treninga u prošloj sezoni te minimalno 7 godina nogometnog staža.

3.2. Uzorak varijabli

Za potrebe ovog istraživanja igračima je izmjereno 16 morfoloških mjera te tri kriterijske varijable koje pokrivaju 4 temeljne morfološke dimenzije. Antropometrijske varijable u ovom istraživanju izabrane su u skladu s modelom strukture morfološkog statusa. Varijabilitet i kovarijabilitet manifestnih morfoloških varijabli ovisi o četiri latentne morfološke dimenzije: longitudinalna dimenzionalnost skeleta (LDS), transverzalna dimenzionalnost skeleta (TDS), volumen i masa tijela (VMT) te potkožno masno tkivo (PMT). Mjerenje morfoloških karakteristika obavljeno je u skladu s napucima Međunarodnog biološkog programa (IBP), kojeg su provodili educirani i iskusni mjeritelji Sportskog dijagnostičkog centra Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Detaljan opis mjerenja morfoloških varijabli prikazan je u radu Mišigoj-Duraković i suradnika (1995). Sve morfološke mjere mjerene su jedanput, osim kožnih nabora, koji su mjereni tri puta u nizu. Dominantna vrijednost izmjerenih kožnih nabora korištena je u daljnjim analizama. Od ukupnog broja antropometrijskih parametara uzete su karakteristične varijable. Izmjerene su mjere sljedećih morfoloških karakteristika: visina tijela (ATV), dužina noge (ADN), dužina ruke (ADR), dužina stopala (ADS), širina zdjelice – (bikristalni raspon) (ABKR), dijametar koljena – (bikondilarna širina bedrene kosti) (ADIK), dijametar lakta (ADIL), dijametar ručnog zgloba (ADIR), masa tijela (AMT), opseg opružene (ekstendirane) nadlaktice (AOND), opseg natkoljenice (AOPN), opseg potkoljenice (AOPT), kožni nabor na leđima (ANLD), kožni nabor suprailiokristalno (ANTR), kožni nabor natkoljenice (ANNT), i kožni nabor potkoljenice (ANPT).

3.3. Metode obrade podataka

Obrada podataka obavljena je programskim paketom Statistics for Windows, ver 8.0. Prvi korak u obradi podataka je klasično određivanje osnovnih statističkih parametra distribucije varijabli. Za sve varijable u svim mjerenjima izračunani su centralni i disperzivni parametri: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum (MIN), maksimum (MAX) i raspon rezultata (RAS) te spljoštenost (KURT) i zakrivljenost distribucije (SKEW). Normalnost distribucije varijabli testirana je Kolmogorov-Smirnovljevim testom. S ciljem utvrđivanja latentne strukture kadeta matrice interkorelacija morfoloških testova podvrgnute su eksplorativnom postupku faktorske analize, komponentnim modelom faktorske analize prema Harold Hotelingu 1993. Za Hotelingom model karakteristično je da iz skupa manifestnih varijabli utvrđuje linearno nezavisne komponente na temelju nereducirane korelacijske matrice. Broj značajnih faktora određen je GK kriterijem, ortogonalni sustav glavnih komponenti transformiran varimax normalized ortogonalnu soluciju. Prema GK kriteriju značajan broj glavnih komponenata određuje se preko njihove varijance, odnosno preko svojstvenih vrijednosti korelacijske matrice. Značajnim se smatraju one komponente čija je svojstvena vrijednost veća ili jednaka jedan.

4. REZULTATI

Komponentnim modelom faktorske analize utvrđena je latentna struktura morfoloških varijabli. Primjenom GK – kriterija dobivene su četiri glavne komponente koje objašnjavaju oko 72% zajedničke varijance manifestnih varijabli (tablica 1). Ortogonalnom rotacijom prema varimax kriteriju transformiran je inicijalni koordinatni sustav kako bi se dobila jednostavna struktura faktora.

Tablica 1. Glavne komponente (PC), njihove svojstvene vrijednosti (λ), postotak objašnjene varijance (% var) te kumulativni postotak objašnjene varijance (Cum %)

	λ	% var	Cum %
1	6,04	37,78	37,78
2	3,34	20,94	58,73
3	1,24	7,77	66,50
4	1,09	6,26	72,77

Iz tablice 1 vidljivo je da su značajnim latentnim faktorima u morfološkom prostoru smatrani oni faktori kojima je svojstvena vrijednost veća od 1. Tako je svojstvena vrijednost posljednjeg faktora morfološkog prostora iznosila 1.09. Vidljivo je također da prvi faktor objašnjava oko 37%, drugi oko 20%, treći oko 7% te četvrti oko 6% ukupne varijance manifestnih varijabli.

U tablici 2 prikazane su korelacije manifestnih varijabli i rotiranih faktora te komunaliteti manifestnih varijabli, odnosno ukupna varijanca manifestnih varijabli koja je objašnjena kroz izolirana četiri faktora.

Tablica 2. Matrica strukture faktora na uzorku kadeta (F)

	1	2	3	4
ATM	0,05	0,24	0,62	0,19
ATV	0,83	0,13	0,02	0,06
ADN	0,86	0,02	0,02	0,06
ADR	0,85	0,07	0,00	0,02
ADS	0,72	0,00	0,07	0,13
ABKR	0,06	0,04	0,01	0,90
ADIK	0,09	0,07	0,03	0,92
ADIL	0,06	0,01	0,08	0,93
ADRZ	0,09	0,06	0,09	0,96
AOND	0,14	0,50	0,45	0,05
AONT	0,01	0,04	0,93	0,03
AOPT	0,01	0,07	0,93	0,03
ANTR	0,11	0,89	0,18	0,01
ANNT	0,10	0,86	0,05	0,03
ANPT	0,04	0,89	0,07	0,15
ANLD	0,03	0,90	0,07	0,04

Visina tijela – ATV; Dužina noge – ADN; Dužina ruke – ADR; Dužina stopala – ADS; Širina zdjelice – (bikristalni raspon) (ABKR); Dijametar koljena – (bikondilarna širina bedrene kosti) (ADIK); Dijametar lakta (ADIL); Dijametar ručnog zgloba (ADIR); Masa tijela (AMT); Opseg opružene (ekstendirane) nadlaktice (AOND); Opseg natkoljenice (AOPN); Opseg potkoljenice (AOPT); Kožni nabor na leđima (ANLD); Kožni nabor suprailiokristalno (ANTR); Kožni nabor natkoljenice (ANNT); Kožni nabor potkoljenice (ANPT)

Vrijednosti projekcija varijabli na faktore variraju od 0,72 do 0,96 za sve morfološke varijable. Najveće paralelne projekcije na prvi faktor imaju varijable visina tijela ATV (0,86), dužina noge ADN (0,83), dužina ruke ADR (0,85) i širina zdjelice ADS (0,72). Drugi faktor najbolje definiraju četiri varijable kožnih nabora ANTR (0,89), ANNT (0,86), ANPT (0,89) i ANLD (0,90). Najveće paralelne projekcije na treći faktor imaju varijable opseg potkoljenice AOPT (0,93), opseg nadlaktice AONT (0,93) i tjelesna masa (0,62). Četvrtu morfološku dimenziju najbolje definiraju varijable dijametar ručnog zgloba ADRZ (0,90), dijametar lakta ADIL (0,92), dijametar koljena ADIK (0,93) i bikristalni raspon ABKR (0,96).

5. DISKUSIJA

Utjecaj antropometrijskih karakteristika na kondicijske parametre nogometaša istražili su Wong i sur. (2009). Autori su dokazali da postoji statistički značajna povezanost između tjelesne mase i brzine udarca lopte ($r=0,58$) i sprinta na 30 metara ($r=-0,54$). Također je dobivena statistički značajna povezanost između tjelesne visine i vertikalne skočnosti ($r=0,36$), tjelesne visine i sprinta na 10 ($r=-0,32$) i 30 metara ($r=-0,64$) i tjelesne visine i rezultata na beep testu ($r=0,26$) kao i visine i VO_{2max} ($r=0,35$). BMI je pokazao statistički značajnu povezanost sa brzinom šuta ($r=0,31$), sprintom na 30 metara ($r=-0,24$) te sa Hoffovim testom ($r=-0,29$) i primitkom kisika ($r=-0,42$). Aubrecht i Hošek – Momirović (1983) utvrdili su slab negativan utjecaj volumena i mase tijela na situacijsko motoričke sposobnosti na kojima se zasniva tehnika nogometne igre, te nešto jači pozitivan utjecaj morfologije na snagu udarca po lopti. Morfologija je imala jasan negativan utjecaj na baratanje loptom, dok nisu nađene značajne veze između morfoloških karakteristika i subjektivnih ocjena u igri. Barišić (1999) je istraživao važnost nekih antropoloških karakteristika za uspjeh igrača na pozicijama: vratara, središnjih braniča, krilnih braniča, veznih igrača i napadača. Generalni zaključak istraživanja jest da se nogometaši razlikuju s obzirom na poziciju na kojoj igraju. Vratari predstavljaju posebnu jedinku nogometne momčadi. Oni su viši i teži od napadača, obrambenih i veznih igrača. Ta razlika proizlazi iz njihove primarne zadaće i kretnih struktura koje moraju izvršavati na terenu, a koje se razlikuju od kretnih struktura igrača u polju. S druge strane, Jerković (1986) je u svojoj disertaciji ispitivao relacije antropometrijskih, dinamometrijskih i situacijsko motoričkih dimenzija i uspjeha u nogometnoj igri te došao do zaključka kako građa lokomotornog sustava nema direktne veze s efikasnošću gibanja (tehnike), a niti s efikasnošću igre u fazi napada i obrane, jer ova svojstva nisu direktno vezana s efektima iz funkcionalnih procesa upravljanja i regulacije gibanja situacijskim uvjetima nogometne igre. Morfološku strukturu kod nogometaša kadeta čini četiri faktora. Prvi faktor objašnjen visinom tijela, dužinom ruke, dužinom noge i širinom zdjelice odnosi se na longitudinalnu dimenzionalnost skeleta. Od morfoloških varijabli, za uspješno izvođenje tehnike kod kadeta, najvažnije su masa tijela ATM i tjelesna visina ATV. To je posebno naglašeno u procesima ubrzanog rasta i razvoja gdje dolazi do narušavanja tehnike izvođenja nogometnih elemenata gdje je tjelesna visina presudna tijekom izvođenja specifičnih nogometnih kretnih struktura. Za uspješno izvođenje taktike u napadu kod kadeta od morfoloških varijabli najvažnije su varijable dužina noge ADN i dužina ruke ADR. Možemo zaključiti kako je tjelesna visina kod kadeta jedna od presudnih morfoloških karakteristika za uspjeh u napadu. Drugi faktor, potkožno masno tkivo, definiran je mjerama 4 kožna nabora (suprailiokristalno, natkoljenica, potkoljenica, leđa). Poznato je da masa mora biti optimalna i u skladu s tjelesnom visinom, jer svako povećanje tjelesne mase zbog rasta kostiju i mišićne

mase može dovesti do disbalansa motoričkih kretnji što narušava tehniku izvođenja određenih elementa nogometne igre. Za uspješnu realizaciju zadataka u obrani kod kadeta najvažnije su varijable koje procjenjuju volumen i masu tijela, opseg nadlaktice AOND i opseg potkoljenice AOPT. Tu je vrlo bitan treći faktor, voluminoznost tijela, kao i četvrti faktor, transverzalna dimenzionalnost skeleta.

6. ZAKLJUČAK

Tjelesna visina kod nogometaša kadeta pokazuje se kao značajni faktor uspješnosti u napadu. Osim toga, masna masa značajno utječe u narušavanju elemenata tehnike nogometne igre. Iz toga možemo zaključiti kako su voluminoznost tijela i transverzalna dimenzionalnost skeleta jedni od značajnijih faktora za uspješnu igru u napadu i obrani kod nogometaša kadeta.

7. LITERATURA

1. Aubrecht, V., Hošek-Momirović, A. (1983) Relacije morfoloških karakteristika i uspješnosti u nogometu. *Kineziologija*, Zagreb, 15: 63-68.
2. Åstrand, P.O. and Rodahl, K. (1977) *Textbook of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill.
3. Barnes, H.V. (1975) Physical growth and development during puberty. *Medical Clinics of North America*, 59, 1305-1317.
4. Bompa, T. (2000) *Cjelokupan treninga za mlade pobjednike*. Zagreb: Hrvatski košarkaški savez – udruga hrvatskih košarkaških trenera.
5. Henry, N., Scharff-Olson, M., William, J., Steven, D. and Barksdale, J.M. (1999) Physiological Status and Prediction of Cardiovascular Fitness in Highly Trained Youth Soccer Athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 10-15.
6. Hošek, A.V., Jeričević, D. (1982) Latentna struktura morfološkog statusa studenata Fakulteta za fizičku kulturu. *Kineziologija*, Zagreb, 14(5), 9-20.
7. Jerković, S. (1986) Relacije između antropometrijskih, dinamometrijskih i situacionih motoričkih dimenzija i uspjeha u nogometnoj igri. *Doktorska disertacija*, Fakultet za fizičku kulturu. Zagreb.
8. Barišić, V. (1996) *Strukturalna analiza nogometne igre na temelju nekih antropometrijskih karakteristika*. Magistarski rad. Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb.
9. Marković, G. (2005) *Utjecaj skakačkog i sprinterskog treninga na kvantitativne i kvalitativne promjene u nekim motoričkim i morfološkim obilježjima*. (Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

10. Mišigoj-Duraković, M. i sur. (1995) Morfološka antropometrija u športu. Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb.
11. Wang, J. (1995) Physiological Overview of Conditioning Training for College Soccer Athletes. *Strength and Conditioning*, 17(4), 62-65.
12. Wong, P.L., Chamari, K., Dellal, A., Wislóff, U: (2009) Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1204-1210.