

Rajko Vukosavljević i Milada Grginčević
Centar za klasifikaciju i selekciju ljudstva za
potrebe JNA

Konstantin Momirović
Sveučilišni računski centar, Zagreb

Milutin Stojanović
Fakultet za fizičko vaspitanje, Beograd

**KANONIČKE RELACIJE SKELETALNIH
DIMENZIJA I MJERA POTKOŽNOG MASNOG
TKIVA**

CANONICAL RELATIONS OF SKELETAL DIMENSIONS AND MEASURES OF SUBCUTANEOUS FAT TISSUE

The canonical analysis of relations between skeletal dimensions and measures of subcutaneous fat tissue on a sample of 737 men, 19 to 27 years old, resulted in four pairs of canonical dimensions with significant canonical correlations.

The first canonical factor of skeletal dimensions was dominantly determined by knee diameter and considerably less by elbow diameter, bicrystal range and leg length. The first canonical dimension isolated in subcutaneous fat measures was determined by the skin folds of the upper part of a body.

The relation of the second pair of the canonical dimensions could be ascribed to the differential influence of relative reference of longitudinal and transversal dimensions on the accumulation of fat tissue on the front or rear part of the body.

The abdomen skin fold influenced decisively the formation of the third canonical dimension of subcutaneous fat tissue measures.

The dimension, associated to the third one, isolated from the skeletal measures, was defined by the transversal dimensions usually having the largest correlations with the factor of transversal dimensionality of skeleton.

The connection of the fourth pair of canonical dimensions could be attributed to the well known relations between the bicrystal range and the tendency toward fat tissue accumulation on the lower extremities.

КАНОНИЧЕСКИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ РАЗМЕРАМИ СКЕЛЕТА И ТОЛЩИНОЙ ПОДКОЖНОГО ЖИРНОГО СЛОЯ

При помощи канонического анализа взаимосвязей, существующих между размерами скелета и толщиной подкожного жирного слоя, который проведён в выборке, состоящей из 737 испытуемых мужского пола, в возрасте 19—27 лет, обнаружены четыре пары канонических факторов связанных значимыми каноническими корреляциями.

Для определения первого канонического фактора размеров скелета решающими явились величина окружности колена и в меньшей степени окружность локтя, диаметр таза и длина ног. Первый канонический фактор, изолированный в пространстве жирного слоя был определен складкой кожи на верхней части туловища.

Анализ показал, что связи второй пары канонических факторов зависят от длины и ширины скелета, а это, в свою очередь, влияет на толщину жирного слоя на груди и спине.

Складка кожи на животе оказала решающее влияние на образование третьего канонического фактора в пространстве мер подкожного слоя; этому фактору соответствует третий фактор мер скелета, которого определяют меры ширины скелета.

Связь четвертой пары канонических факторов можно было объяснить уже известными взаимоотношениями, существующими между величиной диаметра таза и склонностью к полноте нижних конечностей.

1. PROBLEM

U većem broju istraživanja latentne strukture morfoloških karakteristika izvedenih u okviru komponentnog ili faktorskog modela nađene su zanimljive, iako ne uvijek konzistentne relacije između skeletalnih dimenzija i mjera potkožnog masnog tkiva (Adcock, 1948, 190; Burt, 1938, 1944, 1947; Hammond, 1942; Kurelić, Momirović, Stojanović, Šturm, Radojević i Viskičić-Štalec, 1975; Marschall, 1936; Momirović, 1969, 1970; Rees and Eysenck, 1945; Rees, 1950; Schick, 1953; Sills, 1950; Tittel, Adam und Enke, 1965; Thurstone, 1946, 1947; Viskičić, 1972; Stojanović, Momirović, Vukosavljević i Solarić, 1975; Stojanović, Vukosavljević, Hošek i Momirović, 1975; Momirović i Stojanović, 1976; Vlah, Stojiljković, Momirović i Stojanović, 1976; Conrad, 1963). Međutim, kanonička korelacijska analiza, postupak koji je najprimjereniji za određivanje relacija između dva skupa varijabli, primijenjivana je vrlo rijetko, i to redovito samo u svrhu određivanja relacija između transverzalnih dimenzija skeleta i mjera potkožnog masnog tkiva (Momirović, Stojanović, Hošek i Zakrajšek, 1976; Momirović, Zakrajšek, Stojanović, Hošek i Pavišić-Medved, 1977). Iako je u posljednjem od ovih radova, u kojem je iz prostora mjera transverzalnih dimenzija skeleta i mjera potkožne masti parcijaliziran efekt logitudinalnih dimenzija, bilo moguće utvrditi i neke zakonitosti uticaja longitudinalnih mjera na količinu i raspored masnog tkiva, cjelovite informacije o relacijama svih skeletalnih dimenzija i mjera masnog tkiva nisu, do sada, bile nikada dobijene u okviru kanoničkog modela. Zbog toga je svrha ovog istraživanja da utvrdi kanoničke relacije između skupa dimenzija, reprezentativnog za sklop i razvoj skeleta, i skupa dimenzija, reprezentativnog za raspored i količinu potkožne masti.

Informacije o ovim relacijama, važne i za pouzdanu interpretaciju latentnih morfoloških dimenzija, od posebnog su značaja za taksonomski orijentirana antropološka istraživanja; jer, kako se vidi iz rezultata nekih među njima, provedenih u posljednje vrijeme (Solarić, 1976; Hošek, Medved, Zakrajšek, Stojanović i Momirović, 1977; Stojanović, Momirović, Hošek, Zakrajšek i Vukosavljević, 1977), mnogi taksonomski sklopovi duguju svoju egzistenciju upravo odnosima između skeletalnih dimenzija i količine i rasporeda masnog tkiva.

2. METODE

Iz populacije klinički zdravih muškaraca, bez izrazitih morfoloških aberacija, starih od 19 do 27 godina, izvučen je uzorak od 737 ispitanika kao dvoetajni grupni uzorak s optimalnom alokacijom.

U svrhu ocjene skeletalnih dimenzija izmjerene su visina (VISINA)* dužina noge (DUZINO),

biakromijalni raspon (BIAKRO), bikristalni raspon (BIKRIS), dužina šake (DUZISA), širina šake (SIRISA), dijametar ručnog zgloba (DIRUZG), dijametar lakta (DILAKT), dijametar koljena (DIKOLJ), dužina stopala (DUZIST), širina stopala (SIRIST) i dužina ruku (DUZIRU). Kao mjere potkožnog masnog tkiva uzeti su nabori na nadlaktici (NANADL), leđima (NANALE), pazuhu (NAPAZU), trbuhu (NATRBU) i potkoljenici (NAPOTK). Mjerenja su izvedena po proceduri i kondenzirana u varijable postupkom koji minimizira pogreske mjerenja (Stojanović, Solarić, Momirović i Vukosavljević, 1975).

Relacije skeletalnih dimenzija i mjera potkožnog masnog tkiva analizirane su metodom kanoničke korelacijske analize.** Značajnost koeficijenta kanoničke korelacije testirana je Bartlettovim postupkom. Interpretacija kanoničkih dimenzija izvedena je na temelju sklopa koeficijenata za određivanje kanoničkih varijabli, i na temelju strukture kanoničkih faktora.

3. REZULTATI

Longitudinalne dimenzije skeleta imaju općenito veoma niske, ali ne uvijek i beznačajne korelacije s mjerama potkožnog masnog tkiva. Te su korelacije u pravilu pozitivne, i čini se da ipak postoji izvjesna tendenca gomilanja masnog tkiva, osobito na gornjim dijelovima tijela u skladu s longitudinalnim dimenzijama pretežno gornjih ekstremiteta (tabela 1).

Kao i u dosadašnjim istraživanjima (Momirović, Stojanović, Hošek i Zakrajšek, 1976), transverzalne dimenzije skeleta imaju, u pravilu, osjetljivo veće korelacije s mjerama potkožne masti; među njima prije svega dijametar koljena, a zatim i dijametar lakta i biakromijalni i bikristalni raspon imaju različite veze s mjerama potkožne masti, pri čemu su veze bikristalnog raspona usmjerene prema naboru na zadnjem, a biakromijalnog raspona na prednjem dijelu tijela.

Hotellingovom kanoničkom korelacijskom analizom utvrđeno je da je visoka pouzdanost odbacivanja nulte hipoteze moguća za prva četiri korijena, što znači da je, od pet mogućih kanoničkih dimenzija, dovoljno upravo četiri, da se objasne relacije između skupa skeletalnih dimenzija i mjera potkožnog masnog tkiva (tabela 2).

Veličina zajedničke varijance parova kanoničkih faktora naglo se smanjuje već sa drugim kanoničkim korijenom. Jedino prvi par kanoničkih funkcija dijeli relativno pristojnu količinu zajedničke varijance.

Kako su varijable unutar svakog od skupova, čiji se međusobni odnos ispituje, visoko interkorelirane, interpretacija prirode kanoničkih relacija nije izvršena pretežno na osnovu matrice koefici-

* u zagradama su šifre varijabli, upotrebljene pri izradi tabela.
** po programu CANON Cooleya i Lohnesa (Cooley and Lohnes, 1971) koji je modificirao L. Pavičić. Analize su izvedene na računaru UNIVAC 1110 Sveučilišnog računskog centra u Zagrebu.

jenata za izračunavanje kanoničkih varijabli (tabela 3 i 4), već pretežno na temelju strukture kanoničkih faktora (tabela 5 i 6).

Srednje visoku korelaciju između prvog para kanoničkih faktora dosta je teško objasniti bez poznavanja strukture prvog kanoničkog faktora u prostoru longitudinalnih i transverzalnih dimenzija skeleta i njemu pridružene latentne dimenzije u prostoru mjera potkožnog masnog tkiva. U prostoru skeletalnih dimenzija prvi kanonički faktor u velikoj mjeri definira dijametar koljena. Znatno manju projekciju na prvi kanonički faktor imaju bikristalni raspon, dužina noge i dijametar lakta. U prostoru mjera kožnih nabora prvi kanonički faktor definiran je pretežno kožnim naborima gornjeg dijela tijela. Nabor potkoljenice ima znatno manju korelaciju s tim kanoničkim faktorom. Prva izolirana kanonička dimenzija u prostoru mjera potkožnog masnog tkiva može se shvatiti kao generalni faktor tog prostora, otklonjen od nabora na trbuhu, a u nekoj mjeri i od nabora potkoljenice.

Izgleda da je količina masnog tkiva na ekstremitetima i gornjim dijelovima tijela određena učestćem i onih konstitucionalnih karakteristika, koje neki autori (Albonico, 1970; Conrad, 1963) nazivaju eunohidalnim.

Drugi kanonički faktor u prostoru skeletalnih dimenzija je bipolaran. Najvišu pozitivnu korelaciju s njim ima biakromijalni raspon, pa širina stopala i dijametar ručnog zgloba. Suprotan kraj ovog vektora definira širina šake i, dosta slabije, dužina noge. Drugi faktor u prostoru mjera potkožnog masnog tkiva također je bipolaran. Na svom pozitivnom dijelu definiran je kožnim naborom na leđima; negativni kraj vektora određuju kožni nabor pazuha i kožni nabor potkoljenice.

Kako su obje kanoničke dimenzije dosta slabo definirane, njihova je interpretacija prilično nesigurna. Ako je suditi po relativnom učestću mjera potkožnog masnog tkiva u formiranju latentne dimenzije koja s odgovarajućim sklopom skeletalnih dimenzija ima neveliku korelaciju, izgleda da se radi o diferencirajućem utjecaju sklopa skeletalnih dimenzija na gomilanje masnog tkiva na prednjem i stražnjem dijelu trupa: nesukladnost između reprezentanata longitudinalnih i transverzalnih dimenzija je, čini se, glavni generator dominacije tkiva na prednjem (ako dominiraju longitudinalne) i stražnjem (ako dominiraju transverzalne dimenzije) dijelu tijela.

U prostoru skeletalnih dimenzija treću kanoničku funkciju definira, s dosta velikom projekcijom, širina šake. Znatno niže projekcije u istom smjeru imaju dijametar lakta, biakromijalni raspon i dužina šake, a još niže, ali ipak značajne, širina stopala i dijametar koljena. U prostoru mjera masnog tkiva s ovim faktorom je najviše saturiran kožni nabor trbuha, a nešto slabije kožni nabori pazuha, potkoljenice i leđa.

Treći se kanonički faktor, izoliran iz skeletalnih mjera, ponaša slično nekoj mjeri mezomorfi-

je, a njemu pridonose dimenzije iz prostora mjera potkožnog masnog tkiva kao mjere endoformije. Paradoksalno je, s klasičnog tipološkog stanovišta, da su te mjere u pozitivnoj, premda nevelikoj korelaciji; no taj je fenomen uočen i u nekim ranijim istraživanjima (Momirović, Zakrajšek, Stojanović i Hošek, 1976).

Veza između bikristalnog raspona i masnog tkiva na donjim ekstremitetima razlog je egzistenciji četvrtog para kanoničkih varijabli; ta se veza mogla naslutiti već i iz konfiguracije ostalih morfoloških varijabli koje su predmet ove analize i također je nađena u spomenutom istraživanju Momirovića, Zakrajšeka, Stojanovića i A. Hošek (1976). Zanimljivo je, međutim, da dužina noge supresorski djeluje na ovu relaciju, što je uočeno i u istraživanju Kurelića, Momirovića, Stojanovića, Šturma, Radojevića i N. Viskić-Štalc (1975).

Tabela 1

Korelacije skeletalnih dimenzija i mjera potkožnog masnog tkiva

	NANADL	NANALE	NAPAZU	NATRBU	NAPOTK
VISINA	.10	.08	.07	.05	.08
DUZINO	.16	.09	.11	.02	.08
BIAKRO	.08	.17	.12	.10	.08
BIKRIS	.12	.13	.08	.04	.16
DUZISA	-.02	-.01	.02	.13	.02
SIRISA	.01	.02	.10	.20	.12
DIRUZG	.00	.05	.01	.13	.00
DILAKT	.16	.17	.17	.15	.19
DIKOLJ	.37	.35	.35	.09	.24
DUZIST	.09	.10	.06	.05	.07
SIRIST	-.01	.04	-.01	.10	.03
DUZIRU	.11	.03	.03	-.01	.05

Tabela 2

Kanoničke korelacije skeletalnih dimenzija i mjera potkožnog masnog tkiva

KORJENOVI	R	R ²	χ ²	df	λ'	Q
1	.53	.28	436.79	.60	.55	00
2	.33	.11	197.78	.44	.76	00
3	.29	.09	111.07	.30	.86	00
4	.20	.04	45.73	.18	.94	00
5	.14	.02	11.20	8	.98	06

Tabela 3

Kanonički koeficijenti skeletalnih dimenzija

	1	2	3	4
VISINA	-.62	.57	-.18	-.58
DUZINO	.65	-1.01	.01	.89
BIAKRO	.24	.52	-.26	.05
BIKRIS	.03	.10	-.15	-.81
DUZISA	-.33	-.07	-.45	.53
SIRISA	-.34	-.79	-.52	-.29
DIRUZG	.08	.37	-.09	.52
DILAKT	.26	-.16	-.26	-.39
DIKOLJ	.89	.03	-.19	.44
DUZIST	.04	.43	.26	-.33
SIRIST	-.12	.40	.01	.31
DUZIRU	-.14	-.27	1.00	-.04

Tabela 4
Kanonički koeficijenti mjera
potkožnog masnog tkiva

	1	2	3	4
1. NANADL	.18	-.70	.68	.80
2. NANALE	.56	1.89	-.18	-.24
3. NPAZU	.50	-1.12	-.43	.09
4. NATRBU	-.76	-.04	-.69	.69
5. NAPOTK	.17	-.25	-.19	-1.32

Kanonički faktori skeletalnih dimenzija

Tabela 5

	1	2	3	4
VISINA	.13	-.06	-.09	.04
DUZINO	.25	-.24	.05	.17
BIAKRO	.20	.36	-.38	.04
BIKRIS	.25	.07	-.10	-.52
DUZISA	-.18	-.09	-.37	.29
SIRISA	-.14	-.38	-.69	-.01
DIRUZG	-.13	.21	-.35	.38
DILAKT	.24	-.13	-.47	-.20
DIKOLJ	.79	-.13	-.23	.04
DUZIST	.14	.09	-.10	.05
SIRIST	-.10	.24	-.28	.03
DUZIRU	.12	-.21	.17	.05

Tabela 6

Kanonički faktori mjera potkožnog
masnog tkiva

	1	2	3	4
1. NANADL	.81	-.20	-.13	.21
2. NANALE	.78	.28	-.50	.14
3. NPAZU	.71	-.25	-.62	.22
4. NATRBU	.03	-.05	-.92	.19
5. NAPOTK	.44	-.22	-.52	.53

4. ZAKLJUČAK

Kanoničkom analizom relacija skeletalnih dimenzija i mjera potkožnog masnog tkiva, koja je izvršena na uzorku od 737 osoba muškog spola, starih od 19 do 27 godina, dobijena su četiri para kanoničkih dimenzija povezanih značajnim kanoničkim korelacijama.

Prvi kanonički faktor u prostoru skeletalnih dimenzija bio je dominantno determiniran dijametrom koljena, a u znatno manjoj mjeri dijametrom lakta, bikristalnim rasponom i dužinom nogu. Prva kanonička dimenzija izolirana u prostoru mjera masnog tkiva bila je određena kožnim naborima gornjeg dijela tijela.

Relacija drugog para kanoničkih dimenzija mogla se pripisati diferencirajućem utjecaju relativnog odnosa longitudinalnih i transverzalnih dimenzija na gomilanje masnog tkiva na prednjem, odnosno stražnjem dijelu tijela.

Kožni nabor na trbuhu presudno je uticao na formiranje treće kanoničke dimenzije u prostoru mjera potkožnog masnog tkiva; njoj pridruženu dimenziju izoliranu iz skeletalnih mjera definiraju transverzalne dimenzije koje, obično, imaju

najveće saturacije s faktorom transverzalne dimenzionalnosti skeleta.

Veza četvrtog para kanoničkih dimenzija mogla se pripisati poznatim relacijama između bikristalnog raspona i sklonosti gomilanju masnog tkiva na donjim ekstremitetima.

LITERATURA

- Albonico, R.
Mensch-Menschen Typen. Birkhausen, Basel, 1970
- Adcock, C. J.:
A factorial examination of Sheldon's types. Journal of personality, 1948, 16, 312—319.
- Adcock, C. J.:
A note on the factorial analysis of Sheldon's personality traits. Australian journal of psychology, 1950, 2, 114—115.
- Burt, C.:
Factor analysis and physical types. Psychometrika, 1938, 17, 158—188.
- Burt, C.:
Factor analysis and physical types. Psychometrika, 1947, 12, 171—188.
- Burt, C. L.
The factorial study of physical types. Man, 1944, 44, 82—86.
- Hammond, N. H.:
An application of Burt's multiple general factor analysis to the delineation of physical types. Man, 1942, 42, 9—11.
- Kurelić, N., K. Momirović, M. Stojanović, J. Šturm, Dj. Radojević, N. Viskić-Štalec:
Struktura morfoloških i motoričkih dimenzija omladine. Fakultet za fizičko vaspitanje, Beograd, 1975.
- Marschall, E. L.:
A multiple factor study of 18 anthropometric measurements of Dorsa City boys. Journal of experimental education, 1936, 5, 212.
- Momirović, K. i suradnici:
Faktorska struktura antropometrijskih varijabli. Institut za kineziologiju, Zagreb, 1969.
- Momirović, K.:
Komparativna analiza latentnih antropometrijskih dimenzija muškaraca i žena. Glasnik Antropološkog društva Jugoslavije, 1970, 7, 193—207.
- Rees, W. L. and H. J. Eysenck:
A factorial study of some morphological and psychological aspects of human constitution. Journal of mental sciences, 1945, 91, 8—21.
- Rees, W. L.:
A factorial study of physical constitution in women, Journal of mental sciences, 1950, 96, 619—632.
- Schick, Ch.:
Zur Faktorenanalyse der Konstitutionstypen Zeitschrift für menschliche Vererbung und Konstitutionslehre, 1953, 32.
- Sills, F. D.:
A factor analysis of somatotypes and of their relationship to achievement in motor skills. Research Quarterly, 1950, 21, 424—437.
- Tittel, K., J. Adam und H. Enke:
Die Bedeutung der multiplen Faktoren und Regressionsanalyse für die Sportantropometrie Wissenschaftliche Zeitschrift, Deutsche Hochschule für Körperkultur, 1965, 91—112.

17. Thurstone, L. L.:
Factor analysis and body types. *Psychometrika*, 1946, 11, 15—21.
18. Thurstone, L. L.:
Factor analysis of body measurement. *American journal of physical anthropology*, 1947, 5.
19. ViskiĆ, N.:
Faktorska struktura tjelesne težine. *Kineziologija*, 1972, 2, br. 2, str. 45—49.
20. Stojanović, M., S. Solarić, K. Momirović i R. Vukosavljević:
Pouzdanost antropometrijskih mjerenja. *Kineziologija*, 1975, 5, br. 1—2, str. 193—205.
21. Stojanović, M., R. Vukosavljević, A. Hošek i K. Momirović:
Image analiza strukture antropometrijskih dimenzija. *Kineziologija*, 1975, 5, br. 1—2, str. 206—228.
22. Vlah, R., Ž. Stoilković, K. Momirović i M. Stojanović:
Struktura antropometrijskih dimenzija vozača teških motornih vozila. *Glasnik Antropološkog društva Jugoslavije*, 1976, 13, 101—107.
23. Conrad, K.:
Konstitutiones typus (20 Auf.) Springer, Berlin, 1963.
24. Momirović, K., M. Stojanović, A. Hošek, E. Zakrajšek:
Kanonički odnosi transverzalnih dimenzija skeleta i mjera potkožnog masnog tkiva. XV Kongres Antropologa Jugoslavije, Novi Sad, 1976.
25. Momirović, K., E. Zakrajšek, M. Stojanović, A. Hošek i V. Pavišić — Medved:
Kanoničke relacije transverzalnih dimenzija skeleta i mjera potkožnog masnog tkiva nakon parcijalizacije longitudinalnih skeletalnih dimenzija. XVI Kongres antropologa Jugoslavije, Kranjska Gora, 1977.
26. Cooley, W. W., P. R. Lohnes:
Multivariate data analysis. Wiley, New York, 1971.
27. Momirović K. i M. Stojanović:
Uticađ razvoja na međusobnu povezanost latentnih antropometrijskih dimenzija. *Zbornik za prirodne nauke Matice srpske*, 1975, 49, 8, 231—238.
28. Hošek, A., R. Medved, E. Zakrajšek, M. Stojanović i K. Momirović:
Efikasnost jedne modifikacije TAXOBL algoritma u određivanju morfoloških taksona. XVI Kongres antropologa Jugoslavije, Kranjska Gora, 1977.
29. Stojanović, M., K. Momirović, A. Hošek, E. Zakrajšek, i R. Vukosavljević:
Komparativna analiza morfoloških taksona određenih na osnovu skeletalnih dimenzija i morfoloških taksona određenih na osnovu mekih tkiva. XVI Kongres antropologa Jugoslavije, Kranjska Gora, 1977.
30. Solarić, S.:
Utvrđivanje realne vrijednosti somatotipskog postupka metodom hijerarhijskog grupiranja — HGROU. Magistarski rad na Fakultetu za fizičku kulturu u Zagrebu, Zagreb, 1976.