

Ankica Hošek
Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb
Egon Zakrajšek

Institut za matematiko, fiziko in mehaniko,
Ljubljana

Konstantin Momirović
Sveučilišni računski centar, Zagreb

Marjan Lanc
Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb

Milutin Stojanović
Fakultet za fizičko vaspitanje, Beograd

**UTJECAJ ANTROPOMETRIJSKIH DIMENZIJA
NA BRZINU IZVOĐENJA JEDNOSTAVNIH
POKRETA**

THE INFLUENCE OF ANTHROPOMETRIC DIMENSIONS ON THE SPEED OF SIMPLE MOVEMENTS

The analysis of the canonical relationships between morphological characteristic and the speed of simple movements showed that the speed of simple movements is very complexly related to the structure of anthropometric dimensions. The significant negative influence of inert balast mass was established. The positive influence of longitudinal dimensions was established because peripheral speed at the end of long levers is proportional to the length of these levers when the angle speed is constant. In addition, a significant although not great influence of the amount of lean muscle mass on the speed of simple movements was established.

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА СКОРОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОСТЫХ ДВИЖЕНИЙ

Анализ канонических отношений между морфологическими характеристиками и скоростью выполнения простых движений показал, что отношение между скоростью движений и структурой антропометрических характеристик очень сложно. Утверждено существование достоверного отрицательного влияния инертного лишнего веса и положительное влияние лонгитудинальных измерений, так как периферическая скорость в конце длинных рычагов пропорциональна длине рычагов при постоянной угловой скорости. Кроме того, определено, что на скорость простых движений имеет достоверное, хотя небольшое, влияние величина мышечной массы.

1. PROBLEM

Motoričke sposobnosti, ma kako visoko bile regulirane, manifestiraju se, barem u svom mjerljivom obliku, posredstvom lokomotornog aparata. Ovaj izvršni podsistem, čiji su elementi koštano-zglobna i mišićna tkiva, predstavlja u stvari limitirajući faktor izvođenja bilo kojeg motoričkog zadatka. Prema tome, utjecaj perifernih karakteristika na motoričke sposobnosti od posebnog je značaja za poznavanje strukture motoričkih sposobnosti i njihovih relacija sa drugim dimenzijama psihosomatskog statusa. Međutim, u ovaj čas su vrlo oskudne mogućnosti analize informacija o karakteristikama samog lokomotornog aparata, obzirom na laboratorijske uvjete koje takve analize zahtjevaju. Ipak, neke bitne karakteristike njegovog perifernog dijela mogu se na sasvim pristojan način procijeniti na osnovu antropometrijskih mjera, definiranih kao longitudinalne, transverzalne i voluminozne dimenzije, odnosno dimenzije potkožnog masnog tkiva. U tom slučaju, uz primjenu različito složenih biomehaničkih i fizikalnih zakona, moguće je analizirati utjecaj morfoloških karakteristika na rezultate u testovima motoričkih sposobnosti. U slučaju motoričke sposobnosti definirane kao brzina jednostavnih pokreta, koja spada u skupinu najelementarnijih motoričkih sposobnosti, eventualne relacije s nekim antropometrijskim mjerama trebale bi se bazirati na relativno jednostavnim biomehaničkim zakonima o odnosima brzine i dužine poluge, ali je sasvim moguće da se pojavi i uloga inertnih balastnih masa, koja znatno može zakomplikirati relacije između ova dva podsistema antropološkog statusa.

2. METODE

Premda je model kanoničke korelacijske analize u suštini simetričan, skup antropometrijskih dimenzija tretiran je, logički, kao eksplanatorni, prediktorski, ili, naprosto, ulazni skup, a mjere brzine jednostavnih pokreta kao kriterijski, tj. izlazni skup.

Analize su izvedene na uzorku od 684 subjekata, muškog spola, starih od 19 do 27 godina. Populacija, iz koje je ovaj uzorak izvučen kao dvoetafni skupni uzorak sa optimalnom alokacijom, bila je definirana kao jugoslovenska populacija klinički zdravih muškaraca, bez izrazitijih morfoloških aberacija, starih od 19 do 27 godina.

Na tom su uzorku, u skladu s postupkom koji preporučuje Međunarodni biološki program, izmjerene slijedeće 23 antropometrijske dimenzije: 1. visina, 2. biakromijalni raspon, 3. dužina ruke, 4. dužina noge, 5. dužina stopala, 6. težina, 7. obim grudi, 8. obim nadlaktice, 9. obim podlaktice, 10. dužina šake, 11. obim nadkoljenice, 12. obim potkoljenice, 13. nabor na pazuhu, 14. nabor na leđima, 15. nabor na trbuhu, 16. nabor nadlaktice, 17. nabor potkoljenice, 18. dijametar lakta, 19. di-

jametar ručnog zgloba, 20. širina šake, 21. bikristalni raspon, 22. dijametar koljena i 23. širina stopala. Obim grudi i svi kožni nabori mjereni su po šest puta, a sve ostale dimenzije po tri puta. Konačni rezultat bio je određen vrijednošću subjekta na prvoj Harrisovoj komponenti* ponovljenih mjera svake dimenzije.

Brzina pokreta mjerena je na elektroničkom hronometru, povezanom s uređajem koji se sastojao od dvije fotočelije čiji se razmak i položaj mogao regulirati. Točnost mjerenja iznosila je 1/1000 sekunde. Tim su uređajem mjerene: 1. brzina pokreta desnom** rukom lijevo-desno-lijevo, 2. brzina pokreta pruženom desnom nogom natrag, 3. brzina pokreta desnom nogom naprijed, 4. brzina pokreta s obje ruke desno, 5. brzina pokreta pruženom desnom rukom naprijed, 6. brzina pokreta lijevom rukom udesno i 7. brzina pokreta desnom rukom udesno. Sve mjere ponovljene su po šest puta; konačni rezultat je i ovdje definiran kao prva Harrisova komponenta ponovljenih mjerenja.***

Klasična Hotellingova metoda kanoničke korelacijske analize primjenjena je za određivanje utjecaja morfoloških dimenzija na brzinu jednostavnih pokreta. Značajnost koeficijenta kanoničke korelacije testirana je Bartlettovim testom. Interpretacija se u najvećoj mjeri osnivala na strukturi kanoničkih faktora, tj. na vektorima korelacija antropometrijskih dimenzija sa značajnim kanoničkim dimenzijama, izoliranim iz skupa morfoloških karakteristika, odnosno na korelacijama mjera brzine sa kanoničkim dimenzijama izoliranim iz skupa tih mjera.

3. REZULTATI

Iako su kroskorelacije antropometrijskih mjera i mjera brzine jednostavnih pokreta u pravilu veoma niske (tabela 1), povezanost između ova dva sistema antropoloških karakteristika je statistički značajna, premda numerički nije visoka. Kako se vidi iz tabele 2, čak četiri para linearnih kombinacija antropometrijskih varijabli i mjera brzine jednostavnih pokreta imaju značajne kanoničke korelacije. Od toga su prve dvije osjetljivo veće od mjere povezanosti koja bi se mogla ocijeniti na temelju generaliziranog kanoničkog indeksa, i sigurno je da su ne samo statistički već i interpretativno značajne.

Formacija prvog para kanoničkih varijabli nastala je prije svega uslijed negativnog utjecaja velikih inertnih masa na brzinu izvođenja jednostavnih pokreta, kod kojih učinak ne ovisi toliko

* Pojednostosti o tom postupku i pouzdanost tako dobijenih rezultata vidi u Solaric, Stojanovic, Vukosavljevic i Momirovic, 1975.

** Ti boljom lijevom znači slabijom rukom.

*** Podrobniji opis postupka vidi u Momirovic, Wolf i Štalc, 1975.

o mogućnosti da se generira apsolutna sila, već o omjeru između aktivnih mišićnih skupina i veličine balasta kojemu se aktiviranjem tih mišićnih skupina pridaje neko ubrzanje. Negativan položaj brzine pokreta desnom nogom naprijed na ovoj kanoničkoj dimenziji vjerojatno je posljedica aktiviranja velikog broja masivnih mišićnih skupina, potrebnog da bi se taj pokret što brže izveo.

Negativan utjecaj balastnih masa bez sumnje je presudan za relacije između morfološke strukture i brzine jednostavnih pokreta, što se vidi po tome što je kanonička korelacija latentnih dimenzija, koje svoju egzistenciju duguju ovom fenomenu, izrazito veća od korelacija ostalih kanoničkih dimenzija. Međutim, iako kosti u pravilu predstavljaju balastnu masu, koja zbog svoje specifične težine ima najveći utjecaj na brzinu jednostavnih pokreta, skeletne dimenzije mogu imati povoljan učinak na tu brzinu (ako se ona mjeri kao periferana, a ne ugaona brzina) zahvaljujući činjenici da je periferana brzina na krajevima dugačkih poluga, pri konstantnoj ugaonoj brzini, proporcionalna dužini poluge. Ovo pogotovo ako, kao što je to u pravilu slučaj, poprečni presjek mišića stoji u nekoj proporciji s razvijenošću skeleta. Upravo je to razlog za značajnu povezanost drugog para kanoničkih varijabli. Fenomen biča koji se javlja kod višezglobnih pokreta potencira učinak longitudinalnih dimenzija skeleta, osim naravno u slučajevima kada su krajevi poluga opterećeni velikom balastnom masom uslijed natprosječnog razvoja transverzalnih dimenzija skeleta, ili natprosječnog razvoja distalnih dijelova ekstremiteta.

Treći par kanoničkih varijabli je u relativno niskoj korelaciji. Razlog za statističku egzistenciju ovog para latentnih dimenzija je veća sila, pogotovo veća relativna sila koju subjekti s pretežno atletskom tjelesnom građom mogu proizvesti.

Kako su pokazala ispitivanja Zakrajšeka, A. Hošek, Stojanovića, Momirovića i Lanca (1974) osobe koje pripadaju ovom morfološkom tipu su osobito sposobne da razviju znatnu silu pri pokretima gornjih ekstremiteta.*

Korelacija četvrtog para kanoničkih varijabli veoma je niska, a struktura kanoničkih faktora, posebno onog izoliranog iz skupa antropometrijskih mjera, nedovoljno pregnantna da bi se mogla osigurati pouzdana interpretacija. Neku ulogu u formiranju ove dimenzije imaju vjerojatno sila ekstenzora i fleksora podlaktice i dužina krakova poluga koji u suštini nisu višezglobni, iako nisu sasvim jednostavni. Čini se da se radi o latentnoj dimenziji za koju su odgovorne neke, relativno specifične karakteristike tjelesne građe, pa je zbog toga antropološki značaj ovog para kanoničkih faktora prilično ograničen.

4. ZAKLJUČAK

Analiza kanoničkih relacija između morfoloških karakteristika i brzine izvođenja jednostavnih pokreta pokazala je da je brzina pokreta u vrlo složenim odnosima sa strukturom antropometrijskih dimenzija. Utvrđen je značajan negativan efekt inertnih balastnih masa i pozitivan utjecaj longitudinalnih dimenzija zbog toga što je periferana brzina na krajevima dugačkih poluga proporcionalna dužini tih poluga pri konstantnoj ugaonoj brzini. Osim toga utvrđeno je da na brzinu izvođenja jednostavnih pokreta ima značajan, ali ne velik utjecaj količina mišićne mase.

* Razlika između sile koju mogu razviti osobe atletske tjelesne građe i osobe koje pripadaju drugim morfološkim tipovima mnogo su veće pri pokretima gornjih, negoli pri pokretima trupa i donjih ekstremiteta.

Tabela 1.

KORELACIJE ANTROPOMETRIJSKIH MJERA I MJERA BRZINE JEDNOSTAVNIH POKRETA
CORRELATIONS BETWEEN ANTHROPOMETRIC DIMENSIONS AND SPEED OF SIMPLE MOVEMENTS

	MBPLD3	MBPDNT	MBPDNN	MBPZRD	MBPDRN	MBPLRD	MBPDRD
1. VISINA	—0.11	—0.05	—0.06	—0.12	—0.08	—0.13	—0.04
2. BIKRO	—0.07	—0.08	—0.01	—0.11	—0.11	—0.14	—0.04
3. DUZIRU	—0.07	—0.01	—0.12	—0.10	—0.03	—0.10	—0.01
4. DUZINO	—0.08	—0.02	—0.10	—0.09	—0.03	—0.09	.00
5. DUZIST	—0.09	.08	—0.06	—0.06	—0.03	—0.06	.02
6. TEZINA	—0.11	—0.06	—0.06	—0.14	—0.11	—0.12	—0.08
7. OPGRUD	—0.15	—0.10	—0.12	—0.16	—0.15	—0.18	—0.16
8. OPNADL	—0.11	—0.03	—0.02	—0.06	—0.06	—0.07	—0.06
9. OPPODL	—0.07	.04	—0.05	.00	.00	—0.04	—0.01
10. DUZISA	—0.07	—0.09	.02	—0.14	—0.08	—0.14	—0.05

11. OPNATK	-.11	-.09	-.04	-.13	-.09	-.06	-.07
12. OPPOTK	-.08	-.09	-.01	-.10	-.09	-.08	-.06
13. NAPAZU	-.04	.03	.08	-.01	.04	.04	.00
14. NANALE	-.07	.09	.01	-.02	.01	.04	.01
15. NATRBU	-.04	-.04	.06	-.07	-.03	-.03	-.09
16. NANADL	-.05	.11	-.04	.06	.08	.09	.06
17. NAPOTK	-.01	.08	-.08	.07	.03	.10	.03
18. DILAKT	-.06	.04	-.09	-.05	-.02	-.02	-.01
19. DIRUZG	-.02	.03	.08	-.14	-.07	-.04	.01
20. SIRISA	.04	-.00	.07	-.01	.01	-.01	.00
21. BIKRIS	-.04	.09	-.14	.02	.00	-.02	.04
22. DIKOLJ	-.02	.11	.04	.14	.10	.07	.14
23. SISTOP	-.05	.02	-.06	-.07	-.07	-.07	-.03

Tabela 2.

KANONIČKE KORELACIJE ANTROPOMETRIJSKIH DIMENZIJA I BRZINE JEDNOSTAVNIH POKRETA

CANONICAL CORRELATIONS OF ANTHROPO-METRIC DIMENSIONS AND SPEED OF SIMPLE MOVEMENTS

Roots	Canonical R	R-Squared	Chi-square	N. D. F.	Lambda prime	Probability
1.	.4913	.241	442.52	161	.5156	.0000
2.	.3504	.123	258.02	132	.6796	.0000
3.	.2833	.080	170.52	105	.7747	.0001
4.	.2493	.062	114.64	80	.8423	.0067
5.	.2044	.042	71.78	57	.8981	.0899
6.	.1812	.033	43.28	36	.9373	.1886
7.	.1758	.031	20.98	17	.9691	.2273

ALPHA = .087432

MEIG = 2

Tabela 3.

STRUKTURA KANONIČKIH FAKTORA IZOLIRANIH IZ SISTEMA ANTROPOMETRIJSKIH VARIJABLI

STRUCTURE OF CANONICAL FACTORS OF ANTHROPO-METRIC DIMENSIONS

	1	2	3	4
1. VISINA	-.10	.20	.36	.31
2. BIAKRO	-.21	.15	.26	.25
3. DUZIRU	.05	.28	.30	.15
4. DUZINO	.02	.22	.32	.26
5. DUZIST	.15	.04	.51	.27
6. TEZINA	-.14	.23	.34	.16
7. OPGRUD	-.14	.48	.24	.24
9. OPPODL	.14	.08	.11	.29

8. OPNADL	-.04	.11	.18	.31
10. DUZISA	-.28	.09	.23	.28
11. OPNATK	-.18	.15	.31	.12
12. OPPOTK	-.20	.11	.19	.16
13. NAPAZU	-.04	-.26	.14	.14
14. NANALE	.13	-.13	.35	.09
15. NATRBU	-.21	-.04	.02	-.00
16. NANADL	.31	-.11	.18	.14
17. NAPOTK	.30	.05	.07	-.14
18. DILAKT	.13	.15	.29	.05
19. DIRUZG	-.23	-.20	.57	-.17
20. SIRISA	-.11	-.12	-.07	-.06
21. BIKRIS	.33	.22	.23	.11
22. DIKOLJ	.29	-.32	.03	.50
23. SISTOP	.03	.17	.32	.02

Tabela 4.

STRUKTURA KANONIČKIH FAKTORA IZOLIRANIH IZ SISTEMA VARIJABLI BRZINE JEDNOSTAVNIH POKRETA

STRUCTURE OF CANONICAL FACTORS IN MEASUREMENTS OF SPEED OF SIMPLE MOVEMENTS

	1	2	3	4
1. MBPDL3	.09	-.38	-.49	-.66
2. MBPDNT	.65	-.44	.25	-.21
3. MBPDNN	-.36	-.86	-.17	.05
4. MBPZRD	.57	-.43	-.63	.04
5. MBPDRN	.41	-.53	-.44	-.03
6. MBPLRD	.42	-.59	-.18	-.44
7. MBPDRD	.37	-.63	-.00	-.05

Tabela 5.

KOEFICIJENTI TRANSFORMACIJE ANTROPO-
METRIJSKIH VARIJABLI U KANONIČKE
FAKTORE

CANONICAL WEIGHTS FOR ANTROPOMETRIC
DIMENSIONS

	1	2	3	4
1. VISINA	-.33	.10	.56	.80
2. BIAKRO	-.12	-.06	.01	.16
3. DUZIRU	.03	.15	.22	-.30
4. DUZINO	.15	.15	-.38	.11
5. DUZIST	.59	-.14	.54	.30
6. TEZINA	-.58	-.13	-1.22	-2.27
7. OPGRUD	.01	1.04	.23	.49
8. OPNADL	-.02	.09	.19	.84
9. OPPODL	.52	-.15	-.46	.36
10. DUZSA	-.43	.10	-.17	.46
11. OPNATK	-.20	-.18	.81	.30
12. OPPOTK	-.29	-.03	-.00	.31
13. NAPAZU	-.49	-.65	-.03	.14
14. NANALE	.17	-.07	.74	-.47
15. NATRBU	-.02	.06	-.24	.30
16. NANADL	.34	.27	-.24	.25
17. NAPOTK	.40	.24	.03	-.36
18. DILAKT	.24	.14	.14	-.13
19. DIRUZG	-.17	-.44	.66	-.17
20. SIRISA	.04	-.23	-.42	-.49
21. BIKRIS	.34	-.04	.04	.03
22. DIKOLJ	.09	-.51	-.07	.43
23. SISTOP	.02	.15	.27	-.05

Tabela 6.

KOEFICIJENTI TRANSFORMACIJE MJERA
BRZINE JEDNOSTAVNIH POKRETA U KANO-
NIČKE FAKTORE

CANONICAL WEIGHTS FOR MEASUREMENTS
OF SPEED OF SIMPLE MOVEMENTS

	1	2	3	4
1. MBPLD3	-.26	.20	-.41	-.97
2. MBPDNT	.61	-.13	.54	-.19
3. MBPDNN	-.63	-.75	-.03	.24
4. MBPZRD	.52	.13	-.83	.54
5. MBPDRN	.11	-.08	-.43	.41
6. MBPLRD	.07	-.26	.23	-.72
7. MBPDRD	.07	-.37	.61	.36

5. LITERATURA

1. Cooley, W.E. and P.R. Lohnes. Multivariate procedures for the behavioral sciences. John Wiley and Sons, New York, 1962.
2. Gredelj, M. Latentna struktura motoričkih dimenzija nakon parcijalizacije morfoloških karakteristika, Magistarski rad, Zagreb, 1976.
3. Gredelj, M.; D. Metikoš, A. Hošek i K. Momirović. Model hijerarhijske strukture motoričkih sposobnosti. I. Rezultati dobijeni primjenom jednog neoklasičnog postupka za procjenu latentnih dimenzija. Kineziologija, 1975., vol. 5., br. 1—2, str. 7—81.
4. Hotelling, H. Relations between two sets of variates. Biometrika, 1936, 28; pp. 321—337.
5. Solarić, S., M. Stojanović, R. Vukosavljević i K. Momirović. Struktura antropometrijskih dimenzija. Kineziologija, 1975., vol. 5., br. 1—2, str. 193—205.
6. Veldman, J.D. Fortran programming for the behavioral sciences. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1967.
7. Zakrajšek, E., A. Hošek, M. Stojanović, K. Momirović i M. Lanc. Utjecaj antropometrijskih dimenzija na silu mjerenu dinamometrom. Referat na XV kongresu antropološkog društva Jugoslavije, Novi Sad, 1976.