

**KONSTANTIN MOMIROVIĆ I SMILJKA HORGA**  
Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu

## KANONIČKE RELACIJE HIPOTETSKIH DIMENZIJA IZVEDENIH IZ MJERA INTELEKTUALNIH I MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI

### SAŽETAK

Na uzorku od 205 muškaraca, starih od 20 do 25 godina, pozitivno selekcioniranih i pod vidom motoričkih, i pod vidom intelektualnih sposobnosti, analizirane su kanoničke relacije između tri primarne kognitivne dimenzije, izvedene pod modelom koji intelektualne sposobnosti svodi na efikasnost funkcioniranja perceptivnog, paralelnog i serijskog procesora, i jedanaest primarnih motoričkih dimenzija, izvedenih pod modelom koji pretpostavlja da su osnovne motoričke sposobnosti koordinacija, ritam, ravnoteža frekvencija pokreta, brzina pokreta, preciznost, fleksibilnost, sila, eksplozivna snaga, snaga i izdržljivost.

Dobijena je jedna značajna kanonička korelacija (0.46), koja se mogla pripisati pozitivnom utjecaju generalnog kognitivnog faktora, pretežno definiranog efikasnošću serijskog procesora, na ritam, koordinaciju i fleksibilnost, i negativnim vezama između tako definiranog generalnog kognitivnog faktora i učinka u mjerama snage i izdržljivosti.

### 1. PROBLEM

Relacije intelektualnih i motoričkih sposobnosti bile su predmet većeg broja istraživanja od kojih je, nažalost, većina provedena na vrlo malim uzorcima ispitanika, često iz populacije mentalno retardiranih i, u pravilu, bez ikakvog obzira na neki konzistentan model intelektualnog i/ili motoričkog funkcioniranja (Di Giovanna, 1937; Ray, 1940; Brace, 1941; Johnson, 1942; Vickers, Poyntz i Baum, 1942; Brace, 1948; Francis i Rarick, 1959; Ismail, Kephart i Cowell, 1963; Dingman i Silverstein, 1964; Sengstock, 1966; Ismail, 1967; Singer i Brunk, 1967; Horne i Justiss, 1968; Singer, 1968; Alley i Carr, 1968; Stallings, 1968; Groden, 1969; Neeman i Philips, 1970; Chasey i Wyrick, 1970; Leithwood, 1971; Funk, 1971; Pyfer i Carlson, 1972; Fleer, 1972; King, 1965; Clauser, 1966; Simensen, 1973; Rosentswieg i Herndon, 1973).

Rezultati ovih istraživanja bili su, ne rijetko, kontradiktorni<sup>1</sup>; no ipak su, u cjelini, ti rezultati bili u skladu sa rezultatima metodološki znatno korektnijih istraživanja (Ismail i Gruber, 1965; Dudek, Lester, Goldberg i Dyer, 1969; Ismail, Kane i Kirkendall, 1969; Kirkendall i Gruber, 1970; Ismail i Kirkendall, 1970; Kirkendall, 1970; Kirkendall i Gruber, 1970; Wilson, Tunstall i Eysenck, 1971; Mejovšek, 1977; Momirović, Gredelj i Hošek, 1980; Paver, 1981). Ova istraživanja pokazala su da postoje značajne ili umjereno visoke korelacije između intelektualnih i motoričkih sposobnosti, da su te korelacije utoliko više ukoliko se radi o složenijim (posebno sa informatičke, manje sa biomehaničke točke gledišta) motoričkim zadacima, da povezanost intelektualnih i motoričkih sposobnosti opada u funkciji dobi, te da su korelacije između intelektualnih

i motoričkih sposobnosti utoliko više ukoliko je uzorak ispitanika jače negativno selekcioniran bilo pod vidom intelektualnih, bilo pod vidom motoričkih sposobnosti.

Istraživanja na kognitivno i motorički pozitivno selekcioniranim uzorcima ima vrlo malo, a i ta su redovito provedena bez ikakvog obzira na bilo koji konzistentan model strukture intelektualnih i/ili motoričkih sposobnosti; uz to su, isuviše često, izvedena na malim uzorcima i neadekvatnim postupcima za obradu podataka.

Zbog toga je svrha ovog istraživanja da utvrdi, na jednom kognitivno i motorički pozitivno selekcioniranom uzorku, kanoničke relacije između skupa latentnih kognitivnih dimenzija, izvedenih pod hipotezom da se najvažnije kognitivne funkcije mogu svesti na efikasnost funkcioniranja perceptivnog, paralelnog i serijskog procesora (Das, Kirby i Jarman, 1975; Momirović, Šipka, Wolf i Džamonja, 1978; Wolf, 1980) i skupa najvažnijih motoričkih sposobnosti, koje se pod strukturalnim modelom mogu svesti na koordinaciju, ritam, ravnotežu, frekvenciju pokreta, brzinu pokreta, preciznost, fleksibilnost, silu, eksplozivnu snagu, repetitivnu snagu i izdržljivost<sup>2</sup> (Gredelj, Metikoš, Hošek i Momirović, 1975).

Kako su kognitivno i motorički pozitivno selekcionirani uzorci bliski uzorcima iz populacije vrhunskih takmičara, i populacije onih koji se profesionalno bave kineziološkim aktivnostima, dobijeni rezultati mogli bi biti od neposrednog značaja za donošenje odluka pri postupcima usmjeravanja i izbora, i od izvjesnog značaja za razborito programiranje tjelesnog vježbanja.

<sup>1</sup> Podrobniji opis rezultata ovih istraživanja vidi u Mejovšek, 1977 i u Momirović, Džamonja, Hošek, Wolf i Gredelj, 1981.

<sup>2</sup> Ovaj model pretpostavlja postojanje i statičke snage, kao i subdiviziju nekih primarnih faktora, no te pojedinsti nisu uzete u obzir pri projektiranju ovog istraživanja.

## 2. METODE

Istraživanje je provedeno na 205 muških ispitanika, starih od 20 do 25 godina, pozitivno selekcioniranih i po kognitivnim i po motoričkim sposobnostima. Ustvari, radilo se o studentima druge i treće godine Fakulteta za fizičku kulturu u Zagrebu. Svi studenti ovog fakulteta pri klasifikacijskom ispitu prolaze, između ostalog, i kroz proces testiranja intelektualnih i motoričkih sposobnosti<sup>3</sup>. Samo studenti iznadprosječnih intelektualnih i znatno iznadprosječnih motoričkih sposobnosti mogu biti primljeni na studij.

Hipotetske kognitivne dimenzije određene su, na temelju devet testova inteligencije, algoritmom i programom KOCHIKI DAOSHI (Štalec i Momirović, 1982). Tako su dobijene sljedeće latentne varijable:

1. EFIKASNOST PERCEPTIVNOG PROCESORA
2. EFIKASNOST PARALELNOG PROCESORA
3. EFIKASNOST SERIJALNOG PROCESORA

Ove su dimenzije utvrđene jednoznačno, na temelju baterije testova izabrane iz jedne šire baterije na kojoj je ispitivana adekvatnost kibernetičkog modela Dasa, Kirbya i Jarmana (Momirović, Šipka, Wolf i Džamonja, 1978; Wolf 1980).

Hipotetske motoričke dimenzije određene su, također algoritmom KOCHIKI DAOSHI, na temelju 74 testa motoričkih sposobnosti. Većina je ovih testova izabrana iz baterije od 110 kompozitnih motoričkih mjernih instrumenata, na kojoj je ispitivana adekvatnost jednog strukturalnog i jednog funkcionalnog modela motoričkih sposobnosti (Gredelj, Metikoš, Hošek i Momirović, 1975). Hipotetski operator konstruiran je na temelju reduciranog strukturalnog modela. Algoritam je, sa znatnim stupnjem pouzdanosti, proizveo ove hipotetske latentne dimenzije:

1. KOORDINACIJU
2. REALIZACIJU RITMIČKIH STRUKTURA
3. RAVNOTEŽU
4. FREKVENCIJU POKRETA
5. BRZINU POKRETA
6. PRECIZNOST
7. FLEKSIBILNOST
8. SILU
9. EKSPLOZIVNU SNAGU
10. SNAGU
11. IZDRŽLJIVOST.

Sve su ove dimenzije, osim frekvencije pokreta, dobijene i u toku jedne eksplorativne neuvjetovane faktorske analize iste baterije mjernih instrumenata na vrlo sličnom uzorku ispitanika (Metikoš, Prot, Horvat, Kuleš i Hofman, 1982).

Kanoničke relacije ovih latentnih dimenzija analizirane su u okviru standardnog biortogonalnog modela kanonič-

<sup>3</sup> Osim ovoga, studenti se ispituju i baterijom konativnih testova, prolaze kroz sistematski liječnički pregled i ispituje se količina i razina usvojenosti motoričkih informacija. Sve su ove procedure selekzione naravi, a zbog međusobne povezanosti različitih antropoloških karakteristika indirektno sudjeluju i u selekciji na temelju kognitivnih i motoričkih sposobnosti.

ke korelacijske analize (Hotelling, 1936). Značajnost kanoničkih korelacija testirana je Bartlettovim postupkom (Bartlett, 1941). Analize su provedene programom CANCAN (Momirović, 1981), napisanom u meta jeziku SS (Zakrajšek, Štalec i Momirović, 1974).

## 3. REZULTATI

Dobijena je jedna značajna (vjerojatnost pogreške pri odbacivanju nulte hipoteze iznosila je 0.00004) kanonička korelacija, umjerene visine (0.46). U tabeli 1 su kanonički koeficijenti, struktura i krosstruktura kanoničkog faktora dobijenog iz hipotetskih kognitivnih dimenzija, a u tabeli 2 kanonički koeficijenti, struktura i krosstruktura faktora izoliranog iz skupa hipotetskih motoričkih dimenzija.

Tabela 1

KANONIČKI KOEFICIJENTI ( $W_c$ ), STRUKTURA KANONIČKOG FAKTORA ( $F_c$ ) I KROSSTRUKTURA KANONIČKOG FAKTORA ( $C_c$ ) IZOLIRANOG IZ HIPOTETSKIH KOGNITIVNIH DIMENZIJA

DIMENZIJA	$W_c$	$F_c$	$C_c$
1. Efikasnost perceptivnog procesora	.35	.67	.31
2. Efikasnost paralelnog procesora	.28	.69	.32
3. Efikasnost serijalnog procesora	.66	.87	.40

Kanonički faktor izoliran iz skupa hipotetskih kognitivnih dimenzija ponaša se kao mjera generalnog kognitivnog faktora uvjetovanog, prije svega, efikasnošću serijalnog procesora. Ovaj je rezultat ponešto različit od rezultata dobijenih na neselekcioniranim uzorcima u ranijim istraživanjima. Mejovšek (1977) je našao da je kanonički faktor, izoliran iz skupa kognitivnih testova, koji ima najveću korelaciju sa brzinom izvođenja složenih pokreta (što je, ustvari, dimenzija koja integrira koordinaciju, ritam i frekvenciju pokreta), definiran približno jednako efikasnošću paralelnog i serijalnog procesora, iako je, naravno, taj faktor i dalje bio vrlo blizak generalnom kognitivnom faktoru. Paver (1981) je, doduše na nereprezentativnom uzorku kognitivnih testova, našla da je kanonička dimenzija definirana prije svega mjerama efikasnosti perceptivnog procesora; no valja upozoriti da su perceptivni testovi činili najveći dio upotrebene baterije mjernih instrumenata.

Kanonički faktor izoliran iz skupa hipotetskih motoričkih dimenzija bipolarna je varijabla, definirana na pozitivnom polu vrlo visokom saturacijom sposobnosti realizacije ritmičkih struktura, zatim koordinacije i u osjetno manjoj mjeri fleksibilnosti. Na negativnom polu ova je varijabla definirana umjerenim saturacijama faktora repetitivne snage i izdržljivosti.

Tabela 2

KANONIČKI KOEFICIJENTI ( $W_m$ ), STRUKTURA KANONIČKOG FAKTORA ( $F_m$ ) I KROSSTRUKTURA KANONIČKOG FAKTORA ( $C_m$ ) IZOLIRANOG IZ HIPOOTOETSKIH MOTORIČKIH DIMENZIJA

DIMENZIJA	$W_m$	$F_m$	$C_m$
1. Koordinacija	.43	.37	.18
2. Realizacija ritmičkih struktura	.82	.86	.40
3. Ravnoteža	— .11	.00	.00
4. Frekvencija pokreta	— .14	.22	.10
5. Brzina pokreta	.00	.11	.05
6. Preciznost	— .18	— .06	— .03
7. Fleksibilnost	.18	.26	.12
8. Sila	.03	— .19	— .09
9. Eksplozivna snaga	— .16	— .10	— .05
10. Snaga	— .21	— .31	— .14
11. Izdržljivost	— .16	— .20	— .09

Pozitivne veze između intelektualnih sposobnosti i sposobnosti koje ovise od efikasnosti sistema za strukturiranje, regulaciju i kontrolu gibanja mogu se pripisati učešću kognitivnih procesa kod učenja motoričkih zadataka<sup>4</sup>, učešću kognitivnih procesa pri analizi povratnih informacija koja je neophodna za adaptativnu regulaciju gibanja, a vjerojatno i utjecaja brzine protoka informacija i diferencijalnoj regulaciji razine razdraženja i na kognitivne i na složene motoričke procese. Ovaj je rezultat, sa interpretativne točke gledišta, identičan rezultatu koji je dobijen, kriterijski uvjetovanom faktorskom analizom, u istraživanju Momirovića, Gredelja i A. Hošek (1980) na reprezentativnom, slabo selekcioniranom uzorku ispitanika.

Nažalost, znatno je teže naći fiziološke ili psihološke razloge za negativnu vezu između intelektualnih sposobnosti i motoričkih sposobnosti podređenih efikasnosti sistema za energetska regulaciju ili, točnije, efikasnosti podsistema od kojeg zavisi motorička izdržljivost. Iako je sličan rezultat dobijen i u jednom ranijem istraživanju (Gabrijelić, 1977), u nekim je drugim istraživanjima dobijena pozitivna veza između kognitivnih sposobnosti (pretežno definiranih efikasnošću paralelnog procesora) i sposobnosti koje zavise od sistema za energetska regulaciju (Paver, 1981). Možda bi se ovaj rezultat mogao pripisati kognitivnoj orijentaciji onih kod kojih dominiraju funkcije serijalnog procesora, pogotovo obzirom na to da je uzorak bio jače selekcioniran obzirom na funkcije paralelnog i perceptivnog, nego na funkcije serijalnog procesora, no ova hipoteza mora biti predmet daljih istraživanja.

Činjenica da postoji značajna veza između intelektualnih i motoričkih sposobnosti čak i u ovako pozitivno selekcioniranim uzorcima sigurno je vrlo jak argument u prilog teorije integralnog razvoja (Ismail i Gruber, 1967) i stava da je neophodno da se sve antropološke dimenzije tretiraju kao dijelovi jednog organiziranog sistema. Međutim, praktične implikacije ovih rezultata su možda

još od većeg značaja. U procesima čija je svrha usmjeravanje i izbor, a i pri izboru sadržaja i volumena rada u toku programiranja treninga, valja voditi računa da ustvari postoje virtualno vrlo različiti taksoni u prostoru kognitivnih i motoričkih sposobnosti, te da su ti taksoni različiti ne samo pod vidom vjerojatnog uspjeha u različitim kineziološkim aktivnostima, već i pod vidom sposobnosti i sklonosti da prihvate različite tipove transformacijskih operatora.

## 4. LITERATURA

1. Bartlett, M. G.: The statistical significance of canonical correlations. *Biometrika*, 32, 29-38 (1941).
2. Das, J. P., J. Kirby and R. F. Jarman: Simultaneous and successive syntheses: an alternative model for cognitive abilities. *Psychological Bulletin*, 82, 1, 87-103 (1975).
3. Dudek, S. Z., E. P. Lester, J. S. Goldberg and G. B. Dyer: Relationship of Piaget measures to standard intelligence and motor scales. *Perceptual and Motor Skills*, 28, 2, 351-362 (1969).
4. 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*, 5, 1-2, 7-82 (1975).
5. Hotelling, H.: Relation between two sets of variates. *Biometrika*, 28, 321-377 (1936).
6. Ismail, A. H. and J. J. Gruber: Interrelationships between motor aptitude and intellectual performance. *Purdue University, Indiana*, 1965.
7. Ismail, A. H. and J. J. Gruber: Motor aptitude and intellectual performance. *Merrill, Columbus*, 1967.
8. Ismail, A. H. and J. J. Gruber: Intergrated development motor aptitude and intellectual performance. *Merrill, Columbus*, 1967.
9. Ismail, A. H., J. Kane and D. R. Kirkendall: Relationships among intellectual and nonintellectual variables. *Research Quarterly*, 40, 1, 83-92 (1929).
10. Ismail, A. H. and D. R. Kirkendall: Comparison between the discrimination power of personality traits and motor aptitude items to differentiate among various intellectual levels of preadolescent boys and girls. *Symposium on integrated development, Indiana*, 1970.
11. Kirkendall, D. R. and J. J. Gruber: Canonical relationships between the motor and intellectual achievement domains in culturally deprived high school pupils. *Research Quarterly*, 41, 492-502 (1970).
12. Mejovšek, M.: Relacije kognitivnih sposobnosti i nekih mjera brzine jednostavnih i složenih pokreta. *Kineziologija*, 7, 1-2, 77-136 (1977).
13. Momirović, K., P. Šipka, B. Wolf i Z. Džamonja: Prilog formiranju jednog kibernetičkog modela kognitivnih sposobnosti. *VI Kongres psihologa Jugoslavije, Sarajevo*, 1978.
14. Momirović, K., M. Gredelj i A. Hošek: Funkcija perceptivnog, paralelnog i serijalnog procesora u sistemu za strukturiranje pokreta. *Kineziologija*, 10, izvanredni broj 3, 5-9 (1980).

<sup>4</sup> Svi su motorički testovi bili višestemskog tipa, osim testova snage i izdržljivosti.

15. Momirović, K., Z. Džamonja, A. Hošek, B. Wolf i M. Gredelj: Struktura antropoloških dimenzija vojnika JNA (elaborat isključivo za internu upotrebu). Vojno-medicinska akademija, Odjeljenje za psihologiju, Beograd, 1981.
16. Štalec, J. i K. Momirović: Jednostavan algoritam za analizu hipotetskih latentnih dimenzija. Kineziologija, 12, 1-2 (1982) (u tisku).
17. Paver, D.: Relacije između spoznajnih i motoričkih sposobnosti kod učenika specijalnih škola za mentalno retardirane, (U rukopisu) Zagreb, 1981.
18. Wilson, G. D., O. A. Tunstall and H. J. Eysenck: Individual differences in tapping performance as function of time on the task. Perceptual and Motor Skills, 33, 2, 375-378 (1971).
19. Wolf, B.: Faktorski sistem ocjenjivanja testova i struktura intelektualnih sposobnosti. Disertacija, Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1980.
20. Zakrajšek, E., J. Štalec i K. Momirović: SS-programski sistem za multivarijantnu analizu podataka. Simpozij »Kompjuter na Sveučilištu«, C8, 1-26, Zagreb, 1974.

#### CANONICAL RELATIONSHIPS BETWEEN HYPOTHETICAL DIMENSIONS OBTAINED FROM MEASURES OF INTELLECTUAL AND MOTORIC CAPACITIES

205 males aged 20 to 25 years were positively selected with regard to motoric and intellectual capacities. This group was used in an analysis of the canonical relationships between three primary cognitive dimensions, derived by means of a model which reduces intellectual capacity to the functional efficiency of the perceptive, parallel and serial processors, and eleven primary motoric dimensions derived by a model which assumes that the fundamental motoric abilities are coordination, rhythm, balance, frequency of movements, speed of movements, precision, flexibility, force, explosive strength, strength and endurance.

One significant canonical correlation (0.46) was obtained which can be attributed to the positive influence of the general cognitive factor, chiefly defined as the efficiency of the serial processor, on rhythm, coordination and flexibility, and to negative relationships between this same general cognitive factor and efficiency in measure of strength and endurance.

Константин Момирович, Смилька Жорга

#### КАНОНИЧЕСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ГИПОТЕТИЧЕСКИМИ ИЗМЕРЕНИЯМИ, ПРОИЗВЕДЕННЫМИ ИЗ ИЗМЕРЕНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ И ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ

В выборке, состоящей из 205 мужчин в возрасте от 20 до 25 лет, положительно отобранных на основании двигательных и интеллектуальных способностей, проведен анализ канонических взаимоотношений между тремя первичными каноническими измерениями, которые произведены под такой моделью, которая интеллектуальные способности сводит на эффективность функционирования перцептивного сериального и параллельного процессоров, и одиннадцатью первичными двигательными измерениями, которые произведены под моделью, предполагающей, что основными двигательными способностями являются координация, ритм, равновесие, частота движений, скорость движений, точность, гибкость, сила, взрывная сила и выносливость.

Получена одна достоверная каноническая корреляция (0,46), которую можно было интерпретировать как положительное влияние генерального интеллектуального фактора, зависящего, в первую очередь, от эффективности влияния сериального процессора на ритм, координацию и гибкость и от отрицательных взаимоотношений между таким способом определенным генеральным интеллектуальным фактором и результатами в измерениях силы и выносливости.