

MILKO MEJOVŠEK

Fakultet za defektologiju, Zagreb

RELACIJE KOGNITIVNIH I MOTORIČKIH  
SPOSOBNOSTI

SAŽETAK

Opisana su dva opsežna istraživanja relacija intelektualnih i motoričkih sposobnosti, provedena u našoj zemlji. Rezultati prvog istraživanja (Mejovšek, 1976) pokazuju da su u osnovi dvije vrste faktora odgovorne za povezanost između inteligencije i brzine izvođenja motoričkih zadataka. Kada motorička situacija nije problematska situacija, povezanost se može objasniti samo brzinom protoka informacija, dok se u motoričkim zadacima koji predstavljaju problem dio kovarijance može objasniti udjelom kognitivne aktivnosti u rješavanju motoričkog problema.

U drugom istraživanju (Momirović, Ismail i sur., 1979) izolirani generalni kognitivni faktor bio je znatno saturiran motoričkim sposobnostima, normalnom strukturom ličnosti, poželjnim sociološkim karakteristikama i antropometrijskim statusom, ukazujući tako na mogućnost postojanja dimenzije opće sposobnosti u antropološkom prostoru.

O relacijama kognitivnih i motoričkih sposobnosti ne postoji velik broj znanstvenih istraživanja. Iako je područje kognitivnih sposobnosti dosta istraživano još uvijek postoji neslaganje autora u pogledu strukture kognitivnih prostora. Motorički prostor je relativno malo istraživan i istražen. Oba prostora vrlo su složena, a metodologija znanstvenih istraživanja tek je u novije vrijeme dostigla razinu koju zahtijevaju istraživanja ove vrste.

U prvo vrijeme istraživanja relacija kognitivnih i motoričkih sposobnosti postojao je vrlo malen izbor mjernih instrumenata. U području motorike većina njih bila je izrazito loša u metrijskom smislu. Osim nepouzdanih motoričkih mjernih instrumenata uz prva istraživanja u ovom području vezivao se gotovo u pravilu i problematičan uzorak ispitanika. Većina uzoraka sastojala se od malenog broja ispitanika i bila selekcionirana i nereprezentativna. Zajednička karakteristika tih istraživanja bila je donošenje nepreciznih i neodređenih zaključaka, često puta i izrazito kontradiktornih.

Najveći broj istraživanja u ovom području izvršen je na uzorcima mentalno retardiranih osoba i tu postoji opće slaganje autora da su motoričke sposobnosti ovih osoba slabo razvijene. Uočeno je da su motoričke sposobnosti mentalno retardiranih osoba to slabije razvijene, što je intelektualni nivo tih osoba niži. Utvrđeno je također da su korelacije između intelektualnih i motoričkih sposobnosti više u populaciji mentalno retardiranih osoba, a niže u populaciji osoba normalne inteligencije.

Tek šezdesetih godina ovog stoljeća dolazi do ozbiljnijih istraživanja u ovom području. Tada već postoji znatan izbor motoričkih mjernih instrumenata, počinju se primjenjivati multivarijantne metode u obradi rezultata, a veća pažnja se posvećuje uzorcima ispitanika i općenito metodologiji istraživanja. Značajan doprinos rasvjetljivanju relacija kognitivnih i moto-

ričkih sposobnosti dala je grupa istraživača okupljena oko Cowella i Ismaila u SAD i Kanea u Engleskoj. Također su bili značajni radovi Fleishmana, Ricka, Hempela i Fittsa u kojima je utvrđeno da su u prvoj fazi učenja informacijski složenog motoričkog zadatka »nemotorički faktori« značajniji od motoričkih. Pomoću faktorske analize Fleishman i Hempel (1954) su utvrdili da u prvoj fazi učenja motoričkih zadataka iz područja koordinacije spacijalna orijentacija, vizualizacija i perceptivna brzina obuhvaćaju veći dio varijance od motoričkih faktora iz prostora koordinacije.

Na osnovu većeg broja istraživanja Cowell, Ismail i suradnici razvili su teoriju »integriranog razvoja«\*, prema kojoj postoji povezanost između motoričkih, kognitivnih i konativnih dimenzija ličnosti. U više navrata, kod ispitanika različite dobi, ispitali su relacije kognitivnih i motoričkih sposobnosti i utvrdili značajnu povezanost između inteligencije i varijabli koordinacije i nekih varijabli ravnoteže, gdje su veze između kognitivnih varijabli i varijabli koordinacije bile uvijek više.

Većina autora se slaže da motorička aktivnost stimulatивно djeluje na intelektualni razvoj djece, premda nema dovoljno empirijskih dokaza tome u prilog. Piaget, Gesell, Kephart, Frostigova, Kiphart, Mosston i Delacato su, pretežno na osnovu vlastitih zapažanja, zaključili da je motorička aktivnost važna za intelektualni razvoj djece predškolske dobi. Piaget i Gesell su svojim radovima naglašavali važnost perceptivno-motoričkih sposobnosti za intelektualni razvoj djeteta. Prema ovim autorima perceptivne sposobnosti se formiraju u toku jednog procesa koji ne može biti nezavisan od motoričkog iskustva djeteta. Senzorne i motoričke funkcije djeteta razvijaju se paralelno, a

\* Slične teorije objavili su Olson, Delacato i Kephart.

tek po završetku senzori-motoričke faze, koja prema Piagetu završava oko druge godine života, može doći do intenzivnijeg razvoja intelektualnih sposobnosti djeteta. Kephart smatra da motorička aktivnost omogućuje djetetu da bolje upozna relacije objekata u prostoru. Mosston sugerira da treba djetetu prepustiti da samo pronalazi optimalna rješenja motoričkih problema. Svi naprijed navedeni autori smatraju da motorička aktivnost i stečena iskustva u motoričkoj aktivnosti imaju stimulativno djelovanje na razvoj inteligencije, tj. onih struktura centralnog nervnog sistema koje su odgovorne za intelektualno funkcioniranje. Osim toga, poznato je da je motorička aktivnost sasvim malog djeteta osnovni pokazatelj njegova intelektualnog razvoja. Prema teoriji Roacha i Kepharta proces integracije informacija je kontinuirani proces koji se odvija na tri razine. Na prvoj razini formiraju se motorički oblici ponašanja, na drugoj dolazi do perceptivne organizacije, a na trećoj do formiranja pojmova. Sva tri stadija međusobno su zavisna i povezana. Zastoj u razvoju djeteta može nastupiti u bilo kojem stadiju. Ako je došlo do poremećaja u nižem razvojnom stadiju, viši je nužno poremećen. Nažalost, većina teorija u ovom području još uvijek nije dovoljno empirijski potkrepljena. Empirijska istraživanja su uglavnom provedena na uzorcima djece školske dobi i odraslim osobama.

I kognitivne i motoričke sposobnosti uz izvjesne razlike ipak su pretežno dispozicionog karaktera. U onom dijelu varijabiliteta koji se može pripisati nenasljednim faktorima utjecaj motoričkog na kognitivno funkcioniranje mogao bi se pripisati pozitivnim biokemijskim promjenama koje se zbivaju u centralnom nervnom sistemu pod uplivom motoričke aktivnosti, kao i djelovanju sadržajne (informacijske) složenosti motoričkih zadataka na aktiviranju intelektualnih procesa.

Novija istraživanja u ovom području koja su proveli Francis i Rarick (1959); Ismail, Kephart i Cowell (1963); Dingman i Silverstein (1964); Ismail i Gruber (1965a, 1965b, 1967); Sengstock (1966); Ismail (1967); Singer i Brunk (1967); Horne i Justiss (1968); Singer (1968); Alley i Carr (1968); Stallingsova (1968); Dudek, Lester, Golberg i Dyer (1969); Ismail, Kane i Kirkendall (1969); Groden (1969); Neeman i Phillips (1970); Chasey i Wyrick (1970); Kirkendall i Gruber (1970); Ismail i Kirkendall (1970); Leithwood (1971); Funk (1971); Wilson, Tunstall i Eysenck (1971); Ismail (1972); Pyfer i Carlston (1972); Fleer (1972); Simensen (1973); Rosentswieg i Herndon (1973), te Ismail i O'Dwyer (1975) mogu se rezimirati na slijedeći način:

— postoje nulte ili vrlo niske pozitivne korelacije između inteligencije i izvođenja informacijski jednostavnih motoričkih zadataka;

— postoje pozitivne korelacije koje variraju između niskih korelacija i korelacija srednje visine između inteligencije i izvođenja informacijski složenih motoričkih zadataka;

— mentalno retardirane osobe postižu u pravilu slabije rezultate u motoričkim testovima od osoba normalne inteligencije;

— na uzorcima mentalno retardiranih osoba utvrđene su više korelacije između intelektualnih i motoričkih sposobnosti;

— što je motorički zadatak informacijski složeniji i nepoznatiji, to je u pravilu viša povezanost s inteligencijom;

— kod predškolske djece dobivene su najviše korelacije između intelektualnih i motoričkih sposobnosti. S porastom kronološke dobi korelacije postaju niže, što se može objasniti procesom diferencijacije sposobnosti;

— dobro programiranim motoričkim treningom može se pozitivno utjecati na razvoj kognitivnih funkcija djece u predškolskoj dobi kao i mentalno retardiranih osoba i to ne samo predškolske dobi već i starijih.

U posljednjih deset godina u našoj zemlji proveden je veći broj istraživanja motoričkog prostora i relacija tog prostora s ostalim antropolojskim prostorima. U području motorike najprije se pristupilo konstrukciji pouzdanih mjernih instrumenata, budući su pouzdani mjerni instrumenti osnovni preduvjet znanstvenog istraživanja. Dotadašnji mjerni instrumenti prvenstveno su trpili od niske pouzdanosti, te su na taj način sadržavali veliku količinu varijance greške. Kako testovi koji sadrže veliku količinu greške ne mogu biti ni s čim u vezi osim sa samim sobom, bilo je logično mišljenje nekih autora da ne postoje motoričke sposobnosti šireg opsega. Motoričke testove visoke pouzdanosti, međutim, nije teško konstruirati i to formirajući kompozite od većeg broja čestica. Jedan od mogućih načina koji je primijenjen tek u novije vrijeme u području motorike je formiranje kompozita od identičnih čestica s većim brojem ponavljanja. Na taj način moguće je formirati visoko homogene kompozitne testove. Iscrpnu studiju o pouzdanosti tako konstruiranih motoričkih testova objavili su Momirović, Štalec i Wolf (1975). Zbog utjecaja stohastičkih veza među česticama testa sumacioni postupci u određivanju ukupnog rezultata u testu nisu opravdani. Jedan od vrlo efikasnih postupaka je primjena prve glavne komponente na matricu kovarijanci čestica reskaliranih u antiimage metriku.

U konstrukciji pouzdanih motoričkih testova najviše su sudjelovali Momirović, Kurelić, Šturm, Radojević, N. Viskić-Štalec, A. Hošek-Momirović, Metikoš i Gredelj. Isti autori su i najviše radili na analizi strukture motoričkog prostora.

Struktura kognitivnog prostora, utvrđena u više navrata u našoj zemlji, sukladna je nalazima britanskih autora koji su izgradili hijerarhijske modele strukture intelektualnih sposobnosti. U raznim hijerarhijama intelektualnih sposobnosti centralno mjesto pripada generalnom kognitivnom faktoru. Istraživanja koja su u našoj zemlji proveli Matić, Kovačević, Momirović i Wolf (1964), Momirović i Kovačević (1967), Mejovšek (1971), Momirović i Milinković (1973), Momirović, N. Viskić, S. Horga, i Wolf (1973), Džamonja, Wolf, Momirović, S. Horga i Mejovšek (1973), Mejovšek (1976), te Momirović, Šipka, Wolf i Džamonja (1978) potvr-

đuju da generalni kognitivni faktor realno egzistira i da nije umjetna tvorevina superfaktorizacije. Rezultati istraživanja navedenih autora osim toga pokazuju, da se na reprezentativnim selekcioniranim uzorcima ispitanika kada se primijene reprezentativne baterije mjernih instrumenata u pravilu dobiva generalni kognitivni faktor. U prostoru nižeg reda izolirani su faktori perceptivnog rezoniranja, edukcije i simboličkog rezoniranja.

U modelu Dasa, Kirbya i Jarmana (1975) faktoru perceptivnog rezoniranja odgovara aktivnost input procesora, faktoru edukcije simultano procesiranje informacija, a faktoru simboličkog rezoniranja serijski procesiranje informacija. U modelu Momirovića i suradnika (1978), uz faktore koji se mogu identificirati kao funkcioniranje na razinama input procesora, simultanog procesora i serijskog procesora, izoliran je i faktor koji je interpretiran kao količina efikasnih informacija u trajnoj memoriji. Generalni kognitivni faktor je u ovom modelu interpretiran kao efikasnost centralnog procesora za analizu informacija i donošenja odluka.

Jedan od prvih pokušaja da se izolirani faktori u području motorike interpretiraju na osnovi funkcionalnih mehanizama, koji su u biti odgovorni za rezultate u motoričkim mjernim instrumentima, izvršili su Kurelić, Momirović, Stojanović, Šturm, Radojević i N. Viskić-Stalec (1975). Vrlo iscrpnu analizu faktorske strukture motoričkog prostora izvršili su Gredelj, Metikoš, A. Hošek i Momirović (1975) i utvrdili da je opravdano pretpostavljati da postoji hijerarhijska struktura u tri razine. Od posebnog interesa su one dimenzije koje su locirane u prostoru drugog reda. Iako dobiveni rezultati to sasvim pouzdano ne potvrđuju, čini se da ima opravdanja da se vjeruje u postojanje četiri osnovna regulaciona mehanizma koji se mogu identificirati kao mehanizam za strukturiranje kretanja, mehanizam za regulaciju intenziteta ekscitacije, mehanizam za regulaciju trajanja ekscitacije i mehanizam odgovoran za funkcionalne sinergije i regulaciju tonusa. Za relacije s kognitivnim sposobnostima posebno je značajan mehanizam za strukturiranje kretanja, jer o njegovoj efikasnosti zavisi uspješnost u izvođenju informacijski složenih motoričkih zadataka. Njegova osnovna funkcija je formiranje efikasnih motoričkih programa i kontrola njihova izvođenja uz permanentnu preradu relevantnih informacija koje pristižu putem velikog broja različitih kanala.

U posljednje vrijeme izvršena su u našoj zemlji dva opsežna istraživanja relacija intelektualnih i motoričkih sposobnosti. Mejovšek (1976) je analizirao kanoničke relacije kognitivnih sposobnosti i mjera brzine jednostavnih i složenih pokreta. Istraživanje je imalo slijedeće osnovne ciljeve: utvrđivanje opravdanosti hipoteze o egzistenciji generalne brzine protoka informacija, određivanje veličine udjela kognitivnih procesa u motoričkoj aktivnosti i utvrđivanje vrste kognitivnih procesa od primarnog značaja za motoričku aktivnost.

Na uzorku od 642 ispitanika muškog spola, starih između 19 i 27 godina, klinički zdravih i bez izrazitih motoričkih aberacija i intelektualnih poremećaja, reprezentativnom za teritorij SFRJ, analizirane su kanoničke relacije između jednog skupa intelektualnih i dva skupa motoričkih varijabli. Intelektualne sposobnosti ispitanika izmjerene su pomoću jedne baterije koja je sadržavala 10 kognitivnih mjernih instrumenata, a motoričke pomoću dvije baterije mjernih instrumenata; jedna se sastojala od 13 mjera brzine jednostavnih pokreta, a druga od 26 mjera brzine složenih pokreta. Kognitivne varijable bile su tako izabrane da pokrivaju područje perceptivnog rezoniranja, edukcije i simboličkog rezoniranja. Mjere brzine pokreta bile su klasificirane u jednostavne i složene na osnovu biomehaničkih kriterija.

U cilju da se poveća pouzdanost motoričkih mjernih instrumenata motorički zadaci su ponavljani tri do šest puta. Osim toga, rezultat svakog ispitanika i u motoričkim i u kognitivnim testovima određivan je kao komponentni skor na osnovu prvog glavnog predmeta mjerenja testa. Ukoliko prva glavna komponenta nekog testa i nije najbolje definirana, ona je ipak uvijek bolja mjera onog što test stvarno mjeri od finalnog skora dobivenog sumacijom jednako ponderiranih ispravnih rješenja.

Osnovni podaci dobiveni mjerenjem intelektualnih i motoričkih sposobnosti podvrgnuti su kanoničkoj korelacionoj analizi prema Hotellingovom postupku. Provedene su tri kanoničke korelacije: prva između skupa mjera brzine jednostavnih pokreta i skupa kognitivnih varijabli, druga između skupa mjera brzine jednostavnih pokreta i skupa kognitivnih varijabli i treća između skupa svih mjera brzine zajedno i skupa kognitivnih varijabli. Računska obrada podataka izvršena je u Sveučilišnom računskom centru u Zagrebu.

Utvrđena je značajna povezanost mjera brzine jednostavnih pokreta i intelektualnih varijabli, te se može opravdano pretpostavljati da postoje generalni mehanizmi odgovorni za brzinu protoka informacija u različitim vrstama aktivnosti. Radi se o takvim mehanizmima koji generiraju optimalno stanje ekscitacije u centralnom nervnom sistemu, koje se zatim povoljno odražava u različitim aktivnostima pod uvjetom da su te aktivnosti brzinskog tipa. Ovo objašnjenje je jedino moguće, budući da brzo izvođenje jednostavnih pokreta ne zahtijeva nikakvu intelektualnu aktivnost, jer je informacijska komponenta tih motoričkih zadataka beznačajna. Prilikom izvođenja jednostavnih pokreta nema potrebe za kognitivnom preradom informacija, jer problemska situacija ne postoji. Međutim, kako je brzina bitna u zadacima obje vrste i u motoričkim i u kognitivnim, značajnu povezanost je moguće obrazložiti jedino generalnom brzinom protoka informacija, jer se protok informacija odvija na nesumnjivo različitim razinama.

Složeni motorički zadaci uključuju generalnu intelektualnu aktivnost, ako su tako sastavljeni da ne ak-

tiviraju već pohranjene programe u trajnoj memoriji. Oni motorički zadaci koji su složeni biomehanički, ali ne i informacijski, u niskoj su vezi s onom latentnom strukturom motoričkog prostora koja je maksimalno povezana s generalnim kognitivnim faktorom. Kognitivna se aktivnost u složenim motoričkim zadacima manifestira u bržem uviđanju motoričkog problema, te u bržem učenju i efikasnijem izvođenju motoričkog zadatka. U onim složenim motoričkim zadacima koji su više složeni biomehanički, a manje ili neznatno informacijski, od kognitivnih su procesa značajni samo oni koji se odvijaju na razini input procesora i eventualno na razini paralelnog procesora.

Dobiveni rezultati pokazuju da su za povezanost inteligencije i brzine izvođenja motoričkih zadataka, u zavisnosti od toga u kolikoj mjeri motorički zadatak predstavlja problem, u osnovi odgovorne dvije vrste činilaca. Kada motorička situacija nije problemska situacija, nema potrebe za kognitivnom aktivnosti, te se povezanost može objasniti samo brzinom protoka informacija koja je važna i u jednoj i u drugoj aktivnosti. U motoričkim zadacima koji predstavljaju problem brzina protoka informacija objašnjava samo jedan dio kovarijance, dok drugi dio objašnjava udio kognitivne aktivnosti u rješavanju motoričkog problema.

Rezultati istraživanja pokazuju da input procesi nisu primarni za efikasno učenje i izvođenje složenih motoričkih zadataka, kako se to do sada uglavnom smatralo, jer je u kognitivnom prostoru izoliran generalni faktor, što ukazuje da su u približno podjednakoj mjeri angažirani svi oni areali centralnog nervnog sistema koji su bitni za kognitivno funkcioniranje. Najviše veze kanoničkog faktora koji je maksimalno povezan s generalnim kognitivnim faktorom postoje s onim složenim motoričkim zadacima, koji sadrže neobične strukture pokreta za koje ne postoje formirani programi, gdje je bitna brzina shvaćanja motoričkog problema, brzina učenja i zapamćivanje redoslijeda izvođenja pokreta, te efikasna upotreba povratnih informacija.

U osnovi postoje dva izvora kovarijance, jedan je generalna brzina protoka informacija, a drugi je udio kognitivnih procesa u motoričkoj aktivnosti. Dobiveni rezultati pokazuju da su oba izvora podjednake snage. Nalazi istraživanja potvrđuju egzistenciju generalnog kognitivnog faktora i značaj što ga brzina protoka informacija ima u intelektualnoj aktivnosti, te su prilog teoriji Charlesa Spearmana. Osim toga ukazuju na opravdanost Lurijine teorije o simultanoj i sukcesivnoj integraciji informacija u centralnom nervnom sistemu, kao i teorije integriranog razvoja Cowella, Ismaila i suradnika.

U drugom istraživanju koje je imalo za cilj utvrđivanje strukture antropologijskih dimenzija, a koje je realizirala grupa autora Momirović, Ismail, Šturm, Stojanović, Mraković, Gredelj, Balšković, A. Hošek-Momirović, S. Horga, Ignjatović, N. Viskić-Stalec, Metikoš, S. Solarić i Mejovšek (1979), uz ostalo analizirane su i relacije varijabli inteligencije i varijabli cjelokupnog motoričkog prostora. U obradi podataka pri-

mijenjena je Hotellingova metoda glavnih komponenta. Ekstrahirane značajne glavne komponente zatim su transformirane u orthoblique poziciju. U prostoru prvog reda izoliran je generalni kognitivni faktor. Izolirani faktor bio je pretežno saturiran simultanom preradom informacija, tj. odgovarao je prema strukturi faktoru fluidne inteligencije Cattela i Horna.

Najviše korelacije s faktorom opće inteligencije imale su one iste varijable iz područja koordinacije kao i u ranije navedenom istraživanju Mejovškera. Radi se o takvim motoričkim zadacima koji se sastoje od neuobičajenih struktura pokreta, gdje se uz točnost izvođenja zadatka zahtijeva i maksimalna brzina. Također je potvrđeno da svi oni zadaci koji su mjera brzine protoka informacija, pa i oni najjednostavniji, stoje u značajnim pozitivnim vezama s faktorom opće inteligencije. Najniže korelacije s generalnim kognitivnim faktorom imaju motoričke varijable za procjenu statičke i repetitivne snage, te varijable fleksibilnosti i preciznosti. Korelacije tih varijabli titraju oko nule, ali uz prevladavanje pozitivnog predznaka.

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da postoji pozitivna povezanost između intelektualnih i motoričkih sposobnosti. Utvrđene veze intelektualnih i motoričkih varijabli ukazuju osim toga na mogućnost postojanja jedne opće dimenzije u antropologijskom prostoru koja bi se mogla interpretirati kao generalna sposobnost, a to potvrđuju i relacije s konativnim, sociološkim i antropometrijskim potprostorima. Naime, izolirani generalni kognitivni faktor bio je znatno saturiran motoričkim sposobnostima, normalnom strukturom ličnosti, poželjnim sociološkim karakteristikama i antropometrijskim statusom. Izolirana dimenzija interpretirana je kao generalni kognitivni faktor uslijed visine projekcija intelektualnih varijabli, no mogla se također interpretirati i kao generalna sposobnost, jer je razumljivo da intelektualno funkcioniranje dominira u strukturi jedne takve sposobnosti. Na taj način dobiveni rezultati idu u prilog teorija Galtona, Spearmana, Thordikea i Thompsona. Galton je u radovima o nasljednim osobinama iznio mišljenje da su fizički jači i sposobniji ljudi ujedno i inteligentniji. Prema dvofaktorskoj teoriji Spearmana uspjeh u bilo kojoj aktivnosti određen je jednom općom sposobnosti i većim brojem specifičnih sposobnosti. Thorndike je pisao o tome da su sve poželjne ljudske sposobnosti u niskim, ali pozitivnim vezama, a Thomson je razvio teoriju o pozitivnim zakonima razvoja i rasta prema kojoj su sve one sposobnosti koje su doprinijele održanju i razvoju ljudske vrste pozitivno vezane. Rezultati ovog istraživanja potvrđuju dobrim dijelom razmišljanja i teorije naprijed spomenutih autora, ali i ukazuju na značajno djelovanje socijalnog polja u formiranju motoričkih i intelektualnih sposobnosti.

## LITERATURA

1. Brace, D. K.: Studies in the rate of learning gross bodily motor skills. *Research Quarterly*, 1941, Vol. 12, No. 2, pp. 181—185.
2. Brace, D. K.: Motor learning of feeble-minded girls. *Research Quarterly*, 1948, Vol. 19, No. 4, pp. 269—275.
3. Cattell, R. B.: Abilities: their structure, growth, and action. Houghton Mifflin. Boston, 1971.
4. Cratty, B. J.: Physical expressions of intelligence. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, 1972.
5. Das, J. P., J. Kirby and R. F. Jarman: Simultaneous and successive syntheses: an alternative model for cognitive abilities. *Psychological Bulletin*, 1975, Vol. 82, Ng. 1, pp. 87—103.
6. Dingman, H. F. and A. B. Silverstein: Intelligence, motor disabilities, and reaction time in the mentally retarded. *Perceptual and Motor Skills*, 1964, Vol. 19, No. 3, pp. 791—794.
7. 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*, 1969, Vol. 28, No. 2, pp. 351—362.
8. Džamonja, Z., B. Wolf, K. Momirović, S. Horga i M. Mejovšek: Prilog poznavanju dimenzionalnosti kognitivnih testova. *Psihologija*, 1973, Vol. 6, br. 3—4, str. 53—65.
9. Fleer, R. E.: Speed of movement under two conditions of response-initiation in retardates. *Perceptual and Motor Skills*, 1972, Vol. 35, No. 1, pp. 140—142.
10. Gredelj, M., D. Metikoš, A. Hošek i K. Momirović: Model hijerarhijske strukture motoričkih sposobnosti. 1. Rezultati dobijeni primjenom jednog neoklasičnog postupka za procjenu latentnih dimenzija. *Kineziologija*, Vol. 5, br. 1—2, str. 7—82.
11. Groden, G.: Mental ability, reaction time, perceptual motor, and motor abilities in handicapped children. *Perceptual and Motor Skills*, 1969, Vol. 28, No. 1, pp. 27—30.
12. Gruber, J. J. and D. R. Kirkendall: Effectiveness of motor, intellectual, and personality domains in predicting group status in disadvantaged high school pupils. *Research Quarterly*, 1973, Vol. 44, No. 4, pp. 423—433.
13. Horne, B. M. and W. A. Justiss: Comparison of normals and retardates on three perceptual and motor tasks. *Perceptual and Motor Skills*, 1968, Vol. 26, No. 2, pp. 539—544.
14. Ismail, A. H.: The effect of a well-organized physical education program on intellectual performance. *Research in Physical Education*, 1967, Vol. 1, No. 2, pp. 31—38.
15. Ismail, A. H., and C. C. Cowell: Factor analysis of motor aptitude of preadolescent boys. *Research Quarterly*, 1961, Vol. 32, No. 4, pp. 507—513.
16. Ismail, A. H., J. Kane and D. R. Kirkendall: Relationships among intellectual and nonintellectual variables. *Research Quarterly*, 1969, Vol. 40, No. 1, pp. 83—92.
17. Ismail, A. H., and J. J. Gruber: Integrated development (Motor aptitude and intellectual performance). Charles E. Merrill. Columbus, 1967.
18. 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. Indiana University sesquicentennial symposium on integrated development. Indiana, 1970.
19. Ismail, A. H. and J. J. Gruber: The predictive power of coordination and balance items in estimating intellectual achievement. First International Congress of Psychology of Sport. Rome, 1965.
20. Ismail, A. H. and J. J. Gruber: Interrelationships between motor aptitude and intellectual performance. Purdue University, Indiana, 1965.
21. Ismail, A. H.: Povezanost između kognitivnih motoričkih i konativnih karakteristika. *Kineziologija*, 1976, Vol. 6, br. 1—2, str. 47—57.
22. Ismail, A. H. i S. O'Dwyer: Usporedba motoričkih sposobnosti normalne i lako mentalno retardirane djece predadolescenata. *Kineziologija*, 1976, Vol. 6, br. 1—2, str. 117—125.
23. Kirkendall, D. R., and J. J. Gruber: Canonical relationships between the motor and intellectual achievement domains in culturally deprived high school pupils. *Research Quarterly*, 1970, Vol. 41, No. 4, pp. 496—502.
24. Leithwood, K. A.: Motor, cognitive, and affective relationships among advantaged preschool children. *Research Quarterly*, 1971, Vol. 42, No. 1, pp. 47—53.
25. Mejovšek, M.: Relacije kognitivnih sposobnosti i nekih mjera brzine jednostavnih i složenih pokreta. Disertacija. Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb, 1976.
26. Momirović, K., J. Štalec i B. Wolf: Pouzdanost nekih kompozitnih testova primarnih motoričkih sposobnosti. *Kineziologija*, 1975, Vol. 5, br. 1—2, str. 169—192.
27. Neeman, R. L. and H. E. Phillips: Perceptual-motor survey of young adult mental retardates. *Perceptual and Motor Skills*, 1970, Vol. 31, No. 3, pp. 1000.
28. Pyfer, J. L. and B. R. Carlson: Characteristic motor development of children with learning disabilities. *Perceptual and Motor Skills*, 1972, Vol. 35, No. 1, pp. 291—296.
29. Rosentswieg, J., and D. Herndon: Perceptual-motor ability and intellectual ability of kindergarten age children. *Perceptual and Motor Skills*, 1973, Vol. 37, No. 2, pp. 583—586.
30. Sengstock, W. L.: Physical fitness of mentally retarded boys. *Research Quarterly*, 1966, Vol. 37, No. 1, pp. 113—120.
31. Simensen, R. J.: Acquisition and retention of a motor skill by normal and retarded students. *Perceptual and Motor Skills*, 1973, Vol. 36, No. 3, Part. 1, pp. 791—799.
32. Singer, R. N.: Physical characteristic, perceptual-motor, and intelligence differences between third-

- and sixth-grade children. *Research Quarterly*, 1969, Vol. 40, No. 4, pp. 803—811.
33. Singer, R. N. and J. W. Brunk: Relation of perceptual-motor ability and intellectual ability in elementary school children. *Perceptual and Motor Skills*, 1967, Vol. 24, No. 3, pp. 967—970.
  34. Stallings, L. M.: The role of visual-spatial abilities in the performance of certain motor skills. *Research Quarterly*, 1968, Vol. 39, No. 3, pp. 708—713.
  35. Vernon, E. Ph.: The structure of human abilities. Methuen, London, 1965.
  36. Wilson, G. D., O. A. Tunstall, and H. J. Eysenck: Individual differences in tapping performance as a function of time on the task. *Perceptual and Motor Skills*, 1971, Vol. 33, No. 2, pp. 375—378.

#### SUMMARY

*Two comprehensive investigations on relations between intellectual and motor abilities in Yugoslavia are described. The results of the first one show that basically two kinds of factors are responsible for the correlation between intelligence and performance speed of motor tasks. When motor situation is not a problem situation the correlation can only be explained by the speed of information flow, while in problem motor tasks the covariance is explained by the share of cognitive activity in solving the motor problem.*

*The isolated general cognitive factor in the second investigation was to a large extent saturated with motor abilities, normal structure of personality, desirable sociological characteristics and anthropometric status, thus indicating a possibility of existence of a general ability dimension in the anthropological space.*

#### РЕЗЮМЕ

Подробно описываются два исследования крупных масштабов, которые проведены в Югославии и в которых обсуждается проблема взаимоотношений умственных и моторных способностей. Результаты первого исследования показали, что, в основном, два типа факторов ответственны за корреляции между интеллектуальными способностями и скоростью выполнения моторных заданий. Если моторное задание простое и не требует решения сопутствующих проблем, корреляция объясняется просто скоростью информационного потока, а в выполнении проблемных моторных заданий она объясняется воздействием умственных способностей на общее решение задания.

Генеральный фактор умственных способностей, который был выделен во втором исследовании, в большой степени был определен моторными способностями, нормальной структурой личности, желательными социологическими характеристиками и антропометрическим статусом, что указывает на возможность существования характеристики генеральной способности в антропологическом пространстве.

MILKO MEJOVŠEK

The Faculty of Defectology  
University of Zagreb

## RELATIONS BETWEEN COGNITIVE AND MOTOR ABILITIES

There does not exist a large amount of scientific research on the relations between cognitive and motor abilities. Although the field of cognitive abilities has been considerably investigated a disagreement as to the structure of cognitive space still exists among the authors. Motor space has been and is relatively little investigated. Both of these anthropological spaces are very complex and the methodology of scientific research has only recently reached the level required by research of this kind.

The largest amount of research done in this field was carried out on samples of mentally retarded persons and the authors generally agree that their motor abilities are poorly developed. It has been observed that motor abilities of the mentally retarded are directly dependent on their intellectual level. It has also been established that correlations between the intellectual and motor abilities are higher within the population of the mentally retarded and lower within the population of normal intelligence.

On the basis of several investigations Cowell, Ismail and their associates have put forth the theory of »integrated development« (similar theories have been suggested by Olson, Delacato and Kephart) according to which there are relations among motor, cognitive and personality dimensions of a person. They have examined the relations between cognitive and motor abilities on subjects of different ages and both sexes and established a significant relation between intelligence and coordination variables as well as some variables of balance, but the relations between cognitive and coordination variables have been, as a rule, higher.

Two comprehensive investigations on relations between intellectual and motor abilities have recently been done in our country. In 1976 Mejovšek analyzed the canonical relations between cognitive abilities and speed measurements of simple and complex movements. The investigation had the following basic aims: to establish the justification of hypothesis as to the existence of a general speed of information flow, to determine the share of cognitive processes in motor performance and to establish which cognitive processes are of primary importance in motor performance.

A significant relation between the speed measurements of simple movements and intellectual variables was established and it is possible justifiably to assume the existence of general mechanisms responsible for the speed of information flow in activities of various kinds. It is a question of mechanisms

which generate the optimal state of excitation in the central nervous system which is then favourably reflected in various activities under one condition that such activities are of the speed type. Only this explanation is possible since fast performance of simple movements does not require any intellectual activity because the information component of such motor tasks is negligible. In performance of simple movements there is no need for cognitive processing of information because there is no problem situation. However, since speed is essential in both motor and cognitive tasks it is only possible to explain this relation by the general speed of information flow, because information flow undoubtedly takes place on different levels.

Complex motor tasks include a general intellectual activity if they are not composed only to activate the deposited programs in long-term memory. These motor tasks, biomechanically complex but simple as to information, are in low correlation with that latent structure of the motor space which is to a maximum related with the general cognitive factor. Cognitive activity in complex motor tasks is manifested in faster comprehension of the motor problem and in faster learning and more efficient execution of motor tasks. In those complex motor tasks which are more biomechanically complex but low in information only those cognitive processes are important which take place at the level of the input processor and perhaps at the level of the parallel processor.

The obtained results show that basically two kinds of factors are responsible for the correlation between intelligence and performance speed of motor tasks depending on how much a motor task is a problem. When motor situation is not a problem situation there is no need for cognitive activity and correlation can only be explained by the speed of information flow, important in both activities. In motor tasks which represent a problem the speed of information flow explains only a part of covariance while the other part is explained by the share of cognitive activity in solving the motor problem.

The second investigation, from 1979, the aim of which was to establish the structure of anthropological dimensions was carried out by a group of authors: Momirović, Ismail, Šturm, Stojanović, Mraković, Gredelj, Blašković, A. Hošek-Momirović, S. Horga, Ignjatović, N. Viskić-Štalec, Metikoš, S. Solaric and Mejovšek. Among other things the relations between intelligence variables and variables of the entire motor space were analyzed.

As in the earlier mentioned investigation by Mejovšek those same variables from the area of coordination had the highest correlation with the factor of general intelligence. It is the case of those motor tasks containing unusual structures of movements in which, along with accuracy, the maximum speed is required. It was also confirmed that all those tasks which measure the speed of information flow, even

the simplest ones, stand in a significant positive correlation with the factor of general intelligence. The lowest correlation with the general cognitive factor occurred in motor variables for assessment of static and repetitive force as well as the variables of flexibility and precision. Correlations of these variables oscillate around zero but with the predominance of the positive value.

On the basis of the obtained results it is possible to conclude that there exists a positive correlation between intellectual and motor abilities. The established correlations between the intellectual and motor variables indicate a possibility of existence of a

certain general dimension in the anthropological space which could be interpreted as a general ability and confirmed by the relations with the personality, sociological and anthropometric subspaces. Namely, the isolated general cognitive factor was to a large extent saturated with motor abilities, normal structure of personality, desirable sociological characteristics and anthropometric status. The isolated dimension was interpreted as a general cognitive factor because of the amount of projections of intellectual variables, but it could have been interpreted as a general ability since it is understandable that intellectual functioning dominates in the structure of such an ability.