

DUŠAN METIKOŠ
MARIJAN GREDELJ
KONSTANTIN MOMIROVIĆ
Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb

STRUKTURA MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI

SAŽETAK

Veći broj istraživanja strukture motoričkih sposobnosti autori su razvrstali u tri grupe: (1) istraživanja koja su pokušala utvrditi strukturu cijelog motoričkog prostora, (2) ona koja su određivala strukturu samo nekog ili nekih segmenata motoričkog prostora i (3) ona kojima su se istraživale relacije između različitih segmenata motoričkog prostora.

Najopsežnije istraživanje iz prve grupe (Gredelj i sur., 1975) pokazalo je da se motorički prostor može definirati uz pomoć mnogo primarnih dimenzija, ali također i dimenzijama drugog reda koje se mogu smatrati regulativnim mehanizmima šireg opsega. Ti su mehanizmi interpretirani kao mehanizam za kortikalnu regulaciju gibanja, mehanizam za subkortikalnu regulaciju gibanja, mehanizam za regulaciju energetske izlaza i mehanizam za selektivnu kontrolu brzine transmisijske impulsa kroz motoričke neurone.

Predlažu se također budući mogući pravci istraživanja, između kojih je posebno naglašen taksonomski pristup.

1. UVOD

Pojam motoričkih sposobnosti, najčešće preveden u termin fizičke sposobnosti, pojavio se u radovima teoretičara tjelesnog odgoja krajem XIX i početkom XX stoljeća.

Osim termina »fizičke sposobnosti« u upotrebi su bili i drugi kao što su npr. »kretne osobine«, »fizički kvaliteti«, »kretni kvaliteti« i drugi.

U posljednje vrijeme, međutim, najčešće se primjenjuje termin motoričke sposobnosti koji se, barem u eksperimentalnim istraživanjima, obično svodi na operacionalno definirane latentne dimenzije izvedene iz nekog sustava mjernih instrumenata.

Suštini onoga što se naziva motoričkim sposobnostima možda je najprimjerenija interpretacija Zaciorskog, koji motoričkim sposobnostima smatra one aspekte motoričke aktivnosti, koji se pojavljuju u kretnim strukturama koje se mogu opisati jednakim parametarskim sustavom, mogu se izmjeriti identičnim skupom mjera i u kojima nastupaju analogni fiziološki, biokemijski, kognitivni i konativni mehanizmi.

Tako definirane motoričke sposobnosti razlikuju se od motoričkih navika i motoričkih vještina iako je, naravno, manifestacija motoričkih sposobnosti moguća samo preko nekog konkretnog motoričkog akta.

Među istraživačima koji se bave problemom identifikacije i mjerenja motoričkih sposobnosti znatne su razlike, kako u pogledu broja tih sposobnosti, tako i u pogledu njihovog antropološkog značenja. Znatan dio tih razlika posljedica je trivijalnog semantičkog neslaganja; međutim, mnoge su razlike posljedica različitog pristupa istraživanjima kojih je svrha bila identifikacija primarnih motoričkih sposobnosti.

Ako se iz razmatranja izuzmu pokušaji, dosta česti

kod nekih evropskih istraživača, da se motoričke sposobnosti identificiraju semantičkim operacijama nad skupom nesustavnih opažanja, te se razlike među istraživačima, koji su u svrhu identifikacije motoričkih sposobnosti primjenjivali eksperimentalne postupke uz pridružene matematičke i statističke operacije za obradu podataka, mogu pripisati prije svega različitoj vrijednosti osnovnih informacija dobijenih pokusima i različitim postupcima za identifikaciju latentnih dimenzija.

Klasičan racionalni pristup problemu motoričkih sposobnosti uglavnom se sastojao u određivanju motoričkih faktora, koji su definirani kao latentne motoričke strukture, odgovorne za virtualno beskonačan broj manifestnih motoričkih reakcija. Ovakav pristup započeo je pod utjecajem psihometrijskih metoda, primijenjenih u analizi kognitivnih sposobnosti i konativnih dimenzija, a tek je u toku i poslije II svjetskog rata dao rezultate, koji su omogućili početak formiranja mototetičkih teorija motoričkih sposobnosti. Prema tome, na stvarni početak racionalne analize motoričkog prostora ukazala su istraživanja Guilforda i njegovih suradnika, učinjena za potrebe oružanih snaga USA.

Međutim, problem s kojim su se sukobili gotovo svi istraživači na području motorike sastojao se u slaboj pouzdanosti mjernih instrumenata. Izuzevši donekle testove snage gotovo svi motorički testovi imali su veoma nisku pouzdanost, pa su njihove interkorelacije upravo zbog toga bile veoma bliske nuli. Ovaj je razlog dobrim dijelom odgovoran za to što su mnogi pokušaji da se odredi faktorska struktura motoričkog prostora ostali bezuspješni, a egzistencija motoričkih dimenzija koje su i izolirane u nekim istraživanjima upravo je iz tog razloga sumnjiva.

Naime, problem je u veoma maloj količini informacija koje emitiraju pojedinačni motorički zadaci, a upravo su ti pojedinačni zadaci oni, koji najčešće pred-

stavljaju jedan motorički test. Ovako reducirana količina informacija po jednom zadatku karakteristična je i za druga psihometrijska područja, ali, dok se u kognitivnom ili konativnom području zadaci (itemi) kombiniraju u kompozitne testove, takva praksa gotovo ne postoji u području motorike. Postojeći motorički testovi su dakle samo pojedinačni motorički zadaci, dakle itemi u terminologiji klasične psihometrije. Zbog toga su i mnoga istraživanja, sa ciljem da se odredi neki konačni sistem latentnih motoričkih sposobnosti, dovela do nikakvih, sumnjivih ili kontradiktornih rezultata. Naime, dok se kod kompozitnih testova preopkrivanjem valjanih ili pouzdanih informacija može znatno reducirati sistematska i/ili slučajna buka, kod jednoitemskih testova kakvi su motorički ne samo da je nemoguće da se sistematska buka (specificitet) ili slučajna buka (pogreška mjerenja) reducira, već je osobito u pogledu specificiteta često nemoguća i točna identifikacija njene veličine. Međutim, treba napomenuti da se u ovom slučaju ne radi samo i uglavnom o neupućenosti istraživača u psihometrijske probleme, već se često radi o objektivnim poteškoćama i popratnim preprekama pri konstrukciji i realizaciji istraživanja motoričkog prostora. Naime, pojedini motorički zadaci nužno traju relativno dugo, iziskuju znatne organizacione i tehničke pripreme, a u nekim slučajevima zahtijevaju i određeni, nekad i maksimalni napor ispitanika. Stoga je konstrukcija motoričkih testova tipa kompozita vrlo teška, ako je potrebno da se veći broj takvih testova rutinski primjenjuje. Zbog toga je, bar u onim slučajevima gdje se moraju zadržati jednoitemski testovi, potrebno barem minimizirati veličinu greške mjerenja, tj. osigurati zadovoljavajuću pouzdanost mjerenja. Specificitet takvih testova može se naime utvrditi prilikom određivanja njihove faktorske valjanosti. Kod ostalih testova, kod kojih je nužno prisustvo više itema, najjednostavnija je procedura, koja omogućuje da se i ocijeni i reducira pogreška mjerenja, višestruko ponavljanje određenih motoričkih zadataka. To je moguće izvesti kod svih testova preciznosti, ravnoteže, fleksibilnosti, brzine, eksplozivne snage i nekih testova za ocjenu određenih faktora koordinacije (brzo izvođenje kompleksnih motoričkih zadataka i kod nekih topoloških faktora koordinacije). Kod ovakvih testova uvijekšavanje u toku izvođenja zadataka je relativno malo ili neznatno utječe na slijedeće ponavljanje istog zadatka. Prema tome, može se reći da su stvarni problemi s jedne strane vezani za testove repetitivne i statičke snage, gdje maksimalna mobilizacija energije u jednom zadatku onemogućuje ispitaniku da taj zadatak ponovi u relativno kratkom vremenu još dva, tri ili više puta; s druge strane za testove za ocjenu koordinacijskog faktora brzine usvajanja novih motoričkih zadataka, gdje bi edukativni učinak testa bio sveden na minimum nakon višestrukog ponavljanja tog zadatka. U ovom slučaju postoje pokušaji da se konstruira kompozitni test s nekoliko naizgled različitih manifestacija zadataka, ali koji u osnovi imaju isti specificitet.

Testovne rezultate dobijene iz kompozitnih mjer-

nih instrumenata moguće je izvesti na nekoliko različitih načina. Iako se svi ti načini temelje na Cronbachovoj teoriji generalizabilnosti (Cronbach, 1972), njihova tehnička realizacija ovisi od toga pod kojim su modelom procijenjene varijance pogreške čestica nekog kompozitnog mjernog instrumenta.

Ako su varijance pogreške procijenjene pod modelom koji pretpostavlja da su error komponente ortogonalne među sobom i ortogonalne s pravim predmetom mjerenja svake čestice, i ako se pritom uvede još i budalasta pretpostavka da su error varijance svake čestice upravo jednake varijancama svake čestice, mjere pouzdanosti koje se obično primjenjuju pri ocjeni pouzdanosti psihologijskih mjernih instrumenata i koje se sve mogu svesti na Cronbachov koeficijent α vode do toga da se kao testovni rezultat uzme zbroj rezultata u pojedinim česticama, ako se pritom prihvati još jedna neinteligentna pretpostavka, naime ona, da su kovarijance svih čestica jednake.

Nešto razumnija procedura, koja dopušta nejednake kovarijance čestica vodi do Kaiser-Caffreyeve (1964) mjere pouzdanosti, koja naravno nalaže da se kao ukupni testovni rezultat uzme prva glavna komponenta standardiziranih čestica testa.

Do istog postupka za procjenu testovnog rezultata vodi, međutim, i procjena pouzdanosti pod mirror image modelom (Momirović, Gredelj i Dobrić, 1979), koji za razliku od prethodnih pretpostavlja izračunljivost error komponenata.

Izračunljivost error komponenata pretpostavljaju i modeli za procjenu pouzdanosti izvedeni na temelju Guttman-ove (1964) image teorije (Momirović, 1975; Momirović i Dobrić, 1975; Zakrajšek, Momirović i Dobrić, 1976), kao i model koji se temelji na teoriji reprezentativnosti u Harris-ovom prostoru (Momirović, Gredelj i Dobrić, 1977).

Ako se dopusti izračunljivost error komponenata, ali zadrži pretpostavka da su error komponente nezavisne od pravih predmeta mjerenja čestica, onda se Cronbachov α koeficijent svodi na Guttman-Nicewandorovu mjeru λ_1 ; međutim, takva je pretpostavka, kao što je pokazao McDonald (1972), zapravo nemoguća.

Izračunljivost error komponenata pod Guttmanovim i Harrisovim modelom nužno vodi do zavisnosti između error komponenata i pravih predmeta mjerenja čestica i omogućuje da se procijene samo gornja i donja granica pouzdanosti, ali ne i neka nepristrasna mjera ove karakteristike nekog mjernog instrumenta (Momirović i Gredelj, 1979).

U svakom slučaju, međutim, pod modelom koji pretpostavlja izračunljivost error komponenata u Guttmanovom ili Harrisovom prostoru, testovni rezultat definiran je kao prva glavna komponenta čestica transformiranih u Harrisov oblik. Ta je procedura najčešće i bila primjenjivana za određivanje testovnih rezultata u kompozitnim motoričkim testovima na temelju kojih su izvedene analize priopćene u onom di-

jelu ovoga rada, koji se odnosi na najnovije rezultate dobijene istraživanjem strukture motoričkih dimenzija.

Općenito se smatra da su eksplorativne ili konfirmativne tehnike faktorske analize najpogodniji postupak* za određivanje latentnih dimenzija odgovornih za kovarijabilitet multivarijantnih normalnih sistema, pa zato i za određivanje antropologijskih** osobina i sposobnosti.

Kada bi to i bilo točno, postupak pomoću kojega bi se mogle »otkriti« i odrediti motoričke sposobnosti bio bi samo neprecizno definiran. Kako je dobro poznata, faktorska analiza nije poseban metod, već generičko ime za skup često vrlo različitih postupaka; uostalom, sve je više onih koji se slažu s Horstom (Horst, 1965) da su sve statističke metode samo posebni slučajevi faktorske analize.

Ostajući pri postupcima koji po konvenciji, uostalom ne općenito prihvaćenoj, pripadaju različitim metodama faktorske analize, nije nimalo svejedno radi li se o procedurama osnovanim na komponentnom ili na faktorskom modelu; koji su kriteriji prihvaćeni pri određivanju broja latentnih dimenzija koje će biti smatrane statistički ili informatički značajnim, i kako će biti transformirane bazične solucije. Iako kose analitičke solucije imaju definitivnu prednost nad ortogonalnim rotacijama, koje su više podesne za grubu taksonomizaciju varijabli no za određivanje realnih latentnih dimenzija, njihovo je ponašanje nedovoljno ispitano; sasvim je moguće da su različite kose solucije nejednake vrijednosti u ovisnosti o tipu problema. Osim toga, za testiranje hipoteza očito su namijenjene solucije Prokrustovog tipa, ili oni analitički postupci koji pripadaju analizi struktura kovarijanci, metodi koja tek uvjetno pripada metodama faktorske analize. Međutim, razborita je primjena konfirmativnih metoda moguća samo ako se hipoteze mogu eksplicitno definirati; to, nažalost, uopće nije slučaj u ovoj fazi razvoja onih znanosti kojima pripada područje motoričkih sposobnosti.

Teror faktorske analize poprimio je tako zabrinjavajuće razmjere, da se gdjekada sasvim zaboravlja da faktorska logika nije jedina u okviru koje je moguće rješavati problem određivanja motoričkih sposobnosti.***

Osnovna je premisa faktorske logike da su sposobnosti, i uopće dimenzije ličnosti, odgovorne za kovarijabilitet testova i da se, prema tome, mogu otkriti na temelju tog kovarijabiliteta. Međutim, logika kanoničke analize jednako je legitimna, pa ako se testovi tretiraju samo kao indikatori sposobnosti, njihov kovarijabilitet može biti bilo kakav, a najbolje što je moguće manji; sposobnost je definirana postojanjem linearne kombinacije koja je dovoljno efikasna da omogući dijagnozu te sposobnosti s pristojno malenom pogreškom. Naravno, problem je ovdje definicija kriterijske ili, točnije, kriterijskih varijabli; no taj problem može biti rješavan, ako ne i riješen, na nekoliko načina.

Brižljivo provedeni laboratorijski pokusi**** mogu definirati egzaktnu kriterijsku varijablu, ili informaciju o funkcijama (ne o strukturama) dobijene tim pokusima mogu biti integrirane u sklopove, čiju je stabilnost i predvidljivost moguće ispitati kanoničkim tehnikama.

Za praktičnu je primjenu antropologijskih istraživanja sposobnosti vjerojatno najbolje definirati kao efikasnost u obavljanju neke konkretne aktivnosti; kanoničke linearnne kombinacije testova očito su ne samo mjere tih sposobnosti, izvedene u skladu sa starom, ali razumnom tradicijom psihometrije, već i dokaz njihova postojanja ako su kanonički korelacijski koeficijenti dovoljno visoki.

I, konačno, kriterijski sustav mogu biti i sami testovi, odabrani tako da čine logičku cjelinu pod vidom sadržaja motoričkih zadataka. Ako kanoničke varijable nekog eksplanatornog sustava imaju smislenu strukturu i znatne relacije s kanoničkim varijablama izvedenim iz takvih logičkih blokova, i ako varijable iz tih blokova imaju dovoljnu varijancu, to je ne samo dokaz o postojanju sposobnosti koje sudjeluju u testovima koji pripadaju nekom logičkom bloku, već i o funkcionalnim relacijama između tih sposobnosti i dimenzija iz eksplanatornog sustava.

Ipak, faktorska analiza ostaje procedura koju je

* Nema len je broj onih koji drže da je to *jedini* postupak za utvrđivanje strukture osobina i sposobnosti, bar u tako složenim sistemima kao što su ljudska bića.

** Značenje riječi antropologija je ovdje identično onome koje je ovom pojmu pridavao A. Piéron. Anatomija, biološka antropologija, fiziologija, psihologija, kineziologija i sociologija samo su posebna, često umjetno izdvojena područja antropologije.

*** Faktorska je analiza bez teškoća apsolvirala prepreke, utemeljene na slaboumnim stavovima tipa »ta metoda daje ono, što se i stavi u matricu korelacija« (kao da bilo koja metoda može proizvesti informacije kojih nema u podacima) i, dobrim dijelom zbog razvoja elektroničkih računala, postala metoda koja se primjenjuje i ondje, gdje za to ima razloga, i ondje, gdje bi se problemi mnogo efikasnije mogli riješiti drugim postupcima; danas je, u antropologijskim znanostima, teško naći istraživača, koji nije učinio bar jednu faktorsku analizu, iako nije izvjesno da je svatko i razumio rezultate, što ih je dobio, i shvatio način na koji su dobijeni.

**** Nažalost, mnogi su laboratorijski pokusi, što se sada provode u području motorike, od tako periferna značaja za probleme određivanja motoričkih sposobnosti, da ih je izuzetno teško integrirati u cjeline koje imaju stvarnog smisla. Pokusi tipa »četvrti prst lijeve ruke«, provedeni na dva ispitanika, mogu, naravno, dati zabavne, a ponekad i važne rezultate. Problem je samo u tome, da se eksperimentalni nacrti tako učine, kako bi se rezultati mogli zaista integrirati u teorije bez spekulativnih akrobacija kojima nije moguće uvijek valjano integrirati u koherentne cjeline informacije koje nisu u tu svrhu ni bile dobijene.

pri istraživanju motoričkih, kao, uostalom, i ostalih antropoloških dimenzija nemoguće zaobići. Problem je jedino u tome da se, između brojnih postupaka faktorske analize, pronađe onaj koji je primjeren istraživanom problemu, i da se rezultati interpretiraju pod vidom točnog značenja parametara faktorskog modela.

2. REZULTATI DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI

Gotovo sva dosadašnja eksperimentalna istraživanja motoričkih sposobnosti moguće je okarakterizirati kao pokušaje usmjerene na taksonomiziranje različitih motoričkih, perceptivno-motoričkih i razvojnih testova u grupe za koje su utvrđene isključivo fenomenološke karakteristike. U stvari, bilo je vrlo malo eksperimentalnih istraživanja kojima bi prvenstveni cilj bio otkrivanje funkcionalnih mehanizama koji reguliraju motoričke aspekte voljnih pokreta. Posljedica je takvog načina istraživanja da stvarna struktura motoričkog prostora, tj. struktura koja bi bila utvrđena i potvrđena sustavnim istraživanjima tog segmenta psihosomatskog statusa, nije niti mogla biti pouzdano utvrđena.

Ipak, na osnovu brojnih istraživanja motoričkog prostora ili nekih njegovih potprostora, bilo je moguće steći neki uvid o vrsti do tada primijenjenih mjernih instrumenata kao i o njihovim metrijskim karakteristikama, što je moglo poslužiti kao osnova za konstrukciju novih ili takvu adaptaciju postojećih testova koja će optimalizirati njihove metrijske karakteristike. Uz to unatoč brojnim metodološkim nedostacima u najvećem dijelu tih istraživanja (gotovo redovito nedovoljan broj entiteta, izbor mjernih instrumenata koji nije fundiran teoretskim modelom, neprecizni i nedovoljno efikasni statistički postupci), takvim su istraživanjima utvrđene latentne dimenzije povezane s različitim fenomenološkim karakteristikama grupa testova. Premda je neophodno sumnjati u opstojnost nekih od tako utvrđenih dimenzija, kao i u veličinu njihovog parcijalnog doprinosa u objašnjavanju motoričkog prostora, faktori utvrđeni u dosadašnjim, klasično orijentiranim ispitivanjima bili su ipak osnova za dimenzioniranje i izbor mjernih instrumenata u onim istraživanjima čiji je cilj bio utvrđivanje strukture cijelog motoričkog prostora.

Interes za ispitivanje motoričkih sposobnosti, čiji se začeci naziru na početku ovog stoljeća, kada je D. A. Sargent (1902, prema Kurelić i suradnici, 1975) konstruirao prvu bateriju testova motoričkih sposobnosti, svoju je ozbiljniju naučnu težinu dobio 1934. godine. Te je godine McCloy (McCloy, 1934) izvršio prvu faktorsku analizu baterije situacionih motoričkih testova i utvrdio latentne dimenzije interpretirane kao snaga, brzina i koordinacija velikih mišićnih skupina. Na osnovu šire baterije motoričkih testova Larson (1941) je uspio izvršiti diferencijaciju nekih sposobnosti koje je utvrdio McCloy. Tako je utvrdio da se faktor snage dijeli na dinamičku, statičku i dina-

mometrijsku snagu, kao i topološki faktor abdominalne snage. Faktor motoričke eksplozivnosti vjerojatno nije opravdano smatrati ortogonalnim na McCloyevu dimenziju brzine. Koordinacija, koja se u McCloyevom ispitivanju javila kao jedinstvena dimenzija, u Larsonovoj se analizi dijeli na koordinaciju s agilnošću cijelog tijela i motoričku edukatibilnost. Nije nevažno da je spomenuti autor iste dimenzije utvrdio na skupinama diferenciranim prema motoričkom statusu (prosječni i iznadprosječni). Niti u jednom od navedenih istraživanja strukture motoričkog prostora nisu utvrđeni isti faktori jednako dimenzioniranog prostora, što je i razumljivo obzirom na različit izbor mjernih instrumenata, ispitanika i procedura za utvrđivanje dimenzija. Ipak, u gotovo svim kasnijim ispitivanjima javljaju se barem neke dimenzije koje su visoko kongruentne s onima utvrđenima u radu Larsona.

Philipsova (1949) je multifaktorskoj analizi podvrgla matricu interkorelacija testova agilnosti, motoričkih sposobnosti, ravnoteže, motoričke edukatibilnosti, snage, kardiovaskularne i respiratorne efikasnosti. Izolirane faktore interpretirala je kao generalni faktor snage, faktor abdominalne snage i faktor brzine (s velikim projekcijama testova agilnosti i motoričke edukatibilnosti).

U klasifikaciji motoričkih sposobnost Guilford (1954) je prvi koji uvodi pojam psihomotorne preciznosti, uz koju egzistiraju i faktori brzine i koordinacije. Preciznost je utvrđena i u radu Gabrijeleća (1968) uz faktore koordinacije, eksplozivne snage i opće snage.

Istraživanja Fleishmana (1964), unatoč brojnim nedostacima, i danas se u najširem krugu kineziologa smatraju fundamentalnima. Prema ovom autoru u motoričkom prostoru egzistiraju slijedeće dimenzije: eksplozivna snaga, fleksibilnost istezanja (maksimalno istezanje jednim pokretom u bilo kojem pravcu), dinamička fleksibilnost (brzi, ponavljajući pokreti istezanja), ravnoteža cijelog tijela uz zatvorene oči, ravnoteža s otvorenim očima i brzina pokreta udova. Ta je struktura u očitom neskladu s prvotnom Fleishmanovom hipotezom (Hempel i Fleishman, 1955) o postojanju eksplozivne i dinamičke (repetitivne) snage, fleksibilnost istezanja (trupa i nogu), brzine pokreta udova u jednostavnim zadacima, ravnoteže (statička i dinamička) i koordinacije (koordinacija cijelog tijela).

Značajan je i rad Vandenberg (1964) u kojem je provjeravana hipoteza o šest faktora motoričkog prostora koje je na temelju svoje baterije testova postavio Oseretsky (opća statička koordinacija ili ravnoteža koja pretpostavlja intaktnost cerebralnih sistema i vestibularnih aparata i drugih sistema povezanih s cerebelumom; dinamička manuelna koordinacija; opća dinamička koordinacija koja je pod kontrolom svih motoričkih sistema mozga, a posebno frontalnih cerebralnih mehanizama; brzina pokreta u tempu koje kontroliraju striarni mehanizam i frontalno-talamički sistem; sposobnost izvođenja motoričkih

pokreta za koje su odgovorni najviši motorički centri jednako kao i kod odsustva sinkinezije). Za matricu interkorelacija 36 testova utvrđene su svega tri karakteristične vrijednosti veće od 1., ali je rotirano osam bazičnih vektora. Moguće je bilo identificirati dimenzije precizne kontrole pokreta velikih i malih mišićnih skupina, dinamičke koordinacije i balansiranja tijelom (odnosno održavanja ravnotežnog položaja). Na taj način nije se mogla zadržati polazna hipoteza o strukturi motoričkog prostora.

U istraživanjima motoričkog prostora Ismail i njegovi suradnici pokazali su mnogo inovacija pri konstrukciji novih mjernih instrumenata i originalnosti u stvaranju eksperimentalnih nacrti, kao i u izboru statističkih postupaka koji su često veoma smjeli (Ismail i Cowell, 1961; Ismail i Cowell, 1962; Ismail, Kane i Kirkendall, 1969). U tim je radovima matricu interkorelacija testova motoričkog, razvojnog, intelektualnog i konativnog statusa bilo moguće objasniti, između ostalih, i faktorima interpretiranim kao brzina, rast i sazrijevanje, kinestetičko pamćenje ruku, ravnoteža na objektima, ravnoteža na tlu, koordinacija nogu, pri čemu je faktor odgovoran za uradak u testovima intelektualnih mogućnosti bio najviše satiriran mjerama koordinacije.

S metodološke točke gledišta od svih inostranih radova posebno je interesantan onaj Žaré (prema Mekota, 1972), koji je na uzorku od 283 vojnika primijenio 30 testova primarne motorike, ali i neke situacione vojničke zadatke. Izolirao je osam faktora, od kojih je sedam bilo moguće interpretirati (izdržljivost u snazi, sposobnost lokomocije preko prepreka, opća izdržljivost, sposobnost specijalne lokomocije na terenu, dinamička snaga, eksplozivna snaga i koordinacija kretanja). Autor je procijenio rezultate ispitanika na primarnim dimenzijama i te rezultate podvrgao daljnjoj analizi. U prostoru drugog reda izolirao je tri faktora interpretirana kao brzinska snaga, opća koordinacija i sposobnost lokomocije preko prepreka, koji su u prostoru trećeg reda određivali generalni motorički faktor interpretiran kao motorička efikasnost. Očito je da su samo neke od dimenzija izoliranih u ovom istraživanju one koje realno egzistiraju u motoričkom prostoru, dok su ostale artefakt izbora dijela mjernih instrumenata povezanog sa specifičnošću izabranog uzorka ispitanika, i vjerojatno, cilja ovog ispitivanja.

Aanlirajući latentne dimenzije jedne manje baterije od četrnaest motoričkih testova Momirović i sur. (1965) utvrdili su dimenzije eksplozivne snage, statičke snage, kardiovaskularne efikasnosti i koordinacije (dječaci), odnosno ravnoteže (djevojčice).

U radu Kurelića, Momirovića, Šturma, Stojanovića, Radojevića i N. Viskić-Stalec (1975) učinjen je jedan od prvih pokušaja da se izolirani faktori interpretiraju sa stanovišta funkcionalnih mehanizama, a ne sadržaja testova koji s pojedinim dimenzijama dijele najveći dio varijance. Nakon faktorizacije matrice povezanosti 38 motoričkih testova dimenzije su interpretirane kao faktor regulacije intenziteta ekscitacije

(ova je dimenzija odgovorna za broj aktiviranih motoričkih jedinica, odnosno za varijabilitet i kovarijabilitet svih testova eksplozivne snage), faktor regulacije trajanja ekscitacije (objašnjava varijabilitet i kovarijabilitet u testovima repetitivno-statičke snage kod kojih je trajanje izometričke kontrakcije ili broj kontrakcija važniji od veličine sile koja se mora razviti), faktor strukturiranja kretanja (ova dimenzija je odgovorna za varijabilitet i kovarijabilitet onih motoričkih zadataka koji zahtijevaju niz povezanih kompleksnih radnji, zatim testova brzine kod kojih učinak zavisi o alternativnoj inervaciji, testova ravnoteže s uključenim procesima aferentacije i reafertacije, te testova preciznosti) i mehanizam funkcionalne sinergije i regulacije tonusa (ova dimenzija odgovorna je za varijabilitet i kovarijabilitet nekih testova fleksibilnosti, nekih testova brzine cikličkog tipa, odnosno unilateralnih pokreta, te nekih testova ravnoteže — statička ravnoteža i ravnoteža sa zatvorenim očima). U prostoru višeg reda prve dvije dimenzije definiraju faktor energetske regulacije, a posljednje dvije faktor regulacije gibanja. Prvi glavni predmet mjerenja u prostoru trećeg reda interpretiran je kao generalni motorički faktor.

Rezultati svih navedenih, ali i navedenih ispitivanja predstavljaju su ishodište brojnih ispitivanja u kojima je cilj definiran utvrđivanjem strukture prostora najnižeg reda za bilo koju od izoliranih dimenzija. Tako su učinjeni pokušaji analize faktora iz grupe koordinacije, snage, brzine, agilnosti, fleksibilnosti i ravnoteže, pri čemu niti jedan od autora nije niti pokušao učiniti simultanu analizu svih primarnih motoričkih faktora. Zbog toga ova istraživanja nisu niti mogla poslužiti ako osnova za formuliranje modela strukture motoričkih sposobnosti, osim sa stanovišta nabranja utvrđenih primarnih dimenzija motoričkog prostora.

Područje koordinacije, iako je bilo identificirano još u najranijim radovima (McCloy, 1934), i mada su izvršena brojna ispitivanja ovog dijela motoričkog prostora, nije ispitano na način koji bi dozvolio jednoznačno nominiranje izoliranih dimenzija. Najveći dio problema proističe iz široke i neprecizne definicije pojma koordinacije. Tako se pod pojam koordinacije svrstava, npr., koordinacija velikih mišićnih skupina (McCloy, 1934; Cumbee, 1953; Cureton, 1947; Hempel i Fleishman, 1955; Guilford, 1955, koji opću koordinaciju tijela dijeli i topološki na koordinaciju ruku i koordinaciju nogu). Faktor koordinacije donjih ekstremiteta izolirao je i Ismail u više radova (npr. Ismail i Cowell, 1961). Motoričku edukabilnost izolirao je McCloy (1936) (prema Gire i Espenshade, 1942); definirana je kao sposobnost lakog učenja novih vještina. Prema Hiriartborde (1965) u područje koordinacije spada i sposobnost reprodukcije plesnih ritmova.

Neki autori u područje koordinacije svrstavaju i agilnost, koja je najčešće definirana brzim promjenama pravca kretanja. Međutim, neki zadaci koji su služili za definiciju ove dimenzije vrlo su slični onima

koji su imali maksimalne projekcije na faktor brzine izvođenja kompleksnih motoričkih zadataka. U grupu autora koji su izolirali ovako definiranu dimenziju spadaju Wendhler (1938), Brogden i suradnici (1952), Cumbee (1957), Ismail i Cowell (1961) i Šturm (1970). U radu Larsona (1941) izolirani su faktor brzine jednostavnih pokreta (velocity) i faktor brzine složenih pokreta (agility).

Rad Metikoša i A. Hošek (1972) značajan je obzirom na broj primijenjenih testova koordinacije koji su pokrivali široko područje koordinacije definirano brzinom izvođenja kompleksnih motoričkih zadataka, brzinom učenja i reorganizacijom stereotipa gibanja. Djelomice pod utjecajem karakteristika uzorka (studenti Fakulteta za fizičku kulturu), ali prvenstveno zbog specifičnih veza između mjernih instrumenata, izolirano je šest faktora. Osim očekivanih, izolirani su i faktori interpretirani kao koordinacija pokreta čitavog tijela, koordinacija u ritmu i koordinacija ruku.

Faktor brzine izvođenja kompleksnih motoričkih radnji i koordinaciju pokreta donjih ekstremiteta utvrdila je i N. Viskić-Štalec (1973) koja je, da bi objasnila matricu image kovarijanci baterije od 22 testa, identificirala i dimenziju odgovornu za sposobnost reguliranja tonusa kod dinamičkih motoričkih zadataka, te onu odgovornu za regulaciju općih toničkih reakcija kod izvođenja sporih pokreta s maksimalnom amplitudom.

Marčelja i suradnici (1973) su nakon analize šest testova za procjenu faktora koordinacije cijelog tijela utvrdili da se ne radi o jedinstvenoj sposobnosti, jer su dobili dva faktora od kojih je jedan bio pod jačim utjecajem sustava koji regulira intenzitet tonusa, dok je drugi zapravo ovisio od onog faktora iz područja tjelesne snage koji je odgovoran za snagu trbušne muskulature.

S. Horga i suradnici (1973) analizirali su šest testova za procjenu faktora koordinacije ruku i našli da se ova sposobnost može pripisati jednoj dobro definiranoj latentnoj dimenziji. Analizirajući šest testova za procjenu faktora koordinacije nogu N. Viskić-Štalec i suradnici (1973) našli su da se i ova sposobnost može pripisati jednoj dobro definiranoj latentnoj dimenziji.

Međutim, analizirajući sedam testova za procjenu reorganizacije stereotipa gibanja Gredelj i suradnici (1973) nisu uspjeli dokazati da se radi o jedinstvenoj dimenziji. Nađena su tri faktora od kojih niti jedan nije bio tako dobro definiran da bi se mogao smisljeno interpretirati.

Analizirajući šest testova za procjenu koordinacije u ritmu A. Hošek i suradnici (1973) utvrdili su jednu izvrsno definiranu latentnu dimenziju odgovornu za izvođenje ritmičkih pokreta u proizvoljnom ili zadanom ritmu.

Metikoš i suradnici (1974) analizirali su šest testova za procjenu onog tipa koordinacije pokreta koji se mogao definirati kao sposobnost brzog i točnog izvođenja kompleksnih motoričkih zadataka. Nađena

su dva striktno ortogonalna faktora, od kojih je prvi bio definiran sposobnošću za točno izvođenje pokreta na temelju precizno reguliranog tonusa agonističkih i antagonističkih mišićnih skupina, a drugi brzinom pokreta cijelog tijela, ovisnom, vjerojatno, o efikasnosti mehanizma za regulaciju intenziteta ekscitacije.

Na osnovu ovih rezultata moglo se zaključiti da u području koordinacije ne postoji niti jedna druga primarna dimenzija izuzev koordinacije tijela, ruku, nogu, brzine izvođenja kompleksnih motoričkih zadataka, reorganizacije stereotipa gibanja, koordinacije u ritmu i učenja novih motoričkih zadataka, kao i agilnosti, ukoliko ta dimenzija uopće spada u ovaj potprostor. Ipak, očito je da sve nabrojene dimenzije nisu jednako širokog opsega, ali niti jednake opstojnosti.

Dimenzija brzine jednako je tako ekstenzivno istraživana, ali niti u ovom području ne postoje radovi koji bi omogućili preciznu distinkciju između različitih sposobnosti tog segmenta motoričkog prostora. Tako se pod pojmom brzine često podrazumijeva brzina trčanja ili sprint koji su izolirali Wendhler (1938), Sills (1950), McCloy (1956), Simens i suradnici (1969), Šturm (1970), mada ta dimenzija gotovo redovito postaje mjera eksplozivne snage u onim ispitivanjima u kojima je bilo dovoljno dobro zastupljeno ovo područje snage. Osim ovog, u literaturi se spominje i faktor segmentarne brzine, koji je definiran pokretima udova sa što većom frekvencijom i konstantnom amplitudom (ovaj faktor utvrdili su, između ostalih, i Cumbee, 1953; Hempel i Fleishman, 1955; Simens, 1969 i Šturm, 1970). Slično je strukturiran kao i dimenzija koju Rimoldi (prema Cattell, 1966) naziva faktorom tempa brzih pokreta. Neki autori dijele faktor brzine i na brzinu pokreta ruku (Fleishman, 1954), kao i na faktor vremena reakcije (Seashore; Thurstone; Rimoldi; Fleishman, sve prema Cattell, 1966; ovaj se faktor u stvari odnosi na brzinu jednostavne psihomotorne reakcije). Premda je očito da ovakva podjela faktora brzine pretpostavlja postojanje općeg faktora brzine (koji je utvrdio Franck, 1951), treba istaknuti da ima autora koji svojim radovima nisu uspjeli potvrditi takvu pretpostavku (Seashore, 1951 i Marteniuk, 1969).

Na osnovu dosadašnjih istraživanja nesumnjivo je postojanje faktora brzine, koji se u prostoru nižeg reda vjerojatno dijeli na brzinu jednog izoliranog pokreta i na brzinu pokreta u tempu, odnosno frekvenciju pokreta. Neizvjesno je bilo i postojanje nezavisnih faktora brzine pojedinih dijelova tijela.

Područje snage predstavlja ekstenzivno istraživano područje motoričkih sposobnosti. Takav interes nije nezavisan od njenog značaja za gotovo sve kineziološke, rekreativne i profesionalne aktivnosti.

Prvi rezultat koji govori o diferencijaciji snage navodi Larson (1940), koji je izolirao faktor dinamičke snage i faktor statičke dinamometrijske snage, pri čemu dinamička snaga može služiti kao značajan pre-

diktor motoričkih sposobnosti. Isti je autor u jednom svom kasnijem radu (Larson, 1941) matricu interkorelacija testova snage mogao eksplicirati dimenzijama dinamičke, statičke i dinamometrijske snage. Kasnije je u brojnim ispitivanjima potvrđena egzistentnost akcione podjele faktora snage. Tako su, npr., Barry i Cureton (1961) iz baterije testova fizičkog i motoričkog statusa izolirali faktor eksplozivne snage, izdržljivosti i faktor dinamičke snage ramena. Slične je dimenzije izolirao i Miler (1963) za deset motoričkih i funkcionalnih testova (interpretirane kao faktor eksplozivne i faktor repetitivne snage). Na ovom mjestu ponovno je potrebno spomenuti rad Žaré (prema Mekota, 1972), koji je u prostoru prvog reda izolirao i dimenzije interpretirane kao izdržljivost u snazi, dinamička snaga i eksplozivna snaga, koje su u prostoru višeg reda definirale faktor identificiran kao brzinska snaga.

Premda se niti u jednom od navedenih radova eksplicitno ne definira značenje ovih dimenzija, na osnovu sadržaja testova, koji s njima dijele najveći dio varijabiliteta, moguće je eksplozivnu snagu definirati kao sposobnost za maksimalnu mobilizaciju energije u jedinici vremena, dinamičku (repetitivnu) snagu kao sposobnost za izvođenje maksimalnog broja kontrakcija i dekontrakcija potrebnih za savladavanje otpora, dok je statičku snagu moguće definirati kao sposobnost za izvođenje izometrijskih kontrakcija s maksimalnim trajanjem. Bitno različito značenje ovaj termin ima u anglosaksonskim istraživanjima, gdje je faktor statičke snage definiran dinamometrijskim testovima kojima se ispituje sposobnost za maksimalno razvijanje sile mišića u kratkom vremenu.

Problem snage izolirane uređajima za registraciju dinamometrijske sile nije jednoznačno riješen. Prema nekim autorima ovaj je tip snage nužno tretirati kao mjeru eksplozivne snage, i to posebno u onim reakcijama kada se ispituje snaga pokušnog pokreta. Tako su npr. Momirović i A. Hošek (1972, u »Klasifikacija i selekcija regruta u JNA«) matricu interkorelacija petnaest dinamometrijskih testova koju navode Horvat, Heimer i Štuka (1972) analizirali Burtovom metodom jednostavne sumacije. Generalni faktor interpretiran je kao funkcija broja aktiviranih motoričkih jedinica.

Ipak, valja napomenuti da se dinamometrijski testovi upotrebljavaju i za procjenu statičke izdržljivosti. Tako su Carlson i McCraw (1971) analizirali neke karakteristike povezanosti izometrijske sile i relativne izometrijske izdržljivosti. Osim što su utvrdili negativnu korelaciju ovih mjera, autori navode i podatak da slabiji ispitanici prestaju biti superiorni jačima u relativnoj izometrijskoj izdržljivosti u slučaju kada se zadatak izvodi za više frakcije maksimalne sile. Ovi rezultati ne govore u prilog efikasnosti dinamometrijskih testova prilikom procjene relativne snage statičkog tipa.

Osim podjele obzirom na tip akcije dimenzija snage diferencira se i prema vrsti pretežno angažirane muskulature. Tako su u već citiranom radu Hempel i

Fleishman (1955) izolirali i faktore koji su se razlikovali obzirom na tip akcije, ali i obzirom na topologiju uključenih mišića (snaga ekstremiteta, snaga trupa i faktor interpretiran kao mobilizacija energije — očito je da se radi o faktoru eksplozivne snage). Guilford (1958), u okviru teorije o »sistemu psihomotoričkih sposobnosti«, navodi da postoji generalni faktor snage i topološki diferencirani faktori snage trupa i ekstremiteta. U radu Momirovića, Maverica i Pađena (1960) identificirani su faktori repetitivne snage ruku i snage trupa i gornjih ekstremiteta. Na studentima fizičkog odgoja Šturm (1969) je izolirao repetitivnu snagu ramenog pojasa, repetitivnu snagu trupa, statičku snagu ramenog pojasa, repetitivnu snagu trupa, statičku snagu ruku i ramenog pojasa, statičku snagu nogu i eksplozivnu snagu. Značajan doprinos ekspliciranju faktora snage dao je Metikoš (1973), koji je iz matrice korelacija 27 testova snage ruku i ramenog pojasa uspio izolirati dimenzije diferencirane prema tipu opterećenja. Izolirane dimenzije interpretirane su kao apsolutna repetitivno statička snaga, relativna repetitivna snaga, relativna statička snaga i apsolutna eksplozivna snaga.

Za analizu ovog motoričkog subprostora značajni su i rezultati Šturma (1975), koji je 15 testova snage primijenio na 433 ispitanika. Dvije dimenzije realnog prostora, izolirane prema kriteriju koji se osniva na ukupnoj količini zajedničke varijance skupa mjernih instrumenata, veoma su širokog opsega i interpretirane su kao regulativni mehanizmi centralnog nervnog sistema od kojih je jedan odgovoran za intenzitet ekscitacije centralnih i perifernih segmenata nervno-mišićnog sistema, a drugi za trajanje ekscitacije u istim segmentima. Prvi regulativni mehanizam odgovoran je za veličinu mišićne sile razvijene u jedinici vremena, dok se djelovanje drugog manifestira u količini motoričkog rada, odnosno trajanju napreznja mišića u statičkom režimu kontrakcije. Međutim, nakon transformacije varijabli u image oblik tri izolirane dimenzije, određene kao varimax faktori, bilo je moguće identificirati kao eksplozivnu, statičku i repetitivnu snagu, mada je opstojnost tih dimenzija problematična obzirom na to da je promjena rotacione procedure rezultirala u drugačije definiranim dimenzijama.

Prema svemu navedenom moglo se smatrati da u subprostoru snage egzistiraju i faktori nižeg reda koji su diferencirani akcionim tipom pokreta, topološkom podjelom mišića i tipom opterećenja.

U istraživanjima faktora ravnoteže već se u najranijim radovima spominje mogućnost postojanja dva funkcionalna mehanizma povezana s različitim fiziološkim osnovama balansiranja. Ruth Bass (1939) je prvi autor koji ističe mogućnost postojanja dvije funkcionalne strukture koje se angažiraju u ovisnosti o tome jesu li oči otvorene ili zatvorene. Za primijenu bateriju testova ravnoteže, na uzorku od 350 studentica, ekstrahirani faktori interpretirani su kao opći okulomotori faktor, opća kinestetička osjetljivost, opća ampularna osjetljivost, funkcioniranje dva

okomita semicirkularna kanala i faktor napetosti koja osigurava neurološko pojačanje kinestetičkih mehanizama. U kasnijim radovima identificirane su statička ravnoteža (definirana zadacima u kojima treba statičkim naprezanjem zadržati zadani položaj) i dinamička ravnoteža (na ovu dimenziju maksimalne projekcije imaju zadaci u kojima se u toku kretanja savladava sila koja remeti ravnotežu). Međutim, pitanje opstojnosti dinamičke ravnoteže proističe iz načina kako se tijelu koje nastoji zadržati ravnotežni položaj saopćava vanjska sila. Gotovo je redovito u tim istraživanjima vanjska sila definirana kao gravitaciona sila, te s tog stanovišta nema razlike u djelovanju sila kod statičke i dinamičke ravnoteže. Takvu podjelu faktora ravnoteže utvrdili su Hempel i Fleishman (1955), dok su Ismail i Gruber (1967), osim ovih, izolirali i opći faktor ravnoteže. Ismail, Kane i Kirkendall (1969) utvrdili su statičku ravnotežu na objektima, statičku ravnotežu na tlu i faktor koji su identificirali kao utjecaj mjera tijela na dinamičku ravnotežu. Ovaj rezultat vjerojatno je više posljedica izbora varijabli i primijenjenih postupaka za ekstrakciju latentnih dimenzija nego li realne opstojnosti izoliranih dimenzija. U ispitivanju S. Tkalčić i A. Hošek (1973), koje su primijenile bateriju od jedanaest testova ravnoteže, utvrđene su dimenzije čiji sadržaj govori u prilog diferencijaciji ravnoteže obzirom na uključenost vidnog analizatora, ali i obzirom na veličinu površine na kojoj je potrebno zadržavati uravnoteženi položaj.

Na osnovu navedenih rezultata vidljivo je da su učinjeni pokušaji da se sposobnost zadržavanja uravnoteženog položaja diferencira obzirom na način djelovanja sile, obzirom na upotrebu vidnog analizatora i obzirom na veličinu površine na kojoj se ravnoteža održava. Isti rezultati jednako tako upućuju na zaključak da stvarnu strukturu ravnoteže nije bilo moguće pouzdano utvrditi.

Područje fleksibilnosti, za koje veliki broj autora smatra da uopće ne pripada motoričkom prostoru, relativno je dobro istraženo, što rezultira i dobrom sistematizacijom ove grupe sposobnosti. Tako, npr., Zaciorski (1966) dijeli gibljivost na aktivnu (postizanje maksimalne amplitude pokreta aktivnošću muskulature) i na pasivnu gibljivost (postizanje maksimalne amplitude pokreta pomoću neke vanjske sile). Nešto drugačiju podjelu fleksibilnosti navodi Kos (1966), koji pod pojmom dinamičke gibljivosti podrazumijeva maksimalnu amplitudu nekog pokreta ostvarenu aktivnim, balističkim pokretom kod kojeg niti u jednom času ne treba ostati u maksimalno istegnutom položaju, a pod pojmom statičke gibljivosti podrazumijeva maksimalno istezanje s kratkim zadržavanjem u istegnutom položaju. Isti je autor (Kos, 1965), zbog očitog uticaja antropometrijskih, a posebno dimenzija longitudinalnosti skeleta, uveo pojam apsolutne i relativne gibljivosti, pri čemu je relativna gibljivost neki omjer apsolutne fleksibilnosti i mjera longitudinalne dimenzionalnosti.

U radu Curetona (1961) po prvi puta se sreće pokušaj da se jednostavni motorički zadaci upotrijebe

kao mjera fleksibilnosti. U radu Hempela i Fleishmana (1955) nalazi se indicija o topološkoj podjeli fleksibilnosti (gibljivost ruku i gibljivost nogu), a u jednom kasnijem radu Fleishman (1964) je na osnovu vlastitih rezultata uveo nove pojmove u razmatranju fleksibilnosti. Ovaj autor dijeli gibljivost na dosežnu (gibljivost ostvarena aktivnošću mišića; ova se dimenzija u prostoru neposredno nižeg reda dijeli na gibljivost ruku i gibljivost nogu) i na dinamičku (definiranu testovima u kojima je potrebno što brže izvoditi kretnje ne nužno maksimalnih amplituda; ovaj faktor Fleishman označava i kao faktor brzine kretanja tijela). Međutim, očito je da je druga dimenzija gotovo ortogonalna na klasično značenje pojma fleksibilnosti.

Najobimniji rad iz područja fleksibilnosti predstavlja onaj M. Harris (1969). Iz matrice od 51 testa fleksibilnosti izolirano je dvanaest faktora, od kojih je osam definirano pokretljivošću različitih zglobova, jedan je kompozitnog tipa, a tri su kombinacija kompozitnih i zglobnih akcija. Autor navodi da su izolirane dimenzije fleksibilnosti strukturirane i prema segmentima aktivnih dijelova tijela. U radu Agreža (1973) ispitana je faktorska struktura osam testova fleksibilnosti uz parcijalizaciju nekih mjera longitudinalnosti (visina dohvata u sjedu i duljna nogu), kao i bez takve parcijalizacije. Povezanost testova bila je bolja nakon parcijalizacije, jednako kao što je u tom slučaju utvrđena jednostavnija faktorska struktura dimenzija interpretiranih kao fleksibilnost nogu i fleksibilnost u području trupa i nogu. T. Šadura i suradnici (1975) utvrdili su da je matricu interkorelacija dvanaest testova fleksibilnosti bilo moguće objasniti s dva faktora koji su interpretirani kao dimenzija odgovorna za gibljivost pokreta koji uključuju više zglobova i dimenzija odgovorna samo za gibljivost zgloba kuka.

Navedeni rezultati dozvoljavali su pretpostavku o postojanju dimenzije fleksibilnosti koja se u prostoru nižeg reda dijeli obzirom na uključene zglobove i/ili mišićne skupine.

Područje preciznosti najslabije je istražen segment motoričkog prostora. Ta je pojava vjerojatno u vezi s karakteristikama zadataka u testovima preciznosti koji predstavljaju zahtjev za finom regulacijom pokreta potrebnom prilikom pogađanja percipiranog cilja. Zbog toga testovi ovog tipa emitiraju znatnu količinu šuma, što bitno otežava utvrđivanje njihovog položaja u faktorskom prostoru. Premda opstojnost dimenzije preciznosti nije eksperimentalno potvrđena, pojam preciznosti relativno se rano javlja u literaturi bilo kao jedan aspekt koordinacije, bilo u vezi s neuro-mišićnom kontrolom. Tako već McCloy (1946) govori o različitim dimenzijama preciznosti; o preciznosti pogađanja cilja izbačenim projektilom (gađanje) i o preciznosti vođenja predmeta prema cilju (ciljanje). U istraživanju Strahonje i Jankovića (1975) utvrđene su uglavnom loše metrijske karakteristike svih šest primijenjenih testova preciznosti ciljanjem, iz čije su nepregnantne korelacione matrice izolirana dva loše definirana faktora, koji su se razlikovali obzirom na

to da li je zadatak bio ciljanje pokretne ili nepokretne mete.

Premda je nesumnjivo da dimenzija preciznosti stvarno postoji i sudjeluje u mnogim kineziološkim i profesionalnim aktivnostima, pitanje njezine opstojnosti u istraživanjima motoričkog prostora, a posebno mogućnosti razlikovanja različitih vidova preciznosti vrlo je problematično.

Nema nikakve sumnje da znatan dio poteškoća koje prate pokušaje da se utvrdi struktura motoričkih sposobnosti, ili da se informacije o motoričkim sposobnostima primijene pri dijagnostičkim, prognostičkim ili transformacijskim procedurama, potiče, između ostalog*, i iz razloga što velika većina motoričkih testova ima vrlo slabu, i što je još gore, na sumnjiv način utvrđenu pouzdanost mjerenja.

Kako je na varijanci pogreške teško izgraditi valjane znanstvene teorije, a još teže primijeniti znanstvene spoznaje, područje motoričkih sposobnosti, unatoč velikom broju eksperimentalnih, aktuarskih i primijenjenih istraživanja, spada među najslabije razvijena područja antropologije.

Posljedice su, naravno, dobro poznate. Dok neki autori (vidi, npr. Bujas, 1959) negiraju uopće postojanje motoričkih sposobnosti šireg opsega (jer su motorički testovi u vrlo niskim međusobnim korelacijama, što je i razumljivo, budući da varijable u čijoj varijanci preteže varijanca pogreške ne mogu ni sa čime imati visoke korelacije), dotle drugi stvaraju teorije ne samo bez ikakva obzira na rezultate empirijskih istraživanja, već i bez ikakva obzira na mogućnost njihove empirijske verifikacije. Faktorske solucije, osnovane na testovima slabe pouzdanosti, često su bile inkonzistentne, ili naprosto neinterpretabilne osim pod vidom primitivne taksonomije mjernih instrumenata (Fleishman, 1964; Ismail i Gruber, 1967).

Paradoksalno je, međutim, što je motoričke testove visoke pouzdanosti zapravo vrlo lako konstruirati, i što su postupci da se to postigne u psihometriji poznati već desetina godinu. Formiranje kompozita od itema, koji su se tradicionalno tretirali kao motorički testovi, operacija je tako bliska zdravom razumu, da nema pravog razloga spominjati sve one koji su je predlagali. Takva je konstrukcija izvedena u istraživanjima A. Hošek i N. Viskić (1972) i Gredelja, Metikoša, Savića i Džamonje (1974). Metrijske karakteristike 110 tako konstruiranih mjernih instrumenata analizirali su Momirović, Štalec i Wolf (1975). Istraživanje je pokazalo da je moguće konstruirati vrlo pouzdane motoričke testove kompozitnog tipa, čak i za procjenu onih motoričkih sposobnosti za koje takvih testova do sada nije bilo, kao što su to koordinacija i preciznost. To je, dakako, moguće samo ako se konstrukcija testova i potreban broj čestica odredi na temelju brižljivo provedenih pretpokusa i ako se striktno standardiziraju uvjeti pod kojima se test izvodi, uključujući ovdje i temeljitu kineziometrijsku izobrazbu mjerilaca.

Različite mjere pouzdanosti nemaju jednaku vrijednost za procjenu ove metrijske karakteristike. Za ve-

ćinu motoričkih testova koeficijenti pouzdanosti, koji su izvedeni na temelju klasične teorije pogrešaka, imaju slabu ili sumnjivu vrijednost. Sumnjiva je vrijednost i onih koeficijenata pouzdanosti koji su izvedeni uz pretpostavku da će testovni rezultat biti dobijen jednostavnom sumacijom rezultata u dijelovima testa.

Najpouzdanije mjere pouzdanosti dobijene su postupcima koji pretpostavljaju nejednaku vrijednost različitih čestica za određivanje ukupnog testovnog rezultata kao prve glavne komponente čestica čije su varijance restandardizirane tako da budu obrnuto proporcionalne njihovim uniknim varijancama.

3. STRUKTURA MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI

Veći broj istraživanja strukture motoričkih sposobnosti izveden je na temelju rezultata dobijenih pomoću mjernih instrumenata kompozitnog tipa čije su mjerne karakteristike bile prihvatljive, kako pod vidom njihove pouzdanosti, tako i pod vidom njihove homogenosti.

Ova se istraživanja mogu podijeliti u tri velike grupe:

(1) istraživanja u kojima su učinjeni pokušaji da se utvrde latentne dimenzije koje omeđuju cijeli motorički prostor;

(2) istraživanja čija je svrha bila da se utvrde latentne dimenzije nekog segmenta ili nekih segmenata motoričkog prostora;

(3) istraživanja odnosa manifestnih i latentnih varijabli koje pripadaju različitim segmentima motoričkog prostora.

Najopsežnije istraživanje iz prve grupe izveli su Gredelj, Metikoš, A. Hošek i Momirović 1975. godine.

Na uzorku od 693 ispitanika primijenjeno je 110 motoričkih testova čije su metrijske karakteristike bile utvrđene u istraživanju Momirovića, Štaleca i Wolfa (1975). Mjerni su instrumenti izabrani tako da reprezentiraju sve latentne dimenzije čija je egzistencija bila s dovoljnim stupnjem sigurnosti utvrđena, bilo u strukturalno, bilo u funkcionalno koncipiranim istraživanjima.

Analize su provedene u Harrisovom prostoru prvog drugog i trećeg reda, a pozicija latentnih dimenzija definirana je bila Harris-Kaiserovom transformacijom.

Na osnovu rezultata ovog istraživanja gotovo da je nemoguće postaviti hipotezu o načinu funkcioniranja struktura centralnog nervnog sistema odgovornih za izvođenje motoričkih zadataka. Otežanost stvaranja o-

* Među tim razlozima su i nedostatak bilo koje konzistentne i provjerljive teorije motoričkih sposobnosti, neadekvatne tehnike primijenjene za određivanje latentnih motoričkih dimenzija, ili neadekvatna primjena faktorske analize uopće, a svakako i loše odabrani uzorci entiteta, koji osim nereprezentativnosti često i ne dopuštaju dovoljan broj stupnjeva slobode pri procjeni parametara ili testiranju hipoteza.

vakvog modela proističe iz karakteristika postupaka za analizu osnovnih podataka. Naime, eksplorativni postupci općenito su neprimjereni, a time i neefikasni za razradu modela funkcioniranja ma kojeg sistema, a posebno onda kada se, zbog karakteristika postupaka za ekstrakciju varijance, mogu očekivati efekti hiperfaktorizacije. Uz to, i neke osobitosti mjernih instrumenata pomoću kojih su prikupljeni osnovni podaci, unatoč više nego zadovoljavajućih koeficijenata reprezentativnosti i pouzdanosti, predstavljale bi ozbiljne poteškoće prilikom definiranja modela čak i u situacijama da je za tu svrhu primijenjen optimalan postupak. Tako se velik broj testova odlikuje pretjerano velikim kompleksitetom, što je uzrokovalo ne samo otežano pozicioniranje hiperplanova u toku transformacionih postupaka, nego i utvrđivanja latentnih dimenzija koje samo po svom matematičkom definiranju pripadaju istom prostoru, ali koje su, na žalost, bitno različitog opsega regulacije.

Ipak, rezultati ovog istraživanja nameću potrebu da se provjeri ispravnost predloženog modela, i to bez obzira na to što je model tek djelomično izgrađen na ishodima učinjenih analiza. Mada autori i sami sumnjaju u vlastitu sposobnost intuitivnog zaključivanja, ipak predložu ovaj model prvenstveno iz uvjerenja da dobiveni rezultati zaslužuju daljnje provjere i da, unatoč njihovoj teškoj dekodabilnosti, emitiraju neke nove informacije o regulativnim i kontrolnim mehanizmima relevantnim za rezultate u motoričkim zadacima.

Primarne dimenzije utvrđene u ovom radu razlikuju se obzirom na svoj opseg i značaj regulacije prilikom izvođenja ma koje motoričke radnje, pa zato i obzirom na svoj doprinos u definiranju faktora u prostoru neposredno višeg reda. Premda je ta činjenica u direktnoj vezi s karakteristikama uzorka mjernih instrumenata, ona vjerojatno nije nezavisna od načina manifestacije stvarnih motoričkih sposobnosti. Gotovo da je nemoguće zamisliti motoričku sposobnost, koja bi po svojem ustrojstvu bila toliko elementarna, a da bi u njenim manifestacijama sudjelovali mehanizmi samo jednog regulacionog nivoa. Upravo u toj činjenici moguće je naći objašnjenje zašto se primarne sposobnosti ne razlikuju prvenstveno po različitim elementarnim osobitostima motoričkih radnji (kao npr. snazi, brzini, koordinaciji, preciznosti, ravnoteži, fleksibilnosti), nego prema broju uključenih regulacionih krugova odnosno njihovim odnosima.

U osnovi je moguće učiniti podjelu dimenzija prvenstveno obzirom na činjenicu da li u regulacionim procesima sudjeluje korteks ili ne. Značaj najviših struktura centralnog nervnog sistema prilikom regulacije motoričkih izlaza ne svodi se samo na analizu informacija koja prethodi početku izvođenja nekog motoričkog zadatka nego se, možda još značajnije, manifestira u analizi informacija koje u toku izvođenja zadatka pristižu različitim perceptivnim kanalima i u njihovoj integrativnoj funkciji. Ta se integrativna funkcija ostvaruje na temelju izvanredno dobre povezanosti različitih dijelova korteksa, ali i veza koje postoje između korteksa i svih subkortikalnih struktura,

Iako je dominantna karakteristika ovog regulacionog kruga uloga korteksa u zadacima u kojima prevladava informatička komponenta (pri čemu same manifestacije mogu imati i značajne energetske karakteristike), malo začuđuje da su ovom strukturom obuhvaćeni i oni mehanizmi za koje prisustvo kortikalne elaboracije podataka predstavlja značajan izvor inhibicije. Međutim, znatan dio zadataka namijenjenih procjeni ravnoteže pretežno ovisi od funkcioniranja vanjskog regulacionog kruga, pa zbog toga nije nezavisan od funkcija nekih kortikalnih procesora.

Osim ovog regulacionog kruga postoji još jedan koji integrira različite subsisteme, ali koji se nalazi na subkortikalnom nivou. Ova struktura, koju je vjerojatno opravdano locirati u područje retikularne formacije, prvenstveno je odgovorna za različite motoričke radnje čija se regulacija odvija na nivou automatizama. Taj tip regulacije, u kojem pri izvođenju ma koje kretne strukture aferentni impulsi postaju direktni signali za korekciju izvođenja, tipičan je za većinu motoričkih sposobnosti koje određuju efikasnost u strukturiranju kretanja. Mogućnost isključivanja utjecaja centara za analizu informacija u regulaciji ovakvog izlaza omogućuje njegovu veliku efikasnost. Međutim, mada se nesumnjivo radi o jednom primitivnijem obliku regulacije, ipak je u pitanju složen i značajan proces. Naime, djelovanje ovog regulacionog kruga manifestira se u kompleksnim zadacima, barem pod vidom složenosti uključivanja velikog broja različitih motoričkih jedinica, odnosno pod vidom određivanja vremena uključivanja motoričkih jedinica koje pripadaju jednom funkcionalnom sklopu. Pri takvom vidu regulacije od ne male je važnosti količina gotovih programa ili potprograma s kojima sistem raspolaže. Upravo je osnovna uloga ovog regulacionog kruga da vrši dohvat programa i potprograma, da ih organizira u nove cjeline, te da svojim bilo facilitatornim bilo inhibitornim djelovanjem dovede različite subkortikalne centre, odgovorne za regulaciju jednostavnijih aspekata kretanja, u optimalno stanje za izvođenje zadatka. Konačno, nakon početka izvođenja zadataka djelovanje ovog mehanizma iscrpljuje se u funkciji usporednika i, ovisno o rezultatima usporedbe, mijenjaju stanja primarnih jedinica o kojima ovisi efikasnost regulacije svakog pojedinog elementa neke motoričke radnje.

Nesumnjivo je da u ovom regulacionom procesu nenulti doprinos ima i djelatnost najviših struktura centralnog nervnog sistema, kao, uostalom, i u svim drugim voljnim pokretima. Kako se može smatrati da se uloga korteksa u ovom vidu regulacije svodi pretežno na analizu zadatka i izbor, odnosno formiranje programa prije početka izvođenja zadatka, moguće je zaključiti da je dominantna karakteristika ove strukture integracija djelovanja različitih subkortikalnih struktura.

Posebna struktura odgovorna je za energetske komponente motoričkog izlaza. Mada ta struktura učestvuje u svakom motoričkom zadatku, njena je funkcija prvenstveno da regulira izvođenje zadataka čija je dominantna karakteristika stvaranje izrazito veli-

kog energetskog izlaza iz sistema pri čemu su informatičke komponente male ili zanemarljive u usporedbi s energetskim komponentama. Takav vid regulacije odgovoran je s jedne strane za sposobnost motoričkih zona da održavaju povišeno stanje ekscitacije i da odašiljanje nervnih impulsa perzistira i nakon što promjene, nastale uslijed rada u perifernim i centralnim strukturama, počnu pobuđivati inhibitorne procese, a s druge strane za sposobnost aktiviranja velikog broja motoričkih jedinica u kratkim vremenskim intervalima. Može se smatrati da je prvi vid regulacije prvenstveno karakteriziran otpornošću na efekte izazvane inhibicijom, a manje sposobnošću stvaranja visokih vrijednosti ekscitacije u samim centrima, a drugi za frakciju motoričkih jedinica koju je moguće aktivirati u okviru nekog funkcionalnog sklopa.

Poseban regulacioni sistem odgovoran je za kontrolu brzine neuralne transmisije i regulaciju vremenskih intervala u kojima se odvija serija relativno jednostavnih, cikličkih pokreta. Čini se da je ovaj mehanizam dijelom odgovoran i za selektivnu regulaciju transmisije nervnih impulsa, a možda i za određivanje opće razine uzbuđenja od koje ovisi brzina neuralne transmisije.

Iako je, dakle, striktno uzevši, na temelju rezultata faktorskih studija moguće formulirati samo strukturalne modele* razborita je interpretacija rezultata gotovo nemoguća bez ekskurzija u funkcionalne hipoteze; zbog toga je i pokušaj sinteze dobijenih rezultata izveden u okviru funkcionalnog strukturalističkog modeliranja regulativnih procesa od kojih ovisi učinak u motoričkim aktivnostima.

Ono što je vjerojatno najizvjesnije, ako se pretpostavi da je pozicija latentnih dimenzija bila aproksimativno dobro određena, jest da se u okviru faktora koji su formalno istog reda nalaze funkcionalne strukture koje imaju različiti položaj na ljestvici definiranoj opsegom regulacije i stupnjem nezavisnosti od ostalih funkcionalnih struktura. Tako u prostoru prvog reda tri funkcionalne strukture imaju, pod vidom svoga položaja u funkcionalnoj hijerarhiji, dominantan značaj. To su:

- (1) Mehanizam za kortikalnu kontrolu i regulaciju gibanja, vjerojatno ovisan o efikasnosti uređaja za simultano procesiranje;
- (2) Mehanizam za kortikalnu kontrolu i regulaciju gibanja, vjerojatno ovisan o efikasnosti uređaja za serijalno procesiranje;
- (3) Mehanizam za regulaciju gibanja, ovisan o integrativnim funkcijama retikularne formacije.

Manjeg su opsega regulativni mehanizmi od kojih ovisi energetski izlaz iz sistema. Ti su mehanizmi, osim toga, znatnije od prethodnih kontaminirani funkcionalnim i morfološkim obilježjima efekorskog sustava; zbog toga je i diferencijacija među njima dijelom posljedica utjecaja varijance morfoloških karakteristika. Od tih se mehanizama s prihvatljivim stupnjem vjerodostojnosti mogu identificirati:

- (1) mehanizam za sinergijsku regulaciju intenziteta

ekscitacije;

- (2) mehanizam za kontrolu trajanja i opsega funkcioniranja sustava za regulaciju alternativnih mio-metričkih i pliometričkih kontrakcija;
- (3) mehanizam za kontrolu trajanja i opsega funkcioniranja sustava za regulaciju izometrijskih kontrakcija.

U aproksimativno su istom položaju i neki regulacijski mehanizmi od kojih ovisi učinak u motoričkim zadacima koji su, s biomehaničke točke gledišta, relativno jednostavni. Među njima je najpouzdanija opstojnost:

- (1) mehanizma za regulaciju alternativnog uključivanja i isključivanja agonista i antagonista;
- (2) mehanizma za regulaciju ritma;
- (3) mehanizma za sinergijsku regulaciju od kojeg ovisi korekcija šuma koji proizvode statički i gravitacioni receptori;
- (4) mehanizma za kontinuiranu regulaciju broja aktivnih motoneurona.

Najnižu razinu, i dalje u prostoru faktora prvog reda, imaju mehanizmi:

- (1) za regulaciju broja aktivnih motoričkih jedinica
- (2) za kontrolu brzine transmisije impulsa kroz motoričke neuronske sklopove
- (3) za kontrolu ukupnog broja aktivnih neurona*
- (4) za opću kontrolu tonusa muskulature.

Uređaji za regulaciju širokog opsega, identificirani u prostoru drugog reda, također su nejednakog položaja na hijerarhijskoj ljestvici. Po vjerojatnom redu što ga u toj ljestvici zauzimaju ovi se uređaji mogu identificirati kao:

- (I) Mehanizam za kortikalnu regulaciju gibanja, vjerojatno ovisan o funkciji centralnog procesora
- (II) Mehanizam za subkortikalnu regulaciju gibanja, vjerojatno ovisan o funkciji retikularne formacije
- (III) Mehanizam za regulaciju energetskog izlaza, vjerojatno ovisan o integrativnim sklopovima koji

* U stvari, i strukturalne je modele moguće formirati samo na temelju konfirmativnih faktorskih postupaka; eksplorativne analize su, u najboljem slučaju, samo sredstvo za generiranje hipotetskih modela. O nepodobnosti faktorskih analiza za formiranje funkcionalnih modela vidi, npr. u Mukherjee, 1973.

* Ovo, gotovo izvjesno, ovisi od aktivirajućeg djelovanja retikularne formacije.

* Nema pouzdana indikatora za takvu reprezentaciju u subkortikalnim motoričkim strukturama, a nema ni dovoljno valjanih informacija iz područja funkcionalne anatomije na temelju kojih bi se mogla postaviti hipoteza o mogućnosti subkortikalne reprezentacije mišićnih skupina taksonomiziranih na topološkoj osnovi.

koordiniraju broj aktivnih motoričkih jedinica i vrijeme njihove aktivnosti

(IV) Mehanizam za selektivnu kontrolu brzine transmisije impulsa kroz motoričke neurone.

U prostoru trećeg reda pouzdano se može izolirati samo centralni regulacioni uređaj, koji kontrolira i koordinira funkcije regulacionih mehanizama nižeg reda.

Lokalni submehanizmi, posljedica reprezentacije topološki bliskih mišićnih skupina na motoričkim arealima korteksa,* zajedno sa intrastrukturnom varijacijom efektora, odgovorni su za neke topološke faktore. Među njima je najizvjesniji onaj, koji je odgovoran za regulaciju složenih pokreta donjih, a manje izvestan onaj, koji je odgovoran za regulaciju složenih pokreta gornjih ekstremiteta. Zbog ontogenetskih i filogenetskih razloga regulacija složenih pokreta gornjih ekstremiteta znatno ovisi o količini motoričkih informacija; ovo tek djelomično vrijedi za regulaciju donjih ekstremiteta, koji u pravilu ne služe za izvođenje složenih kretnih struktura, i nisu predmet ni intenzivnog, ni svakodnevnog treninga namijenjenog u tu svrhu.

Isti submehanizmi, ali po svoj prilici više ovisni o funkcionalnim i morfološkim osobitostima efektora, odgovorni su i za topološke faktore energetskog tipa. Za razliku od regulatora koji su odgovorni za strukturiranje kretanja, lokalni submehanizmi za energetsku regulaciju najbolje se mogu prepoznati kod gornjih ekstremiteta, a dosta slabije kod donjih. Osim toga, u energetskom se području mogu sa znatnom vjerodostojnošću izolirati i topološki faktori snage trupa.

Dokazi za postojanje dva regulatora općeg značaja prilično su nesigurni. Radi se o regulatoru za određivanje vremenskih sklopova* i regulatoru koji utječe na brzinu stvaranja motoričkih programa.** Budući da su ovi regulatori aktivni simultano, i aktivni zajedno s drugim regulatorima za strukturiranje gibanja, njihova je identifikacija bila otežana, jer je upotrebljen mali broj dobrih mjernih instrumenata čija bi varijanca bila zasićena pretežno varijacijom upravo tih regulatora.

Dio latentnih dimenzija možda duguje svoju egzistenciju i varijanci morfoloških karakteristika. Jednu podgrupu čine one, koje ovise o količini i rasporedu balastnih tkiva,** a drugu one koje su posljedica regulacijskih mehanizama. Štaviše, nema sumnje da su zapravo sve, ili gotovo sve latentne dimenzije posljedica takve interakcije; kod toga nije nužno da u interakciji sudjeluju regulativni mehanizmi istog reda niti u faktorskom, niti u stvarnom funkcionalnom smislu. Dva su razloga za poteškoće pri identifikaciji komponenata interakcionističkih struktura; nedostatak dovoljnog broja »čistih« mjernih instrumenata i neadekvatnost faktorskog modela za njihovu identifikaciju. Zbog toga je sasvim sigurno da istraživanja treba nastaviti i drugačijim mjernim instrumentima, i drugačijim postupcima za analizu podataka.

U narednom istraživanju (Gredelj, 1976) isti skup mjernih instrumenata koji su analizirali Gredelj, Me-

tikoš, A. Hošek i Momirović analiziran je nakon što je iz rezultata parcijaliziran efekt razlika u morfološkim karakteristikama ispitanika, i rezultati uspoređeni s onima u kojima su latentne dimenzije bile određene na temelju rezultata koji nisu bili podvrgnuti parcijalizaciji morfološke varijance. Obje analize bile su učinjene u realnom prostoru na temelju komponentnog modela faktorske analize, a usporedba dobijenih rezultata izvršena je računanjem korelacija između faktorskih vrijednosti i koeficijenata kongruencije između faktorskih osovina.

Iz korelacione matrice potpunog prostora bilo je moguće izolirati dvadesetčetiri faktora veoma različitog opsega regulacije, među kojima su neki bili očiti artefakti. Latentni sadržaj izoliranih dimenzija nije bio potpuno sukladan onome koji su za faktore u drugoj metrici, ali za istu bateriju testova utvrdili Gredelj, Metikoš, A. Hošek i Momirović (1975). Faktori su označeni kao:

- (1) sposobnost realizacije ritmičkih struktura
- (2) maksimalna sila pokušanih pokreta
- (3) brzina jednostavnih pokreta
- (4) fleksibilnost
- (5) apsolutna fleksibilnost
- (6) apsolutna snaga trupa
- (7) motorna edukabilnost
- (8) ravnoteža sa zatvorenim očima
- (9) koordinirano izvođenje silovitih pokreta
- (10) izdržljivost pri submaksimalnom opterećenju
- (11) relativna snaga ruku
- (12) brzina rješavanja i izvođenja kompleksnih motoričkih problema
- (13) preciznost
- (14) koordinacija nogu
- (15) motorička informiranost
- (16) neimenovani faktor

* Regulator koji bi bio odgovoran za ono, što se obično naziva timing.

** Brzina stvaranja motoričkih programa (koju treba ipak razlikovati od brzine učenja, tj. brzine dekodiranja informacija i njihova pohranjivanja u stalnu memoriju) obično se naziva motorička edukabilnost.

*** Tu spadaju, naravno, faktori koji diferenciraju apsolutnu i relativnu silu i/ili snagu.

posrednog utjecaja skeletalnih i miotičkih dimenzija na ishod motoričkog zadatka.****

**** Kao što je, na primjer, utjecaj longitudinalnih dimenzija skeleta na ishod nekih testova fleksibilnosti.

Nema, čini se, nikakve sumnje da su neke latentne dimenzije***** posljedica interakcija većeg broja re-

***** Među njima one koje determiniraju agilnost i lokomociju.

- (17) neimenovani faktor
- (18) neimenovani faktor
- (19) eksplozivna snaga
- (20) neimenovani faktor
- (21) ravnoteža s otvorenim očima
- (22) repetitivno statička snaga nogu
- (23) neimenovani faktor
- (24) neimenovani faktor.

Na osnovu morfoloških karakteristika bilo je moguće predvidjeti relativno veliki dio varijance testova motoričkih sposobnosti. U prosjeku, svaki je test parcijalizacijom izgubio oko 15% varijance, mada je u nekim dinamometrijski mjerenim testovima sile bilo predvidivo gotovo 50% varijabiliteta.

Nakon parcijalizacije morfoloških karakteristika motorički testovi definirali su matricu interkorelacija još slabije pregnantnosti nego prije takve parcijalizacije. Rezultat je toga da je dvadesetšest zadržanih vlastitih vrijednosti odgovorno čak za nešto manju veličinu relativne varijance sistema određenog primijenjenom baterijom motoričkih testova od one, utvrđene za potpuni prostor. Ipak, struktura prve glavne komponente ostala je praktički nepromijenjena i predstavlja izvrsnu mjeru generalne motoričke sposobnosti, koja je u oba prostora identificirana kao mjera efikasnosti sistema da regulira svrhovite pokrete, u kojima se energija oslobođena mišićnim radom koristi za izvođenje složenih kretnih struktura.

Faktori u parcijaliziranom prostoru nisu bili osobito kongruentni onima iz potpunog prostora, mada je latentni sadržaj većine, a posebno najvažnijih, ostao uglavnom nepromijenjen. Faktori su nominirani kao:

- (1) motorna edukabilnost
- (2) izdržljivost pri submaksimalnom opterećenju
- (3) fleksibilnost
- (4) brzina jednostavnih pokreta
- (5) sposobnost realizacije ritmičkih struktura
- (6) ravnoteža s otvorenim očima
- (7) neimenovani faktor
- (8) sila ruku
- (9) motorička informiranost
- (10) preciznost ciljanja štapom
- (11) snaga ruku
- (12) snaga nogu
- (13) sila nogu
- (14) koordinacija nogu
- (15) snaga trupa
- (16) neimenovani faktor
- (17) pokretljivost u zglobovima
- (18) neimenovani faktor
- (19) neimenovani faktor
- (20) frekvencija jednostavnih pokreta
- (21) neimenovani faktor
- (22) neimenovani faktor
- (23) snaga ekstremiteta
- (24) neimenovani faktor
- (25) ravnoteža sa zatvorenim očima
- (26) neimenovani faktor.

Na osnovu činjenice da struktura motoričkih dimenzija nakon parcijalizacije nije bitno izmijenjena

ativnih razlika u rezultatima motoričkih sposobnosti, ali da takve promjene ne dovode do suštinski kvalitativnih razlika. Kao najznačajnija promjena izazvana parcijalizacijom morfoloških karakteristika tretirana je promjena u konfiguraciji primarnih faktora; uočena je tendencija približavanja svih faktorskih osovina onima koje su identificirane kao koordinacijske sposobnosti. Takav rezultat vodio je zaključku o manifestiranju uloge mehanizma za strukturiranje kretanja čak i u elementarnim motoričkim zadacima, pa je pretpostavljeno da se kao hijerarhijski najviši regulativni mehanizam javlja sposobnost integriranja elementarnih funkcija u složene motoričke strukture.

Na osnovu dobivenih rezultata zaključeno je da u regulaciji motoričkih sposobnosti onaj dio perifernih karakteristika sistema, koji je moguće procijeniti na osnovu morfoloških karakteristika, svoju ulogu ispoljava na tri moguća načina. Kao prigušivač javlja se kod faktora čija se uloga manifestira pretežno u određivanju energetske vrijednosti izlaza, ulogu amplifikatora ima kod utvrđivanja dimenzija čija je dominantna karakteristika informacijska vrijednost, dok je njegova uloga mala u mjerama elementarnih, automatski reguliranih sposobnosti. Ipak, dobivene rezultate teško je ne povezati s realnom kompleksnošću većine motoričkih zadataka, koja je vjerojatno utvrđene prije i nakon parcijalizacije nisu osobito jednostavne.

Zbog realnog očekivanja da primijenjena procedura ne garantira osobito invarijantna rješenja latentne strukture motoričkih dimenzija predlaže se da se problem promjene strukture motoričkih sposobnosti nakon parcijalizacije morfoloških karakteristika ispita uz primjenu drugih postupaka, a posebno onih, koji dovode do drugačijeg dimenzioniranja prostora.

Među brojnim analizama latentnih dimenzija koje definiraju neke segmente motoričkog prostora najopsežnija su bila ona koja su bila usmjerena na određivanje latentnih dimenzija testova koordinacije.

Od ovih najvažnije je bilo istraživanje A. Hošek (1976).

Istraživanje je provedeno s ciljem da se utvrdi faktorska struktura onog dijela psihomotornog prostora koji se odnosi na sposobnost realizacije kompleksnih motoričkih zadataka. U tu svrhu primijenjena je glavni razlog da strukture motoričkih sposobnosti baterija od 37 mjernih instrumenata, koji su u sistemima od po 4—6 pokrivali slijedeće hipotetske faktore koordinacije: koordinaciju u ritmu, brzinu izvođenja kompleksnih motoričkih zadataka, brzinu učenja novih motoričkih zadataka, reorganizaciju stereotipa gibanja, koordinaciju cijelog tijela, koordinaciju nogu, koordinaciju ruku i agilnost. Istraživanje je provedeno na reprezentativnom uzorku iz populacije klinički zdravih muškaraca starih od 19 do 27 godina. Efektiv uzorka je iznosio 693 ispitanika. Podaci su obrađeni po programu Little Jiffy Mark IV Kaisera i Ricea. Po ovom programu izvršene su slijedeće operacije: izračunana je matrica interkorelacija testova koordinacije, prosječne korelacije svake varija-

ble sa sistemom ostalih, prosječna korelacija cijelog sistema, koeficijenti determinacije svake varijable na osnovu skupa preostalih i koeficijenti reprezentativnosti varijabli. Broj značajnih vlastitih vrijednosti određen je na temelju Guttmanove donje granice broja značajnih latentnih dimenzija. Također je, na temelju Guttmanove »blage« donje granice broja značajnih faktora, određen broj značajnih vlastitih vrijednosti i vektora matrice interkorelacija reskalirane na antiimage metrik. Ove latentne dimenzije transformirane su u orthoblique poziciju, pri čemu su izračunane: matrica sklopa, matrica strukture primarnih faktora, regresiona matrica i matrica interkorelacija između latentnih dimenzija. Pri tom su još izračunani i indeksi faktorske jednostavnosti za svaki faktor, kao i indeks faktorske jednostavnosti cijele solucije. Iste operacije su učinjene i za određivanje faktorske strukture koordinacije u prostoru drugog reda.

Po upotrebljenom je kriteriju, iz relativno dobro strukturirane matrice interkorelacija, ekstrahirano šest primarnih faktora koordinacije. Ove faktore, međutim, nije bilo moguće interpretirati u skladu s klasičnom fenomenološkom ili taksonomskom orijentacijom, svojstvenom velikom broju autora koji su se bavili analizom motoričkog prostora, kao i autorima čiji su radovi bili osnova za formiranje hipoteza ovog istraživanja. Struktura svih, a posebno prva tri faktora nalagala je funkcionalni pristup u analizi dobivenih rezultata, tako da su interpretirani na slijedeći način:

- prvi faktor je odgovoran za sposobnost formiranja i realizacije izrazito kompleksnih, cjelovitih programa kretanja, kod kojih je presudna funkcija kortikalnih regulacionih mehanizama za formiranje, a subkortikalnih za realizaciju tih programa;
- drugi faktor je odgovoran za takvu koordinaciju kortikalnih i subkortikalnih mehanizama, kod koje je pretežna funkcija subkortikalnih centara formiranje brzih potprograma kortikalno formiranih glavnih programa. Ovaj faktor se istovremeno mogao interpretirati i kao količina i efikasnost stečenih motoričkih informacija;
- treći faktor je odgovoran za takvu koordinaciju kortikalnih i subkortikalnih mehanizama kod koje je pretežna funkcija subkortikalnih uređaja situaciono formiranje elementarnih programa.

Ova su tri faktora u najvećoj mjeri odgovorna i za varijabilitet generalnog faktora koji je (kao jedini) izoliran u prostoru drugog reda. Interpretiran je kao sistem mehanizama odgovornih za integraciju i koordinaciju uređaja za formiranje, kontrolu, adaptaciju i realizaciju kinetičkih programa.

Četvrti, peti i šesti faktor u prostoru prvog reda, iako nemaju salijentni značaj za strukturu sekundarnog faktora, visoko su s njim korelirani. Interpretirani su kao faktori koordinacije užeg opsega i to:

- četvrti kao sposobnost realizacije ritmičkih struktura
- peti kao timing

— šesti kao koordinacija nogu (točnije, kao koordinacija distalnih dijelova donjih ekstremiteta).

Model, koji proističe iz strukture šest izoliranih primarnih faktora i jednog faktora drugog reda, hijerarhijski je model s kolateralnim vezama i povratnim regulacionim krugovima. Kortikalni i subkortikalni regulacioni mehanizmi kod različitih koordinacijskih sposobnosti variraju samo po pretežnosti svojih funkcija, koje zavise o kompleksnosti određenih kinetičkih programa.

Istu bateriju testova analizirala je i S. Horga (1976). Iako je primijenjen drugi postupak za ekstrakciju i rotaciju latentnih dimenzija, faktori koordinacije mogli su se objasniti u terminima funkcioniranja regulacionih mehanizama različite složenosti ili kongruentnim funkcioniranjem većeg broja regulacionih mehanizama. Hipotetski model izveden na temelju rezultata prethodnih istraživanja u potpunosti je potvrđen, ali su latentne dimenzije dijelom bile interpretirane na semantički različit način.

A. Hošek (1978) analizirala je vrlo sličnu bateriju mjernih instrumenata za procjenu koordinacije na jednom drugom uzorku ispitanika i pomoću različitih ekstrakcionih i rotacionih postupaka. Ovoga puta, međutim, dobijeni su nešto drugačiji rezultati. Ponovo je izolirano šest latentnih dimenzija, no one su bile interpretirane kao motorička edukatibilnost, koordinacija u ritmu, agilnost, koordinacija trupa, koordinacija nogu i timing.

Opsežnim istraživanjima bili su podvrgnuti i mjerni instrumenti za procjenu sile i snage.

Najopsežnije među tim istraživanjima proveo je Metikoš (1976). U ovom je istraživanju podvrgnut analizi skup od 35 mjernih instrumenata dvoitemskog tipa za procjenu sile i snage, koji je projektiran u skladu s hipotezom o egzistenciji svih latentnih dimenzija definiranih fenomenološkim kriterijima, kao i onih regulativnih mehanizama šireg opsega regulacije, koji su odgovorni za regulaciju intenziteta i trajanja ekscitacije u aktiviranim motoričkim jednicama.

Informacije su prikupljene na 684 ispitanika muškog spola, starih između 19 i 27 godina.

Osim mjera sile i snage, na istim su ispitanicima prikupljene i informacije o njihovom morfološkom statusu primjenom 23 antropometrijske mjere koje omogućuju nepristrasnu procjenu svih relevantnih latentnih antropometrijskih dimenzija.

Latentna struktura indikatora energetske regulacije analizirana je na temelju komponentnog modela u realnom i image prostoru i to i u slučaju kada su razlike u morfološkoj strukturi prisutne, tj. u potpunom prostoru, a također i u parcijaliziranom prostoru, u kojem su razlike među entitetima u somatskoj građi neutralizirane. Ukupno su dakle izvedene četiri faktorske analize pri čemu su upotrebljeni konzervativni ekstrakcioni kriteriji, tako da je broj značajnih dimenzija u prostoru u kojem su varijance varijabli standardizirane određen Guttman-Kaiserovim

kriterijem, a broj dimenzija koje su ekstrahirane iz image prostora određen je prema DMEAN kriteriju Momirovića i Štaleca (1972). Na taj način procijenjeni provizorni koordinatni sistemi zarotirani su u kosokutnu parsimonijsku orthoblique soluciju.

Relacije među latentnim dimenzijama iz različitih solucija određene su Tuckerovim koeficijentima kongruencije.

Primjenom Guttman-Kaiserovog kriterija iz potpunog prostora je izolirano osam dimenzija, koje su interpretirane kao bazična snaga, apsolutna sila ruku, relativna snaga ruku, apsolutna snaga ruku, eksplozivna snaga, snaga trupa, neimenovani single faktor i snaga dorzalnih muskularnih sklopova trupa i nogu.

Isti kriterij proizveo je u parcijaliziranom prostoru, dakle u prostoru entiteta identične morfološke strukture, devet značajnih glavnih komponenti koje su nakon rotacije u orthoblique soluciju interpretirane kao centralna regulacija snage nogu, centralna regulacija strukturiranih eksplozivnih pokreta, neregulirana sila ruku, centralna regulacija snage ruku, centralna regulacija snage trupa, centralna regulacija dugotrajnih miometričkih i pliometričkih kontrakcija, centralna regulacija snage dorzalnih muskularnih sklopova trupa i nogu, neregulirana snaga, neimenovani faktor.

U potpunom image prostoru izolirane su na osnovu DMEAN kriterija četiri latentne dimenzije koje su interpretirane na slijedeći način: neregulirana sila, regulirana sila, relativna snaga ruku i generalni faktor snage.

Nakon parcijalizacije morfoloških obilježja iz skupa varijabli sile i snage koje su reskalirane na image metriku izolirano je pet latentnih dimenzija koje su nominirane na slijedeći način: mehanizam za regulaciju trajanja ekscitacije, centralna regulacija strukturiranih eksplozivnih pokreta, mehanizam za centralnu regulaciju snage trupa, neregulirana sila, mehanizam za regulaciju snage fleksora trupa.

Između latentnih dimenzija određenih u potpunom i parcijaliziranom prostoru, bez obzira na metriku tog prostora, utvrđena je znatna kongruentnost. Najveći broj faktora potpunog prostora imao je svoj par u reduciranom prostoru, a koeficijenti kongruencije bili su takvog reda veličine da su se faktori mogli smatrati kongruentno interpretabilnima.

Budući da se moglo opravdano pretpostaviti da se parcijalizacijom morfoloških karakteristika neutralizira najveći dio varijabiliteta koji proističe iz karakteristika perifernog, tj. upravljanog podsistema, zaključeno je da centralni generatori imaju dominantnu ulogu u varijabilitetu energetskih izlaza, jer emitiraju takve informacije o svojoj strukturi da proizvede isti strukturalni efekt bez obzira na to da li su periferni generatori varijabiliteta uključeni ili ne.

Isti skup varijabli snage i sile analizirao je i Kuleš (1977), ali na jednom drugom uzorku ispitanika. Dobiveni su vrlo slični rezultati.

U istraživanju koje su sproveli Agrež i Šturm (1978) ispitana je latentna struktura 35 testova snage na selekcioniranom uzorku ispitanika. Dobiveni rezultati upućuju na zaključak da su za kovarijabilitet testova primijenjenih na studentima fizičke kulture odgovorne dimenzije koje su interpretirane kao generalni faktor mišićne izdržljivosti pri izometričkom napezanju, izometrička izdržljivost donjih ekstremiteta, izdržljivost mišića trupa u izotoničkom režimu napezanja, snaga ekstenzije ekstremiteta, izdržljivost mišića donjih ekstremiteta u izotoničkom režimu kontrakcije, dok je posljednja latentna dimenzija predstavljala bipolaran faktor veoma niskog koeficijenta generalizabilnosti. Očito je, međutim, da je ta struktura toliko specifična da autori s pravom zaključuju kako je njeno postojanje prvenstveno efekt osobitosti uzorka, pristranog izbora mjernih instrumenata i redoslijeda i režima njihove primjene.

Područje ravnoteže najintenzivnije je istraživano u radu S. Tkalčić (1976).

Na uzorku od 633 ispitanika ženskog spola primijenjena su 44 kompozitora testa visoke pouzdanosti i znatne homogenosti. Analiza je izvedena u Harrisovom prostoru prvog i drugog reda; latentne su dimenzije interpretirane nakon transformacije u Harris-Kaiserovu poziciju.

U prostoru prvog reda izolirano je dvanaest faktora. Prvi je faktor interpretiran kao sposobnost brze korekcije položaja na temelju anticipacije promjena projekcije centra težišta osnovane na prethodno formiranom programu gibanja sintezom informacija iz semicirkularnih kanala i informacija iz vizualnog analizatora. Za drugu je latentnu dimenziju bio vjerojatno odgovoran neki sustav koji integrira informacije iz mišićnih vretena, vestibularnog aparata i vizualnog analizatora i koordinira reafereencijske impulse. Treći je faktor interpretiran kao sposobnost brzog uspostavljanja ravnotežnog položaja nakon prethodno izazvane opće nestabilnosti receptorskog sustava, a četvrti je vjerojatno ovisio o efikasnosti cerebralnog sustava. Sposobnost, koju je definirao peti faktor sastojala se u unilateralnoj regulaciji tonusa i sinergijskoj regulaciji na temelju informacija iz kinestetičkih i vestibularnih receptora. Funkcija retikularne formacije da brzo podešava intenzitet kontrakcije onih mišićnih skupina koje održavaju projekciju centra težišta u središtu oslonca bila je, čini se, odgovorna za egzistenciju šestog faktora. Sedmi je faktor bio definiran sposobnošću brze obrade i integracije informacija koje emitiraju kinestetički receptori, receptori u semicirkularnim kanalima, gravitacioni receptori u mišićnim vretenima, koje, preko centra za ravnotežu u cerebelumu završavaju u retikularnim jezgrama. Za osmi je faktor bila odgovorna sposobnost unilateralne koordinacije i kontrole funkcija sinergista, dok je deveti faktor ovisio o sposobnosti koordinacije funkcije vanjskog i unutarnjeg regulacionog kruga. Deseti je faktor bio, vjerojatno, mjera osjetljivosti senzornog sustava, dok su jedanaesti i dvanaesti bili teško interpretabilni duali.

U prostoru drugog reda izolirana su tri faktora. Prvi je bio najvećeg opsega i zavisio od sposobnosti brze korekcije šumova koji u sistem za regulaciju ravnali. Drugi je faktor bio definiran efikasnošću vanjskog regulacionog kruga, a treći sličan ranije nađenom faktoru dinamičke ravnoteže, sposobnošću anticipacije poremećaja ravnoteže do koje može doći u toku gibanja kontroliranog informacijama iz gravitacionih receptora.

Područje brzine najintenzivnije je istraživano u radovima Hofmana (1976; 1979). Nađena su dva faktora, noteže pristižu iz statičkih i gravitacionih receptora, ako su ti šumovi velikog intenziteta i ako je nužna brza amortizacija poremećaja koje su ti šumovi izazumjereno povezana, od kojih je prvi određivao učinak u mjerama brzine jednostavnih pokreta, a drugi u mjerama frekvencije alternativnih ili cikličkih pokreta. U prostoru drugog reda nađen je dobro definiran generalni faktor brzine. Dok je prvi faktor dominantno ovisio od sile agonista i sposobnosti trenutne dekontrakcije antagonista, drugi, znatno složeniji, ovisio je od regulacije alternativne izmjene funkcija sinergijskih mišićnih skupina pod kontrolom uređaja za regulaciju ritma i bio je vrlo blizak faktoru ritma dobijenog analizom testova koordinacije.

Analiza koju je učinio Janković (1976) u cilju utvrđivanja latentne strukture brzine, jakosti i preciznosti kao i zajedničkih mehanizama za regulaciju brzih, snažnih i preciznih pokreta, ponovo je pokazala da primjena konzervativnih kriterija dovodi do hiperfaktorizacije. Posljedica je toga da je matricu interkorelacija 20 testova moguće objasniti samo s dva dobro definirana faktora, brzinom jednostavnih pokreta rukom i dinamometrijskom jakošću. Dva faktora preciznosti (gađanje i ciljanje pokretne odnosno nepokretne mete) i bipolarni faktor, koji odvaja nereguliranu silu od kompleksnijih pokreta, bili su toliko loše definirani da autor s pravom sumnja u njihovu postojnost.

Među istraživanjima iz treće grupe vjerojatno je, bar pod vidom formiranja modela motoričkih sposobnosti, najznačajniji rad J. Šturma, S. Horge i K. Momirovića (1975).

Analizirane su relacije između motoričkih sposobnosti za koje se smatra da prvenstveno omogućuju rješavanje nekog makar i najjednostavnijeg motoričkog problema (definiranih na uobičajeni način kao koordinacija, preciznost, ravnoteža, fleksibilnost i brzina) i onih kod kojih je presudnija mogućnost razvijanja sile (akciono definiranih kao eksplozivna, statička i repetitivna snaga ili topološki kao snaga različitih segmenata tijela).

Na uzorku od 693 ispitanika muškog spola, starih između 19 i 27 godina, primijenjeno je 75 mjernih instrumenata za procjenu motoričkih dimenzija odgovornih za sposobnost rješavanja motoričkih problema i 35 mjernih instrumenata za procjenu motoričkih dimenzija odgovornih za sposobnost proizvodnje sile. Relacije između ova dva skupa motoričkih mjernih instrumenata utvrđene su kanoničkom ko-

relacijskom analizom.

Dobijeno je 11 značajnih korjenova kanoničke jednadžbe i prema tome i 11 parova značajnih kanoničkih faktora. Prilično velika veza prvog para kanoničkih faktora, interpretiranih kao strukturiranje kretanja i reguliranje intenziteta ekscitacije, objašnjeno je djelovanjem jednog generalnog mehanizma nadređenog ovim faktorima, tj. jednom generalnom motoričkom dimenzijom. Ovakvu interpretaciju potvrdile su i njihove relativno velike varijance u odnosu na varijance ostalih faktora, kao i priličan broj velikih korelacija mjernih instrumenata iz oba skupa s ovim faktorima.

Veze između ostalih kanoničkih dimenzija interpretirane su djelovanjem sinergijskih, tonusnih, i, u jednom slučaju antropometrijskih činilaca, a vezu između posljednjeg para kanoničkih dimenzija nije bilo moguće objasniti.

U istraživanju Kuleša, Mrakovića i Šipke (1976) kanoničkom korelacijskom analizom analizirane su relacije između sposobnosti za razvijanje mišićne sile, gdje je broj kontrakcija ili trajanje izometričke kontrakcije važniji od veličine sile koju mišić može razviti (definiranih kao topološki faktor repetitivne i statičke snage), te ostalih sposobnosti neophodnih za izvršavanje najrazličitijih motoričkih zadataka (definiranih kao eksplozivna snaga, maksimalna sila pokušanih pokreta, koordinacija, brzina, fleksibilnost, preciznost i ravnoteža).

Na uzorku od 693 ispitanika muškog spola, starih od 19 do 27 godina, primijenjeno je za procjenu topoloških faktora repetitivne snage 12 mjernih instrumenata, topoloških faktora statičke snage 13 instrumenata, te za procjenu ostalih motoričkih dimenzija 85 mjernih instrumenata.

Na temelju posebnih kanoničkih analiza povezanosti svakog od topoloških faktora repetitivne i statičke snage (ruke, trup, noge) s ostalim motoričkim dimenzijama (ukupno šest kanoničkih korelacijskih analiza) utvrđena je njihova značajna povezanost.

Interpretacija povezanosti mjernih instrumenata za procjenu topoloških faktora statičke snage, i onih iz ostatka sistema, temeljila se na 13 dobivenih značajnih korjenova kanoničke jednadžbe, odnosno 13 parova značajnih kanoničkih faktora (po 4 za statičku snagu ruku i trupa, te 5 za statičku snagu nogu). Karakteristična je i uočljiva relativno visoka povezanost svih prvih parova značajnih kanoničkih faktora, a njihov kovarijabilitet objašnjen je funkcijom mehanizma za regulaciju trajanja ekscitacije u primarnim motoričkim centrima, koji je u visokoj vezi s inhibitorima neugodnih senzacija emitiranih iz aktivne periferije.

Interpretacija povezanosti mjernih instrumenata za procjenu topoloških faktora repetitivne snage, s ostalima, namijenjenima procjeni ostalih hipotetskih faktora motoričkog prostora, učinjena je na temelju 12 dobivenih značajnih korjenova (po četiri za svaki topološki determinirani faktor repetitivne snage). I

ovdje je dobivena relativno visoka povezanost mjernih instrumenata za procjenu topoloških faktora repetitivne snage i onih za procjenu ostalih motoričkih dimenzija. Povezanost prvih parova kanoničkih faktora interpretirana je kao posljedica djelovanja zajedničkog mehanizma u zadacima kriterijskog i eksplorativnog skupa. Kao i u slučaju analize povezanosti mjernih instrumenata za procjenu topoloških faktora statičke snage s varijablama za procjenu ostalih motoričkih dimenzija, i ovdje se povezanost dva skupa varijabli objašnjava djelovanjem mehanizma za regulaciju trajanja ekscitacije u primarnim motoričkim centrima, a koji je u vezi s inhibitorima inhibičkih procesa.

U istraživanju N. Viskić-Štalec i M. Mejovška (1975) analizirane su kanoničke relacije između hipotetskih faktora koordinacije i mjera svih ostalih motoričkih sposobnosti. Analizirane su veze između mjera ostalih motoričkih sposobnosti i testova za procjenu ovih faktora koordinacije: reorganizacije stereotipa gibanja, motoričke edukabilnosti, brzine izvođenja kompleksnih motoričkih zadataka, koordinacije ritmičkih pokreta, agilnosti, koordinacije tijela, koordinacije ruku i koordinacije nogu.

Na temelju osam kanoničkih analiza mogla se sa znatnim stupnjem sigurnosti pretpostaviti egzistencija jednog generalnog faktora koordinacije i samostalnost ovog područja motoričkih sposobnosti. Osim toga, dobiveni rezultati pokazuju da su varijable koordinacije najviše povezane s onim motoričkim zadacima, koji su složeni u informacijskom smislu i onim zadacima u kojima uspjeh većim dijelom zavisi od aktivnosti centralnih regulativnih mehanizama intenziteta ekscitacije. Za uspješno izvođenje kompleksnog motoričkog zadatka, prema tome, bitna je brza i efikasna prerada motoričkih informacija i brza i efikasna realizacija motoričkog zadatka, uz naglašeno sudjelovanje eksplozivne snage u svim fazama izvođenja zadatka.

F. Agrež (1975; 1977) analizirao je relacije mjera fleksibilnosti i testova za procjenu ostalih motoričkih sposobnosti.

Na osnovu analize kanoničkih relacija između skupa varijabli za procjenu fleksibilnosti i skupa varijabli za procjenu ostalih motoričkih sposobnosti, koje su bile izmjerene na reprezentativnom uzorku od 693 osoba muškog spola, utvrđeno je:

- (1) da se u prostoru mjera fleksibilnosti može očekivati egzistentnost jedinstvene latentne dimenzije;
- (2) da postoje statistički značajne veze između hipotetskog prostora fleksibilnosti s jedne strane i hipotetskog prostora koordinacije, repetitivne i statičke snage s druge strane. U osnovi ove povezanosti nalazi se jedna regulaciona struktura motorike, kompleksnija nego što je to pretpostavljeno mehanizam za regulaciju tonusa i sinergijsku regulaciju;
- (3) da su manifestacije motoričkih reakcija tipa fleksibilnosti i motoričkih reakcija tipa apsolutne snage pod velikim utjecajem antropometrijskih

karakteristika, što može maskirati realne kanoničke relacije unutar ova dva, pa i drugih segmenata motoričkog prostora.

Do sličnih rezultata došli su i Marić (1976) i Volčanšek (1976).

4. ZAKLJUČAK

Nema nikakve sumnje da je problem utvrđivanja strukture motoričkih sposobnosti višestruko važan; njegovu važnost prvenstveno određuju gnoseološki motivi u analizi karakteristika bioloških sistema, ali i utilitarnost informacija o broju, strukturi i primjenjivosti motoričkih sposobnosti za primijenjenu kineziologiju. Međutim, na osnovu pregleda rezultata dosadašnjih istraživanja moguće je zaključiti da problem motoričkih sposobnosti ne samo da nije riješen čak niti na konceptualnom nivou, nego se niti ne nameće logičan put kojim bi istraživanja ovog problema trebalo nastaviti.

U proteklim fazama istraživanja strukture motoričkih sposobnosti istraživači su prolazili kroz razdoblja kada je nedovoljna količina raspoloživih informacija mogla znatno podizati stupanj optimizma i nivo motiviranosti za intenzivan rad. Bila su stvarno ugodna istraživačka vremena kada je osnovne uzroke neuspjeha u spoznavanju strukture motoričkih sposobnosti bilo moguće povezati s do tada primjenjivom neadekvatnom metodologijom istraživanja. Tako je slaba upotrebljivost rezultata povezivana s mjernim instrumentima neadekvatnim sa stanovišta njihove pouzdanosti i valjanosti, selekcioniranim uzorcima ispitanika i loše izabranim metodama za obradu podataka. Nažalost, napori učinjeni na otklanjanju svih tih nedostataka gotovo da nisu nimalo rasvijetlili problem strukture motoričkih sposobnosti. Testovi izvanredne pouzdanosti, reprezentativni i izrazito masivni uzorci ispitanika, kao i primjena raznorodnih, ali uvijek adekvatnih transformacionih procedura, očito nisu dovoljni uvjeti za valjanu identifikaciju strukture motoričkih sposobnosti.

Međutim, ako su stvarno otklonjeni svi oni razlozi koji su se mogli povezati s problemima spoznavanja strukture motoričkih sposobnosti, nužno se nameću dva bitna pitanja.

Nisu li osnovni uzroci za stupanj poznatosti strukture motoričkih sposobnosti prvenstveno povezani s rigidno dosljednim, ali potpuno neadekvatnim pristupom istraživanju problema? Potvrđan odgovor na ovo pitanje ne samo da se čini nužnim nego ostavlja nekakvu nadu istraživačima da će u sagledavanju strukture motoričkih sposobnosti otići barem nešto dalje od onih istraživača koji su taj posao započeli početkom ovog stoljeća.

I drugo, kojim pravcem treba krenuti, a da novi smjer istraživanja bude dovoljno različit od dosadašnjih, ali da istovremeno koristi osnovne spoznaje do kojih je znanost došla u istraživanjima bioloških sistema?

Čini se da je buduće pravce istraživanja moguće podijeliti u četiri grupe, koje se ne moraju međusobno isključivati.

Prvi pristup problemu strukture motoričkih sposobnosti bio bi vjerojatno onaj koji je već dao dobre rezultate u istraživanju kognitivnih i regulativnih funkcija. Taj se pristup sastoji u kibernetičkom modeliranju motoričkih funkcija na temelju analize procesa koji se odvijaju pri realnim, kineziološki relevantnim motoričkim aktivnostima. Formiranje jednog konzistentnog kibernetičkog modela motoričkih funkcija omogućilo bi konstrukciju mjernih instrumenata pogodnih za procjenu efikasnosti sustava takvog jednog hipotetskog modela i testiranje hipoteza o parametrima modela, koje bi mogle biti operacionalno definirane.

Nažalost, ako je relativno lako konstruirati parcijalne modele motoričkih funkcija, složenost motoričkog ponašanja je tako velika da je izuzetno teško sačiniti jedan cjeloviti model, koji je neophodan za sustavnu analizu cijelog prostora motoričkih sposobnosti.

Drugi od mogućih pristupa je, čini se, znatno realniji. Bit tog pristupa je u tome da se formira skup mjera svih onih elementarnih funkcija koje su povezane, ili bi mogle biti povezane, s realnim motoričkim aktivnostima, i da se reprezentativni skup mjera učinka u realnim motoričkim aktivnostima analizira pod vidom njegovih relacija s ovako formiranim referentnim skupom. Referentni bi se skup mogao sastojati od ovih podskupova:

- (1) antropometrijskih karakteristika definiranih longitudinalnim i transverzalnim mjerama skeleta, mjerama mišićne mase, masnog tkiva, mase tijela, specifične težine tijela, volumena tijela i volumena pojedinih dijelova tijela;
- (2) funkcionalnih karakteristika pojedinih organskih sustava, a osobito kardiovaskularnog sustava, respiratornog sustava, gastrointestinalnog sustava i hematopoetskog sustava;
- (3) karakteristika senzornih sustava, posebno pod vidom apsolutnih i diferencijalnih limena vizualnog analizatora, akustičnog analizatora, kineziološkog receptora, taktilnih receptora i receptora za bol;
- (4) karakteristika perceptivnog uređaja, a posebno efikasnosti perceptivne identifikacije, diskriminacije, analize strukturiranja i brzine;
- (5) karakteristika uređaja za serijalno procesiranje informacija, posebno efikasnosti serijalnog procesiranja simboličkih informacija, figuralnih informacija, semantičkih informacija i motoričkih informacija;
- (6) karakteristika uređaja za paralelno procesiranje, posebno efikasnosti paralelnog procesiranja simboličkih informacija, figuralnih informacija, semantičkih informacija i motoričkih informacija;
- (7) karakteristika mnemičkih uređaja, a posebno kapaciteta brze memorije, efikasnosti serijalnog pretraživanja brze memorije, efikasnosti simultanog pretraživanja brze memorije, efikasnosti

serijalnog pretraživanja trajne memorije i efikasnosti simultanog pretraživanja trajne memorije.

Mjera na temelju kojih je moguće procijeniti:

- (8) razinu i opseg regulacije aktivirajućih funkcija;
- (9) razinu i opseg regulacije i tipove modulacije općeg toničkog uzbuđenja;
- (10) razinu i opseg regulacije kortikalne ekscitacije;
- (11) efikasnost neuralne regulacije kardiovaskularnih funkcija;
- (12) efikasnost neuralne regulacije respiratornih funkcija;
- (13) efikasnost neuralne regulacije gastrointestinalnih funkcija;
- (14) regulaciju i kontrolu simpatikolitičkih i parasimpatikolitičkih procesa;
- (15) efikasnost regulacije i kontrole obrambenih funkcija;
- (16) efikasnost regulacije i kontrole primarnih i sekundarnih reakcija napada;
- (17) efikasnost sistema za koordinaciju i kontrolu funkcija neuralnih sustava;
- (18) efikasnost programa za regulaciju i kontrolu socijalizacijskih funkcija;
- (19) efikasnost hormonalne regulacije, posebno regulacije koncentracije epinefrina, norepinefrina, testosterona i acetilholina.
- (20) Mjera maksimalne sile izoliranih mišićnih skupina;
- (21) Mjera izdržljivosti pri statičkom i dinamičkom radu izoliranih mišićnih skupina pod različitim režimom opterećenja;
- (22) Mjera brzine jednostavnih pokreta, koji zavise od izoliranih mišićnih skupina;
- (23) Mjera opsega i brzine transmisije impulsa kroz različite aferentne kanale;
- (24) Mjera opsega i brzine transmisije impulsa kroz različite eferentne kanale;
- (25) Faktora od kojih ovisi kontraktilitet i viskozitet mišićnih vlakana.

Skup mjera učinka u realnim motoričkim aktivnostima morao bi se formirati na temelju analize tipičnih gibanja u realnim kineziološkim aktivnostima. Takav bi se skup morao sastojati od relativno velikog broja situacionih mjernih instrumenata, koji na reprezentativan način pokrivaju skup realnih kinezioloških gibanja. Naravno, u ovom bi skupu morali biti i mjerni instrumenti koji omogućuju kontrolu prethodno stečenih motoričkih informacija.

Podaci dobiveni pomoću ovih skupova varijabli morali bi se analizirati tako da se najprije utvrde relacije između referentnog skupa, kome se može ali ne mora pridružiti logički status predikatora, i skupa situacionih mjernih instrumenata. Nakon toga varijable povezane sa skupom situacionih mjernih instrumenata mogle bi se projicirati u prostor što ga razapinju varijable iz skupa referentnih mjernih instrumenata i nad tako formiranim imageom situacionih mjernih instrumenata mogle bi se provesti različite

tehnike za određivanje latentnih dimenzija. Tako dobijene latentne dimenzije mogle bi se usporediti s latentnim dimenzijama neposredno izvedenim iz skupa varijabli, koje reprezentiraju situacione mjerne instrumente. Osim toga, značajne bi se informacije mogle dobiti i na temelju analize latentnih dimenzija varijabli koje reprezentiraju situacione mjerne instrumente nakon što je iz varijance tih varijabli parcijalizirana varijanca koja pripada referentnom skupu.

Mada je ovaj pristup intuitivno prihvatljiv i, uostalom, virtualno prisutan u fiziologijski i psihologijski orijentiranim analizama motoričkih sposobnosti, on je ipak povezan sa znatnim organizacionim, tehničkim, pa i finansijskim problemima, od kojih nije najmanje važna nužnost da se za ove analize osigura dovoljan broj stupnjeva slobode.

Zbog toga je vjerojatno da će mnoga dalja istraživanja strukture motoričkih sposobnosti biti izvedena pod klasičnim pristupom, pod kojim je ta struktura najčešće i dosada bila istraživana.

Da bi, međutim, takav pristup dao rezultate smisljene od onih koji su do sada bili dobijeni nije dovoljno osigurati velike i reprezentativne skupove ispitanika, velike baterije pouzdanih mjernih instrumenata i adekvatne tehnike za određivanje latentnih dimenzija ili analizu njihovih relacija.

Čini se da je u okviru ovog pristupa neophodno provoditi analize koje se temelje na vrlo velikom broju mjernih instrumenata, koji zaista dobro reprezentiraju i adekvatno simuliraju gibanja u realnim kineziološkim aktivnostima, što, naravno, ponovo vodi do problema organizacione, tehničke i ekonomske naravi, zbog nužnosti da se parametri faktorskih ili kanoničkih modela procijene na dovoljno pouzdan način.

Možda nije sasvim bez osnova razmatranje četvrtog, naizgled veoma radikalnog, pristupa ovom problemu. Taj se pristup može definirati kao napuštanje klasične teorije sposobnosti definiranih kao latentne dimenzije i, prema tome, do zamjene faktorskih modela taksonomskim modelima. Taksonomski način mišljenja nije ni malo nov, ne samo u biološkim, društvenim i medicinskim znanostima, već je virtualno prisutan u svakodnevnoj kineziološkoj praksi. Kako je taksonomski način mišljenja ne samo iskustveno prihvatljiv, već je davao i daje dobre rezultate svugdje gdje je bio primijenjen, možda je to upravo pravi pristup za rješavanje problema ili pseudoproblema strukture motoričkih sposobnosti.

5. LITERATURA

1. Agrež, F.: Pragmatička validacija nekaterih testov giblivosti, Telesna kultura, 1973.
2. Agrež, F., J. Šturm: Zanesljivost in faktorska struktura motoričnih testov študentov Visoke šole za telesno kulturo, Telesna kultura, br. 4, 1978, str. 24—26.
3. Barry, A. J. and T. K. Cureton: Factorial analysis of physique and performance in prepubescent boys, Research Quarterly, 1961, Vol. 32, No. 3, pp. 283—299.
4. Bass, R. I.: Analysis of the components of tests of semicircular canal function and of static and dynamic balance. Research Quarterly, 1939, 10, pp. 33—52.
5. Baumgartner, T. A. and A. S. Jackson: Measurement schedules for tests of motor performance. Research Quarterly, 1970, Vol. 41, No. 1, pp. 10—14.
6. Baumgartner, T. A.: Stability of physical performance test scores. Research Quarterly, 1969, Vol. 40, No. 2, pp. 257—261.
7. Bernstein, N. A.: O postroenii dviženij. Medgiz, Moskva, 1947.
8. Bowie, W., and G. R. Cumming: Sustained hand-grip in boys and girls: variation and correlation with performance and motivation to train. Research Quarterly, 1972, Vol. 43, No. 2, pp. 131—141.
9. Brace, 1941, 1948: Prema N. Viskiće-Štalec: Relacije dimenzija regulacije kretanja s morfološkim i nekim dimenzijama energetske regulacije. Magistarski rad, Zagreb, 1974.
10. Bujas, Z.: Psihofiziološka istraživanja nekih aspekata umora i odmora. Arhiv za higijenu rada i tehnologiju, 1968, Vol. 19, str. 302—314.
11. Cattell, T. B. (Ed): Handbook of multivariate experimental psychology. Aand McNally Company, Chicago, 1966.
12. Carlson, R. B. and L. W. McGraw: Isometric strength and relative isometric endurance. Research Quarterly, 1971, Vol. 42, No. 3, pp. 244—250.
13. Clarke, D. H. and F. M. Henry: Neuromotor specificity and increased speed from strength development. Research Quarterly, 1961, 32, No. 3, pp. 315—325.
14. Colgate, J. A.: Arm strength relative to arm speed. Research Quarterly, 1966, 37, No. 1, pp. 14—22.
15. Cronbach, L. J., G. C. Glaser, H. Nanda and N. Rajaratnam: The dependability of behavioral measurements: Theory of generalizability for scores and profiles. Wiley, New York, 1972.
16. Cumbee, F. Z.: A factorial analysis of motor coordination. Research Quarterly, 1954, 25, No. 4, pp. 412—428.
17. Džamonja, Z., M. Gredelj, D. Metikoš i S. Savić: Testovi za procjenu motoričkih sposobnosti. Neobjavljeni rad Instituta za kineziologiju i Centra za klasifikaciju i selekciju ljudstva za potrebe JNA, Beograd, 1973.
18. Eysenck, H. J.: Handbook of abnormal psychology. New York, 1954.

- gy. Pitman Medical, London, 1970.
19. Fleishman, F. A.: The structure and measurement of physical fitness. Prentice-Hall, 1964.
 20. George, C.: Facilitative and inhibitory effect of the tonic neck reflex upon grip strength of right-and-left-handed children. *Research Quarterly*, 1972, 43, No. 2, pp. 157—166.
 21. Gire, E. and A. Espenschade: Relationship between measures of motor educability and the learning of specific motor skills. *Research Quarterly*, 1942, 13, No. 1, pp. 43—56.
 22. Gredelj, M., A. Hošek, N. Viskić-Štalec, S. Horga, D. Metikoš i D. Marčelja: Metrijske karakteristike testova, namijenjenih za procjenu faktora reorganizacije stereotipa gibanja. *Kineziologija*, 1973, Vol. 3, br. 2, str. 29—36.
 23. 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*, 1975, Vol. 5, br. 1—2, str. 7—82.
 24. Gredelj, M.: Latentna struktura motoričkih dimenzija nakon parcijalizacije morfoloških karakteristika, magistarski rad na FFK Zagreb, 1976.
 25. Guilford, J. P.: *General psychology*. McGraw Hill, New York, 1954.
 26. Hall, D. M. and R. H. Cain: Motivational factors in sit-ups. *Research Quarterly*, 1965, 36, No. 1.
 27. Harris, M. L.: A factor analitic study of flexibility, *Research Quarterly*, 1969, 40, No. 1, pp. 62—70.
 28. Hempel, W. E. and E. A. Fleishman: A factor analysis of physical proficiency and manipulative skill. *J. Appl. psychology*, 1955, 39, No. 1, pp. 12—16.
 29. Henry, F. M.: Time-velocity equations and oxygen requirements of »All-out« and »steady-pace« running. *Research Quarterly*, 1954, 25, No. 2, pp. 164—177.
 30. Henry, F. M. and I. R. Trafton: The velocity curve of sprint running with some observations on the muscle viscosity factor. *Research Quarterly*, 1951, 22, No. 4, pp. 409—422.
 31. Hinsan, M. M.: An electromyographic study of the push-up for women. *Research Quarterly*, 1969, 40, No. 2, pp. 305—311.
 32. Hiriartborde, E.: L'étude du rythme chez des jeunes filles, élèves-professeurs d'une école supérieure d'éducation physique et sportive. Communication présentée au Ier Congrès International de Psychologie du Sport. Rome, 1965.
 33. Horvat, V., S. Heimer i K. Štuka: Maksimalna manifestna sila nekih pokušanih pokreta. *Kineziologija*, 1972, Vol. 2, br. 1, str. 81—87.
 34. Hošek, A.: Struktura motoričkog prostora. I. Neki problemi povezani sa dosadašnjim pokušajima određivanja strukture psihomotornih sposobnosti. *Kineziologija*, 1972, Vol. 2, br. 2, str. 25—32.
 35. Hošek, A. i N. Viskić-Štalec: Instrumenti za procjenu motoričkih dimenzija. Npublicirani rad Centra za andragoško-psihološka i sociološka istraživanja u JNA, Beograd, 1972.
 36. Hošek, A., S. Horga, N. Viskić-Štalec, D. Metikoš, M. Gredelj i D. Marčelja: Metrijske karakteristike testova za procjenu faktora koordinacije u ritmu. *Kineziologija*, 1973, Vol. 3, br. 2, str. 37—44.
 37. Hošek, A.: Struktura koordinacije, magistarski rad na FFK Zagreb, 1976.
 38. Hošek, A.: Povezanost morfoloških taksona sa manifestnim i latentnim dimenzijama koordinacije, Zagreb, 1978. (doktorska disertacija).
 39. Horga, S., D. Metikoš, N. Viskić-Štalec, A. Hošek, M. Gredelj i D. Marčelja: Metrijske karakteristike mjernih instrumenata za procjenu faktora koordinacije ruku. *Kineziologija*, 1973, Vol. 3, br. 2, str. 13—20.
 40. Horga, S.: O nekim relacijama između anksioznosti i koordinacije, doktorska disertacija, Zagreb, 1976.
 41. Hupprich, F. L. and P. O. Sigersteth: The specificity of flexibility in girls. *Research Quarterly*, 1950, 21, No. 1, pp. 25—33.
 42. Ismail, A. H. and C. C. Cowell: Factor analysis of motor aptitude of preadolescent boys. *Research Quarterly*, 1961, 32, No. 4, pp. 507—513.
 43. Ismail, A. H. and C. C. Cowell: Purdue motor fitness test batteries and a development profile for preadolescent boys. *Research Quarterly*, 1962, 33, No. 4, pp. 553—558.
 44. Ismail, A. H. and J. J. Gruber: Utilisation of motor aptitude tests in predicting academic achievement. First International Congress of Psychology of Sport. Roma, 1965.
 45. Ismail, A. H. and J. J. Gruber: Intergrated development, motor aptitude and intellectual performance. Ch. E. Merrill books, Inc. Columbus, Ohio, 1967.
 46. Ismail, A. H. and D. R. Kirkendall: Comparison between the discrimination power of personality traits and motor aptitude items to differentiate among various intellectual level of preadolescent boys and girls. Indiana, University sesquicentennial symposium on integrated development, 1970.
 47. 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.
 48. Janković, V.: Faktorska struktura mjernih instrumenata za procjenu brzine, jakosti i preciznosti, magistarski rad na FFK Zagreb, 1976.
 49. Kerr, B. A.: Relationship between speed of reaction time and measurement in knee extension movement. *Research Quarterly*, 1966, Vol. 37, No. 1, pp. 55—60.
 50. Klonoff, H.: Factor analysis of a neuropsychological battery for children aged 9 to 15. Perceptual and motor skills, 1971, Vol. 32, No. 2, pp. 603—616.
 51. Kos, B.: Zavislost kloubni pohyblivosti na telesné vyšce a váze. *Zbornik ITVS*, 1965, 7, str. 75—88.
 52. Kos, B.: Učelova gymnastika sportovce. Státní pedagogické nakladatelství. Praha, 1966.
 53. Kroll, W.: Isometric strength fatigue patterns in female subjects. *Research Quarterly*, 1971, Vol. 42, No. 3, pp. 286—298.
 54. Kuleš, B., M. Mraković i P. Šipka: Kanoničke relacije između sposobnosti koje zavise o mehanizmu za regulaciju trajanja ekscitacije i ostalim

- regulativnim mehanizmima motoričkog prostora. Kineziologija, 1976, Vol. 6, br. 1—2, str. 127—150.
55. Kurelić, N., K. Momirović, M. Stojanović, J. Šturm, Đ. Radojević i N. Viskić-Štalec: Praćenje rasta, funkcionalnih i fizičkih sposobnosti djece i omladine SFRJ. Izdanje Instituta za naučna istraživanja Fakulteta za fizičko vaspitanje, Beograd, 1971.
 56. Kurelić, N., J. Momirović, M. Stojanović, J. Šturm, Đ. Radojević i N. Viskić-Štalec: Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine. Institut za naučna istraživanja Fakulteta za fizičko vaspitanje, Beograd, 1975.
 57. Lotter, W. S.: Specificity or generability of speed of systematically related movements. Research Quarterly, 1961, Vol. 32, pp. 55—62.
 58. Marčelja, D., A. Hošek, N. Viskić-Štalec, S. Horga, M. Gredelj i D. Metikoš: Metrijske karakteristike testova za procjenu faktora koordinacije tijela. Kineziologija, 1973, Vol. 3, br. 2, str. 5—12.
 59. Marić, J.: Relacije nekih mjera fleksibilnosti i tjelesne snage. Magistarski rad na FFK Zagreb, 1976.
 60. Martening, R. G.: Generability and specificity of learning and performance on two similar speed tasks. Research Quarterly, 1969, Vol. 40, No. 3, pp. 518—522.
 61. Maver, H., K. Momirović i R. Padjen: Faktorska analiza nekih terenskih testova fizičke kondicije. Zbornik radova III sastanka stručnjaka za higijenu rada, Zagreb, 1958.
 62. McClements, L. E.: Power relative to strength of leg thigh muscles. Research Quarterly, 1966, Vol. 37, No. 1, pp. 71—78.
 63. McCloy, C. H.: The measurement of general motor capacity and general motor ability. The supplement to the Research Quarterly, 1945, Vol. 5, No. 1, pp. 46—62.
 64. McCloy, C. H.: 1946: Prema N. Viskić-Štalec: Relacije dimenzija regulacije kretanja s morfološkim i nekim dimenzijama energetske regulacije, Magistarski rad na FFK, Zagreb, 1974.
 65. McCraw, L. W.: A factor analysis of motor learning. Research Quarterly, 1969, Vol. 20, No. 3, pp. 316—335.
 66. Mekota, K.: Struktura lidské motoriky-metody, nekeré vrsledky a perspektivy vyzkumu. Sbornik, palackeho v Olomnici, Obor telesná vychova, 1972, 3, pp. 25—55.
 67. Metikoš, D.: Faktorska analiza testova snage ruku i ramenog pojasa. Magistarski rad, FFK Zagreb, 1973.
 68. Metikoš, D. i A. Hošek: Faktorska struktura nekih testova koordinacije. Kineziologija, 1972, Vol. 2, br. 1, str. 43—51.
 69. Metikoš, D., A. Hošek, S. Horga, N. Viskić, M. Gredelj i D. Marčelja: Metrijske karakteristike testova za procjenu hipotetskog faktora koordinacije definiranog kao sposobnost brzog i točnog cije definiranog kao sposobnost brzog i točnog izvođenja kompleksnih motoričkih zadataka. Kineziologija, 1974, Vol. 4, br. 1, str. 42—49.
 70. Metikoš, D.: Utjecaj parcijalizacije morfoloških karakteristika na latentnu strukturu dimenzija sistema za regulaciju intenziteta i trajanja ekscitacije u motoričkim područjima centralnog nervnog sistema. Doktorska disertacija, Zagreb, 1976.
 71. Miler, B.: Faktorska analiza nekih testova fizičke kondicije. Diplomski rad, Zagreb, 1963.
 72. Momirović, K., H. Maver i R. Padjen: Faktorska analiza kombiniranog mišićnog testa. Vojno-sanijetski pregled, 1960, Vol. 17, br. 6.
 73. Momirović, K., R. Medved i V. Pavišić-Medved: Some relation between anthropometric dimension and motor abilities. Symposium Scientifique International, Bucarest-Mamai, 1969.
 74. Momirović, K., N. Viskić, S. Horga, R. Bujanović, B. Wolf i M. Mejovšek: Faktorska struktura nekih testova motorike. Fizička kultura, 1970, br. 5—6, str. 37—42.
 75. Momirović, K., J. Štalec i B. Wolf: Pouzdanost nekih kompozitnih testova primarnih motoričkih sposobnosti, Kineziologija, 1975, Vol. 5, br. 1—2, str. 169—192.
 76. Momirović, K., V. Dobrić i M. Gredelj: Mjere reprezentativnosti nekog uzorka varijabli, Zbornik radova Znanstvenog skupa istraživanja u defektologiji, Zagreb, 1978.
 77. Momirović, K. i M. Gredelj: Primjena elektroničkih računala u određivanju metrijskih karakteristika i izračunavanju testovnih rezultata, Zbornik Psihološke tribine, Zagreb, 1979.
 78. Phillips, M.: Study of a series of physical education tests by factor analysis. Research Quarterly, 1949, Vol. 20, No. 1, pp. 60—71.
 79. Reitan, R. M.: Sensorimotor functions in braindamaged and normal children of early school age. Perceptual and Motor Skills, 1971, Vol. 33, No. 2, pp. 655—664.
 80. Schulman, J. L., C. Buist, J. C. Kaspar, D. Child and E. Fackler: An objective test of speed of fine motor function. Perceptual and Motor Skills, 1969, Vol. 29, No. 1, pp. 243—255.
 81. Seashore, R. H.: Work and motor performance. In: Handbook of experimental psychology (Ed. Stevens S. S.). John Wiley, New York, 1951, pp. 1341—1362.
 82. Seils, L. G.: The relationship between measures of physical growth and gross motor performance od primary-grade school children. Research Quarterly, 1951, Vol. 22, No. 2, pp. 244—260.
 83. Sengstock, W. L.: Physical fitness of mentally retarded boys. Research Quarterly, 1966, Vol. 37, No. 1, pp. 113—120.
 84. Smith, L. E.: Individual differences in arm strength, speed reaction time, and three serial reaction time-movement time »programs«. Perceptual and Motor Skills, 1968, Vol. 26, No. 2, pp. 651—658.
 85. Smith, L. E.: Speed of muscular contraction. Perceptual and Motor Skills, 1970, Vol. 31, No. 1, pp. 171—176.
 86. Smith, J. L. and M. F. Bozymowski: Effect of attitude toward warm-ups in motor performance. Research Quarterly, 1965, Vol. 36, No. 1.

87. Stull, G. G. and D. H. Clarke: High-resistance, low-repetition training as a determiner of strength and fatigability, *Research Quarterly*, 1970, Vol. 41, No. 2, pp. 189—193.
88. Šturm, J.: Relacije telesne snage i nekih morfoloških i motoričkih karakteristika. Disertacija, Beograd, 1975.
89. Šturm, J.: Zanesljivost in faktorska struktura 28 testov telesne zmogljivosti 8 in 12 letnih učenik in učencev nekaterih ljubljanskih osnovnih šol. Zbornik Visoke šole za telesno kulturo v Ljubljani, 1970, Vol. 4, str. 115—155.
90. Šturm, J., S. Horga i K. Momirović: Kanoničke relacije između sposobnosti koje zavise od energetske regulacije i sposobnosti koje zavise od regulacije kretanja, *Kineziologija*, 1975, Vol. 5, br. 1—2, str. 123—154.
91. Tkalčić, S., A. Hošek, T. Šadura i P. Dujmović: Metrijske karakteristike mjernih instrumenata za procjenu faktora ravnoteže. *Kineziologija*, 1974, Vol. 4, br. 2, str. 53—65.
92. Vanek, M. and B. J. Cratty: *Psychology and the superior athlete*. The McMillan Company, London, 1970.
93. Vanderberg, S. G.: Factor analytic studies of the Lincoln Oseretsky test of motor proficiency. *Perceptual and Motor Skills*, 1964, Vol. 19, No. 1, pp. 23—41.
94. Viskić-Štalec, N.: Image analiza sistema za strukturiranje kretanja kod 17-godišnjih učenica srednjih škola, *Kineziologija*, 1973, Vol. 3, br. 1, str. 15—27.
95. Viskić-Štalec, N.: Relacije dimenzija regulacije kretanja s morfološkim i nekim dimenzijama energetske regulacije. Magistarski rad, Zagreb, 1974.
96. Viskić-Štalec, N., S. Horga, D. Metikoš, M. Gredelj, D. Marčelja i A. Hošek: Metrijske karakteristike testova za procjenu faktora koordinacije nogu. *Kineziologija*, 1973, Vol. 3, br. 2, str. 21—28.
97. Volčanšek, B.: Relacije nekih mjera koordinacije i fleksibilnosti, magistarski rad, Zagreb, 1976.
98. Williams, L. R. T. and V. Heartfield: Heritability of a gross motor balance tasks. *Research Quarterly*, 1973, Vol. 44, No. 1, pp. 109—112.
99. Whitley, J. D. and L. E. Smith: Influence of three different training programs on strength and speed of a limb movement. *Research Quarterly*, 1966, Vol. 37, No. 1, pp. 132—142.

SUMMARY

The existing studies of motor abilities structure the authors sort out in three groups: those determining the structure of the entire motor space, those determining the structure of only a segment of motor space and those designed to establish the relationships between different segments of motor space.

The most comprehensive research in the first group showed that motor space can be defined by many of primary dimensions and also by the broad-range regulation mechanisms of the second order, named as mechanism for cortical regulation of movement, mechanism for subcortical regulation of movement, mechanism for the regulation of energy output and mechanism for selective control of transmission speed of impulses through motoneurons.

Also possible future research approaches are proposed, among them taxonomic approach is specially stressed.

РЕЗЮМЕ

Существующие исследования структуры моторных способностей авторы разделяют на три группы: исследования, опреияющие структуру всего моторного пространства; исследования, определяющие лишь один отрезок моторного пространства; и исследования, задачей которых является определение взаимоотношений между различными отрезками моторного пространства.

Исследования, принадлежащие первой группе показали, что моторное пространство может быть определено на основании большого числа факторов первого ряда, а также на основании регуляционных механизмов второго ряда, которые называются: механизм корковой регуляции движений, механизм регуляции энергетического выхода, и механизм выборочного контроля передаточной скорости импульсов в моторных нейронах.

Среди других возможных подходов к исследованию этой проблемы выделяется таксономический подход.

Dušan Metikoš, Marijan Gredelj, Konstantin Momirović

THE STRUCTURE OF MOTOR ABILITIES

The notion of motor abilities, most often translated into the term of physical abilities, appeared in the works of theoreticians of physical training at the end of the 19th century and early in the 20th century.

In addition to the term »physical abilities« also other terms were used, as for instance »motor characteristics«, »physical qualities«, »motor qualities« etc.

Recently, however, the term »motor abilities« has been most often applied, and it has been usually reduced, at least in experimental research, to the operationally defined latent dimensions derived from a system of measuring instruments.

It is probably Zaciorski's interpretation that is most appropriate to the essence of what is called »motor abilities«. In his opinion, motor abilities are those aspects of motor activities appearing in the motor structures that can be described by the same parameter system, measured by the identical set of measures and in which appear analogous physiological, biochemical, cognitive and conative mechanisms take part.

Motor abilities thus defined differ from motor habits and motor skills, though the manifestation of motor abilities is of course possible only by means of a concrete motor act.

The research scientists dealing with the problem of identification and measurement of motor abilities considerably differ both in respect to the number of the abilities and in respect to their anthropological significance. These differences partly result from a trivial semantic disagreement, but numerous differences are the consequence of a different approach to the studies carried out with the purpose to identify primary motor abilities.

If the attempts to identify motor abilities by semantic operations over a series of unsystematic observations are excluded from the speculation, the differences between research workers who have applied for the identification of motor abilities experimental procedures associated with mathematical and statistical operations for data processing can be ascribed in the first place to the differing value of original (raw) data and to the differing procedures for identifying latent dimensions.

The classical rational approach to the problem of motor abilities consisted mainly in the assessment of motor factors which are defined as latent motor

structures responsible for a virtually infinite number of manifest motor reactions. While such an approach was initiated under the influence of psychometric methods applied in the analysis of cognitive abilities and conative dimensions, it was only during and after the Second World war that it produced results allowing to initiate the formation of nomothetic theories of motor abilities. The research by Guilford and his co-workers carried out for the requirements of the USA armed forces was thus the origin of the rational analysis of motor space.

However, the problem encountered by the majority of research scientists in the domain of motor abilities consisted in the unsatisfactory reliability of measuring instruments. With the slight exception of the tests of strength, nearly all motor tests had very low reliability and for that very reason their intercorrelations were very close to zero. That also explains why numerous attempts to assess the factor structure of motor space remained vain and why the existence of motor dimensions that were even isolated in some studies is doubtful.

The problem consists in fact in the very small information quantity emitted by individual motor tasks, which are actually the ones representing most frequently a motor test. The reduced information per one task characterizes the other psychometric areas as well, but while the tasks (items) in the cognitive or conative domain are combined into composite tests, such a practice is almost non-existent in the domain of motor abilities. Hence, the existing motor tests are but individual motor tasks, i.e. items in the terminology of the classical psychometry.

It is paradoxical however that the highly reliable motor tests can be actually constructed very easily and that procedures for achieving reliability in psychometry have been known for decades. The formation of composites from items treated traditionally as motor tests is an operation so close to common sense that there is no particular reason to mention all those who have been proposing it. Such a construction was applied in the studies of A. Hošek and N. Viskić (1972); Gredelj, Metikoš, Savić and Džamonja (1974). Metric characteristics of 110 measuring instruments thus constructed were analyzed by Momirović, Štalec and Wolf (1975). The study proved that very reliable motor tests of the composite type could be constructed to estimate even the motor abilities for which no such tests had been existing earlier, as for instance co-ordination and accuracy. This is of course possible only if the construction of the

tests and the required number of items have been determined on the basis of pre-tests carried out carefully and if the conditions under which the test is being carried out have been strictly standardized, a thorough kinesiometric training of experimenters included.

A considerable number of studies on the structure of motor abilities have been carried out on the basis of the results obtained by measuring instruments of the composite type the measuring characteristics of which were acceptable both under the aspect of their reliability and under the aspect of their homogeneity.

The research can be divided into three main groups:

1. The research endeavouring to ascertain the latent dimensions limiting the entire motor space;
2. the research with the object to ascertain the latent dimensions of a segment or of several segments of motor space;
3. the research of relationships of the manifest and the latent variables pertaining to different segments of the motor space.

A description follows of the most comprehensive research in the first group, which was carried out by Gredelj, Metikoš, Hošek and Momirović.

On a sample of 693 subjects 110 motor tests were applied, the metric characteristics of the tests having been ascertained in the study of Momirović, Stalec and Wolf (1975). The measuring instruments were selected so as to represent all the latent dimensions the existence of which had been established to an adequate degree of certainty in either structurally or functionally conceived research.

Analyses were carried out in Harris' space of the first, the second and the third order, and the position of the latent dimensions was defined by Harris-Kaiser's transformation.

The primary dimensions determined in this work differ by their range and importance of regulation in the performance of any motor action and consequently by their contribution in defining the factors in the space of the immediately higher order, too. This fact, though directly associated with the characteristics of the sample of measuring instruments, is not independent of the manner in which the real motor abilities manifest themselves. It is hardly possible to conceive a motor ability being so elementary by its nature that mechanisms of only one regulation level should participate in its manifestations. This very fact explains why primary abilities do not differ in the first place by the different elementary particularities of motor actions (e. g. strength, speed, co-ordination, precision, balance, flexibility), but by the number of the included regulation circuits and their relationships.

It is probably most certain that among the fac-

tors being formally of the same order there are functional structures with a different position as to the range of regulation and the degree of independence from the other functional structures. In the space of the first order three functional structures have thus a predominant importance under the aspect of their position in the functional hierarchy. They are:

1. The mechanism for cortical control and movement regulation, depending most likely on the efficiency of the mechanism for simultaneous processing;
2. The mechanism for cortical control and movement regulation, depending most likely on the mechanism for serial processing;
3. The mechanism for movement regulation, depending on the integrative functions of the reticular formation.

Of more narrow range are the regulative mechanism on which the energy output from the system is dependent. In addition, these mechanisms are more considerably contaminated by the functional and morphological characteristics of the effector system than the former ones; that is also the reason why the differentiation among them partly results from the influence of the variance of morphological characteristics. The following of these mechanisms can be identified with an acceptable degree of reliability:

1. The mechanism for synergetic regulation of excitation intensity;
2. The mechanism for controlling the duration and range of the function of the system for regulation of alternative isometric and pliometric contractions;
3. The mechanism for controlling the duration and range of the function of the system for regulation of isometric contractions.

Several regulative mechanisms conditioning the performance in motor tasks that are comparatively simple from the biochemical point of view are approximately in the same position. Most reliable among them is the existence of:

1. The mechanism for the regulation of alternative switching of agonists and antagonists;
2. The mechanism for the regulation of rhythm;
3. The mechanism for synergetic regulation on which the correction of the noise produced by static and gravitational receptors is dependent;
4. The mechanism for continuous regulation of the number of active motoneurons.

The lowest level, also in the space of the factors of the first order, is that of:

1. The mechanism for the regulation of the number of active motor units;
2. The mechanism for controlling the transmission speed of impulses through motoneuron chains;
3. The mechanism for controlling the total number of active neurons;*

4. The mechanism for the general control of muscular tonus.

The broad-range regulation mechanisms identified in the space of the second order are also of unequal position in respect to the hierarchical level. By the probable level order that they occupy these mechanisms can be identified as:

I. The mechanism for cortical regulation of movement, depending most likely on the function of the central processor;

II. The mechanism for the subcortical regulation of movement depending most likely on the function of the reticular formation;

III. The mechanism for the regulation of the energy output, depending most likely on the integrative complexes that coordinate the number of active motor units and the time of their activity;

IV. The mechanism for selective control of the transmission speed of impulses through motoneurons.

In the space of the third order only the central regulative mechanism, controlling and co-ordinating functions of the regulating mechanisms of the lower order, can be isolated to a reliable degree.

The problem of ascertaining the structure of motor abilities is undoubtedly of manifold significance; its significance being determined in the first place by gnostic motives in the analysis of characteristics of biological systems, but also by the usefulness of data on the number, structure and applicability of motor abilities for applied kinesiology. However, on the basis of the research results so far, it can be concluded not only that the problem of motor abilities is far from being solved even at the conceptual level and that no logical way to continue the research on the problem has suggested itself either.

Future research tendencies can apparently be divided into four groups not necessarily excluding each

The first approach to the problem of the structure of motor abilities seems to be the one that has produced satisfactory results in the study of regulatory and regulative functions. It consists in cy-modelling of motor functions on the basis of analysis of processes taking place in real motor activities relevant from the aspect of sport. The realization of a consistent cybernetic model of motor functions would make it possible to construct measuring instruments appropriate for evaluating the efficiency of subsystems of such a hypothetical model, and to test hypotheses on the parameters of the model, which could be defined operationally.

Though it is comparatively easy to construct partial models of motor functions, motor behavior is,

* This depends almost certainly on the activating action of the reticular formation.

unfortunately, so very complex that it is extremely difficult to complete an integral model indispensable for a systematic analysis of the entire space of motor abilities.

The second possible approach appears to be much more real. Its essential characteristic is that a set of measures should be formed of all the elementary functions that are associated or may be associated with real motor activities, and that the representative set of performance measures in real motor activities should be analyzed under the aspect of its relationships with the reference set thus formed.

The set of performance measures in real motor activities has to be formed proceeding from the analysis of typical movements in real kinesiological activities. The set must be composed of a relatively great number of situational measuring instruments covering the set of real kinesiological movements in a representative way. Of course, the set should include also the measuring instruments that make it possible to control the motor information obtained earlier.

The information gathered by these sets of variables should be analyzed in such a way that relationships are first ascertained between the reference set, to which the logical status of predictor set can be, but need not be associated, and the set of situational measuring instruments. The variables associated with the set of situational measuring instruments could subsequently be projected into the space defined by variables from the set of reference measuring instruments, and over the image thus formed of situational measuring instruments various techniques for determining the latent dimensions could be carried out. Those latent dimensions would be compared to the latent dimensions derived directly from the set of variables representing the situational measuring instruments. In addition significant information may be obtained also from the analysis of latent dimensions of the variables representing situational measuring instruments after the variance belonging to the reference set has been partialized from the variance of those variables.

Numerous further studies on the structure of motor abilities are expected to be carried out under the classical approach, under which the structure has been investigated also so far.

In order that such an approach should produce more useful results than those obtained until now, however, it is not enough to secure big and representative groups of subjects, big batteries of reliable measuring instruments and adequate techniques for the assessment of latent dimensions or the analysis of their relationships.

As part of this approach it is obviously imperative to carry out analyses on the basis of a considerable number of measuring instruments represent-

ting very well indeed and adequately simulating movements in the real kinesiological activities; this naturally leads again to the problems of the organisational, technical and economic nature since parameters of factor or canonical models have to be evaluated to a reliable enough degree.

Perhaps it is not quite groundless to reconsider the fourth, apparently very radical approach to the problem, which can be defined as abandoning the cla-

ssical theory of abilities defined as latent dimension and thus substituting factor models by taxonomic models. The taxonomic manner of thinking is new at all not only in biological, social and medical sciences but is also virtually present in the everyday kinesiological practice. Since this manner of thinking is acceptable empirically and has been producing good results wherever applied, it may be the right approach to solving the problems or pseudo-problems of the structure of motor abilities.