

Josip Marić

Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb

RELACIJE NEKIH MJERA FLEKSIBILNOSTI I DINAMOMETRIJSKE SILE

SAŽETAK

Rezultati u četiri od šest dinamometrijskih mjera mogu se značajno, iako u prosjeku samo sa oko 10%, predvidjeti na osnovi rezultata u testovima fleksibilnosti. Može se pretpostaviti da su za kovarijabilitet testova fleksibilnosti i dinamometrijske sile odgovorni mehanizam za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa, te mehanizam za regulaciju intenziteta ekscitacije.

1. UVOD

Istraživanje relacija nekih mjera fleksibilnosti i dinamometrijske sile jedno je od mnogobrojnih istraživanja relacija u motoričkom prostoru sa osnovnim zadatkom da se utvrde međusobne veze između manifestnih kinezioloških reakcija koje pripadaju različitim motoričkim subprostorima.

U ovom istraživanju primjenjen je kibernetički model, kojega je izradila grupa istraživača Instituta za kineziologiju Fakulteta za fizičku kulturu u Zagrebu, a za kojega se pretpostavlja da bi mogao objasniti varijabilitet motoričkih zadataka. Ovaj model je zamišljen hijerarhijski i iznijet je u radu Kurelića, Mirovića, Stojanovića, Šturma, Radojevića i N. Viskić-Štalec. Grupa ovih autora pretpostavila je u prostoru četvrtog reda jedan generalni faktor motorike, u prostoru trećeg reda faktor regulacije kretanja i faktor energetske regulacije, u prostoru drugog reda faktor strukturiranja kretanja, funkcionalne sinergije i regulacije tonusa, regulacije intenziteta ekscitacije i regulacije trajanja ekscitacije, te u prostoru prvog reda fenomenološki definirane primarne faktore koordinacije, preciznosti, ravnoteže, fleksibilnosti i snage.

Funkcionalnu osnovu predloženog modela čine fiziološki mehanizmi (prema teoriji Bernsteina, 1947, Anohina, 1957 i Chaidzea, 1970), koji djeluju na različitim nivoima regulacije nervnog sistema, i koji se uključuju zavisno od sadržaja zadatka u regulacione krugove višeg ili nižeg reda.

U nizu istraživanja motoričkih problema koja su u posljednjih nekoliko godina učinjena u našoj zemlji i ovaj rad dati će svoj doprinos boljem upoznavanju kompleksnog područja motorike.

1.1 Definicija snage i njene anatomsko-fiziološke osnove

Od cijelog motoričkog prostora subprostor snage najbolje je osvijetljen u mnogobrojnim istraživanjima stranih i domaćih istraživača. Mnogi istraživači definiraju snagu gotovo identično, a razlike među njima samo su u širini definicije. Tako na primjer J. Šturm definira snagu kao »sposobnost čovjeka da efi-

kasno primjenjuje silu mišića za djelovanje protiv spoljašnjih sila raznih vrsta, koje nastupaju u vezi sa kretanjem ili zadržavanjem položaja vlastitog tijela ili drugih tijela ili predmeta«.

Zbog različitih metoda razvoja snage u transformacijskim procesima neki autori ju dijele prema načinu razvijanja mišićne sile na dinamičku i statičku snagu. Sovjetski autorj Zaciorski i Matvejev dijele snagu prema režimu rada na dinamički ili izotonički režim u kojem dolazi do približavanja mišićnih pripoja u tzv. miometričkom režimu, ili do udaljavanja mišićnih pripoja u tzv. pliometričkom režimu, te na statički ili izometrički režim, u kojem se sila manifestira samo naprežanjem mišića, ali ne dolazi do pomicanja mišićnih pripoja.

Neki autori kao kriterij uzimaju veličinu svladanog otpora i brzinu kojom se taj otpor može savladati. D. Harre (1971) dijeli snagu na »maksimalnu silu«, »brzinsku silu« i »izdržljivost u snazi«, dok V. Čudinov dijeli snagu na »apsolutnu« i »relativnu snagu«.

Na temelju dosadašnjih istraživanja prostora snage metodama faktorske analize otkriveni su primarni faktori snage definirani prema akcionom principu kao dinamometrijska, eksplozivna, statička i repetitivna snaga, te prema topološkom principu kao statička snaga ruku, nogu i trupa i eksplozivna snaga ruku i nogu.

Kao što je već rečeno, u ovom istraživanju primjenjen je jedan kibernetički model. Organizam čovjeka također predstavlja jedan složeni dinamički samoupravljački i samoregulirajući kibernetički sistem, sastavljen od niza međusobno zavisnih podsistema kojima je osnovni zadatak održavanje stanja homeostaze i adaptacije na novo nastala funkcionalna stanja pod utjecajem nekih transformacijskih procesa. Sa kibernetičke točke gledišta može se senzomotorički podsistem promatrati kao poseban sistem. U tom slučaju centralni nervni sistem predstavlja upravljački podsistem, koji izdaje naredbe na temelju ulaznih informacija iz vanjske okoline i drugih podsistema organizma, lokomotornom podsistemu koji je izvršilac tih naredbi i koji se ponaša kao upravljani podsistem. Izlaz iz čitavog sistema su jednostavni ili složeni pokreti.

Skeletni mišić je vrlo složeni organ za pokretanje koji je sposoban da razvija silu. Akson motoneurona koji dolazi u mišić iz kičmene moždine u mišiću se grana obrazujući mnoštvo završetaka. Na taj način jedan motoneuron istovremeno innervira cijelu grupu mišićnih vlakana, koji rade istovremeno kao jedna cjelina, tzv. motorička jedinica. Osim motoričkih živaca mišić innerviraju i osjetni živci, koji informiraju odgovarajuće centre u centralnom nervnom sistemu o dužini i veličini naprežanja mišića. Sila koju mišić razvija prenosi se na koštane poluge preko kojih se vrši pokret (ako je proizvedena sila veća od vanjskog otpora), ili dolazi samo do napetosti mišića (ako je vanjski otpor veći od proizvedene sile).

Veličina i forma proizvedene mišićne sile zavisi od frekvencije nervnih impulsa, količine motoričkih jedinica koje su uključene u rad, otpora antagonističkih mišićnih grupa ili vanjskog opterećenja na koštane poluge.

Senzoričke informacije sa svih dijelova tijela dolaze preko ekstero i interoreceptora aferentnim uzlaznim putevima do leđne moždine, moždanog debla, malog mozga, talamusa i kore velikog mozga izazivajući odgovarajuće refleksne motoričke reakcije na pojedinim razinama centralnog nervnog sistema, zavisno od složenosti refleksnog akta.

Sva kretanja ostvaruju se preko mehanizma refleksa u čiji sastav ulaze ekstero i interoreceptori, eferentni neuroni, koji prenose informacije u centralni nervni sistem koji analizira dobivene informacije i daje odgovor, komandu, koju prenose eferentni neuroni na efektore-mišiće. Centralni nervni sistem integrira senzoričke informacije i upravlja i regulira pokrete pomoću procesa ekscitacije i inhibicije koji čine fiziološku osnovu koordinacije kretanja. Uzajamnim djelovanjem među različitim motoneuronima centralnog nervnog sistema u njemu se stvaraju programi za određenu kretnu aktivnost, koji se pohranjuju u motoričku memoriju. Kod stvaranja programa sudjeluju neuroni dijelova mozga. Kora velikog mozga upravlja motoričkim aktom, ali isto tako kontrolira i regulira i automatske refleksne pokrete. Plastičnost nervnog sistema omogućuje stvaranje i usvajanje novih motoričkih programa.

Kora velikog mozga upravlja pokretima preko piramidnog (svijesni pokreti) i ekstrapiramidnog kanala (regulacija tonusa, položaja tijela i nekih urođenih refleksa). Kanalom povratne veze kora velikog mozga dobiva informacije od različitih receptora od kojih su za izvođenje pokreta svakako najznačajniji kinestetički receptori. Od njih u najvećoj mjeri zavisi sve ekonomičnije izvođenje pokreta (senzorna korekcija) tokom vježbanja.

Manifestacija mišićne sile najvećim dijelom zavisi od skladnog i koordiniranog funkcioniranja upravljajućeg nervnog sistema, frekvencije izbijanja motoneurona, broja uključenih motoričkih jedinica, broja sinergističkih mišićnih grupa koji sudjeluju u pokretu, relaksacije antagonista kao i mehaničkih i anatomskih svojstava mišića.

Proizvedena mišićna sila prenosi se preko tetivnih mišićnih pripoja na koštani sistem. Kosti u čovječjem tijelu međusobno su spojene nepokretnim, polupokretnim i pokretnim zglobovima, gradeći na taj način zajedno sa mišićnim grupama koje na njih djeluju sistem jedostavnih i složenih kinetičkih lanaca. Mišićna sila djelujući na koštane poluge razlaže se na dvije komponente. Jedna komponenta djeluje u smjeru mišićnog vlakna, druga od mišićnog pripoja pokretnog dijela uzduž poluge do točke oslonca ili obrtanja poluge u zglobu i ovisno o veličini napadnog ugla, ta komponenta učvršćuje ili razvlači zglob. Kod izvođenja kretanja ili održavanja ravnoteže u različitim pozama mogu se uočiti vrlo složeni odnosi u sistemu poluga. Osnovne poluge u sistemu čovječjeg tijela su poluge brzine, ravnoteže i snage. Ovisno o vanjskim, unutarnjim i reaktivnim silama prilikom vršenja motoričkih radnji mijenjaju se i odnosi elemenata i djelovanja sila u vrlo složenim kinetičkim lancima, koji mogu stvoriti veoma veliki broj stupnjeva slobode kretanja. Svim ovim složenim odnosima u lokomotornom sistemu upravlja najstroženiji od svih sistema—centralni nervni sistem.

1.2 Definicija fleksibilnosti i njene anatomsko-fiziološke osnove

Pod pojmom fleksibilnosti podrazumijeva se sposobnost vršenja pokreta s velikom amplitudom u jednom ili više zglobova koji su uključeni u pokret. Mjera fleksibilnosti je maksimalna amplituda pokreta izražena u centimetrima ili kutnim stupnjevima. Fleksibilnost je vrlo važna sposobnost za efikasno izvođenje različitih elemenata tehnike u mnogim sportskim disciplinama. Smanjeni obim fleksibilnosti može prouzrokovati povrede kod naglih i eksplozivnih pokreta ili preveliki utrošak energije kod pokreta koji se izvode otežano zbog neelastičnosti antagonista ili prevelikog mišićnog tonusa antagonista. Osim toga, kod pokreta čije izvođenje zahtijeva veliku amplitudu nedostatak fleksibilnosti nepovoljno utječe na ubrzanje i snagu izvođenja pokreta.

Različiti istraživači definiraju fleksibilnost ili sa akcionog ili sa topološkog aspekta. Tako je Fleishman (1964) dao definiciju ekstenzirane fleksibilnosti kao sposobnosti izvođenja brzih ponavljajućih pokreta savijanja.

Harre (1971) definira fleksibilnost kao sposobnost izvođenja pokreta s velikom amplitudom. Sličnu definiciju dali su i Gredelj, Metikoš, A. Hošek i Momirović (1975), tj. fleksibilnost su definirali kao sposobnost realizacije jednokratne maksimalne amplitude pokreta. Agrež (1974) definira fleksibilnost kao sposobnost izvođenja velikih amplituda gibanja u predjelu kičme, zgloba kuka i ramenog zgloba. T. Šadura i suradnici (1975) interpretirali su faktore fleksibilnosti izolirane iz jedne matrice interkorelacija testova fleksibilnosti, kao dimenziju gibljivosti u više zglobova i dimenziju gibljivosti samo u zglobu kuka. Prema Zaciorskom (1972) gipkost je sposobnost da se izvede pokret što je moguće veće amplitude. On dijeli gipkost na pasivnu (najveća amplituda koja se pas-

tiže djelovanjem vanjskih sila) i aktivnu gipkost (spособnost da se postigne velika amplituda pokreta u nekom zglobu aktivnošću mišićnih grupa koje prelaze preko toga zgloba). Sermajev (1970) definira gibljivost kao sposobnost izvođenja pokreta velikom amplitudom kada se radi o sumarnoj pokretljivosti pojedinih dijelova tijela. U ostalim slučajevima definira gibljivost kao aktivnu i pasivnu gibljivost pojedinih zglobova.

Kosti koje u lokomotornom sistemu predstavljaju poluge međusobno su spojene zglobovima ili spojevima-juncturae ossinur. Funkcija tih spojeva je da osigura stabilnost među kostima, a istovremeno omogućiti pokretljivost pojedinih dijelova ili cijelog skeleta. Za kineziološke aktivnosti, a posebno za izvođenje motoričkih zadataka koji su primijenjeni u ovom istraživanju, potrebno je objasniti građu, oblik i funkciju pokretnih zglobova.

Svaki pokretni zglob čovjekova tijela sastavljen je od zglobnih tijela i ploština-facies articulares, zglobne čahure i zglobne šupljine. Zglobne ploštine pokrivene su glatkim hrskavičnim tkivom koje ima dvostruku zadaću: da svojom elastičnošću omogućiti pravilan raspored opterećenja na što veću površinu i prijenos opterećenja na trajektorije koštanog tkiva, te da svojom glatkom površinom omogućiti kretanje između zglobnih površina. Od zglobnih ploština koje ulaze u sastav jednog zgloba, obično je jedna konkavna, a druga konveksna. Kongruentnost između zglobnih ploština kod različitih zglobova osigurava bilo zglobni kolut-discus articularis, zglobni menisk-menisus articularis ili rubne hrskavice, labrum glenoidale i labrum acetobulare.

Zglobna čahura-capsula articularis obavija cijeli zglob, te štiti zglobna tijela i zglobnu šupljinu. Sastavljena je od dva dijela: vanjske fibrozne opne-membrana fibrosa koja se veže za pokosnicu, koja svojom čvrstoćom i elastičnošću osigurava pokretljivost zgloba (što je ona labavija, pokretljivost zgloba je veća) i unutarnje sinovijalne opne-membrana synovialis, koja oblaže unutarnju površinu fibrozne opne i od dijelove kosti koji nisu pokriveni hrskavicom, te izlučivanjem tekućine omogućuje lako klizanje i pokretljivost zglobnih ploština.

Zglobna šupljina-cavum articulare je prostor ovijen zglobnom čahuricom u kojem vlada negativan tlak i koji sadrži malo sinovijalne tekućine čija je zadaća ishrana zglobne hrskavice i podmazivanje zglobnih ploština. Osim toga pojedini zglobovi pojačani su i zglobnim svezama koje osiguravaju spoj među kostima ili ojačavaju zglobnu čahuru. Zglobna sveza-ligamentum može biti izvan ili unutar zgloba ili utkana u zglobnu čahuru. Zglob je obilato opskrbljen krvnim žilama i živcima, a naročito ima mnogo osjetnih elemenata, koji informiraju centralni nervni sistem o osjetima boli, topline, pritiska i položaja.

Veličina amplitude pokreta pojedinih dijelova tijela ovisi o pokretljivosti pojedinih zglobova, građe i oblika zgloba, elastičnosti ligamenata i mišića koji

okružuju i učvršćuju zglob i ograničavaju radius kretanja, te o elastičnosti zglobnih čahura. Prema tome fleksibilnost jednim dijelom zavisi od genetičke komponente, a drugim dijelom od kineziološke aktivnosti čovjeka. Što su mišići antagonisti sposobniji da se istegnu, to je veća pokretljivost u zglobu, lakše i brže izvođenje pokreta i manji utrošak energije. Poznato je da se sistematskim vježbanjem može u znatnoj mjeri povećati elastičnost mišića i ligamentarnog aparata zgloba (gimnastičari, atletičari), a time i pokretljivost u zglobu. Pokretljivost u zglobovima u najvećoj mjeri ograničavaju mišići koji ih okružuju. Tako na primer antefleksiju opružene noge iznad vodoravnog položaja ili duboki pretklon s opruženim nogama u velikoj mjeri ograničavaju mišići zadnje lože buta, retrofleksiju opružene noge ograničavaju quadriceps femoris, sartorius, iliopsoas i adduktori natkoljenice, antefleksiju opružene ruke ograničavaju latissimus dorsi, donji dio pectoralis maiora, teres maiora, itd. Gibljivost zavisi i od snage mišića agonista (naročito ako se radi o tzv. aktivnoj gibljivosti) i relaksacije antagonista za čiju su funkciju odgovorni regulativni mehanizmi centralnog nervnog sistema, naročito oni za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa. Sposobnost mišićnih vlakana da se relaksiraju i istežu (a u vezi s tim i pokretljivost zglobova) mijenja se u dosta velikom stupnju u zavisnosti od vanjskih uvjeta i stanja organizma. Amplituda pokreta je veća ako se kod istegnutih mišića povećava cirkulacija krvi.

Temperatura mišića najviše pogoduje mišićnoj rasteljivosti (povećanje temperature pod utjecajem vanjske topline ili tjelesne aktivnosti izaziva povećanu cirkulaciju krvi i čini mišićna vlakna elastičnijim.

Od svih zglobova najpokretljiviji su kuglasti, pa zatim oni koji imaju oblik valjka, dok su zglobovi kralježnice malo pokretljivi, ali u cjelini daju velike ekscurzije pokreta.

13 Neka dosadašnja istraživanja subprostora dinamometrijske sile i fleksibilnosti i relacija između ta dva subprostora motorike

Od vrlo velikog broja dosadašnjih istraživanja subprostora dinamometrijske sile i njenih relacija sa ostalim morfološkim karakteristikama i motoričkim sposobnostima naveden je samo jedan mali broj radova stranih autora, dok je prednost data istraživanjima domaćih autora zbog specifičnosti naše populacije i mogućnosti primjene dobijenih rezultata u praksi.

L. A. Larson (1940) izvršio je faktorsku analizu testova snage s kombinacijom testova motoričke sposobnosti i skoka uvis na 160 studenata. Faktorskom analizom testova snage dobio je dvije komponente: dinamičku snagu i statičku dinamometrijsku snagu. Dinamička snaga oko tri puta je značajnija za predikciju motoričkih sposobnosti (koje su sastavljene od 15 varijabli) od statičke dinamometrijske snage.

Isti autor (1941) izvršio je faktorsku analizu varijabli i testova motoričke sposobnosti na dva uzorka ispitanika iz iste populacije, ali ispitanih različitim testovima motoričkih sposobnosti. Na 156 studenata fizičkog odgoja primjenio je 27 testova motoričkih zadataka. Na 140 drugih studenata, kojima tjelesni odgoj nije osnovni studij, osim ovih 27 testova primjenio je još 6 testova. U oba uzorka izolirao je faktor dinamičke snage, faktor statičke i dinamometrijske snage, faktor koordinacije i agilnosti cijelog tijela, faktor motoričke edukabilnosti, faktor motoričke eksplozivnosti i faktor abdominalne snage.

H. Jones (1949) pratio je razvoj i rast nekih varijabli snage kod 89 učenika i 87 učenica starih od 11 do 17 godina. Između ostalih brojnih rezultata u ovom istraživanju, autor navodi i konstataciju da je varijabilitet u dinamometrijskim testovima prvenstveno određen konstitucionalnim faktorima. Kod dječaka od 17 godina sumarni indikator dinamometrije korelira sa težinom. 50, sa visinom .30, visoko korelira sa mezomorijom i negativno sa ektomorijom.

H. Clarke je u nekoliko svojih radova izučavao relacije tjelesne snage sa antropometrijskim varijablama. U istraživanju 1954. utvrdio je značajnu povezanost varijabli snage sa visinom tijela. Istraživanjem 1957. utvrdio je pozitivnu korelaciju dinamometrijskih testova sa širinom kukova i tjelesnom težinom.

Sovjetski autori V. Zaciorski i M. Arestov (1964) istraživali su utjecaj kronološke dobi, težine i visine na 5 testova snage i pronašli značajne veze. Težina je više utjecala na rezultate nego visina.

F. Sykora (sa suradnicima, 1966) je na učenicima i učenicama od 11 do 12 godina istraživao korelacione veze visine i težine sa situacionim testovima snage i dva testa dinamometrije. Najveće korelacije našli su između težine i visine sa dinamometrijskim testovima.

K. Momirović, R. Medved, V. Horvat i V. Pavišić (1969) su našli da testovi apsolutne snage ovise u značajnoj mjeri o morfološkim karakteristikama ispitanika, a naročito od cirkularnih dimenzija trupa i udova i mase tijela.

V. Horvat, S. Heimer i K. Štuka (1972) utvrdili su slabu povezanost između maksimalne sile nekih pokušanih pokreta (stisak šaka, fleksija lijeve i desne podlaktice, plantarna fleksija lijevog i desnog stopala, ekstenzija lijeve i desne potkoljenice, fleksija lijeve i desne natkoljenice, fleksija i ekstenzija trupa). Sve ove mjere bile su u značajnoj korelaciji sa masom tijela. Matricu interkorelacija dobijenu u ovom istraživanju analizirali su Momirović i A. Hošek (1972) Burtovom metodom jednostavne sumacije. Dobiveni generalni faktor interpretiran je kao funkcija aktiviranih motoričkih jedinica.

Područje fleksibilnosti znatno je manje istraženo od subprostora snage.

Jedna od prvih faktorskih studija fleksibilnosti je faktorska analiza motoričkih sposobnosti i manipulativnih vještina Hempela i Fleishmana (1955). Analizi-

rali su 46 testova i pronašli 15 faktora. Između ostalih izolirali su faktor gibljivosti nogu i faktor gibljivosti trupa.

E. Fleishman (1966) iz 30 motoričkih testova izolirao je 6 faktora od kojih je dva interpretirao kao dosežnu gibljivost (klasični testovi) i dinamičku gibljivost (kod kojih se zadatak sastojao u što bržem izvođenju kretnji maksimalne amplitude).

B. Kos (1966) rasčlanjuje fleksibilnost na dinamičku (povezana s aktivnim balističkim zamahom, kod čega se ne treba zadržati krajnji položaj) i statičku (u kojoj se krajnji položaj treba malo zadržati). Ovaj autor uvodi i pojmove apsolutne i relativne gibljivosti, gdje je kod relativne gibljivosti parcijaliziran utjecaj longitudinalne dimenzionalnosti skeleta.

Subprostor fleksibilnosti dobro je istražila Harri-sova (1969) faktorizirajući 51 test fleksibilnosti i visinu i raspon ruku. Izolirala je 12 faktora od kojih su 8 »zglobni« faktori, jedan kompozitnog tipa, a tri kombinacija kompozitnih i zglobnih akcija. Autor navodi da zglobne akcije antagonista i antropometrijske mjere nisu korelirane sa fleksibilnošću zglobova.

Kod nas je na području fleksibilnosti bilo malo istraživačkih radova. Naši autori, K. Momirović, N. Kurelić i J. Šturm, prvi su kod nas upotrebili testove fleksibilnosti i pri tome utvrdili neke od testova fleksibilnosti kao valjane mjerne instrumente za procjenu fleksibilnosti kod školske omladine i sportaša.

F. Agrež (1972) ispitivao je prediktivnu valjanost baterije testova, koja je osim šest mjera fleksibilnosti sadržavala i dvije mjere longitudinalne dimenzionalnosti skeleta. Kriterijska varijabla je određena kao prva glavna komponenta matrice interkorelacija procjena petorice sudaca. Autor je utvrdio da je na osnovu nezavisnih varijabli moguće objasniti 78 % ukupnog varijabiliteta zavisne varijable, pa na osnovu toga zaključuje da se fleksibilnost može procijeniti i na osnovu procjene meritornih stručnjaka.

N. Viskić-Štaleb (1974) ispitivala je relacije između latentnih i manifestnih dimenzija regulacije kretanja i latentnih i manifestnih dimenzija morfoloških osobina, kao i latentnih i manifestnih dimenzija mehanizma energetske regulacije. Mehanizam funkcionalne sinergije i regulacije tonusa u niskim je i beznačajnim regulacijama sa dimenzijama energetske regulacije, ali u značajnim i pozitivnim sa sistemom dimenzija antropometrije.

T. Šadura i suradnici (1975), analizom matrice interkorelacija 12 testova fleksibilnosti, utvrdili su egzistenciju dva faktora interpretiranih kao dimenzija odgovorna za gibljivost u više zglobova i dimenzija gibljivosti samo u zglobovima kuka.

Vrlo važan i velik doprinos objašnjavanju motoričkog subprostora fleksibilnosti dao je F. Agrež (1975) u studiji kanoničkih relacija između skupa varijabli za procjenu fleksibilnosti i skupa varijabli za procjenu ostalih motoričkih sposobnosti. Autor je utvrdio slijedeće:

- da se u prostoru mjera fleksibilnosti može očekivati egzistentnost jedinstvene latentne dimenzije;
- da postoje statistički značajne veze između hipotetskih prostora fleksibilnosti s jedne strane i hipotetskih prostora koordinacije, repetitivne i statičke snage sa druge strane;
- 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 motoričkog prostora.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA I OSNOVNE HIPOTEZE

Cilj ovog istraživanja je utvrđivanje relacija između fleksibilnosti i dinamometrijske sile i to tako da su testovi fleksibilnosti tretirani kao prediktorski (nezavisni) sistem varijabli, a svaki test za procjenu dinamometrijske sile kao kriterijska, zavisna varijabla. Na osnovu dobijenih rezultata biti će moguće procijeniti u kojoj su mjeri funkcionalni mehanizmi o kojima zavisi dinamometrijska snaga povezani sa djelovanjem mehanizma za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa.

Moguće je očekivati da će potprostor fleksibilnosti i mjere dinamometrijske sile ostvariti jedan od narednih tipova veza:

1. Na osnovu rezultata testova fleksibilnosti nije moguće predvidjeti rezultat niti u jednoj od mjera dinamometrijske sile;
2. Na osnovu rezultata u testovima fleksibilnosti moguće je predvidjeti rezultat u svim testovima dinamometrijske sile;
3. Različite mjere fleksibilnosti imaju nejednak doprinos u predviđanju rezultata u dinamometrijski mjerenim silama u ovisnosti o veličini snage potrebne za izvođenje pojedinih zadataka fleksibilnosti.

3. UZORAK ISPITANIKA

Istraživanje relacija fleksibilnosti sa varijablama snage izvršeno je na uzorku od 693 ispitanika. Taj broj ispitanika zadovoljava obzirom na broj primijenjenih motoričkih varijabli. Ispitanici su uzeti iz populacije muškog spola, starih između 19 i 27 godina, državljana SFRJ, klinički zdravih osoba koje nisu izrazito morfološki ili motorički defektne. Ispitanici su uzeti u uzorak bez obzira na nacionalnost, socijalnu strukturu, teritorijalnu pripadnost, naobrazbu, konativne i kognitivne dimenzije, ako se kreću u dozvoljenim granicama normalnog.

Istraživanje je izvršeno na uzorku koji je u relativno stabilnoj fazi razvoja motoričkih, morfoloških i drugih psihosomatskih dimenzija.

Planirani uzorak ima dovoljan broj stupnjeva slobode da se može bilo koji korelacijski koeficijent od 0,10 ili veći smatrati značajnim na granici pouzdanosti zaključivanja od 0,99.

4. UZORAK VARIJABLI

Za istraživanje relacija između fleksibilnosti i dinamometrijske sile izabrane su one manifestne varijable za procjenu tih primarnih latentnih dimenzija, čija pouzdanost nije manja od 90.

Uzorak mjernih instrumenata formiran je na osnovu hipoteze o latentnim dimenzijama, utvrđenim u istraživanju N. Kurelića, K. Momirovića, J. Šturma, M. Stojanovića, Đ. Radojevića i N. Viskiće-Štalec, 1975.

Izabrani testovi označeni su tako da prva tri slova šifre testa označavaju pripadnost jednom od blokova koji definiraju slijedeće latentne faktore prvog reda:

MFL — fleksibilnost

MDS — dinamometrijska sila

Opis mjernih instrumenata dat je vrlo kratko*.

Izabrane su slijedeće varijable za procjenu fleksibilnosti, tj. nezavisne varijable:

1. MFLPRD — duboki pretklon u sjedu, obim ruka prema naprijed u desno
2. MFLISK — iskret sa palicom istovremeno u oba ramenska zgloba
3. MFLPRT — duboki pretklon trupa u sjedu
4. MFLPRR — duboki pretklon u sjedu raskoračno
5. MFLUPO — iz upora stojećeg, s opruženim koljenima i dlanovima okrenutim unazad, približavanje liniji, koja je smještena iza stopala
6. MFLPRK — duboki pretklon trupa na klupici, koljena opružena
7. MFLCES — čeonu špaga
8. MFLBOS — bočnu špaga

Kao zavisne varijable tretirane su slijedeće mjere dinamometrijske sile:

1. MDSEPK — ekstenzija lijeve potkoljenice
2. MDSPFS — plantarna fleksija desnog stopala
3. MDSETR — ekstenzija trupa
4. MDSELP — ekstenzija lijeve podlaktice
5. MDSFDP — fleksija desne podlaktice
6. MDSSTS — stisak šaka

5. METODE OBRADE REZULTATA

Relacije fleksibilnosti i dinamometrijske sile utvrđene su primjenom metode regresione analize čiji je program napisan u SS jeziku*.

* detaljan opis mjernih instrumenata nalazi se u radu »Relacije nekih mjera fleksibilnosti i tjelesne snage«, Marić, J. 1976.

* Zakrajšek, Štalec i Momirović, 1974. Statistička obrada izvršena je na Sveučilišnom računskom centru u Zagrebu.

Rezultati u testovima fleksibilnosti tretirani su kao nezavisne, prediktorske varijable, a rezultati u testovima dinamometrijske sile kao zavisne, kriterijske varijable.

Rezultati istraživanja prikazani su u slijedećim tabelama:

Tabela 1: R1 — matrica interkorelacija prediktorskih varijabli

Tabela 2: U — unikviteti prediktorskih varijabli

Tabela 3: R2 — matrica interkorelacija kriterijskih varijabli

Tabele 4-9 — regresije kriterijskih varijabli

Tabela 1

MATRICA INTERKORELACIJA TESTOVA FLEKSIBILNOSTI

	M F L							
	28	29	45	46	65	66	91	92
28 PRK	1.00							
M 29 CES	.27	1.00						
45 UPO	-.56	-.14	1.00					
F 46 PRR	.58	.35	-.55	1.00				
65 PRT	-.51	-.21	.51	-.50	1.00			
L 66 ISK	-.24	-.05	.29	-.29	.29	1.00		
91 BOS	.27	.68	-.17	.35	-.19	-.11	1.00	
92 PRD	.53	.36	-.45	.63	-.43	-.20	.38	1.00

6. REZULTATI I INTERPRETACIJA

6.1 Interpretacija matrice interkorelacija mjera fleksibilnosti

Blok prediktorskih varijabli testova fleksibilnosti, gledano u cjelini, predstavlja jedan prilično homogen sistem. Iz tabele 1 može se vidjeti relativno visoka povezanost između testova fleksibilnosti. Najveća povezanost uočljiva je između bočne i čone špage, kod kojih se fleksibilnost manifestira samo u zglobu kuka pasivnim istezanjem miškulature pod utjecajem težine tijela, a rezultat u oba testa u velikoj mjeri zavisi od dužine donjih ekstremiteta. Isto tako visoka povezanost je vidljiva između svih varijabli pretklona. Na osnovu inspekcije matrice interkorelacija i veće međusobne povezanosti varijabli špaga s jedne strane i varijabli pretklona sa druge strane, može se zaključiti da su relativno visoke povezanosti vjerovatno uzrokovane identičnošću odvijanja pokreta u topološki istim područjima. Varijabla iskret s palicom u veoma je niskim korelacijama sa obje špage što ne zahtijeva posebno objašnjenje, dok sa ostalim varijablama ima znatno veću povezanost.

Veličine interkorelacija testova fleksibilnosti u ovoj bateriji dozvoljavaju pretpostavku o egzistenciji latentne dimenzije fleksibilnosti, koja je najvjerovatnije pod kontrolom mehanizma za regulaciju mišićnog tonusa i sinergijsku regulaciju, kako pokazuju

Tabela 2

UNIKVITETI PREDIKTORSKIH VARIJABLI

MFLPRD	.53254
MFLISK	.86813
MFLPRT	.62440
MFLPRR	.45205
MFLUPO	.55739
MFLPRK	.52791
MFLCES	.51609
MFLBOS	.51418

SMC = 3.40731
% zajedničke varijance = 42,59

neka istraživanja. Kao što je poznato, za predviđanje rezultata u nekom testu, na temelju nekog prediktorskog sistema, primjenom regresione analize, potrebno je da zajednička varijanca prediktorskog sistema bude što manja, odnosno da prediktorske varijable imaju što veće unikvitete, jer samo u tom slučaju svaka varijabla nosi znatnu količinu svojih informacija i daje najveći doprinos za predviđanje zajedničke varijance u kriteriju.

Međutim, kako su koeficijenti determinacije u ovom skupu prediktorskih varijabli fleksibilnosti dosta velike, ovaj prediktorski sistem i nije sasvim pogodan za prediktivne svrhe, ali je za potrebe ovog istraživanja izabran kao najbolja solucija zbog praktične upotrebljivosti i dobre pouzdanosti testova.

6.2 Interpretacija matrice interkorelacija mjera dinamometrijske sile

Blok sastavljen od manifestnih varijabli za procjenu dinamometrijske sile pokazuje relativno visoku homogenost. Čak polovina od svih međusobnih korelacija ima veličinu tih veza od .40 do .50, dok se druga polovina interkorelacija kreće iznad .30. Relativno visoke interkorelacije dozvoljavaju pretpostavku o postojanju hipotetskog faktora dinamometrijske sile, naročito ako se uzme u obzir da ovi testovi mjere maksimalno pokušane pokrete u izoliranim mišićnim grupama.

Ovaj blok sačinjavaju četiri testa u kojima su glavni nosioci opterećenja ekstenzori i dva u kojima se manifestira sila fleksora, ali u cjelini gledano svi oni djeluju protiv vanjske sile. Kako se ovdje radi o testovima koji mjere apsolutnu snagu, aktivna mišićna masa je faktor koji pozitivno i značajno utječe na rezultat u svakom testu za procjenu dinamometrijske sile. Mnogi istraživači, kao na primjer McCloy (1934), H. Clarke (1957), F. Sykora (1966), Horvat, Heimer i Štuka (1972), utvrdili su pozitivne i značajne korelacije nekih dinamometrijskih mjera sa težinom, visinom i masom tijela.

Tabela 3

MATRICA INTERKORELACIJA DINAMETRIJSKE SILE

	ELP	FDP	STS	PFS	ETR	EPK
ELP	1.00					
FDP	.42	1.00				
STS	.41	.18	1.00			
PFS	.36	.40	.25	1.00		
ETR	.48	.42	.32	.51	1.00	
EPK	.38	.33	.28	.32	.41	1.00

6.3 Regresija varijabli dinamometrijske sile

Regresiona analiza varijable MDSEPK

Instrument za procjenu dinamometrijske sile ekstenzora potkoljenice konstruiran je tako da se ispitanik fiksira uređajem za fiksaciju, a omogućiti se izvođenje maksimalno pokušane sile samo izoliranim mišićnim skupinama koji vrše ekstenziju potkoljenice. Glavni ekstenzor potkoljenice m. quadriceps femoris kod ovog pokreta vrši svoju funkciju u sklopu prednjeg vertikalnog kinetičkog lanca u koji još ulaze m. rectus abdominis, pothodni i nathodni mišići. Mišići ekstenzori spine svojom kontrakcijom osiguravaju čvrst oslonac. Mada je ekstenzija potkoljenice u pozitivnoj vezi sa mjerama fleksibilnosti multipla korelacija je veoma niska i beznačajna, pa se može smatrati da u zajedničkom varijabilitetu ekstenzije potkoljenice i mjera fleksibilnosti praktički ne učestvuju zajednički funkcionalni mehanizmi.

Regresiona analiza varijable MDSPFS

Ovaj test namijenjen je za procjenu dinamometrijske sile plantarnih fleksora stopala. Ispitanik se fiksira uređajem za fiksaciju i maksimalnu silu sinergista, koji su direktno aktivirani za izvođenje tog pokreta. prenosi na sondu mjernog instrumenta. Pokušani pokret se vrši u skočnom zglobov pod djelovanjem m. triceps sure, m. plantaris, flexor digito-

rum longusa, tibialis posteriore, flexora halucis longusa, peroneus longusa i brevis. Kao fiksatori koji vrše ekstenziju potkoljenice djeluju mišići prednjeg kinetičkog lanca quadriceps femoris, rectus abdominis, transversus abdominis i oba obliqua.

Povezanost varijable plantarne fleksije stopala sa sistemom mjera fleksibilnosti pozitivna je i značajna, ali se svega 10% varijance ovog testa može predvidjeti poznavajući rezultate ispitanika u testovima fleksibilnosti. Najveće korelacije plantarna fleksija stopala ima sa obim špagama i pretklonom raskoračnim. Ova veza mogla bi se objasniti utjecajem antropometrijskih longitudinalnih dimenzija preko obje špaga i aktivnošću prednjeg kinetičkog lanca kod pretklona raskoračnog sjedećeg.

Kod plantarne fleksije stopala najveći postotak doprinosa kao i najveće i značajne parcijalne regresijske koeficijente i parcijalne korelacije ima bočna špaga i pretklon raskoračni sjedeći.

Regresiona analiza varijable MDSETR

Kod mjerenja maksimalne dinamometrijske sile ekstenzora trupa specijalnim uređajem za fiksaciju omogućuje se maksimalna manifestacija snage bilateralnih mišića ekstenzora trupa kojima pripadaju m. crector spinae, iliocostalis, transversospinalis, mm. levatores costarum spinalis, mm. intertransversarii, mm. interspinales i quadratus lumborum, a isto tako i mišići vratnog dijela kičmenog stuba splenius capitis i cervicis, longissimus cervicis, iliocostalis cervicis, semispinalis cervicis i capitis i multifidus. Iako se uređajem za fiksaciju nastojalo mjeriti izolirane mišićne skupine ekstenzora trupa, nije moguće izbjeći aktivnost mišića fiksatora koji su i u ovom slučaju oni mišići koji čine prednji kinetički lanac. Zajednička objašnjiva varijanca ekstenzije trupa sa sistemom prediktora fleksibilnosti iznosi oko 10%, a najveće korelacije sa ekstenzijom trupa imaju obje špaga i pretklon desno. Kako se radi o testu apsolutne snage, očito se radi o velikom utjecaju mase tijela. Kod pretklona desno aktivira se jedna strana ekstenzora dok se druga strana isteže, pa je to vjerojatno uzrok većoj korelaciji pretklona desno sa ekstenzijom trupa. Jedino bočna špaga ima relativno najveću i značajnu parcijalnu korelaciju i parcijalni koeficijent regresije, te se prema tome njome najviše može predvidjeti rezultat u ekstenziji trupa.

Regresiona analiza varijable MDSELP

Uređaj za fiksaciju dozvoljava samo vršenje maksimalno pokušanog pokreta ekstenzora podlaktice u koje spadaju m. triceps brachii i anconeus. Kod izvođenja ovog pokreta reflektori ramena koji su aktivni u prirodnim uvjetima izvođenja ovakvog pokreta ovdje su blokirani uređajem za fiksaciju.

Linearnom kombinacijom prediktorskih varijabli fleksibilnosti prema ovim rezultatima nije moguće predvidjeti snagu ekstenzora podlaktice, jer je njihova multipla korelacija veoma niska i beznačajna.

Regresiona analiza varijable MDSFDP

Kod maksimalno pokušnog pokreta fleksije podlaktice aktivirani su m. biceps brachii sa svojom dugom glavom, brachioradialis, extensor carpi radialis longus i pronator teres kao fleksori, biceps brachii sa svojom kratkom glavom, coracobrachialis, supraspinatus i prednji dio deltoideusa kao antefleksori koji preko acromiona sa gornjim dijelom trapeziusa, levatorom scapule i rhomboideusom stvaraju glavnu kinetičku vijugu koja se suprostavlja teretu koji ruke nose. Kod ovog pokušnog pokreta aktiviran je i kinetički lanac ekstenzora m. triceps sure, quadriceps femoris i gluteus maximus, jer se nogama vrši odupiranje o podlogu, kao i prednji vertikalni kinetički lanac.

Multipla korelacija fleksije podlaktice sa prediktorskim sistemom je značajna i više od 1/10 varijance moguće je predvidjeti na temelju prediktorskog sistema. Najveću korelaciju u sistemu mjera fleksibilnosti sa kriterijem ima varijabla pretklon raskoračni sjedeći, koji pokazuje i najveću parcijalnu korelaciju i parcijalni regresijski koeficijent. Relacija pretklona raskoračnog sjedećeg sa fleksijom podlaktice vjerojatno je rezultat rada istih funkcionalnih regulativnih mehanizama kod oba testa. U oba slučaja rezultat u testu zavisi o tonusnoj regulaciji mišića.

Kod pretklona raskoračnog potrebno je aktivirati mišiće ramenog pojasa da bi se izvršio dalji dohvat. Kako pretklon raskoračni nosi preveliku količinu informacija, javljaju se varijable pretklon trakom i duboki pretklon na klupici kao supresori.

Tabela 4

REGRESIJA VARIJABLE MDSEPK

	R	Q(R)	PART-R	BETA	P	SIGMA-B	Q(BETA)	F(BETA)
MFLPRD	.12	.00	.05	.06	.81	.05	.21	.78
MFLISK	-.04	.00	-.01	-.01	.06	.04	.73	-.27
MFLPRT	-.05	.19	.02	.02	-.13	.05	.62	-.33
MFLPRR	.12	.00	.03	.05	.57	.06	.38	.74
MFLUPO	-.07	.10	-.01	-.01	.06	.05	.87	-.43
MFLPRK	.08	.03	-.01	-.01	-.06	.05	.88	.49
MFLCES	.12	.00	.04	.05	.61	.05	.33	.75
MFLBOS	.12	.00	.04	.05	.61	.05	.35	.77
DELTA	.02533	.15915	SIGMA-D	F	DF1	DF2	Q	
			.98726	2.22178	8	684	.02423	

Regresiona analiza varijable MDSSTS

Pri vršenju ovog pokušnog pokreta aktivirani su m. flexor carpi radialis, flexor carpi ulnaris, palmaris longus, flexor digitorum superficialis, flexor digitorum profundus i flexor pollicis longus, dok silazni i horizontalni ramenski snopovi osiguravaju oslonac za djelovanje flexora šake. Multipla korelacija prediktorskog sistema i stiska šaka pozitivna je i značajna, a koeficijent determinacije iznosi 11% zajedničke varijance. U prediktorskom sistemu najveću korelaciju imaju obje špage i dosta višu od ostalih iskret palicom.

Neki istraživači (Šturm, 1975. i drugi) utvrdili su da ova varijabla u velikoj mjeri pripada morfološkom prostoru. Šturm (1975) je pronašao da dominantnu ulogu ima tjelesna težina i obim savijene nadlaktice, kao mjere aktivne mišićne mase, te dijametar ručnog zgloba i obim podlaktice — veća mišićna masa šake i prstiju bolje i efikasnije djeluje na hvataljku instrumenta.

U ovom istraživanju dobivena je povezanost sa antropometrijom preko mjera fleksibilnosti koje imaju i visoke beta koeficijente i parcijalne korelacije sa stiskom šaka. Varijabla iskret ima međutim najveću parcijalnu korelaciju i beta regresijski koeficijent, što se može protumačiti aktiviranjem istih funkcionalnih regulativnih mehanizama, a naročito mehanizma za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa kod ova dva osnovna ali različita zadatka.

Tabela 5

REGRESIJA VARIJABLE MDSPFS

	R	Q(R)	PART-R	BETA	P	SIGMA-B	Q(BETA)	F(BETA)
MFLPRD	.17	.00	.02	.02	.38	.05	.66	.55
MFLISK	-.09	.02	-.05	-.05	.52	.04	.16	-.30
MFLPRT	-.05	.18	.06	.08	-.41	.05	.10	-.17
MFLPRR	.21	.00	.10	.14	2.97	.05	.01	.66
MFLUPO	-.06	.13	.05	.07	-.43	.05	.15	-.19
MFLPRK	.14	.00	.03	.05	.64	.05	.37	.45
MFLCES	.22	.00	.04	.05	1.10	.05	.33	.71
MFLBOS	.27	.00	.14	.19	5.22	.05	.00	.87
DELTA	RO	SIGMA-D	F	DF1	DF2	Q		
.09998	.31619	.94869	9.49766	8	684	.00000		

Tabela 6

REGRESIJA VARIJABLE MDSETR

	R	Q(R)	PART-R	BETA	P	SIGMA-B	Q(BETA)	F(BETA)
MFLPRD	.22	.00	.07	.03	1.90	.05	.08	.07
MFLISK	-.06	.16	-.00	-.00	.01	.04	.98	-.18
MFLPRT	-.11	.01	.01	.01	-.11	.05	.82	-.35
MFLPRR	.19	.00	.03	.04	.84	.05	.42	.62
MFLUPO	-.10	.02	.03	.04	-.35	.05	.46	-.31
MFLPRK	.17	.00	.05	.06	1.12	.05	.20	.57
MFLCES	.23	.00	.04	.06	1.36	.05	.25	.76
MFLBOS	.27	.00	.13	.17	4.76	.05	.00	.88
DELTA	RO	SIGMA-D	F	DF1	DF2	Q		
.09532	.30874	.95115	9.00863	8	684	.00000		

Tabela 7

REGRESIJA VARIJABLE MDSELP

	R	Q(R)	PART-R	BETA	P	SIGMA-B	Q(BETA)	F(BETA)
MFLPRD	.10	.00	.05	.07	.74	.05	.16	.72
MFLISK	.02	.66	.04	.04	.07	.04	.00	.12
MFLPRT	-.04	.00	.01	.01	-.05	.05	.80	-.31
MFLPRR	.01	.01	.05	.07	.64	.06	.00	.68
MFLUPO	-.06	.16	-.01	-.02	.11	.05	.71	-.40
MFLPRK	.05	.14	-.02	-.02	-.12	.05	.66	.38
MFLCES	.09	.01	.07	.10	.84	.05	.07	.61
MFLBOS	.03	.43	-.06	-.08	-.23	.05	.14	.21
DELTA	RO	SIGMA-D	F	DF1	DF2	Q		
.01992	.14115	.98999	1.73797	8	684	.00000		

Tabela 8

REGRESIJA VARIJABLE MDSFDP

	R	Q(R)	PART-R	BETA	P	SIGMA-B	Q(BETA)	F(BETA)
MFLPRD	.15	.00	.04	.05	.75	.05	.00	.44
MFLISK	-.05	.18	-.03	-.03	.17	.04	.41	-.16
MFLPRT	.06	.07	.18	.22	1.41	.05	.00	.19
MFLPRR	.23	.00	.23	.33	7.47	.05	.00	.69
MFLUPO	-.05	.22	.01	.01	-.03	.05	.89	-.15
MFLPRK	.03	.41	-.08	-.11	-.33	.05	.03	.09
MFLCES	.15	.00	.05	.07	1.10	.05	.15	.46
MFLBOS	.15	.00	.03	.04	.52	.05	.49	.45
DELTA	RO	SIGMA-D	F	DF1	DF2	Q		
	.11070	.33272	.94303	10.64305	8	684	.00000	

Tabela 9

REGRESIJA VARIJABLE MDSSTS

	R	Q(R)	PART-R	BETA	P	SIGMA-B	Q(BETA)	F(BETA)
MFLPRD	.12	.00	.06	.08	.94	.05	.11	.37
MFLISK	.15	.00	.17	.18	2.64	.04	.00	.45
MFLPRT	-.03	.44	-.02	-.02	.06	.05	.64	-.09
MFLPRR	.07	.04	.00	.01	.04	.05	.92	.22
MFLUPO	-.02	.55	-.04	-.05	.10	.05	.35	-.07
MFLPRK	.00	.93	-.09	-.11	-.04	.05	.02	.01
MFLCES	.26	.00	.14	.18	4.77	.05	.00	.78
MFLBOS	.22	.00	.08	.11	2.39	.05	.03	.68
DELTA	RO	SIGMA-D	F	DF1	DF2	Q		
	.10907	.33025	.94389	10.46691	8	684	.00000	

Gledajući u cjelinu vezu bloka varijabli dinamometrijske sile sa sistemom prediktorskih varijabli fleksibilnosti može se uočiti da ih najviše definiraju obje špage, osim kod ekstenzije i fleksije podlaktice, kao i dva pretklona (pretklon raskoračni sjedeći i pretklon desno), koji, opet, ne učestvuje u objašnjavanju varijance stiska šake.

U nekim dosadašnjim istraživanjima relacija između dinamometrijske sile i antropometrijskih varijabli nađene su visoke pozitivne korelacije, a isto tako pozitivne korelacije utvrđene su između apsolutne snage i mjera longitudinalne dimenzionalnosti skeleta.

Kako su obje špage, pretklon desno i pretklon raskoračni sjedeći mjere fleksibilnosti, čiji rezultat u najvećoj mjeri ovisi o dužini ekstremiteta (kojih je pozitivna veza sa dinamometrijskom silom utvrđena u nekim dosadašnjim istraživanjima), evidentan je njihov utjecaj preko mjera fleksibilnosti na dinamometrijske varijable i u ovom istraživanju, najvjerojatnije preko mase tijela (koja ima višu pozitivnu korelaciju za longitudinalnim faktorima).

Dinamometrijska sila definirana je kao sposobnost manifestacije maksimalne sile izoliranih mišićnih skupina, koja svakako zavisi od veličine tjelesne, odnosno mišićne mase i aktiviranja maksimalnog broja motoričkih jedinica u datom pokušanom pokretu. Međutim, gledajući na mišićni sistem kao jednu funkcionalnu cjelinu koja nije neovisna od drugih funkcionalnih sistema čovjeka, ni dinamometrijska, ili pojedinih mišićnih skupina, kao ni mjere fleksibilnosti, nisu neovisne od funkcioniranja cjelovitog nervno-mišićnog sistema. Naime, kod izvođenja bilo kojeg izoliranog pokreta maksimalnom silom aktiviraju se ne samo mišići koji izvode taj pokušani pokret, nego i sistemi mišićnih vijuga i mišićnih kinetičkih lanaca koji ili stvaraju oslonac i povoljne uslove za manifestaciju sile ili pak sami potpomažu određeni pokret.

Manifestne varijable ekstenzije potkoljenice i ekstenzije lijeve podlaktice imaju vrlo niske, neznačajne multiple korelacije sa sistemom prediktivnih varijabli.

Ostale četiri varijable za procjenu dinamometrijske sile, dakle plantarna fleksija stopala, ekstenzija trupa, fleksija desne podlaktice i stisak šaka moguće je predvijeti pomoću linearne kombinacije testova fleksibilnosti na statistički značajnoj razini. Doduše koeficijenti determinacije prediktorskog sistema i svake ove dinamometrijske varijable ne prelaze 11% zajedničkog varijabilneta, ali su ipak značajni na razini značajnosti od 0.01.

Osim toga, može se primijetiti da pozitivne i značajne multiple korelacije sa sistemom prediktora imaju one varijable dinamometrijske sile kod kojih je mišićna aktivnost usmjerena na savladavanje vjnskog otpora i koji su u pravilu jači u odnosu na svoje mišićna aktivnost usmjerena na savladavanje vanj-od ekstenzora šake, fleksori podlaktice od ekstenzora podlaktice, ekstenzori stopala i potkoljenice od svojih antagonista.

Sa akcionog stanovišta može se uočiti da neki pretkloni koji dobro predviđaju dinamometrijske varijable u suštini imaju kod svog izvođenja aktivirane iste mišićne skupine kao i ti dinamometrijski testovi, mada mišićna aktivnost kod izvođenja dinamometrijskih zadataka nije ista kao u realnim situacijama kada oslonac za rad mišića stvaraju drugi mišići, a ne uređaji za fiksaciju.

Istraživanjem koje su proveli N. Kurelić, K. Momirović, M. Stojanović, J. Šturm, Đ. Radojević i N. Viskić-Štalec (1975) utvrđena je egzistencija faktora za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa koji je, između ostalog, odgovoran i za faktor fleksibilnosti, te faktor za regulaciju intenziteta ekscitacije, koji kontrolira primarne faktore dinamometrijske i eksplozivne snage. Prema tome, sasvim je jasno da se veze prediktorskih testova fleksibilnosti sa testovima dinamometrijske snage mogu objasniti i uzajamnim odnosima tih regulativnih mehanizama u prostoru drugog reda.

7. ZAKLJUČAK

Istraživanje je provedeno na uzorku od 693 ispitanika muškog spola jugoslavenske populacije, starih između 19 i 27 godina. Primjenjeno je osam testova fleksibilnosti. Relacije između prediktorskog sistema mjera fleksibilnosti i kriterijskog sistema mjera za procjenu dinamometrijske sile utvrđene su regresionom analizom.

Utvrđeno je da kod četiri od šest dinamometrijskih mjera postoji pozitivna i značajna multipla korelacija; gledano u cjelini testovi fleksibilnosti sudjeluju u objašnjavanju zajedničke varijance testova dinamometrijske sile oko 10%. Veći dio ove varijance može se pripisati regulaciji tonusa antagonista (u smislu smanjenja tonusa antagonista), a jedan manji dio utjecaju longitudinalne dimenzionalnosti skeleta i mišićne mase preko testova fleksibilnosti. Generalno, može se pretpostaviti da su za kovarijabilitet testova fleksibilnosti i dinamometrijske sile vjerojatno

odgovorni regulativni mehanizmi centralnog nervnog sistema i to mehanizma za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa, te mehanizam za regulaciju intenziteta ekscitacije.

8. LITERATURA

1. *Agrež, F.*: Pragmatička validacija nekaterih testov gibljivosti. Visoka šola za telesno kulturo, Ljubljana, 1972.
2. *Agrež, F.*: Kanoničke relacije između fleksibilnosti i ostalih motoričkih sposobnosti. Kineziologija, 1975, Vol. 5, br. 1-2.
3. *Anohin, P. K.*: Sistemnij podhod v izučeníi raboti mozga. U »Kibernetičeskie aspekti v izučeníi raboti mozga«. Nauka, Moskva, 1970.
4. *Bernstein, N. A.*: O postroeníi dviženii. Medgiz, Moskva, 1947.
5. *Clarke, H.H.*: Relationships of strength and anthropometric measures to physical performances involving the trunk and legs. Research Quarterly, 1957, 28, pp. 223-232
6. *Čhaidze, L. V.*: Ob upravlénii dviženijami človeka. Fiskultura i sport, Moskva, 1970.
7. *Donskoj, D. D.*: Biomehanika s osnovami sportivnoj tehniki. Fiskultura i sport, Moskva, 1971.
8. *Fleishman, E. A.*: The structure and measurement of physical fitness. Prentice Hall Inc, Englewood, Cliffs, 1964.
9. *Guyton, A. C.*: Medicinska fiziologija. Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb, 1973.
10. *Harris, M. L.*: A factor analytic study of flexibility. Research Quarterly, 1969, Vol. 40, No. 1 pp. 62-70.
11. *Hempel, W. E.* A factor analysis of physical proficiency and manipulative skill. J. Appl. Psychol., 1955, 39, pp. 12-16
12. *Horvat, V., S. Heimer, K. Štuka*: Maksimalna manifestna sila nekih pokušanih pokreta. Kineziologija, 1972, Vol. 2, br. 1, str. 82-87.
13. *Horvat, V.*: Kineziološka fiziologija. Usmena saopćenja na postdiplomskom studiju Fakulteta za fizičku kulturu, Zagreb, 1972.
14. *Jones, H. E.*: Motor performance and growth. University of California Press, Berkley and Los Angeles, 1949.
15. *Kos, B.*: Testy klaubne pohyblivosti v telesne vchove. Acte Universitatis Carolinae Gymanica. 2 : 51-65, 1967.
16. *Kurelić, N., K. Momirović, M. Stojanović, J. Šturm, Đ. Radojević i N. Viskić-Štalec*: Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine. Beograd, 1975.
17. *Kuznjecov, V. V.*: Silovaja podgotovka sportsmenov viših razrjadov. Fiskultura i sport, Moskva, 1970.
18. *Larson, L. A.* A factor analysis of motor ability variables and tests, with tests for college men. Research Quarterly, 1941, Vol. 12, No. 3, pp. 449-517
19. *McCloy, C. H.*: The measurement of general motor capacity and general motor ability. The supple-

- ment to the Research Quarterly, 1934, Vol. 5, No. 1, pp. 46-62.
20. Momirović, K.: Metode za transformaciju i kondenzaciju kinezioloških informacija. Institut za kineziologiju, Zagreb, 1972.
 21. Momirović, K. i suradnici: Faktorska struktura antropometrijskih varijabli. Institut za kineziologiju, Zagreb, 1969.
 22. Sykora, F.: Sledovanie závislosti medzi telesnom vyskon, váhon a telesnom vyhonoston žiokov 6. ročenika experimentalnych škol pri pohybove nanadanú mladež. Theorie a praxe telesne vychovy, 1966, 14, 11, 683-688.
 23. Šturm, I.: Relacije telesne snage i nekih morfoloških i motoričkih dimenzija. Disertacija, Beograd, 1975.
 24. Viskiđ-Štalec, N.: Relacije dimenzija regulacije kretanja s morfološkim i nekim dimenzijama energetske regulacije. Magistarski rad, Zagreb, 1974.
 25. Zaciorskij, V. M.: Fizičeskije kačestva sportsmena. Fiskultura i sport, Moskva, 1966. i 1972.
 26. Zaciorskij, V. M. i J. Arestov: Experimentalni sledování korelačnich zavislosti mezi vekem, morfološkymi a funkcuimi ukazateli u 11-15 letych chlapcu. Theorie a Praxe tel. vych, 1964, 12, 3, 112-115.
 27. Zakrajšek, E., J. Štalec i K. Momirović: SS-Programski sistem za multivarijantu statističku analizu. Savjetovanje »Kompjuter na sveučilištu«, Sveučilišni računski centar, Zagreb, 1974.

THE RELATIONS BETWEEN SOME FLEXIBILITY MEASURES AND THE DYNAMOMETRIC FORCE

The study was carried out on a sample of 693 Yugoslav male subjects, aged 19 to 27. 8 flexibility tests and 6 tests of dynamometric force were applied. The relations between the predictory system of flexibility measures and the criterion system for assessment of the dynamometric force were established by means of the regression analysis.

It was established that 4 out of 6 dynamometric measures show a positive and significant multiple correlation; on the whole the flexibility tests help to explain the common variance within the tests of the dynamometric force about 10%. A larger part of this variance may be attributed to regulation of tonus of the antagonists (meaning the decrease of tonus of the antagonists) while a smaller part may be due to the effect of longitudinal dimensionality of the skeleton and the muscular mass through the flexibility tests. It may be generally assumed that covariability of the tests of flexibility and dynamometric force depend on the regulatory mechanisms of the central nervous system, particularly the mechanism for synergic regulation and tonus regulation as well as the mechanism for regulation of excitement intensity.

СООТНОШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ГИБКОСТИ И ДИНАМОМЕТРИЧЕСКОЙ СИЛЫ

Исследование проведено в выборке, состоящей из 693 испытуемых мужского пола в возрасте от 19 до 27 лет. Было использовано восемь тестов гибкости и шесть тестов динамометрической силы. Соотношения между системой измерений, предсказывающей гибкость и системой оценок динамометрической силы, представляющей критерий, определены при помощи регрессионного анализа.

Определено, что у четырех из шести динамометрических измерений имеется положительная и достоверная мультипликационная корреляция; в общем, тесты гибкости объясняют 10% общей вариации тестов динамометрической силы. Большая часть этой вариации зависит от тонуса антагонистов (т. е. понижения тонуса антагонистов), а меньшая часть от влияния лонгитудинального размера скелета и мышечной массы, что имеет отношение к гибкости. Обобщая, можно предположить, что ковариантность тестов гибкости и динамометрической силы зависит, вероятно, от регуляционных механизмов центральной нервной системы, в частности, от механизма синергической регуляции тонуса, а также от механизма регуляции интенсивности раздражения.