

VESNA LJEVAKOVIĆ

Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu

LATENTNA STRUKTURA NEKIH MJERA FLEKSIBILNOSTI

SAŽETAK

Mjerenje fleksibilnosti provedeno je tehnikom fotografiranja početnog i krajnjeg položaja ispitanika, a rezultati su bili izraženi u stupnjevima. Iz tako dobivenih mjera izolirana je fleksibilnost u zglobnom sistemu kuka i fleksibilnost u zglobnom sistemu ramena.

1. UVOD

Izvođenje maksimalno moguće amplitude pokreta u nekom zglobu naziva se fleksibilnost ili gibljivost. Ona 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 i preveliki utrošak energije kod pokreta koji se izvode otežano zbog neelastičnosti antagonista ili prevelikog mišićnog tonusa antagonista.

Fleksibilnost ovisi o nekoliko faktora koji čine njenu varijancu. Primarnu ulogu ima građa samog zgloba, pripadajuće kosti i mišićna masa koja je posebno naglašena kod složenih zglobova kao što su articulatio genus i articulatio cubiti, u kojih mišićna masa i ograničava amplitudu pokreta.

Pored ovih limitirajućih faktora koji se praktički ne mogu promijeniti pod utjecajem kinezioloških stimulusa, limitirajuću ulogu imaju još i meka tkiva koja se odgovarajućim kineziološkim postupcima mogu modificirati. To su mišićno tkivo i njegova fascija, vezivno tkivo s tetivama, ligamentima, zglobnim kapsulama, te koža.

Otpor koji stvara mišić pri savijanju pripadajućeg zgloba ima svoj uzrok u fascijalnim i sarkolemskim strukturalnim karakteristikama, a vrlo malo u kontraktilnim elementima. Istraživanja su pokazala da su elastičnost i plastičnost tkiva najbitnije determinante fleksibilnosti.

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 stežu mijenja se u dosta velikom stupnju u zavisnosti od vanjskih uvjeta i stanja organizma.

Najpokretljiviji zglob čovječjeg tijela je rameni zglob koji je loptasti (articulatio sphaeroidea) i ruka nije u stanju da bez kompenzatornih pokreta opisuje putanju od 360° u bilo kojoj ravnini. Potpuno obrtanje nije omogućeno iz razloga što je u svakom zglobu neophodna minimalna čvrstoća. Nju osigurava donji dio zglobne čahure koji je najkraći, zatim ligament coracohumeralis, sprijeda — processus coracoideus i odozgo — acromion.

U ramenom zglobu, kao troosovinskom zglobu, mogu se vršiti pokreti u sve tri ravni, odnosno oko sve tri osi prirodnog koordinatnog sistema.

Zglob kuka je također loptasti i troosovinski zglob te se pokreti mogu izvoditi u sve tri ravni, odnosno oko sve tri osi.

Amplitude pokreta u zglobu kuka nisu definitivno oblikovane, jer je zglob kuka pretrpio velike promjene u toku procesa uspravljanja.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Područje fleksibilnosti relativno je dobro istraženo i broj istraživanja vrlo je opsežan. Ipak, vrlo je malo faktorskih studija, tako da je količina informacija o latentnim dimenzijama odgovornim za manifestacije fleksibilnosti dosta oskudna, te njihova egzistentnost nepouzdana.

Shodno tome, istraživanja nisu dala jednoznačnih rezultata što ukazuje na to da je ta motorička sposobnost u odnosu na svoju latentnu strukturu još uvijek dosta nejasna.

Cureton (1941.) je vjerovatno bio prvi, koji je kao testove fleksibilnosti upotrijebio tri jednostavna motorička zadatka: fleksiju trupa, hiperekstenziju trupa i elevaciju ramena. Značajno je da je bio prvi koji je uveo linearnu mjeru kao pokazatelj čovjekove gibljivosti.

Gurewitsch i O' Neil (1944.) mjere kompleksnu gibljivost tijela u smislu fleksije, tj. udaljenost čela od koljena pri pretklonu u sjedećem položaju.

Scott i French (1950.) su za mjerenje gibljivosti uveli dva nova testa kojima je intencija da mjere fleksiju kralješnice i zgloba kuka (standing bobbing i sitting bobbing test).

Kraus i Hirschland (1953.) su predlagali kao mjeru gibljivosti »floor touch test« i 1954. godine ga uveli kao šestu varijablu poznate Kraus-Weberove baterije testova za mjerenje minimalne mišićne sposobnosti američke djece. To je jednostavan test kod kojeg ispitanik mora, u stojećem stavu ispruženih nogu, prstima ruku dotaknuti tlo (ocjena — napravio i nije napravio). Posljedica polemika o tom testu bila je, prvo u »toe touch«, a poslije u poznati »band and reach test«, u kojem se izvodi pretklon na klupici s mjerilom za očitavanje veličine pretklona.

Hall (1956.) je u svoju bateriju testova tjelesnih sposobnosti 4-H uveo dva testa fleksibilnosti kralješnice s obzirom na fleksiju i hiperekstenziju, te ih je nazvao »trunk forward i trunk backward«.

Fleishman (1964.) je, pored nekoliko standardnih testova, uveo i nekoliko novih testova za mjerenje gibljivosti kralješnice s obzirom na rotaciju i hiperekstenziju.

Vasiljev (1958., 1963.) mjeri fleksibilnost s veličinom pretklona na klupi, širine hvata palice pri iskretu i bočnog raskoraka. Za te testove konstruirao je posebne sprave koje omogućuju precizno i brzo mjerenje.

Ukran (1960.) je predlagao za mjerenje gibljivosti gimnastičara tri testa: čeonni raskorak, most i zasuk trupa u sunožnom sjedu.

Kos (1967.) daje pregled četrnaest testova za mjerenje gibljivosti trupa.

Iz do sada znanih podataka o testovima gibljivosti jasno je da kao pokazatelj gibljivosti mogu služiti samo oni testovi koji zahtijevaju od ispitanika najveću moguću amplitudu kretnji. Zato su baterije testova u pravilu sastavljene od: pretklona na klupi u sjedećem položaju, bočnih i čeonih raskoraka, zasuka, zaklona, jednostavnih pokreta koji u izvedbi najvećih amplituda predstavljaju mjeru čovjekove fleksibilnosti.

Pri tom je u mjernom postupku veličina amplituda izražena ili pomoću udaljenosti tjelesnog segmenta od neke točke u prostoru, ili pomoću udaljenosti između dva tjelesna segmenta.

Karakteristika mjera fleksibilnosti je također u tome da su rezultati testova dani na intervalnoj skali s točnošću mjerenja od 0,5 cm, što je s obzirom na njihovu varijabilnost potpuno zadovoljavajuća preciznost.

Za prva istraživanja strukture fleksibilnosti značajno je da mjerni instrumenti nisu bili zasnovani na temelju nekog, unaprijed definiranog, modela strukture tog prostora motorike.

Nasuprot tome su dosta dobro definirani, i na izvornim pretpostavkama zasnovani, teoretski modeli fleksibilnosti koji, do tada kad su zasnovani, nikad nisu bili provjeravani eksperimentalnim postupcima.

Podjela gibljivosti Zaciorskog (1964.) na aktivnu i pasivnu temelji se na pojavi sile rastezanja koja omogućuje izvedbu kretnji s maksimalnom amplitudom. Na temelju tog kriterija autor označuje aktivnu gibljivost kao sposobnost za dostignuće velikih amplituda kretnji aktivnošću muskulature. Pasivnu gibljivost označuje s najvećom amplitudom kretnje koja se postiže djelovanjem vanjskih sila.

B. Kos (1966.) u svojoj teoriji razlučuje statičku i dinamičku gibljivost. Dinamička gibljivost zavisi od aktivnog zamaha ekstremiteta ili trupa (balistička kretnja). Pri tome nije moguće zadržati maksimalno dosegnute amplitude. Statička gibljivost je ovisna o aktivnoj, polupasivnoj (različiti bočni i čeonni raskoraci) i pasivnoj kretnji (pomoć partnera), pri čemu je maksimalno dostignutu amplitudu moguće zadržati dulje vrijeme.

Pored pojmova dinamičke i statičke gibljivosti B. Kos (1965.) uvodi također pojam apsolutne i relativne gibljivosti. Kao apsolutnu označuje onu gibljivost koju čovjek lagano izvodi, bez obzira na longitudinalnu dimenzional-

nost njegovog skeleta. Relativna gibljivost određuje se obzirom na dužinu gibajućih tjelesnih segmenata, odnosno tjelesnu visinu.

Hempel i Fleishman (1955.) proveli su prvu faktorsku analizu koja je obuhvatila područje fleksibilnosti. Između ostalog, izdvojili su dva faktora koji su nazvali faktorom gibljivosti nogu i faktorom gibljivosti trupa.

Fleishman (1964.) je u prostoru gibljivosti izolirao faktor dinamičke gibljivosti i faktor dosežne gibljivosti.

Harris (1969.) je izolirala dvanaest faktora gibljivosti u pet faktorskih analiza od čega je najbolje bila zastupana postavka o topološkoj podjeli uz hipoteze o načinu izvedbe kretnje (jednostavne, složene), smjer kretnje s obzirom na središnju liniju i tip akcije (fleksija, ekstenzija itd). Na kraju zaključuje da fleksibilnost nije jednostavna sposobnost i da jedan test ne može biti relevantan pokazatelj čovjekove gibljivosti.

Šturm (1970.) je prvi kod nas postavio hipotezu o dinamičkoj i statičkoj gibljivosti, međutim to nije uspio dokazati.

Kurelić i suradnici (1971.) su u svom opsežnijem istraživanju postavili i hipotezu o postojanju fleksibilnosti kao jedinstvenom faktoru, što je bilo i potvrđeno u svim dobim skupinama. Pretklon na klupi je najbolje reprezentirao izolirani faktor.

Agrež (1972.) je uradio pragmatičnu validaciju šest testova gibljivosti. Ona je izvedena na temelju arbitriranog kriterija šest pokazatelja koji su s obzirom na gibljivost subjekta, kao predmeta istraživanja, zajedno iscrpili 81% zajedničke varijance. Na temelju parcijalne regresije identificirano je tri testa: pretklon sjedeći, pretklon sa pritezanjem, i bočni raskorak, kao značajne prediktore gibljivosti.

Agrež (1973.) je izolirao dva faktora gibljivosti, koji su definirani kao:

— faktor gibljivosti nogu u zglobo kuka koji su determinirali testove bočnog i čeonog raskoraka, te prednoženja i raznoženja u ležećem položaju,

— faktor gibljivosti trupa u fleksiji, koji je determiniran testom pretklona na klupici i pretklon sa pritezanjem.

Sadura i suradnici (1975.) su u istraživanju latentne dvanaest testova gibljivosti. Faktorska struktura bila je objašnjena dimenzijom koja je odgovorna za gibljivost u zglobo kuka.

Gredelj i suradnici (1975.) su u istraživanju latentne strukture motoričkog prostora izolirali faktor na koji su maksimalne projekcije imali svi testovi pretklona i iskret palicom, te faktor koji je bio definiran isključivo mjerama bočnog i čeonog raskoraka.

Agrež (1975.) je u svom istraživanju želio utvrditi povezanost između mjera fleksibilnosti i mjera različitih funkcionalnih mehanizama čije djelovanje je moguće utvrditi na temelju modela hijerarhijske strukture motoričkih sposobnosti, da bi tako ocjenio centralne regulatore fleksibilnosti. Ustanovio je da postoji značajna povezanost između fleksibilnosti i koordinacije, repetitivne i statičke snage, pa je očito da je fleksibilnost kompleksnije prirode nego što se prije smatralo.

Većina istraživanja u ovom poglavlju citirana je prema radu Agreža, 1976.

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Ovo istraživanje ima svrhu da utvrdi latentne dimenzije koje su odgovorne za varijabilnost i kovarijabilnost posebnosti konstruiranih instrumenata za procjenu fleksibilnosti u ramenom zglobu i zglobu kuka.

Dodatni zadatak ovog istraživanja bio bi da se u ispitivanju različitih područja motoričkih manifestacija uvede fotografija sa svim mogućnostima koje ona pruža.

U dosadašnjoj praksi nije bilo takvog pristupa problemu istraživanja, osim u biomehaničkim istraživanjima gdje se fotografija dosta često upotrebljavala, ali u funkciji proučavanja pokreta i trajektorija figurativnih točaka gibanja.

Sa nešto većim povećanjima fotografija neosporno bi dobili veću preciznost mjerenja, a time i točne rezultate, što bi bio doprinos budućim istraživanjima ovog tipa.

Razvoj videotehnike i zatvorenih TV sistema vjerovatno će u budućnosti omogućiti da se različiti testovi snimaju. Ti snimljeni podaci moći će se koristiti na neslućeno mnogo načina. Osim toga, bit će trajno pohranjeni pa će se moći uvijek koristiti i provjeravati.

Video tehnika, iako je u ovom trenutku dosta skupa, omogućuje ekstremno racionalnu i jeftinu eksploataciju.

Postupak primjene u ovom istraživanju je, suprotno tome, spor i time neracionalan. Međutim, on ukazuje na način korištenja slike u istraživanjima motoričkog prostora.

3. 1. Osnovne hipoteze

H_1 = distribucija rezultata ispitanika ne odstupa značajno od normalne raspodjele.

H_2 = matrica interkoleracija testova može se reducirati na manji broj latentnih dimenzija.

4. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika definiran je kao skup od 60 studenata, redovnih polaznika prve godine Fakulteta za fizičku kulturu — Sveučilišta u Zagrebu u školskoj godini 1979/80.

Ispitanici su uzeti iz populacije muškog spola, u dobnoj granici od 18 do 24 godine.

Uzorak je selekcioniran obzirom na izbor studija ispitanika i testiranjem koje je provedeno na prijemnom ispitivanju, koji je između ostalog obuhvaćao i testove motoričkih sposobnosti unutar kojih su bili uključeni i testovi za provjeru fleksibilnosti.

5. NAČIN PROVOĐENJA ISPITIVANJA

Eksperiment je proveden u travnju i svibnju 1980. godine, na uzorku od 60 ispitanika u dvoranama na Fakultetu za fizičku kulturu u Zagrebu.

Mjerenje se organiziralo po grupama koje su brojile 10 studenata.

Ovo ispitivanje se u načinu mjerenja razlikuje od dosadašnjih te vrste, jer se po prvi puta upotrijebio fotografski aparat i fotografija kao sredstvo i način dobivanja određenih rezultata.

Zbog tog primjenjenog načina mjerenja ispitivanje se sastojalo iz dva dijela.

Prvim dijelom su bili obuhvaćeni testovi: prednoženje, zanoženje, odnoženje, uzručenje i zaručenje.

Fotografski aparat bio je udaljen 3 m od ispitanika, a visina se mijenjala prema potrebi i vrsti testa. Na svakoj fotografiji ispitanik je vidljiv u cijelosti, a sredina objektiva uvijek točno usmjerena u jednu od orijentacionih točaka.

Kod testova fleksibilnosti zgloba kuka, gdje su ispitanici iz ležećeg stava izvodili kretnje, aparat se nalazio na ustaljenoj visini od 1 m.

Drugim dijelom mjerenja bilo je obuhvaćen test fleksibilnosti ramenog zgloba — odručenje. Mjerioc je bio na galeriji dvorane, a ispitanici u dvorani. Aparat je za sve ispitanike bio postavljen točno iznad njih, tako da je sredina objektiva bila usmjerena prema glavi ispitanika. Visina, na kojoj se nalazio foto aparat, bila je 3 m.

Konačni rezultati, tj. kut amplitude pokreta dobijen je eksponiranjem foto papira dvaju negativna, tako da se ujedno vidi i početni položaj i konačni domet kretnje. Da bi korištenje te metode mjerenja bilo što preciznije, ispitanici su u toku fotografiranja, morali zadržati isti položaj tijela na obje fotografije, osim zadane kretnje.

6. UZORAK MJERNIH INSTRUMENATA

U ovom istraživanju primjenjeno je šest mjernih instrumenata čiji je intencionalni predmet mjerenja fleksibilnost. Mjerni instrumenti podijeljeni su na dvije grupe od po tri testa.

Prvi skup reprezentiran je testovima fleksibilnosti zgloba kuka: prednoženje, odnoženje, zanoženje. Drugi skup reprezentiran je testovima fleksibilnosti ramenog zgloba: uzručenje, zaručenje i odručenje.

Test 1 PREDN — prednoženje iz ležanja na leđima

1. Vrijeme rada

Procjena ukupnog trajanja testa za jednog ispitanika je 10 minuta.

2. Instrumenti

Za realizaciju ovog testa potrebno je:

- dvije strunjače standardnih dimenzija 200x125 cm,
- foto aparat,
- stalak za foto aparat,
- ljepljiva traka.

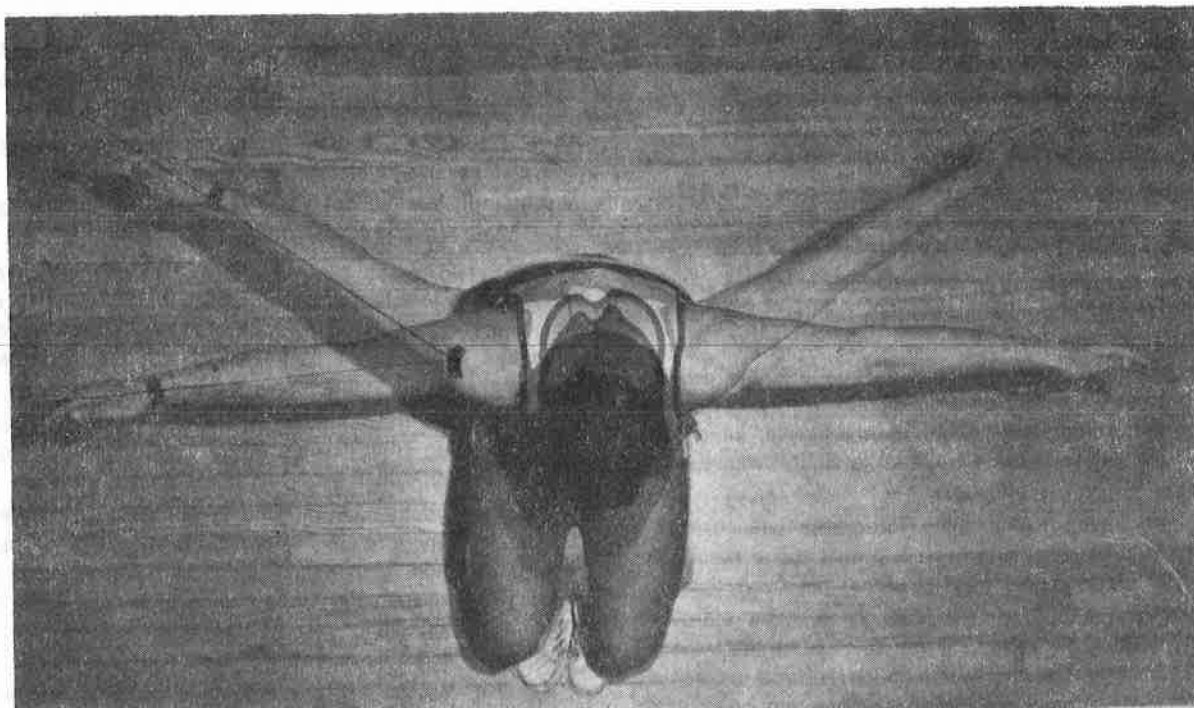
3. Orijentacione točke:

- molleolare lateralis desne noge,
- malleolare medialis lijeve noge,
- illocristale dexter.

4. Zadatak

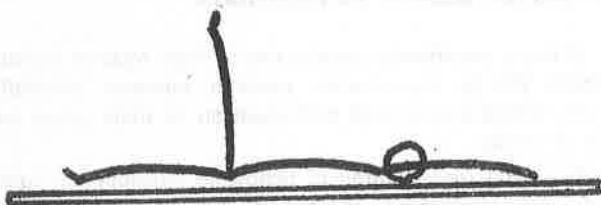
Ispitanik leži na leđima. Ruke su u produžetku tijela, a noge sasvim opružene na tlu.

Vanjsku (desnu) nogu podigne u maksimalno prednoženje i zadrži dok se ne fotografira taj položaj. Druga no-



Slika 1

ga (lijeva) ostaje ispružena na tlu.



Slika 2

5. Ocjenjivanje

Registrira se kut na izrađenoj fotografiji tako da se kroz orijentacione točke povuku vektori. Kutomjerom očitamo kut između dva vektora, te on definira amplitudu pokreta. Točnost mjerenja izražena je u stupnjevima. Greška mjerenja $\pm 1^\circ$.

6. Greške u izvođenju

Pokušaj se poništava i ponavlja u slučaju:

- ako ispitanik grči noge u koljenima,
- ako podigne lijevu nogu od tla,
- ako nisu dobro uočljive orijentacione točke.

Test 2 ZANOZ — zanoženje iz ležanja na trbuhu

1. Vrijeme rada

Procjena ukupnog trajanja testa za jednog ispitanika je 10 minuta.

2. Instrumenti

Za izvođenje ovog testa potrebno je:

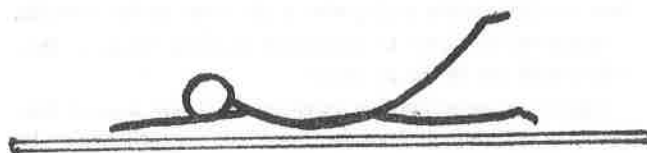
- dvije strunjače standardnih dimenzija 200x125 cm,
- foto-aparat,
- stalak za foto-aparat,
- ljepljiva traka.

3. Orijeatacione točke:

- malleolare lateralis desne noge,
- malleolare medialis lijeve noge,
- iliacritale dexter.

4. Zadatak

Ispitanik leži na trbuhu, ruke su u uzručenju. Desnom nogom napravi maksimalno zanoženje i tako ju zadrži dok se taj pokret ne fotografira. Druga (lijeva) noga je ispružena i priljubljena uz podlogu.



Slika 3

5. Ocjenjivanje

Na izrađenoj fotografiji izmjeri se kut što ga čine vektori koji prolaze kroz orijentacione točke. Točnost mjerenja izražena je u stupnjevima. Greška mjerenja $\pm 1^\circ$.

6. Greške u izvođenju

Pokušaj se poništava i ponavlja u slučaju:

- ako pokret nije izveden pruženim nogama,
- ako se fotografira prije no što je izvršena maksi-

malna amplituda pokreta,

- ako je lijeva noga podignuta od tla,
- ako nisu dobro uočljive orijentacione točke.

Test 3 ODNOZ — odnoženje iz ležanja na lijevom boku

1. Vrijeme rada

Procjena ukupnog trajanja testa za jednog ispitanika je 10 minuta.

2. Instrumenti

Za izvođenje testa potrebno je:

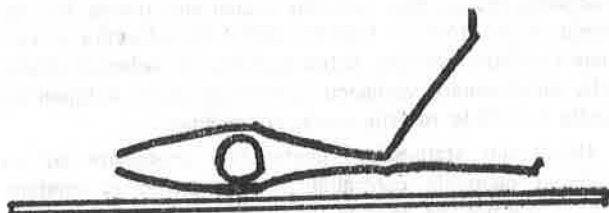
- dvije strunjače standardnih dimenzija 200x125 cm
- foto-aparat,
- stalak za foto-aparat,
- ljepljive trake.

3. Orijentacione točke

- trigonum sacrolumbale,
- hvatište Ahilove tetive na calcaneusu lijeve noge,
- hvatište Ahilove tetive na calcaneusu desne noge,

4. Zadatak

Ispitanik leži na lijevom boku, leđima okrenut foto-aparatu. Ruke su u uzručenju. Desnom nogom ide u maksimalno odnoženje i taj pokret zadrži dok se ne fotografira.



Slika 4

5. Ocjenjivanje

Na izrađenoj fotografiji izmjeri se kut što ga čine vektori koji prolaze kroz orijentacione točke.

Točnost mjerenja izražena je u stupnjevima. Greška mjerenja $\pm 1^\circ$.

6. Greške izvođenja

Pokušaj se poništava i ponavlja u slučaju:

- ako pokret nije izveden pruženim nogama
- ako se fotografira prije no što je izvršena maksimalna amplituda pokreta,
- ako orijentacione točke nisu dobro uočljive.

Test 4 ZARUC — zaručenje iz sjeda

1. Vrijeme rada

Procjena ukupnog trajanja testa za jednog ispitanika je 15 min.

2. Instrumenti

Za izvođenje ovog testa potrebno je:

- drvena stolica sa naslonom koji je u odnosu na sjednu plohu stolice pod 90° ,
- palica dužine 20 cm, promjera 2 cm,

- foto-aparat,
- stalak za foto-aparat,
- ljepljive trake.

3. Orijentacione točke

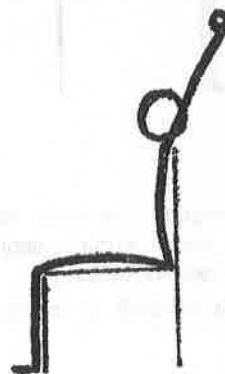
- acromion desne ruke,
- articulatio cubiti,
- palica.

4. Zadatak

Ispitanik sjedi uspravno na stolici naslonjen na naslon. Palicu drži pothvatom. Ruke su prislonjene uz leđa i naslon stolice.

Fotografira se taj početni položaj.

Nakon fotografiranja, ispitanik radi maksimalno zaručenje, tako da leđa ne odvajaju od naslona stolice. Maksimalni domet kretnje se fotografira.



Slika 5

5. Ocjenjivanje

Na izrađenoj fotografiji izmjeri se kut što ga čine vektori koji prolaze kroz orijentacione točke. Točnost mjerenja izražena je u stupnjevima. Greška mjerenja $\pm 1^\circ$.

6. Greške u izvođenju

Pokušaj se poništava i ponavlja u slučaju:

- ako ispitanik nije naslonjen leđima na naslon stolice,
- ako nisu dobro uočljive orijentacione točke.

Test 5 UZRUC — uzručenje iz sjeda

1. Vrijeme rada

Procjena ukupnog trajanja testa za jednog ispitanika je 15 minuta.

2. Instrumenti

Za izvođenje ovog testa potrebno je:

- drvena stolica sa naslonom koji je u odnosu na sjednu plohu stolice pod 90° ,
- palica dužine 20 cm, promjera 2 cm,
- foto-aparat,
- stalak za foto-aparat,
- ljepljive trake.

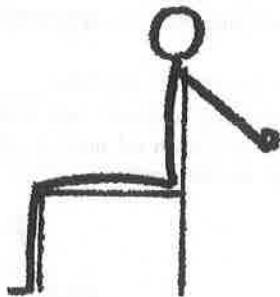
3. Orijentacione točke

- axilarna udubina,
- simetrala palice,
- articulatio cubiti.

4. Zadatak

Ispitanik sjedi uspravno na stolici, naslonjen leđima na naslon. Ruke su u uzručenju i drže nadhvatom palicu. (Ispružene su i pokrivaju uši).

Fotografira se taj početni položaj. Nakon fotografiranja ispitanik uzruči maksimalno prema nazad. Krajnji domet se ponovo fotografira.



Slika 6

5. Ocjenjivanje

Na izrađenoj fotografiji, na kojoj se istovremeno vidi i početni i krajnji domet kretnje, spoje se vektori koji prolaze kroz orijentacione točke.

Točnost mjerenja izražena je u stupnjevima. Greška mjerenja $\pm 1^\circ$.

6. Greške u izvođenju

Pokušaj se poništava i ponavlja u slučaju:

- ako ispitanik nije naslonjen leđima na naslon stolice,
- ako nisu dobro uočljive orijentacione točke.

Test 6 ODRUC — odručenje iz sjeda

1. Vrijeme rada

Procjena ukupnog trajanja testa za jednog ispitanika je 15 minuta.

2. Instrumenti

Za izvođenje ovog testa potrebno je:

- drvena stolica sa naslonom koji je u odnosu na sjednu plohu stolice pod 90° ,
- fotoaparata,
- ljepljive trake.

3. Orijetacione točke

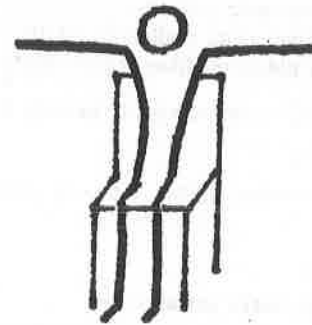
- stylion desne ruke,
- acromion desne ruke.

4. Zadatak

Ispitanik sjedi uspravno na stolici. Oduči i snimi se taj položaj. Nakon toga maksimalno odruči prema nazad i taj krajnji domet se opet fotografira.

5. Ocjenjivanje

Na izrađenoj fotografiji, na kojoj se istovremeno vidi i početni i krajnji domet kretnje, spajaju se vektori koji prolaze kroz orijentacione točke.



Slika 7

Točnost mjerenja izražena je u stupnjevima. Greška mjerenja $\pm 1^\circ$.

6. Greške u izvođenju

Pokušaj se poništava i ponavlja u slučaju:

- ako ispitanik spusti ruku,
- ako nisu dobro uočljive orijentacione točke.

7. METODE OBRADJE REZULTATA

Analiza strukture latentnih dimenzija izvedena je po programu SSTREBER koji izvodi komponentnu analizu skupa multivarijantno normalno distribuiranih varijabli te inicijalnu ortogonalnu soluciju reduciranu prema GK kriteriju (GUTTMAN — KAISER 1960.) transformira u varimax i obličinu poziciju. Zatim određuje pouzdanost dimenzija, dekomponira varijancu faktora za svaku dobijenu soluciju i izrađuje relacije među solucijama.

Ustaljenim statističkim postupcima izračunate su vrijednosti osnovnih centralnih i disperzivnih parametara:

XA — aritmetička sredina,

DX — poluraspon u kome sa pouzdanosću od 0,95 % varira stvarna vrijednost aritmetičke sredine,

SIG² — varijanca,

SIG — standardna devijacija,

MIN — minimalna vrijednost rezultata,

MAX — maksimalna vrijednost rezultata.

Zatim je definirana distribuciona tabela, gdje je raspon podjeljen za sve testove u sedam razreda, te je određena učestalost rezultata u svakom razredu kroz realne frekvencije (F), kumulativna učestalost rezultata u svakom razredu — kumulativne frekvencije (FC), i relativna kumulativna učestalost — kumulativne realne frekvencije (FCR). Pod hipotezom da je distribucija normalna, a na osnovu integrala normalne distribucije izračunata je relativna očekivana kumulativna frekvencija — postotak kumulativne teoretske (očekivane) frekvencije (FCT) za svaki razred. Razlike između relativnih kumulativnih frekvencija i teoretskih kumulativnih frekvencija posebno su navedene i označene simbolom (D), kako bi se omogućilo testiranje hipoteze da distribucija rezultata ne odstupa značajno od normalne raspodjele.

Maksimalna dopuštena veličina razlike između dobivenih i očekivanih kumulativnih frekvencija, uz hipotezu da je distribucija normalna, a sa veličinom error faktora pri odbacivanju hipoteze jedan od 0,01, navedena je pod oz-

nakon (TEST). Ispod te veličine je maksimalna razlika između realnih i očekivanih, odnosno teoretskih kumulativnih frekvencija označena simbolom (MAX D). Ova posljednja dva statistička parametra nam govore o prihvaćanju ili odbacivanju hipoteze o normalitetu distribucije (ako je veličina MAX D — veća ili jednaka veličini navedenoj pod oznakom TEST — tada se hipoteza o normalitetu distribucije odbacuje).

8. REZULTATI I DISKUSIJA

Kako je u ovom radu upotrebljena potpuno nova tehnologija za registraciju rezultata u motoričkim aktivnostima, čiji je varijabilitet hipotetski dominantno definiran faktorima fleksibilnosti, primjenjen je eksplorativni pristup u rješavanju osnovnog cilja ovog istraživanja. Zbog toga je sustav manifestnih varijabli reduciran u skladu sa konzervativnim GK — kriterijem, kako bi se u latentnom prostoru zadržao najveći mogući broj informacija relevantnih za određivanje latentnog sadržaja, koji je u osnovi analiziranog skupa manifestacija.

Obzirom na to da su struktura i sklop latentnih dimenzija povezani sa obilježjima izvornih varijabli, izvršit će se najprije analiza deskriptivnih parametara upotrebljenih mjernih postupaka.

ljučiti da oblik distribucije neće znatno utjecati na smanjivanje korelativnih odnosa među varijablama, što je bitna pretpostavka za analizu njihovog latentnog sadržaja.

Pregledom disperzivnih parametara može se uočiti da je osjetljivost većine varijabli podjednaka i dovoljna za diskriminaciju ispitanika. Obzirom na ovu karakteristiku izdvaja se varijabla uručenje čiji su disperzivni parametri najmanji, pa je shodno tome i osjetljivost ove varijable najveća.

Pregledom međusobnih odnosa upotrebljenih mjera fleksibilnosti (tabela 2) može se ustanoviti da korelacije variraju u rasponu od .14 do .65. Kao što je vidljivo, sve su korelacije pozitivnog predznaka, što je u skladu s pretpostavkom o utjecaju generalnog faktora fleksibilnosti na varijabilitet i kovarijabilitet izabranog skupa mjera.

Također je vidljivo da su korelacijski koeficijenti između varijabli istog hipotetskog intencionalnog predmeta mjerenja nešto viših numeričkih vrijednosti nego što su veze između varijabli koje prezentiraju različite topološke faktore fleksibilnosti. Ovaj će se fenomen vjerovatno manifestirati i u latentnoj strukturi varijabli.

Struktura matrice korelacija sugerira egzistenciju dvaju latentnih mehanizama koji su međusobno pozitivno povezani.

DESKRIPTIVNI PARAMETRI VARIJABLI

Tabela 1

	X	DX	s ²	s	MIN	MAX	MAX D
PREDN	77.63	2.94	134.97	11.62	53.000	110.000	.0375
ZANOZ	58.02	2.98	138.55	11.77	31.000	86.000	.0535
ODNOZ	65.37	3.53	194.33	13.94	42.000	95.000	.0634
ZARUCE	73.33	3.74	218.12	14.77	43.000	106.000	.0411
UZRUCE	22.90	1.58	39.06	6.25	12.000	40.000	.1178
ODRUCE	33.88	2.59	104.64	10.23	12.000	89.000	.0760

TEST = .2104

Tabela 2

MATRICA KORELACIJA VARIJABLI, UNIKVITETI I KOLIČINA ZAJEDNIČKE VARIJANCE

	PREDNZ	ZANOZ	ODNOZ	ZARUCE	UZRUCE	ODRUCE	U ²
PREDNZ	1.00						.50
ZANOZ	.47	1.00					.72
ODNOZ	.65	.48	1.00				.47
ZARUCE	.28	.22	.43	1.00			.56
UZRUCE	.29	.14	.33	.47	1.00		.71
ODRUCE	.37	.23	.28	.55	.44	1.00	.60

SUM OF SMC = 2.44876

%ZAJ. VARIJANCE = 40.81

Tabela 1 je sumarna i sastoji se od deskriptivnih parametara svih varijabli, tj.: prednoženje, zanoženje, odnoženje, zaručenje, uzručenje i odručenje.

Inspekcijom statističkih parametara svih varijabli uočavamo da su distribucije rezultata normalne, jer se maksimalno odstupanje između teoretske i realne kumulativne frekvencije (MAX D) ne približava maksimalno dopuštenoj veličini odstupanja (TEST). Iz ovog se može zak-

Pogledom unikviteta varijabli uočava se nejednakost uniknih dijelova varijanci analiziranih testova. Svojom se veličinom posebno izdvajaju varijable zanoženje i uzručenje. Ostali testovi imaju relativno pristojne veličine uniknih varijanci obzirom na broj analiziranih varijabli, te oči- to nose znatnu količinu zajedničkih informacija.

Može se pretpostaviti da bi količina uniknog varijabilnosa bila znatno niža da su upotrebljeni testovi višeitemskog tipa. Naime, iako je objektivnost testova znatna, pouzdanost dobijenih mjera vjerojatno nije osobita, budući da su svi ispitanici morali zadržati ekstremni domet kretnje u relativno dugom trajanju, što je vjerojatno utjecalo na ispitivanje njihovih stvarnih mogućnosti.

Tabela 3

KARAKTERISTIČNI KORJENOV I (LAMBDA), KOLIČINA OBJAŠNJENE VARIJANCE (%) I KUMULATIVNA KOLIČINA OBJAŠNJENE VARIJANCE (Σ %)

	LAMBDA	%	Σ %
1	2.89422	.48237	.48237
2	1.17757	.19626	.67863
		posljednji zadržani korijen	
3	.61555	.10259	.78222
4	.52707	.08784	.86907
5	.51990	.08665	.95572
6	.26569	.04428	1.00000

U tabeli 3 ispisane su veličine karakterističnih korjenova, te njihovi parcijalni i kumulativni doprinosi pri objašnjenju ukupnog varijabiliteta sistema.

Prema primjenjenom GK—kriteriju koji je tako koncipiran da značajnim proglasi sve linearne kombinacije čiji su karakteristični korijeni veći od 1, izdvojene su dvije latentne dimenzije koje su dovoljne za objašnjenje relevantnih informacija sadržanih u ukupnom prostoru.

Primjena PB—kriterija proizvela bi jedan jedini faktor (Suma SMC = 40,81%, a prva i druga glavna komponenta iscrpljuju 68% varijance sistema). Iz tog je očito da će latentni prostor biti u izvjesnoj mjeri kontaminiran i error-varijancom.

Obzirom na veličinu varijance prve glavne komponente, koja nosi veću količinu informacija nego što je procjena najmanje moguće količine zajedničkog varijabiliteta, može se pretpostaviti da u analiziranom prostoru realno egzistira generalni faktor fleksibilnosti.

Tabela 4

GLAVNE OSOVINE — ORTOGONALNA SOLUCIJA I KOMUNALITETI (h^2)

	FAC 1	FAC 2	h^2
PREDNZ	.7475	.4045	.72
ZANOZ	.5956	.5454	.65
ODNOZ	.7767	.3510	.73
ZARUCE	.7114	-.4338	.65
UZRUCE	.6317	-.4744	.62
ODRUCE	.6873	-.4243	.65

Dijelovi varijance varijabli, koji su objašnjeni izoliranim latentnim dimenzijama, su zadovoljavajući i podjednako veliki, te je vjerojatno da će sve varijable sudjelovati u definiranju latentnih dimenzija.

U modelu glavnih osovina — ortogonalna solucija (tabela 4), uočava se da se prva glavna osovina ponaša kao generalni faktor analiziranog prostora. Sve varijable ima-

ju pozitivne i pristojne korelacije s ovom dimenzijom (više od .60). Na osnovu toga može se zaključiti da u analiziranom prostoru očito egzistira generalni faktor fleksibilnosti koji je odgovoran za značajan dio varijabiliteta u svim primjenjenim mjerama fleksibilnosti.

Pretpostavke su, a i neki su pokusi dokazali, da primarni izvor varijabiliteta fleksibilnosti predstavlja mehanizam regulacije mišićnog tonusa. Osnovu mehanizma tonusne regulacije predstavljaju procesi referencije u regulaciji tonusa istih mišićnih skupina.

Tako se odvija relaksacija mišićnih skupina, koji se pri fleksibilnijoj kretnji intenzivno rastežu ili regulacija tonusa antagonističkih mišićnih skupina, koji pri izotoničkim napreznjima osiguravaju potrebnu silu za izvedbu fleksibilne kretnje, ili regulacija tonusa u mišićima koji u izometrijskom napreznju vrše funkciju fiksatora pojedinih dijelova lokomotornog aparata, da bi nastali potrebni biomehanički uvjeti za izvedbu kretnji s velikom amplitudom.

Tonusna regulacija kao mehanizam djeluje na subkortikalnom nivou (područje retikularne formacije) i uspješna se uključuje u regulacijske procese mehanizma kortikalne regulacije gibanja.

Na drugu glavnu komponentu najveće pozitivne projekcije imaju testovi zanoženja, prednoženja i odnoženja, dok zaručenje, uzručenje i odručenje imaju visoke negativne projekcije. To znači da je druga glavna komponenta bipolarna dimenzija, koja diferencira ispitanike nakon eliminacije utjecaja generalnog faktora obzirom na njihovu efikasnost u topološki definiranim faktorima fleksibilnosti.

Tabela 5

KOORDINATE (A) I KORELACIJE (E) VARIJABLI S FAKTORIMA I MATRICA INTERKORELACIJA FAKTORA (M)

	A		F	
	OBL 1	OBL 2	OBL 1	OBL 2
PREDNZ	.82	.07	.85	.40
ZANOZ	.85	.15	.80	.19
ODNOZ	.79	.14	.84	.45
ZARUCE	.04	.82	.36	.83
UZRUCE	.05	.81	.27	.79
ODRUCE	.03	.79	.35	.81

	M	
	OBL 1	OBL 2
OBL 1	1.00	.40
OBL 2	.40	1.00

U tabeli 5 ispisane su koordinate varijabli na oblimin faktorima. Na prvi oblimin faktor visoke paralelne projekcije imaju varijable zanoženje, prednoženje i odnoženje. Ostale tri varijable imaju praktički nulte paralelne projekcije na taj faktor. Kako su sve varijable, koje definiraju prvi oblimin faktor, mjere fleksibilnosti u zglobovima kuka, očito je da se radi o fleksibilnosti koja je karakteristična za ovaj zglobni sustav. Ukoliko se taj nalaz potvrdi i u ortogonalnim projekcijama, faktor će se moći i nominirati.

Na drugi oblimin faktor najveće paralelne projekcije imaju varijable zaručenje, uzručenje i odručenje. Ostale varijable imaju nulte ili zanemarivo male paralelne projekcije na taj faktor. Sve navedene mjere su pokazatelji sposobnosti ostvarivanja maksimalnih amplituda pokreta u zglobnom sistemu ramenog pojasa te je očito da se radi o mehanizmu koji je odgovoran za varijabilitet svih manifestacija fleksibilnosti u tom zglobnom sistemu.

U istoj tabeli ispisane su i veličine ortogonalnih projekcija svake varijable na oblimin faktore.

Na prvi oblimin faktor vrlo visoke projekcije imaju varijable iz seta mjernih instrumenata koji su mjerili fleksibilnost u području zgloba kuka. Varijable iz drugog seta imaju daleko niže, ali ipak zapažene i pozitivne projekcije. To znači da se latentni sadržaj može definirati kroz varijable iz prvog seta, a da i varijable iz drugog seta djelomično doprinose eksplikaciji. To je i logično, jer su mjerni instrumenti bili ciljani da mjere istu motoričku sposobnost (fleksibilnost).

Stoga se može reći da je faktorska struktura prvog oblimin faktora vrlo jednostavna.

Na drugi oblimin faktor najveće ortogonalne projekcije imaju varijable iz seta mjernih instrumenata koji su bili ciljani da mjere fleksibilnost ramenog zgloba. Varijable iz drugog seta imaju pozitivne, ali znatno niže korelacije sa prvim oblimin faktorom. Logično je zaključiti da se eksplikacija drugog faktora bazira na sadržaju testova iz drugog seta.

Tabela 6

DEKOMPOZICIJA VARIJANCE OBLIMIN FAKTORA

	OBL 1	OBL 2
PREDNZ	.6946	.0279
ZAN0Z	.6805	.0282
ODNOZ	.6649	.0615
ZARUCE	.0143	.6800
UZRUCE	.0126	.6367
ODRUCE	.0116	.6408

U tabeli 6 odštampane su veličine varijanci svakog testa koje se mogu pripisati utjecaju izoliranih dimenzija. Vidljivo je da prvi oblimin faktor objašnjava značajan dio varijanci samo kod mjera fleksibilnosti u zglobu kuka, dok je njegov utjecaj na varijabilitet testova fleksibilnosti ramenog sklopa praktički beznačajan.

Drugi oblimin faktor ponaša se upravo suprotno. On je odgovoran gotovo isključivo za varijabilitet mjera fleksibilnosti ramenog zgloba.

Nakon analize matrica sklopa i strukture, kao i matrice u kojoj su dekomponirani objašnjeni dijelovi varijance svake varijable, može se zaključiti da je prvi oblimin faktor mjera fleksibilnosti u sistemu zgloba kuka, dok je drugi oblimin faktor očito mjera fleksibilnosti u zglobnom sistemu ramena.

Iako je uočena dosta čista faktorska struktura, na osnovu koje su se nominirale i dva faktora, vidljivo je da su oni međusobno dosta povezani. Korelacija im je oko .40. To je logično s obzirom da je mjereno isti podpro-

tor motoričkih manifestacija sistema čovjeka.

To ujedno svjedoči o održivosti hipoteze o egzistenciji topološke podjele fleksibilnosti. Obzirom da je u ovoj analizi primjenjena oblimin solucija, koja najčešće ne daje rješenja sa najvećim mogućim vezama među izoliranim dimenzijama, može se smatrati da su stvarne relacije između izoliranih dimenzija znatno veće, nego što su u ovoj analizi dobijene.

Osim toga, na strukturu relacije izoliranih dimenzija određeni utjecaj imale su svakako i greške mjerenja, koje su također doprinijele smanjnu međusobnih odnosa izoliranih dimenzija.

10. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj ovog rada sastojao se u pokušaju da se odredi latentni sadržaj skupa mjera fleksibilnosti koji su posebno konstruirani za svrhe ovog istraživanja i nisu bili do sada podvrgnuti faktorskim analizama.

Ispitivanje je provedeno na uzorku od 60 studenata FFK Sveučilišta u Zagrebu koji su obzirom na motorički status pozitivno selekcionirani.

Mjerenj reakcija fleksibilnosti provedeno je tehnikom fotografiranja, pri čemu su analizirane mogućnosti postizanje maksimalno postignutih amplituda u zglobnim sistemima ramena i kuka. Rezultati mjerenja izraženi su u stupnjevima, a dobiveni su usporedbom svakog ispitanika u početnom položaju i krajnjem dometu maksimalno moguće ostvarene amplitude pokreta.

Opisanim načinom izmjerene su reakcije u slijedećim pokretima:

- prednoženje,
- zanoženje,
- odnoženje,
- zaručenje,
- uzručenje,
- odručenje.

Latentni sadržaj navedenih manifestacija određen je primjenom tehnike faktorske analize, pri čemu je baza prostora utvrđena GK-kriterijem, a zatim zarotirana u parsimonijsku oblimin soluciju.

Rezultati analize su pokazali:

1. U prostoru primjenjenih mjera egzistira generalni faktor fleksibilnosti, čija je fiziološka osnova vjerovatno sadržana u sposobnosti regulacije minimalnog tonusa.

2. Pod kontrolom generalnog regulatora fleksibilnosti vjerovatno egzistiraju i dva topološka faktora fleksibilnosti:

- fleksibilnost u zglobnom sistemu kuka,
- fleksibilnost u ramenom zglobnom sistemu.

Kako je ovo istraživanje izvršeno na malom i selekcionom uzorku ispitanika, nije moguće izvesti stvarnu generalizaciju rezultata.

Ovo se ispitivanje može shvatiti kao »pilot« istraživanje čije pretenzije nisu prelazile okvire diplomske radnje, ali čiji rezultati očito ukazuju na mogućnost primjene predloženih postupaka za mjerenje fleksibilnosti, a vrlo vjerovatno i za mjerenje nekih drugih motoričkih dimenzija.

11. LITERATURA

1. **Agrež F.:** Struktura gibljivosti. Doktorska dizertacija na Fakultetu za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1976.
2. **Agrež F.:** Kanoničke relacije mjera fleksibilnosti i prostora ostalih motoričkih sposobnosti. Kineziologija, 1975., vol. 5, br. 1-2, str. 113-122.
3. **Bilogriović T.:** Metrijske karakteristike nekih vrsta skokova. Diplomski rad na Fakultetu za fizičku kulturu, Zagreb, 1982.
4. **Guyton:** Medicinska fiziologija. Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb, 1969.
5. **Gredelj M., Metikoš D., Hošek A. i Momirović K.:** Model hijerarhijske strukture motoričkih sposobnosti. 1. Rezultati dobiveni primjenom jednog neoklasičnog postupka za procjenu latentnih dimenzija. Kineziologija, 1975. vol. 5, br. 1-2, str. 5-82.
6. **Marić J.:** Relacije nekih mjera fleksibilnosti i tjelesne snage. Magistarski rad na Fakultetu za fizičku kulturu, Zagreb, 1976.
7. **Metikoš D., Gredelj M. i Momirović K.:** Struktura motoričkih sposobnosti. Kineziologija, 1979., vol. 9, br. 1-2,
8. **Medved R.:** Sportska medicina. Medicinska knjiga, Zagreb, 1980
9. **Opavsky P.:** Osnovi biomehanike. Naučna knjiga, Beograd, 1976.
10. **Šadura T., Hošek A., Tkalčić S., Čaklec I. i Dujmović P.:** Metrijske karakteristike nekih testova gibljivosti Kineziologija, 1974., vol. 4, br. 2, str. 41-52.
11. **Španjol S.:** Latentna struktura nekih mjera apsolutne statičke snage. Diplomski rad na Fakultetu za fizičku kulturu, Zagreb, 1980.
12. **Viskić—Štalec N.:** Relacije dimenzija regulacije kretanja s morfološkim i nekim dimenzijama energetske regulacije. Magistarski rad na Fakultetu za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1974.

THE LATENT STRUCTURE OF SOME FLEXIBILITY MEASURES

The study carried out on a sample of 60 students, who had been, with regard to their motor status, positively selected.

The measuring of flexibility reactions was done by means of the photographing technique, analysing the possibilities of achieving maximum amplitudes in the joint system of shoulder and hip. The measuring results were expressed in degrees, obtained by comparing the initial position of each subject with the ultimate range of the realized amplitude of movement.

Results of the analysis show

1. Within the space of applied measures there exists a general flexibility factor whose physiological basis is probably contained in the ability to regulate the minimal tonus.
2. Under the control of the general regulator of flexibility there probably exist 2 topological factors of flexibility:
 - flexibility in the hip-joint system
 - flexibility in the shoulder-joint system.

ЛАТЕНТНАЯ СТРУКТУРА НЕКОТОРЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ГИБКОСТИ

В качестве испытуемых в исследовании участвовало 60 студентов Факультета физической культуры Загребского университета, которые являются положительно селекционированными с точки зрения двигательного статуса.

Измерение гибкости проведено при помощи фотографирования движений, причем проводился анализ возможности максимального амплитуда в суставах бедра и плеча. Величины измерений выражены в градусах и получены на основании сравнения результатов в начальном положении и максимального амплитуда движения.

Результаты анализа показывают:

- 1) В пространстве примененных измерений имеется генеральный фактор гибкости, физиологическая основа которого зависит от способности регуляции минимального напряжения.
- 2) Под контролем генерального механизма регуляции гибкости вероятно существуют два топологических фактора гибкости:
 - гибкость в суставах бедер
 - гибкость в суставах плеч.