

PAVLE OPAVSKI

Fakultet za fizičko vaspitanje univerziteta u Beogradu,  
Beograd

Primljeno 7. 9. 1982.

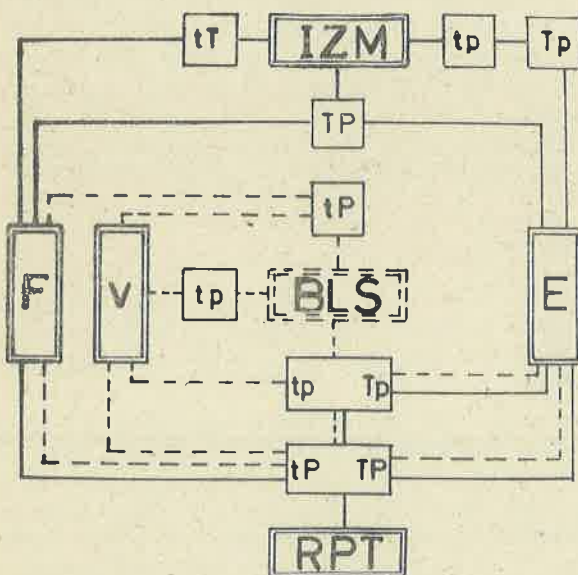
## KVANTITATIVNI ODNOSI IZMEĐU VRSTA MIŠIĆNIH NAPREZNJA I ELEMENTARNIH BIOMOTORIČKIH DIMENZIJA\*

P 2 P

### SAZETAK

Dvanaest eksperimentalnih grupa oba pola tretirano je sa dvanaest eksperimentalnih varijabli, dobijenih kombinovanjem vrste mišićnog napreznja, veličine opterećenja i trajanja rada. Eksperimentalni tretman je značajno uticao na poboljšanje svih mišićnih potencijala, te na status sile, brzine i izdržljivosti.

Unazad nekoliko decenija objavljen je velik broj istraživačkih radova iz oblasti elementarnih pokreta, koja se obično naziva segmentarna biomotorika. Pretenzija ovog rada je da se utvrdi da li postoji zavisnost između vrsta mišićnih napreznja (izometrijskog, balističkog i repetitivnog mišićnog napreznja) i elementarnih biometričkih dimenzija (sile, brzine i izdržljivosti) u funkciji veličine opterećenja i dužine trajanja. U tom smislu je konstruisan ukršteni model (crux-model, vidi crtež) gde simboli znače: IZM — izometrijsko mišićno napreznje; BLS — balističko mišićno napreznje; RPT — repetitivno mišićno napreznje; F — sila; v — brzina; E — izdržljivost p — manje opterećenje; P — veće opterećenje; t — kratko trajanje; T — dugo trajanje.



Za ovo istraživanje ispitivana je postpubertetska omladina (17 god.) oba pola. Prilikom određivanja eksperimen-

\* (Referat je ušao u uži program Osmog internacionalnog Kongresa za Biomehaniku, održanog jula 1981. godine, NAGOYA — JAPAN. Iz finansijskih razloga autor ovom Kongresu nije prisustvovao).

mentalnih grupa (12 ženskih i 12 muških) izvršena je homogenizacija prema kriterijumskoj varijabli. Segmentarno su tretirani mišići pregibači prstiju (mm. flexores digitorum profundus et superficialis) neprotežirane ruke. Kod svih ispitanika je pomoću specijalno konstruisanog dinamometra izmeren maksimalni izometrijski potencijal (IZM-max). Na toj osnovi je za svakog ispitanika određeno veće (75% od IZM-max) i manje (25% od IZM-max) opterećenje. Zatim je svaki ispitanik radio prvo sa manjim, a posle sa većim opterećenjem balističku repetitivnu (brzi taping-pokreti bez vremena za oporavak) i repetitivnu u individualnom ritmu (spori pokreti bez vremena za oporavak) do otkaza. Na bazi ovih rezultata za svakog ispitanika je određeno i za manje i za veće opterećenje, i za balističku repetitivnu i za repetitivnu u standardnom ritmu, duže (75% od maksimalnog broja pokreta) i kraće (25% od maksimalnog broja pokreta) trajanje. Posle toga izmereno je vreme izdržaja do otkaza sa manjim i većim opterećenjem. Na bazi tog vremena i za veće i za manje opterećenje određeno je kraće (25% od vremena trajanja izdržaja do otkaza) i duže (75% od vremena trajanja izdržaja do otkaza) trajanje. Kombinujući vrste mišićnih napreznja sa veličinom opterećenja i dužinom trajanja formirano je dvanaest osnovnih biometričkih varijabli (eksperimentalni tretman):

1. IZM—pt Izometrijsko mišićno napreznje sa manjim opterećenjem (25% od IZM-max) i kratkim trajanjem (25% od vremena trajanja izdržaja do otkaza sa 25% opterećenja).
2. IZM—pT Izometrijsko mišićno napreznje sa manjim opterećenjem i dužim trajanjem (75% od vremena trajanja izdržaja do otkaza sa 25% opterećenja).
3. IZM—Pt Izometrijsko mišićno napreznje sa većim opterećenjem (75% od IZM-max) i kraćim trajanjem (25% od vremena trajanja izdržaja do otkaza sa 75% opterećenja).
4. IZM—PT Izometrijsko mišićno napreznje sa većim opterećenjem i dužim trajanjem (75% od vremena trajanja izdržaja do otkaza sa 75% opterećenja).
5. BLS—pt Eksplozivni pokreti sa manjim opterećenjem do otkaza (sa vremenom za oporavak između pojedinih pokreta).

6. BLS—Pt Eksplozivni pokreti sa većim opterećenjem do otkaza (sa vremenom za oporavak između pojedinih pokreta).
7. BLS(RPT)—pt Eksplozivni pokreti sa manjim opterećenjem do otkaza bez vremena za oporavak (taping).
8. BLS(RPT)—Pt Eksplozivni pokreti sa većim opterećenjem do otkaza bez vremena za oporavak.
9. RPT—pt Repetitivni pokreti sa manjim opterećenjem i kratkim trajanjem (25% od broja pokreta u individualnom ritmu do otkaza sa 25% opterećenja).
10. RPT—Pt Repetitivni pokreti sa većim opterećenjem i kraćim trajanjem (25% od broja pokreta u individualnom ritmu do otkaza sa 75% opterećenja).
11. RPT—pT Repetitivni pokreti sa manjim opterećenjem i dužim trajanjem (75% od broja pokreta u individualnom ritmu do otkaza sa 25% opterećenjem).
12. RPT—PT Repetitivni pokreti sa većim opterećenjem i dužim trajanjem (75% od broja pokreta u individualnom ritmu do otkaza sa 75% opterećenja).

Svim ispitanicima su određenim redosledom u određeno doba dana na inicijalnom merenju, koje je zbog potrebe oporavka raspoređeno u tri dana, izmereni sledeći biomotorički potencijali za navedenu mišićnu grupu (test-tretman):

1. Maksimalni izometrijski potencijal;
2. Izometrijski mišićni potencijal do otkaza sa 75% opterećenja;
3. Repetitivni mišićni potencijal do otkaza sa 75% opterećenja;
4. Balističko-repetitivni mišićni potencijal (taping) sa 75% opterećenja do otkaza;
5. Izometrijski mišićni potencijal do otkaza sa 25% opterećenja;
6. Repetitivni mišićni potencijal do otkaza sa 25% opterećenja;
7. Balističko-repetitivni mišićni potencijal sa 75% opterećenja do otkaza.

Merene su i druge dimenzije, pretežno u antropometrijskom prostoru, koje su bile aktuelne za ovo istraživanje.

Na osnovu dobijenih rezultata formirano je dvanaest eksperimentalnih grupa muškaraca i dvanaest eksperimentalnih grupa devojaka sa 20 do 30 ispitanika u svakoj grupi. Svaka eksperimentalna grupa je u toku 28 dana, svakog dana u isto doba dana, prema određenom režimu (eksperimentalni tretman) angažovala izabranu grupu mišića na jedan od načina opisanih u dvanaest osnovnih biomotoričkih varijabli. Iz istog uzorka oformljena je i kontrolna grupa muškaraca i devojaka, koji nisu po posebnom programu angažovali navedenu grupu mišića.

Nakon 28 dana sistematskog eksperimentalnog tretmana sprovedeno je finalno merenje i posle svakih sedam dana pauze retest prema test-tretmanu. Provera statusa aktuelnog biomotoričkog potencijala retestima vršena je u toku četiri nedelje, odnosno u toku vremena koliko je trajao i eksperimentalni tretman.

Nakon eksperimenta i test kontrola, upoređujući aritmetičke sredine, procentualne odnose i vrednosti t-testa, izvršen je pokušaj utvrđivanja uticaja svake varijable iz eksperimentalnog tretmana na svaku varijablu iz test tretmana, posebno za muškarce i posebno za devojke. Na osnovu velikog broja podataka (5472) iz ovog istraživanja moglo se zaključiti:

— u kontrolnim grupama pojavile su se pozitivne promene, sve ispod praga statističke značajnosti, kao posledica biološke akceleracije;

— kod svih grupa tretmana bilo kojom varijablom iz eksperimentalnog tretmana nije uticao na značajno poboljšanje nervnomišićne reakcije;

— kod eksperimentalnih grupa tretiranih bilo kojom varijablom, od antropometrijskih dimenzija, statistički značajne pozitivne promene pojavile su se samo na obimu-max podlaktka tretirane ruke;

— tretman bilo kojom varijablom iz eksperimentalnog tretmana statistički je značajno uticao na poboljšanje svih potencijala iz test-tretmana;

— najveći porast biomotoričkog potencijala registrovan je na prvom retestu (sedam dana posle prestanka aktivnog tretmana), što ukazuje da je za pojavu hiperkompensacije potrebno više od 24 časa;

— kod svih ispitanika ženskog pola značajnije su se poboljšale vrednosti varijabli sa većim opterećenjem (P), a kod ispitanika muškog pola vrednosti varijabli sa dužim trajanjem (T);

— longitudinalnim tretmanom bilo kojom od varijabli iz eksperimentalnog tretmana, predstavljenih crux-modelom, značajno se poboljšao status sile, brzine i izdržljivosti. Jedno obimnije istraživanje sa širim uzorkom ispitanika i sa adekvatnim kriterijumom za nivo biomotoričkih dimenzija ukazalo bi i na korektnu kvantifikaciju;

— statistički parametri nisu adekvatni pokazatelji statusa i trenda razvoja biomotoričkih potencijala, zbog čega je neophodno izvršiti istraživanje radi utvrđivanja adekvatne biološke krive u cilju tačnijeg vrednovanja statusa i trenda razvoja biomotoričkih potencijala.

## ZAKLJUČAK

Kombinirajući vrste mišićnih naprezanja, veličinu opterećenja i trajanje rada formirano je dvanaest osnovnih biomotoričkih varijabli, tj. varijabli eksperimentalnog tretmana.

Formirano je dvanaest eksperimentalnih grupa dečaka i isto toliko eksperimentalnih grupa devojaka od 17 godina (u svakoj po 20-30 ispitanika) i svaka je prema određenom režimu (određenoj varijabli eksperimentalnog tretmana) angažovala mišiće pregibače prstiju nedominantne ruke, kroz 28 dana. Kontrolna grupa dečaka i devojaka nije tokom eksperimenta bila tretirana ni na kakav poseban način.

Rezultati su pokazali, između ostalog, sledeće:

— da ni jedan eksperimentalni tretman nije značajno uticao na poboljšanje nervnomišićne reakcije;

— da je svaki od eksperimentalnih tretmana značajno uticao na poboljšanje svih merenih mišićnih potencijala;

— da je za pojavu hiperkompensacije potrebno više od 24 časa;

— da su se kod devojaka više poboljšale vrednosti varijabli s većim opterećenjem, a kod dečaka vrednosti varijabli s većim trajanjem;

— da se longitudinalnim tretmanom bilo kojom od eksperimentalnih varijabli značajno poboljšao status sile, brzine i izdržljivosti.

#### LITERATURA:

1. Dimitrijević, P.: Uticaj kratkotrajnog repetitivnog mišićnog naprezanja sa većim opterećenjem na razvoj elementarnih biomotoričkih dimenzija kod postpubertetske školske omladine oba pola. Magistarski rad, Skopje, 1981.
2. Galabova, Z.: Uticaj kratkotrajnog repetitivnog mišićnog naprezanja sa manjim opterećenjem na razvoj elementarnih biomotoričkih dimenzija kod prepubertetske školske omladine oba pola. Magistarski rad, Skopje, 1980.
3. Jakimov, J.: Uticaj kratkotrajnog balističkog mišićnog naprezanja sa većim opterećenjem na razvoj elementarnih biomotoričkih dimenzija kod postpubertetske školske omladine oba pola. Magistarski rad, Skopje, 1981.
4. Jovanović, V.: Uticaj repetitivnog mišićnog naprezanja, kratkotrajnog i sa većim opterećenjem, na razvoj elementarnih biomotoričkih dimenzija kod postpubertetske školske omladine oba pola. Magistarski rad, Skopje, 1979.
5. Jovović, B.: Uticaj kratkotrajnog izometrijskog mišićnog naprezanja sa većim opterećenjem na razvoj elementarnih biomotoričkih dimenzija kod prepubertetske školske omladine oba pola. Magistarski rad, Skopje, 1981.
6. Karović, Ž.: Uticaj repetitivnog mišićnog naprezanja sa dužim trajanjem i većim opterećenjem na razvoj mišićnog potencijala i biomotoričkih dimenzija kod omladine pubertetskog uzrasta. Magistarski rad, Beograd, 1980.
7. Mitić, H.: Uticaj kratkotrajnog balističkog mišićnog naprezanja sa većim opterećenjem na razvoj elementarnih biomotoričkih dimenzija kod postpubertetske školske omladine oba pola. Magistarski rad, Skopje, 1979.
8. Nastevski, V.: Uticaj kratkotrajnog izometrijskog mišićnog naprezanja sa većim opterećenjem na razvoj elementarnih biomotoričkih dimenzija kod postpubertetske školske omladine oba pola. Magistarski rad, Skopje, 1981.
9. Opavski, P.: Uticaj kratkotrajnog (dugotrajnog) izometrijskog (balističkog, repetitivnog) mišićnog naprezanja sa manjim (većim) opterećenjem na razvoj elementarnih biomotoričkih dimenzija kod prepubertetske (pubertetske, postpubertetske) školske omladine oba pola. Makroprojekt. Kabinet za biomehanička istraživanja, Fakultet za fizičko vaspitanje Univerziteta u Beogradu, 1972.
10. Opavski, P.: Interrelacije između elementarnih biomotoričkih dimenzija i vrsta mišićnih naprezanja. Fizička kultura, br. 4, 1975.
11. Opavski, P.: Elementarna shema kvalitativne i kvantitativne strukture treninga. Fizička kultura, br. 5, Beograd, 1978.
12. Simev, V.: Zavisnost intenziteta udarnog impulsa izvedenog nogom u fudbalu od adekvatnih antropometrijskih i biomotoričkih varijabli, gde je muskulatura tretirana balističkim, repetitivnim i izometrijskim naprežanjem. Magistarski rad, Skopje, 1977.
13. Spasovski, S.: Uticaj dugotrajnog izometrijskog mišićnog naprezanja sa manjim opterećenjem na razvoj elementarnih biomotoričkih dimenzija kod postpubertetske školske omladine oba pola. Magistarski rad, Skopje, 1981.
14. Stojanović, S.: Uticaj dugotrajnog izometrijskog mišićnog naprezanja sa manjim opterećenjem na razvoj elementarnih biomotoričkih dimenzija kod prepubertetske školske omladine oba pola. Magistarski rad, Skopje, 1979.
15. Stojiljković, S.: Uticaj dugotrajnog repetitivnog mišićnog naprezanja sa manjim opterećenjem na razvoj elementarnih biomotoričkih dimenzija kod postpubertetske školske omladine oba pola. Magistarski rad, Skopje, 1979.
16. Tufekčevski, A.: Uticaj izometrijskog, repetitivnog i balističkog mišićnog naprezanja na specifični mišićni potencijal i neke biomehaničke parametre u karate sportu. Magistarski rad, Beograd, 1981.
17. Vučković, S.: Uticaj kratkotrajnog balističkog mišićnog naprezanja sa manjim opterećenjem na razvoj elementarnih biomotoričkih dimenzija kod postpubertetske školske omladine oba pola. Magistarski rad, Skopje, 1979.

P. Opavski

UDC 796.012.1 : 611.737

#### QUANTITATIVE RELATIONS BETWEEN TYPES OF MUSCULAR EFFORT AND ELEMENTARY BIOMOTORIC DIMENSIONS

muscular effort / power / speed / endurance

The aim of this investigations was to determine whether a correlation exists between various types of muscular effort (isometric, ballistic and repetitive) and elementary biomotoric dimensions (power, speed and endurance). The muscles studied were the flexor muscles of the fingers of the non-dominant hand. Each of twelve male and twelve female experimental groups of 20—30 school students aged 17 years was subjected over 28 days to one of twelve experimental variables consisting of different combinations of type of muscular effort, length of effort and degree of loading.

The results of the experimental groups in comparison to untreated controls suggest the following conclusions:

- none of the experimental treatments had any effect on neuromuscular reactions;
- each experimental treatment led to significant improvement of all measured muscular potentials;
- more than 24 hours elapsed before appearance of hypercompensation;
- females showed greater improvement in variables with greater loading, while males showed greater improvement in variables with longer length of effort;
- each experimental treatment resulted in significant improvement in power, speed and endurance.

Гавел Опавский

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ВИДОМ МЫШЕЧНЫХ НАГРУЗОК И ОСНОВНЫМИ БИОМОТОРНЫМИ ИЗМЕРЕНИЯМИ

На основании сочетания вида мышечной нагрузки, величины нагрузки и продолжительности работы испытуемого образовано двенадцать основных биомоторных переменных, т. е. переменных экспериментального исследования.

Образовано двенадцать экспериментальных групп мальчиков и такое же количество экспериментальных групп девушек в возрасте 17 лет (в каждой группе по 20—30 испытуемых). Испытуемые каждой экспериментальной группы согласно определенному режиму упражнений использовали в течение 28 дней мышцы пальцев недоминантной руки. Контрольные группы мальчиков и девушек в течение эксперимента не проходили каких-либо упражнений.

Результаты эксперимента показывают, между прочим,

- что ни одно из примененных упражнений не оказало значительного влияния на улучшение нервно-мышечной реакции,
- что каждый режим экспериментальных упражнений значительно влиял на улучшение всех измеряемых потенциалов,
- что для проявления гиперкомпенсации необходимо больше 24 часов,
- что у девушек имеется большее улучшение переменных, у которых интенсивность нагрузки больше, а у мальчиков — тех переменных, у которых продолжительность нагрузки больше,
- что применения каждого вида из исследуемых упражнений значительно улучшает состояние силы, скорости и выносливости у испытуемых.