

Stjepan
RAD

**PRIKAZ METODOLOGIJE MJERENJA IZOMETRIČKE
MIŠIĆNE SILE**

Krešimir ŠTUKA i Stjepan HEIMER, iz Odjela za kineziološku fiziologiju i patologiju

Summary

REVIEW OF THE METHODOLOGY OF ISOMETRIC MUSCULAR STRENGTH MEASUREMENT AT THE INSTITUTE OF KINESIOLOGY

The objective measurement of maximal manifest muscular strength is of great importance in numerous scientific disciplines and in kinesiology in particular. For a long time we felt the need for the introduction of the measuring of muscular strength of various movements in order to obtain the values of different muscular groups in sportsmen of various sport disciplines.

— On the basis of biomechanical laws and relevant literature data, we tried to construct our own system of muscular strength measuring. The measuring instruments were constructed at the Electro-Technical Institute »Nikola Tesla« in Belgrade while the apparatus for fixation allowing the isolated activity of the measured muscular group was constructed according to our own design.

— The characteristics of this system of muscular strength measuring is that it allows the testing of a whole series of movements, that it can easily be dismantled and transported, and that the measuring instrument which is very precise, can be supplied with the electric power from the city network or ones own batteries. The experience obtained in several thousand measurements has been used for making minor corrections and for perfecting the system and the rescribed methodology.

Kontrakcijom mišića nastaje napetost koja se manifestira kao mišićna sila koja djeluje na koštane segmente. Ako je otpor sili manji od nje same dolazi do pokreta segmenata, a ako je otpor veći od sile do pokreta neće doći.

Objektivno mjerenje mišićne sile značajno je kako u kliničkoj medicini (posebno neurologiji i rehabilitaciji) tako i u sportskoj medicini i kineziologiji.

Postoje brojne metode mjerenja izotoničke i izometričke sile mišića. U testiranju izotoničkog pokreta vjerojatnije je da se mjeri radni kapacitet nego sama sila, pa je zato teško standardizirati metodu. Daleko tačnije informacije daje mjerenje izometričke sile mišića.

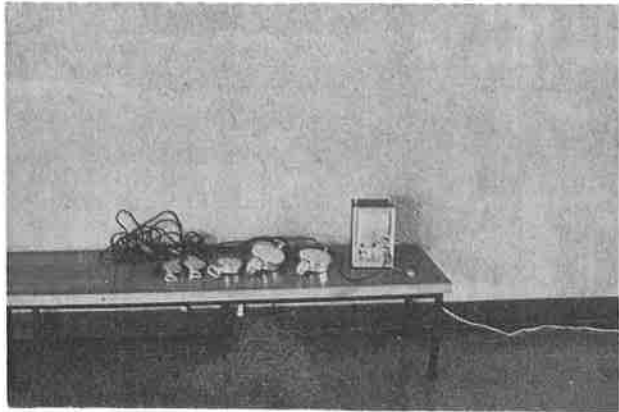
Među prvima koji su naglasili značenje izometričke sile bili su Hettinger i Müller. Njihovi radovi podstakli su brojne fiziologe, jednako kao i liječnike praktičare da se posvete proučavanju izometričke sile.

Veliki broj skandinavskih autora objavili su zaista mnoštvo spoznaja o mišićnoj voljnoj izometričkoj sili, baziranih na njihovim eksperimentima i mjerenjima. Oni su vanrednu pažnju posvetili ne samo mišićnoj sili, već i konstrukciji aparata za mjerenje te sile i za fiksaciju ispitanika kako bi dobili što čišći pokret, odnosno što bolju izoliranu aktivnost pojedinog mišića ili mišićne grupe koju mjere. Među njima su se posebno istakli Asmussen, Bonde — Peterson, Tornvall, Molbech, Jorgensen, Bäcklund i mnogi drugi članovi njihovih ekipa, u Velikoj Britaniji — Merton, u SAD — Lind, Karpovich, Clarke, u Japanu — Ikai. Čitave ekipe biologa, psihologa, fiziologa i liječnika proučavaju danas mišićnu silu otkrivajući njene karakteristike. Brojne civilne i vojne ustanove u gotovo svim zemljama usmjerile su svoja istraživanja prema mišićnoj sili, koja je zapravo baza čovjekove aktivnosti.

Voljna mišićna sila mjeri se dinamometrima. Oni mogu biti mehanički (na poluge ili na pero), hidraulički (manometri), te elektronski. Njihove konstrukcije raznovrsne su već prema namjeni, što se s pojedinim instrumentima želi mjeriti. Potpuno je jasno da uređaj za mjerenje sile hvata nije prikladan za mjerenje npr. sile ekstenzije potkoljenice. Daleko više nego industrijski izrađenih dinamometara, ima različito konstruiranih i adaptiranih aparata koji su gotovo kod svakog autora drugačiji. Iako su svi oni baždareni (bar se smatra da jesu), ova velika šarolikost između njih, među ostalim je faktorima koji uzrokuju toliko značajna odstupanja izmjerenih vrijednosti sila pojedinih mišića kod različitih autora i škola.

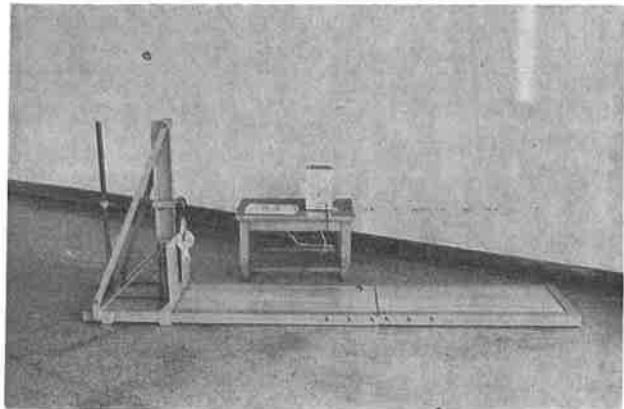
Proučavanjem biomehanike pojedinih pokreta, a također i dinamometrijskih uređaja opisanih u dostupnoj literaturi, pristupili smo konstrukciji vlastitog sistema za mjerenje mišićne sile, obzirom da nismo bili u potpunosti zadovoljni s niti jednom od postojećih konstrukcija. Rad smo započeli na sugestiju prof. dr Vladimira Horvata, koji nam je svojim stručnim savjetima u toku izvedbe mjernog sistema omogućio realizaciju opisane aparature i metodologije. Odlučili smo se za nabavku električnog dinamometra, kakvog je elektrotehnički institut »Nikola Tesla« iz Beograda izradio za nekoliko nama sličnih ustanova (slika 1). Očitavanje tog mjernog instrumenta vrši se na skali s podjelom od 0—50. Aparatu pripadaju i pet različitih sondi koje se mogu uključiti u tenzioni dio fiksacijskog uređaja, od kuda se mehaničke promjene

prenose na skalu instrumenta u omjeru adekvatnom upotrebljenoj sondi. Tačnost instrumenta je $\pm 2\%$.



Slika 1

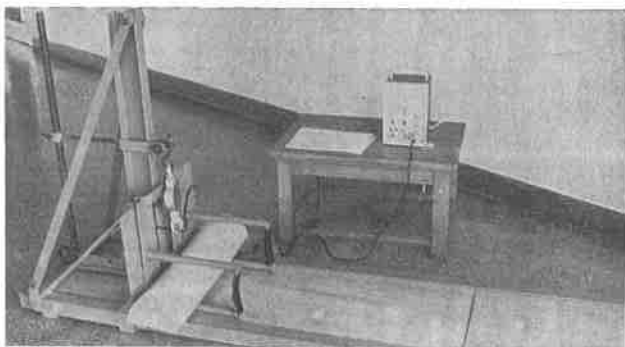
Fiksacijski uređaj izradili su prema našim nacrtima tehnički suradnici u radioni Vladimira Sprema u Zagrebu (slika 2). Ovaj je uređaj konstruiran tako da se zbog



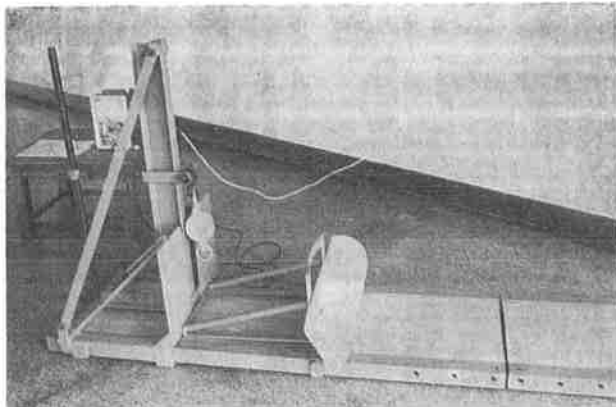
Slika 2

transporta može potpuno rastaviti, da se može za bilo koji uzrast podesiti i da omogućuje maksimum potrebnih fiksacija pri mjerenju sile svih kasnije navedenih standardno mjerenih pokreta. Uređaj se sastoji od glavnih i akcesornih dijelova.

Glavni su dijelovi podložna ploča, te klizna konstrukcija okomita na podložnu ploču. Na podložnu se ploču smješta ispitanik u položaj koji zahtijeva mjerenje zadanog pokreta. Na kraju podložne ploče nalazi se alka na koju se fiksira tenzioni dio uređaja pri mjerenju ekstenzije nogu. Okomiti dio omogućuje fiksaciju tenzionog dijela uređaja na različitim visinama, nosi na sebi podloške za stopala, te fiksnu hvataljku za mjerenje sile stiska šake.

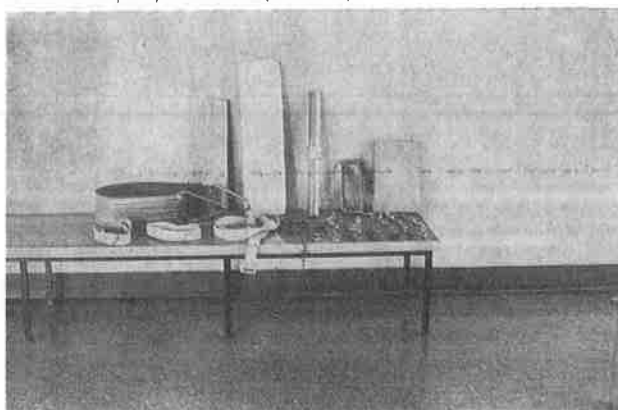


Slika 3



Slika 4

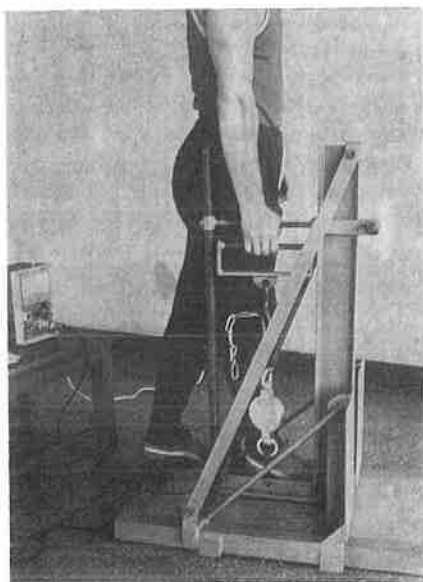
Akcesorni dijelovi fiksacijskog uređaja (slika 3, 4) su podlošci za fiksaciju ramena, podložak za fiksaciju tijela i ekstremiteta, plastični jastuci i drvene ploče različitih debljina. Pribor za prenosni dio sastoji se od kuća »S« oblika, različite debljine, lanca, te obuhvatnih traka različitih debljina, i dužina (slika 5).



Slika 5

Opisanim sistemom vrši se mjerenje standardnih pokreta na slijedeći način:

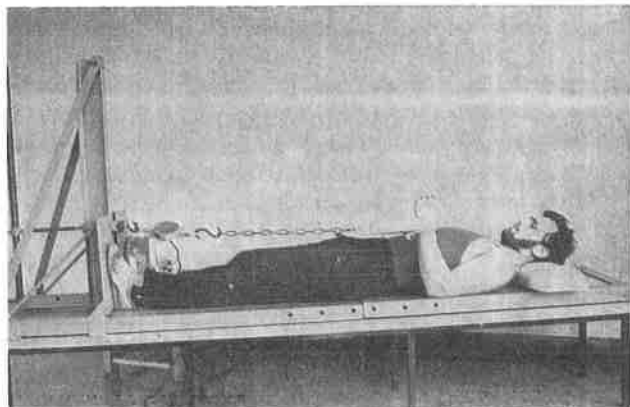
1. Stisak šake. Na predviđenom se mjestu na fiksacijskom sistemu montira sonda 150. Razmak hvataljki



Slika 6

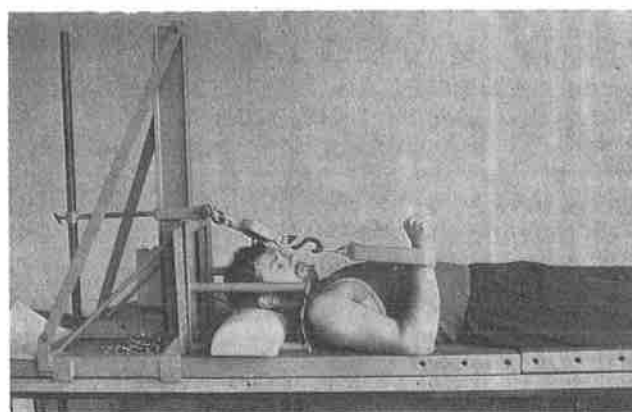
regulira se individualno (prosjeak 6 cm). Ispitanik je bočno postavljen i opuštenom rukom niz tijelo obuhvati hvataljke te na dati znak vrši kontrakciju u smjeru zadanog pokreta. Mjerenje se u principu vrši za svaku šaku posebno (slika 6).

2. Fleksija podlaktice. U sistem se montira sonda 150. Ispitanik leži na leđima čitavim stopalima uprtim na podloške za stopala. Mjerena se podlaktica flektira na 90° prema horizontalnoj podlozi. Poveska lancem vezana za sondu stavi se oko radiokarpalnog zgloba. Ispitanik vrši kontrakciju u supinaciji (slika 7).



Slika 7

3. Ekstenzija podlaktice. U sistem se montira sonda 150 i dodatak za fiksaciju ramena. Ispitanik leži na leđima s ramenima uprtim na predviđene podloške. Podlaktica se flektira na 90° prema horizontalnoj podlozi. Poveska povezana sa sondom stavi se preko radio-karpalnog zgloba. Kontrakcija se vrši u pronaciji (slika 8).



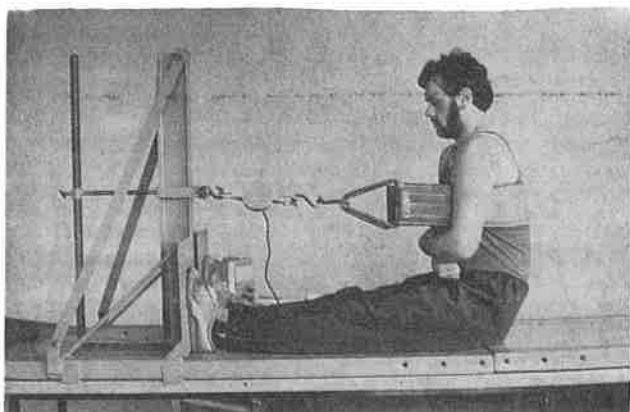
Slika 8

4. Fleksija trupa. U sistem se montira sonda 150 i dodatak za fiksaciju križa. Ispitanik uspravno sjedi ispruženih nogu, leđima okrenut sondi i priljubljen križima uz fiksator. Poveska vezana na sondu stavlja se preko prsiju ispod pazuha. Pomoćnik fiksira noge ispitanika uz podlogu. Ruke ispitanika položene su na prsa. Pokret se vrši prema naprijed (slika 9).



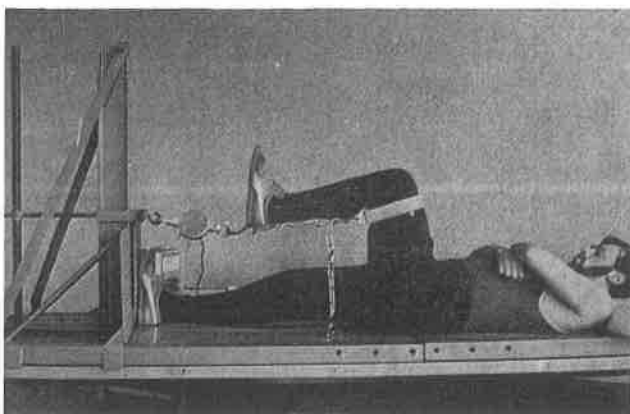
Slika 9

5. Ekstenzija trupa. U sistem se montira sonda 300. Ispitanik sjedi uspravno ispruženih nogu punim stopalima uprtim u podloge za stopala. Poveska se stavi preko leđa ispod pazuha. Ruke ispitanika položene su na prsa. Pokret se vrši prema natrag (slika 10).



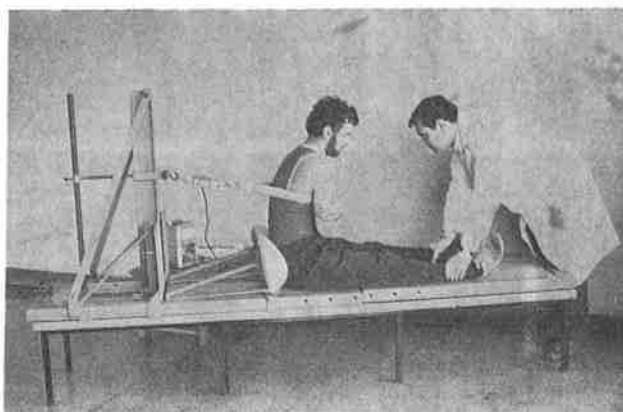
Slika 10

6. Fleksija natkoljenice. U sistem se montira sonda 150. Ispitanik leži na leđima slobodnom nogom ispruženom i punim stopalom uprtim u podlogu za stopalo. Mjerena natkoljenica flektira se na 90° prema horizontalnoj podlozi. Poveska se stavi oko distalnog dijela natkoljenice. Ruke ispitanika položene su na prsa (slika 11).



Slika 11

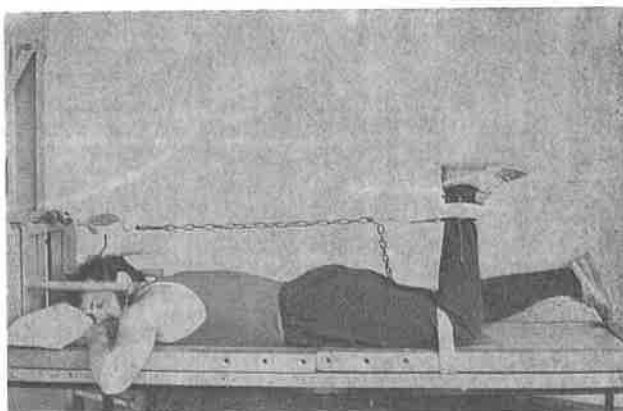
7. Ekstenzija natkoljenice. U sistem se montira sonda 300 i dodatak za fiksaciju ramena. Ispitanik leži na leđima s ramenima uprtim na predviđene podloške. Zdjelica ispitanika pojasom se fiksira na horizontalnu podlogu. Slobodna je noga ispružena. Mjerena natkoljenica flektira se na 90° prema horizontalnoj podlozi. Poveska se stavi neposredno ispod poplitealne jame. Pomoćnik fiksira slobodnu nogu uz podlogu (slika 12).



Slika 12

8. Fleksija potkoljenice. U sistem se montira sonda 150 i dodatak za fiksaciju ramena dopunjen s posebnom podlogom za stopalo. Ispitanik leži potrbuške ispružene slobodne noge, čitavim stopalom na dopunskoj podlozi. Mjerena potkoljenica flektira se na 90° prema horizontalnoj podlozi. Poveska se stavi oko gležnja. Ruke ispitanika položene su ispod glave

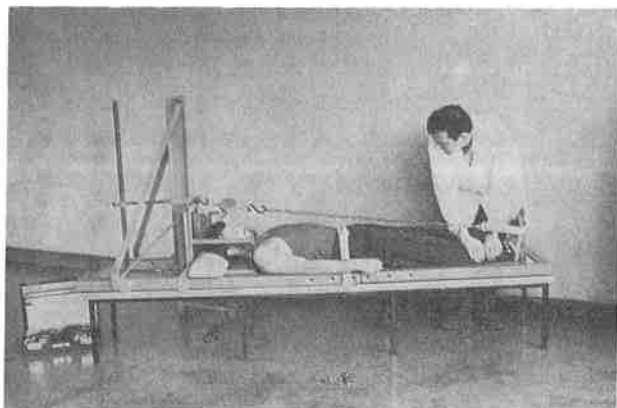
9. Ekstenzija potkoljenice. U sistem se montira sonda 150 i dodatak za fiksaciju ramena. Ispitanik leži potrbuš-



Slika 13

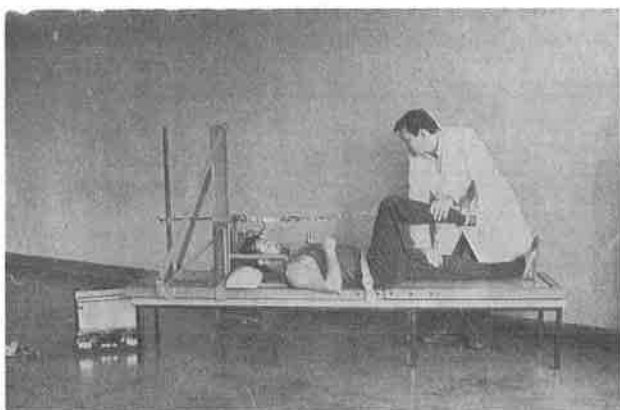
ke ramena uprtim na predviđene podloške. Natkoljenice ispitanika fiksirane su pojasom na horizontalnu podlogu neposredno iza poplitealne jame. Mjerena potkoljenica flektira se na 90° prema horizontalnoj podlozi. Poveska se stavi oko gležnja. Ruke ispitanika položene su ispod glave (slika 13).

10. Fleksija stopala (plantarna). U sistem se montira sonda 300 i dodatak za fiksaciju ramena. Ispitanik leži na leđima, ramenima uprtim na predviđene podloške. Zdjelica ispitanika fiksira se pojasom na horizontalnu podlogu. Stopalo je vertikalno na podlogu. Poveska se stavi preko stopala, neposredno ispod prstiju. Pomoćnik fiksira rukama potkoljenu mjerene noge. Ruke ispitanika pružene su uz tijelo (slika 14).



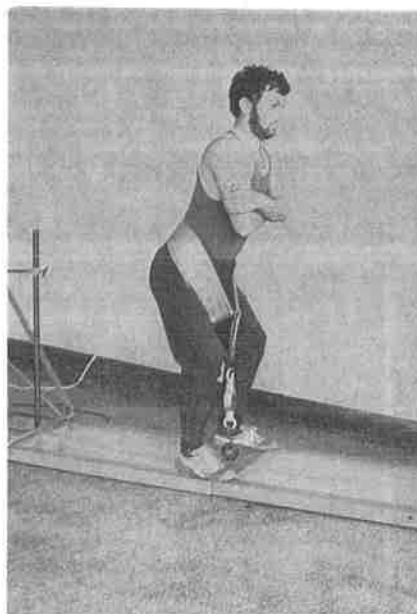
Slika 14

11. Ekstenzija noge. U sistem se montira sonda 300 i dodatak za fiksaciju ramena. Ispitanik leži na leđima ramenima uprtim u predviđene podloške. Zdjelica ispitanika pojasom je fiksirana uz podlogu. Mjerena noga flektira se tako da natkoljenica bude okomita na horizontalnu podlogu, a potkoljenica paralelna s podlogom. Poveska se stavi preko sredine tabana. Pomoćnik rukama fiksira slobodnu natkoljenu i mjerenu potkoljenu. Ruke ispitanika položene su na prsa (slika 16).



Slika 15

12. Ekstenzija nogu. U predviđenu kariku na podlozi sistema montira se sonda 600 ili 1200. Ispitanik stoji tako da je karika sa sondom između stopala. Poveska se stavi preko križa ispitanika i poveže se sa sondom u optimalnom flektiranom položaju nogu (individualno) za ekstenziju. Ruke ispitanika položene su na prsa (slika 16).



Slika 16

LITERATURA

1. Keros, P. i suradnici, Funkcionalna anatomija, Medicinska naklada, Zagreb, 1968.
2. Williams, M., H. R. Lissner, Biomechanics of Human Motion, Saunders comp., Philadelphia 1962.
3. Lanc, M., Biomehanika (skripta), VŠFK, Zagreb, 1962.
4. Daniels, L., H. Williams, C. Worthingham, Muscle Testing, Saunders comp., Philadelphia, 1960.
5. Bäcklund, L., L. Nordgren, A New Method under Standardized Conditions, Scand. J. clin. Lab. Invest. Vol. 21. No 1, 1968.
6. Verhošanskij, J. V., Osnovi specijalnoj silovoj podgotovki v sporte, Fiskultura i sport, Moskva, 1970.
7. Zaciorskij, V. M., Fizička kačestva sportsmena, Fiskultura i sport, Moskva, 1970.
8. De Vries, H. A., Fiziologija snage mišića, Savremeni trening 1970/1, JZFK, Beograd, 1970.
9. Bankov, S. K. Jorgensen, Maximum strength of elbow flexors with pronated and supinated forearm, Communications No. 29, Hellerup, 1969.
10. Singh, M., P. V. Karpovich, Isotonic and isometric forces of forearm flexors and extensors, JAP, 21, 1966.
11. Asmussen, E., K. Heebll-Nielsen, Isometric muscle strength of adult men and women, Communications No. 11., Hellerup, 1961.
12. Asmussen, E., i suradnici, Description of muscle tests and standard values of muscle strength in children, Communications No 5 suppl., Hellerup, 1959.