

## PRILOG ISPITIVANJU UTJECAJA INTENZITETA »UGRIJAVANJA« NA RADNU SPOSOBNOST ČOVJEKA

N. KOPAJTIĆ\*

*Institut za medicinska istraživanja Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti,  
Zagreb*

*(Primljeno 1. VI. 1956.)*

Izvršena su ispitivanja utjecaja sukcesivnog kontrasta na rezultate bacanja kugle, mjereći učinak bacanja standardne kugle od 5 kg nakon prethodnog bacanja kugla različitih težina (3 kg, 5 kg i 7 kg).

Dobiveni rezultati potvrdili su rezultate, do kojih su došli Bujas i Petz<sup>16</sup> pri svojim ispitivanjima djelovanja kontrasta na izdržljivost u statičnom naporu. Daljina bacanja standardne kugle od 5 kg bila je prosječno za 73 cm veća, kad se »ugrijavanje« sastojalo u prethodnom bacanju kugle od 7 kg, nego kad se prethodno bacala kugla od 3 kg. Te razlike su statistički veoma značajne. Iz dobivenih se rezultata zaključuje, da je mehanizam »ugrijavanja« zavisao od intenziteta »ugrijavanja«. Mehanizam intenzivnog a kratkog »ugrijavanja« je vjerojatno živčane, a niskog intenziteta periferno-mišićne prirode.

Kratkotrajno ali intenzivno »ugrijavanje« efikasnije je od »ugrijavanja« slabog intenziteta.

Poznato je, da u toku rada dolaze do izražaja različiti faktori, kao: urađivanje, vježba, periodička kolebanja i umor. Kako neki od tih faktora djeluju pozitivno, a drugi negativno na radni učinak i doživljaj udobnosti onoga, koji radi, to proučavanje prilika, koje pogoduju njihovu pojavljivanju, i mehanizama, na kojima se temelje, ima praktično značenje.

Od spomenutih faktora najmanje se ispitivao proces uvođenja organizma u rad. Gotovo je redovna pojava, da se većina autora osvrće na probleme urađivanja samo općenito, ne ulazeći dublje u analizu tog faktora, koji se očituje u uvodnoj fazi rada. Vjerojatni je razlog tome, što su druge osobine rada, kao na pr. opće opadanje radnog učinka pod utjecajem umora, odnosno djelovanje vježbe na rad, mnogo značajnije i karakterističnije.

To međutim ne znači, da problemi uvođenja u rad nisu važni za praksu; to možemo prosuditi po nastojanjima, da se na neki način organizam uvede u rad prije glavne aktivnosti. Iako je ta praksa

\* Izrađeno u toku postdiplomskog studija.



najpoznatija u sportu, na nju nailazimo i u drugim oblicima rada, kao na pr. u industriji.

Pri proučavanju uvodne faze rada može se postaviti osnovno pitanje: karakteriziraju li, osim subjektivnih teškoća, uvodnu fazu rada i neke objektivne pojave? Ispitivanja su pokazala, da u početku rada radni učinak postepeno raste i da je energetska potrošnja relativno visoka. Stoga neki tu fazu rada i nazivaju energetska neekonomičnom fazom rada.

Upravo je ta neekonomičnost usmjerila prva istraživanja na iznalaženje načina, s pomoću kojih bi se ta faza mogla ako ne eliminirati onda barem osjetljivo skratiti. Postoje dva načina, da se skрати neekonomična faza urađivanja. Jedan je način da se traži, kakav mora biti intenzitet i tempo rada u toj početnoj fazi, da organizam što prije dođe u razdoblje maksimalnog učinka. Drugi je način da se prije same glavne aktivnosti podvrgne organizam određenim vježbama »ugrijavanja«

U onim radovima, u kojima mišićna aktivnost igra podređenu ulogu, kao na pr. pri učenju, različiti su autori (1, 2, 3, 4) posebno ispitivali utjecaje različitih oblika uvođenja u rad. Iz tih se radova može razabrati, da određene vježbe »ugrijavanja«, koje se izvode prije glavnoga rada, skraćuju početnu fazu rada na taj način, što se za vrijeme »ugrijavanja« stvara potreban stav ili povoljna mentalna udešenost prema aktivnosti, koja slijedi.

Slično se pokušalo t. zv. vježbama »ugrijavanja« skratiti ili eliminirati početnu fazu rada i u radovima, koji su u vezi s mišićnom aktivnošću. No ta ispitivanja nisu jednoznačno odgovorila na to, kakav je utjecaj različitih tipova »ugrijavanja« na rad, koji slijedi. To se najbolje vidi iz oprečnih mišljenja, koja postoje u ovom području. (5, 6.)

Možda je glavni razlog, zašto dosadašnja ispitivanja utjecaja različitih načina »ugrijavanja« nisu dovela do jednoznačnih rezultata, u tome, što problem nije bio dosta jasno postavljen. Problem uvođenja u rad pomoću različitih vježba »ugrijavanja«, koje se izvode prije glavne aktivnosti, nije jednostavan, a može se svesti na nekoliko osnovnih pitanja: 1. ako je posebnim vježbama »ugrijavanja« moguće skratiti ili pak eliminirati fazu urađivanja, kojeg oblika moraju biti te vježbe?; 2. kojeg intenziteta mora biti »ugrijavanje« određenog oblika?; 3. koliko moraju trajati vježbe »ugrijavanja« određenog oblika i intenziteta?; 4. koji je najpovoljniji vremenski interval između »ugrijavanja« i glavnoga rada? i 5. koji je mehanizam (ili koji su mehanizmi) »ugrijavanja«?

Koliko je nama poznato, dosad su se nekima od tih problema bavili E. Simonson sa svojim suradnicima (7, 8, 9, 10, 11, 12), E. Asmussen i O. Bøje (13) i J. C. Hale (14). Simonson je sa svojim suradnicima podvrgao ispitivanju više aspekata »ugrijavanja«. Asmussen i Bøje zadržali su se skoro isključivo na ispitivanju mehanizma »ugrijavanja«, a Hale je ispitivao utjecaj masaže na rad.

Simonson i njegovi suradnici našli su, da je »ugrijavanje«, koje po intenzitetu, obliku i tempu oponaša glavni rad, najefikasnije, da takvo »ugrijavanje« mora biti kratkotrajno, i da vremenski interval između »ugrijavanja« i glavnoga rada mora



biti kratak. Skraćivanje uvodne faze rada posebnim vježbama »ugrijavanja« spomenuti autori tumače uglavnom perifernim promjenama, do kojih dolazi u toku »ugrijavanja«, t. j. povećanjem tjelesne temperature, boljim funkcioniranjem kardiovaskularnog aparata, smanjenjem viskoznosti mišića, i t. d. Asmussen i Bøje smatraju, da se mehanizam »ugrijavanja« može protumačiti povećanjem temperature, i to povećanjem temperature radnih mišića, a da popratni efekti »ugrijavanja«, kao što su cirkulatorni, respiratorni, hormonalni i drugi, imaju samo sekundarno značenje. Do tog su zaključka došli nizom ispitivanja utjecaja pasivnog (dijatermalnog) »ugrijavanja« na tjelesnu radnu sposobnost. Ti su pokusi pokazali, da se i pasivno »ugrijavanje« odražuje pozitivno na vršenje narednog rada. Povoljno djelovanje temperature Asmussen i Bøje tumače kemo-mehaničkim utjecajem povećane temperature na funkcionalnu sposobnost mišića. Povećanje lokalne temperature mišića ubrzava kemijske procese u mišićima i smanjuje njihovu viskoznost. Na taj su način mišići realno osposobljeni za ekonomičniji rad. Hale je pak našao, da »ugrijavanje« u obliku masaže nema nikakvih efekata na naredni rad.

Ostavljajući zasad po strani različita mišljenja spomenutih autora o mehanizmima »ugrijavanja«, vrijedno je istaći neke methodske teškoće, na koje se nailazi u ovim radovima, u prvom redu u radovima Simonsona i njegovih suradnika, a koje su mogle utjecati na rezultate ispitivanja. U prvom redu, Simonson je radio sa svega nekoliko ispitanika, što pri proučavanju ovc pojava nije dovoljno. Na pr. pri ispitivanju utjecaja sugeriranog rada spomenuti je autor radio sa svega dva ispitanika, i to s jednim trkačem na 100 i s jednim na 1000 metara. Iz dobivenih je rezultata zaključio, da taj oblik »ugrijavanja« drugačije djeluje na radove, u kojima se u prvom redu traži snaga, a drugačije na radove, koji pretežno iziskuju izdržljivost. (15). Zatim su Simonson i njegovi suradnici, bez obzira na već izvedeni zaključak, da i sugestija pozitivno utječe na naredni rad, u svojim daljim radovima ipak ispitivali relativno visoko trenirane sportaše, koji su po svoj prilici unaprijed bili u v j e r e n i u pozitivan utjecaj različitih vježba »ugrijavanja«. Konačno, ti autori nisu podvrgli rezultate kvantitativnoj analizi, tako da se iz dobivenih razlika, u korist »ugrijavanja« određenog intenziteta, oblika i trajanja, još ne može zaključivati o njihovoj značajnosti. Ti se prigovori u većoj ili manjoj mjeri mogu postaviti i radovima ostalih autora, koji su te probleme istraživali u području sporta.

Iz ove opsežne problematike zasad smo izdvojili samo jedan mali dio, t. j. nastojali smo istražiti *utječe li intenzitet određenog oblika »ugrijavanja« na naredni rad?* Kako je poznato, u praksi se obično smatra, naročito u sportu, da »ugrijavanje« mora biti slabijeg intenziteta nego naredni rad. U industriji pak, specijalno u radovima na lančanom sistemu, preporučuje se progresivno ubrzavanje kretanja lanca, kako bi se na taj način respektirale manje početne mogućnosti radnika, i t. d. Ni u malobrojnim ispitivanjima ovog užeg problema »ugrijavanja« nije se došlo do jednoznačnih rezultata. Dok su neki autori, na pr. Simonson sa svojim suradnicima ustvrdili, da »ugrijavanje« treba biti istog intenziteta kao i rad, koji slijedi period »ugrijavanja«, dotle su drugi autori, kao na pr. Z. Bujas i B. Petz (16) pokazali, da intenzitet »ugrijavanja« mora biti znatno veći od narednog rada, ali zato kratkog trajanja. Drugim riječima, i o ovom vrlo uskom problemu uvođenja u rad vladaju različita mišljenja, kako u praksi tako i u teoriji.

U prilog rezultatima ispitivanja Bujasa i Petza idu neka zapažanja iz svakidašnjeg života, kao na pr. pojava, da nam se neki teret čini lakšim nego inače, ako smo prethodno bili izloženi većem opterećenju. Taj subjektivni dojam lakoće, koji stječemo radeći na nižem intenzitetnom nivou, koji slijedi neposredno nakon rada intenzivnije prirode,



poznat je u sportu. Njega lijepo ilustrira poznati engleski trkač Shrubbs: »... u Bostonu trčao sam štafetu preko 4 milje protiv najboljih trkača i pobijedio. Ovo je natjecanje iziskivalo veoma naporan i mučan trening. Tri sam dana u nedjelji trčao u cipelama punjenima olovom po dvije milje. Poslije, u svojim lakšim cipelama trčao sam takvom lakoćom, da tu metodu preporučujem atleti, koji želi ubrati lovorike na dugim prugama«.

Uvezi s poznatom pojavom sukcesivnog kontrasta u području osjeta napora nameće se zanimljivo pitanje, koje je od teoretske i praktične važnosti, t. j., da li je rad na nižem intenzitetnom nivou, koji slijedi nakon rada intenzivnije prirode, i *realno* lakši ili se nama samo *čini* lakšim? Ako sukcesivni kontrast u području osjeta napora nije samo subjektivna nego i objektivna pojava, njegovo bi se djelovanje trebalo odraziti i na učinku rada. Da se to stvarno i događa, pokazali su već Bujas i Petz, ali kako su ti autori fenomen kontrasta ispitivali kod statičnog rada, trebalo je ispitati, kako djeluje kontrast u području osjeta napora ili snage u radovima pretežno dinamične prirode. Dakle, naš se prvi zadatak sastojao u ispitivanju utjecaja intenziteta »ugrijavanja« na naredni rad.

### Metoda

Kako bismo ispitili utjecaj intenziteta »ugrijavanja« na naredni rad, izabrali smo relativno jednostavan oblik dinamičnog rada, bacanje kugle. U tu svrhu dali smo izraditi tri kugle istog obujma, ali različitih težina, i to jednu od tri, drugu od pet i treću od sedam kilograma. Radili smo s netreniranim ispitanicima između 15 i 20 god. starosti. Kako se nismo mogli upuštati u specijalan trening naših ispitanika, odlučili smo, da oni bacaju kuglu »s mjesta« prema unaprijed utvrđenim uputama. Posebno smo vodili računa, da ispitanici u toku ispitivanja po mogućnosti ne mijenjaju način bacanja.

Tehnika rada s našim ispitanicima bila je ova: ispitivanja smo vršili s različitim grupama od po 20–30 ispitanika. Svaku smo grupu ispitivali dva dana uzastopce. Prvi dan svaki je ispitanik u grupi, koju smo ispitivali, nekoliko puta bacio 5 kg tešku kuglu. Drugog su dana ti isti ispitanici također bacali 5 kg tešku kuglu, samo što su ovaj puta radili *nakon* što bi prethodno nekoliko puta za redom bacili ili 7 kg ili 3 kg ili 5 kg tešku kuglu. Drugim riječima, drugog su dana rada svi ispitanici jednaki broj puta bacali 5 kg tešku kuglu, samo što je tome radu u različitim grupama prethodilo bacanje nejednako teške kugle. Ispitanike smo obavještavali o rezultatu.

Pored rezultata bacanja za svakog smo ispitanika prikupili i ove opće podatke: dob, visinu i težinu. Kad smo završili ispitivanja s jednom grupom ispitanika, na isti smo način ispitivali iduću grupu. Tako smo ukupno ispitivali oko 500 ispitanika. Samo se po sebi razumije, da ispitanike nismo obavijestili o pravoj svrsi ispitivanja.

Nakon završenih pokusa iz protokola ispitivanja odabirali smo parove ispitanika, koji su jedni drugima približno odgovarali po godinama starosti, težini, visini, prosječnom i maksimalnom hucu postignutom *prvog* dana. Pored toga smo pri izjednačavanju parova ispitanika pazili na to, da je svaki par drugog dana rada nakon određenog »ugrijavanja« bacio standardnu kuglu jednaki broj puta. Kad smo tako formirali ekvivalentne parove, izračunali smo njihove prosječne rezultate bacanja standardne kugle nakon »ugrijavanja« različitog intenziteta.

Odabrani se problem mogao ispitati i drugim metodama, kao na pr. »metodom jedne grupe«. Kako je poznato, »metoda jedne grupe« sastoji se u tome, što grupa,



na kojoj se ispituje utjecaj varijabilnog faktora, služi ujedno kao kontrola. Tu smo metodu mogli i mi upotrebiti, da smo ispitivali visoko trenirane bacače. Ona bi ujedno bila najadekvatnija za naše pokuse, jer bismo na taj način eventualne promjene u učinku rada nakon ugrižavanja različitog intenziteta mogli pripisati djelovanju samo tog faktora, a ne i djelovanju vježbe na rad. Međutim tu metodu nismo upotrebili zato, što nismo ni mogli, a ni htjeli, iz već spomenutih razloga, ispitivati visoko trenirane bacače, a nismo se mogli upustiti u to, da sami uvježbamo jednu veću grupu prethodno netreniranih ispitanika. Zbog iznesenih razloga u našim smo se ispitivanjima ograničili na »metodu ekvivalentnih parova«, iako time nismo izbjegli utjecaj faktora vježbe, koji je vjerojatno različito djelovao na ispitanike. Ali djelovanje ovog faktora nastojali smo donekle kompenzirati time, što smo ispitanike izjednačavali i prema nekim karakteristikama, za koje držimo da su u uskoj svezi sa sposobnošću bacanja. Razumljivo je, da je broj faktora, po kojima smo izjednačili naše ispitanike, uvjetovao relativno mali konačni broj ispitanika u našim kontrolnim odnosno eksperimentalnim skupinama.\*

Kako naš rad ne bi bio moguć bez tolikog broja ispitanika, to se i na ovome mjestu zahvaljujemo svima, koji su nam pritom pomogli.

### Rezultati

U tablici 1/a navedene su karakteristike parova, a u tablici 1/b nalaze se prosječne daljine hitaca i standardna odstupanja oko tih prosjeka različitih skupina ispitanika nakon »ugrižavanja« različitog intenziteta.

Kako se iz tablice 1/b može vidjeti, prosječna je razlika ( $d$ ) između skupine B, koja je najprije bacala 7 kg pa onda 5 kg tešku kuglu, i skupine A, koja je bacala samo 5 kg tešku kuglu, 30 cm u korist skupine B, dok je prosječna razlika između skupine D, koja je najprije bacala 3 kg pa onda 5 kg tešku kuglu, i skupine C, koja je bacala samo 5 kg tešku kuglu, 43 cm u korist skupine C. Drugim riječima, rezultati prethodno izjednačenih parova ispitanika variraju prema intenzitetu vježba, koje su ispitanici vršili. Intenzivnije »ugrižavanje« od narednog rada efikasnije je od »ugrižavanja«, koje je manje intenzivno od narednog rada. Kako djeluje »ugrižavanje« različitog intenziteta na naredni rad, može se vidjeti i u sl. 1., gdje su grafički prikazani dobiveni rezultati.

Dalja analiza rezultata pokazala je, da su dobivene prosječne razlike između jedne i druge eksperimentalne skupine (B i D) i njihovih kontrolnih grupa (A i C) statistički značajne. Vrijednost  $t$ , za grupu parova, u kojoj jedna skupina prelazi s intenzivnijeg nivoa rada na rad nižeg intenziteta, iznosi 3.76 (broj stupnjeva slobode 24), a za grupu

\* Standardnu pogrešku razlike između srednjih vrijednosti računali smo prema formuli:

$$\sigma_{dM} = \sqrt{\sigma_{M_1}^2 + \sigma_{M_2}^2 - 2r_{12}\sigma_{M_1}\sigma_{M_2}}, \text{ gdje } \sigma_{dM} \text{ označava}$$

standardnu pogrešku razlike između srednjih vrijednosti;  $\sigma_{M_1}$  standardnu pogrešku prve distribucije;  $\sigma_{M_2}$  standardnu pogrešku druge distribucije, a  $r_{12}$  korelaciju između dviju srednjih vrijednosti.<sup>17</sup>



Tablica I.

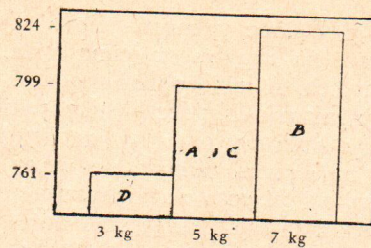
b.

Skupine	Prvi dan ispitivanja						Drugi dan ispitivanja					
	Visina	Težina	Prosječna daljina	Maksimalna daljina	Intenzitet ugrijavanja	Prosječna daljina	d	$\sigma_M$	$\sigma_{PM}$	r	t	
A N = 25	169 ± 4.23	63 ± 5.65	794 ± 99.42	831 ± 112.08	A 5 kg	794 ± 116.81	30	23.36	7.99	+ 0.943	3.76	
B N = 25	168 ± 4.66	63 ± 5.30	794 ± 98.51	832 ± 112.78	B 7 kg	824 ± 107.14		21.43				
C N = 23	168 ± 4.36	62 ± 6.90	769 ± 96.15	801 ± 102.31	C 5 kg	804 ± 96.48		20.57	14.41	+ 0.771	2.98	
D N = 23	169 ± 5.37	62 ± 7.10	767 ± 96.88	805 ± 102.85	D 3 kg	761 ± 102.15	43	21.78				

a.



parova, u kojoj jedna skupina ispitanika prelazi s nižeg intenzitetnog nivoa rada na viši,  $t = 2.98$  (broj stupnjeva slobode 22). Prva nam  $t$  vrijednost pokazuje, da postoji vjerojatnost samo jednog slučaja na hiljadu, da je dobivena prosječna razlika u korist skupine B uvjetovana



Slika 1.

Slika 1: Utjecaj intenziteta »ugrijavanja« na bacanje kugle od 5 kg. Na ordinati: prosječna daljina bacanja kugle od 5 kg; na apscisi: intenzitet »ugrijavanja« (prethodno bacanje kugle od 3 kg, 5 kg i 7 kg).

Figure 1: The influence of the »warming-up« intensity on putting a 5 kg shot. On the ordinate: the mean putting distance of the 5 kg shot; on the abscissa: the »warming-up« intensity (previous throws of 3 kg, 5 kg and 7 kg shots).

slučajnim izborom uzoraka, a druga, da je vjerojatnost jednog slučaja na sto, da je razlika u korist skupine C slučajna. Prema tome možemo s velikom vjerojatnošću zaključiti, da intenzitet »ugrijavanja« utječe na naredni rad, i to u onom smjeru, koji smo utvrdili kod mojih ispitanika.

#### Diskusija

Osnovno teoretsko pitanje u vezi s ovim problemima sastoji se u istraživanju mehanizma ili mehanizama »ugrijavanja«. Kako je spomenuto, različiti autori (Simonson, Asmussen i Bøje, Hale i drugi) tumače mehanizam »ugrijavanja« uglavnom mišićno-perifernim promjenama, koje nastaju u toku »ugrijavanja«. U svojim se tumačenjima spomenuti autori doduše nešto razilaze, ali ta razilaženja nisu bitna i sastoje se zapravo samo u davanju primarnosti jednim ili drugim specifičnim perifernim promjenama.

Takvo se tumačenje mehanizma »ugrijavanja« međutim teško može uskladiti s rezultatima naših pokusa. Bolje rezultate, koje su naši ispitanici postigli radeći na nižem intenzitetnom nivou nakon prethodnog intenzivnijeg napora krakog trajanja, mogli bismo protumačiti naglom mobilizacijom radnih sinergija, koja je uvjetovana živčanim a ne perifernim promjenama. Takva mobilizacija radnih sinergija visoke razine omogućuje uspješniji rad na »nižoj« razini, jer je stupanj prilagođavanja organizma pri prijelazu povišen iznad razine, koju zahtijeva sam glavni rad. Naprotiv, »ugrijavanje« na nižoj razini nužno izaziva sla-



biju mobilizaciju radnih sinergija i pri takvom »ugrijavanju« periferne promjene mogle bi imati značajnije djelovanje na rezultate narednog rada. Za takvo tumačenje mehanizma »ugrijavanja« na različitim opterećenjima govore radovi Bujasa i Petza (18, 19) i Kiseljeva i Maršaka (20).

Zbog teoretske a i praktične važnosti bilo bi potrebno provjeriti ne samo dobivene rezultate na drugim oblicima rada, nego ispitati i neka druga važna pitanja u vezi s tim problemima, kao na pr. odnos opterećenja i trajanja »ugrijavanja«, utjecaj sukcesivnog kontrasta u području osjeta napora na duži period, t. j. na druge osobine radne krivulje, kao na pr. na opći radni učinak, na umor, i t. d. Od posebnog bi interesa bilo preispitati utjecaj »ugrijavanja« u obliku dijatermije, sugestije i masaže, jer bi ta ispitivanja bila od koristi pri razlučivanju centralne i periferne komponente »ugrijavanja«.

Ispitivanja nekih od nabačenih problema bila bi i od praktične koristi, naročito za sport, gdje se »ugrijavanje« ne smatra samo kao mjera za povećanje radne sposobnosti čovjeka, nego u prvom redu kao sredstvo za sprečavanje mišićnih povreda, premda za takvo mišljenje ne postoje provjereni podaci. (21).

Rezultati naših ispitivanja mogu se ukratko sažeti ovako:

1. Intenzitet »ugrijavanja« utječe na naredni rad.
2. »Ugrijavanje«, koje je intenzivnije od narednog rada, a traje kratko, tako da ne dovodi do specifičnog umora, uspješnije je od »ugrijavanja« istog ili nižeg intenziteta.
3. Objašnjenje pozitivnog djelovanja »ugrijavanja«, kad je ono intenzivnije od narednog rada, treba vjerojatno tražiti u nagloj mobilizaciji radnih sinergija kao i u specifičnim promjenama u centralnom nervnom sistemu, koje su izazvane procesom »ugrijavanja«.

#### Literatura

1. Ammons, R. B.: Psychol. Rev., 54 (1947) 263.
2. Irion, A. L. and Wham, D. S.: J. of Exp. Psychol. 41 (1951) 242.
3. Irion, A. L.: Psychol. Rev., 55 (1948) 336.
4. Thune, L. E.: J. of Exp. Psychol. 42 (1951) 250.
5. Karpovich, P. V.: Physiology of Muscular Activity, Philadelphia-London, 1953.
6. Morehouse, L. and Miller, A.: Physiology of Exercise, St. Louis, 1953.
7. Simonson, E.: Travail Humain, 5 (1937) 286.
8. Simonson, E., Gorkin, M., Teslenko, N.: Bilten Eks. Med. i Biolog., 8 (1938) 35.
9. Gorkin, M.: TPFK, 5 (1938) 252.
10. Teslenko, N., Gorkin, M.: TPFK, 5 (1938) 280.
11. Brandis, S., Gorkin, Z., Gorkin, M.: Fiz. žurnal SSSR, tom XVIII, vol. 4 (1947) 212.
12. Gorkin, M.: TPFK, vol 4 (1947) 266.
13. Asmussen, E. and Bøje, O.: Acta Physiol. Scan., 10 (1945) 1.
14. Hale, J. C.: The Effect of Preliminary Massage on the 440 yard run. Master's Thesis, Springfield College, 1948.
15. Simonson, E.: 1937, op. cit.



16. Bujas, Z., Petz, B.: Arh. hig. rada, 5 (1952) 171.
17. Guilford, J. P.: Fundamental Statistics in Psychology and Education, New York, 1950.
18. Bujas, Z., Petz, B.: 1952, op. cit.
19. Bujas, Z., Petz, B.: Arh. hig. rada, 1 (1950) 428.
20. Maršak: Fiziologija čoveka, Beograd, 1949.
21. Karpovich, P. V.: op. cit.

*Summary*

A CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE EFFECTS  
OF »WARMING UP« INTENSITY ON THE WORKING  
CAPACITY

The results of our experiments, consisting of putting a 5 kg shot after brief exposures to loads of various intensities (3 kg, 5 kg and 7 kg shots), confirmed the findings of Bujas and Petz<sup>16</sup> whose research was carried on in static work. The distance, to which the standard 5 kg shot was put, was 73 cm longer when the »warming up« consisted of previous throws of the 7 kg shot, than when it consisted of previous throws of the 3 kg shot. These differences are statistically highly significant.

On the basis of the obtained results, it seems probable that different mechanisms of »warming up« are operative in intensive »warming up«, where the mechanism is probably of a central nature, and in a »warming up« of low intensity, where it is probably of a peripheral nature.

From these results it would seem, as Bujas and Petz already pointed out, that, other things being equal, an intensive »warming up« of short duration is more efficient than a »warming up« of low intensity.

*Institute of Industrial Hygiene  
Z a g r e b*

*Received for publication  
June 1, 1956*