

## FUNKCIONALNI TESTOVI U PRAKTIČNOJ PRIMENI KOD OCENE RADNE SPOSOBNOSTI

L. J. JOVANOVIĆ

*Odeljenje za medicinu rada Opšte bolnice, Smederevo*

*(Priljeno 15. VIII 1964)*

Od niza poznatih metoda iz oblasti funkcionalnih ispitivanja autor je izdvojio i prikazao dve. Jedna je za ocenu fizičke snage a druga za ocenu kardiovaskularnog sistema u smislu adaptacije na napor. Obe metode autor je koristio kao osnovne metode za praktičnu primenu u zdravstvenim stanicama privrednih organizacija i drugim zdravstvenim ustanovama koje se bave ocenom radne sposobnosti.

Za ocenu fizičke snage koristio je test po Goulèneu i primenio ga na 1.347 radnika u preduzeću »Rudnici i Železara« u Smederevu. Izneo je i rezultate koji su tom prilikom dobijeni kod ispitanika a iz kojih se vidi da medicinska profesionalna orijentacija i selekcija pri prvom pregledu dobija novi elemenat za ocenjivanje.

To isto bi vredelo i za drugi, Shelongov test, koji je autor upotrebio kao komplementarnu metodu za ocenu radne sposobnosti a radi ispitivanja adaptabilnosti kardiovaskularnog sistema.

Pored ta dva testa rađeni su i drugi, ali je namera autora bila da prikaže samo one testove koji su od praktičnog značaja za ocenu radne sposobnosti radnika koji obavljaju teže fizičke poslove a u nekomfortnim uslovima radne sredine.

Radna sposobnost i fizička kondicija stoje u upravnoj srazmeri jedna prema drugoj, a obe su veoma važne kao činioci koji pravilno postavljaju radnika u radnu sredinu. Uslovi rada koji zahtevaju dobru fizičku kondiciju diktiraju odnose koje može da prihvati i dobro obavlja samo onaj radnik koji ima, u tom pogledu, određene kvalitete. Da bismo došli do formiranja merila šta predstavlja fizičku kondiciju, služimo se različitim testovima za ispitivanje funkcionalnih sposobnosti. U svetskoj literaturi postoji velik broj i pojedinačnih testova i složenih baterija takvih testova, a egzistencija tolikog broja, već a priori, govori da nijedan od njih nije kadar da dâ dovoljno tačne rezultate. No ipak, neki od njih mogu dati dobar pregled situacije u kojoj se primenjuju, a njihovi rezultati određenu sliku koja se može i evaluirati i komparirati.

Rad saopšten na I jugoslovenskom kongresu za medicinu rada, održanom od 11. do 15. novembra 1963. u Beogradu.

Ispitivanje funkcionalnih sposobnosti ili »funkcionalna ispitivanja« imaju svoje puno opravdanje pri oceni radne sposobnosti, jer je njihov zadatak da preciziraju biološku vrednost organa i organizma; kako u pogledu motiliteta, izdržljivosti pri radu, sposobnosti kardiovaskularnog sistema za napor, kvaliteta senzorijske i psihomotorne funkcije tako i mogućnosti adaptacije, treninga i radne sposobnosti u celini. Pored toga, ispitivanja ne treba izvoditi samo u miru, jer su onda nedovoljna da otkriju latentnu funkcionalnu insuficijentnost, a to je takođe veoma značajno (1).

Iz oblasti funkcionalnih ispitivanja, koja obuhvataju ljudski organizam kao biološku celinu, treba izdvojiti i ispitivati:

- 1) motornu funkciju,
- 2) funkciju kardiovaskularnog sistema,
- 3) funkciju respiratornih organa,
- 4) funkciju organa sluha i vida,
- 5) ravnotežu.

Ad 1): ispitivanje dinamometrom, bicikl ergometrom, pokretnim sagom i raznim testovima kao što su Sargentov, Burpeeov, Iowa-Braceov i dr. (2, 3).

Ad 2): ispitivanje brzine cirkulacije, Ekg s opterećenjem ili ortostatski, oscilometrija, oksimetrija, razni testovi kao Ruffierov, Schneidrov, Turnerov, step test, Masterov, Flackov, Shelongov, Nylinov, Letunov, Armsteadov i dr. (4, 5).

Ad 3): vitalni kapacitet, totalni plućni kapacitet, vremenski vitalni kapacitet (forsirani ekspirij), maksimalni minutni volumen, inspiratorni i ekspiratorni rezervni volumen, rezidualni kapacitet, škodljivi prostor, oksimetrija i sl.

Ad 4): ocena vidnog profila i audiometrija.

Ad 5): Romberg, skakutanje na jednoj nozi, ispitivanje labirinta, nistagmus proba i neki drugi.

Primena svih tih metoda funkcionalnog ispitivanja dala bi i idealne rezultate, svakako mnogo vredne, ali bi zahtevala i mnogo vremena i veoma komplikovanu aparaturu i instrumentarij, a to ne bi bilo pristupačno svakoj zdravstvenoj ustanovi, nego samo onima koje se bave najvećim delom fiziologijom rada.

#### MATERIJAL I METODE

Budući da većina naših privrednih organizacija upošljava radnike od kojih se traži dobra fizička kondicija i izdržljivost pri naporu, izložićemo dva testa koji se mogu upotrebiti za tu svrhu. Obadva imaju prednost jer ne zahtevaju komplikovanu i skupu opremu, nego najvećim delom onu koju ima svaka zdravstvena ustanova ako se bavi ocenjivanjem radne sposobnosti. Jedan od tih testova je za *ocenu fizičke snage*, a drugi

za ispitivanje *kardiovaskularnog sistema*. Pored ta dva, u Železari u Smederevu se rade i ostala navedena funkcionalna ispitivanja, ali o njima neće posebno biti govora.

Oprema koja je potrebna za testiranje fizičke snage je: visinomer, decimalna vaga, platnena centimetartraka, vodeni ili suvi spirometar, metalni dinamometar na pero, dodatne ručke za rastezanje dinamometra, dve gvozdene kugle po 5 kg ili dva tega, štoperica i tehnički računar (Rechnenschieber).

Oprema koja je potrebna za ispitivanje kardiovaskularnog sistema je: lekarske slušalice, aparat za merenje krvnog pritiska na stalku, tapetirani ležaj, stabilno postolje visine 45,72 cm, elektrokardiograf (fakultativno), metronom i štoperica.

S obzirom na to da oba testa treba izvoditi precizno, radi dobijanja što tačnijih rezultata, mora se obratiti pažnja ekipi koja radi s ispitanicima. Uz punu angažovanost jednog lekara i dve medicinske sestre može se postići to da se testovi izvode vremenski racionalno a tehnički kvalitetno.

#### OCENA FIZIČKE SNAGE

Među važnijim faktorima koji su zastupljeni u najvećoj meri u proizvodnom radu su mišićna snaga i izdržljivost na radu. Ovde mislimo na onaj rad koji je vezan za fizički napor. Prema tome su mišićna snaga i izdržljivost na radu dva činioca za mišićnu vrednost ili koeficijent snage. Zato treba naročito ispitivati mišićnu vrednost gornjih i donjih ekstremiteta, grudno-leđnog i trbušno-lumbalnog pojasa.

U vezi s time su francuski autori *Ruffier*, *Eck* i *Nadiras* (1) uzimali u obzir, pri evaluaciji fizičke snage, telesnu težinu, obim grudnog koša i visinu, pa su od tih elemenata formirali 4 profila jačine. Međutim, oni su time više izražavali konstituciju ispitanika nego njegovu fizičku snagu.

Da bi baš to odredio, *Goulène* je na te elemente dodao još obim trbuha, obim bicepsa, vitalni kapacitet, dinamometriju i određivanje otpora na težinu, pa tako dobio sledeće faktore (tablica 1):

##### 1) Indeks težine

$$I. T. = \frac{\text{telesna težina u kg} \times \text{obim grudnog koša u cm}}{\text{obim trbuha u cm}}$$

Vrednosti ovog indeksa variraju od 40–100.

##### 2) Indeks Spehl

$$\text{Spehl} = \frac{\text{vitalni kapacitet u ccm} \times \text{telesna težina u kg}}{\text{visina u cm}}$$

Vrednosti ovog indeksa se kreću između 700–2.000

Tablica 1.  
Tablica jačine po Goulèneu

Ocena	I. T.	Spehl	BI	D. Š.	D. R.	D. K.	O. T.	
Odličan	1	100	2000	< 35	< 60	< 90	< 180	79
Vrlo dobar	2	90	1800	33-34	55-60	75-90	156-180	66-78
Dobar	3	85	1500	31-32	46-54	61-74	141-155	56-65
	4	78	1350	29-30	41-45	40-60	126-140	41-55
Jedva dobar	5	70	1200	27-28	36-40	30-39	111-125	31-40
Prolazan	6	64	1100	26	30-35	21-29	96-110	24-30
	7	58	1000	25	25-29	14-20	81-95	15-23
Osrednji	8	51	900	24	20-24	9-13	60-80	9-14
Slab	9	45	800	23	15-20	5-8	40-59	6-8
Vrlo slab	10	40	700	> 23	> 15	> 5	> 40	< 6

3) *Obim bicepsa (Bi)* predstavlja srednju vrednost kontrahiranih bicepsa, izmerenu na obim podlakticama. Vrednosti ovog indeksa se nalaze između 23-35.

4) *Dinamometrijski indeks šaka (D. Š.)* sastoji se od vrednosti koje se dobijaju stezanjem dinamometra na pero, svakom šakom pojedinačno i izračunavanjem srednje vrednosti, koja se kod Goulènea kreće od 15-60.

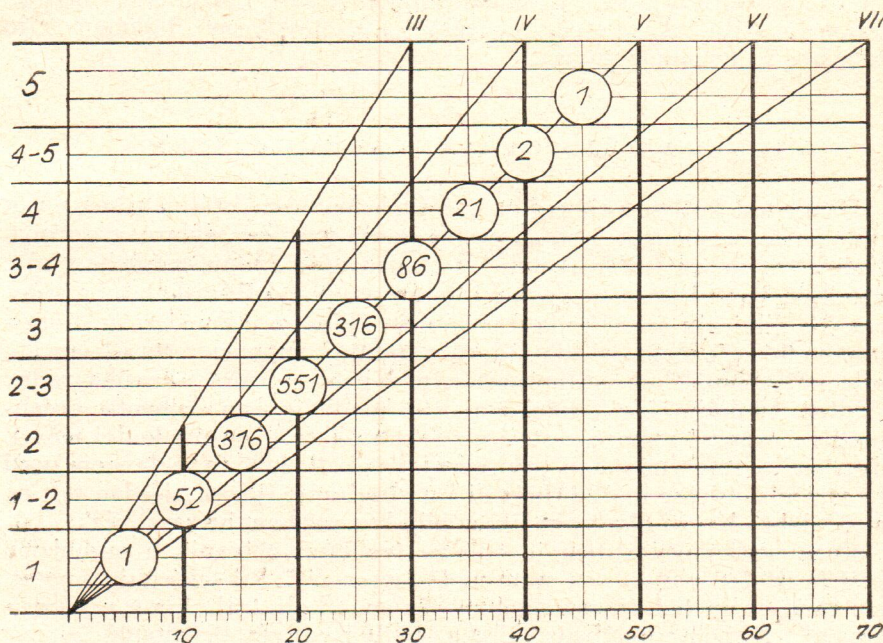
5) *Dinamometrijski indeks ramenog pojasa (D. R)* se dobija ako ispitanik razvlači dinamometar uspravljenog tela (postupak će biti kasnije opisan) s vrednostima od 5-90.

6) *Dinamometrijski indeks lumbalnog pojasa (D. K.)* se takođe dobija ako ispitanik razvlači dinamometar pri nagnutom položaju tela (opis u daljem tekstu) i vrednosti 40-180.

7) *Otpor na težinu (O. T.)* je test koji, zbog uloge statičkog rada pri izvođenju, pokazuje izdržljivost ispitanika za vreme dok u ispruženim rukama drži teret (detaljan opis sledi). Vrednosti se kreću od 6-79.

Rezultati svakog pojedinog indeksa su svrstani u 10 kategorija s odgovarajućim ocenama od 1 (odličan) do 10 (vrlo slab). Zbog izvesnih nesrazmera za levu i desnu ruku uzimaju se srednje vrednosti za obim bicepsa i dinamometrijski indeks šaka. Vrednosti navedenih indeksa se odnose samo na muškarce.

Pojedinačne ocene se sabiraju i konačan zbir, kao broj bodova, nanese se na nomogram (sl. 1). Spajanjem odgovarajućeg broja na apscisi sa jednom od dijagonalnih linija na nomogramu (broj elemenata na dijagonalama odgovara broju korišćenih indeksa) dobija se rezultat koji označava ocenu fizičke snage, a sastoji se od broja koji se nalazi levo na ordinati. Ocena 1 je najbolja a ocena 5 najlošija.



Sl. 1. Nomogram prema Goulèneu i distribucija pregledanih osoba kod ocene snage iz pet elemenata (brojevi u kružicama u pravcu U). Broj postignutih bodova se očitava na apscisi i kod očitovanja označi na pravcu U, a ocena fizičke snage očitava se kao odgovarajuća vrednost na skali ordinate (raspon od 1 do 5)

Primeri:

I. T. = 72 - ocena 5  
 Spehl = 1.400 - ocena 4  
 Bi = 30 - ocena 4  
 D. Š. = 43 - ocena 4  
 O. T. = 39 - ocena 5

22

Ocena fizičke snage 2-3

I. T. = 66 - ocena 6  
 Spehl = 1.170 - ocena 5  
 Bi = 27 - ocena 5  
 D. Š. = 36 - ocena 5  
 D. R. = 28 - ocena 6  
 D. K. = 120 - ocena 6  
 O. T. = 20 - ocena 7

40

Ocena fizičke snage 3-4

Simonin saopštava »da je ta metoda pokazala zadovoljavajuću tačnos kod 95% ispitanika«.

Broj elemenata (korišćenih indeksa) treba da bude 7, što je najpovoljnije, a može biti manji, ali ne ispod 3. Proverili smo u našoj praksi da rezultati nisu realni ako je broj elemenata manji od 5, i to zbog toga što svaki indeks predstavlja u minijaturi deo fizičke snage ispitanika. Mi

smo radili testiranja sa 5 elemenata: indeks težine, Spehl, obim bicepsa, dinamometrija šaka i otpor na težinu, a izostavili smo dinamometriju ramenog i lumbalnog pojasa.

#### OCENA KARDIOVASKULARNOG SISTEMA

Drugi test koji se primenjuje pri funkcionalnim ispitivanjima naših radnika je Schelongov test, za ocenu stanja kardiovaskularnog sistema. Naime, za dobru fizičku kondiciju i adekvatnu radnu sposobnost nije dovoljna samo fizička snaga već i dobro stanje kardiovaskularnog sistema. To diktiraju uslovi rada u pogonima Železare u Smederevu, s obzirom na to da je malo fizičkih radova u kojima komponenta statičkog rada nije najvećim delom zastupljena a pod nekomfortnim uslovima radne sredine. Međutim, između dobre fizičke kondicije, kao elementa sposobnosti za napor, i napora postoji niz faktora kao što su prethodni uslovi, dispozicija, rezervne snage, priprema i drugi (4). Iako to, uglavnom, važi za sam rad, isto se može primeniti i na testiranje, jer se nijedan test ne može dobro izvesti ako ispitanik, iz bilo kog razloga, ne saraduje.

Kardiovaskularni sistem je odličan regulator zbivanja u organizmu koji je izložen naporu, pa se to može i proceniti. Pri testiranju smo se, u stvari, služili jednom varijantom Shelonga koja traje kraće nego originalni test (dobro uvežbana ekipa ga može izvesti za 10 minuta). Zamor je izvođen vremenski i tehnički, kao kod Masterova two-step testa, zbog poznatog energetskeg utroška pri zamoru. Test je imao zastupljene elemente: krvni pritisak, frekvenciju pulsa i disanja kao ekvivalente pri ležanju, stajanju, odmah posle zamora i 1, 2, 3 i 5 minuta posle zamora. Ta se metoda mnogo i često primenjuje pri funkcionalnim ispitivanjima na Institutu za medicinu rada u Beogradu.

Originalni Schelongov test se sastoji u prvoj etapi od određivanja arterijske tenzije, frekvencije pulsa i disanja kod ležanja, zatim kod stajanja pa opet kod ležanja – nekoliko puta uzastopce u toku 3–10 minuta. Uzima se u obzir koliko je povećanje u toku stajanja i koliko vremena prođe da se vrednosti pri ležanju vrate na početne. U drugoj etapi se odrede svi elementi pri ležanju, a onda se ispitanik zamara čučnjevima ili hodom uz stepenice, a zatim se određuju TA, frekvencija pulsa i disanja u ležećem položaju odmah posle zamora, posle 3, 5, 7 i 10 minuta (5).

Varijabilnost arterijske tenzije u raznim položajima i pri naporima, odnosno pri zamoru, koristi se pri evaluaciji testiranih vrednosti.

Poznato je da sila, volumen krvi, veličina i elastičnost krvnih sudova određuju brzinu pada tenzije prilikom prolaza kroz artero-venski sistem, pa se već na osnovu toga može dati izvestan zaključak o kvalitetu vaskularnog sistema.

Za *arterijsku tenziju* se, normalnim vrednostima, smatra 110–140 mmHg za sistolni pritisak a 70–90 mmHg za dijastolni (6). Nizak sistolni pritisak govori o slabosti i neefektivnosti srčanog mišića, ali i o tome da

postoji znatno proširenje malih arterija i kapilara a kod dobrog srčanog mišića. Dijastolni pritisak je indeks stanja tonusa krvnih sudova; nizak je znak slabog tonusa a visok znak smanjene elastičnosti velikih krvnih sudova. Ako poraste periferni otpor, zbog sušenja malih krvnih sudova u većem području, dolazi do porasta arterijske tenzije, pa to treba imati na umu ako se ovaj porast nađe pri testiranju (tablica 2).

Tablica 2.

*Krvni pritisak kod ležanja, stajanja, posle zamora*

	Ležanje		Stajanje		Posle zamora	
	Vrednosti u mm HG	Broj osoba	Razlika u mm HG	Broj osoba	Razlika u mm HG	Broj osoba
TA max	101-110	34	Isto	38	Isto	6
	111-120	105	+5-10	121	+31-40	136
	121-130	69	+11-20	54	+41-50	52
	131-140	33	+21-30	26	+51-60	40
	140 i više	10	+31-40	6	+61-70	17
			- 5-10	4		
		-11-20	2			
	Ukupno	251	Ukupno	251	Ukupno	251
TA max	0	2	Isto	47	Isto	51
	61-70	122	+ 5-10	98	+ 5-10	44
	71-80	77	+11-20	58	+11-20	12
	81-90	43	+21-30	17	+21-30	5
	91-100	7	+31-40	4	+31-40	1
			- 5-10	22	- 5-10	58
			-11-20	5	-11-20	28
					-21-30	17
					-31-60	19
					-61-90	16
	Ukupno	251	Ukupno	251	Ukupno	251

Normalan nalaz arterijske tenzije kod stajanja je da sistolni pritisak *ostaje isti ili raste do 15 mm Hg*, dijastolni *ostaje isti ili neznatno poraste*. Patološka odstupanja su:

- sistolni pritisak pada više od 15 mm Hg uz porast dijastolnog (hipotoni poremećaj regulacije);
- sistolni i dijastolni pritisak padaju (hipodinamski poremećaj regulacije);
- sistolni i dijastolni pritisak rastu (hipertoni poremećaj regulacije) (2, 6).

Pri umerenom radu od 350–600 kgm/min., kod ispitanika se, u početku rada, diže sistolni pritisak ali se i posle održava na istom nivou (steady state), dok se dijastolni kreće paralelno sa sistolnim. Pri teškom radu iznad 600 kgm/min., u početku se povećava i sistolni i dijastolni pritisak. Zatim sistolni i dalje raste do određene visine a dijastolni opada (1, 5).

Kod netrenirane osobe, pri umerenom radu, sistolni pritisak se povećava ali se ne održava na istom nivou nego opada, čak i ispod početnih vrednosti. Dijastolni se diže manje od sistolnog a zatim pada više od sistolnog (5).

Posle zamora sistolni pritisak normalno *raste* za 40–70 mm Hg a dijastolni *ostaje isti ili varira* za  $\pm 10$  mm Hg. Patološka odstupanja su:

- sistolni pritisak raste a dijastolni pada više od 20 mm Hg (abnormalno proširenje perifernih krvnih sudova);
- sistolni ostaje isti a dijastolni pada više od 20 mm Hg (poremećaj regulacije kao posledica nedovoljnog prilagođavanja perifernih krvnih sudova);
- sistolni sporo raste ili opada a dijastolni raste više od 15 mm Hg (izrazito povišenje perifernog otpora);
- sistolni i dijastolni pritisak padaju (nedovoljno prilagođavanje perifernih krvnih sudova). To su važnija patološka odstupanja koja treba evidentirati (2, 4, 6).

*Puls* je drugi elemenat Schelongova testa, koji se posmatra pri izvođenju testa. Normalne vrednosti se kreću od 70–80 otkucaja u minuti, iako na frekvenciju pulsa utiču mnogi faktori (tablica 3). Kod prelaza iz ležećeg u stojeći položaj frekvencija *se penje*, i ako to povećanje ide do 10 onda je to znak dobre kondicije (Cramptonov indeks), ali ni veće vrednosti do 40 nisu znak patološkog stanja (6, 7). Posle zamora frekvencija pulsa *naraste* i do 60 otkucaja u odnosu na početne vrednosti. Patološko odstupanje je onda ako frekvencija pulsa naraste više od 60 u odnosu na početne vrednosti i znak je neurolabilnosti srca (2). Jedan minut iza zamora frekvencija pulsa naglo padne blizu početne vrednosti ili čak na početnu vrednost (dejstvo vagusa).

Frekvencija *disanja* nema neke direktne veze s ocenjivanjem rezultata pulsa i tenzije, pri izvođenju Shelongova testa, no daje uvid u eventualnu latentnu respiratornu insuficijenciju, odnosno poremećaj plućne ventilacije. Normalne vrednosti su u miru 16–18 udisaja na minut, pri



Tablica 3.  
Urednosti frekvencije pulsa i disanja

	Ležanje		Stajanje		Posle zamora	
	Frekvencija u min.	Broj osoba	Razlika F/min.	Broj osoba	Razlika F/min.	Broj osoba
Puls	51-60	71	nepro- menjeno	-	nepro- menjeno	1
	61-70	100	+ 1-10	101	+11-20	74
	71-80	60	+11-20	110	+21-30	103
	81-90	17	+21-30	25	+31-40	60
	91-100	3	+31-40	9	+41-50	13
			+41-50	1		
	- 1-10	5				
Ukupno	251	Ukupno	251	Ukupno	251	
Disanje	13-15	14	nepro- menjeno	81	nepro- menjeno	45
	16-18	137	+2- 4	103	+2- 4	137
	19-21	66	+5- 7	4	+5- 7	35
	22-24	30	+8-10	1	+8-10	16
	25-27	4	-2- 4	62	-2- 4	17
			-5- 7	-	-5- 7	1
	-8-10	-	-8-10	-		
Ukupno	251	Ukupno	251	Ukupno	251	

stajanju se frekvencija *ne menja* ili se neznatno smanjuje zbog povećane amplitude disajnih pokreta. Posle zamora se frekvencija *povećava* za 10-15 udisaja na minut, u odnosu na početne vrednosti (tablica 3). Patološki nalaz je ako povećanje iznosi preko 15 udisaja ili se pojave znaci dispneje.

#### TEHNIKA IZVOĐENJA TESTOVA

Test za ocenu fizičke snage se primenjuje u Železari u Smederevu uglavnom na novoprmljenim radnicima od kojih najveći broj treba da radi teške fizičke poslove. S obzirom na veliku spoljnu fluktuaciju, bilo je mogućnosti a i dovoljan broj ispitanika za ovaj test, pa je testiranju podvrgnuto 1.347 radnika u periodu od 1958-1963. godine.

Distribucija radnika, po dobnim grupama, bila je sledeća: 16–20 godina 219 radnika, 21–25 godina 559 radnika, 26–30 godina 302 radnika, 31–35 godina 159 radnika, 36–40 godina 60 radnika i preko 40 godina 48 radnika. Prosečna starost radnika je 25,9 godina.

Postupak pri testiranju je sledeći: Odredi se visina ispitanika na visinomeru, težina na decimalnoj vagi, izmeri obim grudnog koša (u srednjem položaju) preko mamila, zatim obim trbuha preko pupka i odredi vitalni kapacitet. Posle toga se centimetrom izmeri obim bicepsa prvo na desnoj a onda na levoj nadlaktici (u kontrahiranom položaju ruke) preko najistaknutije tačke. Zabeleži se srednja vrednost za obe ruke. Zatim ispitanik uzima dinamometar i steže ga samo jedanput, prvo desnom a odmah zatim i levom šakom. Opet se uzima srednja vrednost za obe šake. Onda ispitanik uzima, za rastezanje pripremljen, dinamometar u ruke ispružene ispred sebe, lako se nagne unazad i snažno ga razvuče samo jedanput. Tako se odredi vrednost za rameno-ledne mišiće. Zatim ispitanik sastavi pete, sagne se napred otprilike do horizontale sa dinamometrom u rukama, koji je postavljen u sagitalni položaj. U tom sastavu rasteagne dinamometar samo jedanput. Tako se odredi vrednost za mišiće lumbalnog pojasa. Najzad se ispitanik postavi u stav mirno, ispruži ruke horizontalno napred i u šake dobije dve kugle – svaka po 5 kg. Njegova dužnost je da što duže drži te kugle, ne sme da savija ruke u laktu niti da ih spušta a isto tako ni da nagine telo unazad. Štopericom se meri vreme u sekundama sve dotle dok ispitanik drži ruke vodoravno. Na taj način se dobija vrednost otpora na težinu. Posle toga se ispitanik odmara. Iz vrednosti somatometrijskih merenja se izračunava indeks težine, kao i Spehlov indeks, prema napred opisanim formulama, pa te i ostale rezultate treba upisati u obrazac.

Tablica 4.

*Biometrijski profil ispitanika*

(Obrazac 2.)

		Prema indeksu	Nađena vrednost
Idealna težina	$P_D$	63,3	64,4
Konstitucija	$P_X$	do 20 21–30 preko 31	15,9
Uhranjenost	$Q_X$	2,2–2,4	2,2
Razvijenost	$S_X$	25	23,7
Somatotip	$S_H$	11,2–12,4 12,5–13,6 13,7–14,8	13,2

Kad smo dobili sve vrednosti, onda ih, svrstane prema Goulèneovim kategorijama, ocenimo a zbir ocena (broj bodova) nanesimo na nomogram iz koga pročitamo ocenu fizičke snage.

Posle ovih radnji pristupamo određivanju biometrijskog profila ispitanika (tablica 4), pa se oslanjamo na sledeće metode (8, 9):

1) *Idealna težina* po M. Demoleu:

$$P_D = (T - 100) - \frac{(T - 150)}{4} + \frac{(A - 20)}{4}$$

T = telesna visina  
u centimetrima  
A = godine starosti

Ta formula se primenjuje samo na muškarce u dobi od 20–50 godina.

2) *Konstitucija* po Pignetovu indeksu:

$$P_x = \text{visina u cm} - (\text{obim grudnog koša u cm} + \text{težina u kg}).$$

Vrednosti do 20 označavaju jaku konstituciju, od 20–30 srednju, a preko 31 slabu konstituciju.

3) *Uhranjenost* po indeksu Quetelet (modifikacija Davenport–Kaup):

$$Q_x = \frac{\text{telesna težina u g}}{(\text{visina u cm})^2}$$

Normalne vrednosti su 2,2–2,4.

4) *Razvijenost* po Lorenzovu spiroindeksu:

$$S_x = \frac{\text{vitalni kapacitet u ccm}}{\text{visina u cm}}$$

Normalna vrednost je 25.

5) *Somatotip* po Sheldonovu indeksu:

Sh = količnik iz telesne visine izražene u palcima (1 palac = 2,5 cm) i kubnog korena telesne težine izražene u engleskim livrama (1 livra = 0,458 kg). Mesto izračunavanja indeksa postoji nomogram (8) pomoću koga se može dobiti rezultat. Vrednosti se kreću u granicama 11,2–12,4 za endomorfni tip; 12,5–13,6 za mezomorfni tip i 13,7–14,8 za ektomorfni tip.

Sve nađene vrednosti se upisuju u obrazac i na osnovu toga se određuje biometrijski profil ispitanika. Na ovaj način smo obradili ispitanika i dobili značajne elemente koji odlučuju o mišićnoj vrednosti i sposobnosti radnika za teške fizičke poslove. Naravno, ako se radi o teškom fizičkom poslu u vrućoj sredini, onda prioritet treba dati radnicima nižeg rasta i slabije uhranjenim, pored zadovoljavajućih rezultata kod ocene fizičke snage. Ovo zbog toga što je u njih površina manja a samim tim

i bolja regulacija svih odnosa između proizvedene toplote u telu i spoljne sredine. Takvi radnici bolje podnose rad u vrućoj sredini od korpulentnih i visokih radnika, a manje trpe od uticaja radijacione toplote.

Tablica 5.  
Normalan nalaz kod Schelongovog testa

(Obrazac)

	TA	P'	R'
Ležanje	180/80	78	16
Stajanje	120/90	86	14
Odmah po zamoru	185/90	130	28
Posle 1'	160/90	85	26
Posle 2'	145/85	84	22
Posle 3'	130/80	80	19
Posle 5'	120/80	78	16

Trajanje zamora 90 sek.

Legenda: TA = arterijski pritisak u mm Hg

P' = frekvencija pulsa u minuti

R' = frekvencija disanja u minuti

Kod Schelongova testa ispitanik se prvo odmara ležeći 15 minuta i priprema za testiranje. Po isteku vremena izmeri mu se još u ležećem stavu arterijska tenzija, broji puls i udisaje za vreme od 30 sekundi, uz upotrebu štoperice, i rezultati pomnoženi sa dva se upišu u obrazac (tablica 5). Onda ispitanik ustane i odmah po ustajanju se obave ista merenja. Posle toga se ispitanik podvrgne zamoru. Uz ritam metro-noma (jedno penjanje i jedno skidanje koje traje 1 sekund, s postolja visokog 45,72 cm) zamara se ispitanik u toku 90 sekundi. Još bolje je ako se zamor izvodi na bicikl-ergometru. Vreme se meri štopericom, a rad koji se tom prilikom izvrši iznosi 8,5 kal/min. Po isteku vremena zamaranja, ispitanik odmah legne i odmah se izmeri tenzija, frekvencija pulsa i disanja. Ista merenja se ponavljaju posle 1, 2, 3 i 5 minuta kad sve vrednosti treba da se vrate na početne. Za sve to vreme ispitanik leži. Ukoliko se vrednosti tenzije, pulsa i disanja vrate na početne pre ili najkasnije za 5 minuta, smatra se da je kardiovaskularni sistem ispitanika u dobroj kondiciji. Ako se vrednosti ne vrate u roku od 5 minuta, stanje njegova kardiovaskularnog sistema ne zadovoljava, računajući da je izvođenje testa bilo egzaktno.

Odmah moramo napomenuti da Schelongovu testu mora da prethodi iscrpan klinički, elektrokardiografski i radioskopski pregled srca, jer sam test odnosno zamor može da provocira latentni anginozni napad. Kod makakve sumnje na koronarnu insuficijenciju ovaj test je apsolutno kontraindiciran.

Primeri patoloških nalaza kod Shelongova testa:

	ležanje	stajanje	odmah po zamoru
- normalan nalaz	125/80	125/90	185/90
- hipotoni poremećaj regulacije	130/70	110/85	—
- hipodinamski poremećaj regulacije	125/75	105/65	—
- hipertoni poremećaj regulacije	120/70	140/90	—
- abnormalno proširenje periferije	125/75	—	170/0
- poremećaj zbog nedovoljnog prilagođavanja periferije	118/75	—	118/0
- izrazito povišenje perifernog otpora	125/70	—	170/95
- nedovoljno prilagođavanje periferije	120/80	—	110/50

Ovaj test se primenjuje u Železari u Smederevu više od godinu dana i obuhvatio je 251 novoprimitljenog radnika. Taj broj nije dovoljan da bi se mogli doneti određeni zaključci u pogledu vrednosti samog testa ali je sasvim dovoljan da se može proceniti stanje kardiovaskularnog sistema testiranih. Testiranju su podvrgnuti ispitanici oba pola (229 muškaraca i 22 žene), radnici (195) kao i službenici (56). U dobnoj grupi 16–20 godina je bilo 35 radnika, 21–25 godina 115 radnika, 26–30 godina 50 radnika, 31–35 godina 33 radnika, 36–40 godina 11 radnika i preko 40 godina 7 radnika. I ovde su većinom zastupljeni mladi radnici, prosečne starosti 25,8 godina. Najveći broj ispitanika (228 ili 90,8%) je podneo zamor u trajanju od 90 sekundi a samo mali broj (23 ili 9,2%) je svojevolumeno prekinuo zamaranje, i to zbog već opisanih abnormalnosti; to je utvrđeno pregledom rezultata testova. Trajanje testa je u većem broju slučajeva (164 ili 65,3%) bilo do 5 minuta a u manjem broju (87 ili 34,7%) duže od 5 minuta.

#### REZULTATI

Iz objektivnih razloga nećemo da prikazujemo sva obimna statistička izračunavanja, iako je statistička masa i njena distribucija bila vrlo velika, pa ćemo zato rezultate da iskažemo što je moguće jednostavnije. Svi slučajevi su bili prikupljeni metodom registracije, kao 100% sistematski uzorak, i svrstani u grupe i intervale grupa. Iz takve statističke mase smo izračunali srednje vrednosti pa smo za to upotrebili aritmetičku sredinu i modnu vrednost. Pored toga smo izračunali za svaku grupu i standardnu devijaciju, standardnu grešku i koeficijent varijacije, ali ih ne možemo

uzeti kao objektivni statistički dokaz zbog toga što su njihove vrednosti dobijene na osnovu srednjih vrednosti *intervala*, pa se ne možemo pouzdati u njihovu tačnost. No, ipak nam te vrednosti mogu uglavnom projicirati sliku kakva je homogenost grupa i orijentisati kakve su distributivne varijacije.

Kod ocene fizičke snage, modne vrednosti za somatometrijske podatke grupe od 1.347 ispitanika su bile (tablica 6):

— telesna visina	166– 170 cm	kod 419 ispitanika
— telesna težina	61– 65 kg	kod 359 ispitanika
— obim grudnog koša	86– 90 cm	kod 505 ispitanika
— obim trbuha	71– 75 cm	kod 477 ispitanika
— vitalni kapacitet	3600–4000 ccm	kod 437 ispitanika
— indeks težine	64– 70	kod 579 ispitanika
— Spehlov indeks	1350–1500	kod 597 ispitanika
— obim bicepsa	29– 32	kod 757 ispitanika
— dinamometar šaka	41– 54	kod 775 ispitanika
— otpor na težinu	41– 65	kod 592 ispitanika
— ocena fizičke snage	2– 3	kod 551 ispitanika
— dobne grupe	21– 25	kod 559 ispitanika

Iz ovoga se može videti da najbolje rezultate u grupi ima prosečno 40,83% ispitanika.

Prosečne vrednosti iste grupe su bile:

— telesna visina . . . . .	169,7 cm
— telesna težina . . . . .	64,4 kg
— obim grudnog koša . . . . .	84,4 cm
— obim trbuha . . . . .	75,6 cm
— vitalni kapacitet . . . . .	4.020,5 ccm
— indeks težine . . . . .	75,5
— Spehlov indeks . . . . .	1.533,0
— obim bicepsa . . . . .	29,3
— dinamometar šaka . . . . .	42,8
— otpor na težinu . . . . .	41,7
— ocena fizičke snage . . . . .	2–3
— godine starosti . . . . .	25,9

Te vrednosti, kao aritmetičke sredine, nalaze se sadržane u granicama intervala koji predstavljaju modnu vrednost; najveći broj se nalazi blizu gornje granice intervala ili neznatno iznad nje a manji broj se nalazi blizu donje granice, ali opet u okviru intervala.

Tablica 6.  
 Somatometrijski podaci

Visina		Težina		Obim grudi		Obim trbuha		Obim bicepsa	
Cm	Broj osoba	Kg	Broj osoba	Cm	Broj osoba	Cm	Broj osoba	Cm	Broj osoba
151-155	12	do 50	24	71-75	2	61-65	24	do 23	16
156-160	87	51-55	111	76-80	43	66-70	134	24-25	49
161-165	238	56-60	305	81-85	245	71-75	477	26-28	423
166-170	419	61-65	359	86-90	505	76-80	456	29-32	757
171-175	348	66-70	291	91-95	402	81-85	160	33-35	102
176-180	172	71-75	145	96-100	119	86-90	52		
181-185	56	76-80	62	101 i više	31	91 i više	44		
185 i više	15	81 i više	50						
<b>Ukupno</b>	<b>1347</b>	<b>Ukupno</b>	<b>1347</b>	<b>Ukupno</b>	<b>1347</b>	<b>Ukupno</b>	<b>1347</b>	<b>Ukupno</b>	<b>1347</b>

Vitalni kapacitet, Spehlov i težinski indeks, otpor na težinu i dinamometrija

Vitalni kapacitet		Spehlov Indeks		Težinski indeks		Otpor na težinu		Dinamometar šaka	
Cm	Broj osoba	Vrednost	Broj osoba	Vrednost	Broj osoba	Sec.	Broj osoba	Kg	Broj osoba
2100-2500	6	700-800	7	51-58	61	do 8	8	20-29	20
2600-3000	75	900-1000	63	64-70	579	9-23	131	30-40	502
3100-3500	214	1100-1200	214	78-85	574	24-40	545	41-54	775
3600-4000	437	1350-1500	597	90-100	119	41-65	592	55-60	50
4100-4500	340	1800-2000	342	100 i više	14	66-79	71		
4600 i više	275	2000 i više	124						
<b>Ukupno</b>	<b>1347</b>	<b>Ukupno</b>	<b>1347</b>	<b>Ukupno</b>	<b>1347</b>	<b>Ukupno</b>	<b>1347</b>	<b>Ukupno</b>	<b>1347</b>



Budući da je najveća vrednost frekvencije u statističkom nizu modna vrednost, a vrednost aritmetičke sredine zavisi od svih opservacija u nizu, možemo zaključiti da su navedeni rezultati blizu najboljih vrednosti kod ispitanika.

Mere disperzije su orijentaciono pokazale da nije bilo velikog odstupanja od aritmetičke sredine, tj. masa je bila homogena u svim grupama osim vitalnog kapaciteta, indeksa težine, Spehlova indeksa, otpora na težinu i dobnih grupa, gde su nađene znatnije varijacije.

Tablica 7.

*Promene arterijskog krvnog pritiska, frekvencija pulsa i frekvencija disanja kod Schelongovog testa*

		Bez promjene		Povećanje		Smanjenje	
		Broj osoba	%	Broj osoba	%	Broj osoba	%
Stajanje	TA max	38	15	207	82	6	3
	TA min	47	19	177	70	27	11
	Puls	—	—	246	98	5	2
	Disanje	81	32	108	43	62	25
Po zamoru	TA max	6	3	245	97	—	—
	TA min	51	20	62	25	138	55
	Puls	1	0,4	250	99,6	—	—
	Disanje	45	18	188	75	18	7

Kod Schelongova testa, primenjujući statističke metode kao i kod ocene fizičke snage, dobili smo rezultate prikazane na tablicama 2, 3, 7. Modne vrednosti grupe od 251 ispitanika su:

ležanje	TA max	110–120 mm Hg kod 105 ispitanika
	TA min	61– 70 mm Hg kod 122 ispitanika
	frekvencija pulsa	61– 70 / min kod 100 ispitanika
	frekvencija disanja	16– 18 / min kod 137 ispitanika
stajanje	TA max (povećanje)	5– 10 mm Hg kod 121 ispitanika
	TA min (povećanje)	5– 10 mm Hg kod 98 ispitanika
	frekvencija pulsa (poveć.)	11– 20 / min kod 110 ispitanika
	frekvencija disanja (pov.)	2– 4 / min kod 103 ispitanika

po zamoru	TA max (povećanje)	30– 40 mm Hg kod 136 ispitanika
	TA min (smanjenje)	5– 10 mm Hg kod 58 ispitanika
	frekvencija pulsa (poveć.)	21– 30 / min kod 103 ispitanika
	frekvencija disanja (poveć.)	2– 4 / min kod 137 ispitanika

Iz toga se može videti da najbolje rezultate u grupi ima prosečno 40,23% ispitanika.

Prosečne vrednosti grupe su bile:

ležanje	TA max	120,7 mm Hg
	TA min	76,3 mm Hg
	frekvencija pulsa	66,7 / min
	frekvencija disanja	18,4 / min
stajanje	TA max (povećanje)	12,6 mm Hg
	TA min (povećanje)	13,7 mm Hg
	frekvencija pulsa (povećanje)	14,0 / min
	frekvencija disanja (povećanje)	3,1 / min
po zamoru	TA max (povećanje)	42,8 mm Hg
	TA min (smanjenje)	24,5 mm Hg
	frekvencija pulsa (povećanje)	25,9 / min
	frekvencija disanja (povećanje)	4,0 / min

Na osnovu toga se može zaključiti da su nađene vrednosti svih elemenata kod Schelongova testa u granicama normale. S obzirom na podatak da se kod umerenog fizičkog rada dijastolni pritisak diže skoro paralelno sa sistolnim, nije sasvim jasno zašto je kod naših ispitanika dijastolni pritisak u proseku smanjen posle zamora. To bi trebalo posebno ispitati.

Inače, statistička ocena nađenih vrednosti je identična onoj kod testiranja fizičke snage. Disperzione metode su pokazale da ta grupa nije tako homogena kao prethodna, pa iako je prosečno odstupanje svakog člana u grupi od aritmetičke sredine bilo relativno malo – varijabilnosti između njih su bile velike.

#### DISKUSIJA

Komentarišući rezultate testa za ocenu fizičke snage došli smo do sledećih podataka:

1. Prema godinama starosti je povoljno što je najveći broj radnika u najboljem životnom i produktivnom dobu.
2. Nađena vrednost telesne težine je nešto viša od vrednosti idealne težine.

3. Razvijenost ispitanika je nešto slabija.
4. Uhranjenost je vrlo dobra jer se podudara s normalnim vrednostima indeksa.
5. Somatotip po Sheldonu odgovara mezomorfnom tipu.
6. Jaka konstitucija je obeležje većine ispitanika.
7. Indeks težine, Spehlov indeks, obim bicepsa, dinamometrija šaka i otpor na težinu se nalaze u gornjoj polovini tablice jačine po Goulèneu, a one označavaju vrlo dobre i odlične rezultate. Ocena fizičke snage reprezentuje dobro mogućnosti za napor i dobru radnu sposobnost ispitanika.

Nadovezujući podatke Schelongova testa našli smo sledeće:

1. Pri ležanju je prosečna vrednost za sistolni i dijastolni pritisak 120,7 / 76,3 mm Hg; za puls 66,7 otkucaja u minuti i 18,4 udisaja na minut.

2. Prilikom stajanja je došlo do povećanja svih elemenata u proseku kod 187 (74,5%) ispitanika.

3. Posle zamora je, sem dijastolnog pritiska, došlo do povećanja ostalih elemenata u proseku kod 228 (90,8%) ispitanika.

4. Pri stajanju je normalan nalaz nađen kod 214 ispitanika (85,3%), hipotoni poremećaj regulacije kod 5 (1,9%), a hipertoni poremećaj regulacije kod 32 (12,8%).

5. Posle zamora je normalan nalaz nađen kod 204 ispitanika (81,3%), abnormalno proširenje krvnih sudova kod 45 (17,9%), i to uglavnom kod onih koji su sami prekidali zamor, nedovoljno prilagođavanje perifernih krvnih sudova kod 1 (0,4%) i poremećaj regulacije kod 1 (0,4%) ispitanika.

Nađeni rezultati kod Schelongova testa su prikazali da je veoma velik broj onih koji su dobro podneli zamor, dali dobre rezultate a izražene abnormalnosti su uticale na donošenje zaključaka o stanju kardiovaskularnog sistema i radnoj sposobnosti testiranih.

Na osnovu rezultata oba testa, mogu se napraviti standardi za pojedina radna mesta i pojedine profile fizičkih radnika, koji bi mogli da posluže pri medicinskoj profesionalnoj selekciji.

Najvažnije iz svega napred navedenog je jednostavnost izvođenja testova za ispitivanje fizičke snage i kardiovaskularnog sistema s minimumom aparature i instrumenata a s dobrim mogućnostima za ocenu radne sposobnosti. Oba testa se dobro podnose a ispitanici su pokazali dovoljno inicijative za njihovo izvođenje i saradnju koja je obezbedila verne rezultate.

#### ZAKLJUČAK

Medicinskom profesionalnom selekcijom se postavljaju odnosi koje mora da ispunjava radnik ako treba da radi u uslovima koji zahtevaju i izdržljivost i fizičku snagu.

Da bi se precizirala biološka vrednost organa i organizma, neophodno je koristiti testove koji bi pokazali u kojoj meri se radna sposobnost ispi-

tanika uklapa u uslove rada. U vezi s time treba koristiti test za ocenu fizičke snage po Goulèneu i opisanu varijantu Schelongova testa za ocenu kardiovaskularnog sistema. Budući da se oba testa lako izvode, s minimumom aparata, preporučuju se za najširu praktičnu primenu.

Funkcionalnom ispitivanju fizičke snage je podvrgnuto 1.347 radnika, prema elementima iznetim u referatu. Težina ispitanika je nešto iznad idealne težine po M. Demoleu, razvijenost (Lorenzov spiroindeks) je nešto slabija, uhranjenost (Quetelet modifikacija Davenport-Kaup) je odlična, somatotip odgovara mezomorfnom prema Sheldonu, konstitucija je jaka (Pignetov indeks) a ostali elementi po Goulèneu su evaluirani kao vrlo dobri i odlični. Ocena fizičke snage je adekvatna dobroj radnoj sposobnosti.

Schelongovu testu je podvrgnut 251 radnik. Najveći broj je podneo dozirani zamor a samo mali broj je ranije prekinuo. Trajanje testa je u većem broju slučajeva bilo u određenom roku.

U miru su svi ispitanici imali arterijsku tenziju, frekvenciju pulsa i disanja u granicama normale. Pri stajanju je 85,3% ispitanika imalo normalan a 14,7% patološki nalaz. Posle zamora je 81,3% ispitanika imalo normalan a 18,7% patološki nalaz.

Na taj način je radna sposobnost ispitanika evaluirana prema kriterijumu: dobra mišićna vrednost + dobro stanje kardiovaskularnog sistema.

Daljim praćenjima ponašanja radnika u procesu proizvodnje ustanovljeno je da su oni, s malim izuzecima, ostali na prvobitnim radnim mestima bez želje da ih promene. To govori u prilog tome da je pravi radnik postavljen na pravo mesto.

#### Literatura

1. *Simonin, C.*: Médecine du travail, Paris, 1956, str. 804-837.
2. *Riedman, S.*: Fiziologija rada i športa, Zagreb, 1953.
3. *Zec, Z., Konforti, N.*: Ispitivanje snage mišića, Beograd, 1956.
4. *Lehman, G.*: Praktische Arbeitsphysiologie, I sv., München, 1961.
5. *Đuričić, I.*: Fiziologija kardiovaskularnog sistema, Medicina rada, Beograd, 1958, str. 131-144.
6. *Štraser, T.*: Ocenjivanje radne sposobnosti osiguranika obolelih od bolesti kardiovaskularnog sistema, Beograd, 1961, str. 36-55.
7. *Nikolić, B.*: Frekvencija pulsa i visina arterijskog pritiska kod omladinaca pre i posle telesnog naprezanja, Zbornik radova SAN, knj. XX, Institut za fiziologiju rada, knj. 1, 1953, str. 143.
8. *Simić, B.*: Higijena ishrane, Beograd, 1960, str. 220.
9. *Gavrilović, Ž.*: Biometrijski podaci i uticaj dvomesečnog rada na telesno stanje omladinaca sa radne akcije na Novom Beogradu, Zbornik radova SAN, knj. XX, Institut za fiziologiju rada, knj. 1, 1953, str. 123.
10. *Bujas, Z.*: Psihofiziologija rada, Zagreb, 1959.
11. *Đorđević, B., Antić, R.*: Novine u kardiologiji, Medicinska knjiga, Beograd, 1957.
12. *Bogdanović, P.*: Bolesti srca, Medicinska knjiga, Beograd, 1957.

*Summary*FUNCTIONAL TESTS FOR EVALUATION OF WORK  
CAPACITY IN PRACTICE

From a number of well-known methods in the field of functional examinations the author has selected and described two: one for evaluation of physical fitness and the other for evaluation of the cardiovascular system as regards adaptation to effort.

The author has considered both methods with regard to their application in factory health centers and other medical institutions dealing with the problem of evaluation of work capacity.

For evaluation of physical fitness Goulène's test has been used on 1.347 workers of the »Mines and Ironworks« enterprise in the town of Smederevo. The results obtained are presented indicating a new method for professional selection of employees.

The other, Schelong-test, has been used as complementary method for evaluation of work capacity and for examination of the adaptability of the cardiovascular system.

Besides the two tests mentioned a number of other tests has been applied to the same factory workers, but the author's intention has been to describe only those which are of practical importance for evaluation of work capacity of workers performing hard work in inadequate working conditions.

*Department of Occupational Medicine,  
General Hospital,  
Smederevo*

*Received for publication  
August 15, 1964*

