

SUBJEKTIVNO PROCJENJIVANJE UMORA

Z. BUJAS, Ž. PAVLINA, B. SREMEC, S. VIDAČEK
i M. VODANOVIĆ

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb

(Primljeno 9. III 1966)

Ispitalo se kako varira osjećaj umora u funkciji trajanja statičnog napora. Ispitanici su nakon statičnog napora različitog trajanja (30, 60, 90, 120, 150 i 180 sek) procjenjivali svoj stupanj umora na neograničenoj skali bez zadanog standarda. Na završetku ispitivanja na istim ispitanicima izvršeno je snimanje sumiranog EMG-a četiri aktivne mišićne skupine u toku od 180 sek jednakog statičnog napora.

Dobiveni rezultati pokazuju da subjektivne procjene umora u funkciji trajanja statičnog napora variraju u obliku blage sigmoidalne krivulje. Izgleda, kao da u početku statičnog napora ispitanici još ne osjećaju umor, dok kod najdužih statičnih napora do usporenja porasta osjećaja umora u funkciji trajanja statičnog napora dolazi zbog svojevrstnog artefakta. Čini se kao da ispitanici u toku pokusa i nehotice fiksiraju gornju granicu svojih procjena, što dovodi do nužnog smanjenja procjena što se više toj granici približuju. Zbog toga se može samo srednji dio prosječne krivulje izraziti potencijalnom funkcijom $\psi = 0,0048 (\Phi - 30'')^{1,54}$, gdje je ψ subjektivna veličina umora, Φ trajanje statičnog napora, a $30''$ predstavlja zamišljenu liminalnu vrijednost osjećaja umora.

Krivulja prosječnog sumiranog EMG-a ima sličan tok kao i prosječna procjena osjećaja umora u funkciji trajanja statičnog napora i može se izraziti analognom formulom $EMG = 0,0051 (\Phi - 30'')^{1,51}$. Naprotiv, među individualnim krivuljama pojedinih ispitanika nema nekog jasnog slaganja. Individualne krivulje sumiranog EMG-a pojedinih ispitanika jednako se toliko međusobno razlikuju koliko krivulje subjektivnih procjena umora.

Neposredni sudovi o tome da li je neki profesionalni rad naporan ili nije osnivaju se na osjećaju umora.

Kako je poznato, osjećaj umora je kompleksni doživljaj, koji uključuje različite somestetične osjete uz manje ili više izrazito čuvstvo nelagodnosti. U osjećaju umora odražava se struktura objektivnih promjena, do kojih je došlo u organizmu u toku intenzivnog ili dugotrajnog rada.

Osjećaj umora djeluje na motivaciju čovjeka koji radi i predstavlja određeni alarmni signal, koji potiče radnika da ili uspori tempo svoje

aktivnosti, ili da promijeni vrstu posla, ili da prekine rad radi odmaranja. Na taj način, u normalnim prilikama rada, osjećaj umora regulira u nekoj mjeri radni učinak, a ako dostigne visok stupanj neugode, radnik se u poslu osjeća neudobno, što može, ako se ponavlja dovesti i do trajnijeg pogoršanja stava radnika prema njegovu poslu.

Želimo li organizirati neki posao tako da on što manje umara, potrebno je, dakako, moći kontrolirati kako različiti uvjeti posla utječu na pojavu umora.

Za detekciju umora upotrebljavaju se dva glavna pristupa: 1. objektivni pristup, koji se sastoji u praćenju promjena u radnom učinku, odnosno koji se sastoji u fiziološkoj analizi promjena koje nastaju u organizmu u toku rada, i 2. subjektivno-fenomenološki pristup, koji se sastoji u kontroliranju kojom čestinom i u kojoj mjeri određeni posao dovodi do osjećaja umora.

Kako je poznato, u laboratorijskim uvjetima tzv. objektivni pristup dao je zanimljive rezultate, ali, osim u izuzetnim slučajevima, nije se pokazao uspješnim u ranoj detekciji umora u normalnim prilikama profesionalnog rada.

Glavni je razlog tome što profesionalni rad gotovo nikada ne dovodi do takvog stupnja umora, kod kojeg se javljaju jednoznačne i za umor specifične promjene u organizmu, a radni učinak može padati prije stvarne pojave umora, odnosno može se održavati na jednakoj razini dodatnim naporom, usprkos tome što se rad već vrši u prilikama umora.

U tom pogledu osjećaj umora redovno predstavlja osjetljiviji indikator određenog »pogoršanja« do kojeg je došlo u organizmu u odnosu na rad.

U poređenju s objektivnom detekcijom umora – kad bi ona bila moguća – subjektivno testiranje umora imalo bi neke nedostatke. Tako bi npr. jedna slaba strana subjektivnog procjenjivanja umora bila u tome, što nas ispitanik, ako za to ima razloga, može krivo informirati, tj. zanjekati da osjeća umor, iako je umoran, odnosno izjaviti da je umoran, iako tog osjećaja nema. Ipak, mogućnost da ispitanici namjerno netačno izvještavaju o svom umoru može se svesti na malu mjeru ispravnom uputom i obrazloženjem čemu takve procjene služe.

Nadalje, neki autori smatraju da su subjektivne procjene umora nepouzdate, jer su one pod znatnim utjecajem časovite motivacije ispitanika za posao. Ali, kako motivacija kod profesionalne aktivnosti zavisi dobrim dijelom od osjećaja umora, to oštro razlikovanje onoga što neki radnik »hoće« od onoga što »može« redovno nije opravdano.

Gotovo jedinu ozbiljnu poteškoću kod subjektivnog testiranja umora predstavlja *mjerjenje* stupnja umora. Pri istraživanju odnosa između subjektivnih znakova umora i različitih objektivnih karakteristika rada nije dovoljno da možemo ustanoviti da li neke prilike dovode ili ne dovode do umora uopće, nego je potrebno utvrditi i koliki je stupanj umora, koji doživljavaju radnici u određenim objektivnim prilikama rada.

Problemima mjerenja odnosa između tzv. psihičnih i fizičnih veličina bavi se psihofizika. Klasične metode psihofizike, koje se upotrebljavaju pri utvrđivanju odnosa između intenziteta podražaja i intenziteta osjeta, ne dolaze u obzir, jer je u području osjećaja umora gotovo nemoguće mjeriti diferencijalne limene i onda na osnovi broja diferencijalnih osjećaja umora procjenjivati intenzitet umora koji je izazvan određenim poslom.

Naprotiv, određivanje intenziteta osjećaja umora u zavisnosti od nekih bitnih objektivnih karakteristika posla (npr. opterećenja i trajanja) moglo bi se u načelu provesti postupcima subjektivne psihofizike.

Dva su glavna postupka subjektivne psihofizike: frakcioniranje i direktna procjena veličine.

Kod prvog postupka zadatak je ispitanika da određeni dio objektivnog kontinuuma podijeli u subjektivno podjednake intervale (subjektivna bisekcija objektivnih intervala, traženje određenog subjektivnog multipla ili frakcije zadanog objektivnog intenziteta).

Drugi postupak sastoji se u direktnim brojčanim procjenama doživljenog intenziteta, bilo da se takve procjene vrše na neograničenoj brojčanoj ljestvici, ili da se procjene osnivaju na određenom standardu koji odgovara fiksnom objektivnom intenzitetu, koji služi za uspoređivanje.

Spomenuti postupci mogu se relativno lako upotrijebiti pri prosuđivanju intenziteta osjeta, jer se osjeti, izazvani različito intenzivnim podražajima, mogu uspoređivati u bliskoj sukcesiji. Naprotiv, pri procjeni intenziteta osjećaja umora, koji su izazvani različito dugim ili različito teškim radovima, nužno mora između jednog i drugog doživljaja koji se uspoređuju proteći često dugi vremenski interval. Upravo je ta poteškoća, vjerojatno, razlog što do sada, koliko je nama poznato, nije bilo pokušaja da se konstruira neka partitivna skala, odnosno skala veličine za osjećaje umora.

U školi *S. S. Stevensa* – koja se specijalno i sistematski bavi subjektivnim ljestvicama – među osjetnim modalitetima, koji imaju neku vezu s osjećajem umora, ispitivani su samo osjeti »težine« i osjeti »snage«. Dircktno numeričko procjenjivanje osjeta težine, kad se kratkotrajno podižu utezi različite težine, odnosno uspoređivanje doživljaja snage stiska s podacima dinamometra, pokazalo je da ti odnosi slijede potencijalnu funkciju koja vrijedi i u drugim perceptivno-osjetnim područjima.

Na osnovi brojnih pokusa nalazi *S. S. Stevens* da odnos između psihične veličine ψ i fizične veličine Φ odgovara potencijalnoj funkciji $\psi = k \Phi^n$, gdje konstanta k zavisi od jedinica u kojima je izražena fizična veličina, dok eksponent n ukazuje na brzinu kojom raste psihična veličina u funkciji porasta fizične veličine. U području osjeta težine, nađeno je u *Stevensovoj* školi da eksponent n iznosi 1,45, a u

području osjeta snage stiska 1,7, a to pokazuje da u tim modalitetnim područjima intenzitet osjeta raste brže od porasta intenziteta podražaja (1, 2, 3, 4, 5).

Ispitivanja drugih autora u području osjeta težine pokazala su veliku varijabilnost vrijednosti eksponenta n , već prema eksperimentalnim prilikama i prethodnom iskustvu ispitanika (6, 7, 8).

Upotrebljavajući postupak frakcioniranja, *G. Borg* i *H. Dahlström* (9) pokušali su utvrditi subjektivnu ljestvicu osjeta napora. Ispitanicima je na bicikl-ergometru bilo zadano šest različitih opterećenja, kojima su oni, upotrebljavajući uređaj za regulaciju kočenja, morali naći polovične vrijednosti. Brzina okretanja pedala bila je konstantna, a rad je trajao svaki put 30 sekunda. Dobiveni rezultati mogli su se interpolirati pomoću potencijalne funkcije s prosječnim eksponentom $n = 1,6$, ali, da se izrazi odnos, bile su potrebne tri konstante. Formula je tako imala ovaj oblik: $R = c(S + a)^n$, gdje R znači subjektivnu procjenu snage, S stvarno upotrijebljenu snagu, dok su n , c i a konstante koje su značajno varirale od ispitanika do ispitanika.

Smatrajući da bi velike individualne razlike u vrijednosti eksponenta n mogle biti uvjetovane nejednakim tjelesnim sposobnostima ispitanika, *G. Borg* (10) je pokušao uzeti u obzir i individualni plafon osjeta, koji odgovara različitoj maksimalnoj snazi ispitanika. Ali i u tom slučaju razlike su u c i a konstantama bile znatne, a eksponenti n , za četiri ispitanika, varirali su od 1,63 do 2,79.

PROBLEM

Istraživanja *J. C. Stevensa* i *J. D. Macka*, te *G. Borga* i *H. Dahlströma* o tome kako se mijenja intenzitet osjeta napora, odnosno intenzitet osjeta snage u funkciji opterećenja ili stvarno proizvedene sile, ne predstavljaju ispitivanje odnosa između osjećaja umora i intenziteta ili trajanja određenog rada. Kratkotrajni napor ili momentana snaga stiska mogu biti i relativno veliki, a da ipak ne dovedu do osjećaja umora. Osim toga, i kad bi se odnosi između intenziteta osjećaja umora mogli izraziti nekim suvislim nizom brojeva, ostaje pitanje valjanosti pa time i praktične upotrebljivosti takvih procjena. Zbog toga smo odlučili da u sklopu problema koje nameće subjektivno prosuđivanje umora ispitamo:

1. da li se na osnovi procjena ispitanika o stupnju umora može utvrditi neki pravilan odnos između tih procjena i trajanja rada, i
2. kolika je valjanost takvih procjena.

METODIKA

Na prvo pitanje moglo bi se pokušati odgovoriti tako da se provjeri kolika je dosljednost subjektivnih procjena istog ispitanika i kolika je suglasnost među različitim ispitanicima. Ako je osnovni oblik odnosa između subjektivnih procjena umora i trajanja rada više ili manje jednak kod istog ispitanika pri uzastopnom testiranju, i ako se različiti ispitanici između sebe približno slažu po tipu tog odnosa, onda bi se i procjene mogle u tom pogledu smatrati koherentnima.

Uz takvo provjeravanje interkoherencije i intrakoherencije procjena, koje su dobivene istom tehnikom procjenjivanja, mogli bi se varirati i postupci procjenjivanja (procjene na ograničenoj i na neograničenoj skali, procjene s modulusom ili bez modulusa, kategorijalne procjene, grafička globalna deskripcija razvoja umora, itd.).

Komparativno ispitivanje o tome koliko se slažu odnosi između intenziteta osjećaja umora i trajanja rada, kakvi su utvrđeni istom tehnikom procjene na različitim ispitanicima i različitim tehnikama procjene na istom ispitaniku, moglo bi pokazati: a) neke osobitosti različitih tehnika procjenjivanja, b) individualne osobitosti ispitanika i c) opću i specifičnu pouzdanost metoda procjene.

Dakako, eventualna dosljednost i suglasnost u tipu odnosa između osjećaja umora i trajanja rada još ne bi bila i dokaz valjanosti procjena. Ali, ako »dosljednost« i »suglasnost« u rezultatima ispitivanja još ne znače i valjanost podataka, to nedostatak svake dosljednosti i suglasnosti sasvim sigurno pokazuje da se tim postupcima ne može doći do valjanih podataka.

Odgovor na drugo pitanje, koje je u vezi s valjanošću subjektivnih procjena, mogao bi se pokušati dobiti uspoređujući nađene odnose s nekim drugim kriterijima.

Opravdano je npr. očekivati da će se, u toku istih radova, osjećaj umora sporije razvijati kod ispitanika bolje mišićne razvijenosti nego kod tjelesno slabijih ispitanika.

Nadalje, na osnovi laboratorijskih ispitivanja, kojima je utvrđeno da je restitucija nakon rada nerazmjerno brža što je prethodni rad kraće trajao, moglo bi se očekivati da bi krivulja porasta osjećaja umora u funkciji trajanja rada mogla biti neka krivulja pozitivne akceleracije.

Tok oporavljanja nakon rada određenog trajanja mogao bi također poslužiti kao neki test valjanosti subjektivnih procjena. Kako je poznato, ispitivanja oporavljanja pomoću drugog rada do kraja izdržljivosti (test rezidualnih mogućnosti) pokazala su da oporavljanje slijedi krivulju negativne akceleracije. Ako su subjektivne procjene valjani indikator stvarnog gubitka odnosno ostatka radnih sposobnosti u određenom času, onda bi i subjektivne procjene morale imati sličan tok.

Valjanost procjena osjećaja umora kao indikatora stupnja pogoršanja funkcionalnih sposobnosti mogla bi se kontrolirati i pomoću neposrednog testiranja rezidualnih radnih mogućnosti. Ako subjektivne procjene

umora valjano pokazuju stupanj gubitka radnih mogućnosti, onda bi bilo opravdano očekivati da će ispitanik, koji se osjeća nakon određenog rada jače umoran, moći kraće dodatno raditi do kraja izdržljivosti nego kad se osjeća manje umoran.

Konačno, odnos između stupnja umora i trajanja rada, kakav je utvrđen na osnovi subjektivnih procjena, mogao bi se usporediti i s nekim fiziološkim indikatorima promjena koje su se zbile u organizmu. Među takvim indikatorima dolaze u prvom redu u obzir: energetska potrošnja, EMG, puls i promjene u sastavu i kemizmu krvi.

Od tog mnoštva mogućih pristupa, ograničili smo se u ovom radu da ispitamo samo odnos između subjektivnog osjećaja umora u funkciji trajanja statičkog napora. Pri tom smo primijenili postupak direktnih numeričkih procjena stupnja umora, i to na neograničenoj skali, bez zadanog standarda. Od vanjskih kriterija »valjanosti« upotrijebili smo sumirani elektromiogram.

Statički rad sastojao se u držanju utega od 7,17 kg težine. Uteg je bio učvršćen na remen koji je preko koloturnika dolazio do ruke ispitanika. U pokusu, ispitanik bi na dani znak flektirao podlakticu svoje desne ruke do okomitog položaja prema podlozi, na koju je naslanjao lakat. Pomoćni eksperimentator bi mu dodao ručicu pomoću koje bi ispitanik, preko koloturnika, održavao uteg tako dugo dok mu ne bi dao znak da prekine s radom. U tom momentu pomoćni eksperimentator bi prihvatio remen i ručicu te spustio uteg.

Ispitanici su radili sjedeći. Trajanja statičkog napora bila su: 30, 60, 90, 120, 150 i 180 sek. Redoslijed trajanja napora varirao je od pokusa do pokusa i od ispitanika do ispitanika. Ispitanici su bili prethodno dobro uvježbani u tom obliku statičkog napora. Između pojedinih radova bila je dovoljna pauza da nestanu svi tragovi umora. Ta je pauza varirala, već prema trajanju izvršenog napora, od dva sata do jednog dana.

Ispitanici su davali svoje subjektivne procjene umora *nakon* statičkog napora. Pri tom je ispitanicima bilo naglašeno da oni ne prosuđuju napor koji su doživjeli u toku rada nego stupanj umora koji je zaostala posljedica prethodno izvršenog rada.

Ispitanici su davali svoje procjene na osnovi somestetičkih osjeta, koje su lokalizirali u ruci kojom su radili. Te »osjete« ispitanici su karakterizirali kao stezanje, utrnulost, povećanu osjetljivost mišića pri trenju, bol, težinu, odnosno općenito osjećanje ruke »drugacijom« nego prije rada.

Pri davanju procjene, ispitanicima je bilo dozvoljeno da lagano tresu i okreću svoju ruku, kako bi jasnije mogli osjetiti promjene izazvane radom.

Zanimljivo je da neposredno po prestanku statičkog napora nije osjećaj umora najjači. Naprotiv, ispitanik redovito neposredno po rasterećenju osjeća u ruci neku lakoću. Osjećaj umora u ruci javlja se tek

nešto kasnije i raste do određene vrijednosti, a nakon toga opet slabi u toku odmora. Zbog toga su ispitanici davali svoju prvu procjenu 30 sek. po prestanku rada, drugu procjenu nakon 1 min. itd.

Za mjeru umora koji je izazvan prethodnim radom smatrali smo najveću vrijednost procjene koju je ispitanik dao u toku takvih sukcesivnih procjena. Najčešće je to bila vrijednost dana nakon 30 ili 60 sek. poslije prekida rada.

Kako je već rečeno, skala numeričkih procjena nije bila unaprijed utvrđena. Ispitanik je nakon prvog rada, za karakterizaciju intenziteta svog osjećaja umora, mogao upotrijebiti bilo koji broj. Ti prvi brojevi redovito su smješteni ljestvicu procjena u određeno numeričko područje, jer su osjećaji umora, izazvani drugim radovima, izražavani u odnosu na prve procjene. Od naših pet ispitanika, četiri ispitanika zadržali su svoje procjene u približnom rasponu od 0 do 10, a samo je jedan ispitanik davao svoje procjene na skali od 0 do preko 100.

Ispitanici su bili muškarci. Sa svakim je ispitanikom izvršeno šest do sedam »mjerenja« za svako od šest trajanja statičkog napora.

Pošto je čitavo ispitivanje odnosa između subjektivnih procjena umora i trajanja statičkog napora bilo završeno, u novim pokusima vršeno je snimanje sumiranog elektromiograma, i to na istim ispitanicima u toku tri minute kontinuiranog statičkog napora.

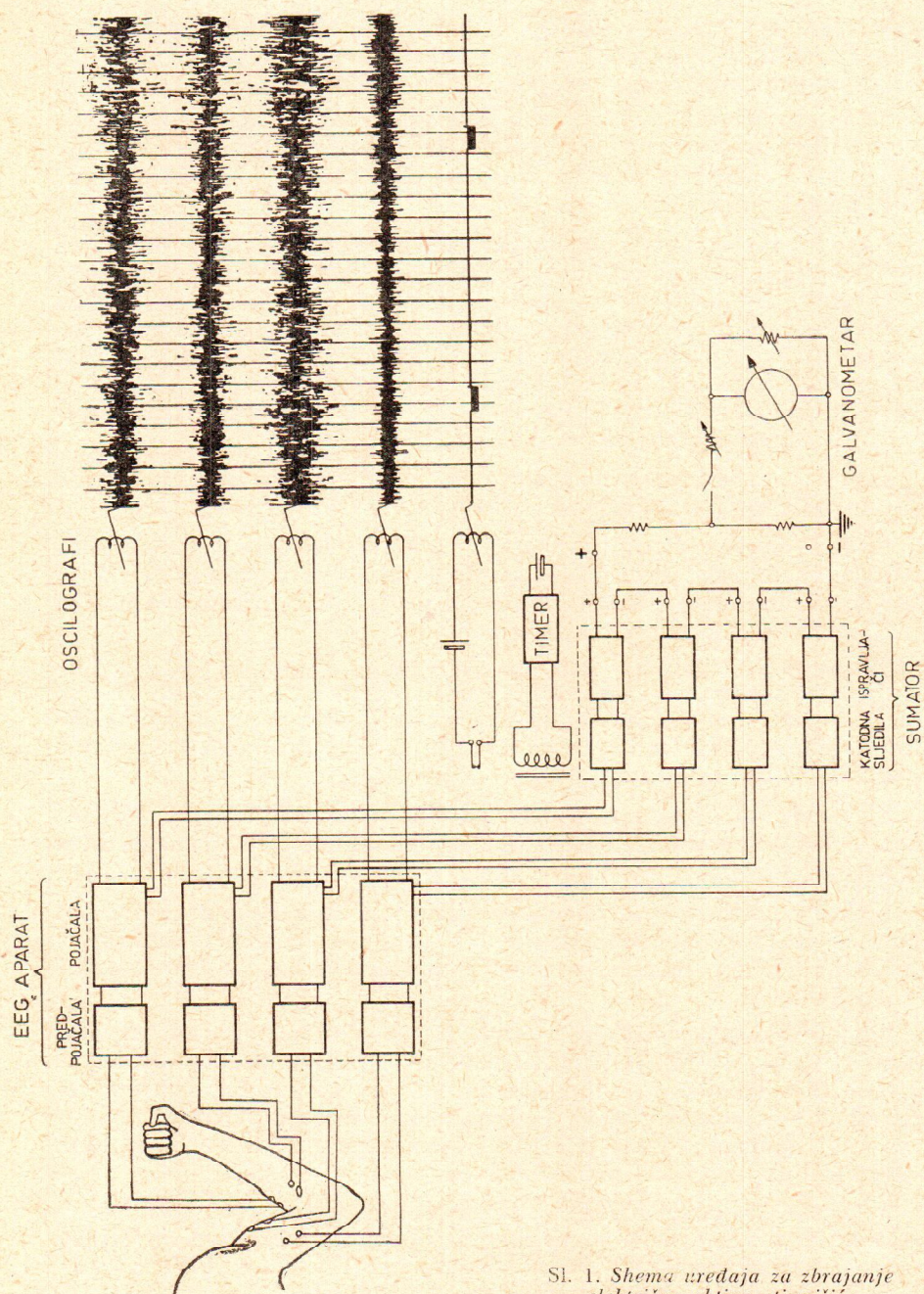
Snimanje je obavljeno pomoću površinskih elektroda, koje su bile smještene na kožu iznad m. flexor carpi ulnaris, m. brachioradialis, m. biceps brachii i m. brachialis. Mjesta na koži, gdje su se nalazile elektrode, bila su obilježena tako da su se u različite dane elektrode mogle postaviti na isto mjesto.

Elektrode su bile srebrne pločice 10 mm dijametara. Između pločica i kože nalazila se cambridge-pasta, a elektrode su bile pričvršćene na kožu pomoću flastera.

Električna aktivnost spomenutih četiriju mišićnih skupina sumirala se pomoću posebnog sumatora koji je bio priključen Grassovu uređaju za snimanje EMG-a. Sumator se sastojao iz ispravljačkog sklopa u Graetzovu spoju.

Signali (akcioni potencijali mišića) odvodili su se posebno sa svake skupine mišića u četiri pojačala Grassova elektromiografa, odatle su pojačani išli u katodno slijedilo, a zatim u četiri ispravljača. Kako su ispravljači bili serijski spojeni, postignuto je zbrajanje pulzirajućih istosmjernih napona. Na taj je način izlazni napon pokazivao u svakom času zbroj aktivnosti četiriju mišićnih skupina.

Sumirane vrijednosti EMG-a očitavale su se na galvanometru sa zrcalom svakih pet sekunda. Vremenske signale davao je preko relejnog sklopa poseban vremenski uređaj (timer), u koji je bila uključena žaruljica za periodično osvjetljavanje skale galvanometra.



Sl. 1. Shema uređaja za zbranjaje električne aktivnosti mišića

REZULTATI

I Odnos između subjektivnih procjena umora i trajanja statičkog napora

Zbog toga, što su naši ispitanici bili slobodni da pri procjenjivanju umora sami odaberu numeričku ljestvicu, razumljivo je da su apsolutne brojčane vrijednosti procjene bile dosta različite. Na primjer, dok je jedan ispitanik (Ž. P.) uglavnom davao svoje procjene od 0,2 do maksimum 4,0, dotle je na drugom ekstremu ispitanik S. B., koji je svoje procjene stupnjevao od 0,1 do maksimum 120.

Pri računanju prosječnih vrijednosti bilo je zbog toga potrebno svesti njihove procjene na istu ljestvicu. Za jedinstvenu ljestvicu uzeli smo raspon od 0 do 10, koji je bio podijeljen na ekvidistantne jedinice. Transformaciju smo izvršili tako da smo najnižu prosječnu procjenu svakog ispitanika uzeli kao njegovu individualnu 0 vrijednost, a najveću kao vrijednost 10. Druge procjene, između tih ekstrema, transformirane su u korespondentne brojeve takve ljestvice.

Iako neki autori, kao npr. S. S. Stevens, smatraju da je opravdanije za prosječne vrijednosti uzeti centralne vrijednosti procjena, mi smo prosjeke izračunali na osnovi aritmetičkih sredina. Takav postupak opravdan je najprije zato što smo procjene različitih ispitanika sveli na istu ljestvicu, a zatim stoga što aritmetičke sredine bolje nego centralne vrijednosti predstavljaju ono što je zajedničko svim ispitanicima. U ovom slučaju centralne vrijednosti daju samo vrijednosti koje leže između ekstrema, ali sam oblik odnosa određuje uglavnom samo jedan ispitanik, koji se po veličini svojih procjena nalazi u sredini.

Originalne brojčane procjene (B) i transformirane vrijednosti (T) navedene su u tablici 1. Svaka je vrijednost aritmetička sredina od šest do sedam procjena. U posljednjem stupcu navedene su zajedničke aritmetičke sredine transformiranih individualnih prosječnih procjena (M_T).

Tablica 1

Subjektivne procjene stupnja umora nakon statičkog napora različitog trajanja

Trajanje statičkog napora	I S P I T A N I C I										M_T
	Ž. P.		M. V.		S. Vi.		S. Vo.		B. S.		
	B	T	B	T	B	T	B	T	B	T	
30"	0,36	0	0,31	0	0,28	0	0,99	0	0,40	0	0
60"	0,68	0,91	1,67	2,01	0,52	0,34	1,30	0,56	3,00	0,43	0,85
90"	1,53	3,33	3,89	5,29	0,50	0,31	2,92	2,85	14,67	2,38	2,83
120"	2,43	5,90	4,97	6,88	1,10	1,15	6,09	7,13	27,67	4,55	5,13
150"	3,03	7,61	6,36	8,94	4,25	5,55	6,67	8,13	55,00	9,12	7,87
180"	3,87	10,00	7,08	10,00	7,43	10,00	8,00	10,00	60,29	10,00	10,00

Ako na osnovu dobivenih podataka konstruiramo individualne krivulje odnosa između subjektivnog osjećaja umora i trajanja rada, naići ćemo na određene sličnosti među tim krivuljama, ali i na neke razlike.

Tako npr. individualne krivulje svih ispitanika pokazuju neku početnu infleksiju, a zatim ubrzani porast procjena umora. Naprotiv, u završnom dijelu krivulja postoji, kod tri ispitanika, određeno usporenje u porastu procjene umora (sigmoidalna krivulja), dok je kod dva ispitanika porast u toj zoni uglavnom linearan.

Početna infleksija mogla bi biti u vezi s postojanjem apsolutnog »limesa« za osjećaj umora. Razumljivo je da je i za nastanak osjećaja umora potrebno određeno minimalno trajanje rada, pa dok god to trajanje nije dostignuto, ispitanici imaju tendenciju da više ili manje podjednako stupnjaju svoj »umor«. Karakterističan primjer za to je ispitanik S. Vi., koji je tjelesno bio izdržljiviji od drugih ispitanika, a kod kojeg procjene »umora« sve do 90 sek. rada ostaju uglavnom na podjednako niskoj razini.

Zanimljivo je da u toj početnoj fazi razvoja osjećaja umora postoji neslaganje između osjećaja umora i rezultata do kojih se dolazi festirajući stupanj umora pomoću testa rezidualnih mogućnosti. I bez ikakvog direktnog provjeravanja, jasno je da su, i nakon vrlo kratkog statičkog napora, rezidualne mogućnosti daljeg ustrajanja u naporu do kraja izdržljivosti manje nego kad takvog prethodnog napora nema.

Prema tome, u početnoj fazi rada, zbog postojanja apsolutnog »limesa«, ispitanici subjektivno »potcjenjuju« umor ili, tačnije, još ga ne osjećaju, iako su se u organizmu već zbile neke promjene koje nešto smanjuju mogućnost ukupnog ustrajanja u naporu.

Ubrzani porast osjećaja umora, u drugoj fazi rada, u skladu je s činjenicom da je oporavljanje nerazmjerno brže (nerazmjerno manji stupanj umora) što je rad bio ranije prekinut (11, 12).

Nešto je teže objasniti određeno usporenje u porastu osjećaja umora; usporenje koje se pojavljuje kod tri ispitanika, i to uglavnom u zoni dvaju najdužih radova, dakle upravo ondje gdje bi se moglo očekivati da će osjećaj umora veoma naglo rasti. Vjerojatno je da se tu radi o svojevrsnom artefaktu koji je rezultat ograničenja koje ispitanik sam sebi postavlja unutar svoje »slobodne« ljestvice procjena. Ako ispitanik i nehotice zamisli kao gornju granicu svoje ljestvice npr. 10 (za najveći mogući umor), onda takvo zamišljeno ograničenje nužno izaziva relativno smanjenje numeričkih procjena što se više približuje toj granici. Svakako, bila bi potrebna dodatna ispitivanja, da se provjeri da li zbog spomenutog razloga postoji neka opća tendencija »potcjenjivanja« osjećaja umora nakon dužih radova.

Zajednička krivulja za svih pet ispitanika, konstruirana na osnovu prosječnih vrijednosti (M_T), ima blagi sigmoidalni oblik (v. sl. 3). Zbog toga se samo srednji dio prosječne krivulje (bez prve vrijednosti) može na zadovoljavajući način izraziti potencijalnom funkcijom $\Psi = 0,0048$

$(\Phi - 30'')$ ^{1,54}, u kojoj Ψ označuje subjektivnu veličinu umora, Φ trajanje statičkog napora, dok je 30'' zamišljena liminalna vrijednost.

Želimo li jednadžbom istog tipa izraziti i individualne krivulje, tad je potrebno uzeti u obzir individualne zamišljene liminalne vrijednosti Φ_0 . Na žalost, jednadžba samo vrlo aproksimativno interpolira *individualne* rezultate, uz velike razlike u eksponentu n , koji za naših pet ispitanika inose: 0,9; 1,3; 1,8; 2,0; 2,6!

II Sumirani EMG i subjektivne procjene umora

Radi lakše usporedbe EMG-a različitih ispitanika i uspoređenja EMG vrijednosti sa subjektivnim procjenama, transformirali smo i EMG vrijednosti u ljestvicu od 0 do 10.

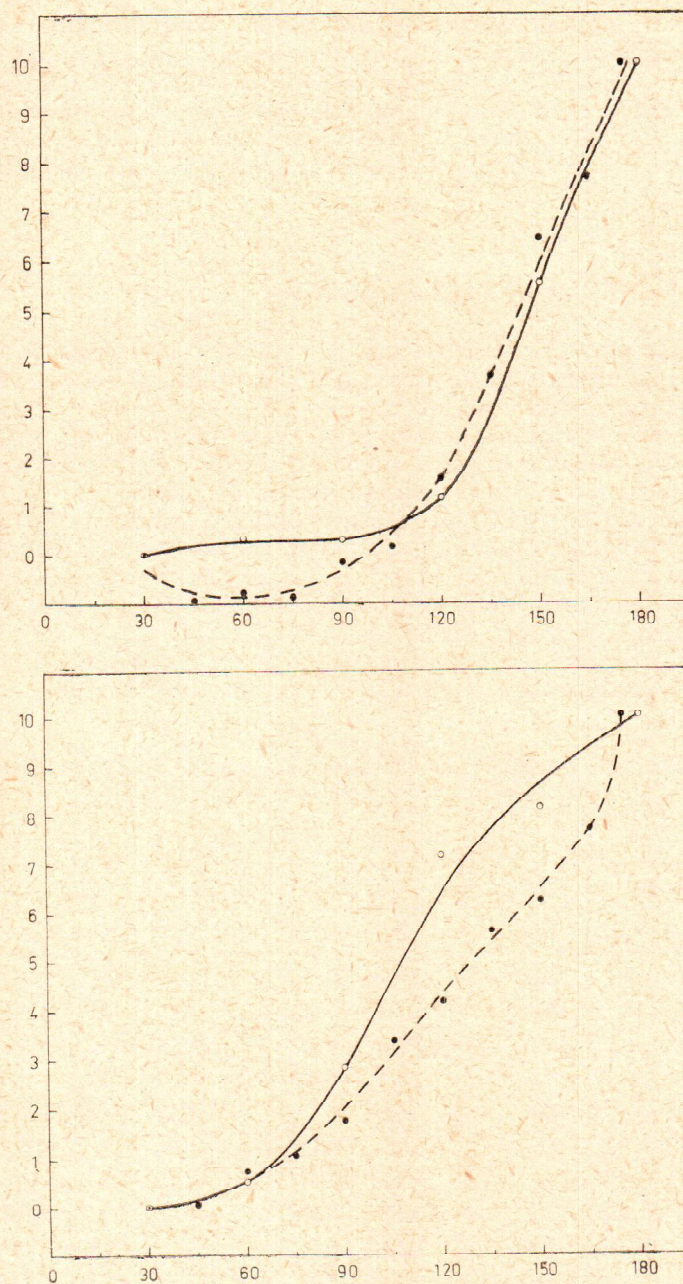
Kako su se očitavanja sumiranog EMG-a vršila svakih pet sekunda u toku 180 sek. statičkog napora, to smo u obradu mogli uzeti veći broj uporišnih tačaka, od 30 sek. trajanja napora do kraja.

Svaka vrijednost, koja je navedena u tablici 2, prosječna je vrijednost od tri susjedne prosječne vrijednosti. Npr., vrijednost, koja je navedena za trajanje rada od 30 sek, prosjek je vrijednosti, koje su dobivene za 25, 30 i 35 sek.; vrijednost, koja je navedena za 45 sek. rada, prosjek je vrijednosti koje su očitane za 40, 45, 50 sek. itd.

Svaka pojedinačna vrijednost je tako aritmetička sredina od 21 rezultata istog ispitanika, koji su dobiveni u sedam različitih dana.

Tablica 2
Originalne (B) i transformirane (T) vrijednosti sumiranog elektromiograma u odnosu na trajanje statičkog napora

Trajanje statičkog napora	I S P I T A N I C I										M ₁
	Ž. P.		M. V.		S. Vi.		S. Vo.		B. S.		
	B	T	B	T	B	T	B	T	B	T	
30''	45,0	0	55,9	0	38,2	0	51,2	0	56,1	0	0
45''	44,6	-0,18	56,7	0,27	37,1	-0,96	51,3	0,05	59,7	1,43	0,12
60''	46,6	0,71	58,1	0,74	37,3	-0,78	52,8	0,75	64,4	3,29	0,94
75''	49,8	2,13	57,7	0,61	37,2	-0,87	53,5	1,08	69,2	5,20	1,63
90''	52,4	3,29	60,4	1,52	38,0	-0,17	55,0	1,78	68,1	4,76	2,24
105''	54,7	4,31	64,0	2,74	38,4	0,17	58,4	3,38	73,6	6,94	3,51
120''	57,1	5,38	68,5	4,26	40,0	1,57	60,1	4,18	75,3	7,62	4,60
135''	57,6	5,60	73,9	6,03	42,4	3,65	63,2	5,63	75,7	7,78	5,75
150''	60,9	7,07	79,5	7,97	45,6	6,44	64,6	6,29	78,8	9,01	7,36
165''	63,1	8,04	85,0	9,83	47,0	7,65	67,6	7,70	80,9	9,84	8,61
175''	67,5	10,00	85,5	10,00	49,7	10,00	72,5	10,00	81,3	10,00	10,00



Sl. 2 a i b. Porast sumiranog EMG i subjektivnih procjena umora u funkciji trajanja statičkog napora

a: rezultati ispitanika S. Vi; b: rezultati ispitanika S. Vo. Na apscisi: trajanje statičkog napora u sek.; na ordinati: skala arbitrarnih jedinica. EMG vrijednosti prikazane su isprekidanom crtom, a subjektivne procjene umora punom crtom.

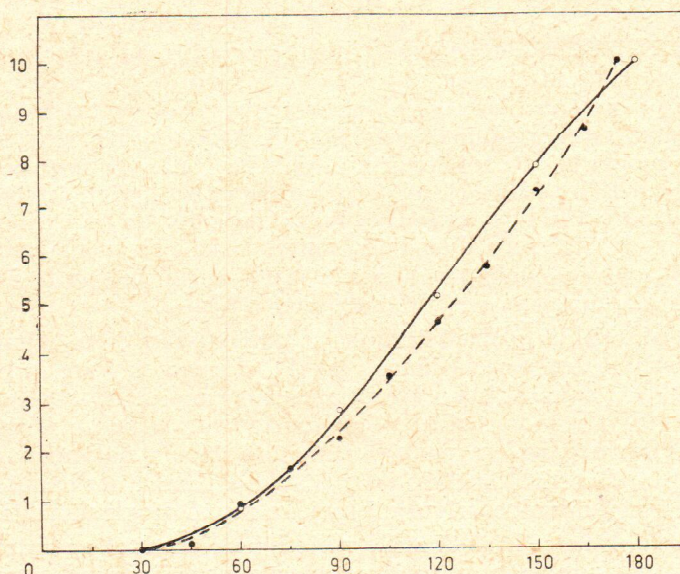
Individualne krivulje, koje pokazuju porast sumiranog EMG u funkciji trajanja napora, gotovo se isto toliko razlikuju između sebe koliko i individualne krivulje subjektivnih procjena.

EMG krivulje, kao i krivulje subjektivnih procjena, pokazuju početni usporeni porast, dok kasnije ili ubrzano rastu (kod dva ispitanika) ili pokazuju nejednolični porast. Zanimljivo je da se kod dva ispitanika i na EMG krivulji može primijetiti neko malo usporenje na završetku rada.

Kod nekih ispitanika EMG krivulja i krivulja subjektivnih procjena imaju sličan tok, dok se kod drugih EMG krivulja nalazi iznad, odnosno ispod krivulje subjektivnih procjena.

Na slici 2 prikazane su krivulje dvojice ispitanika, i to jednog ispitanika kod kojeg je tok krivulja najsličniji i drugog kod kojeg su razlike najočitije.

Prosječna EMG krivulja za svih pet ispitanika slična je u svom općem toku prosječnoj krivulji subjektivnih procjena umora. Gotovo jedina razlika je u tome što prosječna EMG krivulja ne pokazuje neznatno završno usporenje, koje posjeduje prosječna krivulja subjektivnih procjena.



Sl. 3. Prosječne krivulje sumiranog EMG i subjektivnih procjena umora u funkciji trajanja statičkog napora

Na apscisi: trajanje statičkog napora u sek., na ordinati: arbitrarne jedinice veličina. Krivulja EMG vrijednosti prikazana je isprekidanom crtom, a krivulja subjektivnih procjena umora punom crtom.

Porast sumiranog EMG da se u dobroj aproksimaciji izraziti formulom $EMG = 0,0051 (\Phi - 30'')^{1,51}$. Ali individualni rezultati ispitanika i u ovom slučaju jako variraju, tako da kod naših pet ispitanika eksponent n ima ove vrijednosti: 0,7; 1,0; 1,1; 1,4; 2,4.

DISKUSIJA

Ako subjektivne procjene umora, koje je isti ispitanik dao u različite dane, podijelimo nasumično u dvije grupe, vidjet ćemo da se tako frakcionirani rezultati između sebe dosta dobro slažu. To znači da su ispitanici, usprkos velikim razmacima u kojima daju svoje procjene, u mogućnosti da više ili manje zadrže kriterij koji su pri prvim procjenama odabrali i da mogu uspoređivati osjećaje umora po aspektu intenziteta.

Dakako, ta »dosljednost« u procjenama istog ispitanika mogla bi biti uvjetovana i time što ispitanik neizbježno zna koliko je dugo radio, pa bi se »slaganje« u procjenama moglo više odnositi na sigurnost u prosuđivanju trajanja rada nego na umor koji je radom bio izazvan. Međutim, neki drugi pokusi, u kojima se bez znanja ispitanika variralo ujedno opterećenje i trajanje, pokazali su da ispitanici stvarno prosuđuju ponajprije svoj umor, a ne trajanje rada odnosno opterećenje.*

Kod različitih ispitanika osjećaj umora ne raste na jednaki način kad se trajanje rada produžuje. Ali na osnovu samo te činjenice ne može se još sigurno ustvrditi da su subjektivne procjene nepouzdan indikator kako se stvarno razvija umor u toku rada. Razlike u individualnom toku krivulja mogle bi biti uvjetovane i time što ispitanici nisu podjednako tjelesno izdržljivi i što je ispitivanje provedeno u ograničenom rasponu trajanja rada. Kad bi se za svakog ispitanika posebno odredilo liminalno trajanje rada, koje tek dovodi do umora, i kad bi gornja granica trajanja rada bila pomaknuta do kraja izdržljivosti, možda bi i individualne krivulje procjena postale međusobno sličnije.

U prilog mišljenju da do razlika u subjektivnim procjenama ne dolazi isključivo zbog nepouzdanosti takvih procjena, govore i razlike koje postoje među ispitanicima u krivuljama sumiranog EMG-a. Kako se kod EMG-a radi o jednom objektivnom indikatoru aktivnosti mišića, to nađene razlike, dakako, ne mogu biti uvjetovane subjektivnom nesigurnošću. Ipak, treba istaći da neko jasno slaganje između individualne EMG krivulje i individualne krivulje procjena nismo mogli utvrditi.

Naprotiv, kako se iz sl. 3. može vidjeti, prosječan tok sumiranog EMG i subjektivnih procjena je, uz izuzetak završne vrijednosti, veoma sličan i ima podjednaki uspon (1,51 : 1,54). Iz te sličnosti bilo bi, dakako, preuranjeno zaključiti da je intenzitet osjećaja umora u ruci upravo proporcionalan prethodnoj električnoj aktivnosti mišića i samo od te aktivnosti uzrokovan. Taj podatak za sada pokazuje samo zanimljiv parale-

* Neobjavljeni rezultati Miljenke Magdić.

lizam između jednog objektivnog indikatora mišićnog napora i subjektivnih procjena umora. Dodatni pokusi treba da pokažu do koje granice napora idu takve korespondencije.

Subjektivno procjenjivanje stupnja umora sigurno ne predstavlja nikakvo pravo mjerenje u užem smislu te riječi, jer nedostaju standardi, a mjerne jedinice nisu ekvidistantne. Zbog toga, premda su procjene izražene brojevima, pri usporedbi procjena, koje su dali različiti ispitanici, ti brojevi nisu komparabilni i kao apsolutne vrijednosti nemaju nikakva značenja.

U laboratorijskim prilikama moglo bi se neko izjednačenje standarda možda postići tako da se svakom ispitaniku njegova liminalna vrijednost zada kao 1, a umor, koji je izazvan radom do kraja izdržljivosti, postavi kao 10. U tom slučaju, ispitanici različitih tjelesnih sposobnosti stupnjevali bi svoj umor na različitom rasponu trajanja rada i njihove bi numeričke procjene postale vjerojatno komparabilnije.

Ali ni procjene istog ispitanika, na ljestvici koju je odabrao, ne predstavljaju neke aditivne vrijednosti, jer subjektivna ljestvica ne uključuje ekvidistantne jedinice.

Numeričke procjene koje daje ispitanik osnivaju se u prvom redu na rangovanju intenziteta osjećaja umora, a u najboljem slučaju pripadaju nekoj kategorijalnoj skali umora. Drugim riječima, veća numerička vrijednost procjene pokazuje s dovoljnom pouzdanošću da je i subjektivni osjećaj umora veći, ali ne da npr. dva puta veći broj procjene nužno pokazuje i na dva puta veći intenzitet osjećaja umora.

Subjektivne procjene, kako to ističe i *H. Piéron* (13), najbliže su »mjerenju« kakvo se provodi npr. u školi, pri ocjenjivanju. Kao i kod školskog ocjenjivanja, radi se najprije o rangovanju, ti se rangovi razvrstavaju u kategorije, a kategorije se, zbog komoditeta, izražavaju brojevima, koji više ne mogu imati ono značenje koji inače posjeduju.

Ipak, konstatacija da subjektivne procjene umora nemaju apsolutno nego tek relativno značenje, ne oduzima takvim procjenama svaku valjanost. Relativno dobra unutarnja koherentnost subjektivnih procjena umora i njihov paralelizam s nekim objektivnim indikatorima (trajanje rada, EMG) opravdavaju dalja nastojanja da se subjektivna »metrika« usavrši. Kad jednom tehnika subjektivnog procjenjivanja bude poboljšana, onda će se ona, više nego danas, moći s uspjehom koristiti u praksi pri različitim zahvatima koji idu za tim da se uvjeti rada poboljšaju i radniku rad olakša.

Literatura

1. *Stevens, S. S.*: Science, 103 (1946) 677.
2. *Stevens, S. S.*: Psychol. Bull., 54 (1958) 177.
3. *Stevens, S. S.*: Amer. Scient., 48 (1960) 226.
4. *Stevens, J. C., Mack, J. D.*: J. Exp. Psychol., 58 (1959) 405.
5. *Stevens, J. C., Mack, J. D., Stevens, S. S.*: J. Exp. Psychol., 59 (1960) 60.

6. Guilford, J. P.: *Dingman, H. F.*: Amer. J. Psychol., 67 (1954) 395.
7. Spaltro, E.: Contr. Instit. Psicol., 22 (1959) 353.
8. Chatterjea, R. G., Kundu, R.: Brit. J. Psychol., 51 (1960) 61.
9. Borg, G., Dahlström, H.: Publ. Umeå Res., Lib., (1960).
10. Borg, G.: Interindividual Scaling and Perception of Muscular Force, Report 1, Medical School, Umeå (1961) 1.
11. Manzer, C. W.: Arch. Psychol., 90 (1927) 74.
12. Bujanović, Ružica, Bujas, Z., Petz, B., Uidaček, S.: Acta Inst. Psychol. Univ. Zagreb., 40 (1964) 43.
13. Piéron, H.: La psychophysique, u: *Fraise, P., Piaget, J.*: Traité de Psychol. Exp., II, 1963, 1.

Summary

SUBJECTIVE RATING OF FATIGUE

After static efforts of various duration (30, 60, 90, 120, 150 and 180 sec.) subjects rated the degree of their feeling of fatigue on an unlimited scale without a given standard. On the same subjects were recorded, during static effort, the summed EMG of four active muscle groups.

The results obtained showed that subjective ratings of fatigue in the function of duration of the static effort vary in the form of a mild sigmoid curve. The medium section of the average curve can be expressed by a potential function $\psi = 0,0048 (\Phi - 30'')^{1,54}$ where ψ stands for the subjective degree of fatigue, Φ for duration of the static effort and $30''$ represents presumed liminal value of the feeling of fatigue.

The curve of the average summed EMG is very similar to that of the average rating of the feeling of fatigue in the function of duration of the static effort and can be expressed as $EMG = 0,0051 (\Phi - 30'')^{1,51}$. Individual curves of the summed EMG differ to the same extent as the individual curves of subjective ratings of fatigue.

Received for publication
March 9, 1966

*Institute for Medical Research
incorporating the Institute of
Industrial Hygiene, Zagreb*