

EFEKTI MENTALNOG OPTEREĆENJA I NAMETNUTOG RITMA NA PARAMETRE NEKIH PSIHOFIZIOLOŠKIH VARIJABLI

ILIJA MANENICA
NATAŠA KROŠNJAR
Filozofski fakultet u Zadru
Faculty of Philosophy in Zadar

UDK/UDC: 159.9:331.101
Izvorni znanstveni rad
Original scientific paper

Primljeno :1990-01-15
Received

Ispitivanje u kojem je sudjelovalo 12 uvježbanih ispitanika imalo je cilj da se utvrde efekti mentalnog opterećenja i nametnutog radnog ritma za vrijeme mentalnog rada na parametre sinus aritmije, tapping zadatka, te procjenu težine zadataka iskazane snagom stiska ruke na dinamometru i procjenu na Borgovoj skali.

Mentalne zadatke (numerički, perceptivni, labirinti i opseg neposrednog pamćenja) generirao je kompjutor, a prezentacija je bila na ekranu. Numerički i perceptivni zadaci su rješavani u uvjetima slobodnog ritma (neograničeno vrijeme rješavanja) i u uvjetima nametnutog ritma (ograničeno vrijeme prezentacije). Zadaci labirinata, te zadaci opsega neposrednog pamćenja rješavani su samo u uvjetima slobodnog ritma rada.

Za svaki od zadataka izračunato je tzv. informacijsko opterećenje radi međusobne usporedbe težine, kao i praćenja efekata opterećenja na navedene zavisne varijable.

Neki parametri sinus aritmije, te procjene opterećenja na Borgovoj skali i dinamometru mijenjali su se u funkciji promjena mentalnog opterećenja. Parametri tapping zadatka nisu pokazali takve tendencije. Parametri sinus aritmije i tapping zadatka nisu pokazali razlike među situacijama slobodnog i nametnutog radnog ritma, iako su ispitanici različito doživljavali (procjenjivali) ove dvije situacije. Autori su pokušali interpretirati ove rezultate u skladu s rezultatima nekih ranijih istraživanja, gdje se pokazalo da interferencija vanjskih (nametnutih) ritmova s biološkim može biti dodatnim stresorom bez obzira na stvarno opterećenje zadatkom.

UVOD

U zadnjih desetak godina pojavio se značajan broj radova koji se bave problemima određivanja težine psihomotornih i mentalnih zadataka. Podosta se autora bavilo mentalnim i perceptualno-motornim opterećenjima u situacijama koje su uključivale primanje informacija u vidu svjetlosnih i zvučnih signala na koje je ispitanik trebao reagirati u nekom zadanom vremenu.

Krajnji cilj ovakvih istraživanja uglavnom je bio proučavanje čovjekovih mogućnosti primanja informacija određene vrste, njihove obrade i reagiranja na njih. Rezultati su uglavnom korišteni za oblikovanje rada, te signalno-kontrolnih ploča i uređaja, koji su primjereniji mogućnostima čovjeka. Murrell (1976), na primjer, naglašava kako je u početnim fazama projektiranja složenijih (automatiziranih) proizvodnih sustava neophodno odrediti veličinu mentalnog i/ili perceptualno motornog opterećenja koje se javlja prilikom upravljanja takvim sustavima.

U istraživanjima ove vrste većina je autora polazila od pretpostavke da je sustav za obradu informacija kod čovjeka jedinstven bez obzira kojim senzornim modalitetom se informacije dobivaju. Sustav za obradu informacija je ograničenog kapaciteta, što znači da u nekom zadanom vremenu može efikasno obraditi samo određenu količinu informacija. Ako su trenutni zahtjevi za obradom veći od maksimalnog kapaciteta, javljaju se greške prilikom obrade ili se neke informacije jednostavno gube. Nasuprot ovome, kad je dotok informacija manji od kapaciteta ovog sustava, ostaje mogućnost (rezidualni kapacitet) simultanog, paralelnog obavljanja nekog drugog zadatka. Ovo, naravno, vrijedi samo ako njihovi ukupni zahtjevi ne prelaze kapacitet sustava za obradu informacija.

Veličina mentalnog i/ili perceptualno-motornog opterećenja nekim zadatkom, u skladu s ovim polazištem, određuje se mjerenjem tzv. rezidualnog kapaciteta sustava za obradu informacija, tj. onog dijela koji nije angažiran zadatkom kojeg operater obavlja. U svrhu ovog mjerenja koristi se tzv. sekundarni ili pridodani zadatak, koji se istovremeno obavlja uz glavni (primarni) zadatak. Pod uvjetom da ukupni zahtjevi primarnog i sekundarnog zadatka prelaze kapacitet sustava za obradu informacija, te da je operater (ispitanik) koncentriran na obavljanje primarnog zadatka, stupanj degradacije nekih aspekata učinka u sekundarnom zadatku može poslužiti indikatorom veličine rezidualnog kapaciteta ovog sustava. Ovim postupkom se indirektno može određivati relativna težina primarnih zadataka. Kao sekundarni zadaci mogu se koristiti različite vrste zadataka, od mentalne aritmetike do jednostavnih psihomotornih zadataka. Michon (1966) predlaže upotrebu tappinga kao sekundarnog zadatka, gdje bi promjene u ritmičnosti (regularnosti) tappinga koristile kao indikator psihomotornog i/ili mentalnog opterećenja.

U suvremenim industrijskim uvjetima rad se često obavlja u uvjetima tzv. nametnutog radnog ritma, gdje operater treba raditi ritmom (brzinom) kojom pristižu informacije i/ili dijelovi za obradu. Ovaj ritam je uglavnom izvan mogućnosti operaterove kontrole, a nameće ga obično stroj. Kao primjer za to može poslužiti rad na proizvodnoj traci, gdje operater ima točno određeno vrijeme u kojem treba izvršiti potrebne operacije (tzv. vrijeme radnog ciklusa).

Na prvi pogled logično je pretpostaviti da u uvjetima rada s nametnutim ritmom, osim opterećenja (stresa) samim zadatkom, javlja se i dodatni stres izazvan samom radnom situacijom. Efekti stresa na čovjeka u ovakvim uvjetima rada istraživani su u laboratorijskim i industrijskim uvjetima, bez suglasnosti u odgovoru na pitanje da li nametnuti ritam rada predstavlja dodatni stres ili ne. Salvendy (1982, prema Salvendy, 1983) navodi kako 37% istraživanja ovog problema daje potvrđan odgovor, dok 14% nalazi da je stres manji u uvjetima nametnutog ritma, a 49% istraživanja nije pokazalo nikakve razlike između rada u uvjetima slogodnog i nametnutog ritma. Rezultate takvih istraživanja teško je uspoređivati, jer neka nisu uključivala isti učinak u uvjetima spontanog i nametnutog ritma, a neka jesu, radni zadaci su bili različiti i nejednako su trajali.

Neki autori su razlike u efektima stresa pokušali utvrditi na osnovi promjena u parametrima srčane aktivnosti. Amaria (1971) nalazi povećanu srčanu frekvenciju za vrijeme rada u uvjetima nametnutog radnog ritma, Salvendy (1983) ne nalazi nikakvih razlika, dok Manenica (1977) izvještuje o dužim i varijabilnijim R-R intervalima (smanjenje srčane frekvencije) za vrijeme rada s nametnutim ritmom, koji je bio po svemu ostalom identičan radu kojeg su ispitanici obavljali u uvjetima slobodnog ritma. Iako bi ovi zadnji rezultati trebali govoriti o manjem stresu za vrijeme rada s nametnutim ritmom, Charnock i Manenica (1978) su pokazali da su spektrogrami R-R intervala u uvjetima slobodnog i nametnutog radnog ritma značajno različiti. U zadnjima su bile jasno vidljive interferencije strojem nametnutog i biološkog ritma. Zaključili su da bi to moglo biti jednim od razloga zbog kojih ljudi izbjegavaju nametnuti ritam pri radu, kako to navodi Aston (1963) u svojim istraživanjima. Iako se efekti nametnutog ritma ne moraju reflektirati u promjenama fizioloških varijabli, čini se da oni predstavljaju posebnu vrstu stresora, čiji se efekti odražavaju na doživljajnom planu.

Kako su dosadašnja istraživanja efekata nametnutog radnog ritma na čovjeka uglavnom vršena na zadacima koji su manje ili više uključivali mišićni rad, u ovom ispitivanju su korišteni mentalni zadaci. Cilj istraživanja bio je utvrditi efekte mentalnog opterećenja i nametnutog ritma za vrijeme mentalnog rada na parametre nekih psihofizioloških varijabli. U tu svrhu korištena su tri parametra sinus aritmije, tapping zadatka, te procjene težine zadataka izraženih snagom stiska ruke na dinamometru i procjene težine na Borgovoj skali.

METODA

U ispitivanju je sudjelovalo 12 ispitanika (19 do 22 godine starosti), koji su obavljali četiri vrste mentalnih zadataka. Zadaci su bili kompjutorski

genereirani i prezentirani na ekranu. Kod numeričkih zadataka na ekranu su prezentirani zadaci zbrajanja i oduzimanja jednoznamenkastih, dvoznamenkastih i troznamenkastih brojeva s rješenjima. Ispitanik je utvrđivao da li je ponudeno rješenje ispravno ili ne, te shodno tome pritiskao jednu od dviju određenih tipki na tastaturi, nakon čega se odmah na ekranu pojavljivao slijedeći zadatak.

Za perceptivne zadatke na ekranu su prezentirana dva kvadrata u kojima su bile rasporedene tri vrste znakova u dimenzijama 3x3 (9 znakova), 4x4 (16 znakova) i 5x5 (25 znakova). Ispitanik je trebao utrditi da li je raspored znakova u desnom i lijevom kvadratu identičan ili ne, te shodno tome pritisnuti odgovarajuću tipku, nakon čega je slijedio novi zadatak.

Zadaci učenja labirinata su uključivali tri vrste labirinata s 9, 12 ili 15 odluka. Zadaci su bili prezentirani kao tri paralelne linije, a ispitanikov zadatak je bio voditi znak zvjezdice s lijeva na desno, iznad ili ispod središnje linije pritičući dvije tipke, pomičući je tako za jedno mjesto u desno. Zadatak se smatrao uspješno rješnim, kad je ispitanik tri puta zaredom proveo zvjezdicu do kraja bez pogreške.

Kod prve vrste labirinta, kad je ispitanik ispravno rješavao, na prijednom putu iza zvjezdice ostao je trag. Prilikom pogreške trag se brisao, a zvjezdica se vraćala ponovo na početak. Kad je bez greške došao do cilja, javljao se zvučni signal. Kod druge vrste labirinta, prilikom pomicanja zvjezdice brisao se prethodni trag. Kod pogreške, zvjezdica se vraćala na početak. Kod ispravnog prolaza, također se javljao zvučni signal. Treća vrsta labirinta bila je slična drugoj, s tim što se u slučaju pogreške odmah javljao zvučni signal, koji je upozoravao da zvjezdicu treba voditi u suprotnom smjeru. Nije se vraćala na početak kao u prethodna dva labirinta. Vrijeme prolaska kroz labirint, te broj pokušaja i pogrešaka kompjutor je registrirao.

Zadaci opsega neposrednog pamćenja sastojali su se u prezentaciji niza slučajnih brojeva koji je nakon određenog vremena nestajao. Ispitanikov zadatak bio je da zapamti niz, te da ga utipka kad ga na to upozori zvučni signal. Prezentacija je počinjala nizom od dva broja, a maksimalan broj elemenata u nizu bio je deset. U slučaju da ispitanik nije reproducirao niz točno, još jednom se na ekranu pojavljivao niz iste veličine. Ako ni ovaj niz nije točno utipkan, zadatak se prekidao. Kod druge vrste zadataka, nakon prezentacije niza, na ekranu su se pojavljivala tri besmislena sloga koje bi ispitanik naglas ponavljao, dok ga zvučni signal ne bi upozorio da prestane s ponavljanjem i utipka zapamćeni niz. Kod treće vrste zadataka, nakon prezentacije niza, na ekranu se pojavljivao troznamenkasti broj od kojeg je ispitanik naglas odbrojavao unazad po tri, dok ga ne bi prekinuo zvučni signal da utipka prezentirani niz brojeva. Mjera učinka bio je najveći ispravno reproducirani (utipkani) niz brojeva.

Numerički i perceptivni zadaci su u uvjetima nametnutog ritma imali ograničeno vrijeme prezentacije, koje je bilo za 10% kraće od individualnog vremena svakog ispitanika u uvjetima slobodnog ritma prilikom rješavanja istovjetnih zadataka. Rezultati (vrijeme rješavanja, pogreške, izostavljeni odgovori) su ispisani nakon svakog eksperimentalnog bloka za svakog ispitanika posebno. Slijed eksperimentalnih situacija određen je po principu latinskog kvadrata.

Za vrijeme rješavanja zadataka, ispitanik je simultano obavljao tapping kao sekundarni zadatak, dok su mu R-R intervali kontinuirano registrirani. Tapping intervali (vrijeme između dva uzastopna dodira) registrirani su putem osjetljivog mikroprekidača (po kojem je ispitanik regularno tipkao kažiprstom lijeve ruke). Mikroprekidač je bio spojen s Apple II kompjutorom, koji je pohranjivao tako dobivene vremenske intervale. R-R intervali su registrirani pomoću triju elektroda na grudima ispitanika i poligrafa spojenog preko A/D konvertera na kompjutor. Svi ovi podaci pohranjivani su na diskete. Nakon završetka, ispitanik je procjenjivao težinu upravo završenog zadatka na skali od 21 stupnja (Borg, 1973), a zatim je to isto iskazivao stiskom desne ruke na dinamometru. Kasnije su ovi rezultati transformirani u relativne vrijednosti (iskazani stisak/maksimalna snaga stiska ruke) radi međusobne usporedbe rezultata. Ova tehnika procjene ima nekih psihometrijskih prednosti u odnosu na neke druge vrste procjena (Manenica, 1987).

REZULTATI I DISKUSIJA

Iz dobivenih rezultata tappinga i R-R intervala izračunate su aritmetičke sredine (M), standardne devijacije (sd) i prosječne vrijednosti apsolutnih razlika među sukcesivnim vremenskim intervalima (DM). Dvosmjerna analiza varijance rezultata koji su dobiveni u devet različitih situacija sa zadacima učenja labirinta, te tri situacije zadataka iz opsega pamćenja, pokazali su značajne efekte eksperimentalnih situacija na aritmetičke sredine (srčanu frekvenciju) i standardne devijacije R-R intervala. DM index ove varijable nije pokazao promjene u funkciji promjena eksperimentalnih situacija (Tabela 1). Nisu, međutim, dobiveni značajni efekti eksperimentalnih situacija na parametre tapping zadataka, osim za DM index kod zadataka opsega pamćenja. Prema analizi varijance, procjene na Borgovoj skali i dinamometru najbolje diferenciraju mentalna opterećenja u različitim eksperimentalnim situacijama. One su također pokazale značajne i visoke korelacije s promjenama opterećenja u mentalnim zadacima, promatranim kao učinak u zadacima opsega pamćenja i labirintima. Korelacije se kreću od 0,89 do 0,97.

TABELA 1: Analiza varijance različitih indikatora mentalnog opterećenja za zadatke labirinta i opsega pamćenja

Varijabla	Efekti	Labirinti			Opseg pamćenja			
		df	F	p	df	F	p	
R-R parametri	m	sit.	8/88	2.54	<0.05	2/22	3.66	<0.05
		isp.	11/88	71.6	<0.01	11/22	42.98	<0.01
	sd	sit.	8/88	7.32	<0.01	2/22	11.4	<0.01
		isp.	11/88	7.18	<0.01	11/22	4.59	<0.01
	DM	sit.	8/88	1.4	>0.05	2/22	3.01	>0.05
		isp.	11/88	11.79	<0.01	11/22	28.91	<0.01
Tapping parametri	m	sit.	8/88	1.05	>0.05	2/22	.11	>0.05
		isp.	11/88	807.12	<0.01	11/22	807.14	<0.01
	sd	sit.	8/88	.76	>0.05	2/22	2.06	>0.05
		isp.	11/88	60.73	<0.01	11/22	15.26	<0.01
	DM	sit.	8/88	2.03	>0.05	2/22	6.61	<0.01
		isp.	11/88	66.09	<0.01	11/22	64.56	<0.01
Dinamometar (rel. rez.)	sit.	8/88	6.03	<0.01	2/22	4.36	<0.05	
	isp.	11/88	61.09	<0.01	11/22	9.86	<0.01	
Borgova skala	sit.	8/88	10.17	<0.01	2/22	18.27	<0.01	
	isp.	11/88	17.53	<0.01	11/22	5.53	<0.01	

N.B.

sit. = situacije

isp. = ispitanici

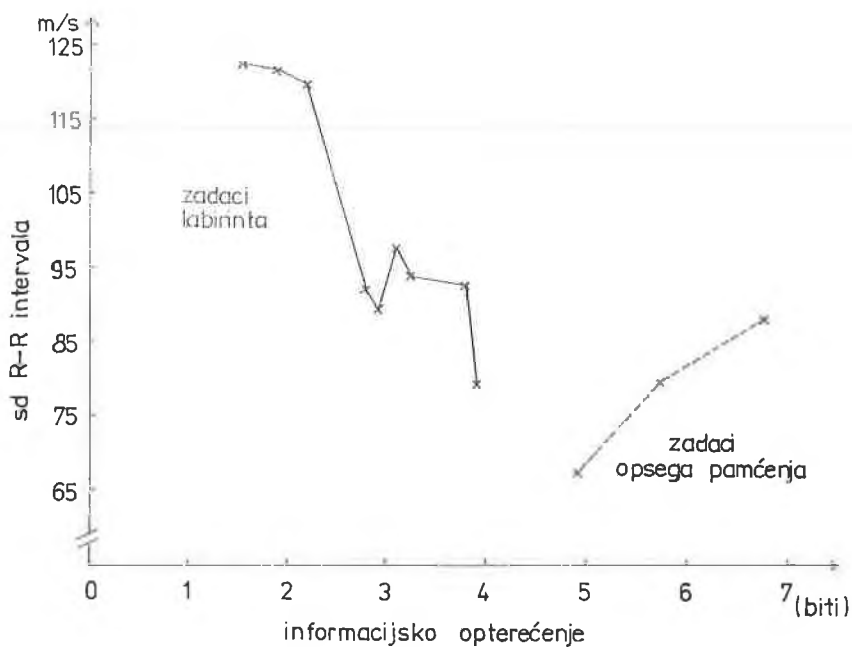
Budući da je ovo ispitivanje uključivalo različite vrste mentalnih zadataka, nastojao se pronaći model po kojem bi se zadaci mogli međusobno uspoređivati po težini. Kako je broj zadataka u pojedinim skupinama bio malen, to je isključivalo postupak pretvaranja rezultata na neku vrstu standardne skale. Manenica et al. (1989) predložili su model kvantifikacije opterećenja psihomotornim i mentalnim zadacima, gdje se opterećenje može prikazati informacijskim jedinicama-bitima. Taj isti model primijenjen je za kvantifikaciju opterećenja mentalnim zadacima koji su korišteni u ovom ispitivanju. Kako se model zasniva na procjenama opterećenja zadatkom na Borgovoj skali i/ili dinamometru, rezultati procjena pretvoreni su (kako

to model zahtjeva) u vrijednosti standardne skale s aritmetičkom sredinom 10 i standardnom devijacijom 2, a zatim su pomoću jednadžbe regresije ($y=5,32+1,33x$) pretvoreni u informacijske jedinice bite. Rezultati ove transformacije prikazani su u Tabeli 2 zajedno s korespondirajućim parametrima sd R-R intervala, koji su pokazali značajne promjene u funkciji povećanja opterećenja mentalnim zadacima. Slika 1. pokazuje odnos između

TABELA 2: Promjene u parametrima sd R-R intervala u funkciji povećanja informacijskog opterećenja zadatkom

Mentalni zadaci	Transformirane procjene opterećenja	Biti	sd
D9	7.39	1.56	122.17
E9	7.89	1.93	121.25
F9	8.29	2.23	119.5
D12	9.06	2.82	92.67
Labirinti D15	9.27	2.97	90.
F12	9.43	3.09	98.42
E12	9.64	3.25	94.83
E15	10.38	3.81	93.75
E15	10.55	3.93	79.83
Opseg pamćenja 1	11.91	4.95	68.
Opseg pamćenja 2	12.99	5.77	79.17
Opseg pamćenja 3	14.38	6.81	88.22
Numerički	10.65	4.	84.5
Perceptivni	8.22	2.18	78.33
Numerički - nametnuti ritam	13.93	6.47	99.33
Perceptivni - nametnuti ritam	11.02	4.28	78.92

težine zadataka (biti) i varijabiliteta R-R intervala. Uočljivo je da u funkciji povećanja mentalnog opterećenja kod rješavanja zadataka labirinta konzistentno opada varijabilitet R-R intervala. Ovo je u skladu s rezultatima koje je dobio Kalsbeek (1973) koji je uočio iste promjene u radu s psihomotornim zadacima. Kod zadataka opsega pamćenja, kad ispitanici u intervalu do pojave signala nemaju inerferirajuću aktivnost, nalazimo još manji varijabilitet R-R intervala od onoga u zadacima rješavanja labirinata, dok se kod druge dvije situacije (ponavljanje besmislenih slogova i brojanje unazad) varijabilitet povećava. Ovome je najvjerojatnije uzrokom promjena



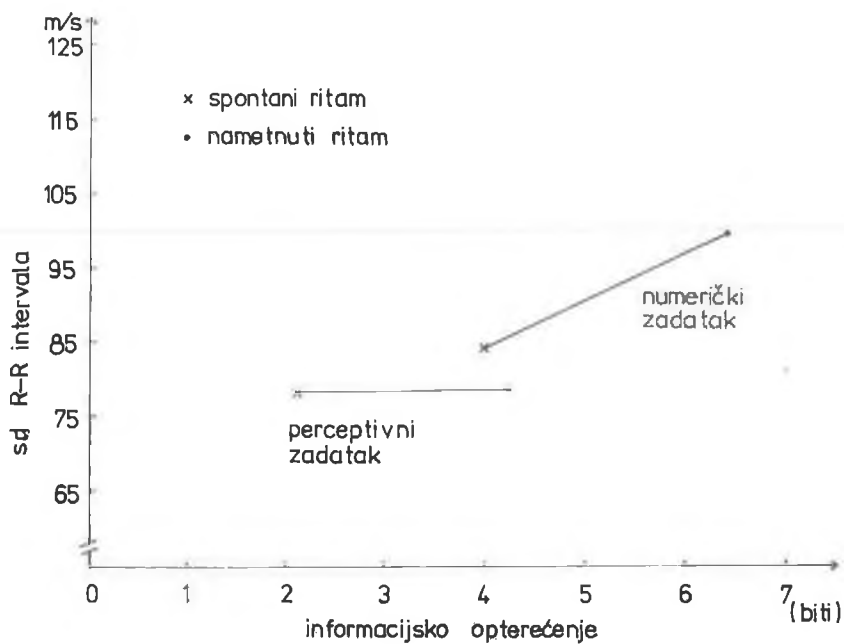
Slika 1: Promjene varijabiliteta R-R intervala (standardna devijacija) u funkciji informacijskog opterećenja

u motornoj komponenti disanja prilikom izgovaranja riječi. Ispitivanja su naime pokazala da promjene u varijabilitetu disanja mogu vrlo značajno utjecati na promjene u varijabilitetu srčane aktivnosti (McA. Sayers, 1973, npr.).

Kad je riječ o razlikama između rada sa slobodnim i nametnutim ritmom kod rješavanja numeričkih i perceptivnih zadataka, rezultati pokazuju da je varijabilitet R-R intervala značajno veći za vrijeme rada s nametnutim ritmom, koji je bio za 10% intenzivniji nego u uvjetima slobodnog ritma rada. Procjene težine zadataka na Borgovoj skali pokazale su međutim, da se ova dva uvjeta rada razlikuju, gdje je rad s nametnutim ritmom kod numeričkih i perceptivnih zadataka procijenjen težim ($t=3,72$; $p<0,01$; $t=3,28$; $p<0,01$). Procjena opterećenja koja je iskazivana stiskom ruke na dinamometru, pokazala je da većina ispitanika procjenjuje numerički zadatak težim u uvjetima nametnutog ritma ($t=3,66$; $p<0,01$), dok kod perceptivnog zadatka ova procjena nije pokazala značajnih razlika između ova dva načina rada ($t=1,2$; $p>0,05$).

Razlika u opterećenju između rada sa slobodnim i rada s nametnutim ritmom, gledano kroz sd parametre R-R intervala, ne slaže se s veličinom opterećenja iskazanom procjenom. Kako je poznato iz literature (Kalsbeek, 1971), povećano opterećenje povezuje sa smanjenjem varijabiliteta R-R intervala. Rezultati ovog ispitivanja pokazuju upravo suprotno, jer kako izgleda rad je u uvjetima nametnutog radnog ritma ispitanicima bio lakši. Ovo je u skladu s rezultatima koje je dobio Manenica (1978). Međutim, subjektivna procjena opterećenja u ova dva uvjeta rada pokazuje obrnuto. Naime, ispitanici su i kod numeričkog i kod perceptivnog zadatka rad procjenjivali težim u uvjetima nametnutog ritma. Jedno od mogućih objašnjenja ovog neslaganja rezultata može biti interferencija vanjskog nametnutog ritma rada s nekim biološkim ritmovima, kao što su pokazali Charnock i Manenica (1978). Autori su, naime, dobili da su se nakon izvršene spektralne analize u kontinuumu R-R intervala jasno očitovale interferencije vanjskog nametnutog radnog ritma. Ovakve interferencije vjerojatno predstavljaju dodatni stresor za ispitanika, čiji se efekti u ovom slučaju nisu pokazali na sinus aritmiji, iako su se očitovale na doživljajnom planu ispitanika. Da bi se jasnije uočila ova razlika, rezultati procjena opterećenja numeričkim i perceptivnim zadacima u oba uvjeta rada, transformirani su prema spomenutom postupku u informacijske jedinice-bite (Slika 2). Na ovaj način stvorena je osnova za određenje ekvivalenta informacijskog opterećenja, na osnovi kojih su se, po svojoj težini, mogli uspoređivati raznovrsni zadaci, rješavani u različitim uvjetima.

U zaključku se može reći da je i ovo ispitivanje pokazalo da parametri promjena jedne varijable nisu uvijek dobar indikator simultanog djelovanja



Slika 2: Efekti nametnutog ritma rada na procjenu težine zadataka (informacijsko opterećenje) i varijabilitet R-R intervala

različitih stresora na ispitanika (složenost zadataka, brzina prezentacije i interferencija nametnutog ritma s biološkim), kao što to mogu biti indikatori kojima se integralno zahvaćaju njihovi evctki (introspektivna procjena). Očito je, dakle, da u traženju indeksa uz objektivne indikatore (promjene u različitim tjelesnim sustavima), uzimati u obzir i promjene na doživljajnom planu.

L i t e r a t u r a :

- A m a r i a , A., 1971, *Phisio-psychological differences between paced and unpaced work*, Unpublished M.Sc.Report, Department of Engineering Production, University of Birmingham
- A s t o n , R., 1963, *Impaired working capacity of men in middle life*, Unpublished M.D. Thesis, Univ. of Birmingham
- B o r g , G., 1973, A note on category scale with ratio properties for estimating perceived exertion. *Reports from the Institute of Applied Psychology the University of Stockholm*, No. 36
- C h a r n o c k , D.M. and M a n e n i c a , I., 1978, Spectral analysis of R-R intervals under different work conditions. *Ergonomics*, 21, 2, 103-108.
- K a l s b e e k , J.W.H., 1971, Sinus arrhythmia and the dual task method in measuring mental load. *Measurement of man at work* (Edited by W.T. Singleton and I.G.Fox, D. Whitfield; London: Taylor and Francis Ltd).
- K a l s b e e k , J.W.H., 1973, Do you believe in sinus arrhythmia? *Ergonomics*, 16, 1, 99-104.
- M a n e n i c a , I., 1977, Comparison of some physiological indices during paced and unpaced work. *Int.l.Prod.Res. International Journal of Production Research*, 15, 3, 261-275.
- M a n e n i c a , I., 1987, An evaluation of a new method for mental load assessment. *New Methods in Ergonomics* (Edited by J.Wilson, E.N.Corlett and I. Manenica, London: Taylor and Francis Ltd)
- M a n e n i c a , I., R e i ć , V., K r o š n j a r , N., 1990, The difference in processing of psychomotor and mental tasks; *Ergonomics*, (in press).
- M c A . S a y e r s , B., 1973, Analysis of heart rate variability; *Ergonomics*, 16, 1, 17-32.
- M i c h o n , I.A., 1966, Tapping regularity as a measure of perceptual motor load. *Ergonomics*, 9, 401-412.
- M u r r e l l , H., 1976, *Čovek i mašine*, Nolit, Beograd, 1979.
- S a l v e n d y , G. and Knight, J.L., 1983, Circulatory responses to machine-paced and self-paced work, an industrial study. *Ergonomics*, 26, 7, 713-719.

Ilija Manenica - Nataša Krošnjar: EFFECTS OF MENTAL LOAD AND PACED WORK ON PARAMETERS OF SOME PSYCHOPHYSIOLOGICAL VARIABLES

S u m m a r y

Twelve trained subjects took part in an investigation on the effects of mental load and paced work on parameters of sinus arrhythmia, tapping task and the task difficulty estimation by the use of a 21 point scale and cross-modal comparison on a hand dynamometer.

The tasks consisted of numerical, perceptual, maze learning and immediate memory tasks. They were computer generated and presented on a VDU. Numerical and perceptual tasks were dealt with in unpaced and paced working conditions, while the rest of them in unpaced conditions only.

By the use of a special transformation model, the task difficulties were expressed in bits for an easier comparison of the effects on sinus arrhythmia and tapping parameters.

While tapping parameters did not show any interpretable change as the task difficulty changed, the sd index of sinus arrhythmia showed a good relationship with the task difficulty. A comparison of the sd index during paced and unpaced performance indicated that paced performance was easier for the subjects. The task difficulty assessment, however, showed the opposite. The authors tried to explain this on the basis of entrainment of imposed work rhythm with the biological rhythm, which, subjectively, acted as an additional stressor, but it did not affect the sinus arrhythmia parameter.