

UPOTREBA TAPPING ZADATAKA KAO INDIKATORA CIRKADIJURNIH PROMJENA STANJA ORGANIZMA

ILIJA MANENICA
Filozofski fakultet u Zadru

UDK: 331.101
Izvorni znanstveni rad

Primljeno: 1985-12-10

Sedmorica uvježbanih ispitanika (20—23 godina starosti) sudjelovala su u ispitivanju cirkadijurnih promjena u trina fiziološkim varijablama (tjelesna temperatura, srčana frekvencija i krvni tlak). Razina ovih varijabli mjerena je svakih sat vremena u tijeku 24 sata, a odmah nakon mjerenja ispitanici su individualno obavljali tapping zadatak u stanju mirovanja, za vrijeme množenja troznamenkastih brojeva s dva i množenja troznamenkastih brojeva sa sedam. Vremenski intervali (ms) tapping zadatka direktno su pohranjivani u kompjutorsku memoriju, a zatim na diskete.

Različiti indeksi varijabiliteta tapping intervala pokazali su međusobno visoke korelacije, dok se isto ne može u cjelini reći za povezanost između parametara fizioloških varijabli, tapping zadatka i mentalne aritmetike.

Nadalje, tzv. PML-indeks nije se pokazao dobrim indikatorom mentalnog opterećenja u uvjetima množenja troznamenkastih brojeva s dva i sedam, dok su istovremeno dobivene značajne korelacije između nekih parametara tapping zadatka i mentalne aritmetike. Čini se da neke druge vrste analiza podataka obećavaju više.

Fiziološke varijable, kao što su tjelesna temperatura, krvni tlak i frekvencija pulsa, obično se koriste kao indikatori trajnijih i/ili trenutnih stanja organizma. Naročito su pogodne za ispitivanje tzv. cirkadijurnih ili 24-satnih promjena stanja, koja su odraz normalnih funkcionalnih varijacija pojedinih tjelesnih sustava. Neki autori su pokušali povezati takve promjene s promjenama učinka u raznim psihomotornim zadacima (npr. Kleitman, 1963; Adams i Chiles, 1963; Manenica, 1982. itd.), dajući im pritom različitu kauzalnu i prediktivnu težinu. Dok je Kleitman, na primjer, ustvrdio da je stupanj povezanosti između cirkadijurnih promjena tjelesne temperature i učinka takav da se varijacije učinka mogu predvidjeti na osnovi varijacija temperature, u kasnijim istraživanjima (Fröberg et al., 1975, Manenica, 1982. itd.) nadene su daleko skromnije korelacije, koje objašnjavaju samo oko 40% zajedničke varijacije, pa prema tome nisu u skladu s Kleitmanovim stajalištem. Ovu povezanost, bez obzira na njenu veličinu, ipak ne bi

trebalo smatrati kauzalnom jer su vjerojatno u osnovi, kako temperaturnih tako i cirkadijurnih promjena učinka, složeni neurofiziološki i psihofiziološki mehanizmi, koji posredno uvjetuju korelacije između ovih varijabli.

Osnovni prigovor upotrebi fizioloških indikatora promjene stanja organizma, uključujući i one koje potječu od tjelesnog ili mentalnog opterećenja, jest da zbog svoje »tromosti« odražavaju razna opterećenja s određenim zakašnjenjem. Tako, na primjer, promjene tjelesne temperature su prespore da bi se preko njih moglo uočiti trenutne efekte nekog opterećenja (tjelesnog ili mentalnog).

Metoda koja ne bi trebala imati ovakvih nedostataka, prema nekim autorima (Michon, 1966. npr.), jest upotreba sekundarnog zadatka kao indikatora psihomotornog i/ili mentalnog opterećenja. Polazište za opravdanost upotrebe ovog načina određivanja opterećenja jest hipoteza da je čovječji sustav za obradu informacija ograničenog kapaciteta te da je jedinstven bez obzira o kojoj se vrsti informacija radi. Naime, ulazne informacije mogu pristizati preko više receptora (kanala), ali ih sve obrađuje jedinstveni mehanizam. Izlaz (reakcije) je također višekanalni, pa prema ovoj hipotezi, jedini limitirajući faktor u procesu obrade informacija jest središnji sustav. Prema ovome, simultano se mogu obavljati dva ili više zadataka samo pod uvjetom da oni u totalu ne prelaze ukupan kapacitet tog sustava. Ako pak jedan od zadataka (primarni) angažira većinu kapaciteta, onda drugi zadatak (sekundarni, npr.) neće se moći u cijelosti obavljati, pa će u njemu doći do pogoršanja nekih aspekata učinka. Ovo pogoršanje može poslužiti kao indikator veličine rezidualnog kapaciteta sustava za obradu informacija za vrijeme obavljanja samo primarnog zadatka. Što je pogoršanje učinka veće, to je rezidualni kapacitet manji. Iz ovoga slijedi da je primarni zadatak relativno teži nego neki drugi zadatak kod kojeg je pogoršanje učinka u sekundarnom zadatku manje (veći rezidualni kapacitet).

Dosta je autora, s većim ili manjim uspjehom, koristilo ovu tehniku u svojim istraživanjima (Michon, 1966; Kalsbeek, 1971; Rolfe, 1971; Wilson et al., 1971; Frith, 1973. i drugi).

Već je, međutim, 60-ih i 70-ih godina uočeno da do promjena u kapacitetu navedenog sustava dolazi i zbog raznih promjena u organizmu (bolest, umor, ekstremna uzbuđenost i slično), pa se prilikom ovakvog pristupa i o tome mora voditi računa.

Cilj ovog ispitivanja bio je provjeriti da li se cirkadijurne promjene stanja organizma odražavaju na promjenama kapaciteta sustava za obradu informacija, tj. da li promjene u indeksima tapping zadataka mogu biti povezane sa spomenutim promjenama.

Zbog promjena stanja organizma u tijeku 24 sata koje se očituju preko promjena nekih fizioloških varijabli, plauzibilno je pretpostaviti da se i kapacitet ovog sustava mijenja. Ako do toga dolazi, onda bi se ovakve promjene mogle odraziti na tapping zadatku, i to posebno u uvjetima kad se simultano obavlja s nekim primarnim zadatkom.

Metoda

Postupak ispitivanja uključivao je mjerenje tjelesne temperature, frekvencije pulsa te sistoličnog i dijastoličnog krvnog tlaka sedmorice ispitanika (20—23 godina starosti) svakog sata u toku 24-satnog perioda. Ispitanici su nakon ovih mjerenja individualno obavljali tapping zadatak koji se sastojao u pravilnom ritmičnom tipkanju kažiprstom desne ruke po mikroprekidaču spojenom s kompjutorom. Kompjutor je kontinuirano registrirao vrijeme između sukcesivnih aktiviranja mikroprekidača u milisekundama i pohranjivao te podatke na diskete. Ispitanici su svaki sat po jednu minutu obavljali zadatak u tri različita uvjeta opterećenosti, i to u stanju mirovanja, množenju troznamenkastih brojeva s dva i množenju troznamenkastih brojeva sa sedam. Eksperimentator je registrirao pogreške koje su ispitanici činili u zadacima množenja.

Rezultati i diskusija

Dobiveni rezultati su pokazali značajne varijacije triju fizioloških varijabli. Promjene su dosta sukladne, što pokazuju i njihove relativno visoke korelacije (Slika 1).

Za obradu podataka dobivenih na tapping zadatku upotrijebljena su četiri parametra, i to:

prosječna veličina tapping intervala

$$MX = \frac{\sum X_i}{N},$$

standardna devijacija

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - MX)^2}{N - 1}},$$

aritmetička sredina apsolutnih vrijednosti razlika među sukcesivnim tapping intervalima

$$DM = \frac{\sum |X_i - X_{i+1}|}{N - 1} \quad i$$

standardne devijacije razlika

$$DSG = \sqrt{\frac{\sum ((X_i - X_{i+1}) - DM)^2}{N - 2}}$$

X = vremenski interval između sukcesivnih dodira mikro-prekidača (ms)

N = broj vremenskih intervala u eksperimentalnom bloku

Da bi se utvrdilo da li navedeni indeksi, koji predstavljaju različite aspekte tappinga, nezavisno variraju tijekom 24 sata, međusobno su korelirani, a korelacije su prikazane u Tabeli 1.

Tabela 1.

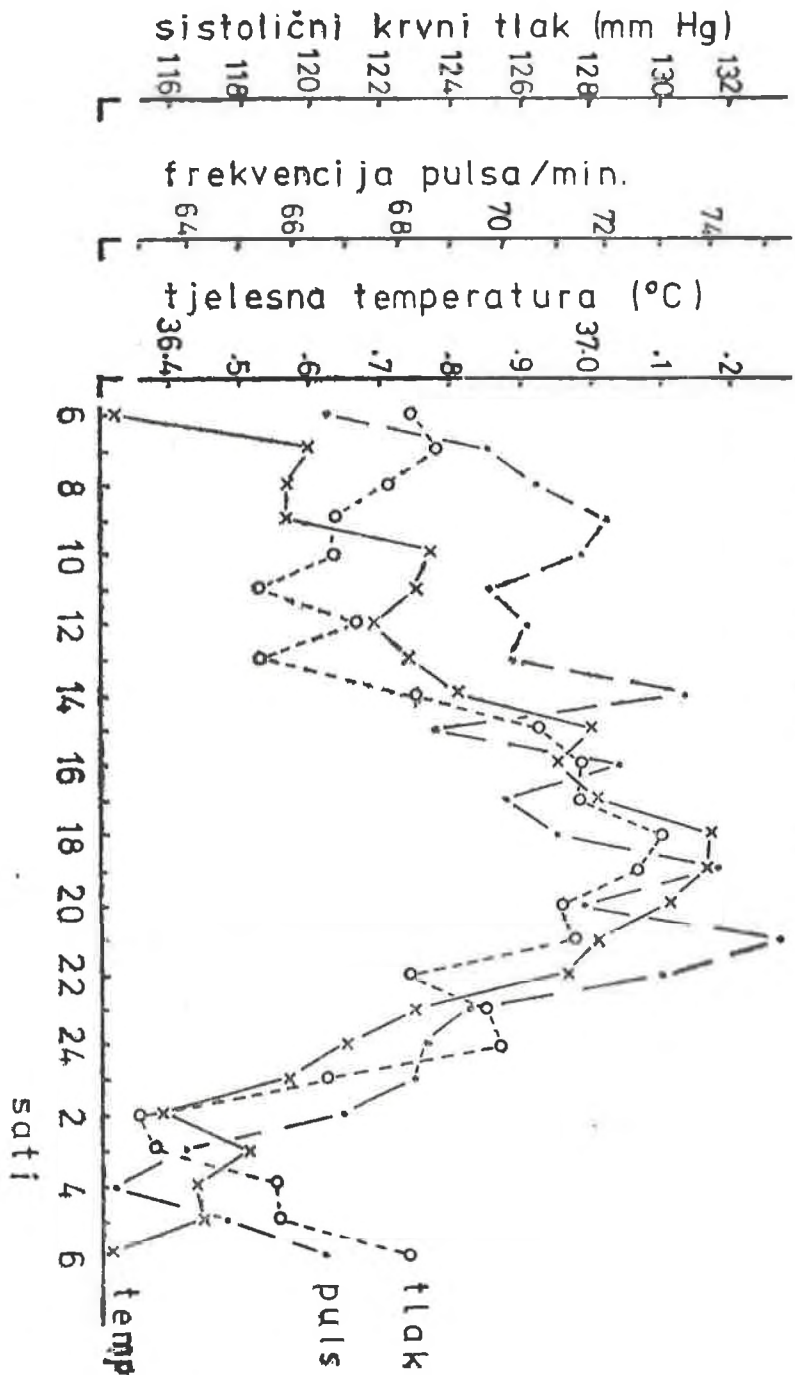
Kros-korelacije parametara tapping intervala

Var.	sd(0)	dm(0)	dsg(0)	mx(2)	sd(2)	dm(2)	dsg(2)	mx(7)	sd(7)	dm(7)	dsg(7)
MX(0)	.64	.58	.61	.31	.00	.02	.01	.49	.12	.03	.09
SD(0)		.97	.98	.50	.42	.39	.40	.51	.44	.37	.42
DM(0)			.99	.57	.46	.42	.45	.60	.53	.45	.51
DSG(0)				.57	.46	.42	.44	.58	.50	.43	.48
MX(2)					.90	.88	.90	.63	.70	.71	.72
SD(2)						.99	.99	.40	.64	.69	.68
DM(2)							.99	.35	.60	.65	.64
DSG(2)								.37	.63	.68	.65
MX(7)									.85	.75	.82
SD(7)										.98	.99
DM(7)											.99

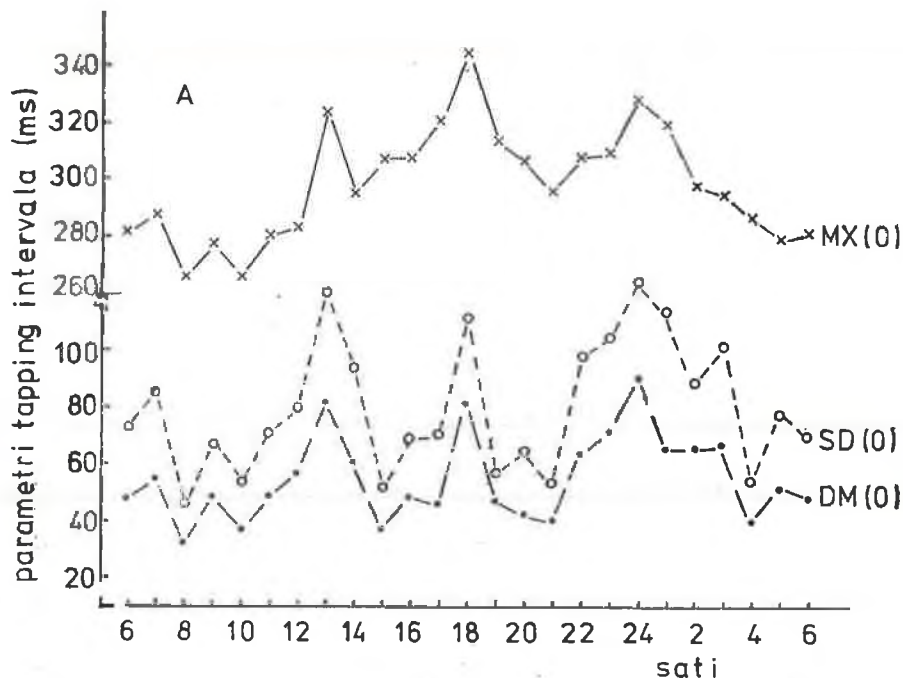
N. B. (0) = stanje mirovanja; (2) = množenje troznamenkastih brojeva s 2; (7) = množenje troznamenkastih brojeva sa 7.

Kako je iz korelacijske matrice vidljivo, postoje vrlo visoke korelacije među četirima indeksima unutar iste eksperimentalne situacije. Korelacije su znatno niže, iako ih je većina značajna, kad se radi o različitim eksperimentalnim uvjetima. Prema tome, čini se da je sasvim isto koji će se od indeksa upotrijebiti kao indikator cirkadijurnih promjena u nekoj eksperimentalnoj situaciji (Slika 2).

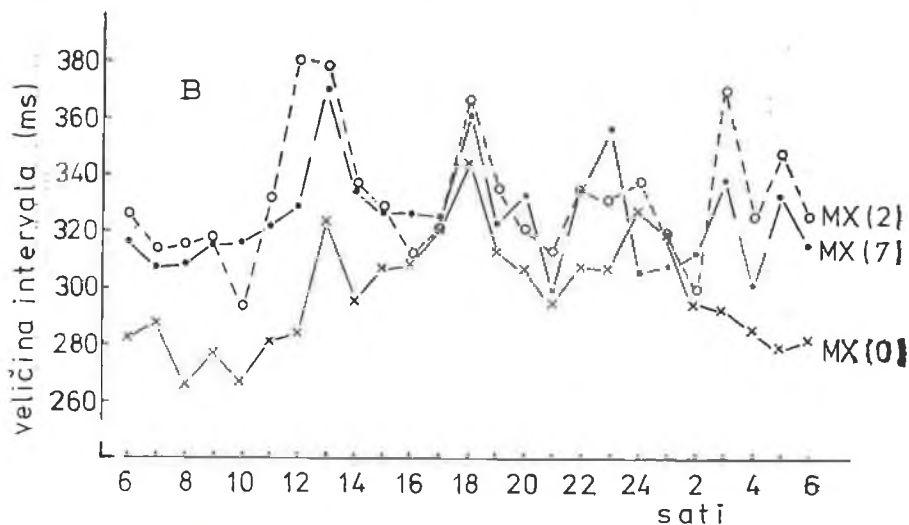
Na slici 2A prikazane su promjene triju parametara tapping intervala u uvjetima mirovanja koje su vrlo slične, kako su to pokazale i međusobno visoke korelacije. Ovo se pak u cijelosti ne može reći za cirkadijurne promjene veličine tapping intervala koje su dobivene u tri različite eksperimentalne situacije (slika 2B). Razlike među MX-indeksima naročito su uočljive između 20-og i 24-og sata. Uočljivo je, nadalje, da je MX indeks dobiven u stanju mirovanja na nižoj razini tijekom 24 sata od druga dva koji su dobiveni u uvjetima mentalnog opterećenja. Budući da se isto može



Slika 1. Cirkadijurne promjene triju fizioloških varijabli



Slika 2. A Cirkadijurne promjene triju parametara tapping intervala



B Cirkadijurne promjene tapping intervala u uvjetima mirovanja i množenja troznamenkastih brojeva s dva i sedam

reći i za druge parametre, ove razlike bi se mogle pripisati efektima zadataka mentalne aritmetike na izvođenje tapping zadatka.

Kad je riječ o povezanosti promjena u opažanim varijablama, dobivene su relativno visoke i značajne korelacije među fiziološkim varijablama. Osim u nekoliko slučajeva, ovo se ne može reći za povezanost između parametara fizioloških varijabli, tapping zadatka i mentalne aritmetike (Tabela 2).

Tabela 2.

Korelacije između nekih parametara tappinga, uspješnosti u zadacima mentalne aritmetike i nekih fizioloških varijabli

Var.	PULS	TLAK S	TLAK D	MX(0)	SD(0)	MA(2)	MA(7)
TEMP.	.72	.78	.44	.53	-.12	.24	.36
PULS		.60	.45	.17	-.18	.06	.05
TLAK S			.71	.49	-.15	.15	.02
TLAK D				.27	-.18	.15	.02
SD(2)					—	.05	—
SD(7)						—	.54

Ako se prihvati Michon-ovo (1966) polazište, moglo se očekivati da će indeksi tapping varijabiliteta biti korelirani i s učinkom u zadacima mentalne aritmetike. U situaciji množenja brojeva s dva ne postoji nikakva povezanost između SD (2) indeksa i broja pogrešaka u aritmetičkim zadacima u tijeku 24 sata, iako bi se mogla očekivati negativna korelacija. Odsustvo povezanosti sugerira da su zadaci bili lagani, pa je rezidualni kapacitet bio dovoljno velik da se i tapping moglo nesmetano obavljati. Kod množenja brojeva sa sedam postoji značajna povezanost između SD (7) indeksa i broja pogrešaka, s tim da je korelacija pozitivna. Ovo je suprotno očekivanju prema Michonovom modelu perceptualno-motornog opterećenja, pa i teorijskoj podlozi upotrebe sekundarnog zadatka ove vrste kao mjere rezidualnog kapaciteta.

Ako se izračuna PML-indeks, posebno za situaciju množenja brojeva sa dva, a posebno množenja sa sedam, na način kako to predlaže Michon, i korelira ga se s brojem pogrešaka u dvije situacije, obje korelacije kreću se oko nule (Tabela 3).

Tabela 3 daje usporedbu broja pogrešaka i Michon-ovog PML indeksa, gdje je vidljivo da ne postoji slaganje među dvjema varijablama. Ako podemo od pretpostavke da se aritmetički zadaci iz sata u sat nisu razlikovali po težini, onda bi bile moguće dvije strategije pri njihovom rješavanju. Jedna od mogućnosti jest da ih je ispitanik nastojao što točnije riješiti, a to je trebalo rezultirati povećanim PML-indeksom. Druga moguća strategija jest da je ispitanik pazio da što pravilnije obavlja tapping zadatak zanečmarujući mentalnu aritmetiku. Ovo je trebalo rezultirati povećanim

Tabela 3.

Broj pogrešaka i PML-indeks opterećenja za vrijeme množenja troznamenkastih brojeva jednoznamenkastima

Sat	Množenje s dva		Množenje sa sedam	
	Br. pog.	PML-indeks	Br. pog.	PML-indeks
1	2	0.23	6	0.02
2	1	-0.06	6	0.22
3	0	1.77	15	0.84
4	3	1.19	2	0.64
5	0	1.49	4	1.08
6	0	1.02	2	0.64
7	1	0.39	0	0.48
8	0	1.70	9	1.64
9	0	0.63	6	0.66
10	1	0.88	2	1.33
11	1	1.34	8	1.03
12	0	2.15	4	0.93
13	2	0.57	11	0.96
14	1	0.86	9	0.98
15	0	1.27	11	1.46
16	0	0.24	8	0.61
17	4	0.75	7	0.61
18	4	0.34	10	0.51
19	1	0.81	7	0.32
20	0	0.47	10	0.89
21	0	0.58	4	0.37
22	1	0.59	8	0.33
23	1	0.33	10	0.73
24	0	0.27	4	-0.25

brojem pogrešaka, ali smanjenim PML indeksom. Koeficijenti korelacije (koji se kreću oko nule) ne potvrđuju ni jednu od ovih strategija. Javljaju se slučajevi kad se uz mali broj pogrešaka vezuje i mali PML-indeks, da bi se sat nakon toga javila obrnuta situacija (Tabela 3, sedmi i osmi sat — množenje sa sedam, npr.).

U zaključku se može reći da se uz značajne cirkadijurne promjene u fiziološkim varijablama javljaju i značajne promjene različitih aspekata tapping zadataka. Valja naglasiti da je samo veličina tapping intervala (MXO) značajno povezana s promjenom tjelesne temperature i sistoličnog krvnog tlaka, dok ovo isto ne vrijedi za indekse varijabilnosti. Nadalje, dobiveni rezultati pokazuju efekte mentalnog opterećenja na parametre tapping intervala, ali ne i na izvedeni PML indeks. Neke dodatne analize podataka pokazale su da je tapping zadatak pogodan kao sekundarni zadatak u sličnim istraživanjima, ali je potrebno upotrijebiti adekvatnije indekse i/ili »jače« matematičko-statističke postupke za obradu podataka (spektralna analiza, na primjer) s ciljem razlučivanja efekata različitih intervenirajućih varijabli.

Literatura

1. Adams, D. S. and Chiles, W. D. (1963): *Prolonged human performance as a function of the work-rest cycle*. *Aerospace Medicine*, 34, 132—138.
2. Frith, C. D. (1973): *Nature of rest pauses in a simple tapping task*. *Perceptual and Motor Skills*, 36, 437—438.
3. Kalsbeek, J. W. H. (1971): *Sinus Arrhythmia and the dual task method in measuring mental load*. In: *Measurement of Man at Work*. (Edited by: W. T. Singleton and J. G. Fox) Taylor and Francis Ltd., London.
4. Kleitman, N. (1963): *Sleep and Wakefulness*. University of Chicago Press, Chicago.
5. Manenica, I. (1982): *Neke cirkadijurne promjene kod različito kategoriziranih ispitnika prema EPQ-upitniku*. *Revija za psihologiju*, 1—2, 51—65.
6. Michon, J. A. (1966): *Tapping regularity as a measure of perceptual motor load*. *Ergonomics*, 9, 401—412.
7. Rolfe, J. M. (1971): *The secondary task as a measure of mental load*. In: *Measurement of Man at Work*. (Edited by: W. T. Singleton and J. G. Fox) Taylor and Francis Ltd., London.
8. Wilson, G. D., Tunstall, O. A. and Eysenck, H. J. (1971): *Individual differences in tapping performance as a function of time on the task*. *Perceptual and Motor Skills*, 33, 375—378.

I. *Manenica*: TAPPING TASK AS AN INDICATOR OF CIRCADIAN RHYTHM CHANGES

Summary

Seven trained subjects (20—23 years old) took part in an experiment on circadian changes in body temperature, heart rate and blood pressure. The values of these variables were taken every hour during 24 hours. Immediately after that the subjects were asked to do a tapping task (regular tapping on a micro-switch) while resting and during the multiplication of 3-digital numbers with 2 and 3-digital numbers with 7. The time intervals between successive tappings were recorded in m/s via a computer on the disquettes.

Various variability indeices of the tapping task intervals showed high correlations amongst themselves, while the correlations were generally lower amongst the parameters of the psychological variables, tapping parameters and mental arithmetics.

Furthermore, the taping PML-index wasn't found as a good indicator of a mental load under the conditions of the multiplication of the 3-digital numbers with 2 and 7, while at the same time significant correlations were obtained between some tapping task parameters and mental arithmetic. It seems however, that some kind of other analyses might be more promising.