

MOŽE LI OŠTRINA STEREOSKOPSKOG VIDA POSLUŽITI KAO TEST UMORA*

A. KRKOVIĆ

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

(Primito 14. VIII. 1957.)

Pomoću mjernog stereoskopa istraženo je, može li oštrina stereoskopskog vida poslužiti kao test umora. Nakon tjelesnog rada, intelektualnog rada i dužeg bdijenja oštrina stereoskopskog vida je pogoršana u neznajnoj mjeri.

Uvod i problem

Stereoskopski vid je složena senzorna funkcija. Nju sačinjava nekoliko centralnih i perifernih mehanizama. Zbog te složenosti može se očekivati da će promjena u općem stanju organizma zahvatiti sve ili samo neke od tih mehanizama, te tako utjecati na stereoskopski vid.

Da je takvo očekivanje opravdano, pokazuju rezultati nekih drugih autora, koji su ispitivali oštrinu stereoskopskog vida (OSV) kod ispitanika, kojih je organsko stanje bilo promijenjeno ili određenim vanjskim okolnostima ili nekom određenom aktivnošću samih ispitanika.

Tako su na pr. *Kesselring* i *Koella* (2) ispitivali OSV kod ispitanika, koji su boravili oko 90 minuta pod smanjenim pritiskom u barokomori. Oni su utvrdili, da je kod pritiska u barokomori, koji odgovara pritisku na visini od 4000 m, OSV statistički značajno smanjena. Autori to tumače nedostatkom kisika u organizmu, odnosno određenim djelovanjem, koje takav nedostatak vrši na centralni nervni sistem.

Viaud (3) je u svom istraživanju sna kao načina odmaranja upotrebio kao jedan od indikatora i OSV. Utvrdio je, da postoji visoka pozitivna korelacija između maksimalne OSV izmjerene u toku jednog dana i kvantiteta noćnog sna, koji je tomu danu prethodio. Dalje je on našao, da varijacije u OSV vrlo vjerno prate varijacije tjelesne temperature.

* Ova su ispitivanja provedena u okviru već objavljenih eksperimenata (1), te je ovo saopćenje jedan detaljniji isječak iz tih eksperimenata.

Iz oba spomenuta ispitivanja vidi se, da je OSV zavisna o stanju ostalih organskih sistema, odnosno da opće stanje organizma (kao na pr. san) može imati reperkusija na OSV.

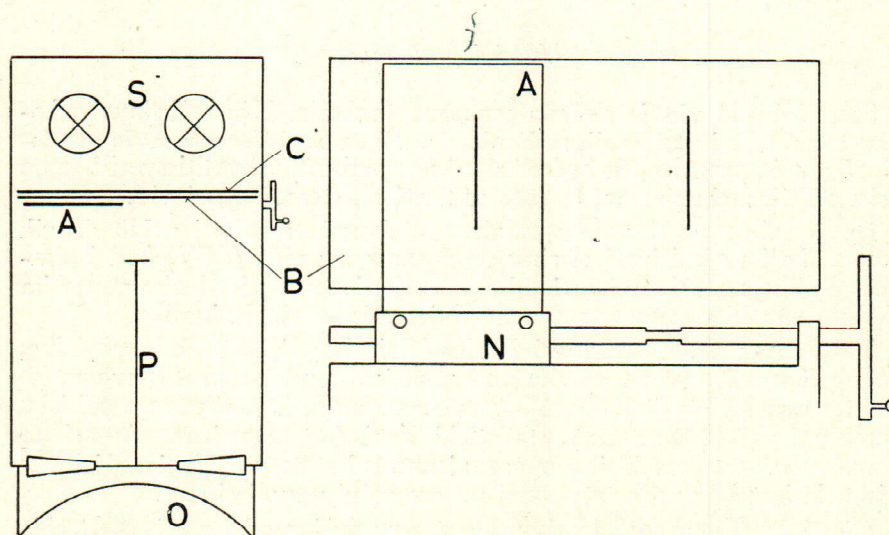
Naš problem mogao bi se općenito oblikovati ovako:

Mijenja li se značajno OSV u vrijeme, kad je narušeno normalno stanje organizma, kao što je to stanje umora nakon aktivnosti određene vrste, intenziteta i trajanja?

Aparatura i metoda

Općenito je poznat lentikularni stereoskop po *Brewsteru* i *Wheatstoneu*. Doživljaj prostornosti s tim uređajem osniva se na kortikalnoj fuziji dviju dispartatnih slika istog objekta, tzv. stereograma. Za ispitivanje OSV poslužili smo se u svim našim pokusima takvim lentikularnim stereoskopom ali usavršenim i prilagođenim za mjerenje.

Naš stereogram sastojao se od jednog para vertikalnih pravaca i jednog para crnih kružića smještenih s lijeve strane pravaca (Sl. 1).



Sl. 1. Shematski prikaz stereoskopa i stereograma

- | | |
|--|---------------------------------|
| A, pomična ploča od prozirnog stakla | P, neprovidna pregrada |
| B, nepomična ploča od prozirnog stakla | S, izvori svijetla |
| C, nepomična ploča od opalnog stakla | N, nosač pomične staklene ploče |
| O, okular sa prizmama | |

Fig. 1. Scheme of the stereoscope and stereogram

Razmak između lijevog pravca i njemu pripadajućeg kružića je promjenljiv, dok je razmak između desnog pravca i kružića stalan. Na taj je način omogućeno mijenjanje objektivne dispartnosti, a time i jasnoća doživljaja prostornog odnosa pravca i točke.

Povećavamo li razmak između lijevog pravca i kružića, to ćemo kod određene veličine razmaka – gledajući kroz stereoskop – moći zamijetiti prostorni odnos između pravca i kružića, i to u poretku: kružić je dalje nego pravac prema mjestu s kojeg opažamo. I obrnuto: smanjujemo li taj razmak, to ćemo kod određene veličine tog razmaka ponovo moći zamijetiti prostorni odnos između pravca i kružića, ali ovaj puta u obrnutom poretku, tj.: kružić je bliže nego pravac prema mjestu s kojeg opažamo.

U svim našim pokusima ograničili smo se na određivanje tih vrijednosti razmaka između lijevog pravca i kružića, kod kojih tek dolazi do zamjedbe prostornog odnosa između pravca i kružića u jednom odnosno drugom poretku.

Te dvije vrijednosti razmaka su zapravo prvi diferencijalni limeni za dispartnost jednog odnosno drugog smjera, pa smo ih kao takve i statistički definirali.

Mjerom OSV smatrali smo veličinu tzv. intervala nesigurnosti (IN). Veličina IN je apsolutna vrijednost razlike između diferencijalnih limena za dispartnost jednog odnosno drugog smjera.

Modifikacija lenticularnog stereoscopa sastojala se u ovom: Okular sa štitnikom protiv okolnog svjetla ugrađen je u metalnu kutiju dimenzija $36 \times 21 \times 18,5$ cm. Kutija je postavljena tako, da na stolu uobičajene visine okular doseže otprilike visinu očiju. Eventualne neudobnosti ispitnika, koje nastaju zbog nejednake visine trupa s obzirom na visinu okulara, izbjegnute su pomoću stolca promjenljive visine. U metalnoj kutiji, na udaljenosti 24 cm od prednje stijene kutije, nalazi se sistem staklenih ploča (Sl. 1):

A – pomična ploča od prozirnog stakla na kojoj se nalazi nacrtan lijevi crni kružić promjera $\frac{1}{2}$ mm.

B – nepomična ploča od prozirnog stakla na kojoj se nalazi nacrtan lijevi i desni vertikalni pravac, svaki visine 70 mm i debljine 0,3 mm, a na međusobnoj udaljenosti od 80 mm. Na udaljenosti od 6 mm ulijevo od desnog vertikalnog pravca, a na visini njegove polovine nacrtan je desni crni kružić promjera $\frac{1}{2}$ mm.

C – nepomična staklena ploča od poluprozirnog (opalnog) stakla, kojoj je svrha u ovom slučaju difuzija svjetla iz zadnje komore metalne kutije.

Osvjetljenje stereograma čine dva jednako jaka standardna izvora svjetla, koji su smješteni u zadnjoj komori metalne kutije simetrično nasuprot prizmama okulara.

Pomična ploča s crnim kružićem (A) pomična je u smjeru paralelnom nepokretnim pločama, pa to omogućuje prije opisanu promjenu disparatnosti u jednom i drugom smjeru. Mjerenje pomaka te ploče (tj. veličine disparatnosti) omogućeno je na ovaj način: na jednom vijku urezana su dva nareza istog smjera, ali nejednakog uspona (0,45 mm i 0,50 mm). Na narezu manjeg uspona nalazi se nosač s pokretnom pločom (A). Grublji narez vijka prolazi kroz maticu, koja je čvrsto ugrađena u stijenu kutije. Zbog toga jedan puni okret vijka predstavlja horizontalni pomak vijka u jednom smjeru veličine 0,5 mm i istodobni pomak nosača s pločom u protivnom smjeru veličine 0,45 mm. To jest, stvarni pomak pokretne ploče s kružićem iznosi samo 0,05 mm za jedan puni okret vijka. Kružnom skalom na kraju vijka omogućeno je mjerenje pomaka pokretne ploče od 0,001 mm, a to potpuno zadovoljava zahtjeve ovakvog mjerenja.*

Mjerenje pomoću opisanog uređaja u svim pokusima vršeno je estezometrijskom metodom konstantnih podražaja. Konkretni eksperimentalni postupak bio je ovakav: Jedan ili više dana prije glavnog pokusa sa svakim ispitanikom izvršeni su preliminarni pokusi radi prilagodavanja ispitanika na zahtjeve uređaja i metode mjerenja. Osim toga, za vrijeme tih preliminarnih pokusa određene su za svakog ispitanika približne granice područja disparatnosti, u kojem se nalaze prije spomenuta dva prva diferencijalna limena. Na osnovu tih graničnih vrijednosti priređena je za svakog ispitanika skala podražaja za mjerenje u glavnom pokusu. Takva skala sadržavala je obično 6–8 podražaja (veličina disparatnosti) s konstantnim međusobnim intervalom, koji je najčešće iznosio 0,05 mm, tj. jedan puni okret vijka. Ekstremne vrijednosti te skale bile su tako odabrane, da su u 100% slučajeva izazivale kod ispitanika jasni doživljaj prostornog odnosa pravca i kružića u jednom, odnosno u drugom poretku. U glavnom pokusu ti su podražaji skale bili prezentirani ispitaniku slučajnim redom u toku deset serija. Ispitanikov zadatak bio je da za neki dani podražaj izjavi na temelju svog doživljaja, da li mu se čini da je kružić prostorno dalje od pravca, bliže od pravca ili da je nesiguran, tj. da je kružić približno u istoj ravnini s pravcem. Pošto je tako gledajući kroz okular donio svoj sud, ispitanik je sklanjao pogled izvan okulara i kratko vrijeme odmarao vidni organ.

Stanje relativno smanjene svježine, tj. stanje umora izazivali smo kod ispitanika na tri načina.

1. Pomoću steptesta, koji se u našem slučaju sastojao od uspinjanja i silaženja s klupice visoke 0,455 m ritmom od 24 uspinjanja na minutu. Zadatak ispitanika bio je da u takvoj aktivnosti ustraje gotovo do krajnjih granica izdržljivosti. Osjećaj umora, koji izaziva takva aktivnost, pretežno je lokaliziran u mišiće nogu.

* Za suradnju u rješavanju tehničkih problema oko ove aparature dugujemo zahvalnost ing. Z. Topolniku.

2. Neprekidnim množenjem u trajanju od 7 sati (s jednim prekidom zbog mjerenja nakon četvrtog sata) izazivali smo relativno smanjenje mentalne svježine. Ispitanikov zadatak sastojao se u množenju napamet niza brojeva poredanih u parove, koji su se sastojali od jednog dvoznamenkastog (multiplikand) i jednog jednoznamenkastog (multiplikator) broja. Budući da je ispitanik morao zabilježiti kraj svakog para rezultat množenja, to je naknadno bilo moguće odrediti kvantitetu i kvalitetu izvršenog rada.

3. Neprekidnim bdijenjem u trajanju od 30 sati izazvali smo kod ispitanika tipično stanje umora i iscrpljenosti, koje prati neprospavana noć.

Neposredno nakon umaranja bilo kojim od spomenutih načina ispitanik je procijenio svoj stupanj umora i označio ga jednim od brojeva između 1 i 5. Pri tome je broj 1 značio: potpuno svjež, a broj 5: jako umoran; gotovo iscrpljen, dok su brojevi 2, 3 i 4 označavali prelazna stanja.

Svi pokusi vršeni su u približno konstantnim prilikama okolne rasvjete, temperature i ventilacije.

Rezultati

1. Rezultati dobiveni na grupi od 6 ispitanika, koji su se umarali step testom gotovo do granice izdržljivosti, pokazali su izvjesno pogoršanje OSV neposredno nakon step testa. IN nakon rada nešto je veći od IN prije rada. Za tu razliku vrijednost $t = 1,93$ odnosno vrijednost P je nešto manja od 0,10, pa prema tome tu razliku ne smatramo značajnom.

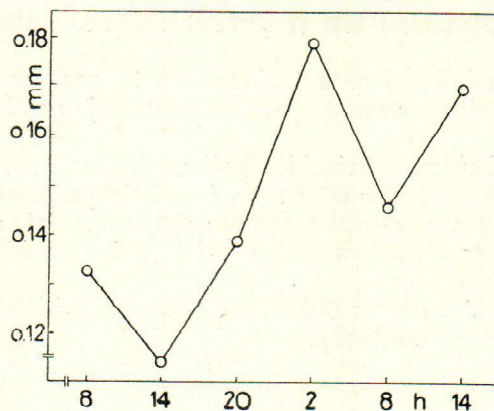
2. Pet ispitanika učestvovalo je u ispitivanju OSV u stanju umora izazvanog neprekidnim računanjem napamet u trajanju od 4 + 3 sata. Mjerenja su u ovom pokusu vršena u tri navrata: prije računanja, nakon prva četiri sata računanja i nakon dodatna tri sata računanja. Prosječne vrijednosti IN svih pet ispitanika za pojedina mjerenja navedene su u tablici 1.

Tablica 1

IN prije računanja	IN nakon 4 sata računanja	IN nakon +3 sata računanja
0,1256 mm	0,1040 mm	0,1550 mm

Iz tablice se može vidjeti, da je nakon prva četiri sata računanja nađeno malo poboljšanje OSV, koje je međutim statistički potpuno neznačajno. Pogoršanje OSV, koje je nađeno poslije dodatna tri sata računanja je, s obzirom na vrijednost IN dobivenu prije rada, također neznačajno ($t = 0,99$; P iznosi cca 0,35).

3. U ispitivanju OSV za vrijeme bdijenja u trajanju od 30 sati učestvovalo je pet ispitanika. Mjerenja OSV vršena su u toku dva dana i jedne noći, i to prvog dana: u 8, 14 i 20 sati, a drugog dana: u 2, 8 i 14 sati. Dobiveni rezultati prikazani su u sl. 2. Kao što se iz slike može vidjeti, rezultati mjerenja OSV u toku drugog dana pokazuju općenito



Sl. 2. Promjene OSV u toku od 30 sati bdijenja.

Ordinata: interval nesigurnosti (IN) u mm

Apscisa: doba dana u satima

Fig. 2. Changes in the acuity of stereoscopic vision in the course of a 30-hour loss of sleep.

pogoršanje OSV u odnosu na rezultate mjerenja prvog dana. Međutim razlika između prosječnih vrijednosti IN svih ispitanika zajedno (i za sva tri mjerenja zajedno) prvog i drugog dana je ipak neznačajna ($t = 1,99$, a P iznosi cca 0,12).

Prema svim dobivenim rezultatima mogli bismo zaključiti, da test oštine stereoskopskog vida (OSV) nije dovoljno osjetljiv indikator promjena u organizmu, koje su nastale u povodu aktivnosti, koje smo mi primijenili u našim pokusima, a koje aktivnosti su po izjavama ispitanika dovodile do umora različite vrste ali najčešće visokog stupnja.

Literatura

1. Bujas, Z. et Petz, B.: Étude comparative de certains tests de fatigue. *Le Travail Humain*, 19 (1956) 193.
2. Kesselring, F. & Koella, W.: Das stereoskopische Sehen bei Hypoxämie. *Arbeits. Physiol.*, 14 (1952) 442.
3. Viaud, G.: Le pouvoir réparateur du sommeil. *J. de Psychol. norm. et patol.*, 40. Ann., No 2, avril-juin 1947, p. 195-231.

*Summary*CAN THE ACUITY OF STEREOSCOPIC VISION SERVE
AS A TEST OF FATIGUE

The acuity of stereoscopic vision was measured by a modified lenticular stereoscope which permitted accuracy of measurements of the order of 0.001 mm. The determinations of the acuity of stereoscopic vision were carried out by the method of constant stimuli before and after fatigue-evoking activity. The interval of uncertainty spreading about the point of subjective equality was taken as a measure of stereoscopic acuity. There were three groups of experiments in which fatigue-evoking activity was different: 1) Experiments in which subjects were fatigued by step test, 2) experiments in which subjects were fatigued by prolonged mental work, and 3) experiments in which subjects were kept without sleep for 30 hours.

In spite of some minor decrements of the acuity of stereoscopic vision which appeared after all three kinds of activities, it seems that the acuity of stereoscopic vision is not a sufficiently sensitive indicator of the changes in the organism produced by these activities.

*Institute for Medical Research,
Z a g r e b*

*Received for publication
August 14, 1957.*