

UTJECAJ NEKIH FIZIOLOŠKIH STIMULATORA NA STATIČNI RAD I NA ŠIRINU VIDNOGA POLJA

Slabljenje funkcionalnih sposobnosti organa, koji su uključeni u duži ili intenzivni radni proces, zavisi u prvom redu od poremećenja, koja nastaju u neuro-humoralnoj regulaciji aktivnosti. Prema istraživanjima sovjetskih autora dovode kemijske promjene unutrašnjeg miljea i aferentni impulzi, u određenim prilikama, do slabljenja adaptivno-trofičnih utjecaja vegetativnog sistema na podražljiva tkiva, a time i do opadanja radne sposobnosti. Primjenom t. zv. fizioloških stimulatora, koji izazivaju vegetativne reflekse dinamogenog karaktera, uspjele je popraviti funkcionalno stanje i u normalnim prilikama i u fazi umora.

Autori su pokušali provjeriti djelovanje stimulatora hiperventilacije i pranja hladnom vodom na statički rad i na širinu vidnoga polja. Nakon primjene tih stimulatora bio je radni efekt kod statičkog rada veći oko 10% od radnog efekta kod kontrolnih pokusa, a vidno polje bilo je nakon hiperventilacije prošireno za 4,2°. S obzirom na varijabilitet rezultata nađene su razlike tek statistički značajne. Na osnovi dobivenih rezultata nije moguće odgovoriti na pitanje, jesu li te razlike zavisne od difuznih vegetativnih refleksa ili su izazvane promjenom u cirkulaciji i kemizmu krvi.

U nastojanjima, da se poveća produktivnost ljudskog rada značajno mjesto zauzima borba protiv umora i iscrpljenja, tih glavnih negativnih faktora svakoga rada. Organizacija te borbe, koja ide za tim, da utjecaj tih faktora spriječi, smanji ili bar odgodi, mora se osnivati na detaljnom poznavanju fiziolozijske podloge umora i iscrpljenja. Zbog toga proučavanje umora u različitim njegovim aspektima nije samo teoretski zanimljivo već i praktički važno.

Umor, koji se redovno javlja kao učinak intenzivnog ili dugotrajnog rada, reverzibilno je stanje, koje se objektivno očituje u smanjenju funkcionalnih sposobnosti organa, koji rade, a subjektivno se manifestira u kompleksnom doživljaju nelagodnosti, mlitavosti i bezvoljnosti, koji skupnim imenom zovemo osjećajem umora.

Slabljenje funkcionalnih sposobnosti organa, koji su uključeni u radni proces, prati redovno porast energetske potrošnje i opadanje korisnog učinka, a osjećaj umora mijenja u toj fazi subjektivni odnos radnika prema radu.

Klasične teorije tjelesnog umora daju najveću važnost kemijskim promjenama, koje nastaju u organizmu za povećane aktivnosti. Tjelesni se umor tako svodi ili na akumulaciju različitih kemijskih tvari u mišićima, ili se katkada pripisuje iscrpljenju zalihe materijala, koji treba za pretvaranje kemijske energije u kinetičnu. Prema prvoj t. zv. toksičkoj teoriji, umor bi bio efekt lokalne intoksikacije mišića i gomilanja po kontraktilnu funkciju štetnih metabolita, a prema drugom shvaćanju, koje je uglavnom napušteno, bio bi umor u prvom redu posljedica iscrpljenja pogonskog materijala.

Obje te teorije smatraju, da je sjedište umora pretežno na periferiji i da je više ili manje ograničeno na sam reaktivni organ, koji je bio u pojačanoj funkciji. Tumačenja te vrste osnivaju se uglavnom na laboratorijskim pokusima s neuromuskularnim preparatima ili s izoliranim mišićima, koji se stavljaju u aktivnost direktnim umjetnim podražajima. Ali koliko god bile važne činjenice, koje su tim metodama ustanovljene, kao na pr. gomilanje mliječne i fosforne kiseline, porast kronaksije mišića i heterohronizam, koji tako nastaje između mišića i motornog živca, trošenje zaliha glikogena i t. d., ipak one same za sebe nisu dovoljne da objasne svu složenost pojava umora, koji nastaje pri radu cijelog organizma. Mišićne kontrakcije, kojima se pri radu pokreću naši udovi ili kojima se savladuje neki otpor, čine samo periferni, neposredno zamjetljivi dio radne aktivnosti. Za razliku od izoliranih mišića, u normalnim prilikama rada mišići se kontrahiraju pod utjecajem živčanih impulsa, koji dolaze u mišiće iz psihomotornih područja kore velikog mozga. Čovječji se rad ne sastoji iz izoliranih kontrakcija mišića nego iz vremenski i prostorno organiziranih pokreta, a taj se funkcijski kompleks ostvaruje preko veoma složenog aparata mozgovne kore. Pri toj organizaciji sudjeluju senzorna područja, koja omogućuju ne samo zahvaćanje okolne situacije i neposrednih ciljeva rada nego i neprestanu korekciju pokreta. Sekundarni motorni centri omogućuju sistematizaciju motornih impulsa u određene, cilju radnje prilagođene sheme, a preko aparata opće integracije ostvaruje se stabilna upravljenost prema određenim zadacima. Upravo zbog toga, što pri svakoj voljnoj aktivnosti sudjeluje velik dio najviših živčanih centara, odvijanje tog kompliciranog dinamičnog sistema u velikoj mjeri zavisi i od općih prilika tih centara. Različiti psihonervni procesi, kao na pr. zalaganje, čuvstveni odnos prema radu, osjeti i zamjedbe, koje rad prate, djeluju na centralni dio radne aktivnosti, a time i na vidljivu komponentu rada: mišićni efekt.

Pokušaji, da se pojave umora protumače jedino kemijskim promjenama, koje nastaju u izvršnim organima, imaju taj osnovni nedostatak, da zanemaruju udio živčanog sustava. Osim humoralne regulacije tjelesne aktivnosti postoji i vrlo značajna nervna regulacija.

Centralna komponenta radne aktivnosti očituje se pri radu na različite načine. Kod jednostavnog i dobro automatiziranog tjelesnog rada bit će utjecaj centralnog živčanog sustava manji, nego kod onih radova, koji zahtijevaju dobru koncentraciju, točno razlikovanje i složenu koordiniranu mišićno-osjetnu aktivnost. Osim toga udio te centralne komponente bit će različit, već prema tome, kakav je odnos pojedinca prema određenom poslu. Ali kraj tih promjenljivih prilika, dolazi kod svakog dužeg i intenzivnog rada i do stalnih promjena u stanju centara, a te se promjene onda odrazuju i na perifernoj komponenti rada. Mijenjanje dužine ili napetosti mišićnih vlakana, mehaničke promjene u zglobovima, izmjene u napetosti kože,

fizikalno-kemijske promjene u mišićima i t. d., djeluju kao podražaji na receptore u mišićima, tetivama, zglobovima, koži, na kemoreceptore i t. d. Na taj način dolaze kod tjelesne aktivnosti ne samo živčani impulsi iz centara preko motornih putova u mišiće, nego i iz različitih receptornih sistema neprestano odilaze senzorni impulsi u centre. Ti aferentni impulsi reguliraju odvijanje motorne aktivnosti, ali kad je njihova frekvencija velika ili kad njihovo pristizanje u centre dugo traje, nužno dolazi do izmjena u općem dinamičnom stanju centara, a time i do promjena u psihomotornom području. Drugim riječima: u toku samoga rada mijenja se s jedne strane udio centara u radnoj aktivnosti, a s druge strane mijenja se i način njihove funkcije. Uvjetovanost u sistemu mozgovna kora — izvršni organi nije jednosmjerna nego uzajamna. Živčani centri potiču i reguliraju aktivnost mišića, a ta aktivnost opet djeluje na stanje i funkciju centara.

Ali ni tako upotpunjeno promatranje radne aktivnosti nije dovoljno, da nam objasni sve funkcionalne promjene, do kojih dolazi u toku rada. Pri tjelesnoj aktivnosti taj dosad promatrani radni sistem ne funkcionira na neki izolirani, od ostalog organizma više ili manje nezavisni način. Njegova aktivnost uklopljena je u cjelinu organizma, i prate je značajne sinergične promjene u funkciji gotovo svih ostalih organa. Ta sinergična aktivnost, stvarajući novu dinamičnu ravnotežu između organizma i povećanih zahtjeva u radu, omogućuje u nekim granicama ispravno funkcioniranje užeg radnog sistema. Zbog tog učestvovanja čitavog organizma u radnoj aktivnosti mogu se osnovni učinci rada, vježba i umor, shvatiti jedino, ako se vodi računa o svim promjenama, što nastaju u organizmu. Mehanizam je te integracije kompliciran i još nedovoljno proučen, ali je sigurno, da pri tome znatno sudjeluje vegetativni živčani sustav.

Od mnoštva aferentnih impulsa, koji nastaju u vrijeme mišićne aktivnosti u različitim receptornim sistemima, samo relativno mali broj stiže u kora i dovodi izravnim putem do promjena u tim najvišim živčanim strukturama. Najveći dio tih aferentnih impulsa prelazi u različitim nižim centrima na motorne neurone i to ne samo cerebrospinalnog sustava nego i vegetativnog sustava. Na taj način dolazi do čitavog niza vegetativnih refleksa, a time i do promjena u funkciji gotovo svih unutrašnjih organa, koji su inervirani vegetativnim vlaknima. Konačno, mišići su i humoralnim putem povezani s drugim dijelovima organizma. Metaboliti, koji nastaju u mišićima u vrijeme njihove aktivnosti, raznose se optjecanjem krvi i uzbuđuju različite živčane centre. Efekt svih tih humoralno-živčanih promjena odrazuje se u funkciji dišnih organa, u funkciji kardio-vaskularnog sistema, u aktivnosti inkretornih žlijezda, u aparatu za termoregulaciju, u funkciji jetre, bubrega i t. d. Zbog takve sinergične mobilizacije organizma dolazi do brže cirkulacije krvi, do povećanja količine vezanog kisika, do deblokiranja glikogena iz jetre i t. d., dakle do

faktora, koji su od odlučnog značenja za funkciju dužeg radnog sistema. U analizi procesa tjelesnog rada i umora pod normalnim prilikama aktivnosti mora zato doći na prvo mjesto živčani sustav, cerebro-spinalni i vegetativni, kao glavni inicijativni i regulatorni aparat organizma. Promjene, koje za tjelesnog rada nastaju u funkciji različitih unutrašnjih organa i živčanog sustava, a isto tako i kortikalni odraz dužeg napornog rada u obliku osjećaja umora, nisu neki nevažni epifenomeni, izazvani isključivo kemijskim promjenama u mišićima, već su to ponajprije preko živčanog sistema pobudene sinergične reakcije, od kojih zavisi funkcionalna sposobnost organizma uopće, a prema tome i mišićnog tkiva.

Ima velik broj opažanja, koja direktno dokazuju, da je pri nastanku pojave umora u prvom redu važan živčani sustav. Poznato je na pr. djelovanje psihonervne aktivnosti na rad. Pozitivan odnos prema radu, ugodna čuvstva, koja rad pobuđuje, odnosno koja se vezuju uz zamisao cilja, zatim takmičenje, voljni napor i t. d. mogu znatno odgoditi pojavljivanje umora, a negativni odnos prema radu i dezinteresiranost mogu dovesti vrlo brzo do umora i prije, bilo kakvih značajnih kemijskih promjena u izvršnim organima. S druge strane, brižljivo provedena ispitivanja odnosa između količine stvorenih metabolita u mišićima i radne sposobnosti nisu pokazala nikakvu sigurnu i jednoznačnu korelaciju. Kod mnogih radova srednjeg intenziteta količina mliječne kiseline u krvi u fazi umora ne samo da ne raste, nego se često čak i smanjuje. A kod mnogih drugih radova količina metabolita može biti povišena, a da to ne prati smanjena radna sposobnost. Konačno su pokusi pokazali, da se mišići pod utjecajem direktnih umjetnih podražaja mogu i dalje kontrahirati, iako ih ne možemo više voljno pokrenuti, a to ne bi bilo moguće, kad bi umor bio rezultat lokalne intoksikacije mišića.

Na osnovi nekih opažanja pokušavalo se doduše i prije, da se kod teorije umora vodi računa o živčanom sistemu, ali je pri tome redovno njegova funkcija bila netočno određena. Tako je na pr. već A. Mosso postavio nasuprot perifernim teorijama umora centralnu teoriju, svodeći umor u prvom redu na poremećenja, do kojih dolazi u živčanim centrima; ali on je tu disfunkciju živčanih centara pripisivao i opet djelovanju kemijskih tvari, koje se stvaraju u mišićima u vrijeme rada i optjecanjem krvi dolaze do živčanih centara. Tek u novije doba, zahvaljujući u prvome redu istraživanjima sovjetskih fiziologa i psihologa, dobiven je nešto jasniji uvid u fiziološku podlogu umora.

Osnovu za to novo shvaćanje umora dala je Orbelijeva teorija o adaptivno-trofičnom djelovanju vegetativnog živčanog sistema na funkcionalno stanje podražljivih tkiva. Po zamisli Orbelija adaptacija organizma promjenljivim prilikama ostvaruje se preko vegetativnog sustava, specijalno preko njegova simpatičkog dijela. Mišićno tkivo, osjetno tkivo, pa čak i različite živčane formacije centralnog živčanog sistema, inervirane su od simpatičkih živčanih vlakna, koja reguliraju

njihovu funkciju. Prekidajući operativno te simpatičke sveze, odnosno podražujući simpatičke ganglije, s kojima su takva tkiva preko vlakana u svezi, utvrdio je *Orbeli* značajne promjene u funkciji tih tkiva. Denervacija redovno je smanjivala funkcionalne sposobnosti mišića, desensibilizirala osjetne organe i pogoršavala kortikalnu aktivnost, koja se očituje u uvjetovanim refleksima. Naprotiv, podraživanje pripadnih simpatičkih ganglija poboljšavalo je funkcionalnu sposobnost tih tkiva.

Kako smo vidjeli, u normalnim prilikama aktivnosti može doći do promjena u vegetativnom sistemu humoralnim putem ili difuzijom uzbuđenja iz korteksa, ali i preko sveza između aferentnih živčanih vlakana i vegetativnih neurona. Kod pojačane tjelesne aktivnosti nastaje zbog podražaja receptora uzbuđenje u aferentnim vodovima, velik dio tih aferentnih impulsa prelazi na eferentne neurone vegetativnog sistema i preko njih izaziva čitav niz difuznih vegetativnih refleksa, koji mijenjaju funkcionalno stanje aktivnih tkiva. Od intenziteta, trajanja i odnosa tih uzbuđenja među sobom zavisi i karakter sinergičnih promjena u organizmu. Kad su takvi utjecaji relativno slabog intenziteta i traju kratko, dolazi do povećanja adaptivno-trofičkih utjecaja simpatičkog sistema, a time i do hiperdinamije, t. j. do poboljšanja radne sposobnosti. Naprotiv, intenzivno i dugotrajno bombardiranje živčanih centara aferentnim impulsima izaziva slabljenje adaptivno-trofičkih utjecaja, a to se očituje u hipodinamiji, t. j. u smanjenju radne sposobnosti. Umor bi tako bio u prvome redu rezultat slabljenja adaptivno-trofičkih utjecaja simpatičkog dijela vegetativnog živčanog sistema.

Ta teorija, koja uostalom ne zabacuje značenje humoralnih utjecaja, nego ih samo svodi na razumnu mjeru, omogućila je i direktno zahvatanje u proces rada. Sovjetski autori pokušali su poboljšati radne sposobnosti čovjeka s jedne strane uklanjanjem svih podražaja, koji djeluju inhibitorno na simpatički sistem, a s druge strane izazivanjem novih vegetativnih refleksa dinamogenog karaktera.

Ako se ne brinemo za vegetativne reflekse, koji se izazivaju preko kore mozga, među dinamogenim vegetativnim refleksima, što ih možemo izazvati adekvatnim podraživanjem receptora, osobito se, prema sovjetskim autorima, pokazalo uspješno pranje lica hladnom vodom u toplo doba godine, kratka hiperventilacija pluća i laka gimnastika. Takvo podraživanje receptora za hladno, receptora u dišnim organima i receptora u mišićima popravlja funkcionalno stanje mišićnog, osjetnog i živčanog tkiva. Prema mišljenju sovjetskih autora (na pr. *Kekčeeva*) to dinamogeno djelovanje ima se smatrati u prvom redu za učinak difuznih vegetativnih refleksa, a ne, kako se obično misli, za učinak ubrzanog optjecanja krvi, odnosno promjena u kemizmu krvi. Budući da ti podražaji stimuliraju organizam čisto fiziološkim putem, nazvani su — za razliku od psihičnih i

farmakodinamičnih dinamogenih faktora — fiziološkim stimulatorima.

Primjenom tih fizioloških stimulatora uspjelo je — prema podacima sovjetskih autora — znatno senzibilizirati različite osjetne organe i ukloniti poremećenje u koordinaciji pokreta kod dugog rada. Na taj način mogao se povećati kvalitet i kvantitet tjelesnog i intelektualnog rada, i to često upravo u izvanrednim razmjerima. Spomenuti stimulatori osobito su se mnogo upotrebljavali u vrijeme rata u SSSR-u, gdje su uspješno zamijenili različite farmakodinamične stimulatore.

A) UTJECAJ HIPERVENTILACIJE I PRANJA HLADNOM VODOM NA STATICNI RAD

Najveći dio radova sovjetskih autora posvećen je proučavanju djelovanja stimulatora na funkciju osjetnih organa, dok se relativno malen broj bavi utjecajem vegetativnih refleksa na intelektualni i tjelesni rad. U svezi s tim problemima htjeli smo provjeriti djelovanje stimulatora na statični rad, i to ne samo zato, što o tome nismo našli podataka u literaturi, koja nam je bila pristupačna, već i zbog toga, što se specijalno o sjedištu umora kod statičnog rada mišljenja veoma razlikuju. Dok neki autori svode umor, koji se brzo javlja pri statičnom naporu, na gomilanje metabolita, koji se zbog smanjene cirkulacije krvi u mišiću pri trajnoj kontrakciji i znatno skraćenom vremenu odmora ne mogu u dovoljnoj mjeri odstraniti, odnosno resintetizirati, dotle drugi autori uzimaju upravo statični umor kao primjer zatajivanja živčanih centara zbog bombardiranja aferentnim impulsima specijalno algogene vrste.

Za ispitivanje statičnog rada i umora upotrebili smo modificirani dinamograf po Ch. Henryju. Taj se dinamograf sastoji iz okomite staklene cijevi, koja je svojim donjim krajem u svezi s gumenom kruškom, koja je djelomično ispunjena živom. Pri pokusu ispitanik stišće rukom gumenu krušku i time podiže živu u staklenoj cijevi. Njegov je zadatak, da ne mijenjajući svoj položaj ni kontrakciju prstiju održava stupac žive neprestano na što većoj visini. Centimetarska skala uz cijev omogućuje, da se jednostavno očita visina stupca u različitim vremenskim razdobljima tog statičnog rada.

Pri statičnom radu ovog tipa vrlo brzo dolazi do umora. Objektivno se taj statični umor očituje u više ili manje pravilnom smanjivanju opterećenja, koje može ispitanik izjednačiti stiskom svojih prstiju, t. j. konkretno spuštanjem stupca žive. A subjektivno se ta vrsta umora očituje u doživljaju neizdržljivog napora, koji silu ispitanika na popuštanje. Kasnije dolazi redovno i do izrazitih osjeta grčevitog bola, osobito u predjelu tenara.

Naši su ispitanici bili djevojčice i dječaci u dobi između 14 i 17 godina. Svaki je ispitanik bio podvrgnut dva puta ispitivanju, i to

u razmaku od jednog dana. Da bismo isključili utjecaj vježbe zbog ponavljanja iste aktivnosti, izvršen je kod polovice ispitanika najprije pokus s ubačenim stimulatorom, a zatim kontrolni pokus, a kod druge je polovice red bio obrnut. Od stimulatora primijenili smo hiperventilaciju (8—10 dubokih udisaja u 1 min.) i trokratno otiranje lica hladnom vodom po 15 sekunda.

Prvi statički rad trajao je dvije minute. Nakon toga prekinuo se rad za 1 minutu. Kod pokusa sa stimulatorom ispitanik je za prekida usiljeno disao ili mu je lice osvježeno vodom. Kod kontrolnih pokusa ispitanici su se samo pasivno odmarali. U vrijeme prekida, ruka, koja je radila, ostajala je i dalje uz krušku, a ispitanik nije smio mijenjati svoj položaj. Po svršetku pauze počinjao je rad iz početka i trajao je opet dvije minute.

Rezultati statičnog rada mogu se jednostavno prikazati radnom krivuljom, ako se na apscisu nanese vrijeme rada u razmacima od 5 sek., a na ordinatu visina, na kojoj se u tim različitim vremenskim jedinicama nalazila živa.

Uz manje ili veće nepravilnosti imaju sve dobivene krivulje poznati hiperbolični oblik, t. j. u početku naglo, a kasnije sporije opada opterećenje, koje ispitanik može kontrakcijom svojih mišića izjednačiti.

Uspoređivanjem krivulje rada prije odmora s krivuljom poslije odmora, i to napose za pokuse, kad je za odmora bio primijenjen stimulator, a napose za kontrolne pokuse, moguće je bilo provjeriti djelovanje stimulatora na uspostavljanje radne sposobnosti.

Na 15 naših ispitanika, koji su služili za pokuse s hiperventilacijom, 1 je ispitanik postigao poslije odmora sa stimulatorom slabiji rezultat, nego nakon pasivnog odmora, 4 ispitanika postigla su uglavnom jednaki radni učinak, dok je 10 ispitanika pokazalo nakon stimulatora neki porast u radnome učinku. To poboljšanje varira između 4—35%. Na slici su prikazani prosječni rezultati. Lijevo se nalaze rezultati postignuti prije odmora. Kako se moglo očekivati, vrijednosti, koje su dobivene kod kontrolnih pokusa (točke), gotovo se potpuno podudaraju s vrijednostima kod pokusa, pri kojima je kasnije u pauzi bio primijenjen stimulator (kružići), tako da među tim podacima možemo povući samo jednu krivulju. To podudaranje pokazuje relativno malen intervarijabilitet rezultata. Na desnoj strani nalazi se krivulja rada poslije odmora. Tu gornja krivulja pokazuje rezultate dobivene poslije hiperventilacije, a donja nakon pasivnog odmora. Obje krivulje su niže od krivulje na lijevoj strani, a to pokazuje, da ni prazna pauza od jedne minute, ni pauza s hiperventilacijom nisu bile dovoljne, da se u cijelosti uspostavi predašnje funkcionalno stanje.

Izrazimo li ukupni učinak statičnog rada zbrojem prosječnih visina, na kojima se svakih 5 sekunda u 2 minute nalazila živa, onda dobivamo ove vrijednosti:

Prvi rad		Drugi rad
833 (100%)	prazna pauza od 1 min.	596 (71,5%)
833 (100%)	pauza s hiperventilacijom	681 (81,8%)

Prema tome je kod pokusa s hiperventilacijom bio radni efekt veći za prosječno 10,3% od radnog učinka kod kontrolnih pokusa.

Drugo je pitanje, je li ta razlika od 10,3% značajna, t. j. zavisna od sistematskog faktora hiperventilacije, ili se ona može svesti na slučajni varijabilitet rezultata. Kako je poznato, značajnost razlike između dvije srednje vrijednosti računa se na osnovu indeksa pogreške, kojim su dobivene te srednje vrijednosti $\left(\sigma_s = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}\right)$. U našem

slučaju indeks pogreške srednje vrijednosti kod kontrolnih pokusa iznosi 2,2, a indeks pogreške srednjeg učinka rada nakon primjene hiperventilacije 3,8. Pogreška razlike između te dvije srednje vrijednosti bit će $\sigma_{\Delta} = \sqrt{2,2^2 + 3,8^2} = 4,4$. Kako dobivena razlika (10,3) nije veća od trostrukog iznosa svoje pogreške, to tu razliku ne možemo smatrati kao statistički potpuno značajnu. Jedino relativna pravilnost pomaka rezultata, t. j. poboljšanje radnog efekta kod desetorice od petnaest ispitanika nakon primjene hiperventilacije upućivala bi na to, da ipak te razlike nisu sasvim slučajne.

Pokusi, kod kojih smo kao stimulator upotrebili otiranje lica i čela hladnom vodom, provedeni su na jednaki način. U toj seriji pokusa sudjelovalo je 16 novih ispitanika. Od tih su 2 ispitanika postigla slabiji rezultat nakon stimulatora nego kod kontrolnih pokusa, 3 su postigla jednaki rezultat, a kod 11 je radni efekt bio bolji nakon otiranja lica za 6 do 38%.

Prosječni su rezultati ovi:

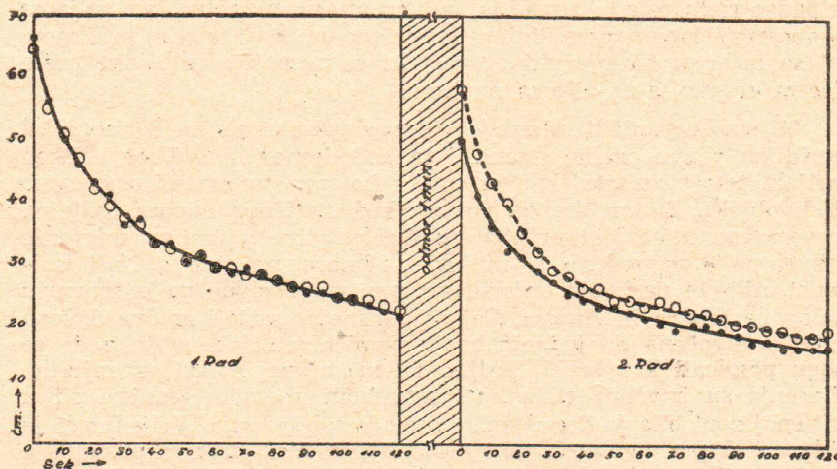
Prvi rad		Drugi rad
847 (100%)	prazna pauza od 1 min.	557 (65,8%)
863 (100%)	pauza s hladnom vodom	660 (76,5%)

Kako se vidi, ni kod te grupe ispitanika odmor od jedne minute nije bio dovoljan, da se obnovi predašnje funkcionalno stanje, ali je stimulator i opet poboljšao radni efekt za 10,7%, dakle za isto toliko, koliko i hiperventilacija u prvoj grupi. Kod tih mjerenja indeksi pogreške srednjih vrijednosti iznose 2,3 i 2,7. Uvrstimo li te vrijednosti u formulu, kojom se računa značajnost neke razlike, dobivamo 3,5. Prema tome razlika od 10,7 značajna je tek statistički $(10,7 \pm 10,5)$.

Poboljšanje radnog učinka, koje smo našli kod statičkog napora nakon primjene fizioloških stimulatora, znatno je ispod onih vrijednosti, koje su dobili sovjetski autori pri sensibilizaciji osjetnih organa ili kod intelektualnog rada. Dok su vrijednosti, koje smo mi

našli, upravo na granici značajnosti, dotle su sovjetski ispitivači spomoću istih stimulatora postigli povećanje slušne i vidne osjetljivosti za 40—50%, ubrzanje vremena adaptacije oka na tminu za oko 800%, poboljšanje intelektualnog rada u fazi umora za 30—50% i t. d.

Ako prihvatimo hipotezu, da stimulatori djeluju preko vegetativnih refleksa, onda bi se taj njihov relativno slab efekt na statički napor u stanju relativnog umora mogao tumačiti tako, da je brzi statički umor ipak pretežno izazvan promjenama u samom izvršnom



Krivulje statističkog rada prije i poslije odmora od 1 min.

Točkama su označene vrijednosti dobivene pri kontrolnim pokusima, a krutičicama vrijednosti postignute pri pokusima s hiperventilacijom. Na ordinati: visina stupca žive; na apscisi: vrijeme rada.

Courbes de décroissance du rendement statique au cours du temps.

La partie hachée désigne l'interruption de l'effort pendant 1 min. Avec des points sont marquées les valeurs obtenues dans les expériences de contrôle et avec des croix celles obtenues après l'hyperventilation appliquée pendant l'interruption. En ordonnées: les hauteurs de la colonne de mercure; en abscisses: le temps du travail.

organu. Na to upućuje razlika između učinka stimulatora na više živčane centre — kakav je nađen pri pokusima s intelektualnim radom — i učinka, koji smo mi našli. Zbog trajne mišićne kontrakcije pri statičnom radu ostaje vrlo malo vremena za procese resinteze, a osim toga dolazi i do slabije cirkulacije krvi u organu, a taj relativni zastoj ne samo da usporava odstranjivanje metabolita i njihovu oksidaciju, već negativno djeluje i na lokalnu nervnu regulaciju.

B) UTJECAJ HIPERVENTILACIJE NA ŠIRINU VIDNOGA POLJA

U nizu istraživanja o djelovanju jednih osjetnih organa na druge nekoliko se radova bavi i mijenjanjem širine vidnog polja za različite boje pod utjecajem slušnih, njušnih i vidnih nuzpodražaja (P. A. Jakovljević, L. I. Seleckaja, N. T. Fedorov i V. I. Fedorova*). Ta su istraživanja pokazala, da učinak nuzpodražaja zavisi od njegova kvaliteta i da je različit za različite grupe boja. Osim takvih čistih osjetnih interakcija nismo u literaturi naišli na podatke o djelovanju glavnih fizioloških stimulatora na normalnu širinu vidnog polja za bijelo. U tu grupu — koliko je nama poznato — možda bi jedino pripadao rad Coste i Bertoldija, koji su mjerili vidno polje u vrijeme laganog mišićnog napora, koji nije izazivao umor. U takvim prilikama oni su našli proširenje vidnog polja, i to neznatno za bijelo, nešto više za crveno, a najviše za modro.

Mi smo ograničili mjerenje vidnog polja samo na horizontalni meridijan s temporalne strane, i to kod desnog oka. Zbog velikog varijabiliteta rezultata, kad se radi s bojama, upotrebili smo samo bijeli objekt. Za razliku od pokusa kod statičnog napora, gdje se provjeravao utjecaj stimulatora u fazi relativnog umora, mjerenje vidnog polja provedeno je uvijek u odmorenom stanju. Naši ispitanici, njih 14 na broju, mjerili su sami svoje vidno polje spomoću malog perimetra R. Bujasa. Taj se perimetar sastoji iz dva drvena kraka, zakvačena na jednom kraju pomičnim zglobom, tako da se mogu pomicati kao kraci šestila. Među njima nalazi se mjerilo. Mjerenja su izvršena silaznim postupkom metode granica, ali u kritičnoj zoni bila je dopuštena i metoda udešavanja. Vrijednosti je očitavao eksperimentator, tako da ispitanici nisu znali za postignute rezultate. Prije mjerenja sve smo ispitanike uvježbali u rukovanju aparatićem.

Postupak je bio sasvim jednostavan. Kod kontrolnih pokusa prvo je svaki ispitanik izmjerio deset puta redom svoje vidno polje, a zatim je bila pauza od jedne minute, nakon koje je ispitanik opet izvršio deset mjerenja. Kod pokusa s hiperventilacijom tok je bio jednak, samo je u pauzi ispitanik jednu minutu usiljeno disao.

Kako se moglo očekivati, kod kontrolnih pokusa nije bilo razlike u prosječnoj širini vidnog polja prije i poslije pauze. Kod pojedinih ispitanika katkad su te male razlike pokazivale pozitivan, a katkad negativan predznak. Na 14 ispitanika samo je kod jednog diferencija, i to negativna, statistički značajna, a to je vjerojatno u svezi s lakom umorljivošću tog ispitanika. Naprotiv, poslije hiperventilacije 9 je ispitanika pokazalo statistički značajno proširenje vidnog polja, a samo dvojica dobila su vrijednosti s negativnim predznakom.

* Prema S. V. Kravkovu (2)

Prosječni rezultati (140 mjerenja za svaku vrijednost) bili su ovi:

Kontrolna grupa	Eksperimentalna grupa
prije pauze $97,1 \pm 0,89$	prije stimulatora $94,7 \pm 0,93$
poslije pauze $97,6 \pm 0,73$	poslije stimulatora $98,9 \pm 0,83$

Pogreška razlike između širina vidnoga polja prije i poslije hiperventilacije iznosi 1,24. Prema tome srednje proširenje od $4,2^{\circ}$ nakon usiljenog disanja treba smatrati kao statistički značajno, jer je veće od trostrukog iznosa svoje pogreške.

Drugo je pitanje, čemu treba pripisati to neznatno proširenje: da li sensibilizatornim vegetativnim refleksima, izazvanim od uzbuđenja interoreceptora u dišnim organima i proprioreceptora u interkostalnim mišićima, ili taj efekt treba pripisati povećanoj količini kisika u krvi. Nama se čini, da je posljednje tumačenje vjerojatnije. Periferni retinalni elementi vrlo su osjetljivi na promjene kisika, pa kako smanjenje količine kisika u stanju intelektualnog ili tjelesnog umora dovodi do suženja vidnog polja, tako bolja opskrba kisikom mora izazvati proširenje. Da razlike nisu veće, razlog je vjerojatno taj, što je u normalnom odmornom stanju količina kisika u krvi potpuno kompatibilna s maksimalnom osjetljivošću štapića adaptiranih na određeni intenzitet svijetla.

L I T E R A T U R A

1. Kravkov, S. V., *Rabota organov čuvstv*, Moskva 1949.
2. Kravkov, S. V., *Vzaimodejstvie organov čuvstv*, Moskva 1948.
3. Orbeli, L. A., *Lekcii po voprosam vysšei nervnoi dejatel'nosti*, Moskva 1945.
4. Kekčeev, K. H. i suradnici, *Voprosy psihofiziologii*, *Izv. Akad. pedagog. nauk RSFSR*, 8, 1947.
5. Morin, G., *Physiologie du travail humain*, Paris 1946.
6. Costa, A. i Bertoldi, M., *Variazioni del campo visivo da sforzo muscolare*, *Arch. ital. di Psicol.*, XIV, 4, 1936.
7. Bujas, Z., *Neka novija istraživanja na području psihofiziologije u SSSR-u iz Mozak i psihični procesi*, izd. Ped.-knjiž. zbora, Zagreb 1949.
8. Bujas, Z., *Le rétrécissement du champ visuel comme test de fatigue*, *L'Année psychol.* XXXVIII, 1937.

R É S U M É

L'ACTION DE CERTAINS STIMULANTS PHYSIOLOGIQUES SUR L'EFFORT STATIQUE ET SUR L'EXTENSION DU CHAMP VISUEL

La diminution des capacités fonctionnelles des tissus soumis à une activité prolongée ou excessive est causée principalement par une altération de la régulation neuro-humorale. D'après les recherches des auteurs soviétiques les changements chimiques du milieu intérieur et le bombardement par des influx afférents conduisent, dans certaines conditions, à un affaiblissement d'action adaptative et trophique du système autonome sur les tissus excitables, ce qui cause un fléchissement de la capacité du travail. A l'aide des

«stimulants physiologique» qui déclanchent les réflexes végétatifs de nature dynamogène il était possible d'améliorer l'état fonctionnel soit dans des conditions normales soit dans la période de la fatigue.

Les auteurs ont essayé à vérifier sur 45 sujets l'action de l'hyperventilation pulmonaire et de l'humectation avec de l'eau froide sur le rendement du travail statique et sur l'extension du champ visuel. Après l'application de ces stimulants le rendement du travail statique était amélioré de 10%, et après l'hyperventilation le champ visuel, dans le plan horizontal du côté de la tempe droite, était élargi de 4,2°. Étant donné la grande variabilité des résultats ces améliorations sont statistiquement à peine significatives. D'après les résultats obtenus il n'est pas possible de répondre si l'augmentation des capacités fonctionnelles est due aux réflexes du système autonome ou aux changements directs de la circulation et de la composition chimique du sang.