

UDC 159.946.3:612.233

Joviša Obrenović¹, Milkica Nešić²

¹Filozofski fakultet

²Institut za fiziologiju, Medicinski fakultet

Niš

KOGNITIVNA VREDNOST GOVORNOG SIGNALA U USLOVIMA AKUTNE HIPOKSIJE

Rezime

Cilj ovog rada je da primenom analize fizičkih karakteristika govornog signala utvrdi uticaj akutne hipoksije visina 5500 i 6700 m u funkciji kognitivnog opterećenja. Ispitanici su u klimabarokomori na simuliranim visinama 5500 i 6700 m i na "zemlji" rešavali Lotigov hipoksični test – izgovor trocifrenih brojeva od hiljadu, ali unazad.

Oscilografskom analizom ispitivane su promene distribucije govornog signala pri generisanju odgovora, i to sledećih parametara: intenzitet signala, trajanje intersegmentalnih pauza pri izgovoru i trajanje izgovora brojeva. Dobijeni su sledeći rezultati.

Govorni signal izgovorenih brojeva ima značajno veću amplitudu (intenzitet) pri izgovoru na visini 5500 m u odnosu na izgovor "na zemlji", dok je intenzitet govornog signala značajno manji pri izgovoru na visini 6700 m.

Trajanje pauza između slogova i reči ne odstupa značajno na visini 5500 m u odnosu "na zemlju", dok hipoksija visine 6700 m značajno produžava trajanje pauza između slogova i reči.

Akutna hipoksija visina 5500 i 6700 m značajno ne menja trajanje izgovora trocifrenih brojeva. Navedeni podaci pokazuju da hipoksija ove dve visine u kognitivnom zadatku, različito utiče na dinamiku išgovora, odnosno karakteristike govornog signala.

Ključne reči: kognicija, govor, hipoksija

Hipoksija je sniženje parcijalnog pritiska kiseonika, odnosno smanjenje molekularne koncentracije kiseonika u tkivima organizma. Ona je moćan stresor, koji ispoljava svoje dejstvo na sve nivoe organizacije čovekovog organizma. Dosadašnja istraživanja (Davidović, J., 1975, 1976, 1976a, 1978, 1978a, Obrenović, J., 1985; Ognjenović, P. 1965; Salmonina, O. M. 1982 i dr.) utvrdila su da hipoksija kao intenzivan stresor menja psihofizički status jedinke. Promene su utoliko opsežnije i dublje ukoliko je hipoksija intenzivnija, a moć prilagođavanja jedinke uža. Hipoksija deluje nejednako na različita tkiva koja su joj izložena. Od svih tkiva, nervno tkivo je najveći potrošač kiseonika i najosetljivije na hipoksiju. Međutim nervne ćelije različitih struktura CNS-a različito reaguju na nedostatak kiseonika: njihova funkcionalna postojanost se smanjuje od viših prema nižim strukturama mozga. Zbog toga u uslovima hipoksije dolazi do

sistematskog raslojavanja psihičkih funkcija i to prema njihovoj filogenetskoj starosti. Gubljenje i raslojavanje psihičkih funkcija ide uporedo sa isključivanjem njihovih funkcionalno-anatomskih korelata, odnosno nervnih struktura. Prvo se raslojavaju filogenetski najmlađe psihičke funkcije, odnosno, prvo se isključuju filogenetski najmlađe nervne strukture. Znači, raslojavanje i isključivanje psihičkih funkcija i nervnih struktura obrnuto je filogenetskom razvoju i nastanku. Najotpornije na hipoksiju su filogenetski najranije zasnovane nervne strukture i funkcije. Iz ovoga sledi da hipoksija može da posluži kao pouzdan "instrument" za snimanje filogenetske determinisanosti psihičkih procesa i njihovih funkcionalno-anatomskih korelata.

Po svojoj filogenetskoj starosti govor je mlada psihofiziološka funkcija čoveka. Zbog toga u uslovima hipoksije govorni signal "trpi" određene promene i deformacije, odnosno dolazi do izmena u fonaciji i artikulaciji. Kakve će biti promene govora pre svega zavisi od dostignute visine, odnosno intenziteta hipoksije, ekspozicije hipoksiji i otpornosti ličnosti.

Metod

Cilj istraživanja je da se ispita uticaj akutne hipoksije visina 5500 i 6700 metara na parametre govornog signala, u uslovima kognitivnog opterećenja - rešavanja hipoksičnog Lotigovog testa - izgovor trocifrenih brojeva od 900, ali unazad.

Visine 5500 i 6700 m, tretirane u ovom istraživanju, izabrane su zbog svojih specifičnih biopsiholoških dejstava na čovekov organizam. Iz praktičnih razloga važno je tačno odrediti intenzitet stresora čije je podnošenje na granici čovekovih performansi, s tim da ne izazove ireverzibilna oštećenja organizma. Ove uslove zadovoljava visina 5500 metara. Najveća visina na kojoj su zasnovana i trajno opstaju ljudska naselja iznosi 5500 metara nadmorske visine (planine Andi, Tibet, Tjen-šanska visoravan, šerposi na Himalajima). Neprevaziđenost ove visine svedoči da je ona krajnja granica adaptivne moći čoveka na visinu i konačni domet njegovih psihofizioloških kapaciteta. Zdrav, nepriviknut čovek na ovoj visini očuva punu radnu sposobnost - vreme čiste svesti (The time of useful consciousness) nešto preko 30 minuta. Zbog toga se ona danas koristi za procenu stepena otpornosti prema hipoksiji, odnosno nedostatku kiseonika. Dok je na visini 5500 metara moguća trajna adaptacija, dotle na visini 6700 metara nije moguć opstanak na duži rok. Opstanak je moguć samo na kratko, a puna radna sposobnost sačuvana je u prvih deset minuta ekspozicije individue ovoj visini. Prema tome, ova visina je intenzivan stresor, odnosno ambijent iz kojeg jedinka da bi preživela, mora da se što pre skloni.

Polazeći od navedenih dejstava ovih visina, logično je pretpostaviti da će se produkcija govora, odnosno fizičke karakteristike govornog signala u uslovima kognitivnog opterećenja značajno promeniti već u prvim minutama ekspozicije hipoksiji navedenih visina.

Praćene su akustičke promene sledećih parametara govora: amplituda (intenzitet) u milivoltima (mV), (2) trajanje intersegmentalnih artikulacionih mikro pauza između slogova i reči, i (3) trajanje izgovora brojeva.

Postupak. 22 ispitanika muškog pola učestvovala su u istraživanju. Njih 11 je u klimabarokomori izlagano hipoksiji visine 5500 metara, a 11 hipoksiji visine 6700 m.

Ispitanici su u hipoksičnim uslovima i u uslovima normoksije ("na zemlji") rešavali Lotigov hipoksični test, odnosno izgovarali trocifrene brojeve od 900 ali unazad (900, 899, 898...). Izgovor brojeva zapisivan je na magnetofonsku traku. Rad na testu je trajao deset minuta. Analiza uzoraka govornog signala izgovorenih brojeva po navedenim parametrima izvršena je na trokanalnom osciloskopu model TECTRONIX - TYPE RM 565.

Rezultati i diskusija

Praćene su promene parametara govornog signala (amplituda, pauze i trajanje izgovora) i to u sledećim relacijama:

1. hipoksija visine 5500 m u odnosu na normoksiju,
2. hipoksija visine 6700 m u odnosu na normoksiju,
3. hipoksija visine 5500 m u odnosu na hipoksiju visine 6700 m.

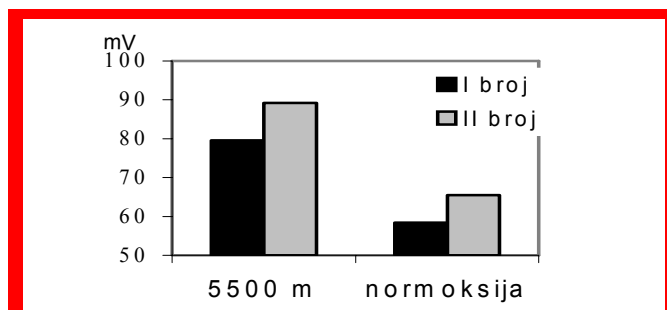
Za analizu su uzeti uzorci govornog signala na početku rada na Lotigovom testu – izgovor broja 838 - (I broj) i i posle oko deset minuta rada na testu – izgovor broja 638 (II broj). Govorni signali izgovora navedenih brojeva su izabrani za analizu zbog dovoljnog vremenskog razmaka između njih pri izgovoru (oko deset minuta), i zbog sadržaja slogova i fonema ova dva broja, koji je većim delom identičan.

Ad 1. Hipoksija visine 5500 m u odnosu na normoksiju

A. Pri utvrđivanju značajnosti razlika aritmetičkih sredina za *intenzitet - amplitudu* govornog signala izgovora navedenih brojeva (838 i 638) u okviru Lotigovog testa na visini 5500 m, prema izgovoru "na zemlji", dobijeno je $F(1,20)=11,418$, značajno na nivou 0,01. Izgovoreni brojevi imaju značajno veću amplitudu (intenzitet) govornog signala pri izgovoru na visini 5500 m u odnosu na izgovore brojeva "na zemlji". t-test urađen posle analize varijanse za prvi broj koji je analiziran (838), izgovoren na početku rada na Lotigovom testu jeste $t=3,403$; značajno na nivou 0,05, a za drugi broj (638), izgovoren posle pet minuta rada na testu je $t=2,022$, nije značajno na zahtevanim nivoima, ali je blisko značajnosti. Zahtevana značajnost za nivo 0,05 je 2.571.

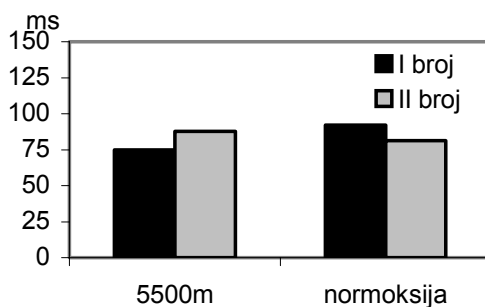
Pri utvrđivanju odnosa između amplituda izgovorenih brojeva (PRVI BR.838 : DRUGI BR.638), nezavisno od ambijenta u kojem su izgovarani, dobijeno je $F(1,20)=1,585$. Vrednost F nije značajna ni na jednom od zahtevanih nivoa. Prema tome, ne postoji značajna razlika u vrednosti amplituda govornog signala između izgovora prvog i drugog broja, i to kako na visini 5500 m tako i "na zemlji". To znači da produžena ekspozicija ispitanika od deset minuta hipoksiji visine 5500 m ne dovodi do značajnih promena amplitude govornog signala u odnosu na uslove na zemlji.

Dijagram 1a. prikazuje amplitudu govornog signala izgovora prvog (838) i drugog (638) broja, koja je veća pri izgovoru na visini 5500 m, u odnosu na izgovor "na zemlji". Isto tako, i na visini 5500 m i "na zemlji" drugi broj ima nešto veću amplitudu, ali kao što je istaknuto, ova razlika nije statistički značajna.



Dijagram 1a

B. Provedena analiza varijanse za utvrđivanje značajnosti razlika u *trajanju pauza između slogova i reči* izgovorenih brojeva na visini 5500 m prema izgovoru "na zemlji", pokazala je da za odnose između ambijenata - visina 5500 m : "zemlja", F nije statistički značajno; $F(1,20)=0,439$. Za uvrđivanje razlika između prosečnih vrednosti trajanja pauza između slogova i reči prvog prema drugom broju, nezavisno od ambijenata u kojima su brojevi izgovarani, dobijeno je $F(1,20)=0,021$, daleko ispod značajnosti (Dijagram 1b).

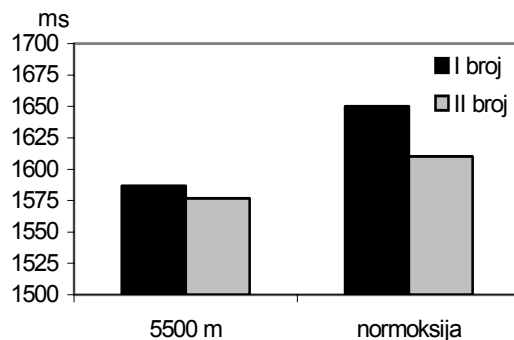


Dijagram 1b

Prema tome, (1) ne postoji značajna razlika u trajanju pauza između slogova i reči sadržanih u izgovoru brojeva na visini 5500 m prema izgovoru "na zemlji". (2) Produžena ekspozicija hipoksiji koja je ekvivalentna visini 5500 m ne dovodi do značajne razlike u trajanju pauza između slogova i reči prvog, prema drugom broju.

C. Pri utvrđivanju značajnosti razlika u *trajanju izgovora brojeva* na visini 5500 m, prema izgovoru "na zemlji", analizom varijanse dobijeno je $F(1,20)=0,521$; što nije statistički značajno. Takođe, ne postoji značajna razlika u trajanju izgovora prvog prema drugom broju, nezavisno od ambijenta u kojem su ispitanici izgovarali. Dijagram 1c. prikazuje odnos srednjih vrednosti trajanja izgovora prvog i drugog broja na visini 5500 m, prema trajanju izgovora "na zemlji": Na dijagramu se vidi da je trajanje izgovora na visini 5500 m nešto kraće, nego trajanje izgovora "na zemlji". Isto tako, trajanje izgovora prvog broja, nezavisno od ambijenta u kojem su brojevi izgovarani, nešto je duže od trajanja izgovora drugog broja. Kao što je istaknuto, ove razlike nisu

statistički značajne. Prema tome, ne postoji značajan uticaj hipoksije 5500 m na trajanje izgovora brojeva na Lotigovom hipoksičnom testu.



Dijagram 1c

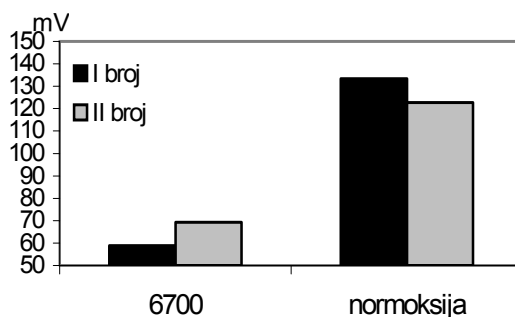
Ad 2. Hipoksija visine 6700 m u odnosu normoksiju

Prilikom utvrđivanja dejstva akutne hipoksije ekvivalentne visini 6700 m, na karakteristike govornog signala izgovorenih brojeva na Lottigovom testu, poređeni su zapisi signala pri izgovoru ispitanika koji su pri radu na testu izlagani hipoksiji visine 6700 m i zapisi izgovora u uslovima normoksije "na zemlji".

A. Pri utvrđivanju statističke značajnosti razlika aritmetičkih sredina za *intenzitet-amplitudu* (u mV) govornog signala brojeva izgovorenih u okviru Lottigovog testa na visini 6700 m prema izgovoru "na zemlji", dobijeno je $F(1,28)=46,887$; značajno na nivou 0,01. Testiranje značajnosti razlika, provedeno posle analize varijanse, pomoću t-testa za razlike između vrednosti za amplitude na visini 6700 m i "na zemlji", za prvi broj (838) koji je analiziran, dobijeno je $t=8,014$; značajno na nivou 0,01; a za drugi broj (638) izgovoren pri kraju rešavanja Lotigovog testa je $t=3,302$; značajno na nivou 0,01. Iz ovoga proizilazi da hipoksija visine 6700 m značajno menja vrednost amplitude govornog signala, u odnosu na vrednost amplitude govornog signala "na zemlji". Ova visina (6700 m) značajno smanjuje amplitudu (intenzitet) govornog signala. Nalaz je suprotan podatku za odnos amplituda pri izgovoru na visini 5500 m i "na zemlji". Podsetimo se amplituda govornog signala je veća pri izgovoru na visini 5500 m u odnosu na izgovor "na zemlji". Razlika u svojstvima hipoksije visina 5500 m i 6700 m dovodi do razlike u dejstvu na amplitudu govornog signala. Visina 5500 m spada u graničnu oblast, sa intenzitetom hipoksije pri kom se neke funkcije organizma pojačavaju (na primer intenzitet glasa), dok visina 6700 m je veoma intenzivan stresor koji već u inicijalnom stupnju svog dejstva smanjuje nivo psihofizioloških funkcija, a posledica toga je pored ostalog smanjen intenzitet govornog signala.

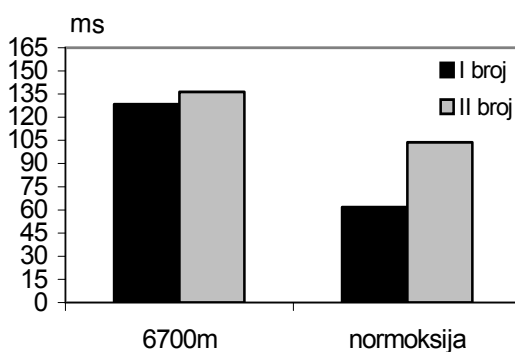
Zatim, ne postoji značajna razlika između vrednosti amplituda prvog broja, koji je izgovoren deset minuta posle ekspozicije hipoksiji visine 6700 m na početku rada na Lottigovom testu, i drugog broja, koji je izgovaran za oko sedam minuta posle izgovora prvog broja. Analizom varijanse pri utvrđivanju odnosa amplituda između prvog i

drugog broja nezavisno od ambijenta u kojem je izgovarano, dobijeno je $F(1,28)=0,00$ (Dijagram 2a).



Dijagram 2a

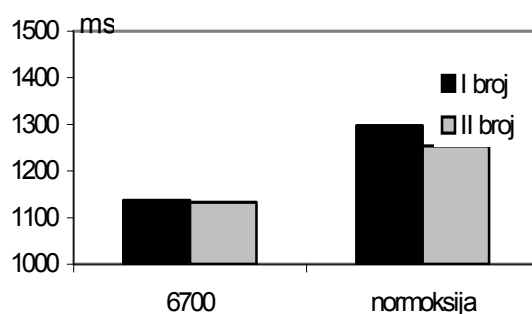
B. Provedena analiza varijanse za uvrđivanje odnosa vrednosti *trajanja pauza između slogova i reči* izgovorenih brojeva koji su izgovoreni na visini 6700 m i "na zemlji", dobijeno je $F(1,28)=9,309$; značajno na nivou 0,01. Visina 6700 m značajno menja trajanje pauza između slogova i reči izgovorenih brojeva, odnosno, hipoksija visine 6700 m produžava trajanje pauza između slogova i reči izgovorenih brojeva. Dijagram 2b daje grafički prikaz srednjih vrednosti trajanja p a u z a između slogova i reči prvog i drugog broja pri izgovoru na visini 6700 m i "na zemlji". Za odnose između kolona, odnosno srednjih vrednosti trajanja pauza, između izgovora prvog i drugog broja za oba ambijenta dobijeno je $F(1,28)=2,342$; vrednost je ispod značajnosti zahtevanih nivoa. Produžena ekspozicija hipoksiji visine 6700 m ne dovodi do značajnih promena u trajanju pauza između slogova i reči.



Dijagram 2b

C. Pri testiranju *trajanja izgovora brojeva* na visini 6700 m, prema izgovoru "na zemlji", analizom varijanse dobijeno je $F(1,28)=1,681$; nije značajno na zahtevanim nivoima. Za odnos između trajanja izgovora prvog i drugog broja, odnosno uticaj produžene ekspozicije ispitanika hipoksiji visine 6700 m, dobijeno je $F(1,28)=0,050$, daleko is-

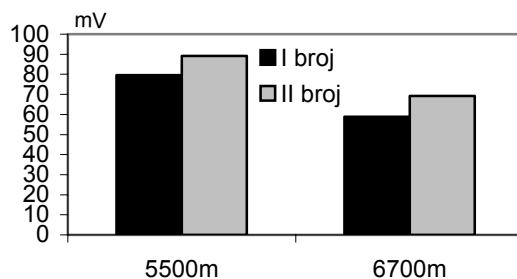
pod značajnosti. Prema tome, akutna hipoksija ekvivalentna visini 6700 m, ne menja značajno trajanje izgovora brojeva. Produžena ekspozicija ispitanika ovoj visini, značajno ne menja trajanje izgovora brojeva. Dijagram 2c. prikazuje odnos srednjih vrednosti trajanja izgovora prvog i drugog broja pri izgovoru na visini 6700 m, prema izgovoru "na zemlji". Izgovor na visini 6700 m je nešto kraćeg trajanja nego na zemlji (izgovor prvog broja za 160 ms, a drugog broja za 121,25 ms). Prema tome, dok su pauze između slogova i reči pri izgovoru duže na visini 6700 m, sam izgovor kraće traje. To znači da u uslovima hipoksije ispitanici nedovoljno artikuliraju, kao da "gutaju" glasove. Ovo je potvrđeno i u nekim ranijim istraživanjima (Vasić, S., Davidović, J. i Đorđević, M., 1976).



Dijagram 2c

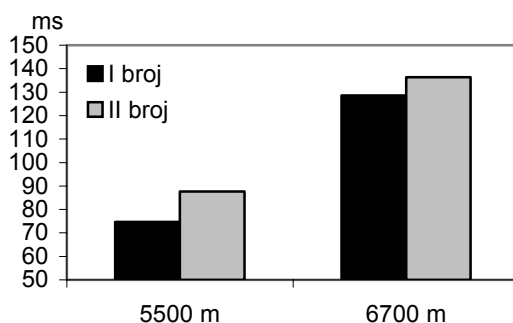
Ad 3. Hipoksija visine 5500 m u odnosu na hipoksiju visine 6700 m

A. Usrednjeni podaci za odnos dejstva hipoksije visine 5500 : 6700 m pokazuju sledeće. Oba analizirana broja pri izgovoru imaju manju *amplitudu* govornog signala na visini 6700 m, u odnosu na izgovor na visini 5500 m. Razlika između amplituda govornog signala pri izgovoru na visini 5500 m, prema izgovoru na visini 6700 m za prvi broj je 20,66 mV, $t=1,987$; a za drugi broj razlika je 19,93 mV, $t=1,166$. Međutim, ove t- vrednosti nisu značajne. Isto tako razlike u intenzitetima izgovora prvog i drugog broja nisu značajne, kako na visini 6700 m, tako i "na zemlji". Dijagram 3a prikazuje usrednjene vrednosti amplituda (u mV) govornog signala prvog i drugog broja pri izgovoru na visini 5500m i pri izgovoru na visini 6700 m.



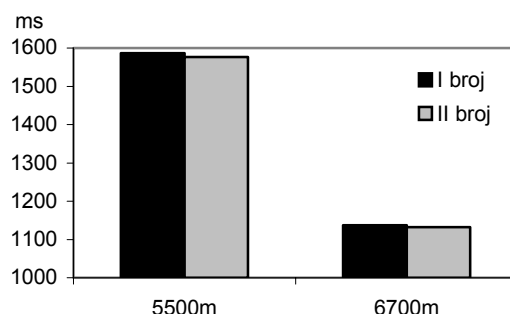
Dijagram 3a

B. Usrednjene vrednosti *trajanja pauza* pokazuju da pri izgovoru na visini 6700m, pauze između slogova i reči traju duže u odnosu na izgovor na visini 5500m, i to za prvi broj ta razlika iznosi 53.76 ms, a za drugi broj 48,71 ms (Dijagram 3b). Pri utvrđivanju statističke značajnosti razlika aritmetičkih sredina pauza između slogova i reči brojeva koji su izgovoreni na visini 6700 m, prema izgovoru nja visini 5500 m, dobijeno je za prvi broj, $t=2,426$; značajno na nivou 0,05; a za drugi broj $t=2,639$; značajno na nivou 0,05. Prema tome, pauze između slogova su značajno veće pri izgovoru na visini 6700 m, prema izgovoru na visini 5500 m. Srednje vrednosti pokazuju da su pauze u okviru drugog broja pri izgovoru na visini 6700 m (za 12,86 ms) i na visini 5500 m (za 7,81 ms) veće od pauza prvog broja. Ove razlike nisu statistički značajne. Prema tome, intenzivna hipoksija, kao što je hipoksija visine 6700 m, dovodi do produženog trajanja pauza između slogova i reči pri izgovoru, u odnosu na manje intenzivnu hipoksiju visine 5500 m, a produžena ekspozicija ispitanika visinama 6700 i 5500 m ne dovodi do značajne promene u trajanju pauza pri izgovoru brojeva na Lottigovom testu.



Dijagram 3b

C. Prosečne vrednosti *trajanja izgovora* pokazuju da izgovor i prvog i drugog broja na visini 6700 m traje kraće od izgovora na visini 5500 m. Za prvi broj razlika u trajanju izgovora na ove dve visine je 449,17 ms, a za drugi broj 444,17 ms (Dijagram 3c). Pri utvrđivanju statističke značajnosti razlika aritmetičkih sredina za trajanje izgovora brojeva na visini 6700 m, prema izgovoru na visini 5500 m, dobijeno je za prvi broj $t=3,526$; značajno na nivou 0,01, a za drugi broj $t=2,964$; značajno na nivou 0,05. Prema tome, hipoksija visine 6700 m u odnosu na hipoksiju visine 5500 m značajno menja trajanje izgovora, tj. značajno skraćuje trajanje izgovora u odnosu na izgovor na visini 5500 m. U situaciji kada nema dovoljno kiseonika, subjekt "kao da žuri" da što pre izgovori. Funkcije fine motorike sistema organa za produkciju govora su u opadanju, što je inače odlika dejstva ove visine na fiziološke funkcije organizma čoveka. Na visini 5500 m razlika u trajanju izgovora između prvog i drugog broja je 10 ms i nije statistički značajna, a na visini 6700 m ta razlika je samo 5 ms, daleko ispod značajnosti. Prema tome, produžena ekspozicija ispitanika hipoksiji visina 5500 i 6700 m ne utiče na promenu trajanja izgovora.



Dijagram 3c

Na kraju odeljka o odnosu dejstva hipoksije visine 6700 m, prema dejstvu hipoksije visine 5500 m na karakteristike govornog signala u uslovima kognitivnog opterećenja, na osnovu rezultata, treba istaći sledeće.

Hipoksija ekvivalentna visini 6700 m značajno menja vrednost parametara govornog signala - amplitudu, trajanje pauza i trajanje izgovora u odnosu na vrednost ovih parametara govornog signala pri produkciji govora na visini 5500 m.

Hipoksija ekvivalentna visini 6700 m, u odnosu na hipoksiju ekvivalentnu visini 5500m, dovodi do značajnog smanjenja amplitude govornog signala. Odnosno, visina 5500m značajno povećava, a visina 6700 m značajno smanjuje amplitudu govornog signala.

Trajanje pauza između slogova i reči izgovorenih brojeva na Lottigovom testu na visini 6700 m je značajno veće, u odnosu na trajanje pauza pri izgovoru brojeva na visini 5500 m.

Trajanje izgovora prvog i drugog broja na visini 6700 m u odnosu na trajanje izgovora ovih brojeva na visini 5500 m, je isto tako značajno kraće.

Iz ove i prethodnih analiza rezultata nameće se zaključak da hipoksija visine 5500 m deluje "stimulativno" na amplitudu govornog signala (dovodi do povećanja amplitude), a visina 6700 m deluje "depresivno" na govorni signal (smanjuje amplitudu).

Zaključak

Posle detaljno obavljene analize i diskusije rezultata o dejstvu akutne hipoksije navedenih visina na karakteristike parametara govornog signala u uslovima kognitivnog opterećenja možemo ekstrahovati vokalne indikatore hipoksije navedenih visina.

Govorni signal ima značajno veći intenzitet pri izgovoru na visini 5500 m u odnosu na izgovor "na zemlji", dok je intenzitet govornog signala značajno manji pri izgovoru na visini 6700 metara. Trajanje artikulacionih, intersegmentalnih pauza između slogova i reči ne odstupa značajno na visini 5500 m u odnosu na izgovor "na zemlji", dok hipoksija visine 6700 m značajno produžava trajanje pauza između slogova i reči. Akutna hipoksija visina 5500 i 6700 m značajno ne menja ukupno trajanje izgovora. Navedeni podaci pokazuju da hipoksija ove dve visine u kognitivnom zadatku

različito utiče na dinamiku izgovora, odnosno karakteristike govornog signala. Produžena ekspozicija hipoksiji navedenih visina u trajanju od oko deset minuta ne dovodi do značajne promene parametara govornog signala. Prema tome, hipoksije visina 5500 m i 6700 m, u uslovima kognitivnog opterećenja, svaka na svoj specifičan način, utiču na karakteristike parametara govornog signala, pri produkciji govora.

Otkrivanje vokalnih indikatora hipoksije kod čoveka operatora može da posluži za predviđanje njegovog načina reagovanja, ponašanja i uspeha poduhvata. U hipoksičnim uslovima. Ovakvi podaci su od posebnog značaja za kritične situacije u kosmičkom i avionskom letenju. Pilot na velikim visinama može ući u hipoksičnu situaciju najčešće dekompresijom aviona ili otkazivanjem maske. Govorna komunikacija dispečera sa pilotom tokom letenja omogućava praćenje promena karakteristika govornog signala pilota u realnom vremenu, tako da se mogu otkriti znaci hipoksije već u inicijalnom periodu i na taj način omogućiti preduzimanje koraka za sprečavanje katastrofe.

Literatura

1. Van Liere, J. Edward and J. Clifford Stickney (1963): Hypoxia. The University of Chicago and London.
2. Davidović, J. (1975): Neke psihofiziološke karakteristike hipoksičnih stanja. Skoplje: V Kongres psihologa Jugoslavije. Materijali 2: 231-240.
3. Davidović, J., Krstić, N., Radović, A., Milunović, M., Milanović, R. (1976). Slučajevi akcidentalne hipoksije za vreme letenja. Zbornik radova iz vazduhoplovne medicine: 19-36.
4. Davidović, J. (1978): Funkcionalni nivo neurona u hipoksiji. Psihologija, 5: 141-149.
5. Davidović, J. (1978a): Circadian variations of Speech. XXVth International Congress of Aerospace Medicine, London - England, September 4-8.
6. Davidović, J. (1982): Akustička struktura foneme "i" u uslovima umerene visinske hipoksije, Vojnosanitetski pregled, 6: 420-425.
7. Davidović, J. Spectro - temporal line of intensity maxima in voice acoustic energy as a sensitive indicator of speaker's neuroemotional state. XXXIV International Congress of Aviation and Space Medicine, Beograd, Sava Centar - Jugoslavija, 13 - 18 oktobar, 1986.
8. Davidović, J. (1991): Prepoznavanje hipoksičnih stanja pilota u toku letenja prema izmenama akustičke strukture glasa, Glasnik RV i PVO, 6: 46-59.
9. Obrenović, J. Vokalni indikatori psihofiziološkog statusa čoveka operatora. Ergonomija, 1985; 4: 21-28.
10. Salmonina, O. M. (1982): Vlijanje umerene stepeni gipoksii na funkcional'noe sostojanie cheloveka - operatora. V knige: Sistemyj podhod k psihofiziologicheskoy probleme, Shvirkov, V. B. (red). Moskva: "Nauka", 140 -142.
11. Nešić, M. (1999): Fiziološki, psihološki i akustički korelati ispitnog stresa. Doktorska disertacija, Niš: Medicinski fakultet.
12. Guyton, A. C. (1996): Medicinska fiziologija, Savremena administracija, Medicinska knjiga, Beograd.
13. Agadžanan, N.A., Elfimov, A.I., Radiš, I.V., Staršinov, P., Kucov, G.M., Toršin, V.I et al. (1999): Cirkadiannie ritmy dihatelnoj sistemy cheloveka pri adaptaciii k uslovijam vysokogorja. Meždunarodnaja konferencija, posvaschenaja 150 letiju akademika I. P. Pavlova, Sankt-Peterburg, p. 40-41.
14. Koshelev, V.B., Balezina, O.L., Vardja, I.V., Krutinskii, A.L., Rasina, T.V., Kunzenkov, S. et al. (1999): Korrekcija ekstremalnih sostojanij putem adaptacii organizma k umerenoj ekzogenoj gipoksii. Meždunarodnaja konferencija, posvaschenaja 150 letiju akademika I. P. Pavlova, Sankt-Peterburg: 20-21.
15. Ladikyn, M. V., Karkobato, H. D., Chonkoeva, A. A., Blazhko, E. V. (1999): Organnye osobennosti kompensacii tkanevoj gipoksii v uslovijah visokogorja. Meždunarodnaja konferencija, posvaschenaja 150 letiju akademika I. P. Pavlova, Sankt-Peterburg, Tezisy; 37-38.
16. Ruiz, R., Legros, C., Guell, A. (1990): Voice analysis to predict the psychological or physical state of a speaker. Aviation, Space and Environmental Medicine, 61: 266-271.
17. Regard, M., Landis, T., Casey, J., Maggiorini, M., Bärtsch, P., Oelz, O. (1991): Cognitive changes at high altitude in healthy climbers and in climbers developing acute mountain sickness. Aviation, Space and Environmental Medicine, 62: 291-295.
18. Lieberman, P., Protopapas, A., Kanki, B. G. (1995): Speech production and cognitive deficits on Mt. Everest, Aviation, Space and Environmental Medicine, 66: 857-864.

Joviša Obrenović, Milkica Nešić

COGNITIVE VALUES OF SPEECH SIGNAL UNDER THE CONDITIONS OF ACUTE HYPOXIA

Summary

The aim of this study was to estimate, applying the analyses of physical characteristics of speech signal, the influence of acute hypoxia at 5500 m and 6700 m altitude on the function of cognitive overload. The subjects solved Lotig's test – the pronunciation of three digit numbers from thousand, but backwards, in climabarocoma at simulated altitude of 5500 m and 6700 m as well as "on the ground".

The following parameters were analyzed in the real time by the oscilograph: signal intensity, duration of intersegmental pauses during pronunciation and duration of numbers pronunciation.

The speech signal of the pronounced numbers was of significantly higher amplitude (intensity of speech) during the pronunciation at 5500 m altitude than the pronunciation "on the ground", but the intensity of speech signal was significantly smaller at 6700 m altitude.

The duration of pauses between the syllables and words did not significantly differ at the 5500 m altitude compared to the condition "on the ground", while the hypoxia of 6700 m altitude significantly prolonged the duration of pauses between the syllables and words.

Acute hypoxia at 5500 m and 6700 m altitude did not significantly change the duration of three-digit numbers pronunciation. These results indicate that the hypoxia of two altitudes had different influence on the dynamics of pronunciation, i.e. on the characteristics of speech signal during the cognitive task solving

Key words: cognition, speech, hypoxia

