

Uticaj bestežinskog stanja na čovečji organizam

U poslednje vreme dnevna štampa češće donosi alarmantne vesti o posledicama boravka u bestežinskom stanju kod pojedinih kozmonauta, a isto tako o fizičkim i psihičkim teškoćama koje nastupaju kod kozmonauta za vreme leta u bestežinskom stanju. Pored takvih podataka iz štampe u razgovoru između pojedinaca često ima neodgovornih tumačenja i zaključaka. Tako je bilo govora o osećaju »svemirske bolesti« (samo donekle sličnoj morskoj bolesti) kod Titova za vreme leta u orbiti, kao i o halucinacijama kod nekih američkih kozmonauta. Isto tako ima priča o nekakvoj tajanstvenoj bolesti Gagarina i operaciji koju je morao podneti, a što je navodno bila posledica njegovog boravka u bestežinskom stanju. Nema potrebe da se ovde nabrajaju različite verzije — skraćene i proširene — ovih priča, jer su potpuno neosnovane.

Pored toga kruže vesti da čovek uopšte neće moći da izdrži duži boravak u Svemiru i to upravo zbog uticaja bestežinskog stanja.

Ovaki podaci i priče očigledno se ne podudaraju sa činjenicom da se kod svakog leta u Svemir — bilo u SSSR, bilo u SAD — pojavljuju novi i novi kozmonauti, a broj kandidata za takve letove, koji moraju proći kroz dugotrajnu i tešku obuku je veoma velik. Teško bi se moglo naći dobrovoljce za poduhvate ovakve vrste, kao što je let u Svemir uz boravak u bestežinskom stanju, ako bi takvi poduhvati povlačili za sobom teške i nepoznate bolesti, pa čak i operativne zahvate. Još manje bi se moglo očekivati da bi se neki kozmonaut usudio da dva puta ide u Svemir a upravo takav slučaj je već bio sa američkim kozmonautom W. Shirra, koji je prvi put letio sam u kapsuli tipa »MERCURY«, a drugi put kao član posade kapsule »GEMINI« (sa dva čoveka). Letovi u Svemir su svakako skopčani sa velikim opasnostima i rizikom, međutim upravo bestežinsko stanje pri ovome nije povezano ni sa kakvim opasnostima po zdravlje. Ono utiče na sposobnost kozmonauta za obavljanje određenih funkcija, pa prema tome i na uspeh leta i ovo je razlog da treba vršiti ozbiljnu selekciju među kandidatima za kozmonaute i podvrgavati ih posebnom treningu.

To znači da se ne sme zanemariti uticaj bestežinskog stanja na čovečji organizam, a u vezi s tim i na boravak čoveka u Svemiru. Čovek je već generacijama i generacijama naviknut na uticaj sile teže određene veličine pa se bestežinsko stanje za njega ne može smatrati normalnim stanjem za život i rad. Ovo je razlog tome da se moraju poduzimati specijalne mere da se razvije odgovarajuća sposobnost kod čoveka da u bestežinskom stanju normalno živi i radi.

Neki sovjetski popularno-naučni časopisi dali su veoma interesantne prikaze uticaja bestežinskog stanja na organizam čoveka i njegovu sposobnost da se prilagodi takvom stanju. Najpre je data analiza obične delatnosti i života čoveka na Zemlji i ukazano je da se u stvari i ovde nailazi na stanje, koje nije u potpunosti jednako bestežinskom ali ipak sadrži neke njegove bitne elemente.

Izvesni elementi bestežinskog stanja pojavljuju se kod čoveka prilikom hoda, trčanja, skoka, ljuljanja i sličnih pokreta i načina kretanja. Veoma precizna biomehanička merenja pokazuju da pri trčanju, a naročito pri skoku, postoji veoma kratkotrajna faza lebdjenja i leta bez oslonca, pa se prema tome čovek nalazi u bestežinskom stanju, samo to traje mali delić sekunde što je premalo da bi se ispoljile posledice tog stanja.

Prilikom hoda postoji promena gravitacije na početku i završetku svakog koraka. Kod ljuljanja u ljuljašci čovečji organizam podvrgava se vertikalnim preopterećenjima od $\pm 0,4$ do $0,5$ g. Veoma poznat je osećaj gubitka oslonca u liftu u momentu početka spuštanja, a i to je u stvari jedno veoma kratkotrajno bestežinsko stanje.

Slično bestežinskom stanju je i stanje čovečjeg organizma prilikom ronjenja u vodi. Povećanjem postotka soli u vodi može se postići takva njena gustoća da će se težina tela i njegov uzgon izjednačiti po veličini, ali će dejsvovati u suprotnim pravcima. U takvom slučaju za ronioca nastupa stanje veoma slično bestežinskom, bar u smislu izvođenja pokreta u vodi.

Navedeni primeri ukazuju da svaki čovek svakodnevno i veoma često dolazi u bestežinsko stanje, ali je njegovo trajanje svaki put vrlo kratkotrajno. Međutim, u normalnom životu i radu na Zemlji čovek nije naviknut na duže trajanje ovog stanja, pa se za boravak u bestežinskom stanju pri letu u Svemir mora prethodno osposobiti pomoću posebnih metoda treninga i to ne samo da podnosi bestežinsko stanje, već i da bude sposoban za normalni rad.

Radi iznalaženja pravilnih i efikasnih metoda treninga budućih kozmonauta izvršene su obimne i detaljne studije i analize uticaja bestežinskog stanja. Tom prilikom konstatovano je da ovo stanje utiče na čoveka neposredno i posredno.

Kod iznenadnog fizičkog nestanka težine tela, tkiva i organa smanjuje se krvni pritisak za 10—15% u odnosu na normalni, dolazi do otežanog izdisanja vazduha (što se na Zemlji vrši pasivno, delimično zbog sile teže) i nastupa neujednačenost pokreta (jer na Zemlji čovek potpuno uzima u obzir težinu odgovarajućeg organa, a u bestežinskom stanju ove težine »nema«).

Elementi čovečjeg organizma, koji primaju vanjske reakcije, reagiraju na takve promene fizičkih uslova i obaveštavaju o tome centralni živčani sistem. Ovaj sistem počinje da prima veliki broj sasvim neobičajenih podataka što dovodi do promena u odvijanju nervnih procesa i remeti normalni tok njihovog odvijanja.

U centralnom živčanom sistemu osećaj uticaja sile teže na Zemlji uvek je povezan sa vizualnim, mišićnim i kožnim osećajima. Tako čovek vidi što je »gore«, a što »dole«. Pri stajanju ima napregnute mišiće na nogama, a mišići na rukama su napregnuti ako se ne pusti da ruke mlohavo vise. Prilikom sedenja po koži se oseća mesto oslanjanja tela na podlogu.

U bestežinskom stanju zbog pomanjkanja sile teže prestaje uobičajena »signalizacija« prema centralnom živčanom sistemu ali vizuelni signali ostaju. Zbog toga organi za regulaciju u čovečjem organizmu dolaze u tešku situaciju; pošto nema težine ne postoji osjećaj što je »gore«, a što »dole«. Ujedno organi vida i dalje šalju podatke da se u odnosu na okolne predmete orijentacija nije promenila, na primer, glava je i dalje bliže plafonu prostorije (npr: svemirske kapsule), kao što je bio slučaj na Zemlji. Prema tome centralni živčani sistem mora se prilagoditi novim osjećajima, a dok se to ne ostvari on gubi sposobnost da kontroliše i komanduje nekim funkcijama čovečjeg organizma. Posledica toga je takozvana »kozmička (ili svemirska) bolest«, koja je donekle — samo po nekim vanjskim manifestacijama — slična morskoj bolesti. Pored toga može doći do nestabilnosti pulsa, stvaranja iluzija i drugih anomalija.

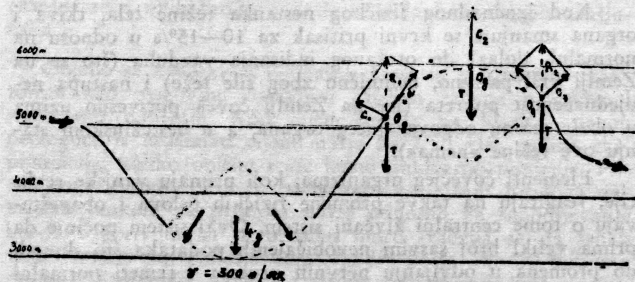
Proučavanjem fizioloških mehanizama čoveka razrađene su najpre teorije osnovne, a zatim i principi treninga ljudi koji će kasnije boraviti u Svemiru. Takav trening treba da usavrši i jača rad organa za regulisanje pojedinih procesa u čovečjem organizmu, tako da oni budu sposobni za normalan rad i u uslovima boravka u Svemiru. Ovde treba napomenuti da do promena funkcija u čovečjem organizmu za vreme leta u Svemiru dolazi ne samo zbog bestežinskog stanja, već i zbog niza drugih faktora, koji se u ovom članku neće tretirati.

Općenito, trening kozmonauta treba da osposobi njegov organizam da radi u svim otežanim uslovima života, jer ujedno se time privikava organizam i na bestežinsko stanje. Tako je poznato da samoća i potpuna tišina u unutrašnjosti svemirskog broda utiču na čoveka. Prilikom treninga budućih kozmonauta jedna od »disciplina« je duži boravak u surdskom, tj. komori potpune tišine, u koju ne mogu da prođu nikakvi vanjski šumovi. Zbog malih dimenzija surdskom, ograničenja u kretanju i nestanka vanjskih pobudjućih uticaja smanjen je i tok informacija koje stižu u centralni živčani sistem. Već sama ova činjenica dovodi do poremećaja u običnoj koordinaciji delatnosti mozga u celini. Privikavanjem organizma na uslove života u surdskom dolazi do prelaza centralnog živčanog sistema na novi, teži

režim rada, a ujedno to olakšava i kasnije bolje prilagođavanje organizma na uslove rada u bestežinskom stanju.

Trening budućeg kozmonauta obuhvata i vožnje u lju-ljački, okretanje u centrifugi, održavanje ravnoteže na nestabilnoj platformi, kao i izvršenje određenih radnji u uslovima dejstva svetlosnih i drugih kinematičkih pobuđujućih efekata. Privikavanje organizma na bestežinsko stanje ovde se vrši time što se pojedini čovečiji organi prisiljavaju da primaju sasvim drukčije, izmenjene informacije. Tako se pri ljuljanju i vrtnji (u centrifugi) nadražavaju vestibularni, kožni i vizualni sistemi.

Prilikom treninga postoji mogućnost da budući kozmonaut oseti i pravo bestežinsko stanje, doduše u kratkotrajnom obliku ali ipak dovoljno da njegov organizam može reagovati. Ovako veštački stvoreno bestežinsko stanje može potrajati svega 15 do 30 sekundi, a postiže se u avionu uz odgovarajući manevar, koji je prikazan na slici 1.



Sl. 1 — Manevar aviona za stvaranje bestežinskog stanja

Avion izvodi manevar na sledeći način. Iz horizontalnog leta vrši se najpre poniranje, a zatim se prelazi u naglo penjanje. Pri zaokretima deluje centrifugalna sila, koja prouzrokuje preopterećenje posade i putnika aviona, tako pri zaokretu iz poniranja do 4 g (tj. težina se povećava četverostrukom). Pri penjanju avion počinje ponovo sa okretom i to tako da rezultantna sila »R1« (odnosno »R2«), koju stvaraju centrifugalna sila C_1 , C_2 i C_3 (zbog zaokreta aviona) i sila zbog ubrzanja aviona »a« (pri penjanju pozitivna, a pri spuštanju negativna), bude po veličini jednaka sili teže »T«, ali suprotnog pravca. Prema tome u ovom momentu sile »R« i »T« dejstvuju u suprotnim pravcima pa se poništavaju. Zbog toga posada i putnici u avionu ne osećaju vlastitu težinu i nalaze se u bestežinskom stanju.

Ukoliko pilot aviona uspe da tokom izvesnog vremena, leteći po luku, održi potreban odnos između rezultantne sile »R« i sile teže »T«, onda će tokom celog tog vremena posada biti u bestežinskom stanju. Čim se odnos između ovih sila poremeti, prestaje i bestežinsko stanje.

Rezultati letova sovjetskih kozmonauta Komarova, Feokistova i Jegorova prilikom treninga u bestežinskom stanju u avionu ukazuju na to da neki ljudi zadržavaju sposobnost izvršenja normalnih pokreta, a drugi su u početku u izvjesnoj meri ukočeni i suviše skoncentrisani na svoje pokrete, što međutim kasnije prestaje. Evo, izjava pojedinih kozmonauta:

— Komarov: »Imao sam osećaj ugodne lakoće i nisam imao nikakvih teškoća u radu«,

— Feokistov: »Osećaj bestežinskog stanja je ugodan, radna sposobnost se pri tome nije smanjila, a posle leta osećao sam se dobro«,

— Jegorov: »Kod prvog leta preopterećenja pre prelaza u bestežinsko stanje ostavila su mi osećaj teškog fizičkog rada, međutim kod kasnijih letova ova teškoća više se nije pojavila«.

Neki novinari su na osnovi ovih izjava požurili da objave preuranjenu novost da danas može postati kozmonaut svaki zdrav čovek, pa se prema tome uslovi za izbor kozmonauta mogu znatno olakšati.

Prema mišljenju sovjetskih stručnjaka rezultati raznih ispitivanja kandidata za kozmonaute ukazuju na to da u načelu postoje tri grupe ljudi i to:

— prva grupa, kod kojih pri prvom boravku u bestežinskom stanju najpre nastupa osećaj naglog propadanja, što traje 3 do 5 sekundi. Nakon toga nastupa osećaj lagodne lakoće, lebdjenja, a često i osećaj veselja i radosti. Ovi ljudi lako podnose bestežinsko stanje, kod njih nema opadanja opšteg raspoloženja i oni ostaju sposobni za rad. U ovu grupu spada Gagarin, koji je nakon svog prvog leta u avionu u bestežinskom stanju dao sledeću izjavu: »U momentu neposredno pre prelaza u bestežinsko stanje, tj. na takozvanom »vrhu«, bio sam strahovito pritisnut na sedišta. Zatim se sedišta odvojilo, a istovremeno su se odvojile i moje noge od patosa kabine aviona. U ovom momentu instrumenti su pokazali da se nalazimo u bestežinskom stanju. Osetio sam laku ugodnost. Pokušao sam da mičem rukama i glavom i sve ovo mi je uspelo bez ikakvih teškoća. Uhvatio sam olovku koja je lebdela pred mojim licem. Orijentacija mojih pokreta u prostoru bila je sasvim normalna. Zatim sam počeo sa uživanjem posmatrati nebo, zemlju i lepe oblake. Moje stanje po prestanku bestežinskog stanja bilo je sasvim obično i normalno.«

— druga grupa, kod kojih u prvim sekundama posle prelaza u bestežinsko stanje nastupa osećaj prevrtanja i rotiranja u neodređenom pravcu, a često i osećaj da im je glava okrenuta prema dole. Kod nekih ljudi iz ove grupe dolazi i do stvaranja iluzija, koje traju sve do prestanka bestežinskog stanja. Sve ovo je popraćeno neugodnim osećajima;

— treća grupa ima jako izražene prostorne iluzije, a sem toga kod njih naglo dolazi do simptoma morske bolesti. U ovu grupu treba ubrojiti i ljude koji ne podnose bestežinsko stanje, jer dobivaju veoma oštro izražene psihičke reakcije. Ovi ljudi imaju privide, osećaju jak strah popraćen nehotičnim krikovima, pokreti su im ubrzani, vid poremećen, a kontakt sa ljudima u okolini prekinut. Sve ovo traje do prestanka bestežinskog stanja.

Iz navedenog proizlazi da za letove u Svemir dolaze u obzir — bar za sada — samo ljudi iz prve grupe, a delimično još i iz druge grupe.

Kod ljudi koji su pogodni za let u Svemir dolazi osećaj ugodnosti i radosti u bestežinskom stanju samo pri prvom letu. Koordinacija pokreta pravi im obično u početku teškoće, a kasnije se ovi ljudi priviknu na to. Razlog tome je taj što na Zemlji kod dizanja noge ili ruke čovek pomoću mišića savladava ne samo težinu noge ili ruke, već i inerciju njene mase. U bestežinskom stanju, kada nestaje osećaj težine, potrebno je samo minimalno naprezanje mišića da se savlada inercija mase noge ili ruke, ali zbog ustaljene navike čovek upotrebljava istu silu kao na Zemlji. Očigledno upotreba ovake prejake sile remeti pokrete i čovek se mora priviknuti na nova, manja naprezanja. Izvođenje pokreta je najlakše sedeći u fotelji, kada postoji oslonac, a u centralni živčani sistem stiže od kože tkiva više podataka o toku izvršenja pokreta.

Što se tiče iluzija, koje nastupaju kod ljudi iz druge i treće grupe, to one dolaze zbog nadraživanja vestibularnog aparata i promena napora mišića oka. Ovo je razlog tome da neki vide sve oko sebe mutno kao kroz maglu. Neki ljudi vide sve objekte izdužene s jedne strane, a pojedinci imaju stalan osećaj da se svi predmeti oko njih kreću prema dole ili prema gore; konačno, ima i takvih ljudi kojima se čini da se kreću samo pojedini delovi raznih objekata u okolini. Ima slučajeva da ljudi u bestežinskom stanju gube oštrinu vida ili se prividno smanjuje intenzitet boja oko njih.

Iz svega proizlazi da je za sada još uvek potreban izbor budućih kozmonauta, a tehnika i medicina moraju se pobrinuti da se u budućnosti omogući svakom čoveku bezbolan i udoban let u bestežinskom stanju prema drugim nebeskim telima u Svemiru. Međutim, primedba da je za sada potreban izbor kozmonauta ne znači da je bestežinsko stanje opasno i štetno po život i zdravlje.