

ĮŽANGA

Aviacijos technologijos per pastarąjį 50-metį labai pakito. Orlaiviai skraido toliau, greičiau, perveža didesnius ir sunkesnius krovinius, kelionės jais tapo saugesnės. Oro transporto apimtys kasmet padidėja maždaug 7%; dabar pasaulyje oro transportu per metus pervežama daugiau kaip 1000 mln. keleivių. Žmogaus gebėjimai per šį laikotarpį pasikeitė nedaug, todėl tobulėjant ir tampant saugesniems varikliams, sklandmenims ir orlaivių sistemoms, jų gedimų dalis tarp avarijos priežasčių mažėja, tačiau proporcingai didėja "žmogaus klaidos" sukeltų avarių dalis. "Žmogaus klaida" yra pagrindinis aviacinių avarių skaičių lemiantis veiksnys. Tarptautinės civilinės aviacijos organizacijos (ICAO) duomenimis apie 75 - 80% aviacinių avarių įvyksta dėl pilotų ar skrydžių vadovų netinkamų veiksmų susidarius tam tikrai situacijai, t. y. dėl jų fizinio ir psichinio nepasirengimo.

1. Piloto darbo psichofiziologija

Pilotų darbas laikomas vienu iš sunkiausių šiuo metu esančių profesinių veiklų. Piloto profesinės veiklos pagrindu laikomos dvi užduočių grupės: pilotavimas - skraidančio aparato valdymas ir skridimas - orientacija vietovėje bei skrydžio užduoties vykdymas. Vienviečio orlaivio pilotas pats vienas sprendžia šias užduotis, vykdydamas ir transporto priemonės piloto, ir šturmano, ir radiisto funkcijas. Kiekviena iš jų yra pakankamai sudėtinga ir faktiškai reiškia atskirą specialybę.

Pagrindiniai piloto darbo ypatumai:

- a) skirtingų savo charakteriu ir kilmės užduočių įvairovė;
- b) labai intensyvus užduočių vykdymo tempas, nesant galimybės pakeisti darbo ritmo;
- c) erdvinės orientacijos rolės svarba;
- d) fizikinių skrydžio faktorių veikimas, įtakojančios fiziologines ir psichologines piloto funkcijas;
- e) besikeičianti ir dažnai didelė psichoemocinė įtampa.

Orlaivio pilotavimas, kurio pati paprasčiausia dalis yra lėktuvo valdymas (riedėjimas) ant žemės, reikalauja įtemptos protinės veiklos, greitos plataus informacijos srauto analizės, sprendimų priėmimo ir įvairių sudėtingų judesinių aktų atlikimo darnos. Tas vyksta pastoviai besikeičiančioje aplinkoje (skrydžio greitis ir aukštis, lėktuvo padėtis horizonto atžvilgiu, oro tankis, orlaivio masė ir t.t.).

Pačiais sunkiausiais, neturinčiais analogų žemėje skrydžio elementais yra laikomi vertikalų figūrų atlikimas bei tūpimas. Leidžiantis aerodrome yra atliekamos kelios specifinės operacijos:

- a) artėjimas tūpti ir orlaivio tupdymas tai toks manevravimas, kai orlaivis vedamas griežtai link kilimo ir tūpimo tako ašies (kompensuojant šoninio vėjo poveikį), ir, kas sunkiausia, stabilia tūptine - tam tikru, pastoviu kampu į horizontą.
- b) išlyginimas, lėktuvo pervedimas iš žemėjimo į lygų skrydį. Išlyginimo pradžia būna 6 - 10 m aukštyje, pabaiga - 1 - 2 m aukštyje.

- c) išlaikymas. Šiuo laiko periodu skrendama 1 - 2 m aukštyje, suderintai didinant lėktuvo atakos kampą ir mažinant greitį.

Tuo būdu orlaivio tupdymas iš piloto reikalauja sudėtingų percepcinių ir sensomotorinių įgūdžių, kurių struktūroje yra ir gebėjimas vizualiai nustatyti skrydžio aukštį, kryptį, greitį bei pagreitį. O mokymąsi tupdyti apsunkina ir tai, kad visas šis skrydžio etapas trunka labai trumpai ir ištašti ar kitaip prailginti jo neįmanoma. Pavyzdžiui, išlyginimas trunka 1 - 2 s, išlaikymas - 3 - 5 s. Norint pakartoti šiuos elementus, reikia kartoti skrydį. Be to, net mažiausių klaidų pasekmės tupdant yra labai rimtos.

Darbo specifika iš piloto reikalauja aukšto psichofiziologinio patikimumo lygio. Tai yra - nepriekaištingai vykdyti profesines funkcijas, optimaliose ribose tam tikrą laiko tarpą ir esant tam tikroms aplinkos sąlygoms išsaugant reikiamas psichofiziologines charakteristikas. Be žmogiškojo veiksnio, darbo kokybei įtakos turi ir šie veiksniai:

- a) aplinkos poveikis;
 - b) darbo pobūdis (paros laikas, darbo ir poilsio režimas, vienu metu sprendžiamų užduočių skaičius ir sudėtingumas ir t.t.);
 - c) orlaivio techniniai parametrai.
- Statistika rodo, kad apie 70% visų piloto darbingumo sutrikimo skrydyje atvejų buvo dėl šių psichofiziologinių priežasčių:
- a) vestibuliarinio aparato jautrumo padidėjimo;
 - b) vegetacinių reakcijų;
 - c) virškinimo trakto veiklos sutrikimų;
 - d) dekompresinių sutrikimų.

Piloto psichofiziologiniam patikimumui įvertinti informatyviausi yra šie fiziologiniai parametrai: arterinis kraujospūdis, pulsas, kvėpavimo dažnis, minofizinis kvėpavimo tūris, dėmesio rezervo kiekis (šalia pagrindinio darbo atliekamų šalutinių operacijų skaičius), vairolazdės suspaudimo laipsnis, žasto raumenų micgrama. Tyrimais nustatyta, kad patyrusių pilotų fiziologinės reakcijos ne tokios išreikštos, negu nepatyrusių ar ilgai neskraidžiusių pilotų.

2. Aerokosmoso medicinos istorija

Ilgus metus žmogus, stebėdamas paukščių skrydžius, klausė savas - ar galiu skristi? Aštuoniolikto amžiaus pabaigoje karšto oro balionų kūrėjai broliai Fivcngolfe ir devyniolikto amžiaus gale orlaivių konstruktoriai broliai Raitai į šį klausimą, atsakė teigiamai. Tada iškilo kitas klausimas - ar kiekvienas gali skraidyti? Tobulėjant aviacinei technikai, skraidant toliau, greičiau ir aukščiau, daugėjo orlaivių avarių, kurios labai dažnai baigdavosi aviatorių žūtimi. Aviacinėje visuomenėje atsirado terminas "piloto klaida". Paaiškėjo, kad ne kiekvienas norintis gali pilotuoti vis tobulėjančius orlaivius. Kilo nauji klausimai - jei ne kiekvienas gali skraidyti, tai kaip atrinkti tinkamus žmones? Pradėta ieškoti atrankos būdų, kai kurių būta gana neįprastų. Didžiojoje Britanijoje, pavyzdžiui, prieš Pirmąjį pasaulinį karą, lakūnai būdavo atrinkami pagal jojimo sugebėjimus, nes manyta, kad iš geresnio raitelio išeis geresnis pilotas. Karas šiuos argumentus sugriovė. Pirmoje pasaulinio karo metu pilotas vidutiniškai skraidydavo 20 minučių. Skrydžio baigtis dėl to, kad jis būdavo numušamas arba nukrisdavo savarankiškai, baigdavosi tragiškai. Tapo aišku, kad aviacijos panaudojimo kare efektyvumą stabdo ne technika, bet pilotų būklės neatitiktis. Vieni aviakonstruktoriai jau nebegalėjo parinkti tinkamu, skristi žmonių ir žvilgsniai nukrypo į gydytojus. Paskraidė, kartu su pilotais, o kartais ir savarankiškai, patys patyrė, visas skrydžio negandas, medikai pateikė daug esminių pasiūlymų ir sukūrė naujos medicinos šakos - aviacijos medicinos pagrindus. Aviacijos medicina tiria slėgio, temperatūros pokyčių, perkrovų efektus žmogaus organizmui, apima specialius klinikinės medicinos, biacinamikes, higienos, ergonomikos, patalpcanatomijos klausimus ir daugelį kitų klausimų.

Lietuvos, kaip ir daugelio kitų valstybių, aviacijos medicinos raida buvo susijusi su karo aviacija. 1919 metais, kuriantis Lietuvos karo aviacijai, pirmieji joje buvo būrio vadas K. Fugalevičius, skraidęs žvalgu Rusijos armijoje, "lekietojas" i. Adamkavičius (Lietuvos Prezidento V. Adamkaus tėvas) ir raštininkas Bielis. Paskelbus savanorių kvietimą, kandidatų į aviatorius sveikata būdavo tikrinama arba Karo licninėje Kaune, arba kariuomenės daliniuose. Pirmasis aviacijos gydytoju pareigas ėjo Lietuvos kariuomenės savanoris. Vyties Kryžiaus kavalierius, pulkininkas daktaras Juozas Ūsas. Po jo karo aviacijos gydytoju paskirtas kapitonas daktaras J. Stasiūnas. Jis 1925 metais paruošė sveikatos taisykles naujiems lakūnams priimti ir įvedė periodinius karo lakūnų ir žvalgų sveikatos tikrinimus. 1927 metu. vasara, daktaras J. Stasiūnas trims mėnesiams komandiruojamas į Praha, susipažinti su Vakarų Eurpcos reikalavimais tikrinant skraidančiojo personalo sveikata.. Grįžęs į Lietuvą jis sukonstravo ir karo aviacijos dirbtuvės pagaminą keletą, specialių aparatų lakūnams tirti. Taip prie Karo aviacijos Sanitarinio punkto buvo pradėta kurti aeromedicininė laboratorija.

Nuo 1932 metų karo aviacijos gydytojo pareigas ėjo pulkininkas leitenantas gydytojas V. Bruzdeilinas. Apie medicininės atrankos reikšmę galima susidaryti įspūdį iš to meto lakūno kursanto Juozo Pyragiaus atsiminimų: "1932 m. balandžio mėn. lietuviškoje spaudoje pasirodė pranešimas, kad į atidaromą puskarininkų lakūnų mokyklą Kaune yra priimami Lietuvos piliečiai ne jaunesni 18 metų amžiaus, be fizinių trūkumų, 4 gimn. klasių ar tolygaus išsilavinimo....Kaune, Aviacijos štabe jau rinkosi iš visų Lietuvos apskričių komendantūrų į Aviacijos mokyklą siunčiami kandidatai, ir, rodos, tokių buvo užregistruota apie 150 jaunuolių....Buvome apgyvendinti kareivinėse, paskirtas kareivio davins, ir kas rytą vedami į Karo ligoninę sudėti kandingam ir nuodugniai sveikatos tikrinimui. Ši procedūra truko apie porą savaičių, ir nuolat pastebėdavome, kad rytą vykstant į Karo ligoninę mūsų grupė mažėja....Užbaigus sveikatos tikrinimą....pamatėme, kad mėginimui tapti lakūnais esame atrinkti 48 aštuoniolikos-dvidešimties metų amžiaus vyrukai".

Po tragiškos lakūnų S. Dariaus ir S. Girėno žūties, 1933 metais į Italiją tobulintis aviacijos medicinoje komandiruotas gydytojas kapitonas Vytautas Tupčiauskas. Per penketą mėnesių studijų Benito Mussolini vardo aviacijos medicinos institute Romoje jis teoriškai ir praktiškai susipažino su lakūnų sveikatos tikrinimais, tyrimų laboratorijomis, taikomais metodais ir aparatais. Baigęs studijas Romoje, gydytojas V. Tupčiauskas gavo karo aviacijos viršininko brigados generolo A. Gustaičio pasiūlymą susipažinti su aviacijos medicinos pasiekimais Prancūzijoje. Tuo būdu daktaras 1934 metais savo aviacijos medicinos žinias jis gilino Paryžiuje, Vai de Grace Karo aviacijos medicinos centre ir Bourget mieste Civilinės aviacijos Medicinos centre. Grįžęs į Lietuvą parašė išsamų raportą su prašymu leisti įkurti karo aviacijos aeromedicinos laboratoriją. Leidimas buvo duotas. Pagal parvežtus brėžinius karo aviacijos dirbtuvėse buvo sukonstruoti p/airūs aparatai - greito sukimo kėdė, keturių ašių sūpuoklės žmogaus pusiausvyros palaikymui tirti, aparatūra tirti lakūno tinkamumą aukštuminiams skrydžiams ir daugelis kitų, padedančių nustatyti kandidato tinkamumą aviatoriaus profesijai. Nuo 1936 metų šioje aeromedicininėje laboratorijoje buvo vykdoma karinių bei civilinių pilotų atranka ir periodiniai sveikatos patikrinimai. Duomenys buvo kaupiami ir analizuojami, lyginami su Vakarų Europos šalių aeromedicinos laboratorijose gautais duomenimis. Gydytojas V. Tupčiauskas rado koreliaciją tarp lakūnų skraidymų gabumų ir jų aeromedicininio tyrimų rezultatų - geri fiziniai duomenys ir geri "psichofiziologiniai" (psichofiziologiniai) duomenys, kaip taisyklė, užtikrina gerą skraidymų pažangą. Savo turimas žinias ir pastebėjimus V. Tupčiauskas pateikė straipsniuose "Lakūnų mediciniškas parinkimas ir jų sveikatingumo kontrolė", "Skridimo įtaka į žmogaus fiziologiją", "Mediko - fiziologinės pastabos dėl parašiutinio sporto" žurnale "Lietuvos sparnai".

1940 metais, Lietuvai praradus nepriklausomybę, aeromedicininė laboratorija buvo sunaikinta. Daugiausia aviacijos medicinos srityje nuveikęs gydytojas Vytautas Tupčiauskas buvo atleistas iš kariuomenės ir paskirtas dirbti Vytauto Didžiojo Universiteto klinikose, 1944 metais pasitraukė [Vokietiją 1949 metais emigravo į JAV. Mirė Čikagoje 1996 metais, sulaukęs 86 metų amžiaus.

Tarybiniais laikais aviacijos medicina buvo pajungta griežtai Maskvos kontrolei. Vilniaus oro uoste įsteigtoje Civilinės aviacijos gydytojų ekspertų komisijoje dirbo geri gydytojai, žinantys aviacijos medicinos specifiką ir suprantantys aviatorių poreikius. Tačiau ši komisija, kai ir visa tuometinė Lietuvos civilinė aviacija, buvo tik stambios visasąjunginės organizacijos filialas. Iškilus neaiškumams, komisijos sprendimas būdavo vienas iš dviejų - arba uždraudžiama skraidyti, arba siunčiamas į Maskvą aviacijos medicinos centrą. Toks siuntimas dažnai reikšdavo piloto karjeros pabaigą. Pažymėtina ir tai, kad komisija kartais tapdavo ir įrankiu susidorojant su valdžiai neįtikusiais pilotais.

Atkūrus nepriklausomybę, Lietuva vėl tapo Tarptautinės Civilinės Aviacijos Organizacijos (UCAO) nare, patvirtino siekį įstoti į Europos Jungtinę Aviacijos Administraciją (JAA). 1995 metais Civilinės aviacijos inspekcijoje buvo įkurtas naujas padalinys - Aviacijos medicinos skyrius. 1996 metais JAA išleistų medicinos reikalavimų pagrindui Aviacijos medicinos skyrius parengė Civilinės aviacijos specialistų medicinos ekspertizų taisyklės, kurias bendru įsakymu patvirtino sveikatos apsaugos ir susisiekimo ministrai. Siekiant sukurti aviacijos medicinos sistemą atitinkančią JAA reikalavimus, 1997 ir 1999 metais aviacijos medicinos sektorius po atitinkamų kursų parengė dvi aviacijos medicinos ekspertų laidas ir suteikė įgaliojimus tikrinti aviatorių sveikatą. Šiuo metu aviacijos medicinos ekspertų sertifikatus turi 14 gydytojų iš įvairių Lietuvos miestų. 1998 metais aviacijos medicinos skyriaus viršininkas gydytojas Virgilijus Valentukevičius baigė Didžiosios Britanijos Karališkųjų oro pajėgų Aviacijos medicinos instituto kursą ir išlaikė aviacijos medicinos diplomo egzaminus Londono universiteto padalinyje - karališkajame koledže (King's College). Būdamas licencijavimo skyriaus dalimi, sektorius yra atsakingas už medicinos reikalavimų laikymąsi civilinėje aviacijoje, periodinių aviatorių medicinos ekspertizų kokybę. Aviacijos medicinos skyrius kaupia ir saugo visus duomenis apie aviatorių sveikatą palaiko ryšius su tarptautinėmis aviacijos medicinos organizacijomis bei leidžia metodinę literatūrą aviatorių sveikatinimo klausimais. Licencijavimo skyrius išleido metodinę priemonę aviatoriams "Žmogaus galimybės skraidyti ir jų ribos". Aviacijos gydytojas D. Ereminas, dėstantis Vilniaus Gedimino technikos universiteto A. Gustaičio aviacijos institute "Aviacijos fiziologijos" kursą parengė ir išleido aviatoriams skirtą mokymo knygą "Aviacijos fiziologija".

Lietuvos aviacijos medikai užmezgė ryšius su Tarptautinės civilinės aviacijos organizacijos (UCAO), Anglijos, Estijos, Lenkijos, Suomijos aviacijos medicinos specialistais, 3 gydytojai - D. Ereminas, V. Valentukevičius ir A. Pilkauskas yra Aerokosmoso medikų asociacijos (Aerospace Medical Association) nariai.

3. Atmosfera

Žmogus fiziologiškai nėra prisitaikęs gyventi dideliame aukštyje ir, kad nežūtų, turi naudotis specialiomis nuo nepalankių išorės faktorių apsaugančiomis priemonėmis, kartais ir gyvybės palaikymo įranga. Nors dažniausiai aviatoriai skraido santykinai nedideliame aukštyje, visgi gali susidurti su aukščio sukeltais problemomis: hipoksija, hiperventiliacija, uždaryti ir besiplečiančių kūno dujų sukeltais efektais bei daugeliu kitų. Išmanydami apie atmosferos charakteristikas, įgulos nariai yra geriau pasirengę įvairiems fiziologiniams organizmo pokyčiams, kurie atsiranda skrydžio metu.

Žemės atmosfera - tai apie 2000-3000 km storio dujų apvalkalas. Jo masė yra apie $5.15 \cdot 10^{13}$ tonų, ir 90-94% visos oro masės yra sukaupta 20 - tyje kilometrų prie Žemės. Tai dujų mišinys. Būtinis žmogaus gyvybei dujos yra azotas (N_2), deguonis (O_2) ir anglies dvideginis (CO_2). Atmosferoje dujų santykinė koncentracija nekinta iki 80-120 km aukščio.

1 lentelė. Atmosferos dujinė sandara (tūrio procentais)

Azotas (N_2)	73.084	Kriptonas (Kr)	$1,14 \cdot 10^{-4}$
Deguonis (O_2)	20,946	Vandenilis (H_2)	$5,0 \cdot 10^{-6}$
Argonas (Ar)	0,934	Ksenonas (Xe)	$8,7 \cdot 10^{-6}$
Anglies dioksidas (CO_2)	0,0314	Metanas (CH_4)	$1,5 \cdot 10^{-6}$
Neonas (Ne)	$1,818 \cdot 10^{-4}$	Azoto oksidas (N_2O)	$5,0 \cdot 10^{-6}$
Helis (He)	$5,25 \cdot 10^{-6}$		

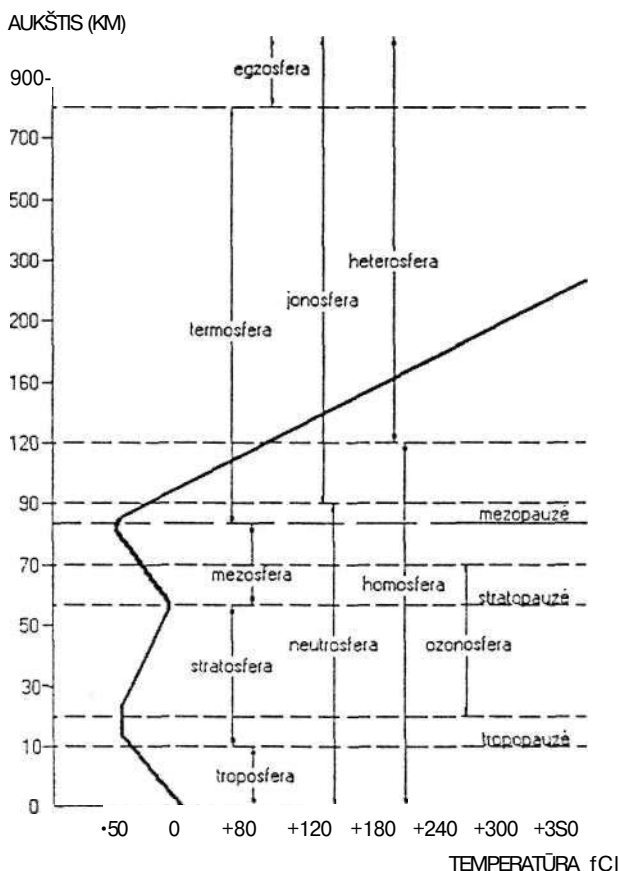
a) azotas. Jo atmosferoje yra daugiausia. Nors azotas yra pagrindinė gyvųjų organizmų statybinė medžiaga, žmogaus organizmas medžiagų apykaitoje tiesiogiai jo nenaudoja. Žmogaus kūno audiniai ir ląstelės yra prisisunkusios azoto, kuris, kylant aukštyn, sukelia tam tikrų problemų.

b) **deguonis**. Tai antros pagal gausumą atmosferos dujos. Deguonis daugeliui gyvųjų organizmų, tame tarpe ir žmogui, yra būtina egzistavimo sąlyga. Jo kiekio pasikeitimas aplinkoje (didėjimas ar mažėjimas) žmogaus organizmą veikia žalojančiai. Atmosferos deguonis egzistuoja trimis formomis: atominis O, molekulinis O₂, ir ozonas O₃. Ozonas svarbus dėl savo savybės sugerti ultravioletinius Saulės spindulius ir sulaukyti nuo Žemės sklindančias šiluminės bangas. Biologinis ozono poveikis, pastebimas ant Žemės paviršiaus - kvėpavimo, kraujotakos, širdies veiklos stimuliavimas, miego kokybės gerinimas. Didelės ozono koncentracijos veikia dirginančiai. Didžiausia ozono koncentracija yra 25-30 km aukštyje, jo vis mažėja kylant iki 70 km. Atominis deguonis yra labai aktyvus ir žmogaus organizmą veikia pražūtingai. Aptinkamas 90-250 km aukštyje.

c) **anglies dvideginis**. Nors atmosferoje jo yra daug mažiau, tačiau jis taip pat labai svarbus. Nenutrūkstamas deguonies ir anglies dvideginio kaitos ciklas fotosintezė-metabolizmas palaiko Žemėje gyvybę. Augalai kaupdami energiją naudoja CO₂. Šalutinis fotosintezės produktas yra Ch. Taip augalai nuolat papildo atmosferą deguonimi. Apskaičiuota, kad deguonies atsargos atmosferoje atsinaujina maždaug kas 3000 metų. Metabolizmo metu gyvūnų, taip pat ir žmonių organizmuose maisto medžiagoms virstant į energiją, naudojamas O₂. Šalutinis šio proceso produktas yra CO₂. Anglies dvideginio atsargos atmosferoje atsinaujina kas 8 metai.

d) inertinės dujos biologiškai yra indiferentiškos.

Išvairūs reiškiniai atmosferoje rodo aiškų jos sluoksniškumą. Sluoksniai tarpusavyje skiriasi pagrindinių dujų sudėtimi, slėgiu ir tankiu, jonizacijos lygiu, temperatūrų skirtumu. Skirstymas į sluoksnius yra sąlyginis, nes visi atmosferos struktūriniai parametrai pasižymi erdvinio-laikiniu kintamumu ir priklauso nuo geografinės platumos, metų laiko, paros meto, sezono.



1 pav. Atmosferos sluoksniai

Pagal temperatūros kitimą vertikaliai atmosfera skirstoma į 5 sluoksnius - sferas, tarpusavyje atskirtas pereinamaisiais sluoksniais - pauzėmis:

a) **troposfera** - nuo žemės paviršiaus prasidedantis ir kylantis iki 10-12 km sluoksnis. Jame yra iki 80% viso žemės apvalkalo oro masės, iki 90% vandens garų ir visų žemiškos kilmės dulkių. Temperatūra kylant vis mažėja - 2 °C kas 1000 pėdų, arba 0,5 °C kas 100 metrų. Troposferoje vyksta orus formuojantys procesai - oro masių judėjimas, vandens garų kondensacija, - taigi išskirta krituliai, kyla audros. Dauguma civilinės ir karo aviacijos skrydžių atliekami šiame atmosferos sluoksnyje. Tropopauzė yra pereinamasis 1-2 km storio sluoksnis, jame temperatūra yra pastovi.

b) **stratosfera** yra virš tropopauzės (siekia 50-55 km aukštį). Dėl ozono joje temperatūra lėtai kyla nuo -56° iki 0 °C. Oras stratosferoje skaidrus ir sausas. 1-2 km storio stratopauzėje temperatūros kilimas sustoja.

c) **mezosfera** - sluoksnis, kylantis nuo stratopauzės iki 30 km. Mezosfera sudaro 0,3% visos atmosferos masės, joje mažai dalelių, galinčių sugerti saulės energiją todėl temperatūra greitai mažėja ir 80 km aukštyje siekia -90 °C. Mezopauzėje temperatūros kritimas baigiasi.

d) **termosfera** yra virš mezcpcapuzės ir siekia 300 km aukštį. Temperatūra joje kyla 3-8 °C/km ir viršutinėje sluoksnio dalyje siekia +1500 °C.

e) **egzosfera** - išorinis atmosferos sluoksnis, nuo 800 km kylantis iki 3000 km. Jame mažėja jonizuotųjų dalelių koncentracija ir atmosfera pamažu pereina įtarplanetines neutraliausias dujas.

Pagal oro sudėtį atmosfera dalijama į dvi sferas: homosferą ir heterosferą:

a) **homosfera** - tai sluoksnis, kuriame oras gerai susimaišęs ir procentinė dujų sudėtis išlieka tokia pati kaip ir prie Žemės - 21% O₂ ir 78% N₂. Viršutinė homosferos riba yra 90-120 km aukštyje.

b) **heterosferoje** oro sudėtis, didėjant aukščiui, keičiasi. Taip yra dėl to, kad, veikiant ultravioletiniams Saulės spinduliams ir elementariųjų dalelių srautams, disocijuoja deguonies ir azoto molekulės.

Pagal elektrinius parametrus visa atmosfera dalijama į neutosferą ir jonosferą:

a) **noutrosferoje** vyrauja neutraliosios elektringosios dalelės - dujų molekulės ir atomai. Viršutinė šio sluoksnio riba yra 80-90 km.

b) **jonosferoje** yra mažas dujų tankis, daug laisvųjų elektronų, molekuliųjų ir atominių jonų. Pagrindiniai jonosferos jonizacijos šaltiniai yra ultravioletiniai Saulės spinduliai, kosminis gama ir rentgeno spinduliavimas, seisminiai Žemės procesai.

15-70 km aukštyje esantis sluoksnis turi daug ozono ir vadinamas ozonosfera. Ozono molekulė sudaryta iš trijų deguonies atomų. Jis yra labai aktyvus - skaidydamas organines medžiagas naikina mikroorganizmus ir taip valo orą. Ozonas sugeria beveik visus Saulės ultravioletinius spindulius ir dalį Saulės radiacijos.

Įvairiuose aukščiuose žmogus fiziologiškai skirtingai prisitaiko prie fizinių sąlygų. Pagal slėgio pasikeitimo, atsirandančio keičiantis aukščiui, poveikį organizmui atmosfera dalijama į tris fiziologines zonas:

a) **veiksminga zona** plyti nuo jūros lygio iki 10000 ft/3050 m. Žmogus yra fiziologiškai adaptuotas gyventi šioje zonoje. Deguonies kiekis ir kitos fizinės sąlygos čia yra pakankamos, kad jis galėtų kvėpuoti be apsauginės įrangos.

b) **nepakankamumo zona** prasideda nuo 10000 ft/3050 m ir kyla iki 50000 ft/15240 m. Mažėjant atmosferos slėgiui, atsiranda tam tikrų fiziologinių problemų: prasideda hipoksija (deguonies trūkumas organizme), o, slėgiui nukritus iki 87 mm/Hg, kyla problemų dėl uždarųjų dujų žmogaus kūne plėtimosi.

c) **kosminei erdvei tolygi zona** plyti nuo 50000 ft/15240 m ir siekia viršutinės atmosferos ribas. Be dirbtinių sąlygų joje žmogus neišgyvena. 63000 ft/19200 m riba vadinama Armstrongo linija. Neapsaugotam žmogui atsidūrus šiame aukštyje, užverda audinių skysčiai.

2 lentelė. Tarptautinės standartinės atmosferos charakteristikos (ICAO, 1964)

Aukštis		Slėgis		Temperatūra
Pėdos, ft	Metrai, m	mm/Hg	lb/in ²	°C
0	0	760,0	14,700	+15,0
1000	305	733,0	14,170	+13,0
2000	610	706,0	13,670	+11,0
3000	914	681,0	13,170	+9,1
4000	1219	656,0	12,690	+7,1
5000	1525	632,0	12,230	+5,1
6000	1829	609,0	11,780	+3,1
7000	2134	586,0	11,340	+1,1
8000	2438	565,0	10,920	-0,9
9000	2743	543,0	10,500	-2,8
10000	3048	523,0	10,110	-4,8
11000	3353	503,0	9,720	-6,8
12000	3658	483,0	9,350	-8,8
13000	3962	465,0	8,980	-10,8
14000	4267	447,0	8,630	-12,7
15000	4572	429,0	8,290	-14,7
16000	4879	412,0	7,970	-16,7
17000	5182	395,0	7,640	-18,7
18000	5486	380,0	7,340	-20,7
19000	5791	364,0	7,040	-22,6
20000	6096	349,0	6,750	-24,6
21000	6401	335,0	6,480	-26,6
22000	6706	321,0	6,200	-28,6
23000	7010	307,0	5,950	-30,5
24000	7315	290,0	5,720	-32,5
25000	7620	272,0	5,450	-34,5
26000	7925	257,0	5,220	-36,5
27000	8230	243,0	5,000	-38,5
28000	8534	230,0	4,780	-40,5
29000	8839	216,0	4,570	-42,5
30000	9144	203,0	4,360	-44,4
31000	9449	191,0	4,170	-46,4
32000	9754	180,0	3,980	-48,4
33000	10058	169,0	3,800	-50,5
34000	10363	159,0	3,630	-52,4
35000	10668	149,0	3,460	-54,2
36000	10973	140,0	3,300	-56,3
37000	11273	131,0	3,140	-56,5
38000	11573	123,0	3,000	-56,5
39000	11873	115,0	2,870	-55,5
40000	12173	107,0	2,720	-56,5
41000	12473	100,0	2,590	-56,5
42000	12773	93,0	2,470	-56,5
43000	13073	87,0	2,360	-56,5

Aukštis		Slėgis		Temperatūra
Pėdos, ft	Metrai, m	mm/Hg	Ib/in ³	°C
44000	13411	116,0	2,240	-56,5
45000	13716	111,0	2,140	-56,5
46000	14021	106,0	2,040	-56,5
47000	14326	101,0	1,950	-56,5
48000	14630	96,0	1,850	-56,5
49000	14935	91,5	1,770	-56,5
50000	15240	87,3	1,680	-56,5
51000	15545	83,2	1,610	-56,5
52000	15850	79,3	1,530	-56,5
53000	16155	75,6	1,460	-56,5
54000	16459	72,1	1,390	-56,5
55000	16764	68,8	1,320	-56,5
56000	17069	65,5	1,270	-56,5
57000	17374	62,4	1,210	-56,5
58000	17679	69,5	1,150	-56,5
59000	17983	56,8	1,100	-56,5
60000	18288	54,1	1,040	-56,5
65000	19812	42,3	0,828	-56,5
70000	21336	33,3	0,644	-55,2
75000	22860	26,2	0,507	-53,6
80000	24384	20,7	0,401	-52,1
85000	25908	16,4	0,317	-50,6
90000	27432	13,0	0,251	-49,1
95000	28956	10,3	0,199	-47,5
100000	30480	8,2	0,158	-46,0

4. Higieninės sąlygos orlaivio kabinoje

"Paskutinį aukštumo rekordą pastatė prancūzų lakūnas Callizo. 1924 m. spalio 13 d. jis pasikėlė 12,066 kilom, orlaiviu Gourdon - Lesseure (motoras 300 H.P.). Tokiam aukštume ir vasarą yra apie 50° šalčio ir oras ten beveik keturis kartus skystesnis, kaip žemėje. Lakūnas, kildamas [tokias aukštybes, turi kvėpavimo prietaisus ir elektros apšildymą. ("Trimitas" 1925 m. balandžio 9 d.)

Piloto darbo vieta yra orlaivio kabina su visa jos įranga ir prietaisais, kuriais naudojami pilotas. Aviacijai tobulėjant kabina labai keitėsi. Pradžioje pilotas sėdėjo ar gulėjo tarp sparnų ir buvo veikiamas visų išorės aplinkos veiksnių: oro srauto, aukštų ar žemų temperatūrų, lietaus ar sniego. Vėliau buvo sukonstruota atvira kabina, po kurio laiko įtaisytas stiklo "snapelis" kabinos priekyje, dar vėliau buvo įstiklinta visa kabina, įrengtos šildymo ir ventiliacijos sistemos ir galiausiai atsirado hermetiškos kabinos. Jose galima palaikyti didesnę slėgį - taigi apsaugoti pilotą nuo deguonies trūkumo bei dekompresinių sutrikimų aukštybinių skrydžių metu. Hermetiškoje kabinoje galima reguliuoti oro sudėtį, temperatūrą, drėgmą, oro judėjimo greitį. Visa tai leidžia sudaryti palankias darbo sąlygas, būtinas valdant lėktuvą įvairiomis meteorologinėmis sąlygomis skirtinguose aukščiuose.

Kalbant apie reikalavimus lėktuvų kabinoms, reikia atsižvelgti į pagrindines fiziologinių efektų grupes.

Pirma jų grupė susijusi su didžiausiu priimtiniu "aukščiu" kabinoje. Tai hipoksija, dekompresinė liga ir žarnyne esančių dujų plėtimasis.

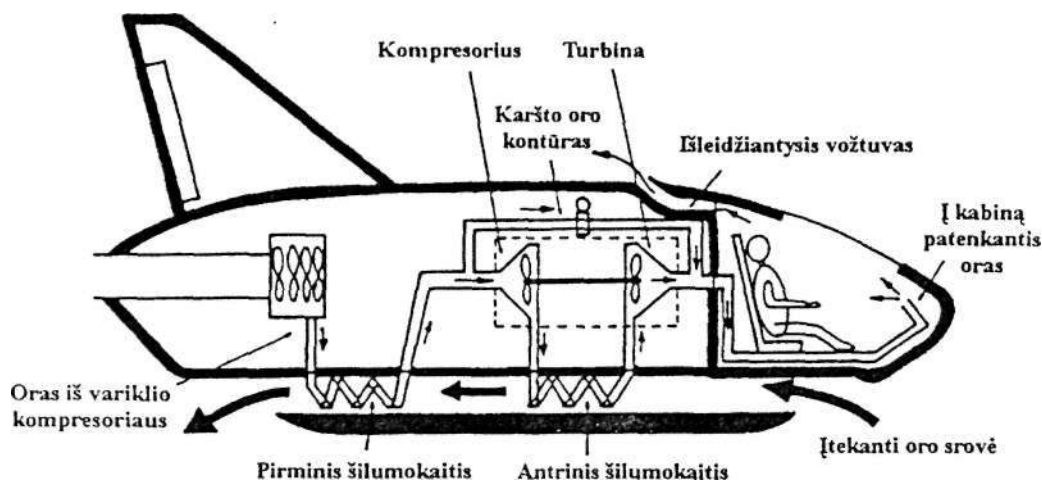
Antra fiziologinių efektų grupė - barokavepatijos - nulemia didžiausius leistinus kabinos slėgio kitimo greičius, kas būna lėktuvui aukštėjant ir žemėjant.

Staiga kabinos hermetiškumo pažeidimo (smūginės dekompresijos) sukelti efektai - staigus temperatūros kritimas bei energingai iš kūno ertmių besiveržiančios dujos sudaro trečią efektų grupę.

Ir ketvirtą grupę, sudaro kabinos oro kokybė, ir žmonių komfortą bei savijautą formuojantys veiksniai.

Bendrosios aviacijos orlaiviai, skraidantys ne didesniame kaip 3000 m aukštyje yra nehermetizuoti ir oro slėgis juose yra lygus išorės slėgiui. Prieš sukuriant hermetiškas lėktuvų kabinas, gamintojai, remdamiesi žmogaus fiziologijos žiniomis, numatė jėgą saugiai aukščio riba lėktuvo kabinoje yra 2440 m. Šiame aukštyje deguonies saturacija kraujyje daugeliui žmonių yra pakankama ir hipoksijos lygis yra gerai toleruojamas. Nepaisant to, ir šiomis sąlygomis tam tikra žmonių grupė patiria nemalonius hipoksijos požymius.

Kabinos gali būti dviejų tipų: ventiliacinės ir regeneracinės. Šiuo metu aviacijoje eksploatuojamos ventiliacinio tipo kabinos. Tokiai kabina šildyti ir slėgiui joje sudaryti naudojamas iš variklio kompresoriaus tiekiamas oras. Skrendant iki 2-3 km aukščio kabina nėra hermetiška. Ventiliacijai į kabiną tiekiamas orlaivį aptekantis oras, kuris vėliau pro slėgimo reguliavimo vožtuvą išleidžiamas į atmosferą. Kabiną hermetizavus, į ją tiekiamas orlaivio kompresoriaus suspaustas oras. Kompresoriuje oras suspaudžiamas ir labai įkaista (iki 200-400 °C), paskui turboaušintuvuose atvėšinamas iki reikiamos temperatūros ir patenka į kabiną. Norimas slėgimas yra palaikomas reguliuojant išleidžiamo oro kiekį:



Orlaivio slėgio palaikymo sistemos schema

2 pav.

Šios sistemos trūkumas yra tai, kad sugedus prieš kompresorių esantiems tepalo ar kuro agregatams, į kabiną gali patekti tepalo, kuro ar jų degimo produktų. Be to, į kabiną patenkančio oro kiekis priklauso ir nuo variklio darbo režimo: sumažinus variklio apskukas-skrendant žemai, manevruojant, tupiant, sumažėja į kabiną tiekiamo oro kiekis. Laikoma, kad reikalavimai kabinos mikroklimatui turi būti griežtesni ilgalaikių skrydžių metu ir ne tokie griežti trumpalaikių (iki 1 h).

Slėgio kitimas kabinoje, lėktuvui kylant dideliu greičiu, pavyzdžiui, 1525 - 7000 metrų per minutą, yra geriau organizmo toleruojamas negu žemėjimas tokiu greičiu. Ribiniu slėgio kitimo greičiu, leidžiančiu išvengti prienosinių veido ančių ir vidurinės ausies traumų karo aviacijoje, laikomas 14000 metrų per minutą greitis. Taip yra karo aviacijoje, tačiau nepatyrę keleivinių orlaivių keleiviai diskomfortą patiria net esant apie 150 metrų per minutą slėgio kitimo greičiui. Tinkamiausiu keleiviniuose lėktuvuose yra 100 metrų per minutą slėgio kitimo greitis.

Mikroklimatinės sąlygas darbo patalpoje nulemia oro temperatūra, drėgnumas, oro judėjimo greitis ir infraraudonoji (šiluminė) radiacija. Aviacinės medicinos literatūroje yra siūlomas kabinos oro kokybės terminas (*Cabin Air Quality- CAQ*), apimantis ne tik mikroklimatinės sąlygas, bet ir komforto pojūtį bei oro švarą lemiančius veiksnius - nemalonius kvapus, oro užterštumą neorganinėmis ir organinėmis medžiagomis, žmonių spūstį ir kitus veiksnius.

Oro temperatūra ir jos svyravimai yra dažniausia diskomforto lėktuvuose priežastis. Orui pašildyti bei palaikyti reikiamam slėgiui lėktuve naudojamas kondicionuotas oras iš variklio kompresoriaus. Priklausomai nuo metų laiko, oro temperatūra lėktuve turi būti 10 - 25 °C ribose ir, įjungus lėktuvo kondicionavimo sistemas, nusistovėti per 10-20 min. Horizontalus temperatūrų skirtumas (išilgai salono) neturi viršyti 5 °C, o vertikaliai (kojų ir galvos lygiuose) - neturi viršyti 3 °C. Kabinos sienų ir oro temperatūrų skirtumas neturi būti didesnis kaip 3 °C.

Nors temperatūra lėktuve yra lengvai valdoma, dažnai ji kabinoje ir salone būna nevienoda. Ji padidėja karšto klimato rajonuose, skrendant tam tikrais režimais, kuomet sumažėja iš kompresoriaus į lėktuvą patenkančio oro kiekis (skrydis mažame aukštyje, manevravimas, tūpimas). Tam padeda ir aerodinaminė trintis, elektroninės aparatūros darbas, didelis kabinos stiklų paviršius, sąlygojantis saulės spindulių patekimą į vidų. T. Lindgren atliktų S.4S lėktuvų kabinos oro kokybės tyrimų 17 skrydžių metu nustatyta, kad vidutinė temperatūra lėktuvų salonuose buvo 22,7°C, bet rasti ir nemaži svyravimai skrydžio metu (17 - 27°C). Dideli temperatūros svyravimai rodo esant būtinumui rasti būdų užtikrinti stabilesnę oro temperatūrą. Oro temperatūros įtaka žmogaus termoreguliacijai ir šiluminei savijautai daug kuo susijusi su oro drėgme. Ventiliacinio tipo hermetinėse kabinose optimalia laikoma 45 - 65% santykinė oro drėgmė; leidžiama ne mažesnė kaip 25% santykinė oro drėgmė. Nedrėkinant oro, jo drėgmė vidutiniuose ir dideliuose aukščiuose skraidančių lėktuvuose svyruoja 12 - 21% ribose. Tačiau ir šie leidžiami parametrai gali paskatinti nosies ir nosiaryklės, akių gleivinės išdžiūvimą ir su tuo susijusių nemalonių pojūčių atsiradimą. Oro drėgmė šiuolaikiniuose reaktiviniuose keleiviniuose lėktuvuose jų skrydžių metu yra maža. T. Lindgren kabinos oro kokybės tyrimuose BOEING 767 lėktuvuose rasta vidutinė 5% oro drėgmė, svyruojant 3 - 8% ribose. Jokios oro drėkinimo priemonės nenaudojamos. Mažos oro drėgmės sąlygomis dažnėja elektrostatinių iškrūvių, kurių, didesnio fizinio aktyvumo metu daugėja. Tai siejasi su pakankamai dideliu (45 - 50%) orlaivio palydovų nusiskundimo dažniu elektrostatiniais iškrūviais.

Aerokosmoso medikų asociacijos Oro transporto medicinos komitetas rekomenduoja skrydžio metu vartoti daugiau skysčių ir taip išvengti nemalonių sauso oro sukeltų efektų. Tačiau, be diskomforto pojūčio, kitų kokių nors fiziologinių negalavimų susijusių su sausu oru dažniausiai keleiviai nepatiria.

5. Radiobiologija aviacijoje

Visi Žemėje gyvenantys gyvūnai ir augalai yra "peršviečiami" jonizuojančiąja spinduliuote. Jonizuojančio spinduliuote sugeba jonizuoti atomus ir molekules: iš atomų ir molekulių sukuria elektringąsias daleles - jonus, kurie gali sukelti organizme radiacinius pokyčius. Skiriami natūralūs ir dirbtiniai jonizuojančiosios spinduliuotės šaltiniai. Natūralaus spinduliuotės šaltiniai yra kosminiai kūnai. Saulė ir Žemė. Dirbtinio spinduliuotės šaltiniai yra atominės jėgainės, rentgeno aparatai, kita speciali pramoninė ir medicinos aparatūra.

Lietuvoje vidutinė metinė apšvitos dozė yra apie 2,4 mSv (Syvertas (Sv) - efektinės dozės matavienetas. 1 Sv=100 rem) apšvitinimo dozė, kuri pagal kilmę pasiskirsto taip:

- natūralus radiacinis fonas - 84%;
- medicininės procedūros - 15%;
- dirbtinis radiacinis fonas - 1%.

Nėra "saugių" jonizuojančiosios spinduliuotės dozių. Dėl bet kokios jonizuojančiosios spinduliuotės organinėje medžiagoje susidaro jonai. Žmogaus organizme yra 60-75 % vandens, todėl jis ir sugeria didžiąją dalį apšvitinimo metu gautos energijos. Jonizuojančioji spinduliuote suskaldo vandens molekulę, išmušdama elektroną. Jonizuotosioms vandens molekulėms reaguojant su kitomis neutraliomis vandens molekulėmis, organizme atsiranda vandens skilimo (radiolizės) produktų, kurie yra chemiškai labai aktyvūs ir lengvai reaguoja su baltymų ir kitomis molekulėmis, sudarydami visiškai naujus, sveikam organizmui nebūdingus cheminius junginius. Jonizuojančiąją spinduliuotę jautriausias yra jaunos, augančios ir mažai diferencijuotos ląstelės.

Mažiausiai pažeidžiamas nervinis, kremzlinis ir kaulinis, raumeninis, daugiau - jungiamasis audinys, skydliaukė, plaučiai, oda, gleivinės; labiausiai pažeidžiami yra lytinės liaukos, limfinis audinys, kaulų čiulpai.

Jonizuojančiojo spinduliuotės poveikis žmogui būna trejopas:

- tiesioginis apšvitinimas didelėmis dozėmis - spindulinė liga, audinių pakenkimai;
- tolimos švitinimo pasekmės - sutrumpėjusi gyvenimo trukmė, gairių organų ir audinių navikai;
- genų mutacijos.

Žemės magnetinis laukas ir atmosfera yra natūralūs nuo kosminės jonizuojančiosios spinduliuotės saugantys skydai. Magnetinis laukas stipriausias yra ekvatoriaus srityje, silpniausias - poliuose. Kosminė jonizuojančioji spinduliuote - didelės energijos dalelių ir elektromagnetinių bangų mišinys, 10 - 14 km aukštyje sudarytas iš protonų (87%), alfa dalelių (12%) ir branduolių, kurių krūvis didesnis už 2 (2%). Didžioji kosminės spinduliuotės dalis atsklinda iš už Saulės sistemos ribų. Kai ši spinduliuote pasiekia viršutinius žemės atmosferos sluoksnius, jonizuotos dalelės sąveikauja su 18000 - 37000 m aukštyje esančiomis atmosferos dalelėmis ir sukelia antrinę jonizuojančią spinduliuotę protonų, elektronų, neutronų ir gama spindulių pavidalu. Dėl kolizijos su atmosferos molekulėmis antrinė jonizuojančioji spinduliuote greitai praranda savo jonizuojančią jėgą ir kosminės jonizuojančios spinduliuotės dydis prie žemės paviršiaus, lyginant su dydžiu 21340 m aukštyje yra sumažėjęs 70 kartų. 10-12 km aukštyje, kuriame skraido aukštybiniai orlaiviai, kosminės radiacijos galia siekia 2-4 nSv/h. Vienkartinė apšvitinimo dozė, gaunama skrendant ikigarsiniu greičiu (11 km 11 h) ir viršgarsiniu greičiu (19 km 4 h) yra atitinkamai 48 ir 37 nSv.

Kosminė jonizuojančioji spinduliuote yra vienas iš lėktuvo igulos sveikatai žalojančių darbo aplinkos veiksnių. Efektinė dozė, kurią gauną įgulų nariai priklauso nuo:

- skrydžio aukščio;
- geografinės platumos;
- orlaivio konstrukcijos;
- Saulės aktyvumo;
- skrydžio trukmės.

Aviatorių sveikatos studijos rado padidintą tam tikrų susirgimų riziką. Pavyzdžiui, Suomų ir Danų studijos rado padidintą orlaivių palydovų sergamumą krūties vėžiu, *Air Canada* pilotai dažniau serga prostatos vėžiu, JAV karo aviacijos pilotai - sėklidžių vėžiu. Plati ir išsami JAV atlikta komercijos pilotų ir navigatorių mirštamumo studija atskleidė, kad pilotų ir navigatorių mirštamumas nuo inkstų ir dubens organų vėžinių susirgimų bei motorinių neuronų ligų yra didesnis už populiacijos. Kitų tyrėjų studijose taip pat aptiktas prostatos, smegenų, gaubiamosios žarnos, lūpų, ryklės ir žandų ertmės vėžio dažnio padidėjimas. Apskaičiuota, kad ilgalaikė 10 mSv kosminės jonizuojančiosios spinduliuotės ekspozicija riziką mirti nuo vėžio padidina 0,5 - 4%. Todėl orlaivių įgulų nariams rekomenduojama neviršyti 1 mSv metinės efektinės dozės. Efektinę dozę galima paskaičiuoti remiantis šia lentele:

3 lentelė. Skridimo, kurio metu orlaivio igulos narys gauna efektinę dozę, lygią 1 mSv, trukmė.

Skridimo aukštis, m	Skridimo trukmė 60° šiaurės platumoje, vai.	Skridimo trukmė virš pusiaujo, vai.
8230	630	1330
9140	440	980
10060	320	750
10970	250	600
11890	200	490
12800	160	420
13720	140	380
14630	120	350

Be savo specifinio poveikio, jonizuojančioji spinduliuote gali modifikuoti - pakeisti organizmo atsparumą kitiems skrydžio veiksniams. Labiausiai radiomodifikuojami veiksniai yra šie: perkrovo, vibracija, triukšmas, temperatūros svyravimas, barometrinio slėgio pokyčiai, psichomocinė įtampa. Eksperimentais ir praktiškai buvo nustatyta, kad spinduliniai pažeidimai būna didesni tais atvejais, kai minėti skrydžio veiksniai veikia po apšvitinimo ir pakartotinai.

Žmogaus organizmo imuninė sistema sugeba aptikti ir neutralizuoti jonizuojančios spinduliuotės padarinius. Imuninės sistemos veiklą skatina A, E, C vitaminai, preparatai, turintys seleno. Tais atvejais, kai apšvitinimas didelėmis dozėmis yra neišvengiamas, reikia farmakocheminės apsaugos. Medžiagos, mažinančios radiacijos poveikį organizmui, vadinamos radioprotektoriais. Tai cistaminas, gamafosas, bioaktyvūs aminorai (serotoninas, meksaminas), bičių produktai. Be radioprotektorių, vartojami ir adaptogenai — medžiagos, didinančios organizmo atsparumą žalingiems veiksniams, tarp jų ir jonizuojančiąją spinduliuotę. Tai eleuterokoko, ženšenio preparatai, multivitaminai, kai kurie mikroelementai. Radioaktyvių medžiagų šalinimą iš organizmo skatina maistinės skaidulingos medžiagos.

Respublikinio mitybos centro mokslininkai siūlo šiuos maisto produktus ir preparatus, stiprinančius žmogaus atsparumą jonizuojančios spinduliuotės poveikiui:

- maisto produktai: javainiai, pienas, kiaušiniai, maistas su sėlenomis;
- vaisiai ir daržovės;
- vitaminai ir mineralinės medžiagos: A, B₁, B₂, B₁₂, C, E, PP, folinė rūgštis, rutinas, selenas, geležis, kalcis ir kiti mikroelementai. Patartina vartoti subalansuotus vitaminų ir mikroelementų kompleksus (Triovif);
- biogeniniai stimulatoriai: eleuterokokas, ženšenis, bičių produktai, mielės.

6. Kraujotaka, kvėpavimas

Žmogaus organizmas naudoja deguonį (O₂) ir išskiria anglies dvideginį (CO₂). Ramybės būsenoje per valandą sunaudoja apie 12 l deguonies. Kadangi jo atsargos organizme yra labai ribotos, tai nutraukus ar labai apribojus O₂ patekimą jau po kelių sekundžių sutrinka svarbiausių organizmo sistemų - širdies ir kraujagyslių, nervų sistemos veikla. Todėl dujų mainai tarp organizmo ir aplinkos vyksta nenutrūkstamai. Kraujas yra tarpininkas, perduodantis deguonį audiniams.

6.1. Kraujotakos sistema

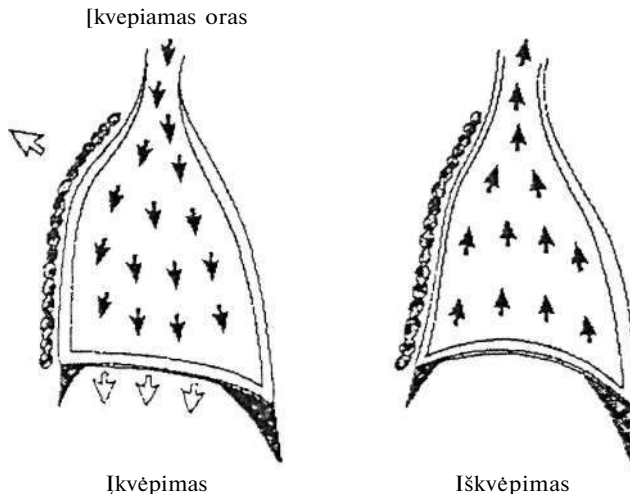
Kraujotakos sistema yra sudaryta iš struktūrų, sąlygojančių kraujo tiekimą kiekvienai kūno vietai. Ši sistema palaiko tolygų skysčių pasiskirstymą organizme, užtikrina ląstelių mitybą šalutinių medžiagų apykaitos produktų šalinimą reguliuoja kūno cheminį balansą ir šilumos apykaitą. Kraujotakos sistemą sudaro arterijos, venos ir kapiliarai. Arterijos — tai kraujo indai, kuriais kraujas teka iš širdies į audinius. Venomis kraujas grįžta į širdį. Arterijų ir venų dydžiai yra labai skirtingi — didžiausia aorta, ploniausios — arteriolės ir venulės. Kapiliarai yra smulkiausios kraujagyslės, jungiančios arterioles su venulėmis.

Žmogus turi apie 5 l kraujo, kuris sudaro 5% visos kūno masės. Kraują sudaro 45% ląstelių ir 55% plazmos. Kiekvienas kraujo komponentas vykdo unikalią funkciją.

Eritrocitai, arba raudonieji kraujo kūneliai, perneša O_2 . Juose yra geležies turinčio baltymo hemoglobino, kurio vienintelė funkcija — prisijungti O_2 molekules. Eritrocitų kiekis kraujyje priklauso nuo asmens gyvenimo sąlygų: žmonės, gyvenantys 10000 ft/3500 m aukštyje, turi iki 30% daugiau eritrocitų, negu gyvenantys jūros lygyje. Leukocitai, arba baltieji kraujo kūneliai, yra atsakingi už organizmo apsaugą nuo infekcijų. Jie yra maži ir, kad pasiektų infekcijos židinį, gali pralįsti pro kapiliaro sienelę. Trombocitai yra mažos, netolygios formos ląstelės, kurių tikslas krešinti kraują ir palaikyti kraujotakos sistemos uždarumą. Plazma — tai skystoji kraujo dalis. Ji yra blyškiai gelsvos spalvos, sudaryta iš vandens, baltymų ir druskų. Viena jos funkcijų — CO_2 pernešimas.

6.2. Kvėpavimas

Kvėpavimas yra procesas, kurio metu vyksta dujų mainai tarp organizmo ir aplinkos. Yra skiriamas vidinis ir išorinis kvėpavimas. Išorinis kvėpavimas - tai procesas, kurio metu įkvėpiant ir iškvėpiant orą ventiliuojami plaučiai, ir dujos per plaučius patenka iš oro į kraują ir atvirkščiai. Vidinio kvėpavimo metu dujas kraujas perneša į audinius ar iš jų. Kvėpavimo proceso metu tiekiamas O_2 kūno audiniams; šalinamas CO_2 , kaip nereikalingas medžiagų apykaitos produktas; tai padeda palaikyti kūno temperatūrą šarmų ir rūgščių balansą. Kvėpavimas yra nesąmoningas procesas, nors valios pastangomis jį galima šiek tiek valdyti. Kvėpavimo ciklas susideda iš dviejų fazių: aktyviosios fazės — įkvėpimo ir pasyviosios — iškvėpimo. Įkvėpimo metu tarpšonkauliniai raumenys susitraukdami išplečia krūtinės sieną įsitempdama diafragma nusileidžia žemyn. Padidėjus krūtinės ląstos tūriui, joje susidaro žemesnis slėgis ir oras iš aplinkos veržiasi į plaučius, juos pripildydamas. Pasyviosios fazės — iškvėpimo metu diafragma atsipalaiduoja ir pakyla, krūtinės siena susispaudžia, todėl sumažėja krūtinės apimtis ir oras iš plaučių yra išstumiamas į aplinką.

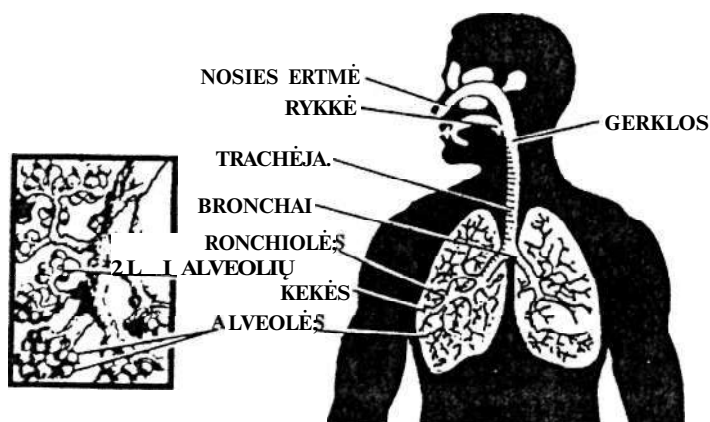


3 pav. Kvėpavimo fazės

Normaliomis sąlygomis žmogaus kvėpavimo dažnis yra 15-20 kartų per minutę, o vieno įkvėpimo metu įkvėpiama 0,5-0,5 l oro.

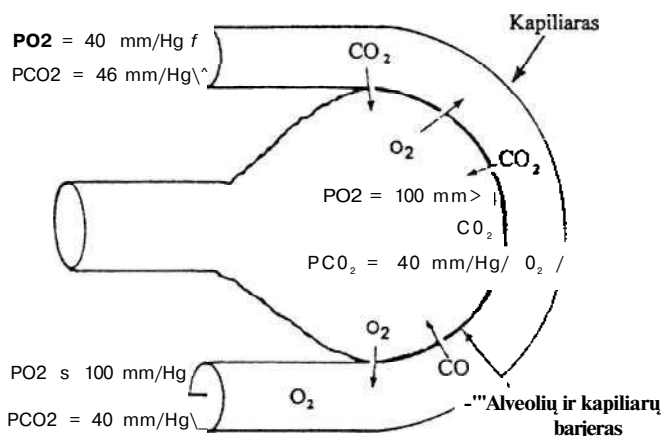
6.3. Kvėpavimo sistema

Kvėpavimo sistemą sudaro: burnos ir nosies traktas, ryklė, gerklos, trachėja (gerklė), bronchai ir alveolės.



4 pav. Kvėpavimo sistema

Burnos ir nosies traktui priklauso burnos ir nosies ertmės. Patekęs į nosį oras apvalomas, sušildomas ir sudrėkinamas. Iš nosies ertmės jis patenka į nosiaryklą, po to į gerklos, o iš jų — į trachėją. Trachėja — tai kremzlinis vamzdelis, kuriuo oras juda žemyn į bronchus. Toliau oras leidžiasi plonėjančiais bronchais, kol pasiekia alveoles. Kiekviena alveolė yra apraizgyta kapiliarų tinklo (kapiliarų sienelių storis — viena ląstelė). CO_2 ir O_2 molekulės iš alveolių ir į alveoles juda pagal dujų difuzijos dėsnį.



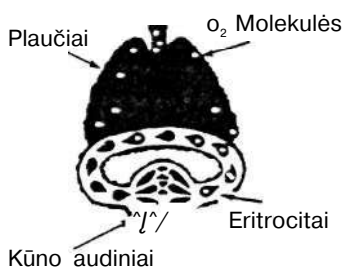
5 pav. Dujų difuzija tarp alveolės ir kapiliaro

Deguonies kiekis, pereinantis pro alveolių ir kapiliarų barjerą, priklauso nuo parcialinių deguonies slėgių ($p\text{O}_2$) alveolėje ir veniniame kraujyje santykio. Kylant aukštyn, mažėja $p\text{O}_2$ alveoliniame ore, todėl į kraują patenka mažiau deguonies. Tai sukelia hipoksiją — deguonies badą audiniuose.

7. Hipoksija

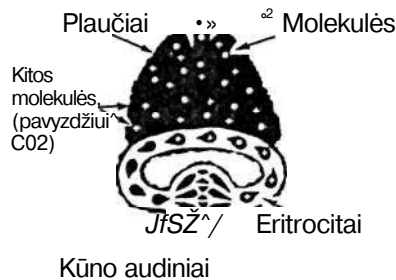
Hipoksija, arba deguonies badas, yra būseną, atsirandanti kūno audiniams stokoje deguonies. Dažnai hipoksija siejama su skrydžiais dideliuose aukščiuose, tačiau yra daug ligų, pataloginių būsenų ir fiziologinių faktorių, pabloginančių organizmo aprūpinimą deguonimi ir sukeliančių hipoksiją. Pagal atsiradimo priežastis yra skiriamos 4 hipoksijos rūšys: hipoksinė, kraujo (heminė), cirkuliacinė ir audinių:

a) hipoksinė hipoksija atsiranda aplinkoje esant mažai deguonies arba kai tam tikromis sąlygomis O_2 molekulės negali patekti į kraują. Hipoksinė hipoksija patiriama kopiant į kalnus, skrendant dideliame aukštyje, būnant nevedinamose uždaroose patalpose.



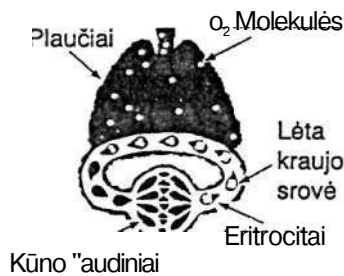
6 pav. Hipoksinė hipoksija

b) **heminė (kraujo) hipoksija** kyla sumažėjus kraujo sugebėjimui pernešti O₂. Taip atsitinka praradus daug kraujo sumažėjus hemoglobino kiekiui kraujyje ar jam tapus neaktyviu. Hemoglobiną inaktyvina įvairios medžiagos: smalkės, nitritai, kai kurie medikamentai.



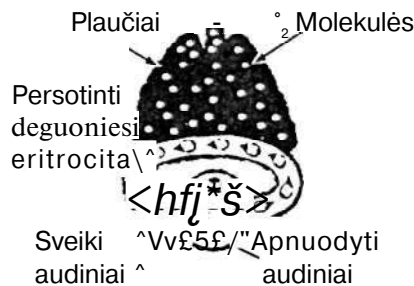
7 pav. Heminė hipoksija

c) **cirkuliacinę hipoksiją** sukelia bendrieji ar vietiniai kraujotakos sutrikimai. Nors kraujas ir turi pakankamai O₂, tačiau dėl sutrikusios kraujotakos jis į audinius nepatenka. Cirkuliacinė hipoksija gali atsirasti sutrikus širdies veiklai, užsikibus kraujagyslėms. Skrydžio metu - susitvenkus kraujui venose perkrovų metu.



8 pav. Cirkuliacinė hipoksija

d) **audinių hipoksija** kyla, kai kraujas turi pakankamai O₂, kraujo cirkuliacija nesutrikusi, bet audiniai nesugeba pasisavinti deguonies. Alkoholis, narkotikai, kai kurie nuodai sutrikdo ląstelių sugebėjimą adekvačiai pasisavinti O₂.



9 pav. Audinių hipoksija

7.1. Hipoksijos simptomai ir požymiai

Iš visų hipoksijos rūšių aviatoriai dažniausiai susiduria su hipoksine hipoksija. Ji atsiranda ore mažėjant pO₂, kai, kylant aukštynei, mažėja bendras barometrinis slėgis. Kadangi hipoksijos atsiradimo pradžia nepastebima, skraidančiajam personalui svarbu mokėti atpažinti pirmuosius hipoksijos požymius ir simptomus.



Subjektyvūs simptomai:

oro trūkumas
nuovargis, silpnumo jausmas
galvos skausmas ir svaigimas
spengimas ausyse
susiaurėjęs akiplotis
euforija

Objektyvūs simptomai:

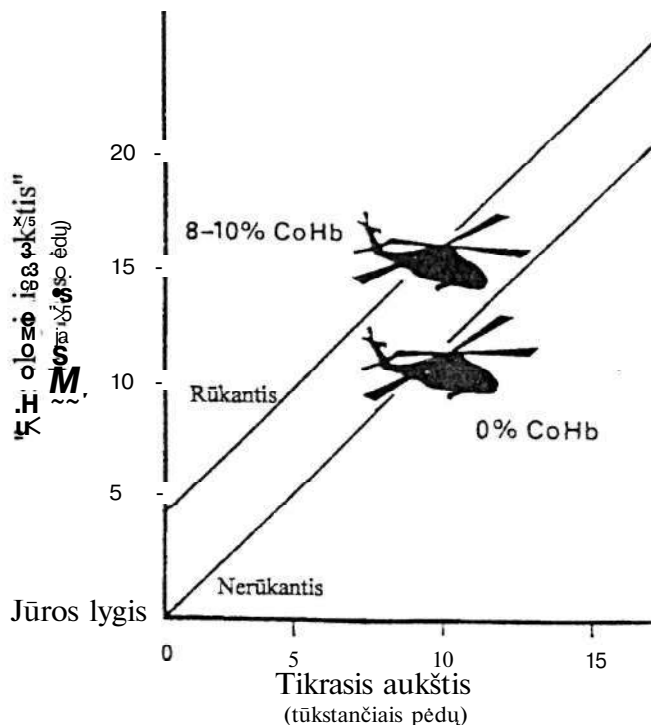
hiperventiliacija
odos ir gleivinių cianozė
protinės veiklos sutrikimas
judesių koordinacijos pablogėjimas

10 pav. Hipoksijos simptomai

Nepaisant atsiradusių hipoksijos simptomų ir kylant toliau, prasideda traukuliai, sutrinka kvėpavimas ir širdies veikla, žmogus praranda sąmoną. Neįmanoma numatyti, kada, kur ir kokiame aukštyje pasireikš hipoksijos simptomai. Taip yra todėl, kad žmonių jautrumas hipoksijai nevienodas.

Tam turi įtakos keletas veiksnių:

a) **alkoholio ir tabako vartojimas.** Hemoglobino molekulės eritrocituose 200-300 kartų labiau pritraukia CO negu O_2 . Todėl rūkymas labai sumažina kraujo sugebėjimą prisijungti O_2 . Surūkius per trumpą laiką tris cigaretes ar 20-30 cigarečių per parą iki skrydžio, 8-10% hemoglobino virsta karboksihemoglobinu (COHb). Dėl to 20% pablogėja naktinis matymas; rūkančiojo "fiziologinis aukštis" pakyla iki 5000 ft/1525 m.



11 pav. Rūkymo įtaka hipoksinės hipoksijos eigai

Alkoholis sukelia audinių hipoksiją. Jis, kaip ir rūkymas, padidina "fiziologinį aukštį". Asmuo, išgėręs 30 g alkoholio (75 g degtinės), "pakelia save" į 2000 ft/610 m aukštį.

b) individualūs veiksniai. Įvairių asmenų jautrumas hipoksijai labai priklauso nuo organizmo medžiagų apykaitos greičio, mitybos įpročių, dietos, emocinės būklės.

c) **kilimo greitis.** Greitai kylant, galima pasiekti didesnį aukštį neįaučiant žymesnių hipoksijos požymių.

d) **ekspozicija.** Kuo ilgiau asmens būna dideliame aukštyje, tuo labiau pasireiškia žalojantis hipoksijos poveikis.

e) **Išorinė temperatūra.** Buvimas aukštos ar žemos temperatūros aplinkoje pakeičia organizmo medžiagų apykaitos greitį. Dėl to padidėja deguonies poreikis ir sumažėja hipoksijos tolerancija. Esant nenormaliai temperatūrai kabinėje, hipoksija gali atsirasti mažesniame negu įprasta aukštyje.

0 **fizinis aktyvumas.** Skrydžio metu suintęs fizinė veikla, kūnui reikia daugiau deguonies. Padidėjus deguonies sunaudojimui greičiau pasireiškia hipoksija.

e) **fizinė būklė.** Geros sveikatos ir fizinės būklės žmonės paprastai geriau toleruoja hipoksiją.

f) **kita.** Nuovargis pažemina hipoksijos simptomų atsiradimo aukštį; vartojant medikamentus, dažniausiai irgi pablogėja aukščio tolerancija.

Aviacijoje svarbiausia yra tai, kad dėl hipoksijos pakenkiama nervų sistema. Nervinis audinys yra jautriausias deguonies trūkumui. Pilotui dėl hipoksijos praradus sąmonę 3-5 minutėms, paprastai žymesnių pasekmių nebūna. Tačiau išbuvus be sąmonės 5-10 min, atsiranda negrįžtamų smegenų pakitimų — žūsta smegenų žievė. Nutrūkus deguonies tiekimui, pilotas, iki praradamas sąmonę, dar turi šiek tiek laiko priimti sprendimą ir atlikti koreguojamuosius veiksmus. Tai vadinamas sąmonės išlaikymo, arba rezervinis, laikas. Rezervinis laikas kinta priklausomai nuo skridimo aukščio ir piloto fizinio pastangų.

4 lentelė. Sąmonės išlaikymo laiko priklausomybė nuo aukščio

Aukštis, ft	Laikas, s
25000	270
26000	220
27000	201
28000	181
30000	145
32000	106
34000	84

7.2. Hipoksijos stadijos

Priklausomai nuo aukščio, kuriame atsiranda hipoksijos simptomai, ir nuo to, kaip jie pasireiškia, skiriamos 4 hipoksijos stadijos.

a) **indiferentinė stadija.** Aukštis 0-10000 ft/0-3050 m. Pasireiškia vienintelis lengvos hipoksijos požymis - nuo 4000 ft/1220 m aukščio pablogėja naktinis matymas.

b) kompensacijos **stadija.** Aukštis 10000-15000 ft/3050—4600 m. Deguonies trūkumą kompensuoja suaktyvėjusi kraujotakos ir kvėpavimo sistemų veikla. Padažnėja pulsas, pakyla kraujospūdis, pagilėja ir padažnėja kvėpavimas. 12000-15000 ft/3660-4600 m aukštyje pradeda ryškėti hipoksijos poveikis centrinei nervų sistemai. Po 10-15 min skrydžio tokiam aukštyje įgulos nariai tampa mieguisti, suglebę, daro klaidingus sprendimus, prastai atlieka paprastas užduotis, kurioms reikia dėmesingumo ir tikslios raumenų koordinacijos.

c) **sutrikimų stadija.** Aukštis 15000-20000 ft/4600-6100 m. Šioje stadijoje fiziologinės organizmo reakcijos nebegali kompensuoti deguonies trūkumo. Dažniausi tada kylantys simptomai yra šie: nuovargis, galvos skausmas ar svaigimas, odos ir gleivinių cianozė, sutrikusi psichomotorinė funkcija, asmens elgsenos pasikeitimas.

d) **kritinė stadija.** Aukštis 20000-25000 ft/6100-8200 m. Paprastai pasiekus šią stadiją per 3-5 min. labai pablogėja protinė veikla ir judesių koordinacija, pilotas nebesugeba atlikti savo darbo, prasideda traukuliai ir jis praranda sąmonę.

7.3. Apsauga nuo hipoksinės hipoksijos

Išvengti hipoksinės hipoksijos galima ribojant skrydžio aukštį ir trukmę, papildomai tiekiant deguonį, hermetizuojant kabiną. Pirmiausia laikomasi šių dviejų taisyklių:

a) trumpai (iki 1 h) be papildomo deguonies tiekimo galima skristi iki 13000 ft/4000 m aukščio.

b) ilgalaikiai ir naktiniai skrydžiai nepriklausomai nuo jų trukmės be papildomo deguonies tiekimo gali būti atliekami iki 6500 ft/2000 m aukščio.

Normaliomis sąlygomis jūros lygyje žmogus kvėpuoja oru, kuriame yra 21% deguonies; tada kraujo prisotinimas deguonimi yra 98%. Kylant aukštyn ir mažėjant slėgiui, norint palaikyti tokį patį kraujo prisotinimo deguonimi lygį reikia didinti procentinę O₂ koncentraciją įkvepiamame ore. 20000 ft/6100 m aukštyje deguonies įkvepiamame ore turi būti 49%, 34000 ft/10430 m aukštyje - 100%. Kylant dar aukščiau, norint išlaikyti pakankamą kraujo prisotinimo deguonimi lygį, reikia deguonį tiekti į kvėpavimo kaukę su papildomu teigiamu slėgiu. Skrydžiams virš 50000 ft/15240 m aukščio reikia aukštybinių kompensuojančių kostiumų su hermetiniais šalmais.

Pasireiškus hipoksijos simptomams, reikia nedelsiant imtis priemonių - kvėpuoti 100% O₂ pro kaukę. Jei to negalima padaryti, reikia kaip galima greičiau leisti žemiau kaip 10000 ft/3050 m. Nutūpus hipoksiją patyrusį asmenį turi apžiūrėti aviacijos gydytojas, kad nustatytų hipoksijos rūšį ir skirtų tinkamą gydymą.

8. Hiperventiliacija

Hiperventiliacija - simptomų kompleksas, atsirandantis pagilėjusio ir padažnėjusio kvėpavimo metu pasišalinus per dideliam CO₂ kiekiui iš kraujo. Hiperventiliacija aviatoriams pasireiškia gerokai dažniau, negu atpažįstama. Žmogaus organizmas į stresą ar pavojų reaguoja specifinėmis reakcijomis. Viena iš tokių reakcijų yra kvėpavimo pakitimas. Dėl to iškvepiama daugiau CO₂ ir sutrinka šarmų-rūgščių pusiausvra kraujyje.

Hiperventiliacijos simptomai:

- svaigsta galva;
- pablogėja regėjimas;
- raumenų spazmai;
- pila karštis ar krečia šaltis;
- dilgčioja plaštakose, pėdose ir apie lūpas;
- prarandama sąmonė;
- savijauta negerėja kvėpuojant 100% O₂.

Hiperventiliacija gali atsirasti:

- dėl nervinės ir/ar fizinės įtampos pakitus kvėpavimo ritmui;
- kvėpuojant pro kaukę deguonimi su papildomu teigiamu slėgiu;

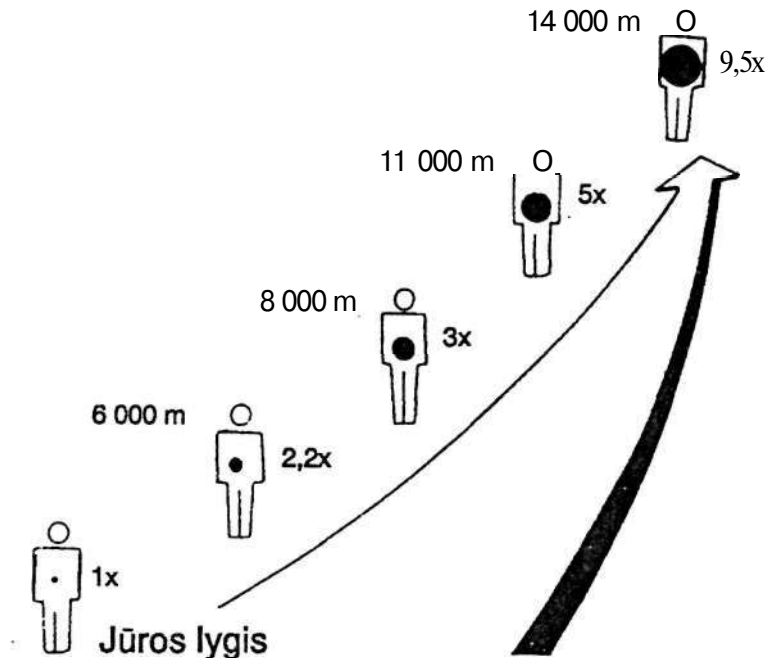
- pradėjus giliau ir greičiau kvėpuoti hipoksijos metu.

Skridimo metu pasireiškusiems kai kuriems simptomams, gali būti neišku - hipoksija tai ar hiperventiliacija. Jei pilotas yra tokiam aukštyje, kuriame gali atsirasti hipoksija - virš 10000 ft/3050 m, - tai reikia manyti, kad tai ir yra hipoksija. Tačiau jei simptomai atsiranda mažesniame aukštyje, reikia (tarti hiperventiliacija ir reguliuoti savo kvėpavimą. Jei simptomai nepraeina ar sąmoninga kvėpavimo reguliacija negalima, pilotas turi pradėti kalbėti ar dainuoti - tai pakelia CO₂ lygį kraujyje.

9. Aukštybiniai dekompresiniai sutrikimai

Šioje dalyje bus aptariami pokyčiai organizme, atsirandantys skrendant nehermetizuotoje lėktuvo kabinoje pavojingame aukštyje. Kylant slėgis kabinoje mažėja - vyksta dekompresija; leidžiantis slėgis didėja - kompresija. Žmogaus kūno ertmėse normaliai yra tam tikri dujų kiekiai.

Kylant aukštyn ir mažėjant išoriniam slėgiui, kūno ertmėse esančios dujos plečiasi.



12 pav. Žarnyno dujų plėtimasis didėjant aukščiui

Jei jos negali iš ertmių išeiti į išorę, susidaro skirtumas tarp išorės ir kūno ertmių slėgių, pasireiškia aukštybiniai dekompresiniai sutrikimai. Jie yra skirstomi [3 grupes:

- barokavepatijos;
- aukštybinė dekompresinė liga;
- aukštybinė garų dujinė emfizema.

9.1. Barokavepatijos

Kaip minėta, kylant kūno ertmėse esančios dujos plečiasi. Jei joms nėra kur išeiti, padidėjęs dujų slėgis spaudžia aplink esančius audinius ir sukelia skausmą.

Yra šios barokavepatijos: aukštybinis pilvo skausmas, aukštybinis ausų skausmas, aukštybinis veido ančių skausmas, aukštybinis dantų skausmas ir plaučių barotrauma.

a) aukštybinis pilvo skausmas. Normaliai skrandyje ir žarnyne yra skirtingas kiekis dujų, kurių slėgis apytikriai lygus išoriniam. Virškinamajame trakte dujų atsiranda maisto rūgimo ir fermentacijos procesų metu, valgant ir geriant prarijus oro. Jeigu kylant juntamas spaudimas pilve, pilotas gali atsiragėti ar išleisti žarnyno dujas natūraliu būdu ir taip išvengti stipraus pilvo skausmo. Net vidutiniam pilvo skausmui užsitęsęs gali labai nukristi kraujospūdis ir net galima netekti sąmonės. Norint išvengti aukštybinio pilvo skausmo, reikia tinkamai maitintis. Skraidantys dideliame aukštyje pilotai turi vengti dujų gamybą skatinančių produktų: svogūnų, kopūstų, ankštinių daržovių, juodos duonos, obuolių, giros, alaus. Maistą reikia gerai sukramtyti, negerti per daug skysčių, nekramtyti kramtomosios gumos. Nereguliari mityba, "greitas" maistas, žarnyno ligos padidina tikimybę patirti aukštybinio pilvo skausmą.

b) aukštybinis ausies skausmas. Vidurinėje ausyje yra apie 1,0-1,5 cm³ oro.

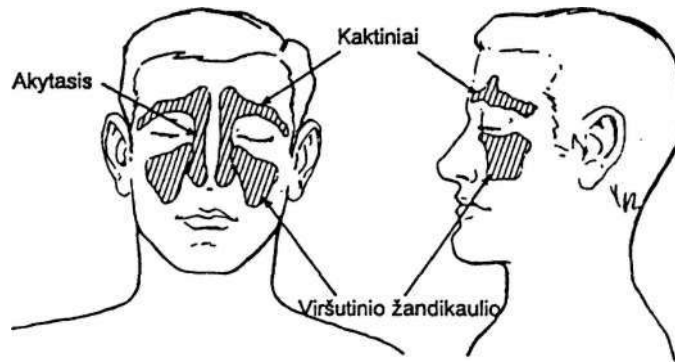
Mažėjant išoriniam slėgiui, besiplečiantis vidurinėje ausyje oras nosiarykliniu (Eustachijaus) vamzdžiu išeina į nosiaryklę. Sloguojant, gripuojant ar sergant kitomis nosiaryklės ligomis, nosiaryklinis vamzdis paburksta ir oras pro jį nepraeina. Kylant didėja oro slėgis vidurinėje ausyje ir ausies būgnelis išlinksta. Ši būseną yra skausminga. Dėl Eustachijaus vamzdžio anatominės savybių oras lengviau išeina iš vidurinės ausies negu grįžta, todėl aukštybinis ausies skausmas dažnesnis leidžiantis negu kylant. Jeigu leidžiantis ima skaudėti ausis, palengvėjimo galima sulaukti tik pakilus į tokį aukštį kur susilygins išorės ir vidinės ausies slėgis, tada lėtai žemėti. Greitas žemėjimas mažame aukštyje yra pavojingesnis, negu žemėjimas tokiu pat greičiu dideliame aukštyje.

Ilgos nariai, skrydžio metu kvėpavę deguonimi, kartais patiria ausų skausmą jau nusileidę. Pavėluotai ausis skauda todėl, kad skrydžio metu kvėpuojant O₂, jo prisotina ir vidurinės ausies oras. Nusileidus, vidurinės ausies audiniai O₂ po truputį sugeria ir slėgis joje tampa mažesnis už išorinį - ausies būgnelis linksta į vidų. Ausis gali pradėti skaudėti net ir praėjus 8-12 h po skrydžio, pažadinti iš miego.

Skrydžio metu leidžiantis pradėjus skaudėti ausį, slėgimą vidurinėje ausyje galima išlyginti atliekant rijimo, kramtymo, žiovavimo judesius, įtempiant gerklės raumenis. Jei tai nepadeda, atliekamas Valsalvos pratimas - užsičiaupus ir užspaudus pirštais nosį bandoma stipriai iškvėpti. Šio pratimo negalima atlikti kylant. Taip pat negalima jo atlikti sergant kvėpavimo takų infekcijomis, nes

jėga bandant išlyginti slėgimą, galima įpūsti infekcijos sukėlėją į vidurinę ausį. Taigi įgulos nariai, sergantys viršutinių kvėpavimo takų ligomis, neturėtų skristi.

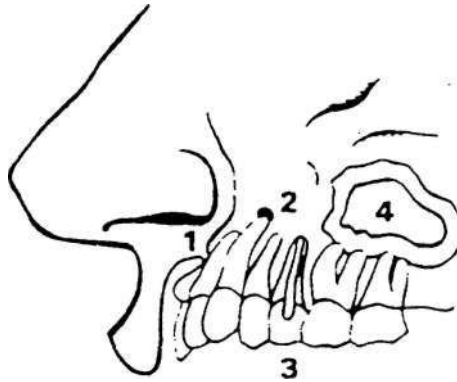
Kaktoje ir skruostuose yra oro pripildytos ir su nosimi susieinančios ertmės - ančiai.



13 pav. Veido ančiai

Jei ančių jungtis su nosimi normalios, slėgis juose kylant ar leidžiantis išsilygina be jokių sunkumų. Bet dėl infekcijų ar alergijos jungtis gali pabrinkti ir užblokuoti oro judėjimą. Susidaręs slėgių skirtumas tarp oro ančiuose ir išorėje sukelia stiprų skausmą. Pajutus skausmą ančiuose, Valsalvos pratimą reikia daryti dažnai, nes ančių jungtis su nosimi yra siauresnės negu Eustachijaus vamzdis. Jeigu pradeda skaudėti ančių srityje kylant, reiktų nebekilti, o pajutus skausmą žemėjimo metu - pereiti į horizontalųjį skrydį ir keletą kartų atlikti Valsalvos pratimą. Jei tai nepadeda, pakilti aukščiau ir po to lėtai žemėti. Jei lėktuve yra deguonies tiekimo su papildomu teigiamu slėgiu įranga, reikia ją pasinaudoti.

c) aukštybinis **dantų skausmas**. Normaliai dantyse ertmių nėra. Jos gali atsirasti esant pūliniams dantų šaknų srityse arba oro gali likti po plomba. Dažnai skrydžio metu kilęs dantų skausmas būna pirmasis dantų ligos požymis.



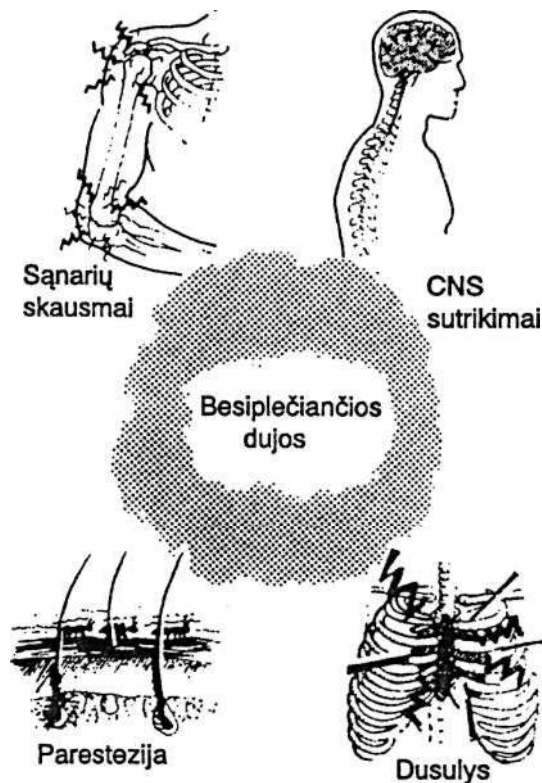
14 pav. Aukštybinio dantų skausmo priežastys:

- 1-dantėnų pūlinys; 2-šaknies pūlinys; 3-uždegimas danties kanale;
- 4-uždegimas viršutinio žandikaulio antyje

d) **plaučių barotrauma**. Tai plaučių audinio pažeidimas dėl slėgių skirtumo. Plaučių barotrauma dideliame aukštyje gali ištikti greitos dekompresijos metu. Skauda krutiną, žmogus dūsta, sutrinka regėjimas, paralyžiuoja galūnes, atkosima kraujingomis seilėmis, prarandama sąmonė. Ištikus plaučių barotraurai, reikia pradėti kvėpuoti 100% O_2 , greitai leistis ir tūpti, nes reikia specialaus gydymo.

9.2. Aukštybinė dekompresinė liga

Kylant ir krintant atmosferos slėgiui, kūno audiniai tampa persotinti azoto. Azoto dujos elgiasi pagal Henrio dujų dėsnį - tirpale ištirpusių dujų kiekis yra tiesiogiai proporcingas slėgiui virš skysčio. Mažėjant barometriniam slėgiui, proporcingai mažėja ir parcialiniai dujų slėgiai. Kūno audiniai, palyginti su krauju, tampa persotinti azoto ir organizmas stengiasi atgauti dujų pusiausvyrą išskirdamas jas į veninį kraują. Greitai pakilus į didesnį kaip 20000 ft/6100 m aukštį, azoto dujos audiniuose ir kraujyje koncentruojasi ir formuoja burbuliukus, kurie sutrikdo normalią kraujotaką.



15 pav. Aukštybinės dekompresinės ligos simptomai

Aukštybinės dekompresinės ligos simptomai:

a) **sąnarių skausmas**. Pradžioje sąnarių skausmas būna nežymus, vėliau, kylant aukščiau, stiprėja, kol tampa nepakenčiamas. Dažniau yra paveikiami didieji - kelių ir alkūnių sąnariai, dėl to labai sumažėja pažeistos galūnės jėga ir judesių amplitudė. Anksčiau patirti sąnarių skausmai yra linkę kartotis tuose pačiuose sąnariuose.

b) **dusulys**. Jį sukelia daugybiniai azoto burbuliukai, atitekę venomis ir užkimšę smulkias plaučių venas. Pirmiausia žmogus pajunta deginimą už krūtinkaulio, paskui jam pradeda skaudėti krutiną. Kyla beveik nekontroliuojamas noras kosėti, bet kosint jokio palengvėjimo nebūna. Galiausiai prasideda dusulys, kvėpavimas pasidaro negilus, oda įgauna melsvą atspalvį. Pasireiškus dusulio požymiams, būtina leistis žemyn, nes galima prarasti sąmonę. Nusileidus ant žemės, nuovargis, silpnumas ir skausmas krūtinėje gali išlikti dar ilgai — iki keleto valandų.

c) **parestезija arba aptirpimas**. Susiformavus dujų burbuliukams kūno paviršiuje, oda tose vietose tampa margai raudona, jaučiamas niežėjimas, dilgčiojimas, aptirpimas, karštis ar šaltis.

d) **centrinės nervų sistemos pakenkimas**. Retais atvejais gali pasireikšti galvos bei nugaros smegenų pažeidimo azoto burbuliukais požymiai. Ima skaudėti galvą sutrinka klausa, regėjimas, prarandama orientacija.

Aukštybinę dekompresinę ligą patiria ne kiekvienas dideliuose aukščiuose skraidantis pilotas. Šios ligos atsiradimo tikimybę padidina šie veiksniai:

a) **kilimo greitis, pakilimo aukštis ir trukmė**. Kuo greičiau kyla, tuo didesnė aukštybinės dekompresinės ligos atsiradimo tikimybė. Iki 24000 ft/7300 m aukščio aukštybinės dekompresinės ligos atsiradimo tikimybė maža, virš šios ribos — didesnė. Kuo ilgiau skrendama didesniame kaip 19000 ft/5800 m aukštyje, tuo didesnė aukštybinės dekompresinės ligos atsiradimo tikimybė.

b) **piloto amžius ir nutukimas**. Dekompresinės ligos atsiradimo tikimybė tiesiogiai priklauso nuo piloto amžiaus ir turimo riebalinio audinio kiekio.

c) **fizinė veikla**. Fizinė įtampa skrydžio metu pažemina aukštybinės dekompresinės ligos atsiradimo aukštį ir pagreitina jos simptomų eigą.

d) **pakilimų dažnumas**. Pilotai, dažnai skrendantys aukščiau 19000 ft/5800 m nehermetiškoje kabinoje, dažniau patiria aukštybinės dekompresinės ligos simptomus.

Skraidantys dideliuose aukščiuose ir atliekantys pratimus barokameroje įgultų nariai nuo aukštybinės dekompresinės ligos apsaugomi keliais būdais:

a) **denitrogenacija**, sumažinanti azoto kiekį organizme. Įgula, planuojanti kilti aukščiau 19000 ft/5800 m, 30 min prieš skrydį turi kvėpuoti 100% O₂.

b) **kabinos hermetizacija**. Užtikrinus slėgimą kabinoje, atitinkantį 9000 ft/2700 m aukštį, azoto burbuliukų formavimosi tikimybė sumažėja iki minimumo.

c) **ribojant skrydžio laiką ir aukštį**.

d) **kiti apribojimai**. Nardant su akvalangu yra kvėpuojama suspaustu oru, todėl į organizmą patenka didesnis N₂ kiekis. Skrendant nepraėjus 24 valandoms po nardymo su akvalangu, aukštybinės dekompresinės ligos simptomai pasireiškia jau 8000 ft/2400 m aukštyje. Todėl gulos nariams yra draudžiama nardyti su akvalangu mažiausiai 24 valandas prieš skrydį. Taip pat draudžiama skristi nepraėjus 12 valandų po treniruočių barokameroje.

Skrydžio metu pasireiškus bet kokiems aukštybinės dekompresinės ligos simptomams, reikia imtis šių veiksmų:

a) **duoti kvėpuoti 100% O₂** — taip apsaugoma nuo papildomo azoto patekimo į organizmą;

b) **tįpa suveržti pažeistą sritį** — taip apsaugoma nuo galimo azoto burbuliukų judėjimo;

c) **nedelsiant leistis ir pranešti aviacijos gydytojui**.

9.3. Aukštybinių garų dujinė emfizema (aukštybinis virimas)

Išoriniam slėgiui sumažėjus iki 47 mm/Hg (tai būna 63000 ft/19200 m aukštyje), ant kūno paviršiaus, jeigu jis neapsaugotas specialia janga, per 3-5 min atsiranda žymūs poodžio išsipūtimai. Jaučiamas nemalonus odos tempimas, pasunkėja judesiai. Susiformavę ir patekę [kraujotaką borboliukai gali užblokuoti širdies veiklą.

Virimas - tai garavimas, vienu metu vykstantis ir skysčio paviršiuje, ir viduje. Virimą galima sukelti arba didinant skysčio temperatūrą arba mažinant slėgį virš jo. Kadangi žmogaus kūno temperatūra yra pastovi (+36,6°C), tai, išoriniam slėgiui nukritus iki 47 mm/Hg, užverda kūno skysčiai. Aukštybinis virimas vyksta be terminio efekto, todėl nežaloja audinių ir ląstelių struktūrų. Nusileidus žemiau 63000 ft/19200 m, garai kondensuojasi ir emfizeminiai dariniai išnyksta be liekamųjų reiškinių.

Apsaugai nuo aukštybinės garų dujinės emfizemos stratosferinių ir kosminių skrydžių metu naudojamos priemonės, kuriose sudaromas didesnis nei 47 mm/Hg slėgis kūnui: skafandrai, aukštybiniai kompensuojantys kostiumai, hermetiškos kabinos.

10. Aukštybinės individualios gyvybės palaikymo sistemos

Tai techninės priemonės, skirtos individualiai įgulos narių apsaugai nuo nepalankių aplinkos faktorių galimos dehermetizacijos atveju aukštybinių skrydžių metu. Aukštybinių individualių gyvybės palaikymo sistemų dalys yra: deguonies tiekimo įranga ir aukštybinė įranga.

Deguonies tiekimo įranga yra skirta tiekti deguonį ar deguonies turinčių dujų mišinį į kvėpavimo takus tam, kad padidėtų pO₂ įkvėpiamame ore. Deguonies tiekimo įrangą sudaro:

Deguonies laikymo sistemos. Aviacijoje priklausomai nuo naudojamo deguonies jo laikymo sistemos gali būti 4 tipų:

1. Dujinio žemo slėgio O₂ laikymo sistema. Nėra labai efektyvi, kadangi joje gali būti laikomas nedidelis deguonies kiekis.
2. Dujinio aukšto slėgio O₂ laikymo sistema. Ji pritaikyta daugumoje karo lėktuvų. Nemažos deguonies atsargos gali būti laikomos nedidelio tūrio induose.
3. Skysto O₂ laikymo sistema. Skystas deguonis, sušilęs nuo aplinkos, garuoja ir praturtina kvėpuojamąsias dujas. Ši sistema naudojama keleiviniuose lėktuvuose.
4. Deguonį generuojanti sistema. Specialiais deguonį surišančiais elementais renkamas ir kondensuojamas išorinėje atmosferoje esantis O₂. Ši sistema yra patogesnė, ji naudojama moderniuose kariniuose lėktuvuose.

Aviacinė deguonies įranga. Priklausomai nuo deguonies tiekimo būdo gali būti trijų tipų:

1. Nenutrūkstanto deguonies tiekimo įranga. O₂ kiekis, tiekiamas I kauką, priklauso tik nuo skrydžio aukščio. Skrendant vienodame aukštyje, į kauką tiekiamas nekintantis O₂ kiekis, kurio pakanka esant stabiliai piloto fizinei ir emocinei būklei. Bet pasikeitus jo būklei, pagilėjus ir padidėjus kvėpavimui, įkvėpiamas deguonis yra atskiedžiamas aplinkos oru ir kyla hipoksija. Be to, O₂ yra tiekiamas tiek įkvėpimo, tiek ir iškvėpimo metu, taigi apie 50% jo nenaudingai išeina į aplinką. Šios įrangos pakanka skrendant iki 26000 ft/7900 m aukščio.

2. Periodinio O₂ tiekimo įranga "plaučių automatas". Skirta tiekti O₂ skrendant iki 39000 ft/11900 m. Šioje sistemoje pašalintas pagrindinis trūkumas - O₂ kiekio mažėjimas įkvėpiamame ore intensyvaus kvėpavimo metu. "Plaučių automatas" naudojamas su uždaro tipo kaukėmis ir O₂ į kauką tiekiamas tik įkvėpimo metu.

3. O₂ tiekimo įranga, tiekianti deguonį su papildomu teigiamu slėgiu. Skrendant didesniame kaip 39000 ft/11900 m aukštyje, išsihermetizavus kabinai, "plaučių automatas" neužtikrina reikiamo O₂ kiekio. Tam naudojama įranga, sukurianti papildomą teigiamą slėgį įkvėpiamame ore, ir O₂ tarsi "įspaudžiamas" į kraują.

Tobulėjant aviacijai, paaiškėjo, kad kvėpuoti deguonimi su papildomu teigiamu slėgiu, nesutrikdant kraujotakos, galima tik iki 50000 ft/15200 m. Kylant aukščiau, pasireiškė hipoksija, didinant papildomą teigiamą slėgį - sutriks piloto kraujotaka ir kvėpavimas. Norint išvengti šių reiškinių ir kad kvėpavimas su papildomu teigiamu slėgiu būtų efektyvus, sukuriamas kompensuojantis išorinis slėgis kūnui (priešslėgis). Aukštybinis kompensuojantis kostiumas, apimantis krutiną, pilvą ir galūnes, kartu su deguonies tiekimo įranga leidžia sukurti 75 mm/Hg dydžio papildomą teigiamą slėgį plaučiuose; tai pagerina organizmo aprūpinimą O₂ ir pakelia skrydžio "lubas" iki 59000 ft/18000 m.

Aukštybinis kompensuojantis kostiumas sudarytas iš kombinezono, aptempimo sistemos ir priešperkrovinės sistemos. Aptempimo sistemą sudaro guminės kameros, kamerų apvalkalai ir tvirtinimo prie kombinezono juostos. Aptempimo sistemos kamerų perimetras yra 10 kartų mažesnis už apspaudžiamos kūno dalies perimetrą todėl jose sukuriamas slėgis turi būti 10 kartų didesnis už papildomą teigiamą slėgį plaučiuose. Priešperkrovinė sistema sudaryta iš dviejų kojinių kamerų ir vienos pilvinės. Priešperkrovinė sistema apspaudžia apatiną kūno dalį lėktuvo evoliucijų metu susidarius +G perkrovai, o aukštybinis kompensuojantis kostiumas sukuria slėgį kūno paviršiui kabinai išsihermetinus didesniame kaip 39000 ft/11900 m aukštyje nepriklausomai nuo to - veikia perkrovos ar ne.

Skafandras yra efektyviausia nuo nepalankių išorės faktorių sauganti sistema. Pagrindiniai jo elementai yra daugiasluoksnis kostiumas, hermetinis šalmas, pirštinės, tvirtinimo ir prisijungimo sistemos. Oro temperatūra, slėgis ir drėgmą jame palaiko specialios kondicionavimo sistemos. Skafandrai aviacijoje nenaudojami, nes jie yra didelių matmenų, masės, varžo judesius, be to, reikia nuolatinės ventiliacijos.

11. Gravitacijos fiziologija

Šiame skyriuje bus aptariama greičio ir pagreičio įtaka žmogaus organizmui.

11.1. Greitis

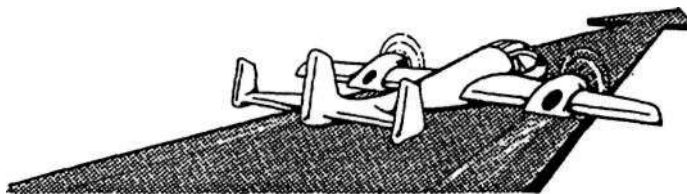
Judėjimo greitis - vienas iš pagrindinių transporto priemonių tobulėjimo rodiklių. Aviacija greičio atžvilgiu yra pažengusi gerokai toliau už kitas transporto priemones. Greitis žmogaus organizmui nekenkia, bet su sąlyga, kad žmogus judėjimo metu yra apsaugotas nuo sąlyčio su aplinka, kurioje vyksta judėjimas. Pavyzdžiui, judėdamas vandenyje, žmogus turi būti apsaugotas nuo sąlyčio su juo, ir tada judėjimo greitis tampa indiferentiniu dirgikliu. Kitas pavyzdys - jokių pojūčių nebuvimas judant pastoviu greičiu lėktuvu ar kosminių laivu. Bet greičio įtaka tampa labai reikšminga tada, kai žmogus valdo judėjimą, kai jis turi tinkamai reaguoti į aplinkos pasikeitimus, atpažinti priešpriešais judančius objektus, keisti judėjimo kryptį. Tuo atveju kuo didesnis greitis, tuo sunkiau kontroliuoti judėjimą.

Paprasčiausias veiksmas - mygtuko nuspaudimas - užtrunka 0,2 sekundės. Orlaivio tūpimo greičiui esant 300 km/h, per sekundą jis nusunka 85 metrus. Jei šiame etape 40-50 m atstumu pilotas pastebės kliūtį, tai tam, kad priimtų teisingą sprendimą ir atliktų koreguojamuosius veiksmus, jis turi 0,5 sekundės. Iš to seka, kad 40-50 m atstumas yra "akloji zona", kurioje žmogus dėl savo psichofiziologinių savybių negali aktyviai kontroliuoti judėjimo. Didėjant greičiui, "akloji zona" irgi didėja. Priešpriešinio judėjimo atveju "aklosios zonos" sumuojasi proporcingai kiekvieno orlaivio judėjimo greičiui.

11.2. Pagreitis

Transporto priemonės dažniausiai juda netolygiai. Aviacijoje judėjimo greitis priklauso nuo variklių darbo režimo, skrydžio manevro ir kt. Greičio dydžio ar krypties pasikeitimas vadinamas pagreičiu. Skiriami 3 pagreičių tipai: linijinis, radialinis ir kampinis.

a) **Linijinis pagreitis** - greičio pokytis nesikeičiant judėjimo kryptį. Jis atsiranda orlaiviui kylant ir tupiant, greitėjant ar lėtėjant skrydyje, katapultavimosi, parašiuto išsiskleidimo ir prižemėjimo metu. Linijinis pagreitis, atsirandantis kilimo ar tūpimo metu, keičiantis greičiui skrydyje, paprastai yra nedidelis - 0,4-1 g, veikia nugara-krūtinė ar priešinga kryptimi ir keleiviams bei įgulos nariams nesukelia jokių nemalonių pojūčių. Žymūs linijiniai pagreičiai atsiranda kylant katapultos pagalba, erdvėlaivio starto metu.



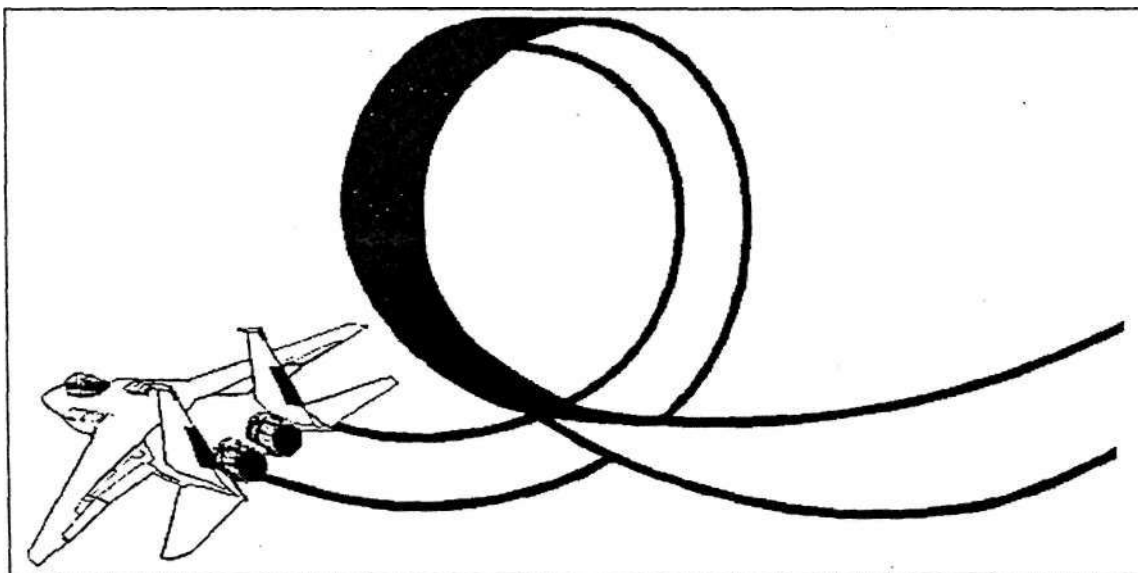
16 pav. Linijinis pagreitis

b) **Radialinis, arba įcentrinis, pagreitis** - bet koks krypties pasikeitimas, nesikeičiant greičiui. Aviacijoje šio tipo pagreitis atsiranda orlaivio evoliucijų metu ir yra gerokai dažnesnis už linijinį pagreitį. Orlaivių manevrai ore yra dažniausia radialinių pagreičių priežastis.



17 pav. Radialinis pagreitis

c) **Kampinis pagreitis** kyla kartu keičiantis ir skrydžio kryptį, ir greičiui. Skraidant kampinis pagreitis nesukelia sunkių fiziologinių pokyčių, tačiau gali sukelti erdvinės orientacijos praradimą.



18 pav. Kampinis pagreitis

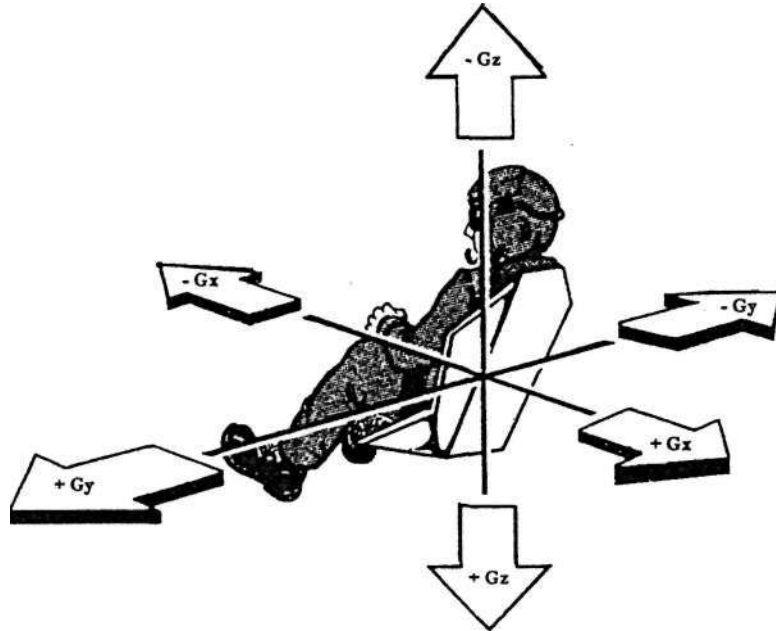
Žmogaus kūnas nuolat yra Žemės gravitacijos lauko poveikyje ir tam jis gerai prisitaikęs. Modernūs orlaiviai yra greiti ir manevringi, tam tikrais skrydžio etapais jų įgulos nariai gali patirti neįprastus žymiai didesnius pagreičius. Pagal veikimo trukmę jie skirstomi į:

- trumpalaikius**, veikiančius trumpiau nei 1 sekundę. Dažniausiai tokie pagreičiai būna paliečiant žemę.
- vidutinės trukmės** - veikiančius nuo 1 iki 2 sekundžių; jie pasitaiko katapultavimosi, kylant ar tupiant ant lėktuvnešio.
- ilgalaikius** - veikiančius nuo 2 sekundžių iki kelių minučių. Ilgalaikiai pagreičiai atsiranda orlaivių [vairių manevrų ore metu, išvedant į orbitą erdvėlaivius ar grįžtant iš jos.

Analizuojant pagreičių sukeltus efektus žmogaus kūne, naudojama trijų koordinačių sistema (X, Y ir Z), kur Z ašis sutampa su išilgine žmogaus kūno ašimi

11.3. Perkrova

Perkrova - tai nedimensinis dydis, parodantis, kiek kartų perkrovą sukėlusį jėga viršija kūno masę. Perkrovos kryptis yra priešinga ją sukėlusio pagreičio krypčiai. Perkrovos kūną veikia trijose ašyse ir yra žymimos: išilginė G_z , skersinė G_x ir šoninė G_y .



19 pav. Perkrovų kryptys

Žmogaus kūnas yra sudėtinga biologinė sistema; audiniai turi skirtingą tankį, elastingumą paslankumą kūne. Perkrovų metu labiausiai deformuojasi sunkiausi ir elastingiausi organai - kepenys, plaučiai, smegenys. Viršijus šių organų atsparumo ribas, atsiranda pažeidimų, kurių sunkumo laipsnis priklauso nuo perkrovų fizinių charakteristikų:

1. **Perkrovos dydis** (intensyvumas). Kuo perkrova didesnė, tuo labiau žalojanti. Pagal intensyvumą perkrovos skirstomos į tris grupes:

- maža perkrova; ji nesukelia žalos organizmui esant plašiam kitų perkrovos parametų diapazonui;
- vidutinė; nežaloja esant optimalioms kitų perkrovos parametų charakteristikoms;
- kritinė; jos veikimo metu žmogus gali žūti ar būti sunkiai sužalotas.

2. **Trukmė**. Pilotas, manevro metu sukėlęs 12 vienetų perkrovą praras sąmonę po 2 s, o tuo tarpu žmogus, nušokęs nuo stalo, patirs 12-15 vienetų perkrovą be jokių savijautos sutrikimų. Tarp šių dviejų atvejų yra skirtumas - laikas, kiek perkrova veikia. Didesnė, bet trumpalaikė perkrova yra toleruojama taip pat, kaip ir maža, bet ilgalaikė. Apskritai kuo ilgiau perkrova veikia, tuo sunkesni jos sukelti padariniai. +5 G_z perkrova, trunkanti 2-3 s, dažnai yra nepavojinga, tačiau užsitęsusi 5-6 s, gali sukelti "juodąją dangą". Katapultuodamas pilotas be žalos sveikatai patiria +15 G_z perkrovą trunkančią 0,5 s, o tokio dydžio perkrovai užsitęsęs iki 2 s, prarastų sąmonę.

3. **Perkrovos didėjimo (augimo) greitis**. Orlaivui įsibėgėjant kilimo take, perkrova didėja lėtai. Avarijos metu orlaivio greičiui sulėtėjus per labai trumpą laiką perkrova labai greitai didėja ir jos padariniai yra didesni.

4. **Kryptis, kuria veikia perkrova**, taip pat turi įtakos tam tikrų fiziologinių pokyčių organizme atsiradimui. Perkrovos, veikiančios ilgosios kūno ašies z kryptimi, yra blogiau toleruojamos, negu veikiančios trumpųjų kūno ašių x ir y kryptimis.

11.4. + G_z perkrovų sukelti fiziologiniai pokyčiai

Šiuolaikinių manevringų orlaivių įgulos nariai yra dažnai veikiami ilgalaikių pagreičių, veikiančių išilginėje kūno ašyje. Daugumos karinių orlaivių techninės savybės leidžia iki 60 sekundžių atlaikyti nuo +8 G_z iki +10 G_z perkrovas, o naujausių naikintuvų +12 G_z perkrovos laikas priklauso tik nuo kuro rezervo. Po to laiko, kai buvo sukurtas priešperkrovinis kostiumas, žmogaus galimybės vėl tapo pagrindiniu orlaivių galimybes ribojančiu veiksniu.

Atsiradus perkrovai, apsunksta kūno audiniai ir galūnės. Prie +2,5 G_z tampa sunku atsistoti, o prie 3 G_z - neįmanoma. Nuo +3 G_z žymiai sunkiau tampa valdyti ir ypač pakelti rankas, nuo 8 G_z - neįmanoma.

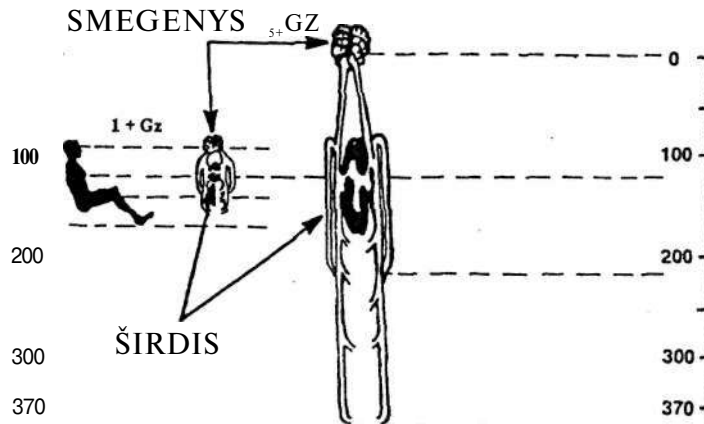
Apsunksta galva, o problemų prideda visi ant galvos esantys daiktai - šalmai, naktinio matymo prietaisai, deguonies kaukės ir kiti. Net be jokio svorio ant galvos, žmogus nebegali pakelti +8 G_z svorio nulenktos galvos. Paprastas šalmas, dažnai sveriantis apie 2 kg, šią ribą pažemina iki +4 - +6 G_z . O pasikartojančių manevrų metu kylančio perkrovos labai pagreitina kaklo raumenų nuovargį ir skausmą. Be to, staigiai ir netikėtai atsiradus perkrovai, galva energingai nulenkiama žemyn, sužalojami minkštieji kaklo audiniai, galimi kaklo slankstelių lūžiai.

Perkrovoms yra jautriausia širdies ir kraujagyslių sistema, o skeletas ir minkštieji audiniai sąlygiškai nesunkiai atlaiko jų veikimą. Širdies ir kraujagyslių sistema yra sudaryta iš elastingų kraujagyslių ir skysto audinio - kraujo, ir tam, kad ji normaliai funkcionuotų, reikia atitinkamo kraujo tūrio ir arterinio kraujo spaudimo. Perkrovos, ypač užsitęsusios, sutrikdo normalią kraujotaką.

Karinių ir sportinių orlaivių pilotai dažnai yra veikiami ilgalaikių +Gz perkrovų. Jos kyla kintant skrydžio kryptiai - atliekant posūkius, ištraukiant orlaivį iš pikiavimo ir kt. Naujausios kartos naikintuvuose galima sukurti +(8-10) Gz iki 60 s trukmės perkrovas. O atliekant aukštojo pilotazo figūras lėktuvais Jak-50, Su-26, galima patirti iki +9 Gz perkrovas.

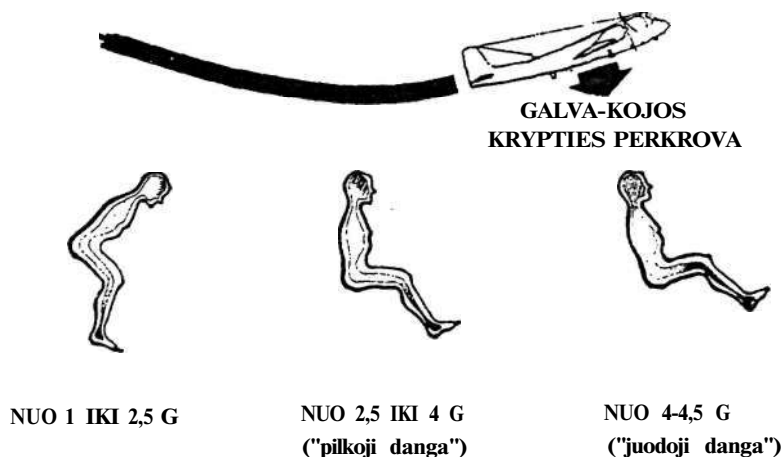
Manevro, sukeliančio +Gz perkrovą metu, kūno masė padidėja proporcingai perkrovą sukėlusios Jėgos dydžiui. Pavyzdžiui, 100 kg sveriantis žmogus +4 Gz perkrovos veikimo metu svers 400 kg. Jis tiesiog prispaudžiamas prie krėslo, skruostai nukąra, rankos ir kojos apsunksta, galūnės negali laisvai judėti, fizinė veikla labai pasunkėja. Pilotas savarankiškai išlipti iš j suktuką patekusio lėktuvo jau negali, kai +Gz siekia 2-3.

Atsiradus +Gz perkrovai, vidaus organai nusileidžia žemyn, plaučiai ir širdis spaudžia žemyn diafragmą, todėl padidėja krūtinės apimtis ir sutrinka kvėpavimo procesas. Norint geriau suprasti, kokius pokyčius sukelia +Gz perkrovos, žmogaus kūną reikia įsivaizduoti kaip cilindrą.



20 pav. Hidrostatinis +Gz perkrovos veikimo mechanizmas

Sėdinčio žmogaus širdis yra maždaug tarp viršutinio ir vidurinio kūno - cilindro trečdaliu. Galvos smegenys - jautriausia kraujospūdžio pokyčiams struktūra - yra apie 30 cm virš širdies. Kai kūną veikia +5 Gz perkrova, 30 cm aukščio kraujo stulpelis sudaro 120 mm/Hg slėgį. Kadangi šis slėgis yra lygus normaliam arteriniam kraujo spaudimui, tai smegenyse kraujotaka sustoja ir žmogus praranda sąmonę. Normaliai slėgis akyje - akispūdis - yra apie 20 mm/Hg. Jei teigiama Gz perkrova sumažina sistolinį kraujo spaudimą galvoje iki 20 mm/Hg, sustoja kraujotaka akių tinklainėse. Pilotui nuo periferijos ima siaurėti regėjimo laukas - kyla vadinamoji "pilkoji danga", o, kraujotakai tinklainėje sustojus, regėjimas dingsta visiškai - atsiranda "juodoji danga". Toliau perkrovai nemažėjant, prarandama sąmonė. Sąmonė grįžta praėjus 10-15 s po perkrovos veikimo pabaigos, ir net sugrįžus sąmonei, pilotas dar 20-30 s nesugeba normaliai orientuotis ir teisingai vertinti situacijos.



21 pav. +Gz perkrovos įtaka kūno kraujo masei

Nors skirtingų žmonių atsparumas +Gz perkrovoms beveik vienodas, yra nustatyti +Gz toleranciją gerinantys ar bloginantys veiksniai.

Bloginantys veiksniai. Tai yra viskas, kas blogina bendrąją kūno būklę, silpnina atsparumą perkrovoms. Tai kraujotakos sistemos sutrikimai (mažas kraujospūdis, varikoziniai venų išsiplėtimai), kitos patologinės būklės, rūkymas, alkoholio, vaistų vartojimas.

Gerinantys veiksniai klasifikuojami taip:

1. Fizinės (mechaninės) priemonės:

a) priešperkroviniai kostiumai;

- b) optimalią pozą pilotui suteikiantys krėsloai,
- c) kvėpavimas deguonimi su padidintu teigiamu slėgiu,
- d) imersinės sistemos.

2. Fiziologinės priemonės:

- a) fiziniai pratimai ir treniruotės,
- b) treniruotės centrifugoje,
- c) M-1, L-1 kvėpavimo pratimai,
- d) žmonių, atsparių perkrovoms, atranka.

3. Farmakologinės priemonės.

4. Kompleksinės priemonės - įvairių fizinių ir fiziologinių priemonių deriniai.

Priešperkroviniai kostiumai. Jie yra dviejų tipų: pneumatinis, plokščiomis kameromis atspaudžiantis kojas ir pilvo apačią, ir priešperkrovinis kostiumas su įtempimo sistema, kuri vamzdinėmis kameromis įtempia priešperkrovinio kostiumo audinį. Šio tipo priešperkrovinis kostiumas yra konstrukciškai sujungtas su aukštybiniu kompensuojančiu kostiumu. Perkrovos metu išsipūfia priešperkrovinio kostiumo kameros, spausdamos kraują iš apatinių galūnių aukštyn, o pilvo kamera neleidžia nusileisti diafragmai. Tai padeda palaikyti didesnį kraujo spaudimą viršutinėje kūno dalyje. Tinkamai dėvint priešperkrovinį kostiumą atsparumas perkrovoms padidėja 1,5-2,5 G. Tačiau skraidant šiuolaikiniais naikintuvais to nepakanka.

Optimalią pozą pilotui suteikiantis krėslas. Žmogaus atsparumas krūtinė-nugara ar nugara-krūtinė krypties perkrovoms yra didesnis negu galva-kojos krypties perkrovoms. Todėl, keičiant piloto padėtį kabinoje, galima padidinti atsparumą perkrovoms. Eksperimentais nustatyta, kad optimalus kampas tarp perkrovos veikimo vektoriaus ir krėslų atlošo yra 65°. Esant 85° kampui, atsparumas ilgalaikėms perkrovoms padidėja 15 G, kai kampas 30°-2 G. Siekiant optimizuoti piloto darbą, reikia, kad krėslų atlošo atsilenkimo kampas galėtų keistis nuo 17° iki 65°. Kovinio manevravimo metu keičiantis sėdynės atlošo atlenkimo kampui, pagerėja piloto fiziologinis komfortas, sumažėja nuovargis.

Kvėpavimas deguonimi su padidintu teigiamu slėgiu. Kvėpuojant tokiu būdu krūtinės ląstoje sudaromas papildomas slėgis, kuris, išplitęs kraujagyslėmis, pagerina akių tinklainės, smegenų aprūpinimą deguonimi, atitolindamas +Gz sukiamų sutrikimų pradžią.

Imersinės sistemos. Panardinus kūną į vandenį, atsparumas +Gz padidėja 26-31 G. Nepaisant metodo efektyvumo, praktiškai jo panaudoti šiuolaikiniuose orlaiviuose neįmanoma.

Minėti metodai labai padidina žmogaus atsparumą perkrovoms, tačiau jiems reikia sudėtingos įrangos. Todėl pirmiausia būtina panaudoti fiziologinius organizmo rezervas.

Fiziniai pratimai ir treniruotės. Viso organizmo grūdinimas ir specialūs fiziniai pratimai, skirti treniruoti kraujotakos ir kvėpavimo sistemas, stiprinantys kojų, pilvo preso raumenis, didina atsparumą perkrovoms. Tarp sportininkų +Gz perkrovoms atspariausi yra tokių sporto šakų atstovai, kuriose reikia maksimalaus raumenų darbo ir tikslių koordinuotų judesių, t.y. gimnastai, sunkumų kilnotojai, imtynininkai ir sprinteriai.

Treniruotės centrifugoje - tai efektyviausia priemonė iš visų atsparumą perkrovoms didinančių priemonių. Po treniruotės centrifugoje kurso, atsparumas perkrovoms padidėja 2-4 G: efektas išlieka dvi savaites, po to silpnėja ir per du mėnesius išnyksta.

M-1, L-1 kvėpavimo pratimai. Toleranciją +Gz perkrovoms galima padidinti suteikiant kūnui atitinkamą padėtį - sumažinant atstumą tarp širdies ir galvos, didinant sistolinį kraujo spaudimą. Pilotas palinksta pirmyn, kiek galima žemiau nulenkia galvą (taip sumažėja kraujo stulpelio tarp širdies ir smegenų aukštis) ir įtempia pilvo bei galūnių raumenis. Tai vadinama M-1 pratimu. L-1 pratimas atliekamas kaip M-1, tik smarkiai iškvepiama. Tinkamai atliekami šie pratimai atsparumą perkrovoms padidina 2-4 G.



22 pa v. M-1 pratimas

Žmonių, atsparių perkrovoms, atranka. Yra pastebėta, kad žmonių atsparumas perkrovoms priklauso nuo jų konstitucijos ir organizmo sistemų reguliacinių funkcijų paslankumo. Tą atrankos į aviacijos mokyklas metu aiškinasi aviacijos medicinos ekspertai.

Kompleksinės priemonės. Skraidant manevringais lėktuvais taikomi kombinuoti atsparumą perkrovoms didinantys būdai: priešperkroviniai kostiumai su kvėpavimo pratimais, priešperkroviniai kostiumai su optimalią pozą pilotui suteikiančiais krėsloais. Tokie deriniai, nors ir neduoda tiesioginio suminio efekto, viršija kiekvieno iš atskirų komponentų efektą. Naudojant priešperkrovinį kostiumą ir kvėpavimo pratimus su raumenų įtempimu, atsparumą +Gz perkrovoms galima padidinti iki 9 G. Didinant krėslų atlošo atsilenkimo kampą iki 65° ir naudojant kitas priemones, atsparumą perkrovoms galima padidinti dar daugiau.

11.5. -Gz perkrovų sukeliama fiziologiniai pokyčiai

Esant galva-kojos krypties pagreičiui, pavyzdžiui, greitai žemėjant jaučiama -Gz perkrova, veikianti kojos-galva kryptimi. Kadangi tai nemalonus jausmas, pilotai jo stengiasi išvengti. Veikiant kojos-galva krypties perkrovai, galvoje padidėja arterinis ir veninis slėgiai. Dėl to gali plyšti smulkios paviršinės galvos venos. Kraujosrūvos akys - pirmasis -Gz žalojančio poveikio požymis. Staigiai atsiradusi -3 Gz perkrova yra laikoma žmogaus tolerancijos riba. Atliekant manevrą, kurio metu susidaro -Gz perkrova, pakyla apatinis akies vokas ir uždegia ragena - atsiranda "raudonoji danga".

Užsitęsęs perkrovai, galvoje ir kakle susitvenkęs kraujas difunduoja į aplinkinius audinius. Tada sumažėja kraujo apytakoje esančio kraujo kiekis, mažiau kraujo grįžta [širdį. Pablogėjus smegenų aprūpinimui deguonimi, pilotas praranda sąmonę.

11.6. $\pm G_x$ perkrovų sukeliama fiziologiniai pokyčiai

Kilimo ir tūpimo metu orlaivų įgulos nariai patiria švelnias skersines krūtinė-nugara ir nugara-krūtinė krypties perkrovas. Fiziologijos pokyčiai dėl G_x perkrovų svarbūs aeronautikoje - jie juntami starto ir nusileidimo metu. Žmonės daug geriau toleruoja $\pm G_x$ perkrovas negu kitas, nes G_x krypties perkrovos labai mažai keičia kraujotaką. Tačiau veikiant $\pm 7 G_x$ pasunkėja kvėpavimas, o veikiant $\pm 12-15 G_x$ 5 sekundes ar ilgiau, pasikeičia krūtinės organų padėtis, sutrinka kvėpavimas ir kraujotaka.

11.7. $\pm G_y$ perkrovų sukeliama fiziologiniai pokyčiai

Žmogaus kūnas yra neatsparus šoninėms perkrovoms, bet kadangi dauguma orlaivių didinti greitį šonine kryptimi negali, aviacijai šių perkrovų sukelti fiziologiniai pokyčiai nėra svarbūs.

11.8. Perkrovos, atsirandančios orlaivio kilimo ir tūpimo metu

Normalaus pakilimo metu visi keleiviniame lėktuve esantys žmonės patiria iki 0,5 G krūtinė-nugara krypties perkrovą. Ji prispaudžia žmogų prie krėslų atlošo ir nesukelia jokių nemalonių pojūčių. Pavojingų dydžių perkrovos gali atsirasti staiga stabdant ar susidūrus su kliūtimi. Nutūpus ir riedant taku atsiradusi perkrova priklauso nuo stabdymo intensyvumo. Normaliai, kai lėktuvas rieda šimtus metrų, atsiranda 1-2 G perkrova. Tupiant su neišleistais ratais ar už aerodromo ribų, gerokai sutrumpėja lėktuvo riedėjimo kelias. Jei lėktuvo riedėjimo kelias yra apie 15-20 m, perkrova gali siekti keliasdešimt G, o orlaivui susidūrus su kliūtimi, pavyzdžiui, kalnu, stabdymo kelias praktiškai lygus 0 m. Perkrova tokius atvejus siekia 1000 G.

Orlaivui susidūrus su kliūtimi, visi jame esantys nepritvirtinti daiktai, taip pat ir žmonės, judės į priekį buvusiu greičiu. Žmogus, prisirišęs juosmeniniu diržu, veikiamas 6-8 G nugara-krūtinė krypties perkrovos, taip staigiai palinks į priekį, kad, jei galva pataikys į kietą daiktą, susilaužys kaukolę. Pilotai gali susižeisti galvą į vairolazdę, prietaisų lentą, keleiviai - į priešais esantį krėslą. Tūpimo metu ratais paliečiant kilimo ir tūpimo taką atsiranda +Gz perkrova. Tupiant švelniai ji būna 0,5-2 G, o grubiai tupdant gali siekti 10-12 G. Dėl tokios perkrovos žmogui gali būti pažeista stuburo kaklinė dalis, plyšti kaklo raumenys. Nustatyta, kad savo raumenų jėga žmogus gali kompensuoti 4 G perkrovą, todėl pilotui, tupdantiems orlaivį, reikia kiek galima stipriau laikyti vairolazdę.

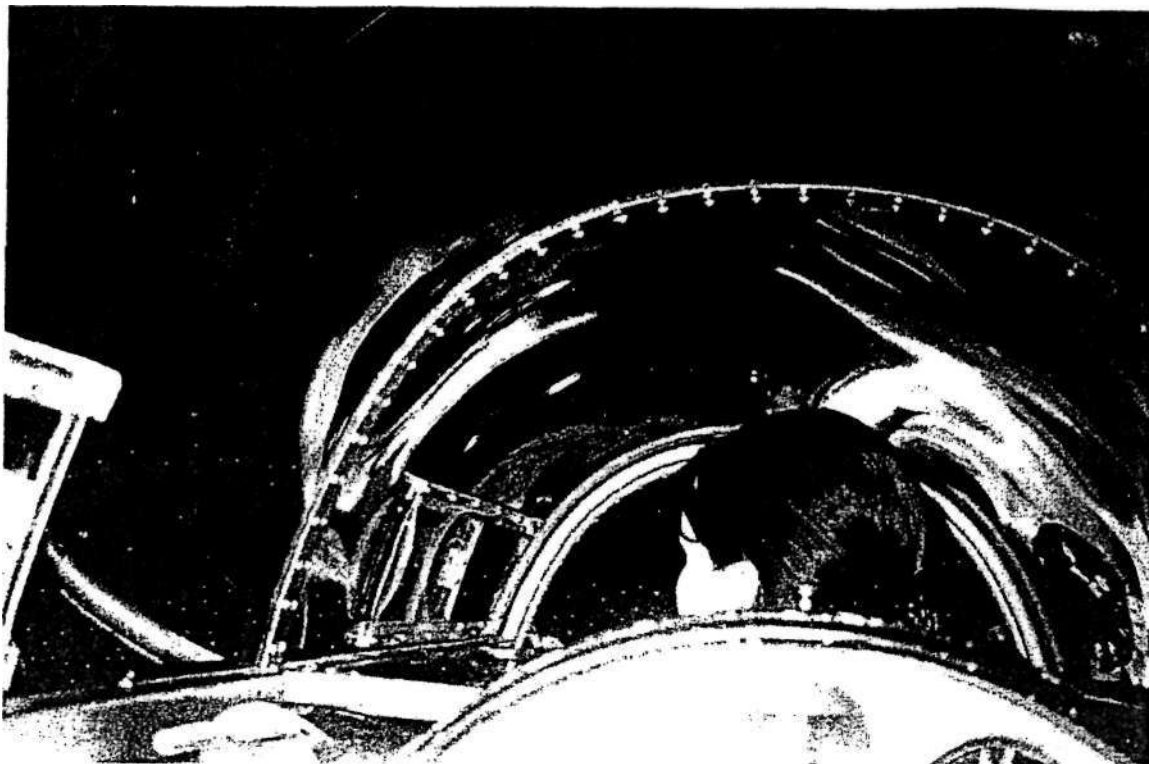
Dabartiniu metu keleiviniuose lėktuvuose, kai kuriuose propeleriniuose lėktuvuose ir sraigtasparniuose sumontuoti tik juosmeniniai diržai. Jie fiksuoja apatinę liemens dalį ir prilaiko žmogų krėslė intensyvaus stabdymo metu, bet nefiksuoja viršutinės kūno dalies. Prieš avarinį nusileidimą keleiviams rekomenduojama gerai susiveržti diržus, ir jei yra vietos, pasilenkus į priekį apkabinti savo kelius, kiek galima žemiau nuleidžiant galvą.

11.9. Perkrovos, atsirandančios šuolių su parašiotu metu, katapultuojantis

Skrendant mažesniu nei 500 km/h greičiu ir kilus pavojingai situacijai, įgulos nariai gali gelbėtis išsokdami su parašiotu. Mažiausias aukštis kupolui prisipildyti yra 60-70 m. Iššokęs iš orlaivio, parašiotininkas keletą sekundžių krinta suminiu - orlaivio ir laisvojo kritimo greičiu. Dėl oro pasipriešinimo horizontalus greitis mažėja. Iki 5 km aukščio laisvojo kritimo greitis yra 55 m/s, didesniame aukštyje kritimo greitis didesnis (proporcingai oro praretėjimo laipsniui). Nuo parašiotininko kritimo greičio priklauso aerodinaminio smūgio parašiotu išsiskleidimo metu jėga. Parašiotu išsiskleidimo momentu atsirandanti +7-9 Gz perkrova žalingo poveikio neturi. Iššokęs dideliame aukštyje be deguonies tiekimo įrangos parašiotininkas gali patirti hipoksiją. Siekiant sutrumpinti parašiotininko buvimo nepalankiose sąlygose laiką naudojami automatiniai parašiotu išsiskleidimo prietaisai. Jie nustatomi aukščiui - paprastai 4-5 kilometrams ir/arba laikui - 5 sekundėms. Iššokus iš orlaivio didesniame aukštyje, prietaisas išskleidžia parašiotą nustatytame aukštyje, iššokus vidutiniame aukštyje - išskleidžia po 5 laisvo kritimo sekundžių. Mažesniuose aukščiuose automatas atsijungia. Minkštai prižemėjant, parašiotininkas patiria 4-6 Gz, kietai - iki 16 Gz perkrovas.

Skrendant didesniu kaip 500 km/h greičiu, norint nugalėti priešinį oro srautą ir išlįsti iš kabinos, žmogaus fizinių pastangų jau nepakanka. Be to, atitrukusį nuo lėktuvo pilotą srautas nuneš ant lėktuvo uodegos. Tam yra sukurtos katapultinės sistemos, leidžiančios be piloto pastangų greitai palikti lėktuvą. Katapultavimo metu žmogų veikia įvairiakryptės nevienodo dydžio perkrovos. Išlėkdamas katapultos krėslė iš lėktuvo kabinos pilotas patiria 0,2-0,4 s trukmės +18-20 Gz perkrovą. Priešinis oro srautas gali suplėšyti rūbus, nuplėšti šalną, batus, smarkiai sužaloti pilotą. Lėktuvuose, skaidančiuose viršgarsiniais greičiais, katapultinės sistemos yra įtaisyti deflektoriai - skydeliai, kurie pjauna priekinį oro srautą. Gerai fiksuotas pilotas, sėdintis tinkama poza, be žymesnių sutrikimų ar sužeidimų išlaiko katapultavimo metu kylančias perkrovas.

Nuo 1977 metų pradėtos kurti raketinės-parašiotinės sistemos, galinčios nuleisti žemėn visą orlaivį kartu su žmonėmis. Iššovusi raketa ištraukia parašiotą, kuris išsiskleidžia per 2 - 3 s. Žemėjimo greitis yra apie 8 m/s. Ši sistema yra montuojama C-152, C-172 orlaiviuose, kituose lengvuose lėktuvuose ir sklandytuvuose.



23 pav. Suktuke

12. Supimo liga

Skrisdamas neramioje atmosferoje orlaivis kyla ir leidžiasi, supasi nuo vieno sparno ant kito, pasisuka dešinėn ir kairėn. Tokiomis sąlygomis žmogaus organizmą vienu metu veikia įvairakryptės trumpalaikės perkrovos. Pasireiškia tam tikri simptomai, charakterizuojami kaip supimo liga:

- svaigsta galva,
- pykina iki vėmimo,
- pablykšta ir prakaituoja oda,
- kyla noras šlapintis ar tuštintis.

Supimo ligą sukelia ne tik vestibuliarinio aparato, bet ir interoreceptorijų, esančių vidaus organuose, dirginimas. Šiuos simptomus gali patirti ir aukštojo pilotažo figūras atliekantys pilotai, nes tada organizmą veikia dideli kampiniai ir radialiniai pagreičiai. Kartais žmonėms, patyrusiems sunkią supimo ligą refleksiskai gali atsirasti kai kurie jos simptomai vien nuo orlaivio, aerodromo vaizdo, variklių garso. Pastebėta, kad pilotai, skrisdami kaip keleiviai, dažniau patiria supimo ligą, negu patys pilotuodami. Tai susiję su funkcinė nervų sistemos įtampa, stabdančia vestibuliarinio aparato dirginimo išplitimą. Statiškai nustatyta, kad supimo ligą patiria apie 4% avialinijų keleivių. Transportuojant sergančius ar sužeistus žmones, supimo ligą patiria iki 70% žmonių. Nukentėjusiajam reikia atlaisvinti veržiančius rūbus, atlošti krėlo atlošą, jį paguldyti, ant kaktos uždėti drėgną tvarstį.

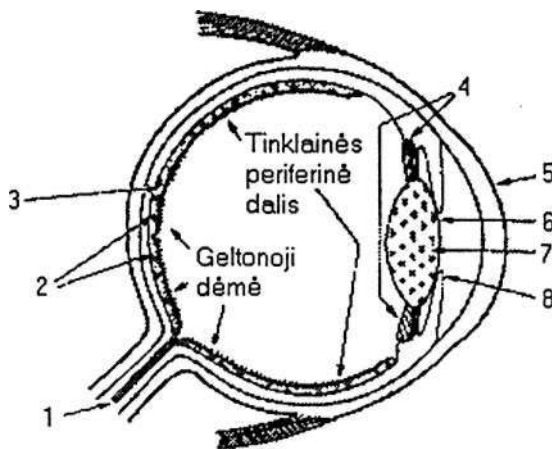
Supimo ligos profilaktika:

- a) vestibuliarinio aparato atsparumą palaiko reguliarūs skraidymai.
- b) specialios vestibuliarinio aparato treniruotės - gimnastikos ir akrobatiniai pratimai (pratimai ant skersinio, batuto, pratimai akrobatiniame rate).

c) farmakologinės priemonės, [gulos nariams galima skirti eleuterokoko, ženšenio preparatų, polivitaminų su didesniu B grupės vitaminų kiekiu — *Aerovit*, *Aeron*, *Berocca*. Reguliariai vartojant šiuos preparatus, efektas pasireiškia po 2 savaitių.

13. Akies struktūra ir funkcijos

Akys - svarbiausias sensorinis organas - mus aprūpina vizualių aplinkos įvaizdžiu, kiekviena akis veikia kaip natūrali sudėtinga kamera.



24 pav. Akies sandara:

- 1-optinis nervas, 2-tinklainė (lazdelės ir kolbelės),
3-tinklainė (lazdelės), 4-lęšiuo raumenys; 5-ragena,
6-vyzdys, 7-lęšiukas, 8-rainelė

Pagrindinė akies funkcija yra surinkti nuo objekto sklindančius šviesos spindulius, **lęšiuku** juos fokusuoti taip, kad ant tinklainės kristų tikslus objekto vaizdas, po to šiuos spindulius transformuoti į nervinį impulsą. Nervinis impulsas optiniu nervu siunčiamas į smegenis ir čia interpretuojamas.

Nuo objekto sklindanti šviesa pro **rageną ir vyzdį** patenka į akies vidų ir, praėjusi **stiklakūnį**, patenka ant tinklainės. Vyzdžio dydį reguliuoja spalvota diafragma - **rainelė**. Tinklainėje esantys **fotoreceptoriai - kolbelės ir lazdelės** šviesą verčia į nervinį impulsą. Smegenys jį iššifruoja ir sukuria mentalinį (protinį) matomo daikto modelį. Kadangi optinio nervo išėjimo iš akies vietoje fotoreceptorių nėra, tai šviesa, patekusi ant šios tinklainės dalies, yra nematoma. Ta vieta tinklainėje vadinama "**aklaja dėmė**". Fotoreceptoriai lazdelėmis ir kolbelėmis vadinami dėl savo formos. Kolbelių kiekvienoje akyje yra apie 3-6 mln; jos susikaupusios centrinėje tinklainės dalyje, kuri vadinama "**geltonąja dėme**", ir lemia spalvinį-forminį matymą. Kolbelės reaguoja tik į didelio intensyvumo šviesą. Kiekviena kolbelė yra sujungta su tiesiai į smegenis einančia nervine skaidula. Vadinasi, tik esant pakankamai šviesos, kolbelė generuoja nervinį impulsą. Taip būna dieną. O lazdelių prie vienos nervinės skaidulos gali būti prijungta daug, todėl net labai silpna šviesa jose gali sukelti nervinio impulso atsiradimą. Tinklainės periferija, kurioje yra lazdelės, žymiai jautresnė šviesai. Regėjimas galimas dėl tam tikrų cheminių reakcijų akyje. Kolbelėse visada yra cheminės medžiagos - jodopsino. Nepriklausomai nuo aplinkos apšvietimo ši cheminė medžiaga greitai gaminasi, ir sureagavusios kolbelės vėl gali reaguoti į šviesą. Lazdelės turi rodopsino. Rodopsino lazdelėse yra ne visada, kadangi šviesa jį suardo ir lazdelės tampa nejautrios šviesai. Patekus iš apšviestos į tamsią aplinką lazdelės jautriausios tampa po 30-45 min, - tiek užtrunka rodopsino gamyba. Per tą laiką jų jautrumas padidėja 10000 kartų.

Žmogus turi dvi funkcionuojančias akis, kurios užtikrina binokulinį regėjimą. Net kai objekto atspindys krinta ant vienos akies "aklosios dėmės" ir yra nematomas, smegenys apie tą objektą informaciją gauna iš kitos akies. Žmogus, turintis tik vieną funkcionuojančią akį, rizikuoja skrydyje nepamatyti kito lėktuvo. Kitas dviejų akių privalumas yra sugebėjimas fokusuoti abi akis tuo pačiu metu į tą patį objektą. Šviesa nuo objekto, ypač esančio arti, į akis patenka šiek tiek skirtingu kampu, dėl to tinklainėje formuojasi truputį skirtingi vaizdai. Smegenys juos sujungia į vieną vaizdą ir suvokia atstumą iki objekto; skirtumas tarp abiejų vaizdų didesnis žiūrint į arti esančius objektus. Žiūrint į nuotrauką ar vaizdą ekrane abi akys mato identiškus vaizdus, todėl sumažėja vaizdo gilumo bei realumo gpūdis.

Kiekviena akis turi raumenis, kurie ją judina akiduobėje, todėl judantį objektą galima stebėti nepasukant galvos ir, priešingai, fokusuotai stebėti nejudantį objektą net ir judinant galvą. Stebint judantį daiktą abiem akimis, joms reikia veikti suderintai. Abiejų akių raumenų veiklą koordinuoja smegenys. Labai pavargus tokia koordinacija gali sutrikti, dėl to abiem akimis matomi skirtingi vaizdai - susidvejina vaizdas. Fokusuojant žvilgsnį į labai artimus objektus, kiekvienos akies vizualinė ašis bus truputį pasukta, o fokusuojant į daugiau kaip 6 m nutolusius objektus, akių vizualinės ašys bus lygiagrečios. Žiūrint į tuščią dangų, kuriame nėra aiškių objektų, akys turi tendenciją fokusuoti žvilgsnį 1-2 m atstumu. Tai vadinamoji "**tuščio lauko trumparegystė**". Vizualiai skrendantis pilotas turi įdėmiai stebėti, ar tuščiam danguje nėra kitų orlaivių ar kliūčių, ir sufokusuoti žvilgsnį į pastebėtą objektą. Tam reikia nemažų pastangų, nes akys natūraliai stengiasi fokusuoti žvilgsnį į artimus objektus.

Regėjimo **aštrumas** - mažiausias kampas, kai akis dar skiria du vienodai nutolusius taškus. Daugumai žmonių tas kampas yra 1°; regėjimo aštrumas tada yra 1,0.

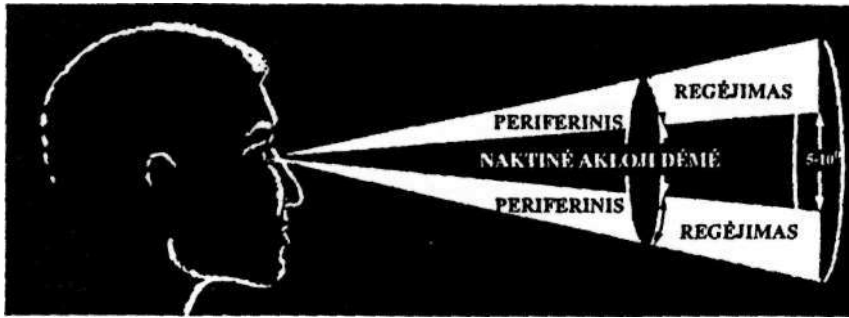
13.1. Matymo tipai

Yra trys matymo tipai: fotopinis, mezopinis ir skotopinis. Kiekvienam matymo tipui reikia skirtingo sensorinio stimulo - šviesos kiekio.

a) fotopinis **matymas** patiriamas dieną lauke ar patalpoje su stipriu dirbtiniu apšvietimu. Už matymą šiomis sąlygomis yra atsakingos centrinėje nervo dalyje esančios kolbelės; lazdelės šiuo metu neefektyvios. Fotopinio vaizdo charakteristikos - tikslus vaizdo ir spalvų suvokimas. Stebėtojiui ar objektui judant, akis refleksiskai sukiojasi akiduobėje taip, kad vaizdas būtų fokusuojamas akies "geltonojoje dėmėje".

b) mezopinis **matymas** būna aušros, sutemų metu. Tada funkcionuoja ir kolbelės, ir lazdelės. Apšvietimui silpnėjant, tolygiai mažėja ir regėjimo aštrumas. Mažėjant kolbelių jautrumui, silpnėja spalvų matymas, svarbesnis tampa periferinis regėjimas.

c) **skotopinis matymas** patiriamas silpno apšvietimo sąlygomis. Kolbelėms tapus neefektyvioms, sunku įžiūrėti objekto struktūrą detales, spalva.. Kai jos jau būna visiškai nejautrios, centrinė tinklainės dalis tampa "**naktine akkląja dėme**". Ji būna regėjimo lauko centre ir užima 5-10° plotą.



25 pav. "Naktinė aklosi dėmė"

Dėl "naktinės aklosios dėmės" fenomeno naktį žiūrint tiesiai į objektą jis yra nematomas. Aviatoriai turi mokėti naudotis periferiniu regėjimu tam, kad išvengtų skotopinio matymo efektų.

Norint kompensuoti skotopinio matymo trūkumus, reikia dairytis, o norint stebimą objektą išlaikyti regėjimo lauke - po truputį keisti žiūrėjimo į jį kampą. Pastebėta, kad, jei naktį į objektą žiūrima ilgiau kaip pora sekundžių, jis gali dingti iš regėjimo lauko - patekti į "naktinę aklosią dėmę".

13.2. Objekto matomumas

Objekto matomumas priklauso nuo įvairių matomumą didinančių ar mažinančių faktorių. Matomumas pagerėja, jei:

- didesnis objekto kampinis dydis,
- didesnis kontrastas su aplinka,
- švori atmosfera,
- ilgiau žiūrima į objektą
- nešiojami saulės akiniai (jie tai pat pagerina matomumą labai ryškioje šviesoje).

Adaptacija tamsai - procesas, kurio metu padidėja akies jautrumas mažam šviesos kiekiui. Adaptacijos tamsai laipsnis didėja priklausomai nuo lazdelės pagaminamo rodopsino kiekio. Kuo mažesnis apšvietimas, tuo greičiau pasiekama pilnutinė adaptacija tamsai. (Žmogui reikės mažiau laiko adaptuotis tamsoje išėjus iš aptemdyto teatro, negu iš apšviesto angaro.) Didžiausias regėjimo aštrumas - pilnutinė adaptacija tamsai - pasiekama per 30-45 min. Jei akys po pilnutinės adaptacijos tamsai yra apšviečiamos, jų jautrumas laikinai pablogėja. Pablogėjimo laipsnis priklauso nuo apšvietimo stiprumo ir trukmės. Ant orlaivių blyksnčios baltos šviesos blykstės šviečia milisekundes, todėl mažai paveikia naktinio matymo kokybę. Skrydyje patekus į prožektoriaus šviesą ilgiau kaip vienai sekunde, naktinis matymas labai pablogėja. Priklausomai nuo apšvietimo stiprumo ir trukmės piloto adaptacijos tamsai atsikūrimo laikas užtrunka nuo 10 iki 45 min.

Buvimas ryškioje šviesoje turi kumuliacinį efektą ir blogina adaptaciją tamsai. Pabuvus ryškioje saulės šviesoje 2-4 h, regėjimo jautrumas susilpnėja 5-ioms valandoms.

13.3. Naktinio matymo apsauga

Aviatoriai turi saugoti naktinį regėjimą ir mokėti adaptuotis prie tamsos per trumpą laiką. Ryškioje saulės šviesoje jie turi nešioti akinius nuo saulės, ypač jei yra numatytas naktinis skrydis. Prietaisų apšvietimas kabinoje turi būti sureguliuotas taip, kad jis būtų mažiausias, leidžiantis aiškiai matyti prietaisų parodymus, skaityti žemėlapi. Reikia vengti žiūrėti į baltą šviesą 30 min prieš skrydį ir jo metu. Deguonies trūkumas labai sumažina lazdelių jautrumą - pailgėja adaptacijos tamsai laikas ir susilpnėja naktinis matymas. Todėl skrendant didesniame kaip 2 km aukštyje reikia naudoti papildomą deguonies tiekimą. Ligos taip pat blogina adaptaciją tamsai. Padidėjus kūno temperatūrai, pakinta medžiagų apykaitos greitis, ir organizmas sunaudoja daugiau deguonies. Tai pažemina hipoksijos atsiradimo aukštį ir pablogina naktinio matymo kokybę.

13.4. Erdvės apžvalga dieną

Centrinė tinklainės dalis tik dienos metu užtikrina geriausią regėjimą. Lėktuvai ir kiti objektai dieną yra geriausiai matomi, kai jų atvaizdas fokusuojamas į centrinę tinklainės dalį. Efektyviausias erdvės apžvalgos dieną būdas yra, kai erdvė apžvelgiama serija trumpų nuoseklių akies judesių kas 10° erdvės. Sistemingas žvilgsnio fokusavimas į skirtingus dangaus segmentus trumpam laikotarpiui yra geresnė erdvės apžvalgos technika negu nuolatinis dairymasis po dangų. Jei tarp jų ir kito orlaivio nėra aiškaus judėjimo, jų galite būti susikertančiuose kursuose. Dėl to, kad orlaivio vaizdas stikle nejuda, orlaivį susikertančiame kurse pastebėti yra gerokai sunkiau negu nesusikertančiame kurse. Rūke ar blogo matomumo sąlygomis galimybės pamatyti kitus orlaivius yra sumažėjusios; be to, jie gali atrodyti esantys toliau, negu yra iš tikrųjų; vadinasi jūs esate arčiau, negu galvojate.

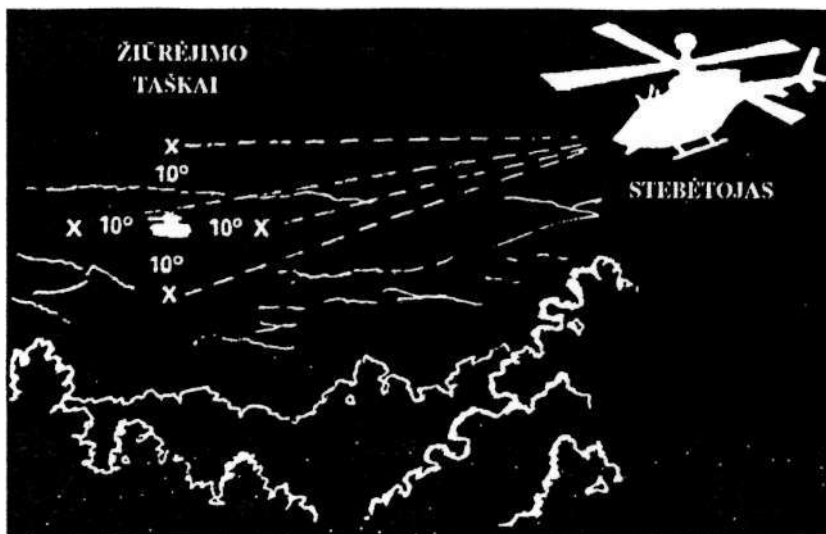
Bandant pastebėti kitus orlaivius tuščiame danguje dažnai kyla sunkumų dėl "tuščio lauko trumparegystės". Todėl toli priekyje skrendantis orlaivis gali būti nepastebėtas, o ant kabinos stiklo esanti dulakė ar vabzdys gali būti klaidingai palaikytas kitu orlaiviu. Kad būtų išvengta "tuščio lauko trumparegystės", retkarčiais reikia žvilgsnį fokusuoti į toliau kaip 6 m nutolusį objektą - sparno galą debesis ar žemės orientyrus.

13.5. Erdvės apžvalga naktį

Temstant spalvų matymas silpnėja ir, kai kolbelės tampa neaktyvios, visai išnyksta. Bokšto švyturiai, kilimo ir tūpimo tako šviesos ir kitos spalvotos šviesos gali būti pastebėtos tik tada, kai šviesos intensyvumo pakanka kolbelėms suaktyvinti. Dėl šios priežasties ir dėl "naktinės aklosios dėmės" fenomeno skrendant naktį turi būti naudojamos specialios erdvės apžvalgos technikos:

a) išcentrinė apžvalga. Dieną į objektą žiūrima tiesiai. Jei į objektą tiesiai žiūrima naktį, jo galima ir nepamatyti. Naudojant išcentrinės apžvalgos techniką į objektą žiūrima ne tiesiai, bet šalia jo vis keičiant žiūrėjimo tašką - 10° virš objekto, 10° žemiau jo ir 10° į vieną ir kitą šoną nuo jo. Tai leidžia pilotui neišleisti objekto iš akių.

Jautriausia akis objektą stebint 1,5-2 s. Stebint trumpiau, nepasiekiamas reikiamas akies jautrumas, o stebint ilgiau kaip 2-3 s, akių žvilgsnis nukrypsta, ir objekto vaizdas patenka į "naktinę aklosią dėmę".



26 pav. Išcentrinė erdvės apžvalgos technika

b) skenavimas. Objektus, esančius orlaivio trasos priekyje, lengviau galima pastebėti, naudojant tinkamą erdvės skenavimo techniką. Pagal šią techniką pilotas turi žvilgsniu skenuoti erdvę iš dešinės į kairę ir iš kairės į dešinę. Skenavimas pradedamas nuo tolimiausio erdvės taško, kuriame gali būti objektas, ir žvilgsniu judama savo orlaivio link. Kadangi lazdelės negali pamatyti greitai judančio objekto, žvilgsnį reikia periodiškai fiksuoti. Erdvę skenuojama 30° pločio žingsniais. Toks apžvalgos kampas, žiūrint iš 500 m atstumo, apima apie 250 m ruožą. Žvilgsnio fiksacijos laikas priklauso nuo to, kokias detales norima įžiūrėti, bet neturi trukti ilgiau kaip 2-3 s.

c) dydžių ir siluetų nustatymas. Kai naktį sunku įžiūrėti objektų detales ir spalvas, juos identifikuoti galima pagal siluetus ir dydžius. Naudojantis šią techniką stebėtojas turi būti susipažinęs su krašto architektūra (pavyzdžiui, pastatas su aukštu bokštu greičiausiai bus bažnyčia ir pan.).

Skraidant naktį kovinėmis sąlygomis naudojami naktinio matymo prietaisai, kurie apie 40000 kartų sustiprina apšvietimą. Jie yra montuojami ant šalmo ir prieš skrydį kalibruojami specialiomis optometrinėmis lentelėmis. Naktinio matymo prietaisų ydos - tai, kad sverdami apie 1,3 kg, sukuria didelį papildomą krūvį piloto kaklui ir, sumažina akių plotį nuo 190° iki 40°. Pilotas priverstas vietoj to, kad matytų periferiniu regėjimu, sukoti galvą "skenuojant" erdvę. Tai yra varginantis darbas.

13.6. Regėjimui kenkiantys veiksniai

Aviatoriai turi suprasti, kaip tam tikri veiksniai veikia regėjimą.

a) vaistai gali labai sumažinti regėjimo aštrumą dieną o ypač naktį. Susirgus dėl vaistų vartojimo reikia kreiptis [aviacijos gydytoją ir laikytis jo nurodymų.

b) išsekimas. Nuovargis mažina dėmesingumą išseką žmonės situacijose, kuriose reikia greitos reakcijos, reaguoja ir veikia vangiai. Jie koncentruojasi ties vienu situacijos aspektu, bet nesuvokia visumos. Pilotai, vietoj to, kad naudotų erdvės apžvalgos technikas, linką spoksoti tiesiai. Gera fizinė būklė atitolina nuovargio atsiradimo pradžią ir pagerina erdvės apžvalgos kokybę. Naktiniams skraidymams reikia daugiau fizinį ir psichinių jėgų negu dieniniams, todėl aviatoriai prieš naktinius skraidymus turi gerai pailsėti.

c) alkoholis sutrikdo motorinę koordinaciją jo poveikis trukdo priimti teisingus sprendimus, tinkamai apžvelgti erdvę - pilotas žiūri į vieną objektą ir nesirūpina, gerai tai ar blogai.

d) tabakas. Hemoglobinas 210 kartų stipriau traukia CO negu O₂. Sumažėjus deguonies patekimui į audinius, greičiau kyla hipoksija; blogėja adaptacija tamsai ir periferinis regėjimas.

e) hipoglikemija arba bloga mityba. Atidėjus ar praleidus valgymą kraujyje sumažėja cukraus (gliukozės). Alkio jausmas ir susierzinimas pablogina dėmesio koncentraciją. Visa tai trukdo vykdyti skrydžio užduotis. Jei su maistu gaunama per mažai vitamino A, kuris yra pagrindinis rodopsino gamybos komponentas, blogėja naktinis matymas.

Aviatoriai turi išmanyti apie akies funkcijas, mokėti naudoti įvairias erdvės apžvalgos technikas, padedančias įveikti fiziologinius regėjimo trūkumus. Dažniausiai problemų būna ne dėl regėjimo pablogėjimo, o dėl to, kad nežinoma, kaip žiūrėti.

Patarimai:

- žinokite, kokie yra matymo tipai ir kiekvieno iš jų ribotumai; regėjimo aštrumas gali pablogėti vien dėl blogo apšvietimo;
- būkite tikri - visiškai adaptacija tamsai užtruks 30-45 minutes;
- stebėdami objektą silpno apšvietimo sąlygomis, naudokite išcentrinės apžvalgos techniką
- naktį, skrisdami didesniame kaip 2 km aukštyje, papildomai kvėpuokite deguonimi;
- venkite žalingų faktorių, bloginančių bendrąjį organizmo būklę;
- gerinkite naktinį matymą skrydyje venkite žiūrėti į ryškią šviesą.

14. Triukšmas ir vibracija

14.1. Ausies sandara

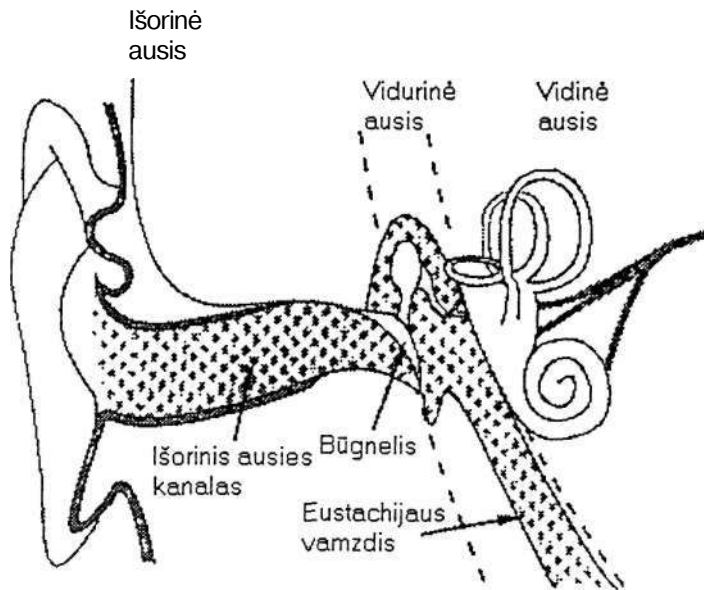
Ausis yra svarbus klausos ir pusiausvyros, arba kūno padėties kitimo nustatymo, organas. Klausla leidžia išgirsti ir interpretuoti garsus, pusiausvyra - žinoti, kur yra viršus ir kur apačia, ar mes greitėjame, ar ne. Po regos pusiausvyra yra svarbiausias piloto pojūtis.

Anatomiškai ausis susideda iš išorinės, vidurinės ir vidinės:

a) išorinei ausiai priklauso ausies kaušelis, Išorinis ausies kanalas ir būgnelis. Ausies kaušelis sugauna garso bangas ir nukreipia jas išoriniui ausies kanalu būgnelio link.

b) vidurinė ausis - oro pripildyta ertmė, kurioje yra trys klausomieji kauliukai. Jie sustiprina būgnelio virpėjimą ir perduoda garsą vidiną ausį.

c) **vidinei ausiai** priklauso dvi svarbios struktūros - **sraigė**, verčianti **garso bangų** mechaninį impulsą į nervinį signalą, kuris klausos nervu keliauja į smegenis ir yra interpretuojamas, ir **vestibuliarinis (pusiausvyros) aparatas**, **susidedantis iš otolitinio organo ir puslankinių kanalų**.



27 pav. Ausies sandara

Klausomųjų kauliukų grandinėle perduotas garsas virpina sraigėje esantį skystį - **perilimfą**. Tuo pačiu dažniu virpa ir sraigėje esanti **pagrindinė plokštelė** su **neuroepitelinėmis ląstelėmis**. Jų plaukeliams užgavus virš jų esančią membraną, neuroepitelinėse ląstelėse generuojamas nervinis impulsas, kuris klausos nervu yra perduodamas į smegenis. Čia garsas interpretuojamas. Ilgai būnant triukšmingoje aplinkoje plaukeliai nuvargsta, ir, norint, kad jie atsistatytų, reikia kelių visiškos tylos valandų. Pilotams po 4-6 h skrydžio būna stabilus klausos susilpnėjimas 10 — 15 dB, kuris atsistato po 4 — 6 h poilsio. Klausos ląstelėms žuvus, dingsta sugebėjimas girdėti tam tikro dažnio, ar net tam tikros dažnių juostos garsus. Pilotų klausa dažnai būna pakenkta, tai priklauso nuo darbo stažo. Po 5 metų darbo stažo normalią klausą turi 75% pilotų, po 10-15 metų jų skaičius sumažėja iki 50%, o po 20 darbo aviacijoje metų normalią klausą turi tik apie 15% pilotų.

Aviatoriai gali patirti dvejopą triukšmą:

a) pastovus **triukšmas**. Jis yra tam tikru atstumu apie orlaivį su veikiančiais varikliais. Šis triukšmas būna įvairių dažnių ir didelio intensyvumo. Kuo didesnis garso intensyvumas, tuo greičiau jis sužaloja klausą. Aviatoriams darbo aplinkoje yra nustatyta 85 dB didžiausia leistina triukšmo riba.

b) **impulsinis triukšmas**. Jo intensyvumas greitai didėja (iki 40 dB per 0,5 s) ir mažėja, trukmė būna iki 1 s. Dažniausias impulsinio garso šaltinis - šūviai. Nors šis garsas tetrunka milisekundes, bet dėl didelio intensyvumo, siekiančio 140 dB, labai žaloja klausą.

14.2. Triukšmas

Triukšmu vadinamas nemalonas, erzinantis ir trukdantis dirbti bei ilsėtis garsas. Garsą nusako šios charakteristikos:

a) **dažnumas ar tono aukštis**. Tai yra garso slėgio bangų kiekis per sekundą. Matuojamas hercais (Hz). Žmogus girdi 20-20000 Hz garsus, bet jo klausa jautriausia yra 200-7000 Hz dažnio — žmogaus balso — garsams.

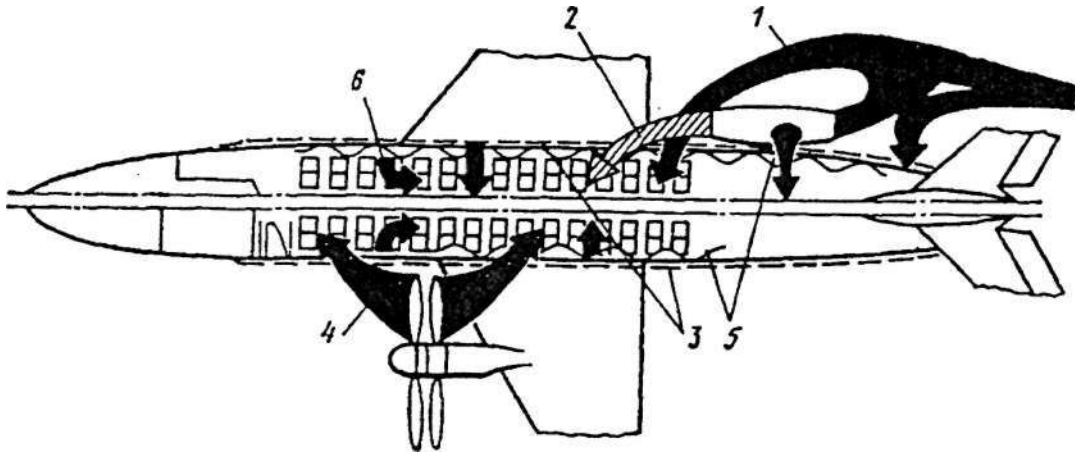
b) **stiprumas** arba **intensyvumas**. Tai yra garso slėgio bangų amplitudė. Kuo amplitudė didesnė, tuo garsas yra intensyvesnis. Jo intensyvumui įvertinti naudojamas garso stiprumo santykio logaritmas, nes garso stiprumui didėjant geometrine progresija, ausis tai suvokia kaip didėjamą aritmetine progresija. Taigi 20 dB yra 10 kartų garsiau už 0 dB, 40 dB yra 10 kartų garsiau už 20 dB ir 100 kartų už 0 dB.

5 lentelė. Triukšmo lygis įvairioje aplinkoje

0dB	girdimumo slenkstis
30 dB	tylus pokalbis
60 dB	triukšminga gatvė
85 dB	žalojančio triukšmo Doveikio pradžia
110dB	skrendančiame sraigtasparnyje
120 dB	veikiančiame lėktuve su stūmokliniu varikliu
140 dB	skausmo slenkstis
160 dB	plyšta ausies būgnelis

c) **trukmė** yra laikas, kiek garsas veikia klausą. Kuo ilgiau didelis triukšmas veikia klausą, tuo labiau ją žaloja.

Triukšmo lygis lėktuve gali būti labai skirtingas. Tai priklauso nuo lėktuvo konstrukcijos, jo aerodinaminių savybių, variklių tipo ir skaičiaus, vidaus įrangos techninių charakteristikų bei išdėstymo. Turi įtakos ir skrydžio greitis bei oro tankis aplink lėktuvą. Be to, pilotų kabinoje yra ir kitų triukšmo šaltinių - tai radionavigacinė įranga bei triukšmas ausinėse. Nors ausinės apsaugo nuo aplinkinio triukšmo, garso lygis ausinėse yra labai netolygus, priklausantis nuo radijo ryšio intensyvumo, atstumo iki valdančio skrydžių valdymo centro. Tačiau pagrindinis propelerinių lėktuvų triukšmo šaltinis yra propeleris. Triukšmo dažnis priklauso nuo propelerių menčių skaičiaus ir apsisukimų dažnio.



28 pav. Triukšmo šaltiniai lėktuve:
1-oro srovės iš variklių; 2-ventiliatorius;
3-trintis į orą; 4-propeleris; 5-variklio vibracija;
6-oro kondicionavimo sistema.

Turboreaktyvinių lėktuvų variklių triukšmas, lyginant su turbopropelerinių, yra aukštesnių dažnių. O reaktyviniuose keleiviniuose lėktuvuose triukšmo lygis priklauso nuo prisieninio oro sluoksnio turbulencijos bei kondicionavimo sistemų darbo. Lėktuvo viduje pats mažiausias triukšmas yra lėktuvo centre, o didžiausias - prie sienos. Skirtumas gali siekti 6 dB.

Tarp fizikinių klausą žalojančių profesinių veiksnių akustinis triukšmas yra svarbiausias veiksnys. Lėtinį profesinį klausos pažeidimą paprastai sukelia didesnis kaip 85 dBA triukšmas darbo aplinkoje, tačiau ir didesnis kaip 75 dBA triukšmas gali būti profesinio kurtumo priežastimi. Esant stipriam garsui ar triukšmui aplinkoje, pakyla girdimumo slenkstis. Ilgalais girdimumo slenkščio padidėjimas sukelia stabilų klausos pablogėjimą. Pasaulinė patirtis rodo, kad net ne didesniais kaip 85 dBA garso lygiu veikiant klausą penkerius metus yra 1 % klausos pažeidimo rizika.

Kompleksinių darbo sąlygų tyrimų metu nustatyta, kad triukšmas BOEING 767/300 pilotų kabinoje yra 73 dBA, o salone nuo 74 dBA iki 78 dBA; triukšmingiau yra salono gale. Tiek kabinoje, tiek salone intensyvesnis triukšmas dažniai buvo 40-60 Hz ir 630-800 Hz - kalbos dažnių ribose. Matavimų, atliktų Vokietijos Federalinės Jūrų Aviacijos orlaiviuose triukšmo lygiai skrydžių metu svyravo apie 90 dBA. JAV karo orlaivių kabinose triukšmo lygis svyravo 95-115 dBA ribose. BOEING 737/300 lėktuvuose atliktų triukšmo matavimų duomenimis, vidutinis triukšmo lygis pilotų kabinoje buvo 71,1 dBA, o tam tikrais laiko momentais - kylant ir leidžiantis registruoti 89 dBA ir 86 dBA triukšmo lygiai. Be to, lėktuvui stovint aerouoste su atidarytomis durimis triukšmo lygis salone prie durų buvo 100 dBA. Matuojant triukšmo lygį pilotų ausinėse, britų aviacijos sveikatos tarnybos specialistai rado, kad 40% skrydžių laiko triukšmo lygis viršija 85 dBA.

Ivairių šalių aviatorių sveikatos tyrimai parodė esant koreliacinį ryšį tarp triukšmo sukeltų klausos pažeidimų lygio, amžiaus bei profesinio stažo, kai ryšys su skrida yra mažesnis. Aviatoriams po tam tikro profesinės veiklos laikotarpio sutrinka klausos, blogiau girdimi 4000 Hz dažnio ir gretimų sričių garsai. Jei kartu su triukšmu veikia ir vibracija, tai kurtumas progresuoja greičiau, girdėjimo sutrikimai plinta į žemųjų dažnių pusę.

Taigi, triukšmas kabinoje yra pakankamai pavojingas klausos praradimo atžvilgiu, todėl, norint išvengti klausos pažeidimų, reikia apsaugoti klausą. Vienas iš būdų - dėvėti ausines-antifonus. Tam, kad triukšmingoje aplinkoje galima būtų suprasti radijo ryšio komandas, pilotai garsą ausinėse susireguliuoja taip, kad jis viršytų iš išorės sklindančio triukšmo lygį. Kamštukų tipo antifonų naudojimas pilotų tarpe yra negalimas, nes tai gerokai pablogintų radijo ryšio kokybę. Išspręsti šią dilemą padėjo aktyvios triukšmo slopinimo sistemos (*Active noise compensation*) sukūrimas. Nustatyta, kad pilotams, turintiems klausos pažeidimą, šios sistemos poveikis yra efektyvesnis.

Be žalos klausai, triukšmas veikia ir nespecifiškai. Atsiranda visa eilė funkcinių centrinės ir vegetacinės nervų sistemų sutrikimų: galvos skausmai, blogėja dėmesys ir atmintis, greičiau prasideda ir vystosi nuovargis. Truputį siaurėja regėjimo laukas, silpnėja spalvų skyrimas, didėja streso hormonų - adrenalino, noradrenalino, adrenokortikotropinio hormono ir kortizolio koncentracija kraujyje.

Triukšmas įtakoja įgulų darbingumą nes trukdo išskirti iš fono ir suprasti reikalingus garsinius signalus, trukdo radijo ryšiui. Pranešimus reikia kartoti, paprašyti, kad skrydžių vadovas ar įgulos narys pakartotų nesuprastą frazę. Tai sukelia įtampą ir nerimą, greičiau formuojasi nuovargis. Triukšmas, būdamas dirgikliu, erzina įgulos narius, netiesiogiai blogina psichologinį klimatą.

14.3. Apsauga nuo triukšmo

Aviatoriai ir kiti aerodromuose dirbantys specialistai patiria didelį triukšmą. Siekiant juos apsaugoti nuo triukšmo, reikia derinti organizacines, inžinerines ir medicinos priemones. Paprasčiausios ir pigiausios priemonės, apsaugančios klausą nuo triukšmo, yra individualios klausos apsaugos priemonės - antifonai.

Pagal paskirtį ir konstrukciją skiriami 4 klausos apsaugos priemonių tipai:

a) Ausų kamščiai (ausies kanale sudaro garsui kliūtį). Jie įstatomi į ausies kanalą ir turi laikytis jame papildomai nepritvirtinti. Ausų kamštukai apsaugai naudojami triukšmo intensyvumui esant iki 110 dB; jie triukšmo intensyvumą sumažina 20-25 dB.

b) Ausinės (dengia ausies kaušeliu). Naudojamos triukšmo intensyvumui esant 110-125 dB ir triukšmą sumažina 30-35 dB.

c) Šalmai (dengia ausies kaušeljį ir dalį galvos). Naudojami intensyvesnio kaip 125 dB triukšmo zonoje; šalmai ekranuoja garsą nuo ausų ir aplinkinių kaukolės sričių.

d) Specialūs triukšmui atsparos kostiumai (saugo kūną nuo sisteminio triukšmo poveikio). Naudojant specialias liemenes ar kombinezonus, galima dirbti 150 dB triukšmo zonoje.

Visos apsaugos nuo triukšmo priemonės intensyviau slopina aukštųjų dažnių triukšmą. Net ir naudojant kelias apsaugos nuo triukšmo priemones vienu metu, nepatartina būti intensyvesniame kaip 150 dB triukšme.

Be minėtų priemonių taikomi ir organizaciniai bei techniniai triukšmo mažinimo būdai: darbo laiko triukšmingoje aplinkoje mažinimas, specialių darbo ir poilsio režimų taikymas, darbo proceso automatizavimas ir kt.

14.4. Vibracija

Vibracija - pasikartojantys kietojo kūno judesiai apie pusiausvyros padėtį. Viso kūno vibracija - vibracija, perduodama per stovinčio, sėdinčio ar gulinčio žmogaus atramos paviršius į jo kūną ir veikianti visą jo organizmą.

Pagrindinės vibracijos charakteristikos yra dažnis, amplitudė ir trukmė.

a) dažnis. Labai žemo dažnio (0,1-0,5 Hz) vibracija sukelia skausmą. Veikiant 4-8 Hz dažnių vibracijai blogėja savijauta ir darbingumas, o veikiant 25-90 Hz vibracijai blogėja regėjimo aštrumas.

b) amplitudė. 0,01 mm amplitudės vibracija nejuntama, 0,02-0,03 mm amplitudės vibracija dirgina, o didesnės kaip 0,03 amplitudės trukdo dirbti.

c) trukmė. Ilgiau kaip 1 h trunkanti vibracija yra ilgalaikė, iki 1 h - trumpalaikė. Apskritai kuo ilgiau organizmą veikia vibracija, tuo greičiau mažėja jo atsparumas vibracijai. Padidėja raumenų tonusas, arterinis kraujospūdis, sulėtėja pulsas, pakinta savijauta: jaučiamas nuovargis, skausmai įvairiose kūno vietose, odos niežulys

Daugelis darbuotojų patiria visą kūną veikiančią vibraciją savo profesinės veiklos metu. Skraidant įvairiais orlaivių tipais visada daugiau ar mažiau patiriamas vibracijos poveikis. Pagal poveikį organizmui vibracija gali būti bendroji ir vietinė.

Bendrojo poveikio vibracija veikia visą organizmą, kuris erdvėje juda kartu su virpančiu objektu. Vietinio vibracijos poveikio metu vibruoja tik atskiros žmogaus kūno dalys. Skraidantys aviatoriai dažniau patiria bendrąją vibraciją, kurios dažnis yra tarp 15 ir 1500 Hz. Ji nėra juntama kokiais nors specifiniais receptoriais ar analizatoriais. Mažo dažnio ir didelės amplitudės svyravimai - purtymas yra juntamas vidaus organuose esančiais interoreceptoriais. 16-1600 Hz vibraciją jaučia odos, pusiausvyros ir klausos receptoriai, didesnio kaip 1500 Hz dažnio vibraciją jaučia pusiausvyros ir klausos receptoriai.

Orlaivyje pagrindiniai vibracijos šaltiniai yra veikiantys varikliai ir skrydžio metu atsiradusios aerodinaminės jėgos. Per kūno sąlyčio su orlaiviu vietas: rankas, kojas, sėdmenis ir nugarą vibracija persiduoda visam organizmui. Aviacinėje medicinoje ir ergonomikoje vibracija išlieka padidinto dėmesio objektu, kadangi jos poveikyje mažėja regėjimo aštrumas, blogėja kalbinės komunikacijos kokybė, greičiau vystosi įgultų narių nuovargis. Vibracijos šaltiniais skrydyje yra įvairūs mechanizmai bei oro, kuriame vyksta skrydis turbulencija. Visos mašinos generuoja ^airos energijos vibraciją. Aviaciniai varikliai sukuria plataus dažnių diapazono vibracijas, kurių dažnis priklauso nuo variklio sukimosi dažnio. Stūmoklinio variklio velenui per sekundą apsisukant 60 kartų, generuojama 60 Hz vibracija, veikianti išilginėje ir šoninėje ašyse. Propelerio sukeliama vibracija yra apie 100 Hz. Jei propeleris turi ne dvi o daugiau menčių, jo generuojama vibracija yra aukštesnių dažnių. Vieno kontūro reaktyvinio variklio turbinos mentės sukasi apie 8000 kartų per minutę. (130 Hz) dažniu, dviejų kontūrų turbinos sukimosi dažnis - 13000 kartų per minutę (230 Hz). Skrydyje vibracija labai sustiprėja lėktuvui skrendant per audros debesis ar dideliu greičiu žemame aukštyje. Tuo metu vibracija vertikalioje ašyje nuo 1 Hz gali padidėti iki 10 Hz. Didžiausia energijos dalis čia tenka žemų dažnių (3 - 4 Hz) vibracijai išilginėje ašyje.

Pilotų darbe pasitaikanti visą kūną veikianti vibracija sukelia psichofiziologinius pakitimus organizme, įtakojančius nuovargio atsiradimo greitį. Pakyla arterinis kraujospūdis, padažnėja pulsas, dėl periferinės vazokonstrikcijos persiskirsto kraujotaka. Suintensyvėja medžiagų apykaita, kvėpavimas, geresnei kūno padėties fiksacijai ir rezonansinių virpesių minimizavimui suaktyvėja raumenų darbas. Didelės energijos vibracija gali sukelti trumpalaikius širdies ritmo sutrikimus. Didėjant vibracijos dažniui kyla rezonansas atitinkamai smulkesnėse anatomicinėse struktūrose. 20 - 100 Hz vibracija veikia skeleto raumenis ir jų saugysles stimuliuodama jų refleksinę kontrakciją. Esant 6 - 20 Hz vibracijai (skrydis sraigtasparniu) dėl krūtinės sienų rezonanso kyla balso moduliacijos. Tokia kalba yra sunkiau suvokiama; tampa problematiškas automatinis kalbos suvokimo sistemų panaudojimas.

Į 15 - 20 Hz vibraciją rezonuoja veido audiniai, reaguodami lengvu veido odos sudirgimu. Asmenys, patiriantys bendrą 2-6 Hz vibraciją, sunkiau valdo į priekį ištiestą ranką, dėl ko kyla tam tikri sunkumai perjungiant reikiamus jungiklius. 0,2 - 0,7 Hz dažnio visą kūną veikianti vibracija tam jautriems žmonėms sukelia supimo ligos simptomus.

Žmogaus jautrumas skirtingo dažnio ir krypties vibracijai yra nevienodas. Blogiausiai toleruojama 4 - 8 Hz dažnio vibraciją veikiančią išilginėje kūno ašyje. Pagrindiniai simptomai, atsirandantys šiomis sąlygomis - pilvo ir širdies srities skausmai. 1 - 3 Hz dažnių srityje pagrindiniai nusiskundimai yra kvėpavimo sunkumai, o 8 Hz dažnio vibracija tiriamiesiems sukelė širdies ritmo sutrikimus. Įgultų narių darbo efektyvumą vibracija veikia tiesiogiai - apsunkina pilotavimą ir netiesiogiai - silpnina žmonių fizinę būklę ir darbingumą. Dėl vibracijos sunkiau suvokti prietaisų parodymus - jie tampa neryškūs, tarsi išsilioję. Ilgainiui nuvargsta nuolat įsitempę kaklo ir nugaros raumenys, didėja vibracijos poveikis nugarai ir vidaus organams. Todėl po kurio laiko prasideda stuburo juosmens srities skausmai, vėliau - stuburo ligos. Dėl vibracijos silpnėja regėjimo aštrumas, nes, vibruojant akies obuoliui, akies tinklainėje šokinėja vaizdo projekcija ir gaunamas netikslus vaizdas. Stebint gerai apšviestus objektus, vibracijos sukeltas regėjimo pablogėjimas yra mažesnis. Esant 3-15 Hz vibracijai, vibruoja krūtinės ląsta ir pilvo organai; dėl to pakinta balsas, sunkiau kalbėti, be to, kalbą lengviau užgožia triukšmas. Esant didesnei kaip 16 Hz dažnio vibracijai, ima klysti vestibuliarinis aparatas, todėl dažniau atsiranda padėties erdvėje iliuzijos, prarandama erdvinė orientuotė.

Antra vertus, skrydžio metu atsirandanti vibracija pilotams gali būti papildomas informacijos šaltinis. Pagal juntamos vibracijos lygį pilotai gali spręsti apie variklių, sraigtų darbą skrydžio režimą ir dėl to gali greičiau reaguoti į orlaivio padėties erdvėje pokytį.

14.5. Apsauga nuo vibracijos

Žalingą vibracijos poveikį žmogui galima sumažinti keliais būdais:

a) mažinamas vibracijos šaltinių galingumas;

b) slopinamas vibracijos perdavimas žmogaus kūnui. Sraigtasparniuose yra montuojami sraigto vibrogesintuvai, 2-3 kartus sumažinantys vibraciją. Tobulinami orlaivių krėslo, gamybai naudojamų vibraciją sugeriančios medžiagos. Specialia danga dengiamos kabinų ir keleivių salonų grindys. Ateityje numatyta įrengti elektrhidraulinės sistemos, slopinančias vibracijos perdavimą kabinai ir pilotų krėslams;

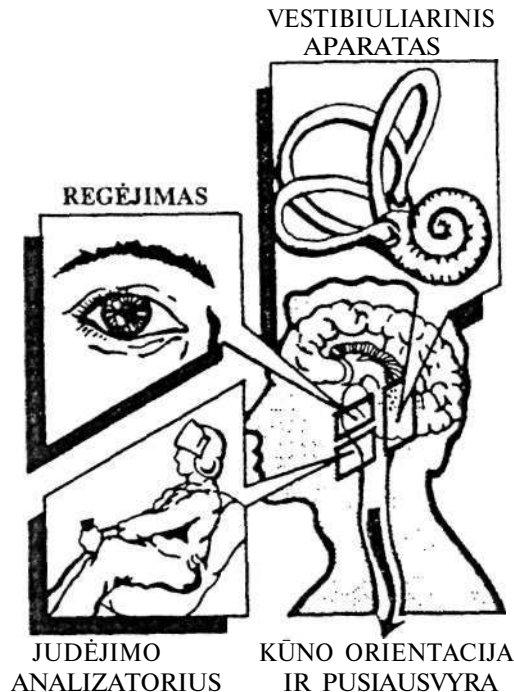
c) normuojamas darbo krūvis;

d) didinamas žmogaus organizmo atsparumas (specialiais fiziniais pratimais, vandens procedūromis).

15. Pusiausvyros palaikymas, iliuzijos

15.1. KŌno pusiausvyros palaikymas

Pusiausvyrai palaikyti svarbiausios yra trys sensorinės sistemos. Tai vizualinė sistema (regėjimas), vidinėje ausyje esanti vestibuliarinė **sistema** ir raumenyse, sąnariuose, sausgyslėse esanti **proprioceptinė sistema**, dar vadinama judėjimo analizatoriumi.



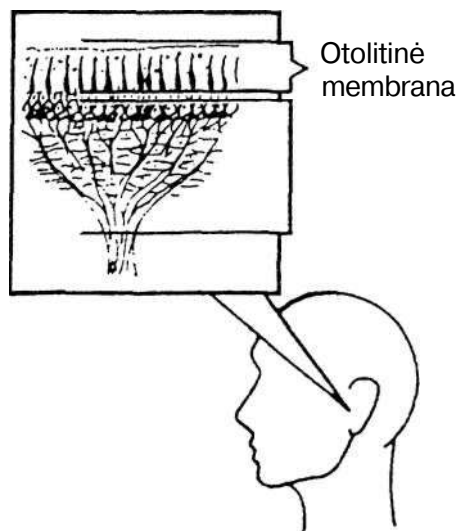
29 pav. Pusiausvyrą palaikančios sistemos

Normaliomis sąlygomis kūno pusiausvyrą ir erdvinę orientuotą užtikrina kombinuotas šių trijų sistemų funkcionavimas.

a) Skrendant patikimiausia yra regėjimo sistema. Akys, lygindamos kūno padėtį su atskirų fiksuotų išorės objektų padėtimi, tam tikru mastu gali nustatyti skrydžio kryptį ir greitį. Skrisdamas pagal prietaisus, pilotas praranda ryšį su orlaivio išorėje esančiais orientyrais. Jis turi pasikliauti vizualiai gaunama prietaisų informacija ir pagal tai kurti savo orlaivio erdvinės orientuotės modelį. Pasikliaunant prietaisų parodymais ir regėjimu labiau nei kitais pojūčiais reikia tam tikrų valios pastangų.

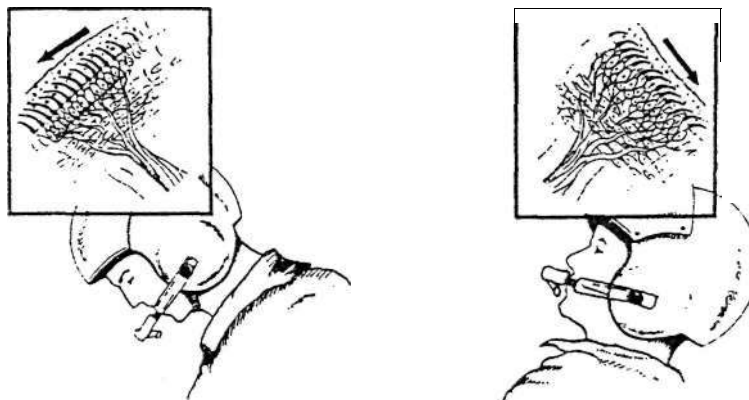
b) Vestibuliarinė sistema. Vidinėje ausyje esanti vestibuliarinė (pusiausvyros) sistema yra kūno judėjimą ir traukos (gravitacijos) jėgos kryptį jaučiantis organas. Ši porinė sistema yra abiejose galvos pusėse, smilkinkauliuose. Kiekvienas vestibuliariinis aparatas sudarytas iš dviejų skirtingų struktūrų: **puslankių kanalų** ir sraigės prieangyje esančių otolitinių organų. Ir puslankiniai kanalai, ir otolitiniai organai jaučia orlaivio padėties erdvėje pasikeitimus. Puslankiniai kanalai jaučia pagreičio pasikeitimus, otolitiniai organai - linijinio greičio ar gravitacijos jėgos vektoriaus pokyčius. Trys puslankiniai kanalai, esantys viena kitai statmenose plokštumose į smegenis siunčia informaciją apie kampinį judėjimą. Mažiausias juntamas kampinis judėjimas yra $0,57s^{-2}$. Šitokio puslankinių kanalų jautrumo visiškai pakanka normaliai veiklai ant žemės - bėgimui, šuoliams ir kita. Jų siunčiama smegenims informacija būna neteisinga kai kampinio sukimosi greitis išlieka stabilus ilgesnį laiką. Pavyzdžiui, sukantis pastoviu $1007s$ ($2 rad/s$) greičiu, sukimosi pojūtis dingsta per 10-15 s. Tai yra normali fiziologinė reakcija.

Otolitiniai organai yra smulkūs sraigės prieangyje esantys maišeliai. Kiekvieno maišelio viduje yra receptoriai - neurcepitinės ląstelės su plaukeliais. Ant jų yra kalcio druskų kristalų turinti otolitinė membrana.



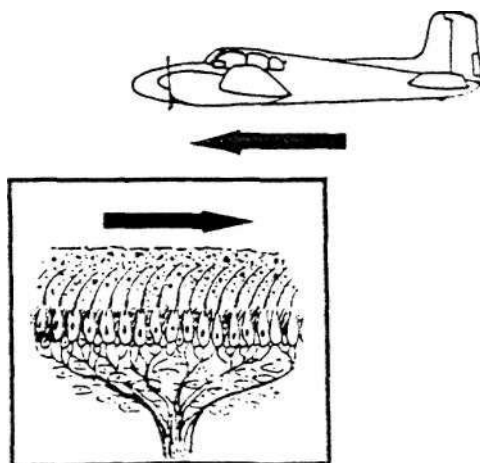
30 pav. Neuroepitelinų plaukelių padėtis galvai esant normalioje padėtyje

Normalioje padėtyje, kai galva yra tiesiai virš kūno, neuroepitelinės ląstelės generuoja tam tikro dažnio impulsus. Galvos padėties pasikeitimas gravitacijos jėgos vektoriaus atžvilgiu pakeičia otolitinės membranos padėtį. Sensoriniai plaukeliai palinksta, pakinta generuojamų impulsų dažnis ir smegenims siunčiamas nervinis impulsas, signalizuojantis apie pasikeitusią galvos padėtį.



31 pav. Neuroepitelinų plaukelių padėtys pakitus galvos padėčiai

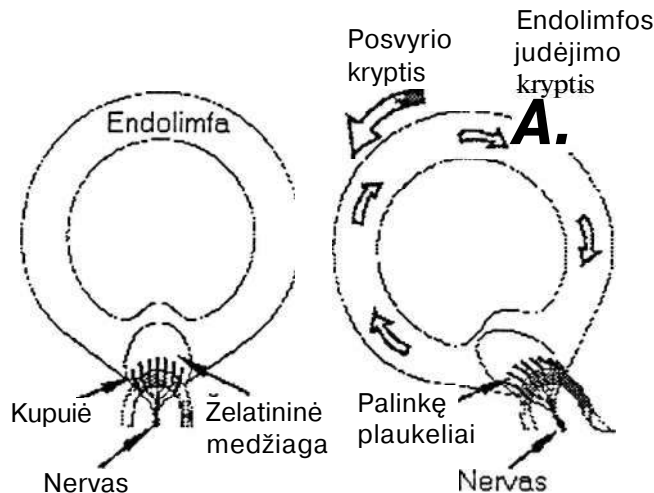
Linijinio pagreičio pasikeitimas taip pat stimuliuoja otolitinius organus. Fiziškai kūnas negali atskirti linijinio pagreičio ar gravitacijos sukeltų inercijos jėgų. Pagreitėjimas į priekį sukelia otolitinės membranos poslinkį atgal, tokį pat, kaip ir atlošus galvą atgal. Gravitacinės jėgos vektoriaus pasikeitimą $\pm 27^\circ$ ir $0,5 \text{ Gx}$ linijinį pagreitį otoliniai organai junta visiškai vienodai. Kai greitėjančio judėjimo pirmyn akys negali patikrinti, gali atsirasti galvos atlosimo iliuzija.



Klaidingas atsilošimo atgal pojūtis

32 pav. Neuroepitelinų plaukelių padėtis, kūnui pagreitėjant pirmyn

Puslankiniai kanalai yra išsidėstę trijose viena kitai statmenose plokštumose. Jie reaguoja [bet koki posvyrį polinką ar pokrypį. Puslankiai kanalai pripildyti **skysčio-endolimfos**. Kampinis pagreitis sukelia endolimfos judėjimą kanale. Judėdama kanalu endolimfa pasroviui palenkia neuroepitelinių ląstelių plaukelių kuokštą - **kupulą**. Dėl to sudirginamas neuroepitelis ir vestibuliariniu nervu į smegenis perduodamas impulsas apie galvos pasukimą.



33 pav. Puslankinių kanalų veikimas

Ramybės būsenoje neuroepitelinių ląstelių plaukeliai stovi tiesiai. Kūnas tai supranta kaip jokio sukimosi nebuvimą. Kai kuris nors kanalas yra kampinio pagreičio sujudinamas, endolimfa pajuda kanale priešinga pagreičio veikimui kryptimi, o kupuiė yra palenkiamą pagreičio veikimo kryptimi. Jei tolygus kūno sukimas užsitęsia 10-15 sekundžių ar ilgiau, endolimfa puslankiniame kanale nustoja judėti. Kupuiė sugrįžta į pradinę padėtį ir smegenims siunčiama klaidinga informacija, kad kūno sukimas baigėsi. Taigi užsitęsęs tolygus sukimasis bet kuria kryptimi sukelia klaidingą sukimosi nebuvimo pojūtį. Kai orlaivio, o kartu ir kūno sukimasis staiga sulėtėja ar sustoja, endolimfa pajuda kanale buvusio judėjimo kryptimi. Smegenys, kurios buvo informuojamos apie sukimosi nebuvimą dabar gauna signalą, kad kūnas pradėjo sukis priešinga kryptimi. Bandydamas tai koreguoti, pilotas gali pasukti orlaivį ta kryptimi, kuria jis sukosi prieš tai.

c) Proprioreceptinė sistema. Ši sistema reaguoja į pojūčius, atsirandančius dėl spaudimų skirtumo sąnariuose, raumenyse, odoje ar dėl nežymaus vidaus organų tarpusavio padėties pasikeitimo. Ji glaudžiai susijusi su vestibuliare ir mažiau su regėjimo sistema. Patyręs pilotas pagal orlaivio krėslo spaudimą gali lengvai pajusti atskirus orlaivio judėjimo momentus. Sutrikus šių trijų sistemų tarpusavio sąveikai prarandamas savo vietos erdvėje pojūtis.

Erdvinė orientacijos praradimas - dezorientacija - yra pagrindinė priežastis tarp fiziologinių aviacinės avarijos sukėlusių priežasčių. Nepaisant turimos skraidymų patirties, dauguma pilotų ją patiria. Ir kai tai atsitinka, pasitikėdami klaidinga savo pojūčių organų siunčiama informacija, nesugeba teisingai pamatyti, suvokti ir interpretuoti orlaivio prietaisų rodomos informacijos. Taip kyla skrydžio iliuzijos, o jų pagrindu, kartais, ir erdvinę dezorientaciją.

Erdvinė dezorientacija yra klaidingas savo ar/ir orlaivio vietos, padėties ar judėjimo suvokimas.

Kaip minėta, dauguma orlaivių įgulų narių patiria skrydžio iliuzijas, - suklusta suvokdami orlaivio padėties erdvėje pasikeitimą. Labai tuo stebėtis nereikia, nes pagrindu iliuzijoms atsirasti yra fiziologiniai žmogaus pusiausvyros palaikymo organų ypatumai. Žmogaus organizmas yra gerai prisitaikęs prie stabilios 1 g aplinkos. Skrydyje, kai veikia įvairiakrypčiai ir nevienodo dydžio pagreičiai, žmogaus pusiausvyros palaikymo organai klysta. Informacija apie pilotų patirtas skrydžio iliuzijas skirtinga, dalinai dėl skirtingų iliuzijų apibrėžimų ir supratimo, tačiau, JAV pakartotinai atlikti tyrimai leido išsiaiškinti dažniausiai patiriamas skrydžio iliuzijų rūšis:

Lėktuvų pilotų patiriamos iliuzijos (pažymėjo 32-67% pilotų):

1. Pojūtis, jog vienas sparnas yra žemiau, nors abu sparnai yra vienam lygyje;
2. Išlyginant posvyrį atsiranda tendencija pasvirti į priešingą pusę
3. Skrydžio tiese pojūtis darant posūkį
4. Posvyrio iliuzija;
5. Nuožulnaus debesų krašto palaikymas horizontu.

Sraigatsparnių pilotų patiriamos iliuzijos (pažymėjo 21-96% pilotų):

1. Išvedus sraigatsparnį iš posvyrio ar posūkio atsiranda posvyrio pojūtis;
2. Neteisingas padėties suvokimas tupiant ant laivo naktį
3. Neteisingas horizonto suvokimas dėl nuožulnių debesų;
4. Neteisingas aukščio suvokimas pakilus nuo laivo.

Erdvinė dezorientacija yra dviejų tipų. I tipo - neatpažinta erdvinė dezorientacija - kai pilotas nejunta klaidingo orlaivio padėties suvokimo. II tipo - atpažinta erdvinė orientacija - pilotas suvokia turįs erdvinės orientacijos problemų; tai dažnai juntama kaip konfliktas tarp to, ką rodo prietaisai ir ką junda pilotas.

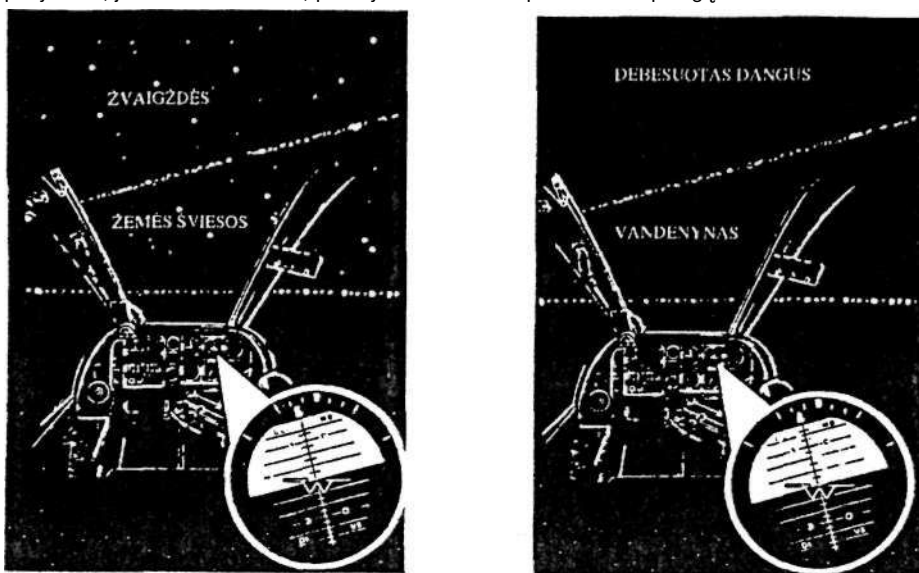
Orientacija erdvėje priklauso nuo išmokto sugebėjimo interpretuoti iš sensorinių organų gaunamus signalus. Akys yra svarbiausias sensorinis organas, nes daugiausia informacijos gauname per jas. Tačiau net ir negalėdamas matyti, žmogus gali gerai judėti. Tą galimybę suteikia (padeda išlaikyti pusiausvyrą) vidinė ausy ir kitur kūne esantys receptoriai.

15.2. Vizualinės Iliuzijos

a) reliatyvaus judėjimo Iliuzija. Įsivaizduokite, kad sėdite viename iš greta stovinčių traukinių. Pradėjus vienam iš jų judėti, būna sunku nuspręsti, ar greta esantis traukinys važiuoja pirmyn, ar jūsų traukinys važiuoja atgal. Su reliatyvaus judėjimo iliuzija pilotai dažnai susiduria grupinių skrydžių metu, stebėdami orlaivių tarpusavio padėties kitimą. Ši iliuzija kyla ir sraigatsparniui kybant virš aukštos žolės. Rotoriaus srovės pučiama žolė banguoja ir atrodo, kad sraigatsparnis juda.

b) žemės šviesų supainiojimas. Pasitaikydavo, kad nakties metu orlaivis atsidurdavo labai neįprastoje padėtyje, nes pilotas supainiodavo žemės šviesas su žvaigždėmis. Žemėje tam tikra tvarka išsidėsčiusios šviesos kartais yra klaidingai suvokiamos.

Pavyzdžiui, šviesos išilgai jūros kranto gali būti suvoktos kaip horizonto linija. Pasitaikydavo atvejų, kai pilotai geometriškai tiksliai šviesų modelius, pavyzdžiui, judančius traukinius, palaikydavo kilimo ir tūpimo tako ar prieigų šviesomis.

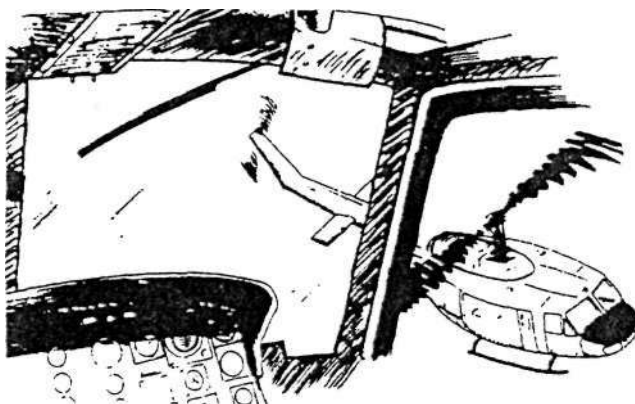


34 pav. Žemės šviesų supainiojimo iliuzija

c) klaidingai suvokiamos vertikalios ir horizontalios linijos. Debesų formacijų kontūrai gali būti sumaišyti su horizonto linija. Skrendant naktį ar per liūtį, ši iliuzija kyla staiga, jei tik po ilgesnio susikaupimo ties prietaisų parodymais dėmesys perkeliamas į išorinius orientyrus.

d) gilumo suvokimo iliuzija. Skrendant virš dykumos, sniegynų ar vandenyno, pilotas gali patirti iliuziją, kad skrenda didesniame aukštyje, negu yra iš tikrųjų. Tai yra dėl vizualinės informacijos - išorinių atskaitos taškų - trūkumo. Ši iliuzija gali būti išsklaidyta, - prieš nutupiant reikia numesti dūmų paketą ar ką nors panašaus. Gilumo suvokimo iliuzija susidaro ir skrendant blogo matomumo sąlygomis - per rūką liūtį ar dūmus. Matomi objektai atrodo esą toliau, negu yra iš tikrųjų.

e) struktūros iliuzija. Dykumoje, žiūrint pro įkaitinto oro bangas, tiesios linijos gali atrodyti banguotos. Tokią iliuziją sukelia ne tik šilumos bangos, bet ir krintantis sniegas, lietus, šlapdriba. Žiūrint pro stiprų liūtį, gali atrodyti, kad orlaivio aeronavigacinės ugnys yra kitoje vietoje ar viena atrodyti kaip dvi. Orlaivio kabinos stiklai dėl šviesos refrakcijos tam tikromis sąlygomis taip pat gali sudaryti struktūros iliuziją.



35 pav. Struktūros iliuzija

0 autokinezė. Tamsoje žiūrint į nejudantį šviesos šaltinį ilgiau kaip keletą sekundžių, jis pradeda judėti. Tai yra autokinezės iliuzija. Buvęs nejudantis šviesos šaltinis pradeda judėti švytuokliniais judesiais. Net ir žinant, kad tas šviesos šaltinis negali judėti, ar jį žiūrint labai įtemptai, judėti jis nenustoja.



36 pav. Autokinezės iliuzija

Žiūrint į tokią šviesą kaip įvieninteli informacijos šaltinį lengvai galima prarasti erdviną orientuotą. Autokinezės iliuziją sukelia nekontroliuojami akių judesiai, nes akys stengiasi rasti kitus vizualinius atskaitos taškus. Autokinezės iliuzija pasitaiko ne tik naktį. Ji gali atsirasti, kai objektas, į kurį žiūrima, yra mažas, ryškus ir vienintelis tamsiame monotoniškame fone.

g) **atvirkščios perspektyvos iliuzija.** Skrendat naktį pasirodęs kitas orlaivis gali atrodyti tolsta, kai iš tikrųjų jis artėja. Ši iliuzija dažnai patiriama naktį stebint lygiagrečiu kursu skrendantį orlaivį. Norėdami nustatyti skrydžio kryptį įgulos nariai turi stebėti orlaivio aeronavigacines ugnis ir santykinę tarpusavio padėtį. Jei ugnių intensyvumas stiprėja - orlaivis artėja, jei silpnėja - tolsta.

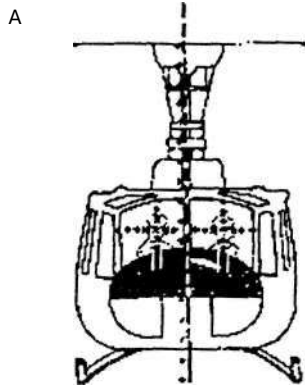
h) pakilusios **plokštumos iliuzija.** Artėjant prie debesų ar kalnų, horizonto plokštuma atrodo pakilusi. Pilotas nori kilti aukščiau, net jei žino, kad skrenda reikiamame aukštyje.

f) **mirgėjimo sukeltas galvos svaigulys.** Šis retai pasitaikantis reiškinys nėra tikra iliuzija, tačiau jis blogina erdviną orientuotą. Buvo pastebėta, kad 4-20 Hz dažniu mirksinti šviesa daliai žmonių sukelia pykinimą ir vėmimą o sunkiais atvejais - net traukulius ir sąmonės praradimą. Galvos svaigulį gali sukelti saulės atspindžiai nuo rotorius menčių ar propelerio. Šios nemalonios ir pavojingos organizmui reakcijos greičiau pasireiškia nuvargus ir nuobodžiaujant

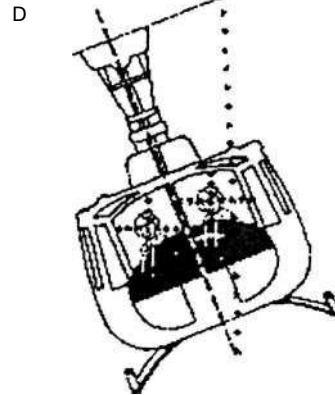
15.3. Vestibiuliarinės iliuzijos

Žmogui vaikstant žeme, vestibuliarinė sistema funkcionuoja tiksliai ir teikia smegenims teisingą informaciją. Jam atitrūkus nuo žemės, vestibuliarinė sistema gali suklysti ir tada atsiranda vestibuliarinės iliuzijos - pagrindinė pilotų erdvinės orientuotės praradimo priežastis. Dėl kampinio pagreičio įtakos puslankiniams kanalams gali kilti trijų rūšių somatogyrinės iliuzijos:

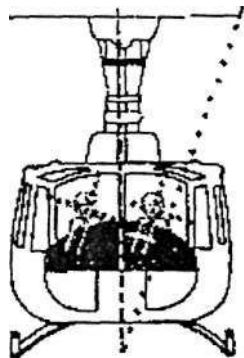
a) posvyrio iliuzija, kai pilotas klaidingai suvokia kampinio judėjimo pokyčius. Skrisdamas tiesiai pilotas gerai jaučia ir suvokia, kad skrenda tiesiai reikiamame aukštyje. Tačiau kai orlaivis pasvyra, jo jutimai gali prieštarauti prietaisų parodymams. Lėto (ikislenkstinio) posvyrio metu pilotas orlaivio padėties pokyčio nepajunta - jam ir toliau atrodo, kad orlaivis skrenda teisiai ir reikiamame aukštyje. Po kurio laiko pastebėjas pokytį ir greitai jį ištaisąs, pilotas jausis tarsi būtų pakreipęs orlaivį į priešingą pusę. Norėdamas išsklaidyti šią iliuziją jis turi lėtai kūnu pasvirti į priešingą juntamam posvyriui pusę.



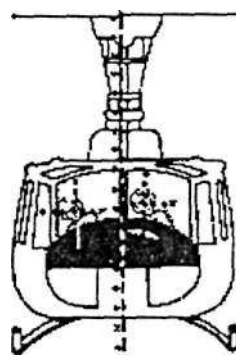
SKRENDAMA TIESIAI K. LYGIAI



NEJUNTAMAS LĖTAS POSVYKIS



GREITAS ATITAISYMAS

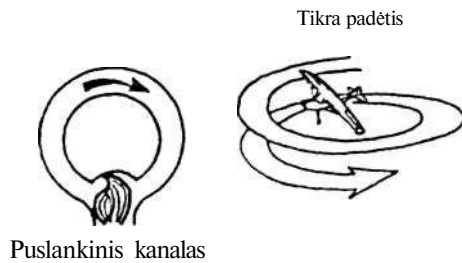


EOMPHNSACUA

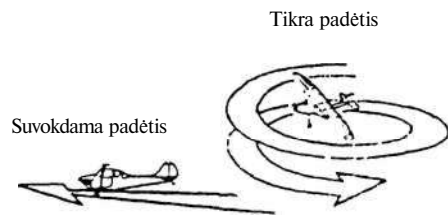
37 pav. Posvyrio iliuzija

b) **"Kapinių suktukas"**. Ši iliuzija pasitaiko lėktuvų pilotams. Pavyzdžiui, pilotas debesyse pradeda suktuką ir tolygiai sukasi keletą sekundžių. Per tą laiką paslankiuose kanaluose endolimfa nustoja judėti ir kampinis judėjimas nebejaučiamas. Išeidamas iš suktuko, pilotas pajunta pasisukimą į priešingą pusę, ir tai suvokia tarsi pradėtų suktuką kita kryptimi, net jei prietaisų parodymai tam prieštarauja. Neturėdamas išorinės informacijos, pilotas gali ignoruoti prietaisų parodymus ir, remdamasis vien tik savo pojūčiais, atlikti koreguojamuosius veiksmus - norėdamas išeiti iš įsivaizduojamo suktuko, jis pradeda suktis ankstesne kryptimi. Po kurio laiko, manydamas, kad jau nebesisuka ir norėdamas atgauti prarastą aukštį, pilotas padidina variklio apsukas. Tai tik pagreitina suktuką ir kartais baigiasi žūtimi.

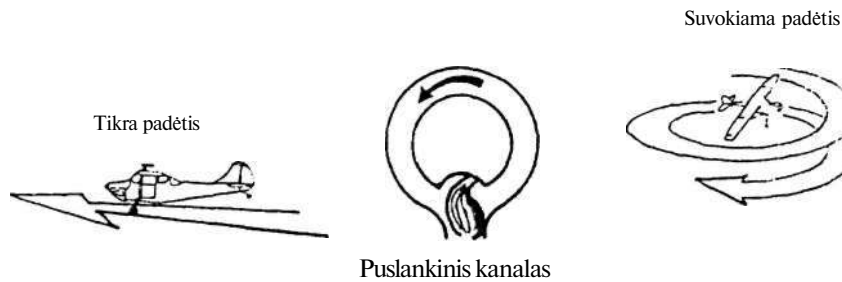
1 Suktuko pradžia



2 Suktukas tęsiasi



3 Suktuko pabaiga



4 "Kapinių suktuko iliuzija"

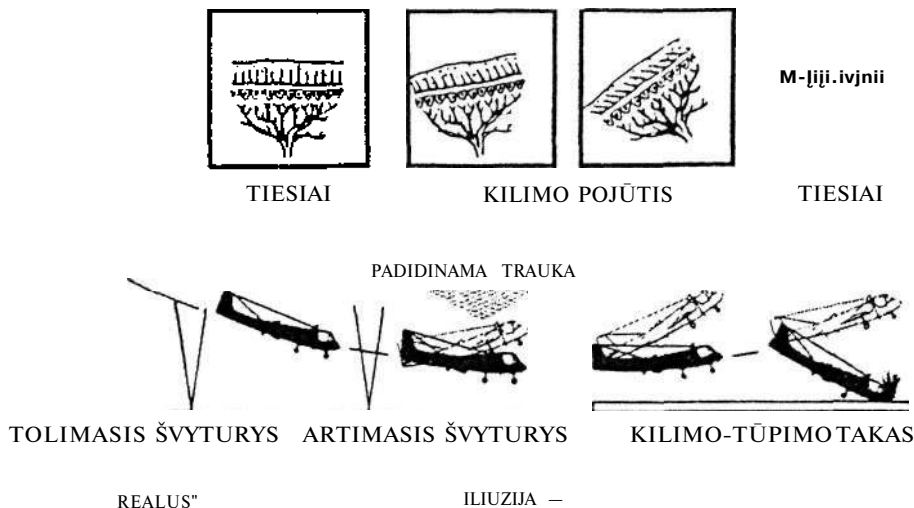


38 pav. "Kapinių suktuko" iliuzija

c) **Korolio iliuzija.** Ši iliuzija gali atsirasti kilimo ar žemėjimo metu pradėjus posūkį. Pilotui su orlaiviu pradėjus judėti vienoje plokštumoje, stimuliuojami atitinkami puslankiniai kanalai. Bet pilotui pajudinus galvą kitoje plokštumoje, prasideda endolimfos judėjimas kituose puslankiuose kanaluose; jos judėjimas pirmuose kanaluose sulėtėja. Dėl kombinuoto kelių puslankinių kanalų stimuliacijos efekto pilotas jaučia orlaivio judėjimą kita, negu skrenda realiai, kryptimi.

Linijinio pagreičio ar gravitacijos jėgos pasikeitimas stimuliuoja otolitinius organus ir gali sukelti **somatogravines iliuzijas**. Jų taip pat yra 3 tipai:

a) **okulogravinė iliuzija** atsiranda orlaivui pagreitėjus pirmyn. Atsiradusį linijinį pagreitį otolitiniai organai suvokia kaip kabravimą. Jeigu pilotas, nekreipdamas dėmesio į prietaisų parodymus, bando taisyti juntamą orlaivio padėtį — nuleidžia priekį žemyn, tai tokia intuityvi reakcija į kabravimą gali baigtis katastrofa. Gero matomumo sąlygomis okulogravinė iliuzija nepasireiškia.



39 pav. Okulogravinė iliuzija

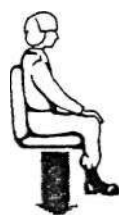
b) pakėlimo iliuzija kyla greitėjant aukštyn. Ją dažnai patiria orlaivių, galinčių greitėti aukštyn, įgulos. Greitėjant aukštyn, akys pradeda ieškoti vizualių atskaitos taškų — fiksuotis prie žemės orientyrų. Nukrypus žvilgsniui pro orlaivio priekį žemyn, pilotas judėjimą suvokia tarsi kabravimą ir imasi koreguojamųjų veiksmų — nuleidžia orlaivio priekį žemyn.

c) okuloagravinė iliuzija yra priešinga pakėlimo iliuzijai ir atsiranda orlaiviui greitėjant žemyn. Žiūrint į žemės objektus atrodo, tarsi orlaivis leistųsi, ir kyla intuityvus noras pakoreguoti padėtį.

15.4. Proprioreceptinės iliuzijos

Proprioreceptorių siunčiama informacija, jeigu jos nepalaiko kitų sensorinių sistemų siunčiama informacija, gali sukelti klaidingą kūno padėties pojūtį. Atliekant posūkį, kūnas dėl įcentrinės jėgos pasunkėja ir susidaro kilimo iliuzija. Posūkiui pasibaigus, kūnas palengvėja ir kyla žemėjimo iliuzija. Proprioreceptinės iliuzijos vienos pasireiškia retai.

Skrendant
tiesiai



Skrendant
posūkio metu



Gravitacinė ir
išcentrinė jėgos



Kampinis pagreitis

40 pav. Proprioreceptinė iliuzija

15.5. Kaip neprarasti erdvinės orientuotės

Visiškai apsisaugoti nuo erdvinės orientuotės praradimo neįmanoma. Svarbiausia suprasti, kad klaidingi pojūčiai yra natūralūs juos numatyti ir įveikti. Iliuzijas gali patirti kiekvienas pilotas, nes jos kyla ne dėl liguistos būsenos, o dėl pojūčių sistemų normalių fiziologinių savybių. Gera sveikata ir savijauta, profesionalumas, tinkamas kabinos ir prietaisų dizainas, gebėjimas greitai suvokti prietaisų parodymus mažina iliuzijų atsiradimo tikimybę. Erdvinės orientacijos praradimo tikimybė didėja, kai pilotas savo pojūčiais pasitiki labiau negu prietaisų parodymais.

Gero matomumo sąlygomis erdvinė dezorientacija yra reta. Tačiau kai žemės orientyrų matomumą blogina debesys ar sniegas rūkas ar lietus, dūmai ar tamsa, skrydžio iliuzijos kyla greitai, nebent įdėmiai stebint prietaisus. Sugebėjimas pilotuoti orlaivį be teisingos regimos informacijos yra labai trumpas — apie 60 sekundžių. Kai žemės paviršius yra labai monotoniškas, net ir gero matomumo sąlygomis kartais būna sunku nustatyti aukštį ir atstumą iki žemės. Dažniausiai sunkumai kyla skrendant virš smėlio, sniego, ar vandens paviršiaus.

Be fiziologinių pusiausvyrą palaikančių sensorinių sistemų apribojimų dezorientacija galima ir dėl neteisingos duomenų interpretacijos. Dažnai pasitaiko situacija, kai jausdamas stresą studentas pilotas pilotuoja tik pagal vieną prietaisą. Bet net ir patyręs pilotas jei reikiamai nepailsėjęs ir pavargęs gali pilotuoti neefektyviai. Vienas pirmųjų to požymių — susiaurėjęs dėmesio laukas: puotus susikoncentruoja ties vieno ar kelių prietaisų parodymais, ir pavojingai nepastebi kitų parametrų pokyčių. Čia paklauso ir tūpimo iliuzijos. Matomumą bloginančios atmosferos sąlygos — rūkas, lietus ir kita, trukdo teisingai įvertinti atstumą. Tokiomis sąlygomis

kilimo-tūpimo takas gali atrodyti toliau negu yra, o pilotas gali pagalvoti esąs aukščiau nei yra. Ir priešingai, labai švariame ore atstumai neįvertinami. Tai gerai matosi kai tupiama nesavam aerodrome. Tipinis kilimo tūpimo takas komerciniame aerouoste yra 45 m pločio ir 2-3 km ilgio. Artėjant tūpti ant neprastai plataus tako pilotai linką išlyginti ir tūpti nepriskridą tako; ir priešingai, tupiant ant labai siauro kilimo-tūpimo tako nutūpimas dažnai būna grubus ir netikėtas pačiam pilotui. Turi įtakos ir KTT kampas bei aplinka aplink jį.

Pastebėta, kad 4-20 Hz dažnio šviesos signalai daliai žmonių sukelia galvos svaigimą pykinimą ir vėmimą o sunkiais atvejais net traukulius ir sąmonės praradimą. Mirgėjimo sukeltą galvos svaigulį dažniau patiria sraigtasparnių pilotai.

Skrydyje atsiradus iliuzijoms, pilotas turi:

- atsispirti norui pakoreguoti orlaivio padėtį pagal savo pojūčius;
 - visą dėmesį sutelkti į pagrindinių ir dubliuojančių prietaisų parodymus;
 - papurtyti galvą, palaikyti radijo ryšį, kreiptis pagalbos įgulos narį ar skrydžių vadovą.
- Norėdami sumažinti iliuzijų atsiradimo tikimybą, aviatoriai turi:
- skrendant visada turėti vizualinius atskaitos taškus (tikrą ar dirbtinį horizontą);
 - skrydyje niekada ilgai ir įdėmiai nežiūrėti į vienį šviesos šaltinį;
 - po ilgos skraidymų pertraukos pirmas skrydis turi būti atliekamas paprastomis sąlygomis;
 - prieš naktinius skrydžius leisti akims adaptuotis tamsoje; vengti skraidymų apimtam nuovargio ir nerimo, hipoksijos bei hipoglikemijos sąlygomis.

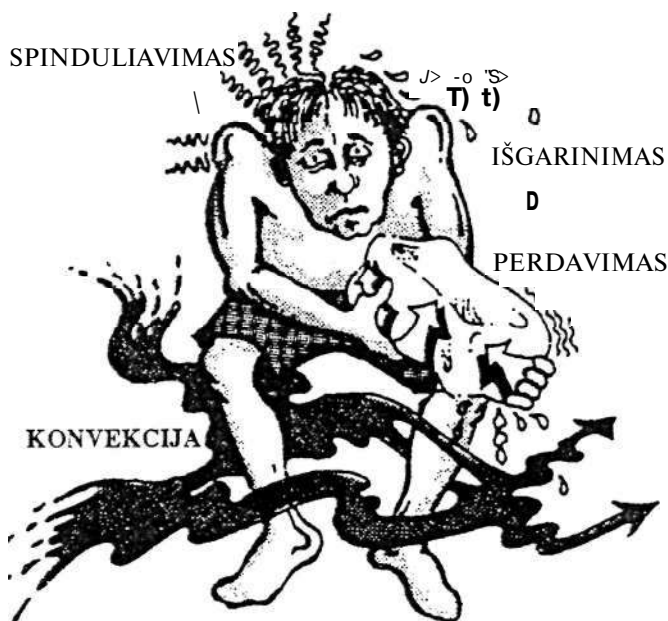
16. Aukštų ir žemų temperatūrų poveikis

Yra 2 priežastys, kodėl aviatoriams reikia žinoti termoreguliacijos ypatumus.

Pirma yra dėl išgyvenamumo ekstremaliose situacijose. Skrydis lėktuvu dažnai yra susijęs su nedidele rizika atsidurti neprastose sąlygose (džiunglės, dykuma ar vanduo) toli nuo žmonių. Tačiau net ir aplinkinis oras gali būti nemalonių efektų priežastimi: katapultavimosi ar lėktuvo išsihermetinimo metu oras atšąla.

Antra priežastis yra ta, kad oro temperatūrai neprastai pakitus - atšalus ar atšilus, blogėja žmogaus savijauta ir darbingumas. Šiuolaikiniuose orlaiviuose skrydžio metu iš piloto reikalaujama intensyvaus protinio darbo, ir pakitusi aplinkos temperatūra gali sutrikdyti užduoties vykdymą.

Žmogus yra homeoterminis gyvūnas, tai yra, aplinkos oro temperatūrai svyruojant, jo kūno temperatūra išlieka palyginus pastovi - 36,6 °C. Tai pasiekama efektyvios termoreguliacijos - šilumos gamybos ir atidavimo į aplinką būdu. Šiluma kūne gaminasi metabolizmo proceso metu. Idealiomis sąlygomis 85-90% visos metabolizmo proceso metu gaunamos energijos virsta šiluma. Jos pasigamina santykinai per daug, ir tai leidžia atlaikyti išorinės temperatūros, dažnai žemesnės negu kūno temperatūra, svyravimus. Pasigaminatą šilumą kūnas aplinkai atiduoda keliais būdais: spinduliavimu, perdavimu, išgarinimu ir konvekcija.



41 pav. Kūno šilumos praradimo būdai

a) spinduliavimas - tai aukštesnę temperatūrą turinčio objekto šilumos perdavimas žemesnę temperatūrą turinčiam objektui per atstumą, spinduliuojant energiją. Perduodamos šilumos kiekis priklauso nuo temperatūrų skirtumo tarp šių dviejų objektų..

b) perdavimas - kai tarp besiliečiančių objektų šilumą perduoda molekulė molekulei. Perduodamos šilumos kiekis priklauso nuo objektų sąlyčio ploto.

c) išgarinimas. Jo metu šilumos energija prarandama verčiant substanciją iš skystosios būsenos į dujiną. Išgarinimas yra efektyviausia šilumos praradimo forma, nes išgarinant ant kūno paviršiaus esantį vandenį, prarandama daug energijos.

d) konvekcija. Tai kūno šilumos perdavimas aplink kūną laisvai judančioms vandens ar skysčio molekulėms.

Spinduliavimo, perdavimo ir konvekcijos būdai turi vieną didelį trūkumą - didėjant aplinkos temperatūrai, jų efektyvumas krinta. Esant aplinkos temperatūrai +28 °C, suintensyvėja prakaitavimas ir prakaito išgarinimas. O kai aplinkos temperatūra pasiekia 35 °C, visas šilumos perdavimas vyksta tik šilumos perdavimo būdu.

Išgarinimo procesas priklauso nuo daugelio faktorių:

- drabužiais neuždengto kūno paviršiaus ploto;
- išgeriamo skysčio kiekio;

- aplinkos sąlygų (oro temperatūros, vėjuotumo, santykinės drėgmės).

Santykinė oro drėgmė yra labiausiai išgarinamą ribojantis faktorius. Esant 100% santykinei oro drėgmei, išgarinimas nevyksta. Nors žmogus ir toliau prakaituoja, jis praranda tik labai nedidelę dalį kūno šilumos. Pavyzdžiui, žmogus gali normaliai jaustis ir dirbti esant 46 °C temperatūrai ir 10% santykinei oro drėgmei, jei gauna reikiamą vandens ir druskų kiekį, bet santykinei oro drėgmei pakilus iki 80%, jis per 30 minučių pasidaro nedarbingas.

Kai organizmas gauna daugiau šilumos, nei atiduoda, sutrinka jo šilumos pusiausvyrą ir normalios fiziologinės funkcijos.

16.1. Karštis piloto kabinoje

Orlaiviai, dažniausiai kariniai, užduotis vykdo įvairiausiomis sąlygomis. Kartais įgula orlaivio kabinoje gali jaustis kaip orkaitėje. Karštis labai trukdo sėkmingai atlikti užduotis. Problemos dėl karščio kyla ne tik dėl eskadrilės lokalizacijos vietos, bet ir dėl orlaivių konstrukcijos. Šviečiant saulei, kabinoje būna "šiltnamio efektas" - atviroje saulėje vietoje stovinčio orlaivio kabinoje oro temperatūra nuo stovinio angare orlaivio kabinos oro temperatūros gali skirtis 10-15 °C. Tiesioginiai saulės spinduliai įkaitina kabinoje esančius objektus. Jie šildomi spinduliuoja šiluminės bangas, kurios pro kabinos stiklus nepraeina į išorę, ir šiluma viduje kaupiasi.

Palankiausios pilotui darbo sąlygos yra 20-22 °C oro temperatūra ir 25-50% santykinė oro drėgmė. Šioms charakteristikoms reguliuoti ir palaikyti orlaiviuose yra įtaisyta oro šildymo ir kondicionavimo įranga. Tai yra brangu, žinant, kad 1 kg papildomo svorio reikia 9 kg orlaivio konstrukcijų ir kuro, bet būtina.

16.2. Perkaitimas

Kad neperkaistų, organizme vyksta tam tikri fiziologiniai pokyčiai." Pasikeičia kraujotaka - iš vidaus organų šiluma yra perduodama poodžiui ir odai. Išsiplečia paviršinės kūno kraujagyslės ir šiluma atiduodama aplinkai. Pakitus odos temperatūrai stimuliuojami jos receptoriai ir skatinamas prakaito išsiskyrimas. Dirbant fizinį darbą normaliomis sąlygomis kūnas išskiria apie 0,5-1 l prakaito per valandą o karštyje - net iki 4,5 l/h. Jei žmogus nekompensuoja prakaitavimo metu prarastų skysčių ir druskų, tolesnis prakaito išsiskyrimas lėtėja, kūnas perkaista.

Žmonių atsparumas perkaitimui yra labai individualus. Senyvas amžius, nutukimas, miego stoka, alkoholio vartojimas, širdies ligos ar praėityje patirtas perkaitimas blogina atsparumą karščiui.

Yra skiriamos trys perkaitimo formos:

a) mėšlungis - skausmingas galūnių, pilvo ar nugaros raumenų įsitempimas. Jį sukelia nekompensuotas druskų praradimas prakaituojant. Žmogų, patyrusį mėšlungį, reikia paguldyti ramioje aplinkoje ir duoti atsigerti mineralinio ar pasūdyto vandens - taip atkuriamas prarastas skysčių ir druskų kiekis organizme.

b) išsekimas - negalėjimas tęsti darbo toje pačioje aplinkoje. Išsekimas nuo perkaitimo yra sunkesnis sveikatos sutrikimas negu mėšlungis; jį sukelia ir druskų ir skysčių trūkumas organizme. Kūno temperatūrai pakilus iki +38 °C, pradeda skaudėti galvą, žmogus tampa mieguistas, jį pykina, kalba tampa neriši. Pulsas padažnėja, oda būna prakaituota ir pašaurusi. Tokį žmogų reikia paguldyti šešėlyje, nurengti ar atlaisvinti drabužius, kūną sudrėkinti vandeniu, apipūsti vėsiu oru. Jei nukentėjusysis yra sąmoningas, duoti atsigerti vandens.

c) šilumos smūgis. Visiškai išsekus temperatūros reguliacijai ir kūno temperatūrai pakilus iki 40-41 °C, labai susilpnėja žmogaus protinė veikla. Būklę pablogina ir gausus prakaitavimas. Patyrusio šiluminį smūgį žmogaus oda yra paraudusi ir sausa, jam svaigsta galva. Užsitęsęs šiai būsenai, žmogus gali netekti sąmonės ir net mirti. Nukentėjusiajam reikia kaip galima greičiau mažinti kūno temperatūrą: paguldyti pavėsyje, sudrėkinti vandeniu rūbus, apipūsti oro srove, pakelti kojas, ant didžiųjų kraujagyslių dėti šaltus kompresus. Jei nukentėjusysis sąmoningas, duoti gerti vandens.

Dažnai kartu su perkaitimu ištinka ir saulės smūgis. Tai galvos smegenų pažeidimas, atsirandantis tiesioginiams saulės spinduliams kaitinant nepridengtą galvą. Nukentėjusiajam pakyla galvos smegenų temperatūra ir ima trukti galvos smegenų funkcija, skauda galvą spengia ausyse, pykina. Žmogus gali prarasti sąmonę ir mirti. Pagalba teikiama taip pat kaip ir kitais perkaitimo atvejais, be to, ant galvos reikia uždėti šaltą kompresą.

Perkaitimas ne tik sukelia fiziologinius pokyčius kūne, bet ir pablogina atliekamo darbo kokybę. Net ir nedaug pakilus kūno temperatūrai, pablogėja žmogaus sugebėjimas atlikti kompleksines užduotis, tokias kaip pilotavimas. Pakilus kūno temperatūrai iki 37 °C, padvigubėja piloto daromų klaidų skaičius.

Taigi, pakilus kūno temperatūrai:

- padidėja daromų klaidų skaičius;
- tampa nepatikima trumpalaikė atmintis;
- sulėtėja suvokimas;
- sulėtėja judesiai, nukenčia atliekamo darbo kokybė.

16.3. Apsauga nuo karščio

Norint išvengti perkaitimo, reikia imtis tam tikrų profilaktikos priemonių. Tai darbo krūvio normavimas, skysčių ir druskų pusiausvyros palaikymas, adaptacija prie aplinkos ir tinkamų drabužių dėvėjimas.

a) Dirbant karštoje aplinkoje privalu išgerti būtiną skysčių kiekį. Kaip dažnai ir kiek gerti skysčių priklauso nuo aplinkos sąlygų ir darbo krūvio, tačiau išskiriamo šlapimo kiekis turi būti normalus. Laikoma, kad dirbant karštoje aplinkoje (20-30 °C) reikia išgerti apie 0,5 l skysčių per valandą o dirbant labai karštoje aplinkoje (> 30 °C) - iki 1 l skysčių per valandą.

b) Adaptacija yra efektyviausia apsaugos nuo perkaitimo priemonė. Reikia 10-15 dienų adaptuotis prie aplinkos, kuri labai skiriasi nuo įprastinės.

c) Dirbant karštyje, ypač saulėkaitoje, reikia dėvėti laisvus drabužius, kad efektyviau būtų išgarinamas prakaitas. Šviesūs rūbai atspindi saulės šviesą o tamsūs - sugeria.

Esant per didelei orlaivio kabinos oro temperatūrai, perkaitimo pavojų galima sumažinti gerinant kabinos ventiliaciją ir geriant daugiau skysčių. Jei leidžia skridimo greitis ir aukštis, pilotas gali praverti kabinos langelį ir įleisti šaltesnio oro.

16.4. Šalčio poveikis organizmui

Esant žemai aplinkos temperatūrai, sveikatai, o kartais ir gyvybei, gresia pavojus. Kai aplinkos temperatūra žemesnė už prastą organizmą, mažindamas kraujo cirkuliaciją paviršiniuose kūno audiniuose, stengiasi palaikyti pastovią gyvybiškai svarbių organų temperatūrą. Užsitęsęs paviršinių kraujagyslių spazmams, pažeidžiami paviršiniai audiniai. Kūno atšalimą įtakoja daug faktorių. Šalčiui jautresni žmonės iki 17 metų ir vyresni kaip 40 metų amžiaus, taip pat tie, kurie jau kartą patyrė atšalimą. Nuovargis, sveikatos būklė, vartojami medikamentai, mityba ir fizinė veikla keičia žmogaus jautrumą šalčiui.

Skiriami trys atšalimo tipai:

a) hipotermija - kūno atšalimas, kai šilumos prarandama daugiau, negu kūnas sugeba pasigaminti. Hipotermija kyla žemos ar greitai krintančios temperatūros aplinkoje, vėsioje ir drėgnoje vietoje, vandenyje, šaltis veikia lėtai ir jo žalojantis poveikis iš pradžių beveik nepastebimas. Kūnui praradus dalį šilumos, atsiranda drebulys, nes taip kūnas stengiasi pasigaminti daugiau šilumos. Kūno temperatūrai nukritus iki 35,5 °C, žmogus atrodo apatiškas ir sustingęs. Pulsą užčiuopiti sunku, jis silpnas. Kūno temperatūrai sumažėjus iki 32 °C, labai sulėtėja psichinių reakcijų greitis. Kalba tampa vangiai ir neaiškiai, judesiai lėti, nekoordinuoti. Toliau krintant kūno temperatūrai, ištinka šokas - kvėpavimas tampa lėtas ir paviršutiniškas, pulsas neužčiuopiamas, akys "stiklinės". Nukritus kūno temperatūrai žemiau 29,5 °C, atšąla galūnės, tampa nereguliari širdies veikla ir ištinka staigi mirtis. Hipotermija daug greičiau pasireiškia vandenyje, kadangi vanduo kūno šilumą atima 26 kartus greičiau už orą. Žemesnėje kaip 20 °C temperatūros vandenyje, kai šilumos prarandama daugiau, negu kūnas sugeba pasigaminti, greitai krinta ne tik paviršinė, bet ir vidinė kūno temperatūra.

Patyrusį hipotermiją žmogų reikia įnešti į šiltą patalpą šildyti rankas ir pėdas, skatinti judėti, duoti atsigerinti šilto gėrimo.

b) "Apkasytų pėda" - tai kūno audinių pažeidimas, atsirandantis ilgiau kaip 48 h išbuvus šalčioje (0-10 °C) ir drėgnoje aplinkoje. Dėvint ankštus batus, drėgnas kojines pablogėja pėdų kraujotaka ir jų audiniai tampa lengvai pažeidžiami. Pradžioje pėda šąla, aptirpsta, susilpnėja joje skausmo jautumas. Vėliau ji patinsta, visiškai sutrinka kraujotaka. Praėjus 24-48 h, pėdos oda pabąla, gali vietomis pradėti kraujuoti.

Gydant "apkasytą pėdą", pažeistą vietą reikia rūpestingai nusausti ir po truputį atšildyti šiltame ore, po to nukentėjusį kaip galima greičiau gabenti į ligoninę.

c) nušalimas. Tai žemesnės kaip 0 °C temperatūros sukeltas audinių pažeidimas. Nušalimo pavojų didina ne tik oro temperatūra, bet ir oro drėgmė, vėjotumas, ilgas ekspozicijos laikas. Labiausiai nušalamos neapsaugotos ar mažai apsaugotos kūno dalys: skruostai, kaktas, smakras, ausys, plaštakos ir pėdos. Nušalusias vietas iš pradžių pradeda dikčioji. Kai dilgčiojimas ir skausmas nurimsta, nušąlama.

Šaltyje pajutus dilgčiojimą ar aptirpimą reikia tuoj pat į tai atkreipti dėmesį atlaisvinti ankštus drabužius ar batus, atlikti fizinius pratimus.

Nušalusį žmogų reikia tuoj pat įnešti į šiltą patalpą paguldyti į šilto vandens vonią (vandens temperatūra joje nuo +20 iki +37 °C turi būti pakeliama per 10-30 minučių); jei nėra sąlygų nukentėjusį į panardinti į vonią dedami šilti kompresai. Reikia duoti atsigerinti šiltų skysčių - arbatos, kavos. Po to gabenti į ligoninę.

Kaip ir nuo perkaitimo, taip ir nuo atšalimo lengviau apsisaugoti, negu vėliau gydytis. Esant žemai temperatūrai, reikia:

- riboti buvimą šaltyje laiką
- vengti dėvėti šlapius ar drėgnus drabužius;
- vengti dėvėti ankštus drabužius ir avalynę;
- vengti alkoholinių gėrimų (nors alkoholiui išplėtus paviršines kūno kraujagysles ir atsiranda šilumos jausmas, tačiau kūnas yra atšaldomas).

4/5 Žemės paviršiaus yra vanduo, kurio temperatūra, išskyrus pusiaujo sritis, yra mažesnė už žmogaus kūno temperatūrą. Skraidantys virš vandens žmonės turi galimybę jame atsidurti ir patirti atšalimą. Yra 2 fiziologiškai svarbios vandens fizikinės savybės:

Pirma, vandens temperatūrinis laidumas yra 26 kartus didesnis už oro, todėl vandenyje esančio žmogaus temperatūra konvekcijos būdu 26 kartus greičiau negu ore yra atimama iš jo.

Antra, vandens šiluminė talpa yra apie 1000 kartų didesnė nei oro. Reikia, 1 cm³ vandens talpina apie 1000 kartų daugiau energijos nei 1 cm³ oro.

Vandenį sunkiau sušildyti. Imersija 2,2 - 1,7 °C vandenyje sukelia atšalimą ir sąmonės praradimą per 5-7 minutes, o po 10-12 minučių - mirtį. Neapsaugota ranka tokiame vandenyje jutimus praranda per 1-5 min.

17. Stresas ir nuovargis

Šiuolaikinėje aviacijoje yra svarbūs kiekvieno įgulos nario veiksmai. Todėl visi įgulos nariai turi būti geros fizinės bei psichinės sveikatos ir mokėti susidoroti su stresais.

Stresas - bendra organizmo įtampos būseną, atsirandanti veikiant neįprastam dirgikliui—stresoriui.

Nuovargis - organizmo apsilpimo būseną, atsirandanti po įtemptos fizinės ar/ir psichinės veiklos periodo.

Stresas gali būti ūmus ir lėtinis; abu jie įtakoja įgulos narių darbingumą.

Ūmus stresas atsiranda staiga ir didelį intensyvumą pasiekia per santykinai trumpą laiką. Tai gali būti baimė suklysti, fizinis diskomfortas, pavojaus ir skausmo baimė, didelis darbo krūvis.

Realiose situacijose ir eksperimentais buvo nustatytos specifinės pilotų reakcijos į ūmų stresą:

a) impulsyvūs veiksmai. Į staiga susidariusią avarinę situaciją pilotas reaguoja greitai, bet neteisingai, tuo dar labiau apsunkindamas padėtį.

b) neteisingi veiksmai atliekami teisingai įvertinus situaciją ir priėmus teisingą sprendimą. Pvz., naikintojo pilotas vietoj to, kad numestų pakabinamą kuro baką išskleidžia stabdymo parašiutą.

c) užmirštami privalomieji veiksmai. Pvz., skrydyje sustojus varikliui, pilotas pamiršta uždaryti kuro mišinio tiekimo sklendę arba išjungti papildomas elektros prietaisus.

d) nesuvokiami pilotui skirti signalai. Apimtas streso pilotas įdėmiai kelis kartus peržvelgęs prietaisų lentą neranda joje reikalingo prietaiso ar indikatorius. Žinomi atvejai, kai avarinės situacijos metu pilotai pranešdavo apie prietaiso dingimą iš prietaisų lentos.

e) labai susiaurėja dėmesio apimtis. Streso metu dėmesys sutelkiamas ties keliais objektais ir veiksmais. Eksperimentuojant yra buvę atvejų, kai "ore" sugedus automatiniam valdymui, pilotas orlaivį pilotuodavo pagal du sugedusius direktorinius indikatorius, ignoruodamas kitų prietaisų parodymus.

Skirtingi žmonės į tą patį stresorių reaguoja nevienodai. Tai nulemia įvairūs veiksniai:

a) temperamentas ir reagavimo būdas. Asmenys, kurie turi netinkamą aviacijai temperamentą yra eliminuojami atrankos ir intensyvių apmokymų metu.

b) moralė. Aukštos moralės asmenys į asmeninį ir tarpasmeninį stresą paprastai reaguoja pozityviau.

c) vadovavimas. Vadovo darbo stilius yra vienas iš svarbiausių faktorių, įtakančių asmens atsparumą stresui. Jei vadovas yra pasitikintis, sąžiningas, nešališkas ir protingas, pavaldiniai mažiau patiria streso, geriau jį toleruoja.

d) sėkmė, pagyrimai ir paskatinimai. Nuo sėkmės darbe, gautų pagyrimų, įvertinimų ar atlygio taip pat priklauso atsparumas stresui ir ištvermė darbe. Viršiniųjų ar draugų pagyrimai yra labai svarbūs.

Lėtinis stresas yra neintensyvus, gali tęstis mėnesius ar metus. Šio streso priežastis gali būti lėtinės ligos, neįdomus darbas, blogas psichologinis klimatas kolektyve. Lėtinį stresą gali sukelti ir atliekamos užduotys. Per tam tikrą laiką susikaupęs lėtinis stresas žmogų žaloja stipriau negu ūmus stresas ir sukelia psichosomatinės ilgas: skrandžio opaligę, hipertenzinę ligą migreninius galvos skausmus, alergines ar kitas ligas.

Aviacinis stresas yra daugiafaktorinis reiškinys, kurį papildo fiziologiniai stresoriai - žalingi skrydžio faktoriai. Yra skiriami du aviacinio streso lygiai.

Pirmasis lygis - tai paties skrydžio - žmogaus biologinei prigimčiai nebūdingos veiklos - specifika. Skrydžio metu įjulos likimas priklauso nuo technikos darbo. Žinojimas, kad kilus gedimui žaibiškai reiks priimti sprendimus ir atlikti koreguojamuosius veiksmus, yra pagrindinis psichinis stresorius. Didelė motyvacija, reguliarios treniruotės, nuolatinis profesinio meistriškumo ugdymas šio lygio stresą gali sumažinti iki minimumo.

Antrasis aviacinio streso lygis atsiranda skrydžio metu susidarius avarinėms ar nenumatytoms situacijoms. Tada labai stipriai suvokiamas gresiantis pavojus. Staiga pakitus skrydžio sąlygoms, pakinta ir piloto veiksmų sistema. Įprastinio skrydžio metu pilotas, turėdamas visą reikalingą informaciją, pats planuoja savo veiksmus, o susidarius avarinei situacijai, pilotas turi ir vertinti situaciją ir pilotuoti orlaivį, ir prognozuoti galimus situacijos pasikeitimus.

Abiejų tipų stresorių sukelta įtampa kaupiasi ir sukelia nuovargį. Aviatoriai susiduria su dviejų tipų stresoriais: su aviacija susijusiais (išoriniais) ir su asmeniniais (vidiniais) stresoriais.

17.1. Su aviacija susiję stresoriai

a) aukštis. Skrydžio aukščio sukeltas stresas būna didesnis skrendant mažesniame kaip 5000 ft aukštyje, šiame aukštyje dažniau pasitaiko atmosferos turbulencija, įgulos nariai pajunta besiplečiančių kūno dujų sukeliamus nepatogumus. Net esant paprastai slogai, skrendant, ypač žemėjant, atsiranda skausmas veido ančiuose ir ausyse.

b) greitis. Skrendama daug didesniu greičiu už prastą kasdieniniame gyvenime. Taigi skrydžio greitis yra stresorius, pilotas turi būti itin dėmesingas, greitai reaguoti.

c) temperatūra. Didelis šaltis ar karštis yra terminiai stresoriai. Dėl karščio gali būti problemų dirbant tropinio klimato zonoje ar tiesioginių saulės spindulių įkaitintoje orlaivio kabinoje. O dėl šalčio gali kilti problemų skrendant dideliame aukštyje ar dirbant Arkties sąlygomis. Norėdami sumažinti terminių stresorių poveikį, įgulos nariai turi adaptuotis darbui tomis sąlygomis ir naudotis specialiais drabužiais bei įranga.

d) orlaivio kabinos dizainas. Matomumas iš kabinos, apšvietimas joje, prietaisų išdėstymas, krėslo patogumas, galimybė greitai pasiekti reikiamąjungiklį, ventiliacijos, kondicionavimo sistemų funkcionavimas - jei visa panga yra nepatogi, tai sukelia įgulos nariams papildomą stresą, priverčia atitraukti dėmesį nuo vykdomos užduoties.

e) orlaivio charakteristikos. Kompensuoto povairiais skrydžio metu lėktuvas skrenda santykinai gerai, jam reikia tik minimalios piloto priežiūros. Sraigtasparniams, kurie ore nestabilūs, reikia nuolatinio piloto dėmesio.

f) skrydžio pagal prietaisus sąlygos. Skrydis pagal prietaisus blogu oru ar naktį pilotams yra didelis stresorius, nes labiau suvokiamas fizinis pavojus. Nesant išorinės vizualios informacijos, reikia daugiau dėmesio ir susikaupimo, stebint prietaisų parodymus.

g) darbo ir poilsio ritmas. Fizinė ir protinė veikla tuo metu, kai kūnas yra pavargęs ir pasiruošęs ilsėtis, sukelia fiziologinį stresą. Dėl to pailgėja reakcijos laikas, blogėja sprendimų kokybė, atminties efektyvumas.

h) pareigos ir įgudimas. Asmenys, užimantys vadovaujančias pareigas ir turintys nedidelę nukrypimo nuo įprasto darbo galimybę, dažniau skundžiasi nuovargiu, negu tie, kurių veikla ir aktyvumas priklauso nuo jų pačių. Įgulos nariai, nepasitikintys savo galimybėmis atlikti užduotis, nesugebantys laisvai bendrauti su kitais, dažniau patiria psichologinį stresą. Taip pat blogai jaučiasi pavaldiniai, jei vadas ar viršininkas su jais bendrauja vien įsakinėdamas. Jei įgula nepasitiki orlaivį skrydžiui ruošusią tarnybą, skrydžio metu jie jaus papildomą nerimą.

i) ligos. Aviatorių sveikata yra tikrinama dažnai ir kruopščiai, nes bet kokia liga ar net nedidelis savijautos pasikeitimas yra stresorius.

j) šeimyniniai įsipareigojimai. Nors visuomenėje šeima yra emocinio stabilumo garantas, tam tikrais atvejais tai gali būti papildomas stresorius. Šeimyniniai įsipareigojimai gali trukdyti profesinei veiklai, kai asmeniniai rūpesčiai tampa svarbesni už skrydžio užduotį ar kai dėl darbo specifikos įgulos nariai ilgesniam laikui turi išsiskirti su šeima.

k) psichinė sveikata. Efektyvi veikla galima tik blaiviai, aktyviai ir tikslingai protaujant. Dvasiškai stabilūs, emociškai subrendę ir gyvenimu patenkinti asmenys geriau sugeba įveikti kylančią stresą.

l) cirkadiniai ritmai. Žmogaus organizmas paklūsta apie 24 h trukmės biologinių svyravimų ciklui. Tai kūno ritmai: miego/aktyvumo kaita, kūno temperatūros svyravimas, virškinimo sistemos veikla, reguliarus alkio pojūtis, hormoniniai svyravimai ir kt. Dauguma jų turi 24 h svyravimų ciklą, todėl vadinami cirkadiniais ritmais (iš lotynų kalbos: *circa* - apie ir *dia* - diena). Šie ritmai yra glaudžiai tarpusavyje susiję, ir vieno iš jų pasikeitimas sukelia ir kitų ritmų pokyčius. Miego/aktyvumo ritmas yra lengviausiai besikeičiantis, o kūno temperatūros kaitos ritmas keičiasi ilgai ir sunkiai. Žmogaus aktyvumas glaudžiai susijęs su kūno temperatūra - dieną ji yra aukštesnė negu naktį.

Miego/aktyvumo ritmo ciklas yra truputį ilgesnis negu 24 h. Į 24 h ilgį jį "įspraudžia" įvairūs laiko ženklai: saulėtekis ir saulėlydis, kasrytinis žadintuvo čirškimas, pusryčių alkis, darbo laiko pradžia ir pabaiga ir kt. Svarbiausi yra natūralūs laiko ženklai - saulėtekis ir vakarėjant ateinanti tamsa. Žmogui paros laiką primena dar ir specifiniai ženklai - jie padeda palaikyti 24 h trukmės miego/aktyvumo ritmą.

Žmogaus kūno temperatūra yra apie 36,5 °C. Reguliarus jos cirkadinis ritmas yra svyravimas 0,3 °C aukščiau ar žemiau šios ribos. Kadangi kūno temperatūros svyravimų ciklas, palyginti su kitais, yra sunkiai pakeičiamas, jis naudojamas kaip standartinis. Dieną, kai aukštesnė kūno temperatūra, žmogus yra veiklus ir darbingas; kai temperatūra žemesnė, - apsnūdęs ir pasiruošęs miegoti.

Tolimųjų reisų pilotai ir keleiviai susiduria su kūno ritmų desinchronizacijos sukeliamomis problemomis. Jie nuskrenda ten, kur vietinis laikas skiriasi nuo išskridimo vietos laiko.

Dauguma kūno bioritmų prie vietinio laiko gali prisiderinti 1 h per dieną greičiu. Taigi jei laiko juosta pasikeitė 4 h, tai tik po 4 dienų kūno ritmai sutaps su vietiniu laiku. Skirtingi bioritmai kinta skirtingu greičiu. Kūnui bandant pritapti prie naujo laiko, dauguma buvusių gerai sinchronizuotų kūno ritmų taps desinchronizuoti. Tai vadinama cirkadine disritmija. Ji pasireiškia nemiga, galvos svaigimu ir skausmu, mitybos ir tuštinimosi sutrikimais, pasunkėjusia protine veikla ir netgi lengva depresija. Laikotarpis, kurio reikia visiems kūno bioritmams visiškai sinchronizuotis naujoje laiko juostoje, gali užtrukti iki 3 savaičių.

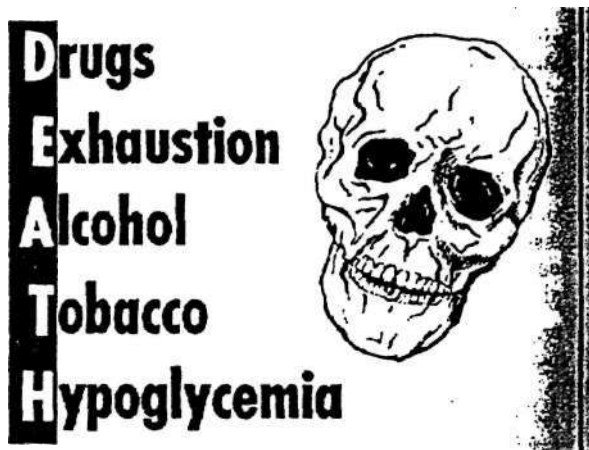
Keliaujant į Vakarus, kūno prisitaikymas prie naujo laiko vyksta paprasčiau. Taip yra todėl, kad, keliaujant šia kryptimi, judama su Saule ir keliautojo patiriamas šviesus paros metas pailgėja. Daugelis kūno bioritmų ciklų būtų 25 h trukmės (jei laiko ženklai negražintų atgal), jie turi natūralią tendenciją judėti į priekį 1 h per parą greičiu. Keliaujant į Rytus, priešingai, šviesus paros metas sutrumpėja ir bioritmai, priešingai natūraliai tendencijai, yra "spraudžiami" į trumpesnį kaip 24 h laiko tarpą.

Tarp Londono ir Niujorko yra 5 h laiko skirtumas. Skrendant iš Londono į Niujorką, para trunka 29 h. Kadangi kūno bioritmai turi tendenciją didėti iki 25 h, susidaro 4 h skirtumas. Skrendant iš Niujorko į Londoną, para trunka 19 h. Skirtumas tarp jos ir bioritmų paros 6 h, t. y. 2 h didesnis, negu skrendant į Vakarus.

Nors keliaujant į šiaurę ar Pietus laiko juostos ir nekertamos, visgi gali atsirasti ilgo skrydžio bei pasikeitusių laiko ženklių sukeltų problemų. Žiemą Skandinavijoje Saulė teka 10 h ryto. Jei šiaurietis nuskris į Afriką, vietinis laikas nesiskirs, bet Saulė tekės 5 h ryto.

17.2. Asmeniniai stresoriai

Su darbu aviacijoje susiję stresoriai dažnai yra nevaldomi ar mažai valdomi, o asmeniniai stresoriai žmogaus gali būti visiškai kontroliuojami. Pagrindiniai yra išvardinti šiame plakate:



42 pav. Stresorių poveikio suma

Pagrindiniai asmeniniai stresoriai yra šie:

a) vaistai. Šiuolaikinė reklama nuolat siūlo įsigyti (vairiausių medikamentų, skirtų tiek gydyti, tiek profilaktikai. Labai svarbu atsiminti, kad absoliučiai daugumai medikamentų būdingas nepageidaujamas šalutinis poveikis, kuris skirtingiems žmonėms pasireiškia nevienodai. Čia galioja taisyklė: pavartojus bet koki medikamentą, skristi negalima, nebent gavus aviacijos gydytojo leidimą.

b) nuovargis. Žmogaus fizinės ir psichinės jėgos išsenka dėl miego ir poilsio stokos. Tam, kad gerai jaustųsi ir galėtų dirbti, aviatorius turi būti gerai pailsėjęs ir išsimiegojęs. Kai trūksta miego, greičiau atsiranda nuovargis. Būti nuvargusiam - tai ne tas pats, kas būti apsnūdusiam ar mieguistam. Skrydis pats savaime gali būti varginantis, ir prie miego stokos prisidėjus skrydžio nuovargiui, piloto sveikata gali labai pablogėti ilgesniam laikui.

Miego/aktyvumo ciklą galima įsivaizduoti kaip kredito ir deficito sistemą, kai už kiekvieną miego valandą žmogus gauna 2 taškus, o už kiekvieną aktyvumo valandą praranda tašką. Be to, kad ir kiek laiko žmogus bemiegotų, 16 taškų miego kreditas neviršijamas, taigi "susitaupyti" miego negalima. Kuo mažiau miego kreditų žmogus turi, tuo labiau nori miego. Paprastai jis eina miegoti, kai turi mažai ar 0 miego kreditų, ir miega apie 8 h. Po to, turėdamas 16 miego kreditų, būna pasiruošęs 16-ai aktyvumo valandų. Joms praėjus, vėl reikia gauti miego kreditų - pamiegoti. Taip ir kartojasi šis 24 h ciklas.

Kartais darbo, šeimos reikalai trukdo laikytis 8 h miego ir 16 h aktyvumo ritmo. Miegojęs 4 h vietoj 8, žmogus, iki pasijus pavargęs, turi 8 veiklos valandas. Galima truputį atsigauti numigus po pietų, bet tai yra mažiau efektyvu, negu gerai išsimiegoti naktį.

Miegas padeda organizmui atgauti jėgas. Vidutiniškai žmogui reikia 8 h miego, kad galėtų pasiruošti 16 h aktyviai veiklai. Miego įgūdžiai padeda gerai išsimiegoti. Reikia stengtis miegoti patogioje lovoje ir tamsiame tyliame kambaryje. Užmigti padeda fizinė veikla dienos metu, šilto pieno puodukas prieš miegą.

Kartais miegas gali sutrikti. Miego sutrikimas, kai žmogus negali užmigti ar pabunda nepailsėjęs, vadinamas insomnija. Dažniausiai pasitaiko nervinė insomnija, jei netolimoje ateityje laukia koks nors stresinis įvykis-egzaminas ar kontrolinis skrydis. Nervinė insomnija gali sutrikdyti miegą vienai ar dviem naktims. Ji praeina negydoma.

Hipnotikai - tai vaistai, kurie padeda užmigti ir prailgina miego trukmę, bet daugumai iš jų būdingas nepageidaujamas šalutinis veikimas. Hipnotikai keičia piloto judesių koordinaciją ir sulėtina reakciją. Silpnas pašalinis veikimas yra mažai pastebimas įprastinėmis sąlygomis ir tuo pavojingesnis. Aviatorius neturėtų nepasitaręs su gydytoju savarankiškai vartoti jokių medikamentų.

c) alkoholis. Saikingai vartojamas vynas, likeris ar alus žmogui paprastai rimtų problemų nesukelia. Bet aviatoriui kartais ir nedidelis alkoholio kiekis gali būti mirties priežastis. Svarbu tai:

- etilo alkoholis veikia slopinamai. Net ir mažas jo kiekis įtakoja suvokiamą reakcijos greitį, sprendimų priėmimo kokybę, judesių koordinaciją.

- alkoholis mažina smegenų ląstelių galėjimą pasisavinti deguonį. Tai padidina žmogaus "fiziologinį aukštį" (išgėrus 30 g alkoholio, "fiziologinis aukštis" padidėja 2000 pėdų).

- alkoholis veikia atpalaiduojančiai ir sumažina asmens savikontrolę.

- alkoholio veikimas priklauso nuo trijų veiksnių: suvartoto alkoholio kiekio, skrandžio ir žarnų galėjimo pasisavinti alkoholi, alkoholio metabolizmo greičio kūne. Alkoholio metabolizmo greitis visiems yra beveik vienodas - 10 g alkoholio per 1 h.

Išgėrus alkoholio, įgulos nariams galima skristi ne anksčiau kaip po 12 h. Jei praėjus net ir ilgesniam laikui jaučiamas nors ir mažiausias alkoholio veikimas, skrydis turi būti atidėtas. Šaltas dušas, stipri kava ar kvėpavimas 100% deguonimi alkoholio metabolizmo nepagreitina.

d) tabakas. Žalingas tabako poveikis žmogaus organizmui žinomas jau seniai. Be ilgalaikio rūkymo sukeltų ligų, tokių kaip plaučių vėžys ar išeminė širdies liga, yra daug kitų, mažesnių sutrikimų. Tabako sukeltas nosies gleivinės ar bronchų uždegimas silpnina jų atsparumą infekcijoms. Aviatoriai tai turėtų gerai įsidėmėti, nes lėtinės kvėpavimo takų infekcijos įtakoja oro slėgio kaitos greitį tarp veido ančių ar vidurinės ausies ir išorės. Kadangi anglies monoksidas su hemoglobinu jungiasi 210 kartų greičiau negu deguonis, rūkymas sąlygoja hipoksijos laipsnį. Nerūkantiems pilotams taktinis matymas dėl aukštybinės hipoksijos pradeda silpnėti nuo 4000-5000 pėdų, o rūkančių pilotų taktinis matymas tiek jau yra susilpnėjęs juos lygyje.

e) dieta. Aviatoriams yra svarbu sveikai maitintis. Praleidus "prastą valgymo laiką ar pietus pakeitus lengvu užkandžiu ar kava, gali sumažėti darbo efektyvumas, greičiau atsirasti nuovargis. Normaliomis sąlygomis reguliariai maitindamiesi žmonės greitai papildė organizmo energijos atsargas. Ekstremaliomis sąlygomis įgulos nariams gali tecti pažeisti įprastą mitybos režimą dėl to atsiranda hipoglikemija. Kepenyse yra sukaupta energijos atsargų - tai glikogenas, kuris yra naudojamas, kai valgymo laikas praleidžiamas. Glikogenas gali būti lengvai verčiamas į gliukozę, kuri, patekusi į kraują palaiko jame reikiamą cukraus kiekį. Išsekus glikogeno atsargoms, sumažėja cukraus kiekis kraujyje, pasireiškia hipoglikemija. Jos simptomai - silpnumas kūne ar net apalpinimas. Kai žmogus jaučiasi alkanas ir išsekęs, jis dažnai suvalgo daug cukraus turinčio maisto - sausainių, šokolado. Tuomet kraujyje staiga padaugėja cukraus. Organizmas, sekretuodamas kasos fermentą insuliną stengiasi sumažinti cukraus kiekį kraujyje iki normalaus.

dėl to audiniai gauna mažiau energijos. Dėl šio dvigubo poveikio žmogus ir toliau lieka neveiklus. Todėl svarbu reguliariai maitintis, laikytis subalansuotos dietos, valgyti tokius maisto produktus, kuriuose būtų optimalus baltymų, angliavandenių ir riebalų kiekis.

Rekomenduojama reguliariai svertis ir pasirinkti tinkamiausią dietą. Veiklos stoka ir nuobodulys ilgalaikių skrydžių metu skatina nutukimą.

0 kofeiną vartoja daug žmonių; jis nėra priskiriamas prie neleistinų įgulos nariams vartoti medžiagų. Kofeino yra daugelyje maisto produktų ir gėrimų: arbatoje, kavoje, šokolade, kolos tipo gėrimuose ir kitur.

6 lentelė. Kofeino kiekis kai kuriuose maisto produktuose

Mažas maltos kavos puodelis	110-164 mg
Mažas arbatos puodelis	34-46 mg
0,331 "Coca-Cola"	45 mg
Puodelis kakavos	15 mg
Plytelė šokolado	35 mg

Kofeinas stimuliuoja centrinę nervų sistemą taigi pagreitina mąstymo procesą sumažina mieguistumą ir nuovargį. Nors budrumas ir pagerėja, šalutinis kofeino poveikis gali pabloginti įgulos narių darbingumą. Išgėrus kofeino turinčio gėrimo, pakyla kraujospūdis, pasikeičia širdies susitraukimų dažnis, ritmas, blogėja motorinė judesių koordinacija - sunku atlikti smulkius tikslius judesius. Šalutinis poveikis pradeda reikštis gavus 150-200 mg kofeino dozę; išgėrus 1-2 puodelius kavos ar 3-4 puodelius arbatos. Gavus didesnę kaip 700 mg kofeino dozę per parą apsinuodijama. Apsinuodijimo požymiai yra susijaudinimas, konfliktiškumas, audringas ir impulsyvus elgesys.

17.3. Nuovargis

Kasdien patiriamas stresas sukelia nuovargį. Jis keičia ir motorinę, ir psichinę žmogaus veiklą. Kaip ir kitų fiziologinių faktorių, taip ir nuovargio pats žmogus gali nepastebėti, iki nepadarė didelės klaidos.

Terminas "nuovargis", taip kaip ir "stresas" yra skėtis, po kuriuo slepiasi daug prasmų. *Fizinis nuovargis*, pavyzdžiui, gali reikšti raumenų skausmą deguonies stoką ar daugiau sisteminių savijautą- miego stoką ligotumą ar blogą mitybą.

Protinis nuovargis dažnai asocijuojasi su dėmesio koncentracijos, greito ir kompleksiško informacijos apdorojimo ir kitų pažintinių procesų sulėtėjimu. Aviacijoje, pavyzdžiui, su tokio tipo nuovargiu susiduriama naktį leidžiantis nepažįtamame aerouoste, arba oro mūšio metu. Ir priešingai, protinis nuovargis kyla ir mažesnio intensyvumo bet ilgiau trunkančių darbų metu - paieškos darbuose jūroje. Šiuo atveju prie nuovargio prisideda ir nuobodulys, dalinai kylantis iš darbo operacijų pasikartojimo ir monotonijos.

Taip pat galima kalbėti ir apie *emocinį nuovargį* "perdegimą". Tai yra varginantis darbo psichologiškai sunkiose sąlygose efektas ar psichologiškai nepriimtinos užduoties vykdymas. Taigi žodis "nuovargis" turi keletą krypčių (kūnas, mintys, emocijos) ir manomų priežasčių (darbo intensyvumas, trukmė ir U.).

Pirma, skirtumai tarp protinio ir fizinio nuovargio realiaame pasaulyje nėra aiškiai atskirti. Atskiros būsenos yra aiškiai susijusios ir su fiziniais, ir su protiniais galių išsekėjimu (pvz.: miego stoka). Anksčiau negu stengiantis "sukataloguoti" nuovargį reikia identifikuoti įvairius kriterijus, kuriais nuovargis yra atpažįstamas.

Nuovargis, kaip ir stresas, yra ūmus ir lėtinis:

a) Ūmus nuovargis jaučiamas po sunkaus fizinio ar/ir protinio darbo (pavyzdžiui, nuovargstama įdienos pabaigą). Pailsėjus ar išsimiegojus, ūmus nuovargis praeina. Ūmaus nuovargio simptomai yra:

- nedėmesingumas;
- išsiblaškymas;
- laiko jausmo sutrikimas;
- dirglumo slenkščio padidėjimas.

b) lėtinis nuovargis. Šio tipo nuovargis, atsirandantis per tam tikrą laiką sukelia daugiau problemų. Lėtinį nuovargį sukelia ir su darbu susijusios, ir nesusijusios problemos - šeimyniniai ar finansiniai sunkumai, kurių negalima greitai išspręsti. Lėtiniam nuovargiui būdinga:

- nemiga;
- depresija;
- svorio mažėjimas;
- apetito stoka;
- dirglumas;
- sulėtėjusi reakcija;
- pablogėjusi protinė veikla.

Lėtinio nuovargio simptomus dažniau pastebi kiti įgulos nariai. Kenčiantis nuo lėtinio nuovargio asmuo turi kreiptis į aviacijos gydytoją.

17.4. Kaip sumažinti nuovargį

Visiškai nuovargio išvengti neįmanoma ir net nepageidaujama. Be nedidelių stresorių ir normalaus sveiko nuovargio nebūtų ir vidinio poreikio normaliai pailsėti, sutriktų darbo ir poilsio ritmas, sumažėtų veiklos produktyvumas. Tačiau lėtinio nuovargio aviatoriui reikia stengtis išvengti. Tam padeda šie veiksniai:

- tinkama dieta;
- reguliariai prasminga fizinė veikla palaikoma gera fizinė būklė;
- asmeninių stresorių ribojimas;
- geros gyvenimo sąlygos, tinkamas mitybos ir poilsio režimas;
- optimalios darbo sąlygos. Darbingumas aviatoriams - tai sugebėjimas saugiai ir efektyviai atlikti užduotis esant normaliai organizmo sistemų psichofiziologinei įtampai, esant pakankamai motyvacijai, profesionalumo lygiui ir sveikatos būklei. Darbingumas nėra pastovus. Jis svyruoja darbo dienos metu ir pagal organizmo fiziologinių sistemų pitempimą yra dalijamas į fazes. Pagrindinės darbingumo fazės:

1. įsitraukimo įdarbą fazė. Jos metu darbingumas po truputį didėja. Fazė trunka nuo kelių minučių iki 1,5 h;
2. Pastovaus darbingumo fazė, trunkanti 2-2,5 h;
3. Darbingumo mažėjimo fazė, kai, nuovargiui didėjant, mažėja veiklos efektyvumas. Fazė trunka apie 0,5-1 h.

Planuojant dienotvarkę didžiausią darbo krūvį reikia skirti toms valandoms, kada darbingumas didžiausias. Įgulos darbo laiką sudaro darbas žemėje ir darbas ore. Nustatyta kad civilinės aviacijos darbuotojo paros darbo laikas neturi viršyti 12 h, savaitės - 41 h

ir mėnesio - 170-185 h. Skrydžio laikas priklausomai nuo orlaivio tipo neturi viršyti 6-8 h per parą, 70-80 h per mėnesį ir 700-800 h per metus.

18. Specifinių skrydžių ypatumai

18.1. Skrydžiai sudėtingomis meteorologinėmis sąlygomis

Pagal orientacijos principą visi skrydžiai skirstomi į vizualius skrydžius ir skrydžius pagal prietaisus. Vizualieji skrydžiai - tai tokie skrydžiai, kada pilotas erdvėje orientuojasi pagal natūralius ir prastus antžeminius orientyrus. Remdamasis vizualiai gaunama informacija, savo patirtimi, jis gali ne tik vertinti orlaivio padėtį ore, bet ir pakankamai tiksliai nustatyti skrydžio aukštį bei kryptį. Ilgą laiką buvo vykdomi tik vizualieji skrydžiai, bet tai riboja aviacinės technikos panaudojimo galimybes. Taip atsirado naujas skraidymo būdas - skrydžiai pagal prietaisus. Pilotų orientacija pagal prietaisus yra daug sunkesnė psichofiziologiškai, tam reikia turimų įgūdžių persitvarkymo. Pilotuodamas pagal prietaisus, pilotas vadovaujasi tik jų parodymais. Prietaisai informaciją teikia koduotai, taigi pilotas jų parodymus turi apibendrinti ir transformuoti į mintyse susikurtą orlaivio padėties erdvę įvaizdį. Be to, kartais kūno pojūčiai ir prietaisų parodymai gali nesutapti, ir pilotas dėl to gali suklysti. Sunkiausias skrydis pagal prietaisus yra skrydis sudėtingomis meteorologinėmis sąlygomis: debesyse, rūke, lyjant ar sningant, nes šiomis sąlygomis greičiau prarandama erdvinė orientuotė, pasireiškia skrydžio iliuzijos.

18.2. Skrydžiai dideliame aukštyje

Skrendant dideliame aukštyje būna didelis skirtumas tarp orlaivio išorėje ir kabinoje esančio apšvietimo. Taip yra dėl atmosferos praretėjimo, šviesos atspindžių nuo debesų. Blogai matoma horizonto linija. Sunkiau vizualiai orientuotis, nes kitokia atrodo antžeminių objektų spalva, kitoks jų kontrastas su aplinka. Dideliame aukštyje dažnai skrendama dideliu, dažnai viršgarsiniu greičiu. Greitis žmogui fiziologinės įtakos neturi, tačiau psichologiškai veikia kaip papildomas stresorius. Skrydžiams dideliame aukštyje naudojamos hermetinės kabinos, aukštybinė įranga, kas fiziškai apsunkina piloto darbą.

18.3. Tarpkontinentiniai skrydžiai

Nuo kitų skrydžių jie skiriasi: ilga trukme, laiko juostų pasikeitimu ir ilgu skridimu virš vandens, nematant kranto linijos. Ilgalais statinis darbas, priverstinė kūno padėtis, triukšmas ir vibracija sukelia nuovargį ir mažina veiklos efektyvumą. Skrendant virš vandens vizualinė informacija yra skurdi. Dėl visų šių aplinkybių lengviau kyla erdvinės padėties iliuzijos.

18.4. Bandomieji skrydžiai

Iš lakūno bandytojo reikalaujama ne tik geros sveikatos, gero profesinio pasiruošimo, bet ir specialių psichofiziologinių savybių: greitos ir tikslios reakcijos, šaltakraujiškumo ir žaibiško intuityvaus situacijos vertinimo. Kiekvienas bandomasis skrydis savyje turi kažką nežinomo, nes kiekviena, net ir mažiausia operacija yra žingsnis į nežinią. Planinių skrydžių metu serijiniu orlaiviu technikos gedimų tikimybė yra maža, ir pilotas tiksliai žino, kaip reikia elgtis tam tikroje situacijoje, tuo tarpu lakūnas bandytojas sprendžia niekad kitiems lakūnams neiškilančias problemas - ar orlaivis gali skristi, kaip jį valdyti vienoje ar kitoje situacijoje. Tam reikia ir specialus inžinierinio pasiruošimo, kad būtų galima bendradarbiauti su orlaivio kūrėjais. Lakūnas bandytojas skrydyje pats sukuria avarines situacijas ir ieško būdų joms pašalinti. Visa tai daroma siekiant orlaivį padaryti patikimesnį ir saugesnį, išsiaiškinti jo charakteristikas. Remiantis tyrimų ir bandymų rezultatais, rengiamos orlaivų eksploatavimo instrukcijos.

18.5. Skrydžiai sraigtasparniais

Sraigtasparniais atliekama daug įvairių darbų, tarp jų paieškos ir gelbėjimo darbai, krovinių transportavimas, ligonių ir sužeistųjų pervežimas. Skrydžiai sraigtasparniais vyksta santykinai nedideliuose aukščiuose ir nedideliais greičiais. Tai leidžia atsisakyti hermetinės kabinos ir aukštybinės įrangos. Todėl atrodytų, kad sraigtasparnio įgula nepatiria kokių nors sunkumų, o skrydžio faktoriai neturi esminės įtakos įgulos narių organizmui. Bet taip nėra. Kadangi sraigtasparnis gali staiga keisti skridimo kryptį bet kurioje koordinacijoje, jis dar vadinamas "nestabiliu skraidymo platforma". Pilotuojant sraigtasparnį reikia atidumo, tiksliai koordinuotų judesių, fizinių pastangų. Todėl po vienodos trukmės skrydžio panašiomis sąlygomis labiau nuvargę jausis sraigtasparnių pilotai, palyginti su lėktuvų pilotais. Kadangi pagrindiniai varikliai, keliantis sraigtas būna arti pilotų kabinos, joje triukšmo ir vibracijos lygis būna didesnis negu lėktuve. Vertikali vibracija skrydžio metu žaloja stuburo slankstelius, per ilgesnį laiką prasideda uždegiminiai ir destruktiniai procesai. Kadangi sraigtasparnio kabina nehermetiška, galimas įgulos narių apsinuodijimas kuro degimo produktais. Nepalankiausias šiuo atžvilgiu yra kybojimo režimas, kai sraigtasparnis yra savo išmetamųjų dujų debesyje. Dėl sraigtasparnio manevringumo ir nestabilumo ore galima lengvai prarasti erdvinę orientuotę.

18.6. Skrydžiai mažame aukštyje

Palyginti su kitais skrydžiais, skrendant mažame aukštyje reikia daug tiksliau spręsti navigacinius klausimus, nes apžvelgiamas mažesnis žemės paviršiaus plotas ir, nepastebėjus būtinų orientyrų, galima išklysti iš kurso. Kovinėmis sąlygomis optimalų skrydžio aukštį lemia radiolokacinių priemonių pajėgumas ir santykinai saugus skrydžio aukštis. Skrendant mažame aukštyje labai jaučiama atmosferos turbulencija. Priklausomai nuo metų laiko, paros meto, vietovės reljefo oras vibruoja orlaivį ir jame esančią įgulą. Kadangi žemai oras yra tankesnis, vairai tampa jautresni, dėl to reikia tiksliau atlikti judesius. Skraidant vasarą, orlaivis gali susidurti su vabzdžių kolonijomis. Ištiškę ant kabinos stiklų vabzdžiai pablogina matomumą, sunkiau atpažinti antžeminius objektus.

19. Aviacinė toksikologija

Aviacinė toksikologija tiria medžiagų, įprastomis sąlygomis nesančių nuodais, bet tam tikromis sąlygomis sukeliančių apsinuodijimus, toksines savybes, šių medžiagų toksinių savybių kitimą veikiant skrydžio faktoriams.

Kabinos oro cheminė sudėtis gali keistis greitai ir nepastebimai. Jos orą teršia:

- orlaivių varikliai (į kabinos orą gali patekti variklių išmetamosios dujos, tepalų terminio skilimo produktai, kuro ir hidraulinių skysčių garai);
- orlaivių įranga (elektros sistemų izoliacijos senėjimo ir irimo metu susidariusios medžiagos, ruošiant ir šildant maistą atsiradusios medžiagos, aušinimo ir kitų skysčių garai);
- konstrukcinės medžiagos (gumų, plastmasių, klijų ar lakų irimo ar degimo produktai);
- įgula ir keleiviai (gyvybinės veiklos produktai);
- išoriniai šaltiniai (dulkės, ozonas, dirbant žemės ūkio darbus purškiami ar išbarstomi chemikalai).

Medžiagos nuodingumas priklauso nuo jos cheminės sudėties, fizinių ir cheminių savybių, koncentracijos, patekimo į organizmą būdo, organizmo būklės apsinuodijimo metu. Kenksmingosios medžiagos, kuriomis galima apsinuodyti eksploatuojant aviacinę techniką, gali būti dujinio, skysto, garų pavidalo ar smulkiadispersės. Jos į organizmą patenka pro kvėpavimo takus, virškinamąjį traktą, gleivines ar pro odą. Patekusios į kraują, nuodingosios medžiagos dažniausiai kaupiasi tam tikruose organuose ar

audiniuose žalodamos juos; kiekvienas nuodas turi savo "organą - taikinį". Pavyzdžiui, riebaluose tirpios medžiagos kaupiasi nerviniame audinyje, sunkieji metalai - švinas, gyvsidabris - kaupiasi inkstuose. Be to, žmonės kurių organai yra ligų pažeisti būna jautresni nuodams. Toksinį chemikalo poveikį gali sustiprinti kito nuodo buvimas organizme. Didelė oro temperatūra ir skrydžio aukštis sustiprina nuodų veikimą.

19.1. Apsinuodijimas išmetamosiomis dujomis

Orlaivio kabinos oro užterštumas išmetamosiomis dujomis yra labai skirtingas. Vienmotorių, su priekyje įtaisytais vidaus degimo varikliais orlaivių kabinos oras yra dažniau užteršiamas, negu daugiamotorių orlaivių su šonuose įtaisytais varikliais. Skysčiu aušinamą variklį turinčio orlaivio kabinos oras rečiau užteršiamas, negu oru aušinamą variklį turinčio orlaivio kabinos oras. Į hermetiškas kabinas išmetamosios dujos visai nepatenka.

Išmetamosios dujos - tai organinių junginių, nesudegusių kuro dalių, CO, azoto oksidų ir kitų mišinys. Jų toksiškumas priklauso nuo azoto ir anglies oksidų kiekio. Esant kvėpuojamame ore nedidelei išmetamųjų dujų koncentracijai, žmogus pradeda justį galvos skausmą, svaigimą, pykinimą, tampa neramus. Didėjant dujų koncentracijai didėja ir silpnumas, vėliau sutrinka kvėpavimas, prarandama sąmonė. Išmetamosios dujos toksiškai veikia dėl:

- deguonies trūkumo kvėpuojamame ore;

- dėl kraujyje susidariusių karboksihemoglobino ir methemoglobino (hemoglobinas + azoto oksidas) sukeltos heminės hipoksijos;

- dėl plaučių audinio pažeidimo azoto oksidais.

Mažos išmetamųjų dujų dozės per ilgą laiką žmogui sukelia lėtinio apsinuodijimo simptomus: galvos skausmus, greitą nuovargį, miego sutrikimus.

19.2. Apsinuodijimas anglies monoksidu

Išskridęs iš Kanzas Sičio į Misurį ir pakilęs įreikiamą 1676 metrų aukštį, 47 metų Robas Frayseras jungė automatinį vienmotorio lėktuvo "Piper Comanche" valdymą. Nuskrیدęs apie 100 kilometrų pilotas prarado sąmonę. Lėktuvas skrido toliau, o kai pasibaigė degalai, nusklendė ant žemės. Lėktuvas apsnigta pieva slydo apie 150 metrų, po to įsirėžė į medžius. Pilotas sąmonės praradimo priežastimi buvo apsinuodijimas anglies monoksido dujomis, kurios skverbėsi iš nesandarios išmetimo sistemos ir pateko į kabinos šildymo sistemą. Jei lėktuvo variklis būtų dirbęs kiek ilgiau, pilotas, jei nebūtų užsimušęs, būtų žuvęs nuo anglies monoksido dujų. (1997 12 12 "Lietuvos Rytas".)

Anglies monoksidas (CO), arba smalkės, veikia nepastebimai ir mirtinai. Nevisiškai sudegus kurui susidaręs anglies monoksidas yra aviacinėje praktikoje dažniausiai pasitaikantis dujinis nuodas. Laikoma, kad CO per visą žmonijos istoriją nusinešė daugiau gyvybių, negu bet kurios kitos dujos. Smalkės yra bespalvės, bekvapės, truputį lengvesnės už orą. Kadangi jos neturi kvapo, jų buvimą reikia tikėtis visur, kur tik juntamas išmetamųjų dujų kvapas. Smalių koncentracija kraujyje priklauso nuo:

- dujų koncentracijos ore;
- plaučių ventiliacijos (kvėpavimo dažnio ir gylio);
- hemoglobino koncentracijos kraujyje;
- buvimo smalkėmis užterštame ore laiko.

CO apie 210 kartų stipriau už deguonį jungiasi su hemoglobinu, taigi, ilgą laiką kvėpuojant oru, kuriame yra nedidelė CO koncentracija, galima labai apsinuodyti. Kraujyje esant 10-30% COHb, žmogus skundžiasi bendru silpnumu, galvos svaigimu ir skausmu, pykinimu. Kai COHb kiekis kraujyje viršija 40%, sutrinka kvėpavimas ir širdies veikla, prasideda traukuliai, oda įgauna ryškiai rožinę spalvą.

Anglies monoksido poveikis priklauso ir nuo skrydžio aukščio. Atskirai, ir hipoksija, ir nedideli CO kiekiai kvėpuojamame ore yra nekenksmingi, tačiau kartu šie faktoriai labai pablogina įgulos narių savijautą ir darbingumą. Kaip jau minėta anksčiau, vieną po kitos surūkius 3 cigaretes ar apie 30 cigarečių per parą, kraujyje susidaro iki 10% COHb. Tokiam anglies monoksido kiekiui iš organizmo pašalinti reikia visos dienos, nes CO kiekis kraujyje perpus sumažėja per 4 h.

Įtarus kabinos ore esant anglies monoksido, įgula turi išjungti šildymo prietaisus ir, jei įmanoma, pradėti kvėpuoti 100% deguonimi.

19.3. Apsinuodijimas aviaciniu benzinu

Aviacinis benzinas yra hidrokarbonatų ir specialiųjų priedų - antidetonatorių ir stabilizatorių - tetraetilšvino ar ksilidino mišinys. Aviacinio benzino garai yra dvigubai nuodingesni už automobilinio benzino garus. Apsinuodyti galima perpilant benzina į naudojant kaip tirpiklį ar valiklį, valant kuro bakus. Visiškai išgaravus 1 litrui aviacinio benzino susidaro 65,6 l garų, kurie yra sunkesni už orą. Apsinuodyti aviacinio benzino garais galima jų kvėpus; toksinis poveikis pasireiškia po kelių minučių. Esant labai didelei benzino garų koncentracijai ore, sąmonę galima prarasti akimirksniu. Ūmiai apsinuodijus (benzino koncentracijai ore viršijant 15 mg/l), peršti akis, jos ašaroja, žmogus tampa sujaudintas, prasideda kalbos, klausos ir regėjimo sutrikimai, dezorientacija, vėliau - traukuliai ir mirtis.

Apsinuodijus aviacinio benzino garais žmogų reikia išnešti iš užterštos aplinkos, nurengti užterštus drabužius, duoti kvėpuoti deguonies. Jei benzino pateko į skrandį - išplauti skrandį. Lėtinio apsinuodijimo pradžia būna neaiški. Jo simptomai: rankų drebulys, mažėjanti kūno masė, arterinio kraujospūdžio svyravimai. Lėtinio apsinuodijimo atveju reikia organizmą stiprinti C, B, PP vitaminų preparatais.

19.4. Apsinuodijimas aviaciniu žibalu

Aviacinis žibalas yra mažiau nuodingas už aviacinį benzina apsinuodijama juo rečiau. Aviacinio žibalo toksiškumą didina jo priedai (pvz., etilenglikolis). Skystu pavidalu jis gali net prasiskverbti pro nepažeistą odą. Pakvėpavus žibalo garais ilgesnį laiką pasireiškia pykinimas, silpnumas, galvos skausmai, dingsta apetitas. Dėl vietinio audinio žalojančio poveikio susergama bronchitu. Išgėrus aviacinio žibalo, sudirginamas skrandis - žmogus vemia, jam skauda pilvą galvą.

Pagalba apsinuodijus aviaciniu žibalu tokia pat, kaip ir apsinuodijus benzinu.

19.5. Apsinuodijimas tetraetilsvinu

Tetraetilšvinas, naudojamas kurui kaip antidetonatorius, yra labai nuodingas. Apsinuodyti galima ir įkvėpus jo garų. Ir patekus jam ant odos. Tetraetilšvino kiekis aviaciniuose kuruose yra labai mažas (2,5 g/ 1 l kuro). Tetraetilšvinu apsinuodyti galima valant kuro cisternas, kuriose jis būna susikaupęs nuosėdose. Apsinuodijus pažeidžiama centrinė nervų sistema. Būdingi simptomai: nemiga, psichikos dirglumas ir nestabilumas, pykinimas, vėmimas, raumenų skausmai ir silpnumas.

19.6. Apsinuodijimas tepalais

Tepalai gali būti mineraliniai ir sintetiniai. Normaliomis sąlygomis tepalai pasižymi mažu lakumu, todėl apsinuodyti jų garais praktiškai neįmanoma. Kontaktuojami su oda, tepalai nuo jos pašalina riebalus; po ilgalaikių ir dažnų odos kontaktų su tepalais susergama odos ligomis. Įkaitę tepalai skyla, yra ir išsiskiria sudėtingos sudėties garai. Šie garai turi nemalonų kvapą ir labai dirgina kvėpavimo takų gleivinę. Sunkiais apsinuodijimo tepalo garais atvejais pabrinksta plaučiai, sutrinka kvėpavimas.

19.7. Apsinuodijimas aušinimo skysčiais

Aušinimo skystis yra skirtingomis proporcijomis vandeniu skiestas etilenglikolis. Nuodingas yra tik patekęs į virškinamąjį traktą. Išgertas etilenglikolis greitai rezorbuojasi į kraują. Iš organizmo pašalinama pro inkstus (apie 30%) ir kepenis (apie 60%), todėl šie organai labiausiai jo pažeidžiami. Nors etilenglikolis yra lakus, jo garai, įkvėpti su oru, nesukelia jokių apsinuodijimo požymių, išskyrus lengvą kvėpavimo takų sudirginimą.

19.8. Apsinuodijimas hidrauliniiais skysčiais

Hidrauliniai skysčiai, kaip ir tepalai, yra mineraliniai ir sintetiniai. Mineralinių hidraulinių skysčių poveikis žmogaus organizmui panašus į tepalų poveikį. Sintetiniams hidrauliniams skysčiams patekus ant odos ar gleivinės, pasireiškia vietinis dirginantis poveikis, o skystis lengvai patenka į kraują ir sukelia negrįžtamus širdies, kepenų, inkstų ir kepenų pažeidimus. Pirmoji pagalba - kuo greičiau švariui audinio gabalėliu nuvalyti patekusį ant odos tepalą ar hidraulinį skystį, vėliau tą vietą nuplauti vandeniu su muilu. Patekus skysčio į akį praplauti šaltu vandeniu ir kreiptis į gydytoją.

Įkaitęs iki 170-200 °C hidraulinis skystis skyla ir susidaro garai. Įkvėpus šių garų, sudirginami kvėpavimo takai, o, pakvėpavus oru, kuriame yra didelė garų koncentracija, gali prasidėti degeneraciniai kepenų, širdies ir nervų sistemos pokyčiai.

19.9. Apsinuodijimas ugnį gesinančiomis medžiagomis

Ugnies gesinimui skirtos medžiagos tampa nuodingos, kai gesinant ugnį jos įkaista ir išsiskiria dūmai. Įgulos nariai dūmuose gali atsidurti gesindami ugnį portatyviais gesintuvais arba dūmams patekus į ventiliacijos sistemą. Naudojamos trijų rūšių ugnį gesinančios medžiagos: halogenizuoti hidrokarbonatai, anglies dvideginis ir putos.

a) haigenizuotų hidrokarbonatų mišinys yra naudojamas masyviems ugnies židiniams gesinti. Šį mišinį sudaro anglies tetrachloridas, chlorobromometanas, dibromodifluorometanas ir bromotrifluorometanas. Įkvėpus jų, per keletą minučių pasireiškia sunkaus apsinuodijimo požymiai. Pirmiausia pažeidžiama nervų sistema - dėl narkotizuojančio poveikio sumažėja raumenų tonusas, slopinama sąmonė, atsiranda bendras silpnumas ir nuovargis, pilvo skausmai. Gali būti pažeidžiamas akies optinis nervas - tada siaurėja regėjimo laukas. Praėjus kelioms valandoms po apsinuodijimo, patamsėja šlapimas, sumažėja jo kiekis - tai rodo inkstų pažeidimą. Atsiradusi gelta rodo kepenų pažeidimą.

b) anglies dvideginis. Mažos anglies dvideginio koncentracijos kvėpuojamame ore stimuliuoja kvėpavimą. Anglies dvideginis gesinant ugnį nuodingas tampa dėl didelio jo kiekio. Kol CO₂ koncentracija ore nesiekia 2%, tik pagilėja ir padažnėja kvėpavimas, pagreitėja pulsas, pakyla arterinis kraujospūdis. Ilgiau kvėpuojant oru, kuriame yra 2-3% CO₂, atsiranda diskomforto jausmas ir pasunkėja kvėpavimas. Kai CO₂ koncentracija ore yra apie 20%, žmogus per kelias minutes praranda sąmonę. Kadangi anglies dvideginis yra sunkesnis už orą jis kaupiasi žemesnėse uždarytose patalpų vietose. Pajutus ar įtarus kabinose esant CO₂, reikia jungti ventiliaciją, ir, jei įmanoma, pradėti kvėpuoti 100% deguonimi.

c) putos yra sukurtos iš baltyminių medžiagų. Jos nenuodingos.

20. Išgyvenimas ekstremaliomis sąlygomis

Šiuolaikiniai karo ir civiliniai orlaiviai skraido dideliais atstumais, įvairiomis meteorologinėmis sąlygomis ir virš viso Žemės paviršiaus. Nors skrydžiai ir labai saugūs, visgi išlieka avarinio nusileidimo ant žemės ar į vandenį tikimybė, (gulai gali tekti atsidurti toli nuo gyvenamų vietų. Amerikiečių tyrėjas Daniel J. Johnson teigia, kad 75% aviacinių avarių žūsta žmonės ir tik 15% aviacinių avarių žūsta visi skridę žmonės.

Išgyvenimas - aktyvi ir tikslinga veikla autonominėmis sąlygomis, padedanti išsaugoti gyvybę, sveikatą ir darbingumą. Ją sudaro:

- psichologinio streso įveikimas;
- efektyvus avarinės įrangos bei parankinių priemonių panaudojimas apsaugant nuo nepalankių aplinkos faktorių;
- apsirūpinimas vandeniu ir maistu;
- orientavimasis ir judėjimas aplinkoje.

Išanalizavus žmonių elgesį ypatingomis sąlygomis (orlaivio avarija, gaisras, laivo avarija), pastebėta, kad 12-25% iš jų į pavojų reaguoja isterija, pasireiškiančia arba dideliu susijaudinimu ir chaotiška veikla, arba slopinimu ir visišku nesugebėjimu tikslingai veikti; 50-70% žmonių patiria situacinę panikos reakciją - būna apstulbę ir nepakankamai aktyvūs, bet galintys tikslingai veikti ir tik 12-25% žmonių išlaiko savitvardą, greitai įvertina situaciją ir racionaliai veikia. Praėjus kuriam laikui, dauguma nurimsta, prisitaiko prie pasikeitusių sąlygų ir prisideda prie bendros veiklos.

Ar žmogus išgyvens priklauso nuo aplinkos sąlygų. Arktis ir tropikai, kalnai ir dykumos, taiga ir okeanas - visoms šioms gamtinėms zonoms būdingi charakteringi ypatumai. Žmogus jau įrodė, kad gali atlaikyti pačius sunkiausius gamtos išbandymus, tačiau atsitiktinai į neįprastą vietą pakliuvusiam žmogui dažnai būna sunku išgyventi.

20.1. Avarinė atsarga

Priverstinio nusileidimo negyvenamoje vietoje atvejui įgulos narių ir keleivių gyvybei palaikyti orlaiviuose yra sukomplektuota pačių reikalingiausių daiktų, maisto ir ryšio priemonių atsarga. Nešiojamoji avarinė atsarga skirta įgulos nariams, borto avarinė atsarga - tai priemonių kompleksas, skirtas įgulai ir keleiviams. Yra daug avarinės atsargos tipų, kurie skiriasi savo konstrukcija, dydžiu ir sudėtimi, tačiau visų jų turinys susideda iš 7 dalių:

- 1) radijo ryšio priemonės - radiošvyturiai, TB ir UTB stotelės;
- 2) vizualinės signalizacijos priemonės: signalinės raketos, dažymo milteliai, veidrodėlis;
- 3) avarinė maisto atsarga: konservuoti, kondensuoti maisto produktai;
- 4) avarinė vandens atsarga: bakai vandeniui laikyti ir transportuoti, priemonės vandeniui išgauti ir išvalyti;

- 5) priemonės stovyklavietei į-engti: kompasas, nešlampantys degtukai, sausasis kuras, peilis-kirvis, žvejybos jankių kompleksas;
- 6) plaukimo priemonės - pripučiamos valtys ar plaustai;
- 7) vaistinė.

Nešiojami avarinė atsarga sveria apie 6,5-10,5 kg. Be pagrindinio rinkinio, yra jūrinis, dykumų ir siaurės variantai. Jūriniame papildomai yra pripučiamas valtis, vandens gėlinimo preparatas ir **fluoroscelno** ar **uranino** milteliai vandeniui nudažyti. Dykumų variante papildomai yra du 3 l talpos vandens bakeliai, šiaurės variante - slidės ir fluoresceino milteliai.

20.2. Mityba autonominėmis sąlygomis

Avarinė maisto atsarga gali patenkinti tik dalį organizmo poreikių, bet jos buvimas labai svarbus ir psichologiškai, nes žmogui nekyla bado mirties baimė. Avarinė maisto atsarga sudaroma iš tokių produktų, kurie mažiau sveria, bet turi daug maistinės vertės ir kalorijų. Tam naudojami tradiciniai konservuoti produktai: mėsa, sūris, cukrus, šokoladas, [vairūs paštetai. Avarinės atsargos maisto produktus rekomenduojama naudoti vėliausiai, o prieš tai, jei įmanoma, maitintis sumedžiotu, sužvejotu maistu ar surinktais valgomaisiais augalais. Valgyti reikia ne rečiau kaip du kartus per parą būtina gerti daug skysčių - arbatų iš žemuogių, mėlynių lapų ar kitokių. Bet kokiomis sąlygomis kartą per parą reikėtų pasigaminti karšto maisto.

20.3. Apsirūpinimas vandeniu

Autonominio gyvavimo sąlygomis, ypač karšto klimato rajonuose, vandeniui apsirūpinti yra svarbiau negu maistu. Šalto klimato rajonuose vandens šaltinį rasti nesunku; daug sunkiau vandenį rasti dykumoje, kur reikia žinoti reljefo ypatumus ir specialius vandens šaltinių požymius. Radus stovinčio ar lėtai tekančio vandens, prieš geriant jį reikia nukentkinti. Tam naudojami specialūs preparatai iš avarinės atsargos: **pantocidas**, **jodidas**, tačiau geriausiai vanduo nukentksminamas jį virinant.

20.4. Medicinos pagalba

Orlaivio gedimo ar avarijos atveju gelbėjantis ir šokant su parašutu, katapultuojantis ar tupiant avariniu būdu, įgulos nariai ir keleiviai gali gauti įvairaus sunkumo traumas. Tokiais atvejais dažniausiai pasitaikančios traumos yra sumušimai, kaulų lūžiai, nudegimai. Literatūros duomenimis, sėkminga autonominio gyvavimo baigtis, jei žmogus per pirmą parą buvo traumotas, sumažėja 80%, todėl svarbu, kad įgulos nariai mokėtų suteikti pirmąją pagalbą sau ir kitiems. Reikia mokėti stabdyti kraujavimą aprišti žaizdą pagelbėti sustojus kvėpavimui, maksimaliai efektyviai panaudoti vaistinėje turimus medikamentus.

20.5. Kaip išgyventi Arktyje

Arkties klimatui būdingas ilgas žemos temperatūros periodas. Vidutinė oro temperatūra Arktyje nepakyla virš 0 °C, o žiemą vidutinė oro temperatūra būna apie -50 °C. Vasarą lyja ir tvyro rūkiai. Tai trukdo kelionėje orientuotis. Giliai įšalusios tundros dirva vasarą atšyla iki keliasdešimt centimetrų gylio. Polaidžio vandenys, neturėdami nuotėkio, telkšo paviršiuje, susiliedami į pelkes ir upelius. Dirvožemio paviršius būna klampus, juo eiti sunku.

Nesvarbu, kur beatsidurtų žmonės, tarp ledų ar tundroje, pirmiausia jie turi apsisaugoti nuo šalčio. Kadangi net patys šilčiausi drabužiai kūno šilumą sulaiko tik neilgam, pirmasis rūpestis yra laikino būsto statyba. Kai žema temperatūra, pučia stiprus vėjas, o žmogus blogai apsirengęs ir neturi užuobėgos, jis greitai atšąla. Dar greičiau jis sušąla pervargęs, alkanas, nukraujavęs ir kt. Arktyje geriausia statybinė medžiaga yra sniegas. Jis dėl savo struktūros (jį sudaro 90% oro) pasižymi gera šilumine izoliacija. Todėl sniego nameliuose oro temperatūra būna 15-20 °C aukštesnė už išorės temperatūrą, o viduje šildant orą žvake, skirtumas gali padidėti iki 25 °C. Sniego namelį galima pašildinti iš išorės ir vidaus - apkloti parašutu audiniu.

Arktyje oras yra sausas. Dėl to pakinta organizmo skysčių ir druskų pusiausvyrą, žmogus dažniau šlapinasi ir praranda organizmo skysčių. Fizinis darbas dėvint sunkius rūbus skatina prakaitavimą kyla vadinamasis "**poliarinis troškulys**". Norint išvengti dehidratacijos, per parą reikia išgerti ne mažiau kaip 2-3 litrus skysčio.

Atsispindėdami nuo sniego saulės spinduliai sukelia akių gleivinės ir tinklainės nudegimą, vadinamą "**sniego aklumu**". Jo požymiai: didelis akių skausmas ir ašarojimas, pablogėjęs regėjimas. Akis apsaugo akiniai su UV spindulių filtrais ar parankinės priemonės, mažinančios atsispindinčių nuo sniego spindulių patekimą į akis.

Kad ir kokia didelė būtų avarinė maisto atsarga, anksčiau ar vėliau tenka pasieškoti vietinio maisto. Turint reikalingus reikmenis, maisto atsargas nesunku papildyti žvejojant ir medžiodant. Tačiau nerekomenduojama valgyti nepakankamai termiškai apdorotą gyvūnų ar žuvų mėsą, nes galima užsikrėsti parazitinėmis kirmėlėmis, trichinelėmis (jomis yra užsikrėtę dauguma Arkties žuvų ir žinduolių).

20.6. Kaip išgyventi taigoje

Taigos klimatui būdinga santykinai trumpa karšta vasara, po kurios prasideda lietingas ir vėjuotas ruduo ir šalta žiema. Vasarą oro temperatūra yra apie 27-30 °C šilumos, žiemą - apie -40-50 °C šalčio. Fauna gausi ir įvairi. Pavoingos yra erkės, kurios gali užkrėsti erkinio encefalitu ar kitomis virusinėmis ligomis. Ant kūno aptikus erkę, iškart jos traukti negalima. Pirmą erkę reikia patepti spiritu, jodu ar pabarstyti druska, o, jei nukritus, įkandimo vietą dezinfekuoti. Pavasarį ir vasarą daugiausia nemalonių sukelia kraują šilumantis vabzdžiai - uodai ir musės. Nuo jų apsisaugoma specialiais vabzdžių nubaidančiais preparatais, kurie naudojami tepalų, aerozolių ar losjonų pavidalu. Lauko sąlygomis vabzdžius nubaido rūkstantis laužas.

20.7. Kaip išgyventi dykumoje

Dykumų klimatui būdingas mažas kritulių kiekis, aukšta oro temperatūra (iki 50 °C pavėsyje), didelis oro ir dirvos paros temperatūros svyravimas. Oras švarus, todėl tolimi objektai atrodo arčiau esantys, negu yra iš tikrųjų. Tiesioginiai saulės spinduliai dirvožemį įkaitina iki 70-80 °C. Dykumose, esančiose netoli Atlanto vandenyno, Persų įlankos, oro drėgnumas siekia 80%, būna rūkiai. Karakumų, Gobio dykumose vasara sausa ir karšta, žiema - šalta ir besniegė. Dykumų augmenija skurdi. Joje veisiasi smulkūs žinduoliai graužikai ir ropliai, kurių dauguma nuodingi.

Žmonės, po avarinio nusileidimo atsidūrę dykumoje, vargina karštis, intensyvi saulės radiacija, stiprūs vėjai, trūksta vandens. Dykumoje žmogaus organizmas iš aplinkos gauna daug šilumos. Jos atidavimo aplinkai mechanizmai - konvekcija, spinduliavimas ir perdavimas tampa neefektyvūs; šiluma organizme kaupiasi. Jos pusiausvyrą palaiko suintensyvėjęs išgarinimas, dėl ko per parą gali būti prarandama iki 10-12 l skysčių. Atsidūręs dykumoje, žmogus turi apsisaugoti nuo karščio, kiek galima sumažinti kūno šilumos gamybą ir kiek galima daugiau jos atiduoti aplinkai. Pasislėpus po paprastu tentu, šešėlyje, dėl saulės radiacijos gaunamos šilumos kiekis sumažėja 70%, be to, neįkaista smėlis. Dienos metu iki minimumo reikia apriboti bet kokią fizinę veiklą. Vandens ir maisto paiešką, stovyklavietės tvarkymo darbus reikia dirbti naktimis ar ankstyvomis rytinėmis valandomis. Jei vandens išgeriama 10-15 l per parą, šilumos pusiausvyrą gerai palaikoma išgarinimo būdu, tačiau kai vandens trūksta išgeriama nepakankamai, jo praradimas su praskaitu nekompensuojamas ir pasireiškia dehidracija. Turimą vandenį rekomenduojama gerti nedidelėmis 80-100 ml porcijomis, tada beveik visas jo kiekis paverčiamas prakaitu.

Vandens gavyba dykumoje yra nelengvas darbas. Vandens šaltinius padeda rasti augalai indikatoriai, pavyzdžiui, Sacharoje - palmės, Azijos dykumose - "ryairialapis topolis. Dykumų ežeriuose vanduo yra labai sūrus ir gerti netinkamas, bet juo galima sudrėkinti darbužius ir taip sumažinti organizmo vandens praradimą. Avarinėje atsargoje yra saulės kondensatorius - plona polietileno plėvelė vandeniui iš dirvos išgauti. Iškasus 1 m spindulio 50-60 cm gylio duobą, ji uždengiama polietileno plėvele. Praeidami pro ją saulės spinduliai išildo smėlį, vanduo iš jo garuoja, kondensuojasi ant plėvelės ir po to suteka į rinktuvą. Saulės kondensatoriumi per parą galima surinkti apie 1,5 l vandens.

Dykumos driežų, gyvačių mėsa yra tinkama maistui, galima pasirinkti augalų šaknų, ūglių ir vaisių.

Dykumoje pavojų kelia nuodingosios gyvatės - giurza, eta ir kitos. Įkandus gyvatei, įkandimo vietą reikia įpjauti kryžmai, rūpestingai iščiulpti nuodus, žaizdą dezinfekuoti spiritu. Jei gyvatė įkando į ranką ar koją, pažeistą galūnę reikia fiksuoti prie kieto pagrindo. Draudžiama pažeistą galūnę veržti ar nukentėjusiajam duoti išgerti alkoholio, nes tai jo būklę tik pablogins.

Žmogui pavojingi yra ir kai kurie voragyviai - skorpionai, karakuliai. Įgėlus skorpionui, aplinkui įkandimo vietą oda parausta, patinsta ir būna skausminga. Retais atvejais pasireiškia bendras organizmo apnuodijimas. Pavojingesnis yra karakurto patelės įkandimas. Po 5-10 min įkandimo vietą pradeda skaudėti, skausmas išplinta į pilvo, krūtinės ir nugaros raumenis. Darosi silpna, pykina, svaigsta galva, [kandus voragyviui, įkandimo vietą reikia tuoj pat prideginti uždegto ir užpusto degtuko galvute. Kadangi nuodai būna negiliai po oda, degtuko temperatūros pakanka jiems suardyti. Po to ant žaizdelės reikia uždėti 0,5% kalio permanganato tirpalo tvarstuką.

20.8. Kaip išgyventi džunglėse

Džiunglių klimatui būdinga aukšta vidutinė oro temperatūra ir santykinai didelė oro drėgmė. Dažni tiršti rūkai. Augmenija yra visada žaliuojanti, daugiaaukštė. Ypač sunku išgyventi antriniame tropiniame miške, kuriame veši tankūs ir kartais nepraeinami krūmai, žolynai, lianos ir bambukai. Džiunglėse gyvena beveik visos žinomos žinduolių, paukščių ir amfibijų rūšys. Tarp daugelio gyvačių rūšių daugiau kaip pusė iš jų yra nuodingos.

Žmogų, pirmą kartą pakliuvusį į džungles ir neturintį supratimo apie džunglių augmeniją ir gyvūniją apima baimė ir pavojaus nuojauta. Tačiau laikui bėgant apsiprantama ir tropikų miškas taip nebegąsdina, ypač jei tenka įveikti kliūtis. Geriamojo vandens galima pasisemti iš upės ar upelio, be to, daug vandens turi kai kurie augalai: lianos, bambukai, baobabai. Bambuko kamieno segmente kartais gali būti iki 0,5-0,8 l vandens. Kaip ir kitose geografinėse zonose, be maisto, gauto iš žuklės ir medžioklės, gali būti valgomi ir kai kurie augalai. Pakliuvusiems į nelaimę padeda daug kur tropikuose augantis bambukas. Jo yra valgomi jauni 20-25 cm ūgliai.

Džiunglėse galima apsinuodyti nevalgomais ar nuodingaisiais augalais, užsikrėsti parazitinėmis ligomis, jeigu valgoma nepakankamai apdorota mėsa, žuvis ar vaisiai. Sveikatai pavojų kelia uodai, moskitai, kiti kraują siurbiantys vabzdžiai, pernešantys tropinių ligų sukėlėjus.

20.9. Kaip išgyventi vandenyje

Avarinio nusileidimo į vandenį atvejui įgulos yra aprūpintos specialiomis individualiomis ir kolektyvinėmis pripučiamomis gelbėjimo priemonėmis. Tai liemenės, diržai, vienvietės valtys ir plauštai, daugiavietės valtys ir plauštai. Šiuo metu yra naudojami plauštai, kurie, palyginti su valtimis, geriau laikosi ant vandens, geriau apsaugo žmones nuo saulės, vėjo ir bangų.

Plaukiant autonomiškai, didelė problema yra geriamasis vanduo. Ir eksperimentiškai, ir analizuojant laivų avarijas buvo nustatyta, kad, geriant jūros vandenį, kuriame yra iki 3,5% druskų, pasireiškia sunkūs virškinamojo trakto, širdies ir kraujagyslių, centrinės nervų sistemos pakenkimai. Taigi jokiais sąlygomis jūros vandens gerti negalima. Druskai iš vandens pašalinti nešiojamajame avarinėje atsargoje yra specialus cheminis preparatas. Viena komplekte esančio preparato pakanka 2,3 l jūros ar 1,5 l okeano vandens. Troškuliui malšinti tinka ir žuvų sultys: iš 1 kg menkės ar tuno mėsos galima išspausti iki 400 ml sulčių.

Šaltame vandenyje žmogaus gyvybei gresia didelis pavojus. Kadangi vanduo yra 26 kartus šilumai laidesnis už orą jame daug greičiau prarandama kūno šiluma. Yra sukurti specialūs jūriniai gelbėjimo kostiumai, aukštybiniai gelbėjimo kostiumai, hidrokomplezonai, su kuriais 0° C temperatūros vandenyje galima išbūti iki 20 h. Intensyviai judėti šaltame vandenyje rekomenduojama tik tada, kai netoli yra krantas ar plaukiojanti gelbėjimosi priemonė. Kitais atvejais reikia vengti judėti, nes 35-50% padidėja kūno šilumos nuostoliai.

Plaukiant autonomiškai maitintis galima žuvimi, planktonu ir jūros dumbliais. Dauguma okeano žuvų yra valgomos. Plauste esantiems žmonėms kelia pavojų nuodingosios medūzos, žuvis su nuodingais dygliais, o pakrantėje - nuodingieji moliuskai. Labai pavojingi yra rykliai. Norint išvengti šių plėšrūnų antpuolio, reikia laikytis tam tikrų taisyklių: negalima už borto į vandenį nuleisti rankų ar kojų, išmesti maisto likučių.

20.10. Kaip išgyventi kalnuose

Priverstinis nusileidimas kalnuose yra pavojingas. Leidžiantis parašiuoti į kalnus, lemiama įtaką turi vėjo greitis, kalno šlaito statumas, aikštelės dydis, augmenija. Keliaujant kalnais gali būti sunku orientuotis ir išlaikyti judėjimo kryptį. Dėl skaidraus oro atstumai atrodo mažesni, negu yra iš tikrųjų, todėl keliaujantiems nepavyksta taupiai paskirstyti savo jėgas. Keliaujant 2,5-4 kilometrų aukštyje, dėl oro stygiaus gali prasidėti kalnų liga. Jos simptomai: padažnėjęs širdies plakimas, dusulys nuo menkausio fizinio krūvio, galvos skausmai, euforija ar apatija. Atsiradus šiems simptomams, reikia leistis žemiau. Kalnų liga labiausiai jaučiama tris pirmąsias dienas.

20.11. Kaip išgyventi orlaivyje kilus gaisrui

Šiais laikais apie 30% žmonių po orlaivio avarijos lieka gyvi. Aukų skaičius gali padidėti po avarijos kilus gaisrui. Užsidedusios apdailos medžiagos, vidaus įranga išskiria nuodingąsias medžiagas: anglies monoksidą fosforo organinius junginius ir kitas. Dūmų temperatūra gali siekti 900 °C, o matomumas juose per 2 minutes sumažėja iki keliasdešimties centimetrų. Dėl didelės temperatūros net ir plonas dūmų sluoksnis palubėje gali sukelti apačioje esančių žmonių savaiminį drabužių užsiliepsnojimą. Jei prieš skrydį keleiviai buvo neinstrukuoti apie avarinių išėjimų išdėstymą, nesant šviesos signalizacijos, gaisro metu dažnai jie visiškai praranda orientaciją kyla panika. Apsisaugant nuo nuodingų dūmų, keleiviams rekomenduojama kvėpuoti pro sudrėkintą audinį - nosinę ar rankšluostį. Kai kuriuose lėktuvuose tam atvejui yra paruošti specialūs kapišonai. Saugantis nuo karščio galvą ir pečius reikia prisidengti.

Kritiška situacija, kurioje atsidūrus žmogaus gyvybei gresia pavojus, kiekvienu konkrečiu atveju yra skirtinga. Nuo įvairių aplinkos faktorių, nukentėjusiųjų būklės, turimų avarinių gelbėjimo priemonių, galimybės greitai vykdyti paieškos ir gelbėjimo darbus priklauso, ar žmogus ekstremaliomis sąlygomis išgyvens. Labai svarbios yra žinios ir patirtis, fizinė ir psichologinė ištvermė, greita reakcija ir sugebėjimas prisitaikyti prie naujų aplinkos sąlygų.