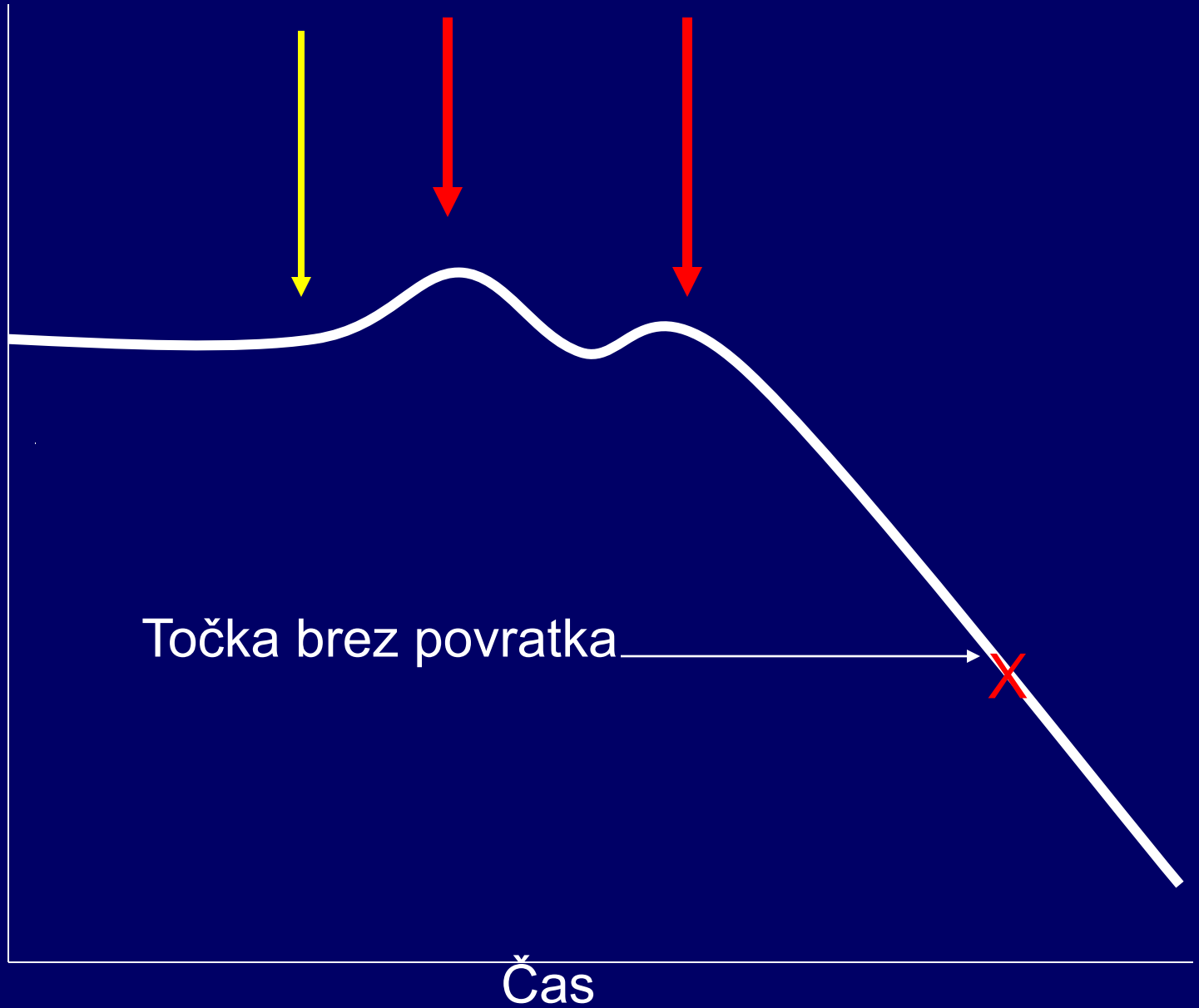


Kaj je letalska medicina ?

Letalska medicina, 1

- Uvod
- Cirkulatorni sistem
- Kisik in dihanje
- Živčni sistem, uho, sluh in ravnotežje
- Oko in vid
- Letenje in zdravje
- Spanje in utrujenost

Homeostaza



Človekove sposobnosti

- Zgodnja faza razvoja letalstva – nesreče zaradi slabe opreme
- Danes – moderni stroji, izboljšana navigacijska oprema, odlične meteorološke napovedi

vendar

- Nesreč ni manj – človekove sposobnosti so ostale nespremenjene

Človekove napake

- Konstruktorji
- Servisno osebje (gorivo, mazivo)
- Odgovorni za tovor, napačne teže

- Najpomembnejša vzgoja letalskega tima

Letenje po definiciji ni
nevarno, vendar ne
odpušča ne
površnosti ne
nesposobnosti

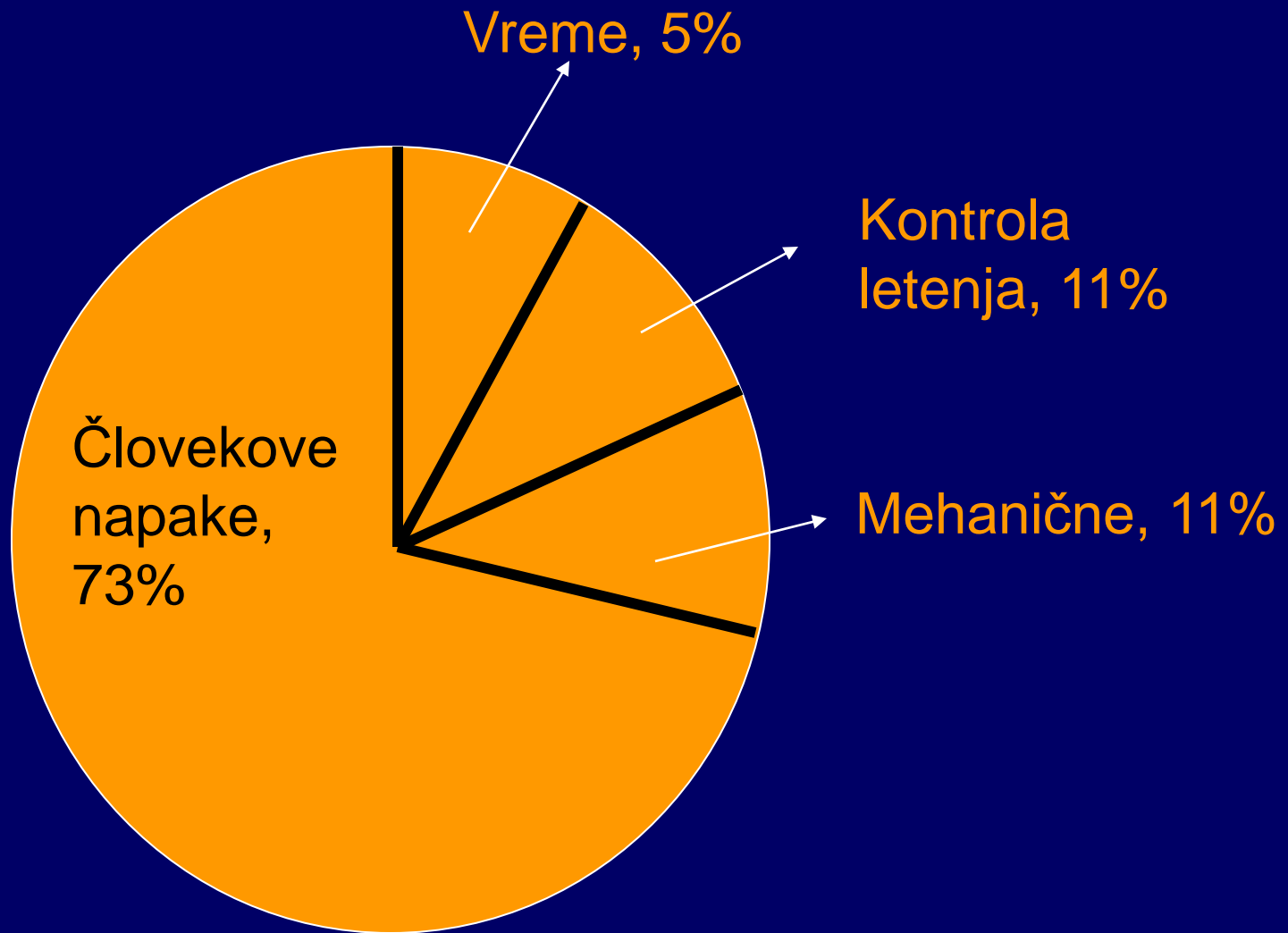
Človekove sposobnosti (“human factor”)

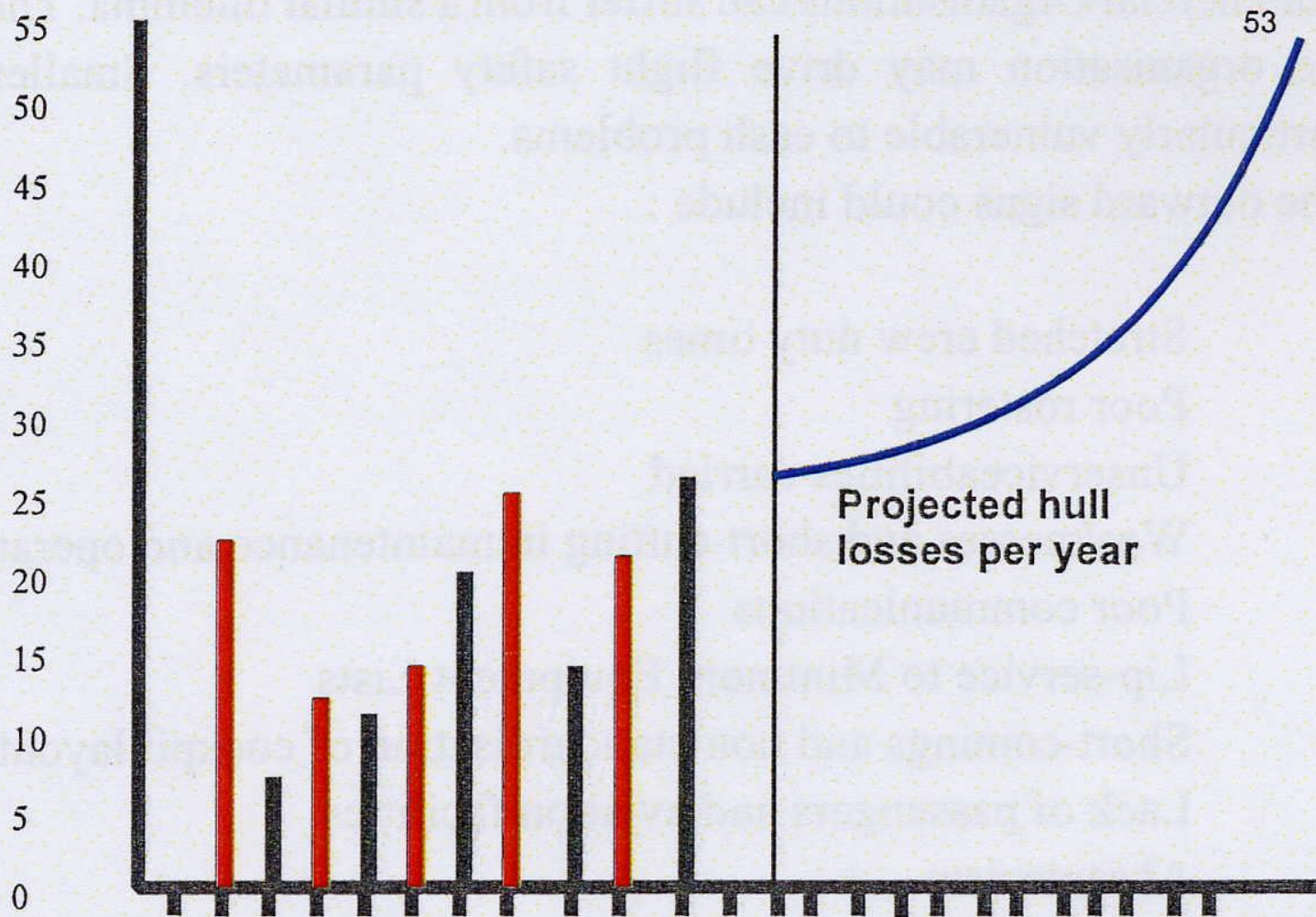
- **Odgovorne za varnost v vseh fazah letalstva**
- Zdravje, pripravljenost (fitness), dobro počutje
- Sposobnost opravljanja poklica
- Zavedanje, da si človekove napake možne
- Dobra presoja in zmožnost za odločitve
- Sposobnosti vodenja
- Koordinacija skupine
- Ugodno delovno okolje, dobra selekcija in dobra komunikacija

Kompetentni letalec

- Visok občutek odgovornosti
- Sposobnost opravljanja intelektualnih in letalskih zahtev
- Motivacija
- Dobra komunikacija
- Fleksibilnost
- Fizična sposobnost
- Zanesljiva, uravnovežena osebnost za delo v skupini, mirna v stresu, pozorna na detajle

- Razmerja nespremenjena od 1950





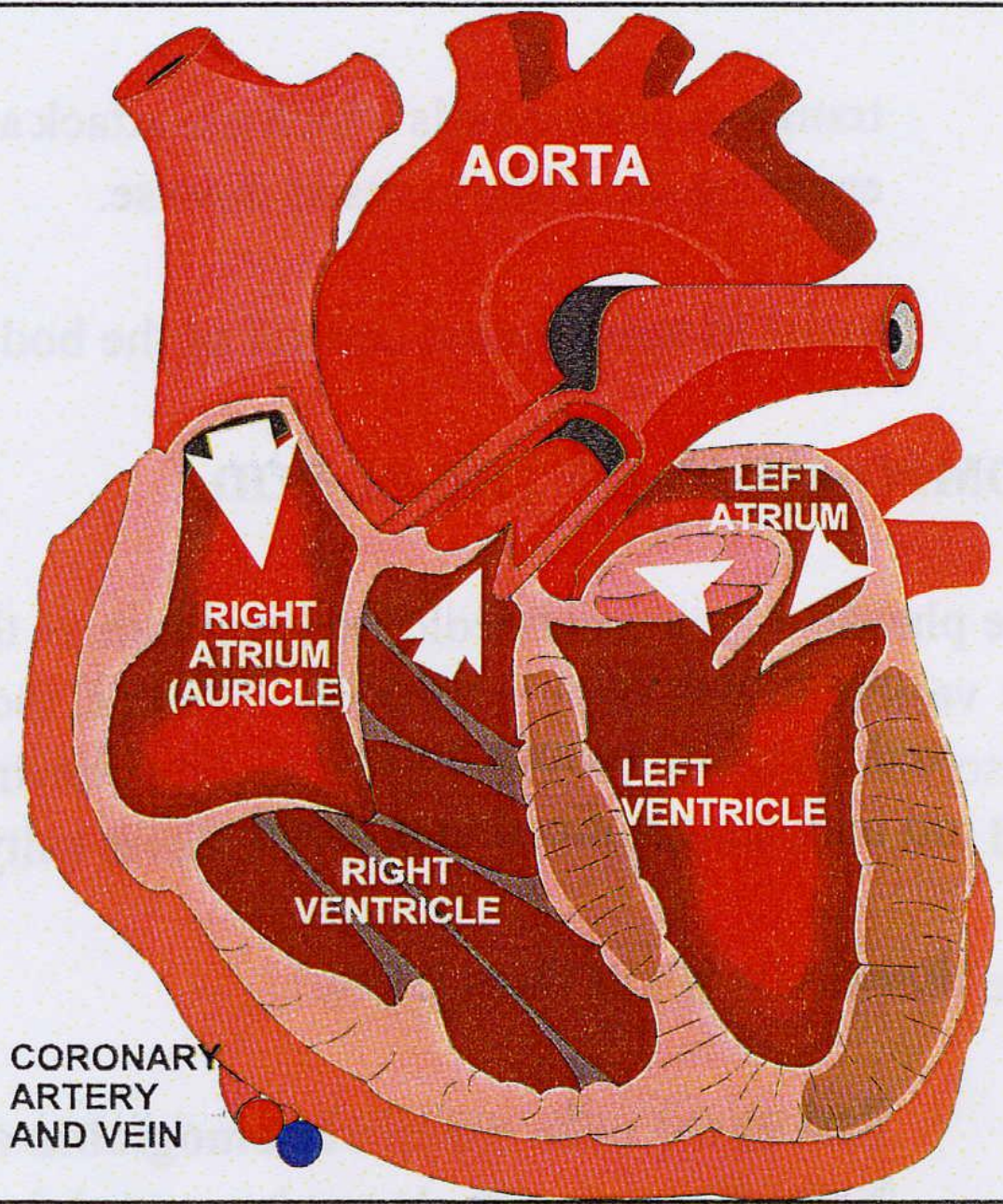
World Air Fatality Trends

One jet transport hull loss every week by the year 2010. Based on past 10 year's accident rates for worldwide fleets expected fleet growth. Source: Boeing

Cirkulatorni sistem

1. Kri

2. Žilni sistem s centralno črpalko



AORTA

**LEFT
ATRIUM**

**RIGHT
ATRIUM
(AURICLE)**

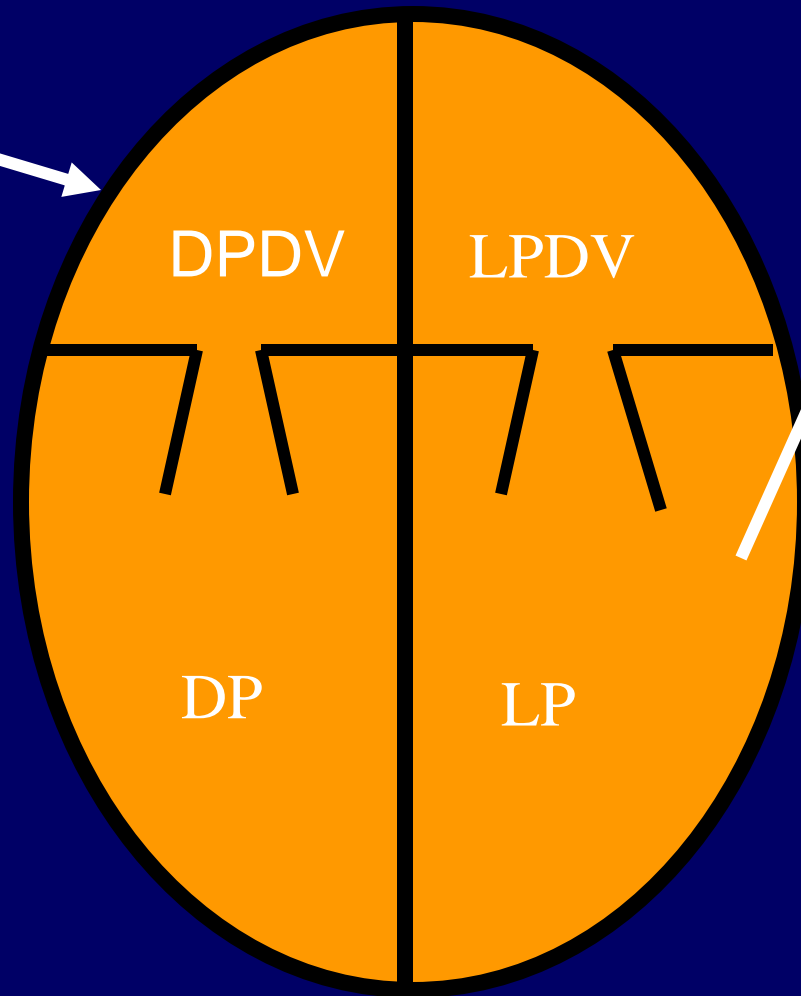
**LEFT
VENTRICLE**

**RIGHT
VENTRICLE**

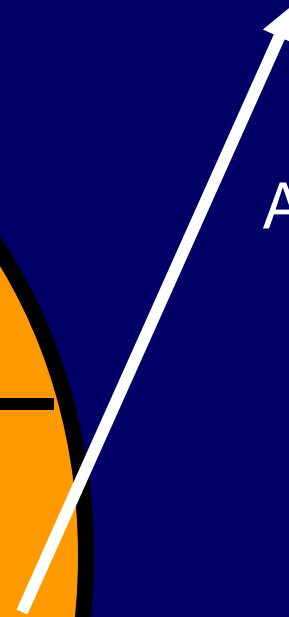
**CORONARY
ARTERY
AND VEIN**

Srcce

Venska kri



Arterijska kri



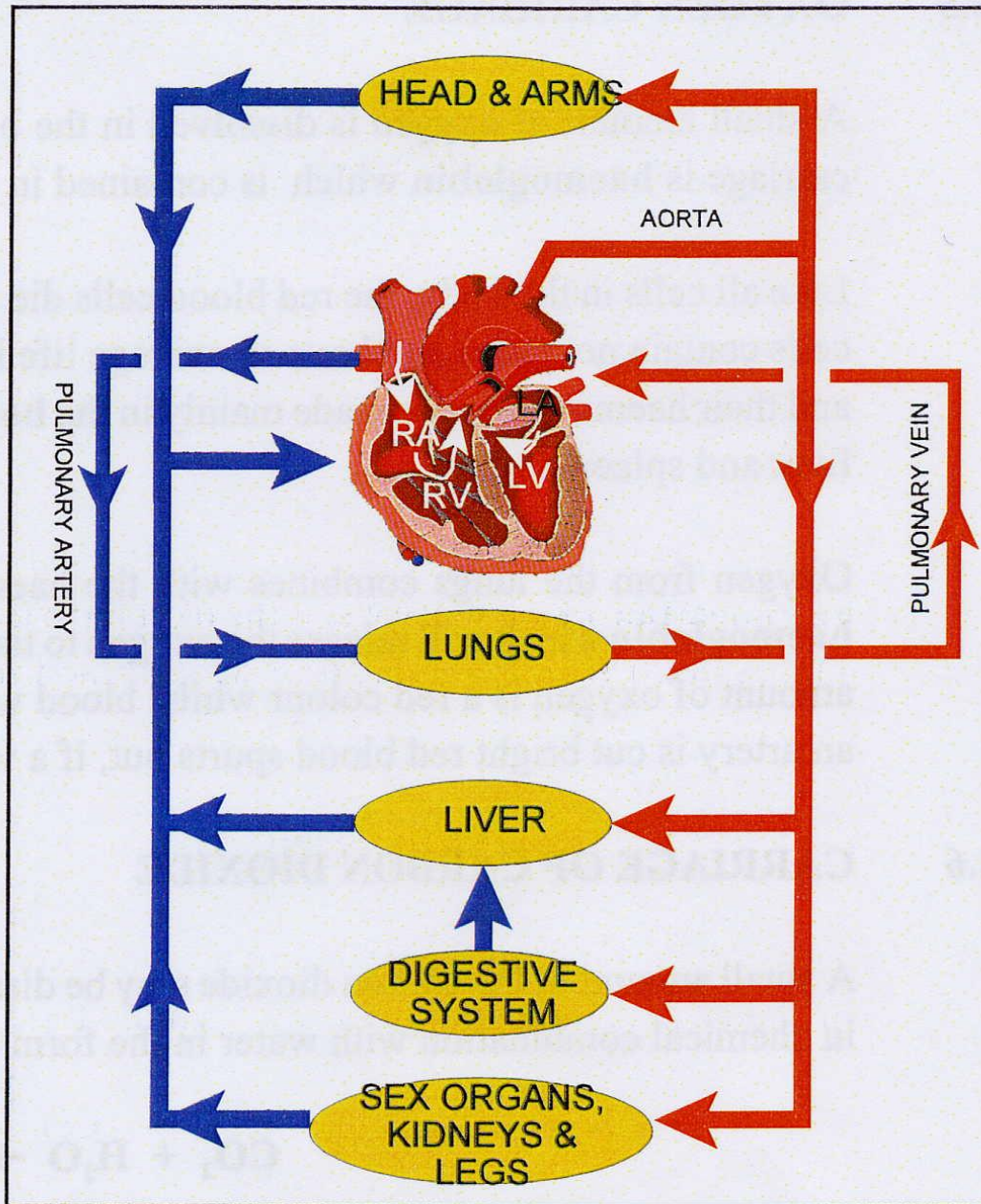


Figure 2.2. Human Blood Circulation.

Naloge krvi

- transport kisika in ogljikove dioksida
- transport hranljivih snovi v celice in odpadnih produktov iz celic
- transport kemičnih substanc (hormoni – adrenalin) za regulacijo delovanja in sekrecije organov
- transport specifičnih celic, ki napadajo in uničujejo mikroorganizme
- pomoč pri regulaciji telesne temperature

Sestava krvi

- Plazma (NaCl, glukoza, amino kisline, proteini, hormoni, encimi)
- Celice: eritrociti
levkociti
trombociti

Transport kisika

- Hemoglobin eritrocitov (malo v plazmi)
- Oksihemoglobin
- Eritrociti 108 dni

Transport CO₂

- Večina v obliki H₂CO₃
- Malo raztopljenega v plazmi

Notranje dihanje

- Karbohidrati + kisik =
energija + CO₂ + H₂O

Minutni volumen (5.0-5.5l/m)

- Volumen krvi iz levega prekata v aorto v minuti
- Utripni volumen – volumen krvi v aorto med enim utripom
- Frekvenca pulza – 70/min
- Minutni volumen premosorazmeren s frekvenco pulza (do 180/min)

Kaj vpliva na frekvenco pulza?

- Telesno delo
- Nadmorska višina
- Zunanja temperatura

- Fight or flight syndrome
- Šok
- Čustva (strah, zaskrbljenost, jeza)

Motena distribucija kisika

- Sistemske napake (srce, arterije, vene)
- Kri

Sistemske napake

- Motnje kontrolnih sistemov srca (srčni vzpodbujevalec)
- Koronarne bolezni
- Srčni napad (miokardni infarkt)

polovica umre, polovica ventrikularne fibrilacije (srčna masaža, umetno dihanje nato defibrilacija)

Predispozicijski dejavniki za srčni napad

- Družinska obremenjenost
- Starost
- Prejšnji kardiovaskularni problemi
- Zvišan krvni tlak
- Kajenje
- Zvišan krvni holesterol
- Premajhna telesna aktivnost
- Sladkorna bolezen

Cirkulatorni šok

- Hiter in slaboten pulz
- Bledica z modrim pridihom
- Zmedenost, strah
- Potenje rok in nog pri nizki telesni temp.
- Mišična slabost
- Kolabirane vene
- Izčrpan videz
- Zmanjšan volumen urina

Hipoksije

- Hipoksična
- Stagnacijska
- Histotoksična
 - Anemična

Ogljikov monoksid

- Nepopolno gorenje ogljika
- Izpušni plini in plini grelnih teles
- Karboksihemoglobin (250x večja afiniteta do hemoglobina kot kisik)
- Kumulativni efekt (večkratni let na letalu s povečano koncentracijo monoksida)

Simptomi, CO, 1

- Glavobol, pritisk okrog čela, vrtoglavica, navzea
- Motnje vida
- Splošni občutek letargije in slabosti
- Motnje v presoji
- Spremembe v osebnosti
- Motnje spomina
- Znižana frekveca pulza in dihanja

Simptomi, CO, 2

- Izguba mišične moči
- Rdečica obraza in češnjevo rdeče ustnice
- Krči
- Smrt

Pomoč, CO

- Ugasni gretje kabine
- Prenehaj s kajenjem
- Takoj začni z vdihavanjem kisika
- Povečaj dotok svežega zraka (ventilatorji, okna)
- Čimprej pristani

Povečana občutljivost na zastropitev s CO

- Višina
- Kajenje
- Starost
- Previsoka telesna teža
- Splošno zdravstveno stanje

Detektorji zvišane koncentracije CO

- Pogosto nadzorovanje med letom
- Dobro vzdrževanje

Kajenje

- Nikotin, smole, CO
- Pri 20 cigaretah dnevno – 7%
karboksihemoglobina = kot višina 4-5 000
- Pri kabinski višini 8 000 ft = skupna “višina”
12 000 ft, anemična hipoksija z reduciranimi
sposobnostmi in počasnejšimi reakcijami

Nikotin

- Motnje v cirkulaciji
- Zvišan krvni tlak (akutna zastrupitev)
- Kronična zastrupitev (ateroskleroza, kronični bronhitis, emfizem, zmanjšanje pljučne kapacitete, hiperacidnost, zmanjšana ostrina vida)

Cigaretetni katran

- Motnje difuzije
- Kancerogeneza

If you smoke – stop
If you don't smoke –
don't start

- Nekateri družbe ne šolajo pilotov, ki kadijo

Krvni tlak

- Systolični – pritisk srčne črpalke
- Diastolični – pritisk v arterijskem sistemu
- 140/120
- 160/95 JAR FCL3 - unfit

Vzroki hipertenzije

- Stres
- Kajenje
- Prehrana (maščobe, sol)
 - Starost
 - Zvišana telesna teža
- Zmanjšana telesna aktivnost
- Zoženje in rigidnost arterij

Kasni znaki hipertenzije

- Razbijanje srca
- Hitra zadihanost
- Bolečine v prsih
 - Glavoboli
- Krvavitev iz nosu

Znaki hipotenzije

- Letargija, utrujenost
- Zmanjšana odpornost proti vplivom šoka
- Pljučni edem
- Upočasnjena cirkulacija (zastajanje krvi)
- Zmanjšana odpornost na sile G

Presoreceptorji

- V karotidnem sinusu
- Regulirajo dotok krvi v CŽS
- Pri hipertenziji sporočijo možganom, da reducirajo frekvenco srca in znižajo periferni žilni upor
- Pozitivni pospeški G – tlak v možganih pade – receptorji višajo krvni tlak. Pri večjih pospeških, receptorji odpovedo – black-out

Krvodajalstvo

- Preventiva posttransfuzijske sinkope:
- 15 minut počitka leže
- Veliko tekočine
- Letenje šele čez 24 ur
- Mnenje letalskega zdravnika pred dajalsko akcijo

Kisik in dihanje

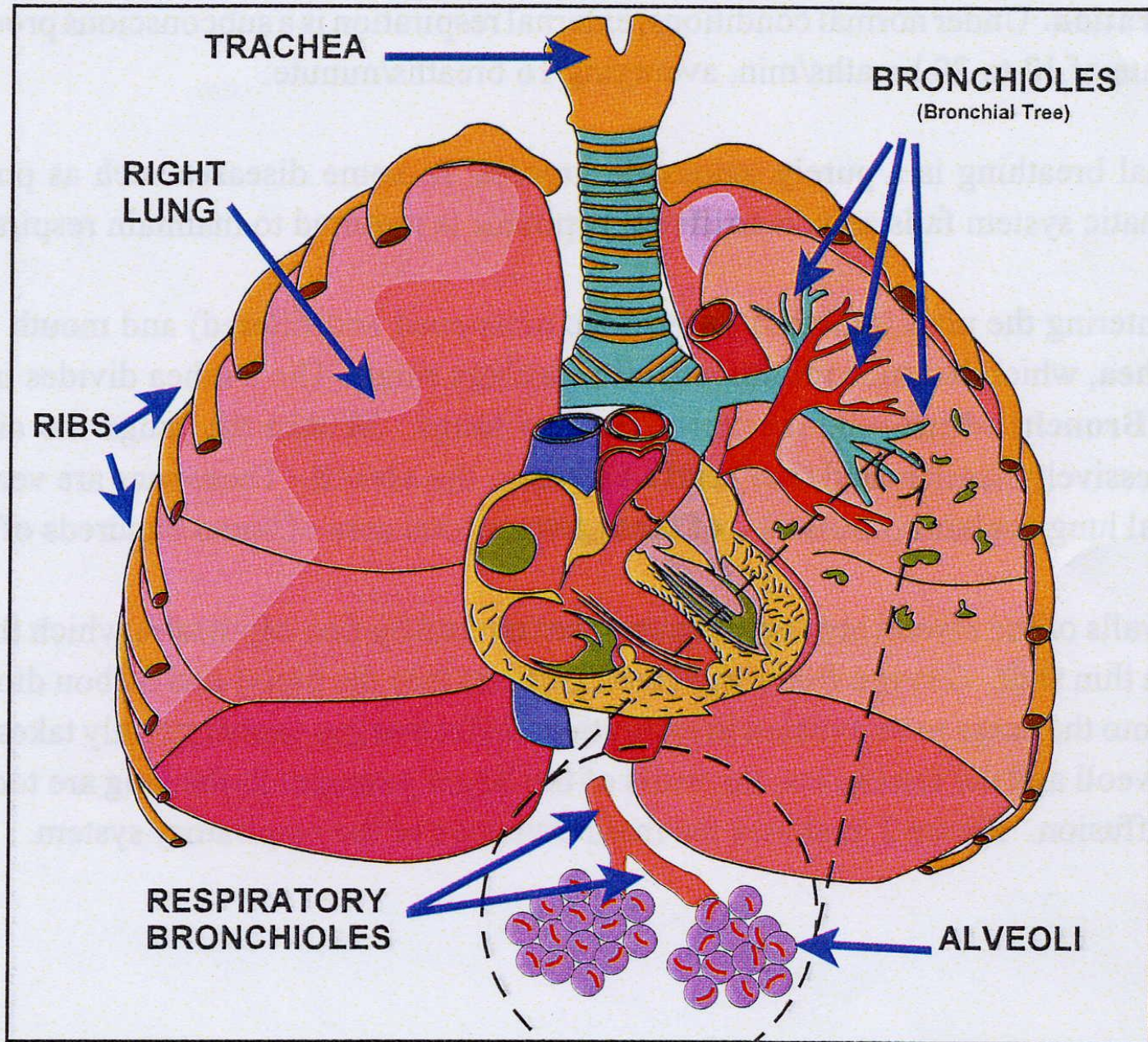


Figure 2.1. Air Passages in the Lungs.

Dihanje

- Možgani 2% telesne teže – porabijo 20% vsega za telo potrebnega kisika
- Dušik (dekompresijska bolezen)
- CO_2 v krvi zvišan – možgani vzpodbujajo dihanje in večajo količino kisika.

Plinski zakoni

- Boyleov: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$
- Daltonov: $P_t = P_1 + P_2 + P_3 \dots P_n$
- Henryjev: Količina raztopljenega plina v tekočini je proporcionalna tlaku plina
- Charlesov: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{(t_1 + 273)}{(t_2 + 273)}$
- Kombinirani plinski zakon: $\frac{PV}{T} = K$

Nadm.v.o	Parc.pr. mmHg			
Sestava	kisik	dušik	Vod.para	CO ₂
Atm. zrak	160(21%)	600		
Alv. zrak	103(14%)	570	47	40(5.3%)
10000 č				
Alv. zrak	55	381	47	40

Potrebe po kisiku

- Do 10 000 ft. Samo zrak
- 10 000-33 700 Meš
kisik/zrak
- 33 700-40 000 100% kisik
- Nad 40 000 100% kisik
pod pritiskom

Hipoksična hipoksija

- Saturacija hemoglobina s kisikom:
 - Ob morju 97.5%
 - 10 000 ft 87%
 - 20 000 ft 65%

Simptomi hipoksične hipoksije, 1

- Evforija, agresivnost, zavore odpadejo
- Motnje v presoji
- Glavobol
- Zvišana frekvenca dihanja
- Motnje v gibih
- Motnje spomina
- Motnje vida (barvni, periferni, nočni)

Simptomi hipoksične hipoksije, 2

- Tunelski vid
- Motnje zavesti
- Cianoza
- Formikacije
- Nezavest
- **Smrt** (na velikih višinah nastopi brez kisika v nekaj minutah)

Hipoksični stadiji

- Indiferentni stadij do 10 000ft (3048m)
- Kompenzatorni 10-15 000ft (do 4572m)
- Stadij motenj -20 000ft (do 6092m)
- Kritični stadij -23 000ft (7010m)

Indiferentni stadij hipoksije

- Motena adaptacija na temo (že pri 5 000ft)
- Moteno izvajanje novih zahtev
- Blago povečanje frekvence srca in dihanje

Kompenzatorni stadij

- Fiziološki procesi skušajo z avtomatizmi ohraniti homeostazo:

Povečan respiratorni volumen

Povečan minutni volumen srca in
zvišan krvni tlak

Stadij motenj

- Fiziološki kompenzatorni mehanizmi ne morejo zagotoviti zadostne oksigenacije

Evforija

Vrtoglavica

Zaspanost

Glavobol

Upočasnjeno mišljenje

Motnje spomina, motorike

Izguba presoje

Siva megla, tunnelski vid

Kritični stadij

- Hitra izguba mentalnih sposobnosti
- Zmedenost in vrtoglavica v nekaj minutah
- Izguba zavest navadno brez opozorilnih znakov

Dejavniki, ki zvečajo občutljivost na hipoksično hipoksijo

- Višina
- Čas delovanja
- Fizično delo
- Ekstremne temperature
- Bolezen in utrujenost
- Alkohol / zdravila

Ni mogoče preveč
poudariti pomena, ki ga
ima za letalce
prepoznavna hipoksije

Preventiva hipoksije

- Pred planiranim letom nad 10 000ft kontroliraj kisikove sisteme
- Navodila potnikom
- Če kadiš – prenehaj
- Leti samo če si 100% fit in ne jemlješ zdravil
- Preveri servise grelcev, pri njihovi uporabi zagotovi dotok svežega zraka

Čas koristne zavesti

- Čas, ki ga ima pilot na voljo, da spozna razvoj hipoksije in da nekaj naredi (ne čas do nastopa nezavesti).

Nanj vplivajo:

Individualna tel.prepravljjenost

Obremenitev z delom

Kajenje

Zvišana telesna teža

Vrsta dekompresije (progresivna,
eksplozivna)

Višina ft	Progresiv	dekompr	Ekspl dek
	Sedenje	Zmerna ak	
18 000	40 min	30 min	20-25min
20 000	10 min	5 min	3 min
25 000	5 min	3 min	2 min
30 000	1.5 min	45 sek	30 sek
35 000	45 sek	30 sek	20 sek
40 000	25 sek	18 sek	12 sek
43 000	18 sek	12 sek	12 sek

Čas efektnega delovanja

- Praviloma krajši kot čas koristne zavesti.
- Odvisen od osebnosti, dela, ki ga trenutno opravlja, fiziološkega in mentalnega stresa, višine in drugih okolnosti.
- Nad 40 000 ft okrog **5-6 sekund**

Hiperventilacija

- Premočna pljučna ventilacija zaradi motene kontrole dihanja.
- Preveliko izločanje CO_2 niža kislost krvi, hemoglobin teže oddaja kisik
- Vzroki: hipoksija, strah, vtoglavica, šok, vibracije, visoka temperatura, sile G, dihanje pod pritiskom

Zdravljenje hiperventilacije

- Dihanje v papirnato vrečko, nato globok vdih nastalega CO_2 , ki spet zviša raven ogljikove kisline v krvi
- Kljub alarmnim simptom pomiri bolnika

Hipoksija ali hiperventilacija?

- Hipoksični človek si pomaga s hiperventilacijo, da bi dobil več kisika
- Če se zgodi incident nad 10 000ft upoštevaj slabšo možnost in zdravi hipoksijo
- Pod 10 000ft gre verjetneje za običajno hiperventilacijo

Ne verjemi, da gre za
hiperventilacijo, če je lahko
hipoksija

- Hiperventilacija – po nezavesti –
ozdravljenje
- Hipoksija – po nezavesti - smrt

Znaki hiperventilacije

- Vrtoglavica in občutek nerealnosti
- Ščemenje (okončine, ustnice)
- Zamegljen vid, tunelski vid
- Izmenični občutki vročine in mraza
- Zaskrbljenost
- Izguba mišične koordinacije
- Spazmi
- Izguba zavesti

Kabinski pritisk

- Komercialno letalo: pri 30 000ft je interni pritisk ekvivalenten pritisku pri 6 000 do 8 000ft
- Hitrost sprememb: 500ft/min pri vzletu in 300ft/min pri pristajanju

Dekompresija kabine

- Pri hitri dekompresiji: vsi izpostavljeni v kratkem času hipoksiji, mrazu, dekompresijski bolezni. Nadomestni kisik na voljo kratek čas.
- Letalo moramo hitro spustiti na 10 000ft ali nižje
- Zaradi Venturijevega efekta pride do dodatnega izčrpavanja zraka iz kabine (še dodatna diferenca ekvivalenta
- 5 000ft)

Dekompresijska bolezen

- Kri je saturirana z dušikom
- Pri nenadno reduciranem tlaku se del dušika vplini, v krvi se pojavijo mehurčki
- DKB se vedno pojavi pri 25 000ft, nevarno že nad 18 000ft. Redko pod 14 000ft.
- V redkih primerih nastopi po kolapsu smrt tudi po spustu, posebej pri hipoksiji in debelosti

Dekompresijska bolezen

- Sklepi – bolečine, posebej v ramah, zapestju, kolenih in gležnjih. Dodatni gibi in drgnenje bolečine povečajo
- Koža – mravljinca na koži ali tik pod njo
- Respiratorni sistem – zaradi zaprtih kapilar bolečine v prsih, kašelj, dušenje
- Možgani – motnje vida, dvojni vid, zaslepljenost, zavesti in kontrole gibov
- Preventiva – preoksigenacija pred dogodkom za redukcijo koncentracije dušika

Dekompresijska bolezen, terapija

- Takojšen spust
- Čimprejšnji pristanek
- Prizadetega ogrevati, naj miruje in vdihava 100% kisik
- Po pristanku zdravniška pomoč, tudi če bolnik na videz ni prizadet

Letenje in potapljanje

- Ne leti 12 ur po potapljanju z vdihovanjem komprimiranega zraka
- Ne leti 24 ur če si pregel globino 30ft
- Zaradi nespoštovanja teh navodil vsakoletni incidenti - DKB pri 6 000ft

Živčni sistem, uho,
sluh in ravnotežje

Živčni sistem

- Centralni ŽS
- Periferni ŽS
- Vegetativni ŽS: kontrolira arterijski tlak, peristaltiko prebavil, izločanje urina, potenje, telesno temperaturo in
splošni adaptacijski sindrom

Uho

- Sluhovod
- Srednje uho
- Notranje uho

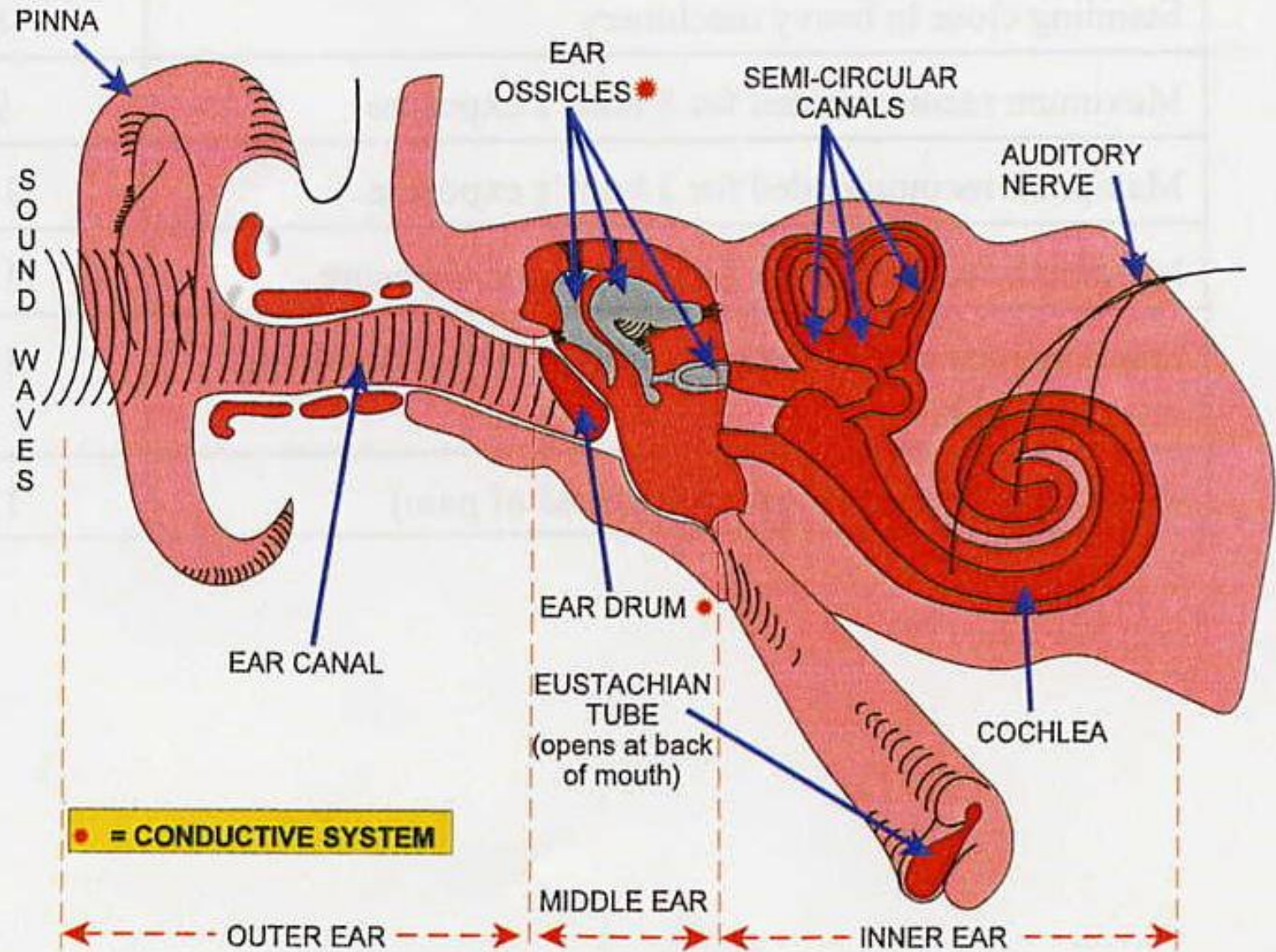


Figure 4.1 The Structure of the Human Ear

Meje sluha

- Slišimo med 20 in 20 000 Hertz
- Pogovarjamo se v območju 500 do 3000 Hertz
- Intenzivnost zvoka izražena v logaritmu aktualne intenzivnosti

Variacije hrupa

Zvok	Intenzivnost dB
Meja slišnosti	0
Blaga sapica	10
Pisarna	40
Prometna cesta	60
Maks. za 8h	90
Maks. za 30min	110
Batni motor	120
Reaktivni motor	130

Motnje sluha

- Prevodna gluhost (poškodbe slušnih koščic, bobniča) – udarci, vnetja
- Izguba sluha zaradi hrupa – daljša ekspozicija hrupu nad 90db – piloti helikopterjev, vojaški piloti, stereo sistemi (ušesni zamaški)
- Presbiakuza – starostna naglušnost. Slišijo med 50 in 8 000H

Notranje uho (vestibularni aparat) in ravnotežje

- Polkrožni kanali – gibanje tekočine in premik dlačic, električni signali v male možgane – zaznavanje kotnih gibanj, občutek gibanja glave
- Otoliti – izrastki s kristali, locirani na bazi pokrožnik kanalov. Signalizirajo linearne pospeške (nad 0.1m/s^2)

Problemi ravnotežja in disorientacije (80% smrtnih)

- Somatogirna iluzija – konfliktni signali med dominantnim vidom in napačnim vestibularnim občutkom.
- Ob izhodu iz zavoja v raven let močan občutek zavoja v nasprotno smer
- Vizualno letenje: poglej obzorje
- Slepno letenje: verjemi instrumentom

Somatogravična iluzija

- Iluzija dviganja ali spuščanja zaradi gibanja otolitov pri linearni pospeških.

Vrtoglavica

- Iluzija vrtenja zaradi izgube prostorskega občutka (bolezninotranjega ušesa ali pri zdravih ljudeh):

Blokirana Evstahijeva cev

Hitre spremembe tlaka v notranjem ušesu (kihanje, izpihovanje nosu)

Visoki pospeški

Vpliv zdravil ali drog

Coriolisov efekt

- Pri konstantni kotni hitrosti v zavoju povzroči nenaden zasuk glave (več kot $3^\circ/\text{sek}$) lažni občutek povečanja hitrosti
- Pri vseh konfliktnih situacijah, je vid najzaneslivejši vir pravih informacij

Kinetoza

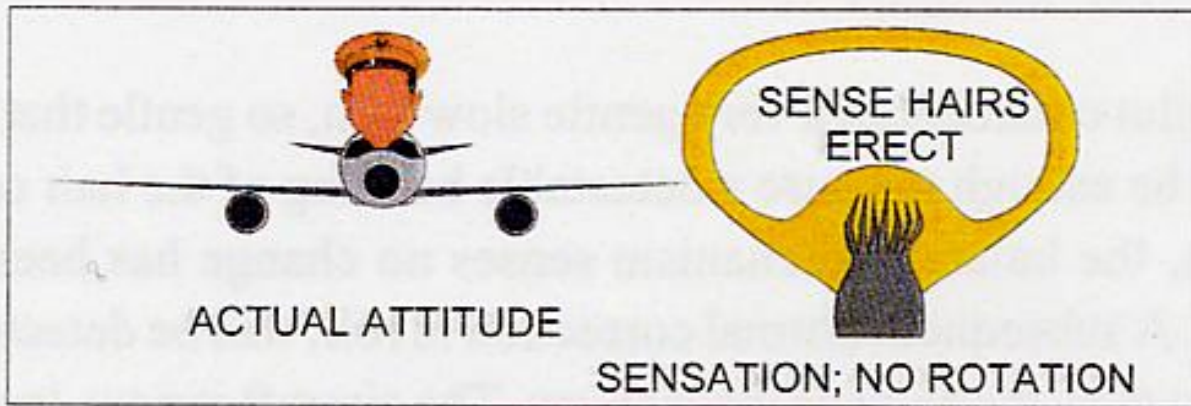
- Normalna manifestacija senzornih funkcij (ni bolezen)
- Nastane pri realnih ali fiktivnih nenaravnih gibanjih (morje, letenje, avto) zaradi neskladnosti med vidnimi in vestibularnimi signali

Kinetoza, znaki

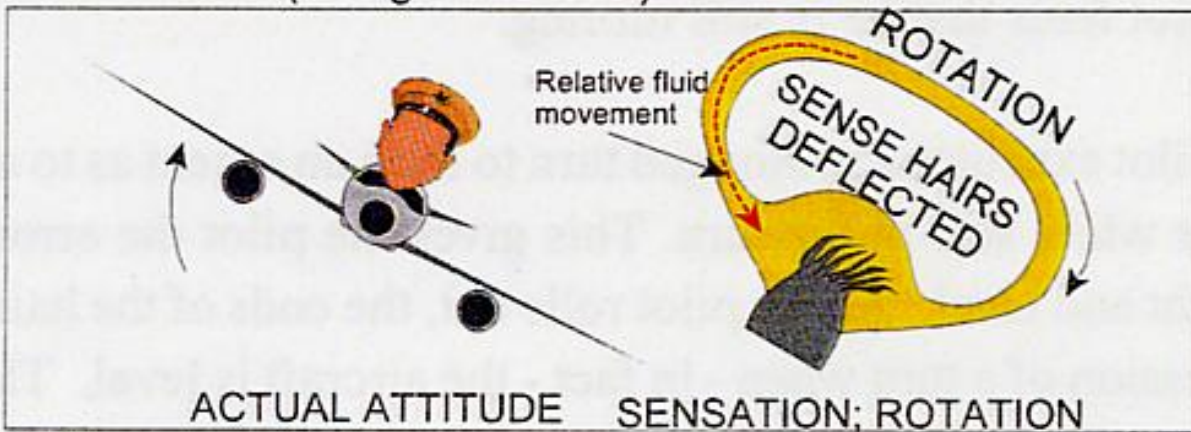
- Navzea
- Hiperventilacija
 - Bruhanje
 - Bledica
 - Mrzli pot
 - Glavobol
 - Depresija

Kinetoza, preprečevanje

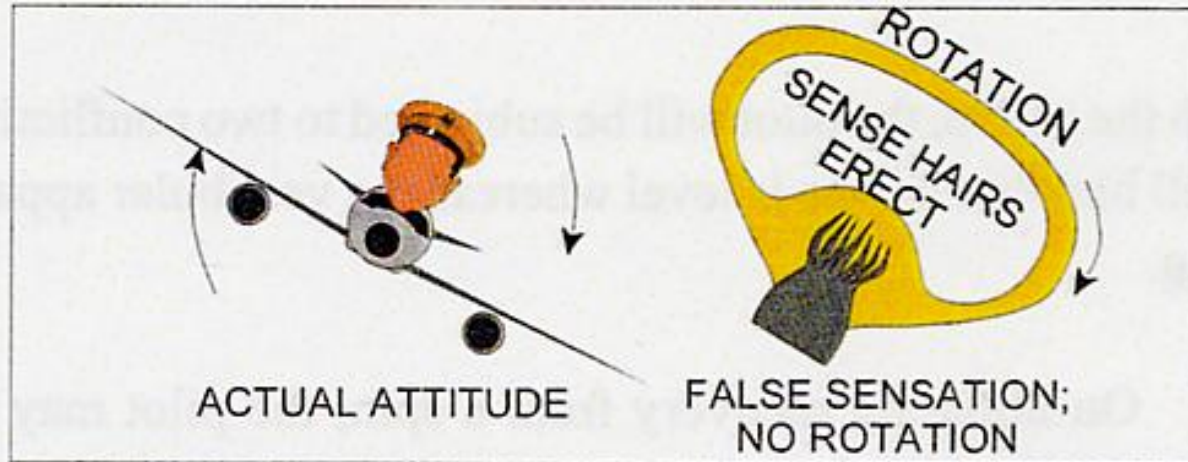
- Glava naj čimbolj miruje (vestibularni sistem)
- Zapri oči ali se skoncentriraj samo instrumentalno letenje
- Skušaj upočasniti manevre letala
- Zdravila



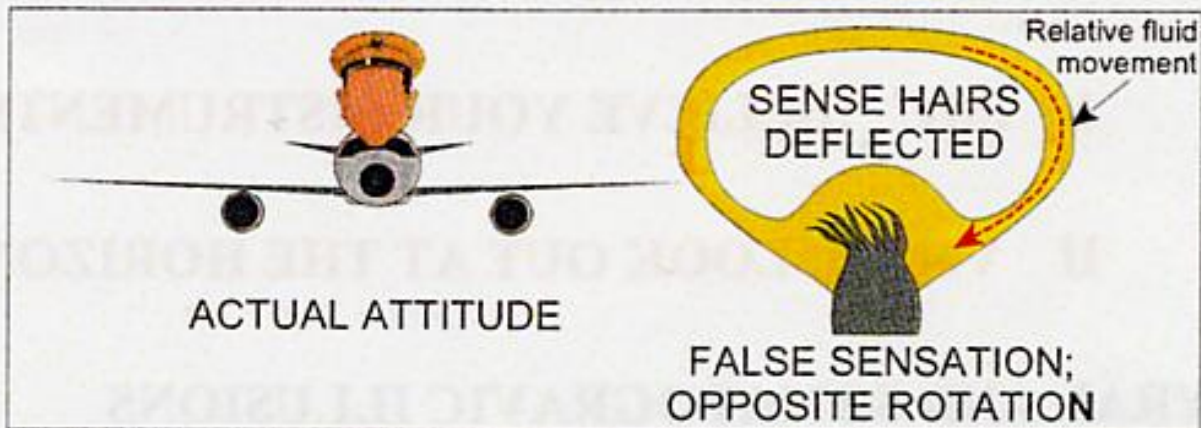
A. No rotation (Straight and level)



B. Start of rotation



C. Constant rate of rotation



D. Rotation stopped

Okno in vid

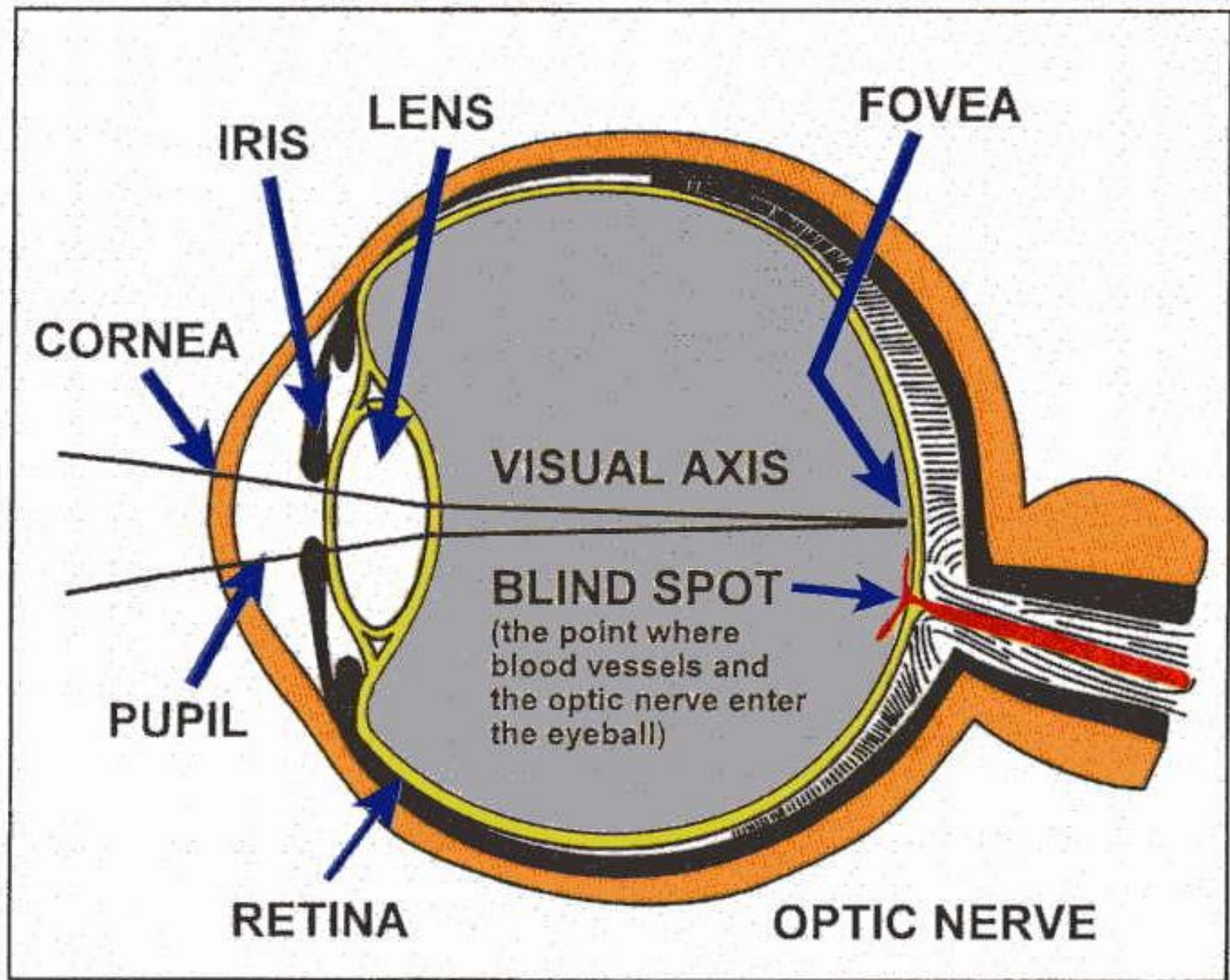


Figure 5.1 The Structure of the Human Eye.

Retina

- Svetlobni receptorji – paličice in čepki, vidni živec, možganska skorja zatilničnih režnjev velikih možganov
- V foveoli skoncentrirani čepki, proti periferiji čepkov manj, več paličic. Na periferiji samo paličice.

Retina

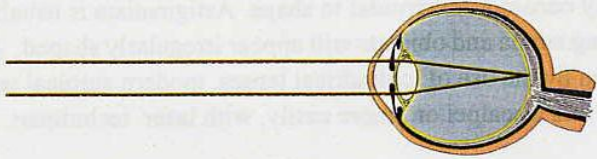
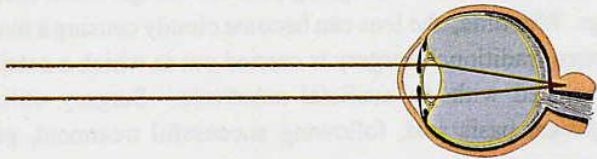
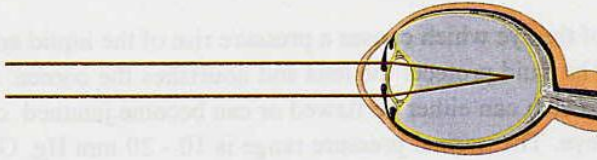
- Čepki – direktni vid pri dobri svetlobi – barve (1000 vrst)
- Paličice maksimalno v predelu 10^0 ob foveoli. Senzorji za belo in črno, občutljivi za slabšo svetlobo in za periferni vid.
- Oko 1.2 milijona nevronov, vestibulum 50 000. 24x bolj občutljivo na hipoksijo, alkohol, droge, zdravila

Ostrina vida

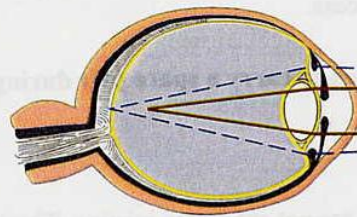
- Centralni vid v predelu foveole
- 20/20 na 20 ft vidi enako kot normalna oseba na 20ft (6/6m)
- 20/40 na 20 ft vidi enako kot normalna oseba na 40ft (6/12m)
- Periferno ostrina vida pada:
 $5^{\circ}=20/40$, $25^{\circ}=20/200$

Omejitve ostrine vida

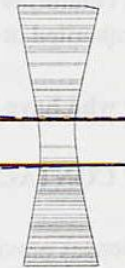
- Kotna oddaljenost od foveole
- Bolezni vidnega sistema
- Starost, hipoksija, kajenje, alkohol
- Vidnost (prah, megla)
- Svetloba
- Velikost in oblika objekta, oddaljenost
- Kontrast do okolice
- Relativno gibanje
- Droge in zdravila

	<p>NORMAL SHAPED EYE</p>
	<p>SHORTENED EYE HYPERMETROPIA - LONGSIGHTEDNESS (CURED BY CONVEX LENS)</p>
	<p>ELONGATED EYE MYOPIA - SHORT SIGHTEDNESS (CURED BY CONCAVE LENS)</p>

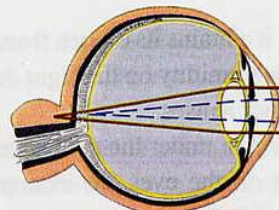
Visual Defects



Myopia



Concave lens



Hypermetropia



Convex lens

Adaptacija na svetlobo in na temo

- Na močno svetlobo približno 10 s
- Na temo 7min – čepki, 30min - paličice

Nočni vid

- Najbolje vidimo pri 10 –15° odklonu
- Nočni vid brez vdihavanja kisika

5%	1100m
18%	2 800
35%	4 000
50%	5 000

Vplivi na nočni vid

- Starost
- Blaga hipoksija
- Kabinska višina nad 8 000ft
 - Kajenje
 - Alkohol
- Manjše bolezni
- Pomanjkane vitaminaA

Slepa pega

- Na mestu izstopa vidnega živca ni fotoreceptorjev
- Če fiksiramo pogled, bo prihajajoče letalo za kratek čas pred trkom izginilo iz vida (ko pade slika na slepo pego)
- Pogosti gibi očesa, s čimkrajšim časom gledanja v eno smer

Miopia praznega vidnega polja

- Kadar ne ostrimo očesa, je fokus na razdalji 1-1,5m (ne v daljavi)
- Iskanje oddaljenih tarč je težko, posebej, če je oko adaptirano na bližnje objekte (kapljice na vetrobranskem steklu)
- Pojav pogost pri jasnem nebu, velikih višinah, v popolne temi, ali če z očmi počivamo
- Večkrat fiksirajmo pogled na razne objekte (očesna telovadba)

Močna svetloba

- Piloti, Eskimi in puščavski Arabci bolj eksponirani
- Višjeenergetski valovi modre barve in ultravijoličaste barve
- Okvare retine
- UV zadržani v steklu kabine (okvare leče)

Sončna očala

- Odporna na udarce
- Tanki okvirji (minimalna zožitev vidnega polja)
- Polikarbonatna obloga (čvrstejša)
- Dobra optična kakovost
- 10-15% svetlobna propustnost
- Primerne filtracijske karakteristike

Kontaktne leče

- Se ne meglijo,
vendar
- Blaga hipoksija in dehidracija (pogoji v kabini) – možnost okvar roženice
- Dekompresija – mehurčki pod lečo
- Izpad leče pri drgnjenju očesa, nesrečen udarec, povečane sile G
- Bifokalne leče prepovedane

Barvni vid

- Pomemben zaradi

Navigacijskih luči

Pristajalnih stez

Ovir na zemlji

Istrumentov

Kart in tabel

Svetlobnih signalov

Hitrost in vid

- Pri velikih hitrostih (več kot 450k) pri nizkih višinah (pod 500ft) je reakcijski čas podaljšan (od normalno 1 na 5-7sekund)
- Pogled, reakcija možganov, percepcija, spoznava, evalvacija, odločitev, akcija

Letenje in zdravje

Pospeški

- Linearni
- Radialni (os izven pilota)
- Angularni (os skozi telo pilota)

- Dolgi pospeški (več kot 1 sekundo)
- Kratki (manj, udarci)

Vpliv pozitivnih sil G, 1

- 2G – povečana telesna teža, teže gibljive okončine, glave ni mogoče več dvigniti, ali vstati iz sedeža
- 3-4G – notranji organi se povesijo, občutek podaljšanega obraza

Hidrostatski tlak v spodnjem telesu narašča, redukcija toka krvi v glavi, možganih, srcu, očeh

Vpliv pozitivnih sil G, 2

Siva mrena, tunnelski vid (občutljivost
čepkov in paličic)

- Nad 5G - črna mrena , nezavest, težave z dihanjem zaradi povešene prepone
- Nad 8G popolna izguba senzornih funkcij, krvavitve v mečih in stopalih, prelomi vretenc, smrt zaradi premajhnega vtoka krvi v srce

Negativni pospeški

- -1G : občutek obrnjenega telesa
- -2 do -3G : kongestija obraza, glavobol
- -3 do -5G : občutek, da poka glava, oči izstopajo, solzenje, motnje vida, vidimo rdeče, krvave solze, zmedenost, nezavest

Občutljivost na pospeške večajo

- Hipoksija
- Hiperventilacija
 - Hipotenzija
 - Stres
 - Utrujenost
 - Vročina
- Nizek krvni sladkor
- Kajenje, alkohol, debelost

Zvišanje tolerance na sile G

- Položaj telesa (skrčen, leže na hrbtu ali na trebuhu) – posamezniki do 12
- Voluntarni gibi (napenjanje trebušnega mišičja, celega telesa, mišičja nog, vpitje), toleranca višja 1-1.5G
- AntiG obleka

Kratki pospeški

- 25G v vertikalni osi
- 45G v horizontalni osi

Barotrauma

- Bolečina, ki jo povzroči krčenje in raztezanje zraka v telesnih votlinah zaradi sprememb atmosferskega tlaka
- Barotrauma je lahko razlog ekstremnih bolečin, ki onemogočijo letenje

Ušesna barotravma

- Odvisna od hitrosti vzpenjanja ali spuščanja, izrazitejša pri nižjih višinah. Problem še večji pri vnetjih eustahijeve tube.
- Bolečina (nenadna ali postopna) s sevanjem v sence
- Prehodna gluhost
- Vrtoglavica, zvonjenje v ušesih, ruptura bobniča in krvavitev iz sluhovoda

Pomoč

- “Čiščenje ušes” (Frenzelov ali Valsalva maneuver) – bodi previden
- Požiranje ob zaprtem nosu
- Zehanje
- Gibanje spodnje čeljusti iz ene v drugo smer

Sinusna barotravma

- Bolečina okrog oči, ki se širi proti sencem
- Solzenje oči, slabši vid
- Krvavitev iz nosu
- Rešitev takojšen spust in pristanek

Zobna barotravma (aeroodontalgija)

- Razlog – nastanek plinskih mehurčkov ob slabih zalivkah ali abscesih ob zobeh
- Najpogostejša pri vzpenjanju
- Preventiva – dobra dentalna oskrba in higiena

Gastrointestinalna barotravma

- Širjenje zraka v želodcu in debelem črevesu navadno manjši problem
- Plini v tankem črevesu – slabo počutje, močna bolečina z nezavestjo ali celo raztrganje črevesne stene
- Izogibaj se hrane, ki napenja, prehitrega jedenja ali preobilne hrane pred letom (požiranje zraka)

Mavčne obloge

- Zaradi širjenja zraka v mavcu lahko hude bolečine v zamvačenem delu telesa
- Pred dolgimi poleti prereži oblogo

Toksične snovi

- Pomemben faktor za sproščanje sta povišana temperatura in znižan zračni tlak
- Goriva, maziva, tekočine proti zmrzovanju, gasilne snovi, poljedelske kemikalije, živo srebro, akumulatorji, ozon, pohištvo in prtljaga pri požaru, plastično izolirane električne žice, izpušni plini, acetone in terpentin

Indeks telesne mase

- BMI = teža v kg
(višina v m)²

BMI:	M	Ž	
	do 20	do 19	= podhranjen
	20-25	19-24	= normalno
	nad 25	nad 24	= prekomerno
	nad 30	nad 29	= debelost

Debelost

- Srčni napad
- Hipertenzija, kap
- Zgodnejša hipoksija
- Cirkulatorni problemi
 - Giht
 - Osteoartritis
 - Diabetes
- Znižana toleranca na sile G, dekompresijsko bolezen, infekcije, varikozne vene in krajša življenska doba

Hujšanje

- Ni zdrave kratke poti k izgubi odvečne teže
- Pri letalcih povzročajo nevarne fizične in psihične simptome
- Spremeni prehrambene navade – jej manj, hrana naj ima uravnovešeno razmerje med proteini, ogljikovimi hidrati in maščobami

Telesni trening

- Vaje morajo biti redne
- Pulz naj se dvigne na dvakratno frekvenco mirovanje
- Najmanj 20 minut
- Najmanj trikrat tedensko

Zdrava prehrana

- 50% ogljikovih hidratov (žitarice, zelenjava, oreščki, sadje, krompir, testenine)
- Ostalo – pusto meso, perutnina, ribe, nemastni mlečni izdelki

Hipoglikemija

- Znižan krvni sladkor pod 50mg/100ml

Glavobol

Bolečine v trebuhu

Izguba energije

Nervoza

Tresenje

Zaspanost

Izguba koncentracije

Kolaps

Nikoli ne leti na
prazen želodec

Preventiva zastrupitvi s hrano

- Jej v čistem okolju
- Ne jej svežega sadja, če ga ni mogoče olupiti
- Izogibaj se morske hrane (lahko vsebuje hude strupe), lokalne majoneze in sladoleda
- Hrana mora biti pravilno kuhana
- Voda samo iz zaprtih steklenic ali konzerv
- Izogibaj se ledenim kockam iz lokalne vode
- Vsak član posadke naj iz jedilnika izbere različno hrano
- Najmanj 90 minut med obedom in letom (znaki zastrupitve)

Epilepsija je
kontraindikacija za
kakršnokoli letalsko licenco

Alkohol

- Absorbcija iz želodca 20%, iz črevesa 80%
- Vinjenost če piješ hitreje kot lahko jetra razgradijo alkohol na vodo in CO₂
- Razgradnja približno ena enota/uro (malo pivo, standardni kozarec vina ali žganja)
- Ni metode, ki bi pospešila razgradnjo (kava, vroča kopel, svež zrak, hrana med pitjem)

Znaki zastrupitve

- Motena presoja
- Motnje v mišični koordinaciji
- Izguba psihičnih zavor
- Motnje vida
- Motnje ravnotežja, senzorne iluzije
- Motnje v vzorcih spanja
- Zvišana občutljivost na hipoksijo
- Počasnejši reakcijski čas, občutek večjih sposobnosti kot običajno

Efekt alkohola večji v
hipoksičnih pogojih večjih
višin

Definitivne okvare organov

- Moški – 5 enot/dan, 21 enot/teden
- Ženske – 3 enote/dan, 14 enot/teden

Alkoholizem

Ko ponavljano pitje alkohola okvari človekovo fizično, mentalno ali socialno življenje

Nevarni znaki

- Pitje na samem
- Prvi kozarec na dušek
- Preokupacija z naslednjim kozarcem
- Napadalen, če ga kritizirajo zaradi pivskih navad
- Zagovarjanje proste prodaje alkohola
- Uporaba alkohola kot pomirjevala
- Izguba spomina med opijanjem
- Visoka toleranca na alkohol, jutranje drhtenje

Alkohol in letenje

- Ne leti vsaj 8 ur po zaužitju manjše količine alkohola, še bolje ne 24 ur
- Maksimalna meja za pilote 0.2mg/100ml krvi

Kofein

- 200mg omejuje sposobnosti
- Povprečne 3.5 kave/dan je 360-440mg
- 25-30 kav/dan: čudni šumi, bliski, ekstremna nervoza, zvišana frekvenca pulza, zvišan krvni tlak
- Smrtna doza 10 g – 100 kav

Redno dolgotrajno uživanje kave

- Rane na prebavilih
- Povečana možnost za srčni zastoj
- Hipertenzija
- Motnje osebnosti
- Nespečnost
- Dezorientacija
- Hiperaktivnost (posebej pri otrocih)

Kofein v pijačah

	Kofein v mg
turška	80-135
instant	65-100
brez kofeina	3-4
espresso	30-70
kokakola	30-60
črna čokolada	30
tableta proti prehladu	30
7-Up	0

Spanje in utrujenost

Cirkadiani ritmi

- Delujejo podnevi in ponoči
- Variirajo od 90 minut do 28 dni
- Najpogostejši 24 urni (CR):

Telesna temperatura

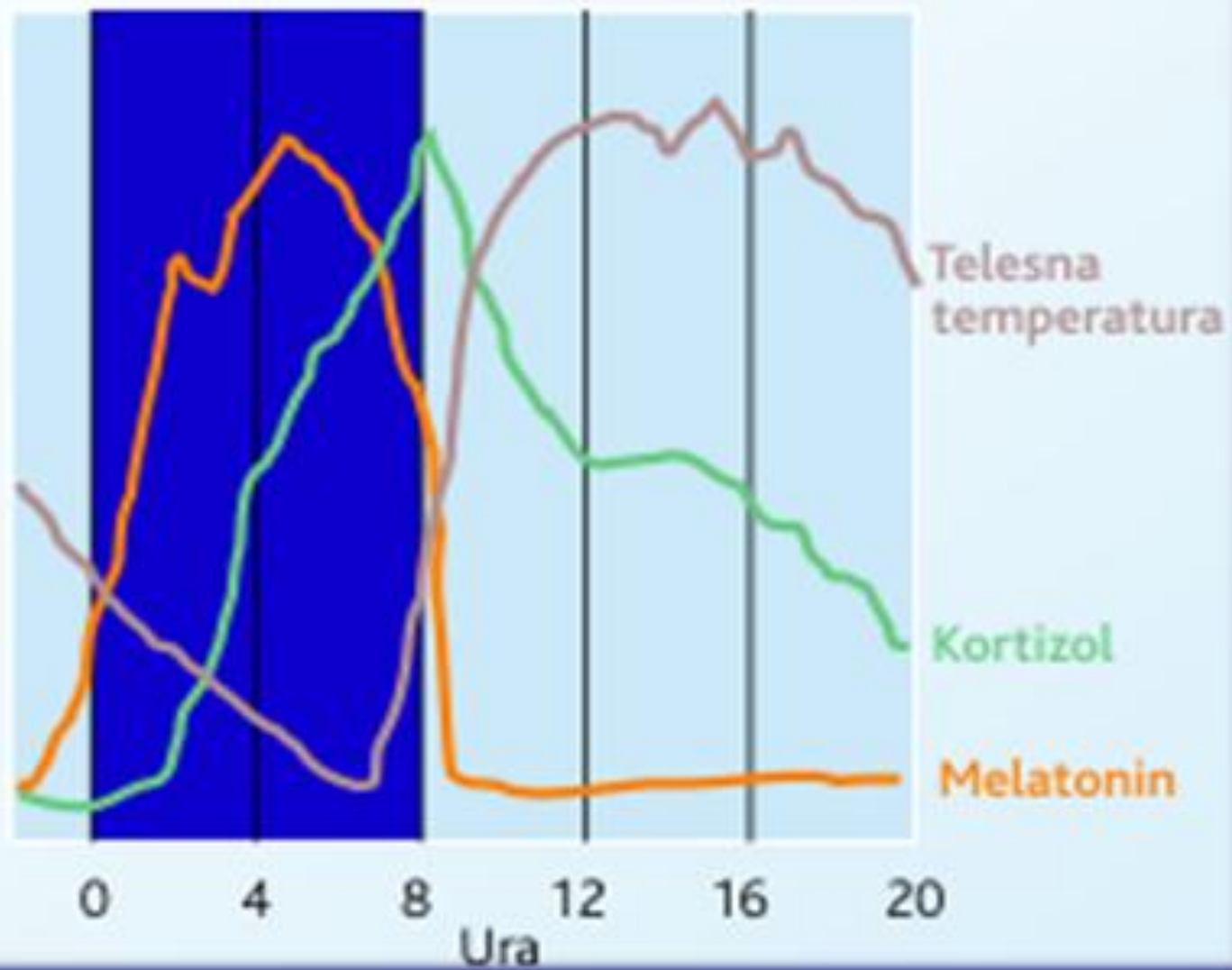
Krvni tlak

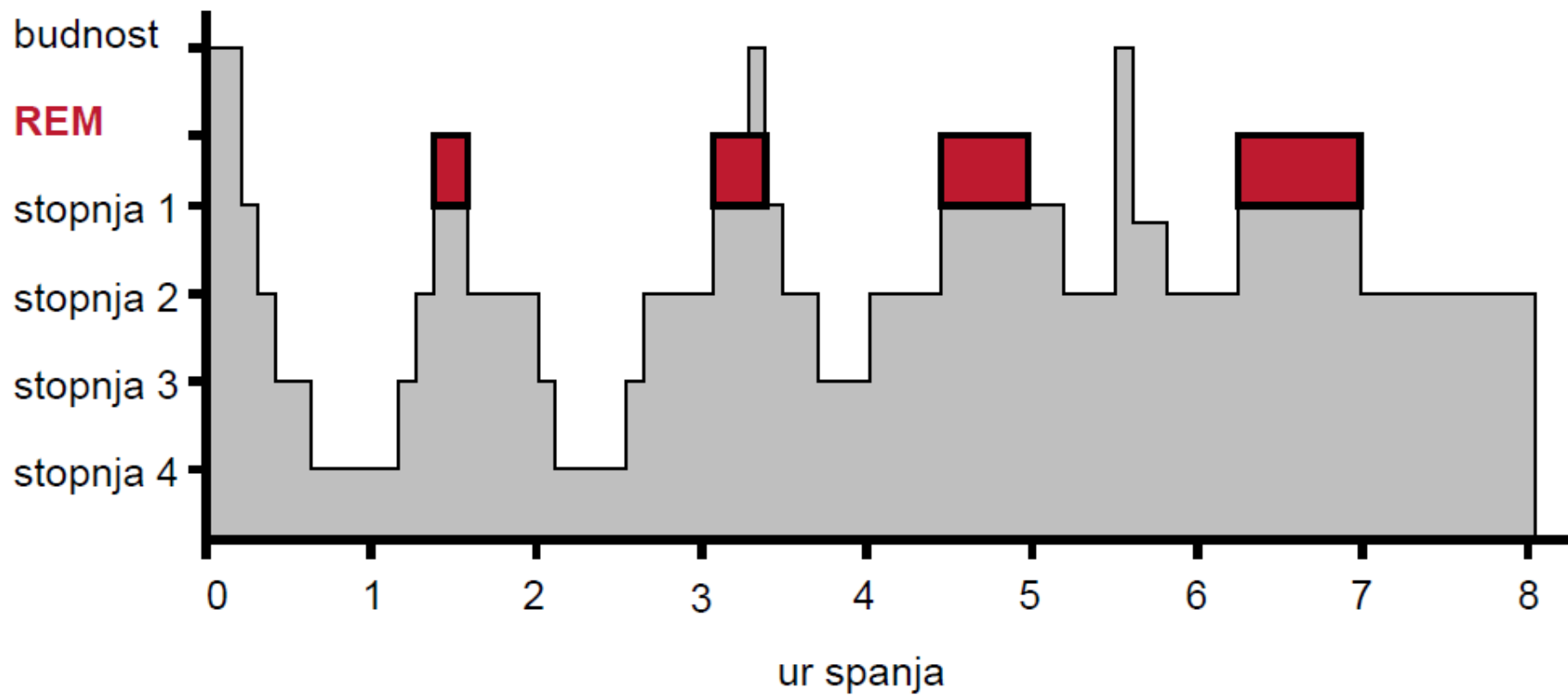
Frekvenca bitja srca

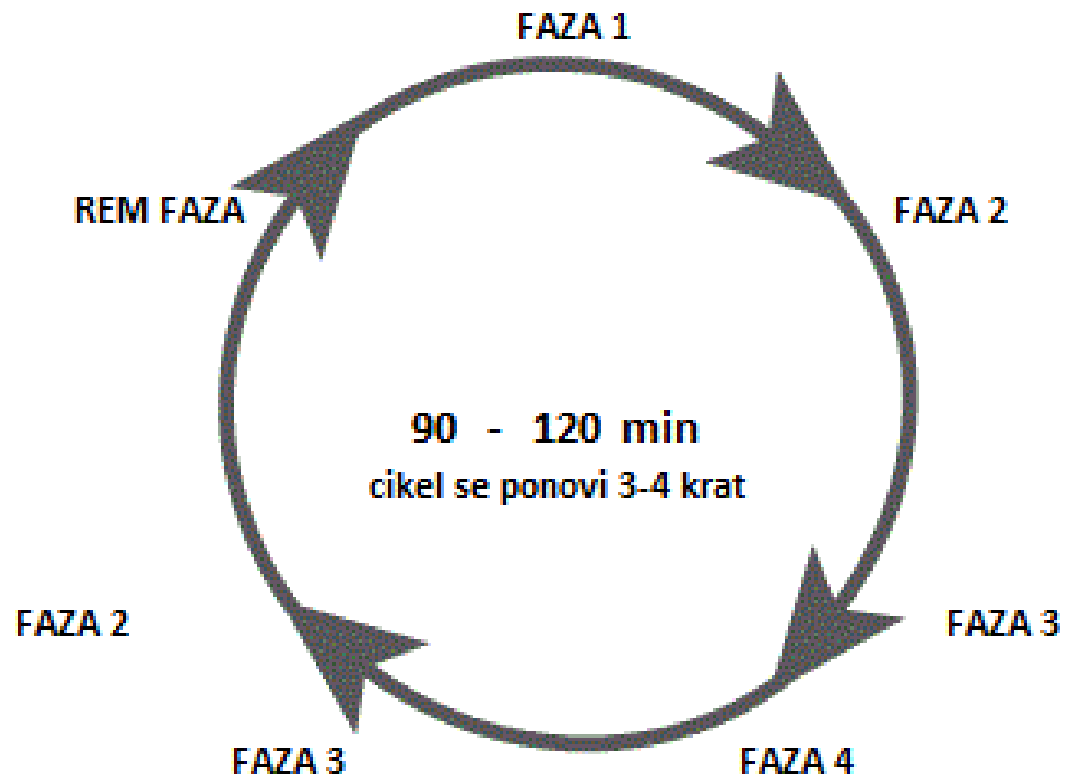
Aktivnost nadledvičnic

Možganska aktivnost

Dnevne spremembe

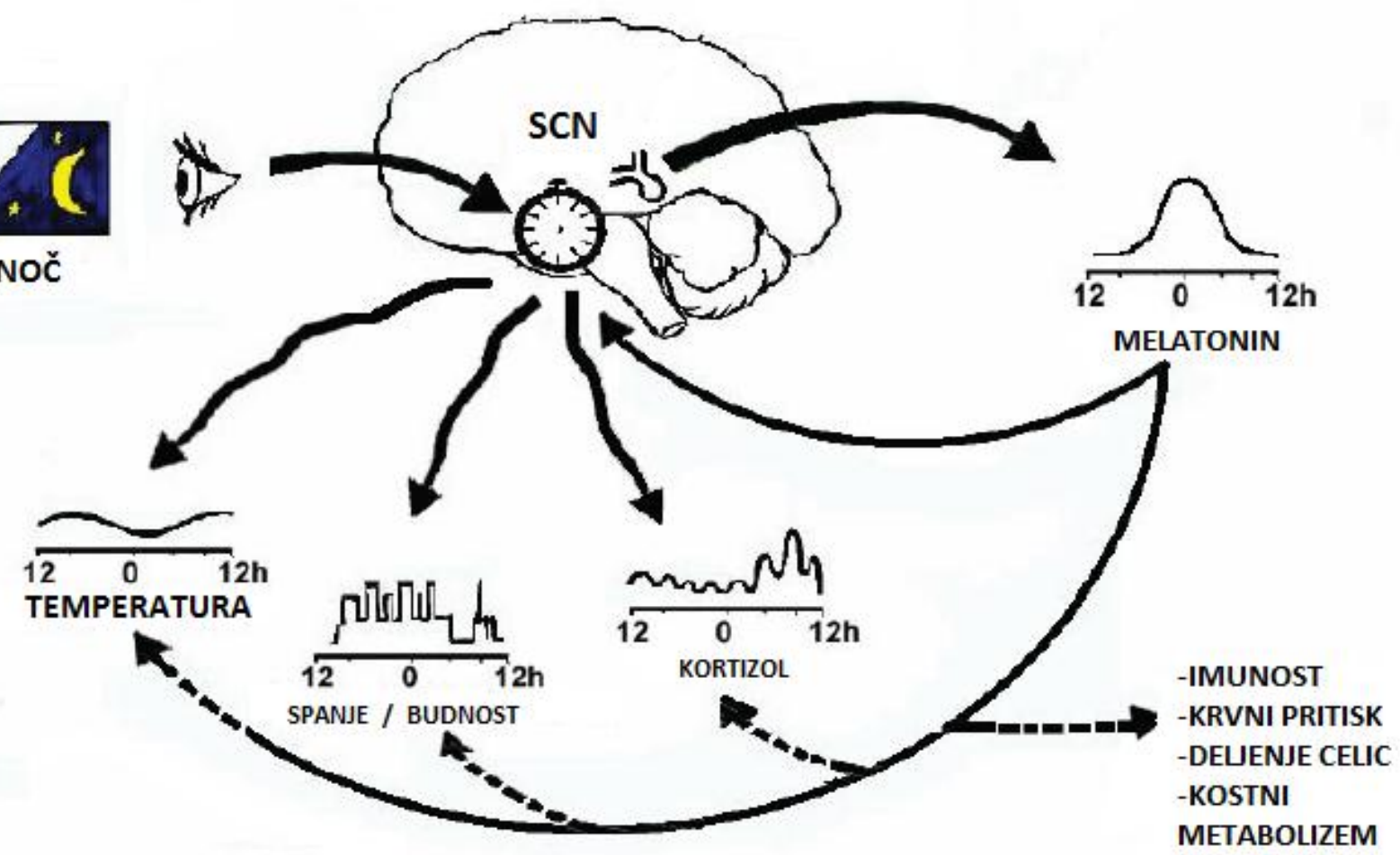


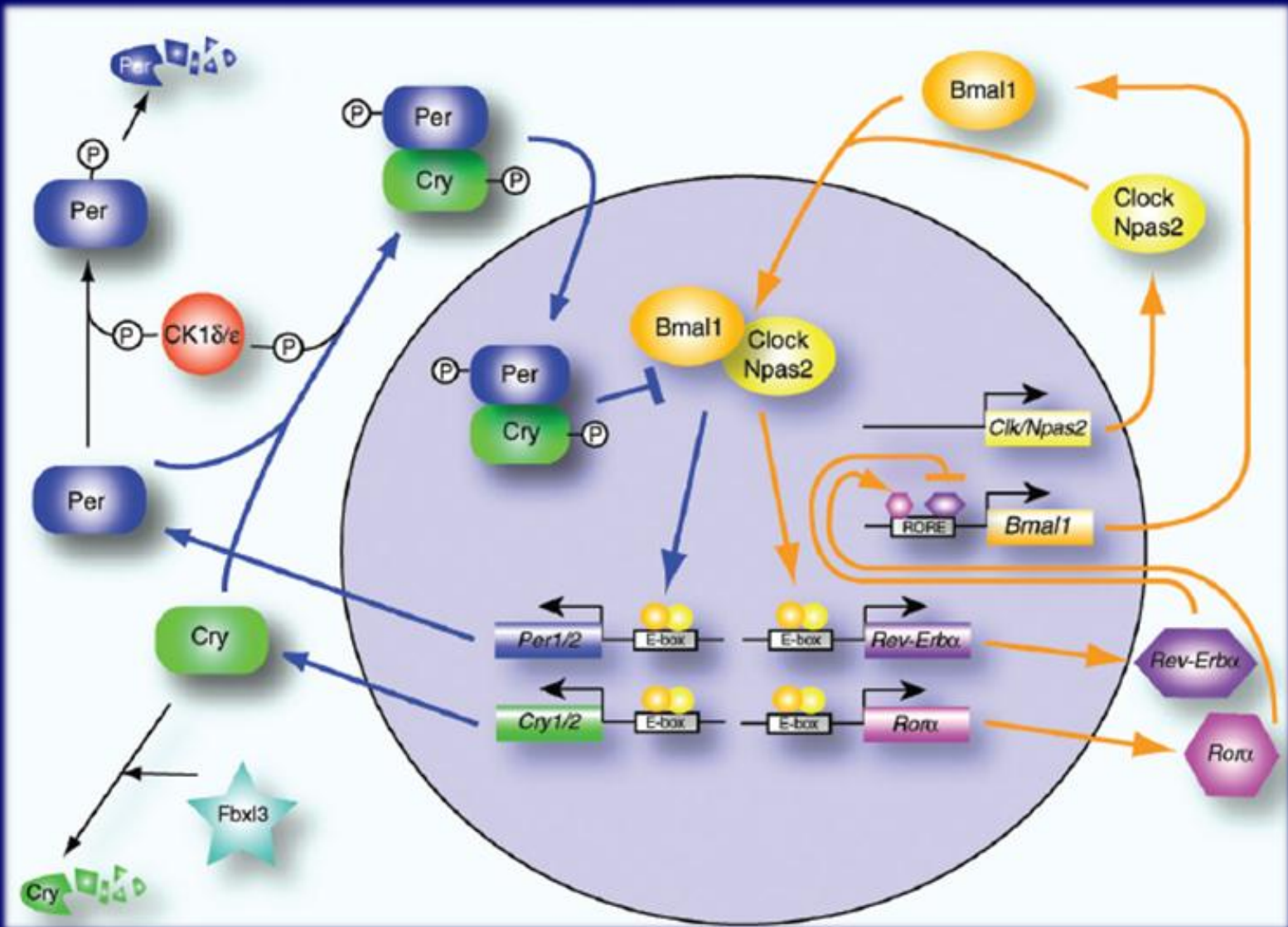






DAN / NOČ





Vplivi na CR

- Zeitgebers (sonce, svetloba, prometni hrup, redni obroki, delovni čas)
- Telesna temperatura (padanje ponoči povzroča zaspanost)
- Za dobro spanje bolj pomemben čas spanja kot dolžina prdhodne budnosti

Kreditni sistem spanja

- 2 točki za vsako uro spanja in –1 točka za vsako uro budnosti
- Maksimalni kredit je 16 točk (spanje 12 ur da le 16 in ne 24 točk)
- Zaspanost narašča z manjšanjem števila točk
- Kumulativni dolg spanja

Spanje

- Ortodoksno spanje – dolgi valovi na EEG, regenerira tkiva, osveži telo
Prevladuje po fizičnem delu
- Paradoksno (REM) spanje – osveži možgane, organizira spomin.
Pogostejše po učenju

Spanje - ciklusi

- Na vsakih 90 minut ortodoksnega spanja se pojavi faza REM spanja
- Dolžina faz REM se vsakih 90 minut postopoma večja
- Prevlada enega ali drugega tipa spanja odvisna od predhodne aktivnosti

Kratkotrajno spanje

- Nap – kratko spanje do 30 min. Problem je interval 10 min po bujenju potreben za restitucijo vseh funkcij
- Mikrospanje – delček sekunde do 3 sekund. Ker se ga pilot ne zaveda je posebej nevarno. Ne zmanjšuje zaspanosti

Jat lag (cirkadiana disritmija)

- Velike razlike med lokalnim časom in biološko uro
- Zeitgeberji pomagajo resinhronizaciji, vendar le 90 minut na vsak dan v novi časovni coni

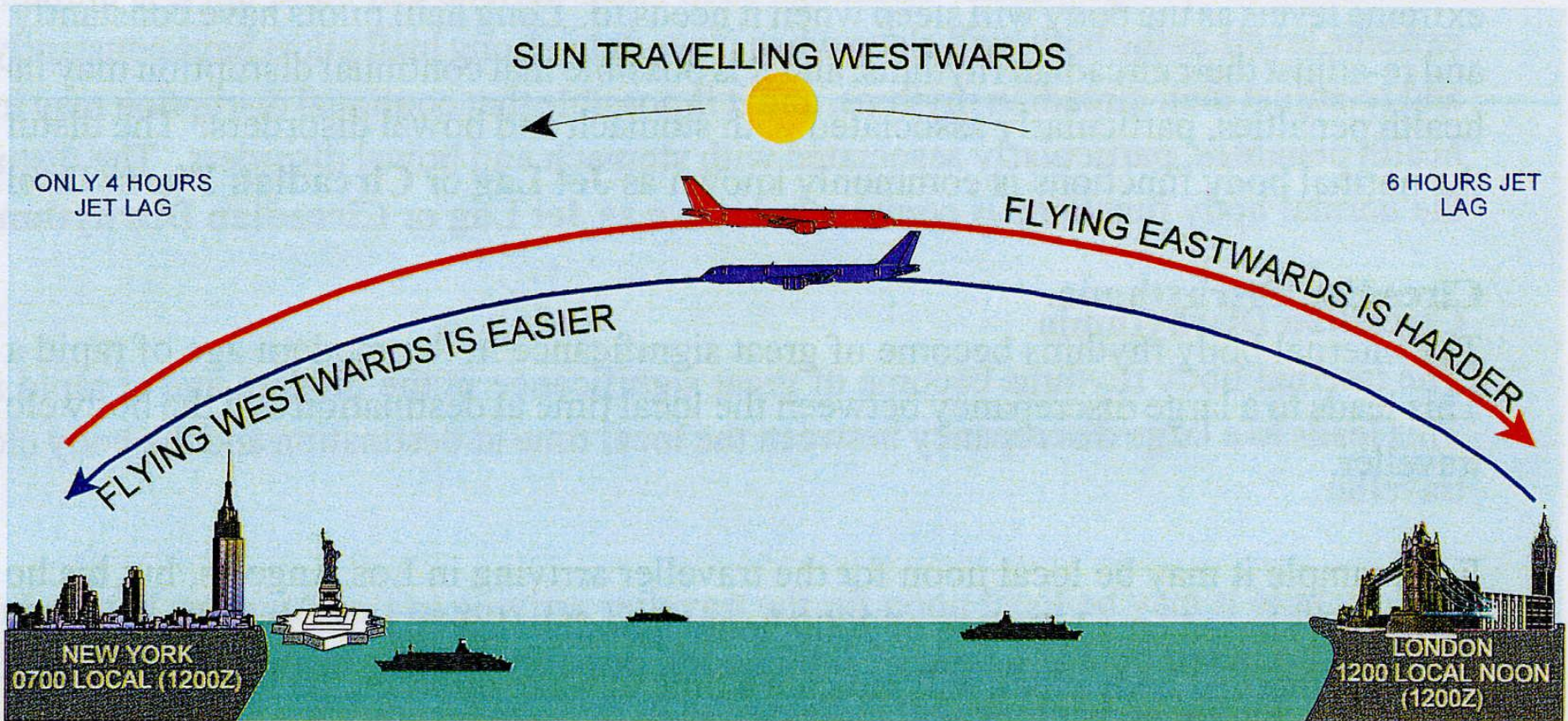


Figure 11.3. Jet Lag after Travelling Westwards is less than Eastwards.

Planiranje spanja

- Pravilo 1: 1 ura spanja = 2 uri budnosti
- Pravilo 2: potrebno spanje naj se konča tik pred začetkom dolžnosti
- Pravilo 3: uporabi 3 v pravilu 1

Utrujenost

- Globoka insuficienca, kumulativna (podobno stresu):
- Pomanjkanje počitka
- Pomanjkanje fizične ali mentalne fitness
- Prekomeren fizični ali mentalni stres ali prestrašenost
- Desinhronizacija cirkadianih ritmov

Kratkotrajna utrujenost

- Pogost pojav po napornem dnevu, pomanjkanju spanja, trdem delu, pomanjkanju hrane ali posledica jet laga
- Diagnoza lahka, terapija enostavna: začasno prenehanje letenja, zadosten počitek

Kronična letalska utrujenost

- Ker gre za počasi napredujoč proces, ga je težko prepoznati
- Ogrožen letalec si bolezen težko prizna
- Razlogi raznovrstni: pomanjkanje fizične in mentalne fitness, problematičen zakon, problemi na delu, finančne težave, prekomerno letenje

Simptomi kronične letalske bolezni, 1

- Zmanjšanje pozornosti
- Zmanjšane motorične zmožnosti
- Vidna utrujenost
- Slabši vid
- Podaljšan reakcijski čas
- Slabšanje kratkotrajnega spomina
- Usmerjena koncentracija
- Hitro moten
- Slabo instrumentalno letenje

Simptomi kronične letalske bolezni, 2

- Pogostejše napake
- Razdražljivost, pogoste menjave razpoloženja
- Vračanje k starim navadam
- Slabša komunikacija

Preventiva, 1

- Priznaj bolezen kot potencialni problem
- Planiraj počitek proaktivno (glede na bodoče obremenitve)
- Fizična rekreacija kot del časa za relaksacijo
- Izogibaj se alkoholu

Preventiva, 2

- Hrani se redno, uživaj uravnoteženo prehrano
- Nadzoruj svoje emocionalno in psihološko življenje
- Zagotovi si udobnost v kabini
- Zagotovi si hrano in pijačo na dolгих poletih
- Zagotovi si udobno prirejen sedež