



Lentämisen fysiologiaa

Mitä huomioida pitkällä lennoilla

Mikael Segerstråle

PhD yliopistonlehtori

Helsingin yliopisto

Fysiologia ja neurotiede



1 Lentokyky

2 Elimistön
perustoiminta

3 Hapensaanti ja
hengityksen
säätely

4 Syöminen ja
juominen

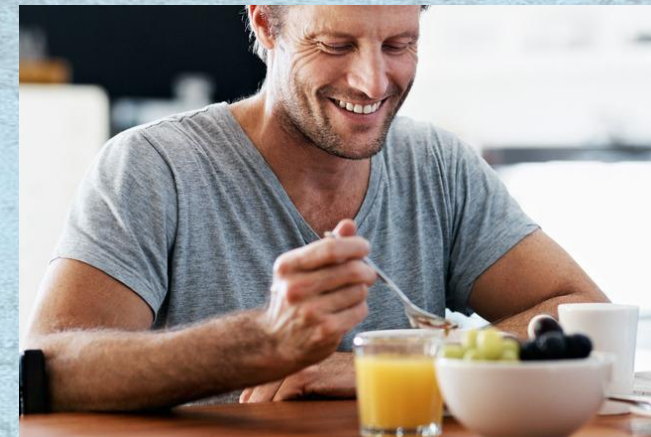
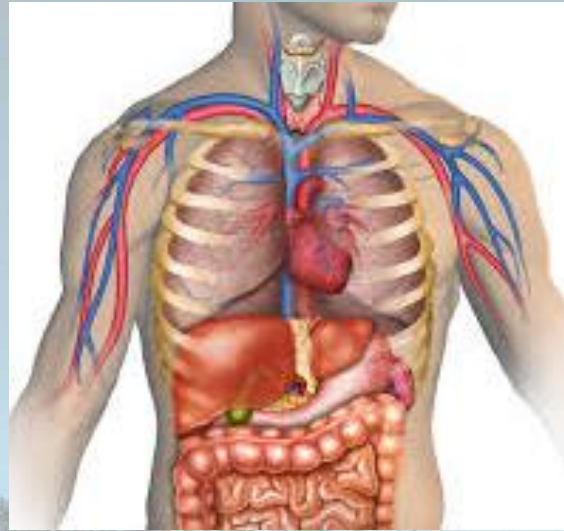
5 Suorituskyvyn
ylläpito



1. I'M SAFE

- Sairaudet (lihakset, ruokailu, mikä tahansa, joka vie huomiota) (**I**llness)
- Ei se lääke, vaan miksi sitä otetaan! (**M**edication)
- Stressi (**S**tress)
- Alkoholi (**A**lcohol)
- Väsymys (**F**atigue)
- Syöminen/ tunteet (**E**ating/ Emotions)

[Annex II to EDD 2019-001-R .pdf](#)





2. Elimistön perustoiminta





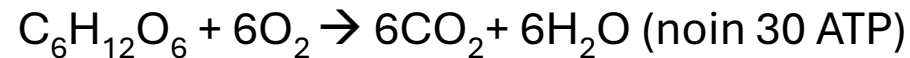
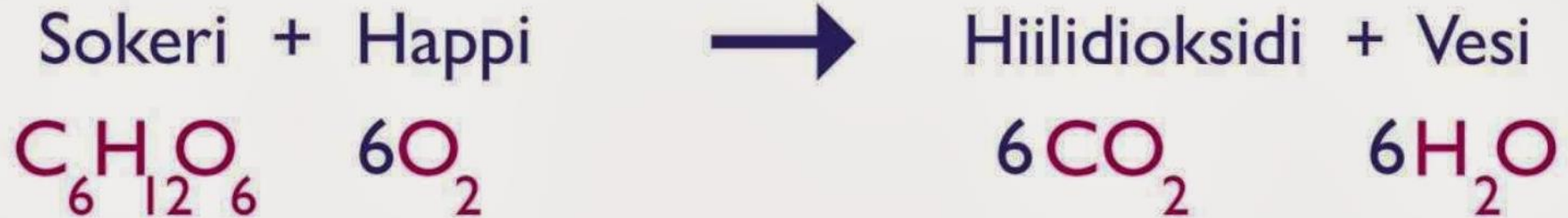
Tarvitaan siis happea ja ravintoaineita

- Elimistö käyttää ravintoaineina hiilihydraatteja, proteiineja ja rasvoja. Vettä tarvitaan liuottimeksi.
 - Hapenkäyttö suurempaa rasvoille!
- Hapensaanti!
 - Hiilihydraatit!
 - Tupakka, pakokaasut

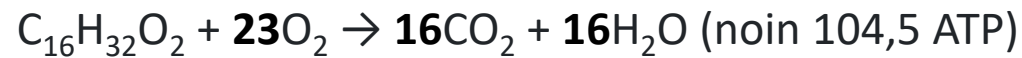




SOLUHENGITYS



0,2 Happea/ATP 0,2



0,22 Happea/ATP



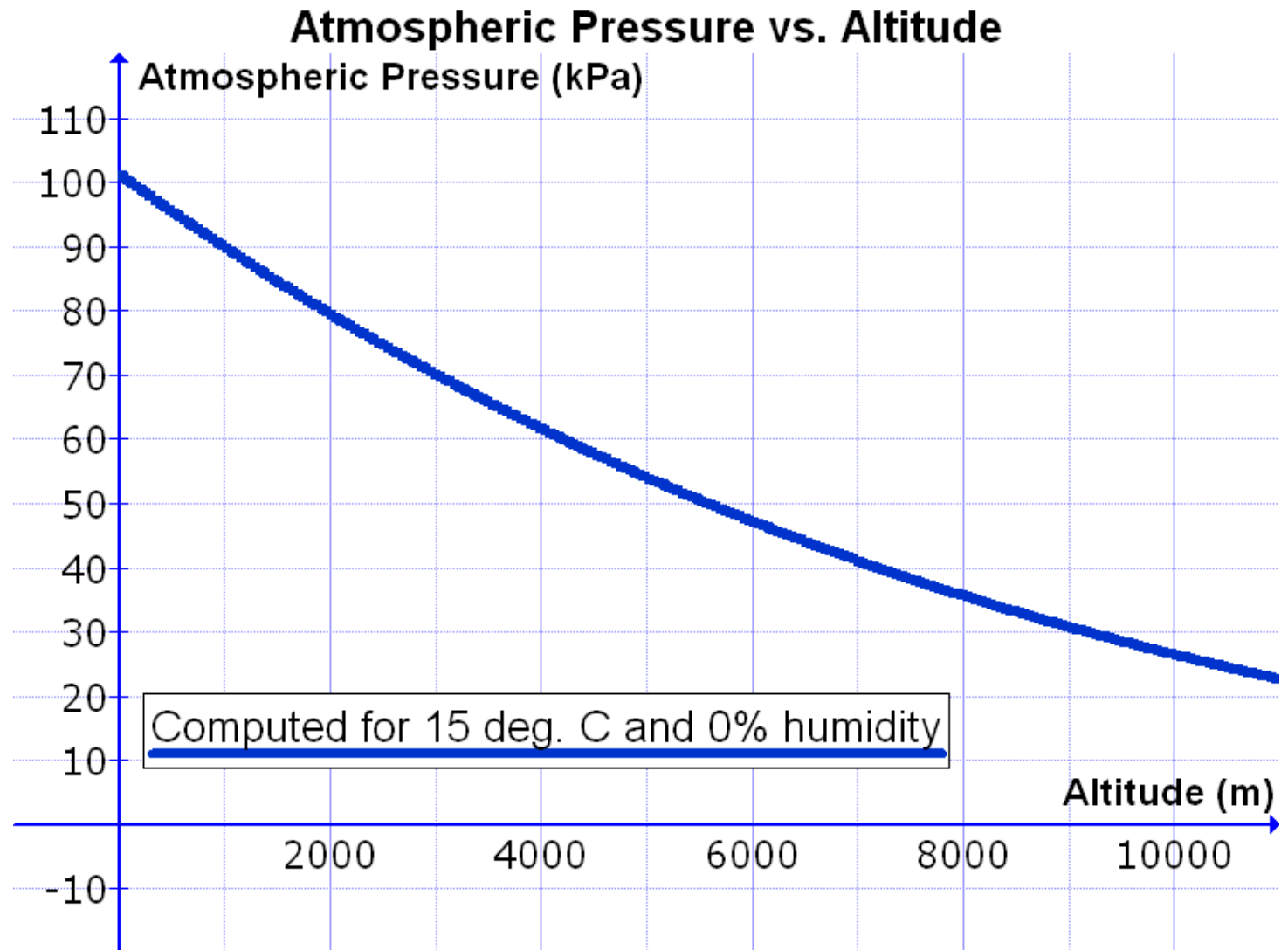
Ilmakehän koostumus

Typpi (N ₂)	78,1 %
Happi (O ₂)	20,9 %
Argon (Ar)	0,93 %
Hiilidioksidi (CO ₂)	0,039 %
Neon (Ne)	0,0018 %
Helium (He)	0,0005 %
Metaani (CH ₄)	0,00017 %
Krypton (Kr)	0,00011 %
Vety (H ₂)	0,00005 %
Otsoni (O ₃)	0,000004 %



Ilmakehän rakenne

- Ilmanpaine laskee mitä korkeammalle tullaan





3. Ilmanpaine ja kaasujen osapaineet

Ilmanpaine merenpinnantasolla on $1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 101,3 \text{ kPa}$. Koska 20.95% ilmasta on happea, hapen osapaine (P_{O_2}) on tällöin $20.95/100 * 760 \text{ mmHg} = 159.22 \text{ mmHg}$

Ilmanpaine johtuu ilman painosta. Suurin osa atmosfäärin ilmasta on alle 20km korkeudessa.

Mitä korkeammalla oleskelemme, sitä pienempi ilmapatsas painaa meitä ja siksi pienempi ilmanpaine.

Yli 16 km edes 100% happi ei riitä



Hengityksen säätely

Hapen saanti on tärkeätä, mutta hiilidioksidin poistaminen myös!

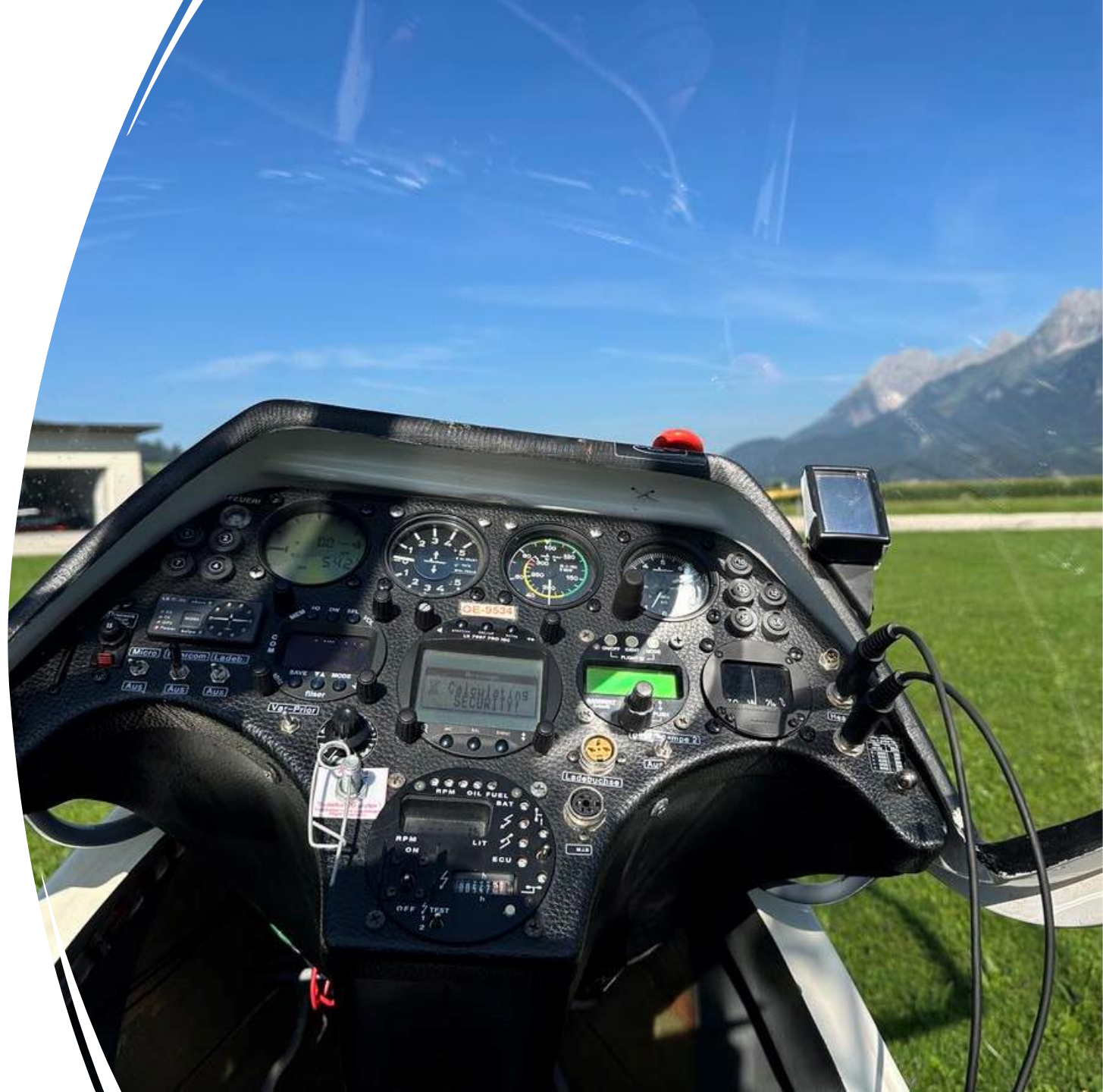
Hiilidioksidi on hengityksen pääasiallinen säätelijä!

Hiilidioksidi vaikuttaa elimistön happamuuteen ja täten myös suorituskykyyn!



Entäs sitten lentäessä

- Mitä korkeammalle tullaan, sitä pienempi ilmanpaine.
- Mitä korkeammalle tullaan, sitä matalampi hapen osapaine.
 - Pienentynyt osapaine voi alkaa tuntumaan jo 1.5 km jälkeen ja pidempiaikaisella altistuksella on tietysti suurempi vaikutus.
- Hengitys voi kiihtyä, koska elimistö kompensoi
 - Lisääntynyt hengitys voi vaikuttaa elimistön pH tasapainoon
 - Paha olo, hyperventilaatio jne





Jatkuva madaltunut hapen osapaine voi vaikuttaa suorituskykyyn lähinnä aivojen kautta

Väsymys

Sekavuus

Pahoinvointi



Korkeuden vaikutus

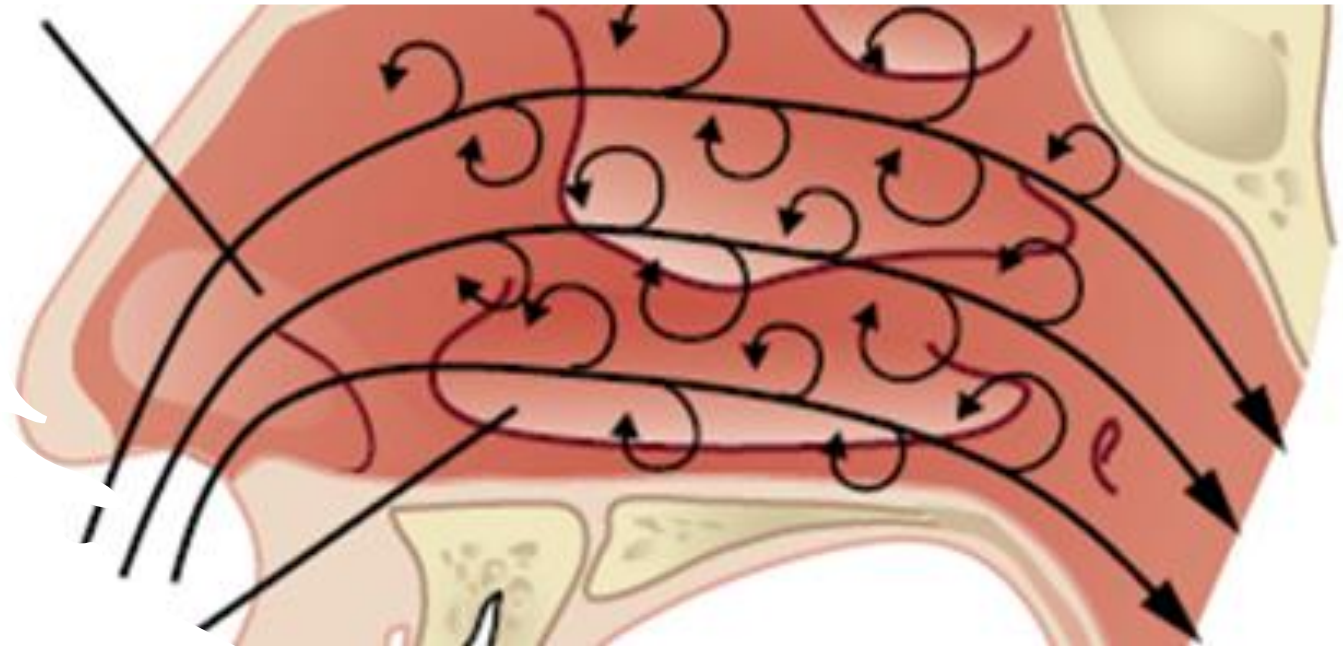
- 0-1.5km
 - tavallisesti ei ongelmia
- 1.5km – 3.5km
 - Hengitys lisääntyy jonkinverran ja elimistö kompensoi näin.
 - Hämäränäkö laskee 10-30%.
 - Muistissa saattaa ilmetä ongelmia (oppiminen), mutta hermosto kykenee kutakuinkin normaaliin toimintaan.
- 3,500 - 6,000 m (11,400 - 20,000 ft)
 - Hengitys lisääntyy merkittävästi
 - Riski pH muutoksille, liikaa hiilidioksidia hengitetään pois
 - Hermoston toiminta heikkenee
 - Hankalampi ajatella
 - Hankalampi havainnoida ja “pysyä kärryillä”
- 5,500 –
 - Täydellisen toimintakyvyttömyys voi iskeä ilman varoitusta





Lämpötila ja vesihöyry

- Ylhäällä kylmempää
 - Vaatetus
- Mitä kylmempää, sitä vähemmän vettä ilmassa
 - Hengitettäessä ilma lämpenee ja kyllästyy vesihöyryllä keuhkoista
 - Nestettä haihtuu kehosta!
 - Tätä voidaan vähentää hengittämällä nenän kautta.





Hydraatio

- Dehydraatio vaikuttaa suorituskykyyn!
 - Ja sympaattisen hermoston aktivaatio – syke ylös jne
- Nestehukkaa haihtumisen kautta, mutta myös koska elimistö tarvitsee nestettä kuona-aineiden poistoon
- Mitä enemmän kuona-aineita elimistöstä pitää poistaa, sitä enemmän pitää juoda ja pissata
 - Minimoi suolat ja esim banaani, parsaa, kookos ja suorat diureetit kuten kaakao, tee ja kahvi.
- Juo kun janottaa!





Syöminen ja juominen lennon aikana

- Hitaat hiilihydraatit
- Vähäsuolainen ruokavalio
- Juomaa ja ruokaa mukaan suorituskyvyn ylläpitämiseksi
 - Energia pääosin hiilihydraateista jos mahdollista eri ruuansulatuksessa hiilihydraatteja jatkuvasti.
- Syö/juo 30 min välein
- Virtsaamiseen varautuminen
 - On muuten stressitekijä





Stressi

- Fyysinen tai henkinen paine voi aiheuttaa
 - Tarkoituksena kohottaa verenpainetta ja verensokeria suorituskyvyn parantamista varten
- Pääasiallinen vaikuttava hormoni on adrenaliini
 - Lisääntynyt hengitys
 - Kohonnut syke
 - Kohonnut verenpaine
 - Harkitsemiskyky muuttuu
- *Stressi voi vaikuttaa arviointikykyyn*



Hei me lennetään! Stressaantunut Ted Striker



Pissaaminen



Jonkinlainen ratkaisu mukaan! Silloin pissahätäkin on pienempi stressitekijä.



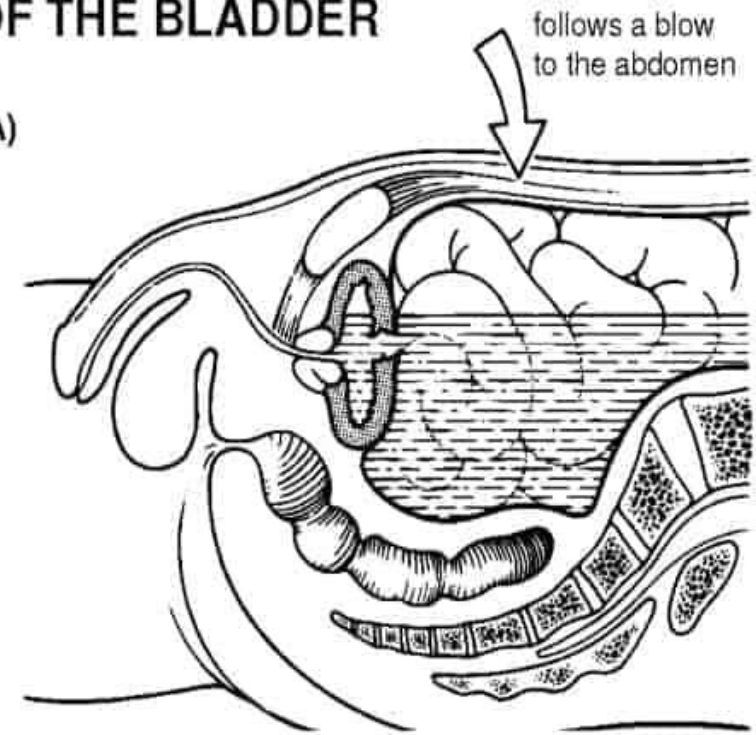


Virtsarakon repeäminen voi olla hengenvaarallista

- Urinary bladder rupture usually occurs after significant blunt abdominal trauma. Common causes are motor vehicle crashes, falls, crush injuries, and blows to the lower abdomen. Bladder ruptures are classified as intraperitoneal or extraperitoneal, referring to the location of extravasated urine

RUPTURE OF THE BLADDER

Intraperitoneal (A)





Pissaaminen

Löytyy kaikenlaisia
vaihtoehtoja...





5 Pidetään aistit herkistettyinä ja stressi minimissä

- Kaikki informaatio kulkee aivoihin, joissa sen perusteella voidaan tehdä päätöksiä.
- Kannattaa minimoida ”turha” informaatio:
 - Mukava asento, ettei mikään paina tai kutia.
 - Mukavat vaatteet
 - Ei hajusteita (etenkin, jos kabinissa useampi)
 - Rauhaisa mielentila, etteivät päässä pyörivät ajatukset häiritse päätöksentekoa.
 - Ruoka ja nestehuolto kunnossa



Mielentilan merkitys

- Mielentila vaikuttaa:
 - Harkitsemiskykyyn
 - Päätöstentekoon
 - Tarkkaavuuteen
- Älä lennä jos olet
 - Väsynyt
 - Järkyttynyt
 - Allapäin
 - Stressaantunut



Silmälasit!

- Varasilmälasit aina mukana, jos silmälasit on sinulle medikaalissa määrätty.
 - Jos lasit tippuvat esim selkänojan taakse, niiden pomiminen sieltä voi aiheuttaa vaaratilanteen!!
- Älä lähde lentämään jos näkö on huonontunut
- Tarkista, että näet mittariston selkeästi ja, että näkyvyys ulos kabiinista on hyvä.
- Älä käytä polarisoituja aurinkolaseja.



Yhteenveto

- Tule kentälle levänneenä ja monipuolisen vähäsuolaisen aamupalan jälkeen.
- Ota mukaan ruokaa ja juomaa, jota on helppo säilyttää. Oikea vaatetus ja mukava asento.
- Muista, että hengityksen kiihtyminen on normaalia, eikä siitä tarvitse hätäntyä
- Vältä stressiä esimerkiksi varautumalla pissahätään pukemalla vaippa päälle





Kiitos!

