

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

HORNET-LENTOJEN JÄLKEISET KORVIEN PAINEOIREET

Pro gradu tutkielma

Kadetti

Marko Ylä-Häkkinen

Kadettikurssi 90

Ilmavoimien ohjaajalinja

Maaliskuu 2007

## MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Kadettikurssi 90	Linja Ilmavoimien ohjaajalinja	
Tekijä Kadetti Marko Ylä-Häkkinen		
Tutkielman nimi <b>Hornet-lentojen jälkeiset korvien paineoireet</b>		
Oppiaine, johon työ liittyy Koulutustaito	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MpKK:n kirjasto)	
Aika Maaliskuu 2007	Tekstisivuja 60	Liitesivuja 6
<b>TIIVISTELMÄ</b>  Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Suomen Hornet-lentoihin liittyvien korvien paineoireiden määrä, laatu ja niihin vaikuttavat tekijät sekä lentäjien kokemukset ylipainehengitysjärjestelmästä.  Tutkimus suoritettiin kyselytutkimuksena Ilmavoimien vuositarkastuksien yhteydessä ja kohderyhmänä oli 225 Suomen Ilmavoimien lentäjää.  Tutkimuksen avulla saatiin tietoa paineoireiden yleisyydestä, laadusta, niihin vaikuttavista tekijöistä. Tuloksien mukaan paineoireet ovat varsin yleisiä ja merkittävimmät niiden syntyyn vaikuttavat tekijät ovat lentotehtävän laatu ja ylipainehengitysjärjestelmä.		
<b>AVAINSANAT</b> Ilmavoimat, lentäminen, ilmailulääketiede, paineoire, korva, PBG.		

# HORNET-LENTOJEN JÄLKEISET KORVIEN PAINEOIREET

<b>1. JOHDANTO</b>	1
<b>2. TUTKIMUSTEHTÄVÄ</b>	3
2.1. Tutkimuksen kohde	3
2.2. Tutkimusongelmat	3
<b>3. TUTKIMUSAINEISTON KERUU</b>	4
<b>4. TUTKIMUKSEN MENETELMÄ</b>	5
4.1. Tutkimuksen menetelmä	5
4.2. Tutkimuskohde kyselytutkimuksessa	6
4.2.1. Tutkittavat henkilöt	6
4.2.2. Tutkittavat asiat	6
4.2.3. Tutkimuspaikka	7
4.2.4. Mahdolliset muuttajat	8
4.2.5. Otantatekniikka	8
4.2.6. Valinnan perustelut	8
4.2.7. Tutkimuksen tietosuoja	9
4.3. Tutkimusvälineistö	9
4.3.1. Tutkimuksessa käytettävä kyselylomake	9
4.3.2. Kyselylomakkeen luotettavuus	10
4.4. Tutkimuksen kulku	11
4.5. Aineiston analyysimenetelmät	11
4.5.1. Tilastolliset menetelmät	11
4.5.2. Sisällönanalyysi	12
4.5.3. Muuttujien muodostaminen	12
<b>5. TEORIA</b>	13
5.1. Keskeisten käsitteiden määrittely	13
5.2. Ilmavoimien lentäjä	15
5.3. Fyysinen suorituskyky	15

5.3.1. Yleinen fyysinen suorituskyky	15
5.4. Lentäminen kiihtyvyysoimien alaisena	17
5.4.1. Kiihtyvyys, G-voimat	17
5.4.2. Kiihtyvyyden vaikutus hengitykseen ja verenkiertoon	21
5.5. Ihmisen korva	22
5.5.1. Korvan Fysiologiaa	22
5.5.2. Korvan paineentasaus	26
5.5.3. Korvan paineoireet	27
5.5.3.1. Lennon aikaiset korvien paineoireet	27
5.5.3.2. Lentojen jälkeiset korvien paineoireet	28
5.5.3.3. Paineoireiden ehkäisy	30
5.6. Kipu	31
5.7. Ylipainehengitys ja Hornetin ohjaamon paineistus	32
5.7.1. Ylipainehengitys	32
5.7.2. Hornetin ohjaamon paineistus	34
<b>6. AINEISTON ANALYYSI</b>	<b>38</b>
6.1. Johdanto	38
6.2. Yleistä	39
6.3. Korvien paineoireiden laatu ja yleisyys	40
6.4. Hengitysteiden oireiden laatu ja yleisyys	43
6.5. Nenän oireiden laatu ja yleisyys	45
6.6. Lennon laadun yhteys oireisiin	47
6.7. Valsalva-manööverin teho	51
6.8. Kokemukset ylipainehengitysjärjestelmästä	53
<b>7. POHDINTA</b>	<b>55</b>
7.1. Tutkimuksen tulokset	55
7.2. Tutkimuksen luotettavuus	59
7.3. Jatkotutkimusehdotukset	59
<b>LÄHTEET</b>	<b>61</b>



# HORNET-LENTOJEN JÄLKEISET KORVIEN PAINEOIREET

## 1. JOHDANTO

Tutkimus käsittelee otsikon mukaisesti Hornet-lentojen jälkeisiä korvien paineoireita. Korvien paineoireiden lisäksi on tutkimukseen liitetty myös muut mahdolliset oireet nenään ja hengitykseen liittyen. Aihe on mielenkiintoinen, sillä se liittyy voimakkaasti käytäntöön ja hyvin monet ilmailun parissa olleet henkilöt ovat omakohtaisesti kokeneet jonkinlaisia paineoireita lentämisestä johtuen. Osa lentäjistä voi myös ajatella oireiden olevan usein koettuina vaarallisia. Aihe ei ole pelkästään vain lentäjiä koskeva, sillä tiedettävästi myös siviililentokoneiden matkustajat voivat kokea esimerkiksi lomalentojen aikana korvien paineoireita kuten korvien naksahdusta ja kipua. Tutkimuksen viitekehys on kuitenkin rakennettu ongelmien ja käsittelytyylin pohjalta vain sotilasilmailuun liittyväksi. Tämä ei kuitenkaan vähennä tutkimuksen mielenkiintoisuutta.

Korvien paineoireita voivat olla jo lentämisen aikana ilmenevät oireet kuten kipu korvissa (yleensä laskeuduttaessa), korvien lukkoon meneminen tai esimerkiksi kipu poskionteloissa. Paineenvaihteluista johtuvia oireita voi kuitenkin ilmetä vasta lennon jälkeenkin kuten esimerkiksi seuraavana aamuna. Tällöin oireita voivat olla esimerkiksi korvien naksahdus, tukkoisuus sekä kipu. Korvien paineoireiden lisäksi selvitettiin myös oireita nenään ja hengityselimistöön liittyen sekä myös mahdollisia muita oireita. Oireiden lisäksi valittiin Hornetin ylipainehengitysjärjestelmän (PBG) merkitys oireiden esiintymisiin toiseksi varsinaiseksi selvitettäväksi asiaksi.

Tutkimus on luonteeltaan kyselypohjainen. Käytännössä on kyse siis siitä, että tutkimusta varten on kerätty tutkittavilta henkilöiltä (kohderyhmä) tietoa kyselomakkeiden avulla. Näin ollen tutkimukseen on saatu Suomen Ilmavoimien lentäjien omakohtaisia kokemuksia korvien paineoireista sekä myös muista vastaavanlaisista oireista. Kohderyhmä on tutkimuksessa varsin laaja (225 henkilöä, joista 176 henkilön vastaukset ovat valideja ja tarkastelun kohteena), joten kyselyn oletetaan olevan varsin kattava ja siitä saatujen tietojen myös varsin rehellisiä ja luotettavia.

Tutkimuksen rakenne on pyritty jäsentämään mahdollisimman selkeäksi. Tutkimuksen alussa on selostus tutkimuksen menetelmästä, tutkimuksessa esiintyvien mahdollisten vieraiden käsitteiden määrittely sekä tarpeellinen teoriatausta, joka auttaa ymmärtämään itse tutkimuksen analysointia sekä tuloksia. Loppuun on liitetty myös tutkimuksessa käytetty kyselylomake, jonka avulla on helppo hahmottaa analysoinnin perusta. Suositukse-  
na onkin, että tutkimusta luettaessa lukija tutustuisi liitteeseen 1. riittävän ajoissa, sillä liite 1. muodostaa koko tutkimuksen pohjan.

Tutkijan hypoteesi korvien paineoireista sekä muista aiheeseen liittyvistä oireista on, että ne ovat Suomen Ilmavoimissa suhteellisen yleisiä, mutta eivät kuitenkaan lentämistä estäviä. Hypoteesi Hornetin ylipainehengitysjärjestelmän (PBG) osalta on, että se koe-  
taan lentäjien taholta jokseenkin oireita lisääväksi. Tutkimuksen alaongelmalle ei tutkija aseta hypoteesia.

## 2. TUTKIMUSTEHTÄVÄ

### 2.1. Tutkimuksen kohde

Tutkimus käsittelee lentoihin ja eritoten Hornet-lentoihin liittyviä lentäjien korvien paineoireita. Tarkemmin rajattuna tutkimustyön tarkoituksena oli saada tietoa paineoireiden yleisyydestä, oireista sekä niihin vaikuttavista tekijöistä.

Tutkimus on toteutettu keräämällä tietoa ilmavoimien lentäjiltä kyselylomakkeiden avulla. Tällä tavalla on saatu selville varsin tarkasti paineoireisiin liittyviä seikkoja.

### 2.2. Tutkimusongelmat

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Hornet-lentoihin liittyvien korvien paineoireiden esiintyvyys, laatu sekä niihin vaikuttavat tekijät Suomen Ilmavoimissa. Kyselytutkimuksen pohjalta saatujen tulosten kriittisellä ja puolueettomalla tarkastelulla on saavutettu tulosten luotettavuus.

Tutkimuksessa on kirjallisuuden ja muun kerätyn aineiston pohjalta haettu vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

Pääongelmat:

1. Kuinka yleisiä ja minkä laatuista lentoihin (erityisesti Hornet) liittyvät korvien paineoireet ovat Suomen Ilmavoimissa?
2. Kokevatko lentäjät ylipainehengitysjärjestelmän (PBG) osasyiksi korvien paineoireisiin?

Alaongelma:

1. Mitkä tekijät vaikuttavat korvien paineoireiden esiintymiseen? Tekijöinä voidaan pitää esimerkiksi fyysistä kuntoa, tupakointia, ylipainehengitystä, ikää sekä lentokalustoa.



### 3. TUTKIMUSAINIESTON KERUU

Tutkimusaineiston kyselyosan kerääminen on tapahtunut vuonna 2002 ja 2003. Tämän pääosan muodostavat kyselylomakkeet, joiden avulla on kerätty haluttuja tietoja 225 kyselytutkimukseen valitulta henkilöltä. Tutkimukseen valitut henkilöt ovat Suomen Ilma-voimien lentäjiä ja kyselylomakkeet ovat jaettu heille vastattaviksi vuositarkastusten yhteydessä Helsingin keskussotilassairaalassa. Kaikki vastauslomakkeet on saatu kokonaisuutenaan takaisin ilman puutteita ja näin ollen niiden analysointi kokonaisuutena, keskinäinen vertaaminen ja tätä kautta luotettavien johtopäätöksien teko on mahdollista.

Tutkimusta varten on ollut luonnollista hankkia myös kirjallisuutta lääketieteestä sekä teoksia, jotka neuvovat käytännössä tutkimuksen oikeanlaisessa suorittamisessa. Myös artikkelit aikaisemmista tutkimuksista ovat olleet tarkastelun kohteena ja tietokantoja, joita näiden artikkeleiden jäljittämiseen on käytetty, ovat MedLine ja PubMed. Kyseiset tietokannat on luokiteltu varsin luotettaviksi koskien lääketieteellisiä julkaisuita. Tutkia itse on määrittänyt tason (artikkeleiden määrä), jolla aikaisempia artikkeleita kyseisessä tutkimuksessa esitetään. Lisätietoa artikkeleiden hausta olen saanut Lentosotakoulun lääkäriltä Roope Soveliukselta.

## 4. TUTKIMUKSEN MENETELMÄ

### 4.1. Tutkimuksen menetelmä

Tutkimuksen luonne on kvantitatiivinen. Tutkimuksessa käytetään osittain myös sisällysanalyysia, koska kyselylomakkeeseen on mahdollista vastata vapaasti omin sanoin. Kvantitatiivisesta tutkimuksesta käytetään myös nimityksiä, kuten hypoteettis-deduktiivinen, positivistinen ja eksperimentaalinen tutkimus. Kvalitatiiviselle tutkimukselle on yleistä syiden ja seurausten välisten suhteiden tarkastelu. Taustalla on ajatus, että todellisuus rakentuu objektiivisesti todettavista tosiasioista. Tällaisen ajattelutavan on synnyttänyt loogiseksi positivismiksi nimetty filosofinen suuntaus. Kyseinen suuntaus korostaa sitä, että kaikki tieto on peräisin aistihavainnoista ja niiden pohjalta tehdyistä loogisista havainnoista. Pelkistetysti tämä tarkoittaa siis sitä, että tutkimuksessa kerätään tietoa esimerkiksi kokeellisesti tai muulla vastaavalla tavalla ja sen pohjalta suoritetun analysoinnin perusteella esitetään tutkimustulokset. Tällöin tutkija pyrkii ratkaisemaan asettamansa tutkimusongelmat keräämänsä aineiston tai saamansa havaintoaineuksen pohjalta. (Hirsjärvi ym. 1997.)

Haluttua tietoa voidaan kerätä kokeellisesti tai ei-kokeellisesti. ”Ei-kokeellisiin tutkimuksiin kuuluu mm. paljon käytetty survey-tyyppinen tutkimus, jossa kyselyn, haastattelun tai havainnoinnin avulla kerätään tarvittava tieto” (Hirsjärvi ym. 1986, 11).

Tutkimuksen menetelmänä käytetään empiirisen tutkimuksen ei-kokeellista menetelmää. Menetelmä toteutetaan kyselylomakkeen avulla. Kyselyn tuloksien analysoinnissa käytetään Excel-ohjelman suodatusmenetelmää. Kyselylomake sisältää osittain avoimia kysymyksiä (pääasiassa kuitenkin ns. rasti ruutuun kysymyksiä) eikä pakota vastaajaa vastaamaan kaikkiin kysyttyihin kohtiin. Kyseessä ei siis ole ns. optinen lomake. Tämä luonnollisesti suurentaa tutkijan työmäärää tutkimuksesta saadun aineiston analysoinnissa. Kyselystä saatujen tietojen pohjalta pyritään esittämään tutkimustulokset niitä vääristelemättä. Kyselytutkimuksen ollessa verraten mittava tutkittavien henkilöiden määrän sekä kysyttävien asioiden puolesta, on odotettavissa huomattavan paljon erilaisia syy- ja seuraussuhteita. Tutkimuksesta löytyy kvantitatiiviselle tutkimukselle ominai-

sia piirteitä, sillä tarkoituksena on saada lähinnä määrällisiä tuloksia tutkimusongelmiin. Kyselyn vastauksien tulkinta vaatii kuitenkin osittain myös sisällön analyysimenetelmää.

## 4.2. Tutkimuskohde kyselytutkimuksessa

### 4.2.1. Tutkittavat henkilöt

Tutkimuksen kohteina ovat ohjaajat (lentäjät) kaikissa Suomen lennostoissa sekä IlmaSK:ssa ja KoellV:ssa. Tähän joukkoon kuuluvat nuoret aktiiviohjaajat sekä myös vanhemmat ohjaajat. Pääasiallinen koejoukkio muodostuu hornet-koulutuksen saaneista ohjaajista. Jotta tutkimus antaisi enemmän tietoa vertailtavan aineiston muodossa, suoritettiin kysely myös kaikille muille ohjaajille, kuten esimerkiksi Hawk-ohjaajille. Tuloksia analysoidessa otetaan luonnollisesti kaikkien vastanneiden vastaukset huomioon, jotta saatu aineisto antaisi mahdollisimman paljon tietoa.

### 4.2.2. Tutkittavat asiat

#### Hornet-lentojen jälkeiset korvien paineoireet

Kyselyn tarkoituksena on selvittää minkälaisia korvien paineoireita ohjaajat kokevat ja kuinka paljon.

#### Yleistä

Hornet-hävittäjien käyttöönoton jälkeen ilmeni yllättäen, että lentoa seuraavan päivän aamuna heti heräämisen jälkeen lentäjillä esiintyi korvien erilaisia oireita, kuten lorinaa ja naksahdusta sekä subjektiivisesti lievää kuulon alenemaa. Osalla ohjaajista oire häviää muutaman paineentasauspuhalluksen jälkeen, toisilla se voi kestää yli yhden tunnin. Oireita esiintyi usein, minkä vuoksi katsottiin perustelluksi tehdä aiheesta kyselytutkimus. Lentojen aikana tai välittömästi niiden jälkeen oireita ei mainittavasti esiinny. Runsaasti korkeuden vaihteluja (paljon paineen vaihtelua) sisältävien lentojen jälkeen, oireita vaikuttaisi tulevan herkemmin. Eräät ohjaajat liittävät oireet runsaasti kovia G-rasituksia sisältäneisiin lentoihin. Vastaavia oireita ei ole esiintynyt mainittavasti Hawk-suihkuharjoituskoneella eikä Mig- tai Draken-hävittäjillä lennettäessä. Oireita esiintyi jo

ennen ylipainehengitysjärjestelmän (Pressure Breathing for G, PBG) käyttöönottoa ja sitä esiintyy myös sellaisten lentojen jälkeen, joilla ei ole käytetty ylipainehengitysjärjestelmää. Lisäksi ohjaajilla on esiintynyt pitkittynyttä yskää ja ylähengitysteiden ärsytystä. Ohjaajat ainakin osittain mieltävät ylipainehengitysjärjestelmän hengitystieoireiden syyksi. Kyselytutkimuksen pohjalta on tarkoitus järjestää mahdollisesti myös tarkemmat kliiniset tutkimukset tulevaisuudessa.

#### Ylipainehengitysjärjestelmä (PBG).

Toinen tutkittava asia on PBG-järjestelmän vaikutus lennettäessä Hornetilla. Tutkimus yhdistetään korvien paine-oiretutkimukseen ja suoritetaan kyselytutkimuksena saman kaikille ilmavoimien ohjaajille suunnatun kyselytutkimuksen yhteydessä. Kyselyn tarkoituksena on selvittää PBG:n (ylipainehengitysjärjestelmä) käyttöön oton vaikutusta korvien paineoireiden esiintyvyyteen. Tähän osioon on kyselylomakkeeseen liitetty myös kysymyksiä G-LOCista, gray outista ja black outista, mutta tutkimuksen rajaamisen vuoksi on ne jätetty varsinaisesta tutkimuksesta pois. Luonnollisesti kaikki kyselylomakkeen tiedot myös näihin osioihin liittyen kirjataan ylös, mutta varsinainen tarkempi analysointi muodostuisi oletettavasti toiseksi Pro gradu-tasoiseksi kokonaisuudeksi.

Molemmat tutkittavat asiat ovat painoarvoltaan yhtä tärkeitä, sillä ne liittyvät toisiinsa. Tarkoituksena onkin selvittää paineoireisiin liittyvät seikat ja se, onko ylipainehengitysjärjestelmällä lentäjien mukaan vaikutusta paineoireisiin.

Päämäärä on luoda koko perusjoukkoa (kaikki kyselyyn vastanneet) koskevia lainalaisuuksia yksittäisten tapausten pohjalta. Lainalaisuuksien muodostaminen on tutkimuksessa käytettävän varsin suuren otannan puolesta helppoa, mutta sitä vaikeuttavat erilaisten muuttujien suuri määrä. On kuitenkin tärkeää muodostaa tutkimuksessa käytettävät muuttujat, sillä tutkimuksen antamat tulokset voisivat olla vaillinaisia ja epäluotettavia merkittävien muuttujien puuttuessa.

#### 4.2.3. Tutkimuspaikka

Tutkimuspaikkana oli keskussotilassairaalan ilmavoimaosasto Helsingissä. Kyselytutkimus järjestettiin vuonna 2002 ohjaajien vuositarkastuskokouksien yhteydessä.

#### 4.2.4. Mahdolliset muuttajat

Pääasiassa avoin kyselylomake sekä siihen vastaamisen vapaaehtoisuus aiheuttaa osaksi ongelmia. Tämä ei kuitenkaan mielestäni tee kyselyn antamista tuloksista epäluotettavia. Mahdollisia ongelmia voivat olla kyselyyn vastanneiden omat käsitykset oireista ja niiden merkittävydestä. Toinen voi pitää lieviäkin oireita mielestään merkittävinä ja merkitsee tämän vastauslomakkeeseen, kun taas toinen voi jättää vastaavassa tilanteessa vastaamatta, jos ei koe oireitaan merkittäviksi. Kyselylomake onkin pyritty laatimaan sellaiseksi, ettei siihen vastaaminen muodosta kynnystä vastaajalle. Kyselylomakkeessa ei pyritä tiedustelemaan vain mahdollisia suuria oireita aiheeseen liittyen, vaan myös lievät oireet tulisi merkata kyselylomakkeeseen. Henkilöiden tietosuoja mahdollistaa myös rehellisen vastaamisen joka kohtaan ilman että siitä aiheutuu haittaseurauksia vastaajalle. Huomattavaa on myös se, että oletuksen mukaan jokaisella ilmavoimien lentäjällä on myönteinen asenne lentovarusteiden ym. kehittämistä kohtaan ja näin ollen kyselyyn vastaamisen oletetaan olevan rehellistä niin laadullisesti kuin määrällisesti.

Muut varsinaiset muuttajat selviävät kohdasta tutkimuksessa käytettävä kyselylomake (4.3.1.).

#### 4.2.5. Otantatekniikka

Otantatekniikka on varsin käytännönläheinen ja yksinkertainen. Jokaiselle vuositarkastukseen saapuvalla ilmavoimien ohjaajalle jaetaan kyselylomake. Näin ollen vastaajien lukumäärä nousee yli kahteen sataan (225) henkilöön. Huomioitavaa on se, että kysely on suoritettu jo vuonna 2002. Tutkimus voitaisiin tutkijan oletuksen mukaan suorittaa tarvittaessa uudelleen.

#### 4.2.6. Valinnan perustelut

Tutkimuksessa käytettävien henkilöiden valinta ei muodostanut ongelmia. Luonnollista oli, että kysely kohdistettiin ilmavoimien ohjaajille. Tärkein pohdinta kyselyä suunniteltaessa liittyi ilmavoimien Hornet-ohjaajiin, mutta mahdollisimman kattavien tulosten saamiseksi oli järkevää suorittaa kysely kaikille ilmavoimien ohjaajille. Tällä tavalla vertailtavaa aineistoa saadaan mahdollisimman paljon.

#### 4.2.7. Tutkimuksen tietosuoja

Kyselyssä saatavia tietoja tullaan käyttämään vain tutkimustarkoituksiin ja tiedot jäävät tutkijoiden käyttöön. Niitä ei esimerkiksi liitetä sairaskertomuksiin, vaan ne arkistoidaan erilliseen tutkimustiedostoon. Tutkimukseen vastataan nimettömänä.

Ennen tutkimuksen aloittamista tutkimussuunnitelma annettiin Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettisen toimikunnan hyväksyttäväksi. Toimikunta hyväksyi tutkimuksen tekemisen.

#### 4.3. Tutkimusvälineistö

Tutkimuksessa käytettävä välineistö käsittää kyselylomakkeen. Tietojen kokoaminen ja analysointi tapahtuu suurelta osin Microsoft Excel-ohjelman avulla. Excel-ohjelma mahdollistaa tulosten tilastollisen tarkastelun kokonaisvaltaisesti. Tilastollisessa tarkastelussa käytettiin Excelin suodatustoimintoa. Mahdollisissa myöhemmissä kliinisissä tutkimuksissa luonnollisesti tarvitaan myös varsinaisia välineitä esimerkiksi lääketieteellisiin mittauksiin liittyen.

##### 4.3.1. Tutkimuksessa käytettävä kyselylomake

Tutkimuksessa kaikille ohjaajille vuotuisen Ilmavoimaosaston tarkastuksen yhteydessä jaetaan kyselylomake, jolla kartoitetaan korva- ja nenäoireiden yleisyyttä ja laatua sekä lentäjien kokemuksia PBG-järjestelmästä. Samaan kyselyyn liitettiin kysely koskien G-LOCin esiintyvyyttä. Kyselyssä kerrotaan vastaajille lyhyesti taustatietoa aiheesta. Lisäksi kerrotaan sen tarkoitus, vastaamisohjeet, tietosuoja sekä tutkimuksen suunnittelijat. Oletuksena on, että tämän tutkimuksen pohjalta suoritettaisiin myöhemmin varsinaisi-

set kliiniset tutkimukset. Huomioitavaa on se, että tämä tutkimus keskittyy vain ja ainoastaan tähän kyseiseen kyselytutkimusvaiheeseen sekä siitä analysoinnin kautta saatavien johtopäätösten ja tulosten esittämiseen.

Paineoireita käsittelevässä osiossa selvitetään tutkittavien ikä, pituus, paino, lentokokemus, mahdollinen tupakointi, aerobinen kapasiteetti, mahdollisten oireiden laatu, oireiden voimakkuus, oireiden esiintymisen yleisyys ja kesto, mahdolliset vastatoimet ja niiden teho, omat kokemuksen PGB-järjestelmästä ja sen vaikutuksesta oireisiin, lentokalusto sekä lentotehtävien laatu oireisiin sidottuna. Lisäksi kyselyyn vastaajilla on mahdollisuus kirjoittaa myös muita kommentteja aiheesta sekä esittää kysymyksiä.

G-LOCia käsittelevässä osiossa selvitetään vastaajien lentotuntimäärä ja lentokalusto, grayoutin, blackoutin sekä G-LOCin esiintyvyys eri lentokalustolla (kuinka monta kertaa uran aikana), tapahtumien arvioitu +Gz:n arvo, lentoliike, oireiden kesto, koulutuksen vaihe, istuiko henkilö koneen etu- vai takapenkillä, mahdolliset edeltävät näköoireet, kuinka tapahtuma todettiin, kauanko arvioitu palautuminen kesti ja oliko jälkioireita, onko ylipainehengitys vähentänyt vai lisännyt gray outia, black outia tai G-LOCia.

Nämä eri kohdat muodostavat useita eri muuttujia sillä on luonnollista, että kyseisten asioiden kohdalla on suuria eroja lentäjien välillä. ”**Muuttuja** on se **ominaisuus** jota tutkitaan.” (Karjalainen 2002, 12). Tässä tutkimuksessa on useita eri muuttujia. Eri muuttujien analysointi ja niiden välisten yhteyksien löytäminen muodostuu merkittäväksi osaksi tutkimuksessa.

Kyselylomake on nähtävissä kokonaisuudessaan osiossa LIITTEET. Liittessä 1 on esitetty vain tässä tutkimuksessa käytetty kyselytutkimuksen osio (korvien paineoireet).

#### 4.3.2. Kyselylomakkeen luotettavuus

Kyselylomakkeeseen vastaamiseen menee aikaa useita minutteja. Ilmavoimien vuositarkastusten yhteydessä on kuitenkin huomattavan paljon aikaa kyselylomakkeen täyttämiseen, joten näin ollen on oletettavaa, että kyselylomakkeeseen vastaaminen ei jää

vastaajan ajanpuutteesta johtuen vaillinaiseksi. Ei ole myöskään oletettavaa, että kukaan vastaajista tarkoituksellisesti antaisi vastuksissaan tekaistua tai valheellista tietoa.

Analysoidessa kyselytutkimuksen tuloksia tutkija sitoutuu olemaan vääristelemättä tuloksia. Kaikki merkittävät asiat ja eri asioiden väliset yhteydet pyritään esittämään riittävässä määrin.

#### 4.4. Tutkimuksen kulku

Tutkimuksen kulku aineiston tarpeen analysoinnin jälkeen alkoi kyselytutkimuksen suunnittelulla, siihen tarvittavien lupien hoitamisella sekä varsinaisen kyselyn järjestämisellä. Itse kyselyyn vastaaminen on tapahtunut vuonna 2002. Tämän esivalmistelun ovat tehneet Roope Sovelius IlmaSKsta, Heikki Karinen SatLstosta, Jussi Laranne TAYSsta, Simo Siitonen KSSsta, Seppo Savolainen KSSsta sekä Pentti Kuronen IlmavEsta. Varsinainen kyselytutkimuksen analysointi ja tulosten esittäminen tapahtuu vuonna 2006–2007. Tutkimuksen analysointi- ja raportointivaihe on laajuudeltaan Pro Gradu-tasoa.

#### 4.5. Aineiston analyysimenetelmät

##### 4.5.1. Tilastolliset menetelmät

Tilastollisten menetelmien valinta käsittää pääasiassa käytettävän tietokonepohjaisen tilasto-ohjelman valinnan. Tutkimuksen analysoinnissa käytettävä ohjelma on Microsoft Excel 2002 ja pääasiallinen työskentelytyökalu on Excel-ohjelman suodatus toiminto. Päädyin kyseiseen ohjelmaan, koska koen sen olevan järkevä vaihtoehto tutkimuksen antamien tulosten analysointiin. Optisten vastausten puute karsii osan mahdollisista ohjelmistovaihtoehdoista pois. Vaihtoehtona olisi myös vastausten siirtäminen optiseen muotoon, mutta tutkimuksen tulosten näkökulmasta tällä ei ole merkitystä.

Tilastollisten tarkasteluiden pohjalta on tarkoitus pohtia eri muuttujien välisiä mahdollisia yhteyksiä. Tällöin tarkastellaan muuttujien välistä korrelaatiota. Huomioitavaa on kuitenkin se, että vaikka kaksi muuttujaa korreloivat, ei niiden välillä välttämättä ole kausaalista



syy-seuraus suhdetta. Niillä ei siis välttämättä ole yhteyttä toisiinsa. Tällaiset seikat ovat kuitenkin luonnollisesti tutkimuksessa tarkan tarkastelun alaisena.

#### 4.5.2. Sisällönanalyysi

Kyselylomakkeen antaessa mahdollisuuksia vastata kysymyksiin myös omin sanoin, asettaa tämä aineiston analysoinnille myös laadullisen tarkastelun vaatimuksen. Menetelmäksi tähän sopii sisällönanalyysi.

#### 4.5.3. Muuttujien muodostaminen

Tilastopohjainen tarkastelu johtaa useiden eri muuttujien välisten yhteyksien tarkasteluun. Tilastollisen tarkastelun pohjalta on helppoa havaita eri koehenkilöillä esiintyviä yhdistäviä merkittävimpiä tekijöitä. Lisäksi myös osittaisen sisällönanalyysin avulla pyritään havaitsemaan eri asioiden välisiä yhteyksiä ja täten havaitsemaan merkittäviä sekä merkityksettömiä muuttujia.

## 5. TEORIA

### 5.1. Keskeisten käsitteiden määrittely

Hawk (HW): Suomen Ilmavoimissa käytössä oleva suihkuharjoitushävittäjä British Aerospace Hawk Mk51. Jatkokoulutuskone, jota käytetään ilmavoimissa ennen hävittäjäkoulustoon (Hornet F-18) siirtymistä.



Hawk Mk51/51A (HW) (Lähde: <http://www.ilmavoimat.fi/index.php?id=26> > 28.11.2006).

Hornet (HN): Suomen ilmavoimissa käytössä oleva ilmaherruushävittäjä F-18.



F-18 C/D Hornet (HN) (Lähde: <http://www.ilmavoimat.fi/index.php?id=26> > 28.11.2006).

Gz: Lyhenne, joka merkitsee kiihtyvyysoimaa. +Gz tarkoittaa päästä jalkoihin suuntautuvaa ja -Gz jaloista päähän suuntautuvaa kiihtyvyysoimaa.

Gray out: Fyysinen tila, jossa lentäjä kokee näkökentän kapenemista, sumenemista tai värien hämärtymistä kiihtyvyysoimien alaisena. (Edeltää yleensä black outtia sekä G-LOCia).

Black out: Fyysinen tila, jossa lentäjä menettää kokonaan (hetkellisesti) näkökykynsä kiihtyvyyden voimien vuoksi. Lentäjä on kuitenkin tajuissaan ja muut aistit (kuten kuulo) ovat vielä toiminnassa.

G-LOC: Kiihtyvyyden aiheuttama tajuttomuuden tila, jonka aikana lentäjä ei ole toimintakykyinen. Tajuttomuudesta palaaminen kestää tapauksesta riippuen yleensä noin 30 sekuntia. G-LOC voi yllättää lentäjän myös ilman ennakkovaroitusta (gray out/black out), jos kiihtyvyyden voimaa kasvatetaan äkillisesti ilman vastaponnistusta.

Barotiitti: Barotiitti tarkoittaa ympäristön ylipaineen aiheuttamaa korvatulehdusta. Korvatorven tehtävänä on mm. painetasaus välikorvan ja ympäristön välillä. Barotiitti voi syntyä esimerkiksi lentokoneen laskeutuessa, kun välikorvan alipaine ei tasaannu. Tällöin ilmanpaine-ero voi korvan ja ulkoilman välillä muodostua niin suureksi, että välikorvaan muodostuu nestettä. Barotiitin ehkäisemiseksi voidaan koneen laskeutumisen aikana nielaista suu ja sieraimet kiinni ja tarvittaessa käyttää nuhasuihketta. Joskus neste voidaan joutua poistamaan puhkaisemalla tärykalvo.

(<http://www.tohtori.fi/?page=6625671&search=barotiitti> > 16.10.2006.)

Otologia: Korvaa ja sen sairauksia käsittelevä lääketieteen alue.

Sisäkorva (auris interna): Korvan sisin osa, jossa sijaitsevat mm. kuuloreseptorit sekä tasapainoelimen asento- ja liikerseptorit.

Ulkokorva (auris externa): Korvan uloin osa, jonka osia ovat korvalehti (auricula) ja tärykalvoon päättyvä ulkoinen korvakäytävä.

Välikorva (auris media): Ilman täyttämä korvan keskimmäinen osa, johon kuuluvat mm. täryontelo kuuloluineen ja tärykalvo (membrana tympani).

Valsalvan manööveri: Voimakas puhallus pidettäessä suu kiinni sekä nenä tukossa, jonka avulla saadaan "pakotettua" ilmaa korvatorvea (tuba) pitkin välikorvaan. Puhalluksen tarkoituksena on tasata korvan ja ulkoilman välistä paine-eroa esimerkiksi lentokoneella laskeuduttaessa.

## 5.2. Ilmavoimien lentäjä

Ilmavoimien lentäjällä tarkoitan työkseen suihkukonekalustolla lentävää henkilöä kuten esimerkiksi lennonopettajaa tai koulutettua Hornet-ohjaajaa. Suihkukonekalustolla lentävä henkilöstö on mielestäni paras valinta tutkimukseen, sillä kyseiset henkilöt altistuvat suuremmalle fyysiselle ja psyykkiselle kuormitukselle kuin esimerkiksi yhteyslentäjät. Kuormitus johtuu lähinnä kiihtyvyysoimista, mutta myös monista muista tekijöistä. Fyysisistä kuormittavuustekijöistä merkittävimpiä ovat kiihtyvyysoimat. Lentotehtävien kuormittavuus vaihtelee kuitenkin suuresti. Hyvä kunto on kuitenkin tällaiselle henkilöstölle jatkuva edellytys. Kuormittavuuksista puhuttaessa on huomattava, että tutkimus ei pyri käsittelemään lentämisen psyykkistä puolta juurikaan vaan pääpaino on fyysisellä suorituskyvyllä. Suihkukonekalusto johon tutkimuksessa viitataan, käsittää lähinnä Hawk-suihkuharjoitushävittäjän sekä Hornet -torjuntahävittäjän.

## 5.3. Fyysinen suorituskyky

Fysiikkaan vaikuttavien tekijöiden (mm. kipu, oireet) ollessa lähes aina kytköksissä ihmisen fyysiseen suorituskykyyn, on mielestäni välttämätöntä tutustua ihmisen fyysisen suorituskyvyn teoriaan. Tämä myös siksi, että tutkimuksen avulla voidaan löytää mahdollisia yhteyksiä fyysisen kunnon ja paineoireiden välillä. Esimerkkipohdintana voimme ajatella esimerkiksi, että onko fyysisesti huonokuntoisemmilla suurempi mahdollisuus kokea paineoireita kuin fyysisesti hyväkuntoisilla.

### 5.3.1. Yleinen fyysinen suorituskyky

Fyysiselle suorituskyvyille on useita erilaisia määritelmiä. Yleisesti ottaen sen voidaan sanoa perustuvan elimistön aerobiseen ja anaerobiseen energiantuottoon sekä lihastoimintojen ohjaukseen ja lihasvoimaan. Ihmisen tulee myös olla terve, jolloin edellytykset hyvälle fyysiselle suorituskyvyille ovat olemassa. Terveystilan voi määritellä usealla eri tavalla ja se käsittää myös muita osa-alueita kuin ainoastaan fyysisen hyvinvoinnin. ”Terveystila on fyysisen, psyykkisen sekä sosiaalisen hyvinvoinnin tila, eikä vain sairauden tai heikkouden aiheuttama puutetilä.” (WHO definition of health, Harms-Ringdahl,

K/Ingesson, A/Spångberg, C. 2004, 87). Tutkimuksen aiheen vuoksi käsittelen lähinnä vain fyysistä terveyttä liittyen fyysiseen suorituskyykyyn sekä muihin vastaaviin seikkoihin.

Fyysistä kuntoa sekä suorituskyykyä käytetään yleisesti kuvaamaan ihmisen liikunta-, työ- ja suorituskyykyä. Vaikka ”kunto” ja ”suorituskyyky” ovatkin pitkälti sama asia, on niiden välillä kuitenkin sisältöeroja. Fyysinen kunto heijastelee ensisijaisesti elimistön ominaisuuksia ja fyysisen suorituskyyvyn niitä suorituksia, joita elimistö ominaisuuksillaan pystyy tuottamaan. Fyysisen kunnan määräävät yhtäältä elimistön aerobinen ja anaerobinen energiantuottokyyky sekä toisaalta lihasvoima ja lihastoiminnan ohjaus. (Hävittäjä-lentäjän fyysisen suorituskyyvyn tutkimuksesta ilmavoimissa 2001, 5.)

Fyysisen kunnan osatekijät:

- Kestävyyys
- Voima
- Nopeus
- Taito

Fyysisen suorituskyyvyn osatekijöihin vaikuttavat kuntotekijöiden lisäksi myös psykologiset tekijät kuten esimerkiksi keskittymiskyky, motivaatio ja tahto. Fyysisen kunnan ja suorituskyyvyn tason puolestaan määräävät henkilön sukupuoli, ikä, koko ja muut perintötekijät. Lentäjän fyysisen kunnan ja suorituskyyvyn tulee olla sellaisella tasolla, että hän selviytyy fyysisesti äärimmäisen rasittavista yksittäisistä lentotehtävistä ja säilyttää toimintakyyvynsä koko lentäjä uransa ajan. (Hävittäjä-lentäjän fyysisen suorituskyyvyn tutkimuksesta ilmavoimissa 2001, 5-6.) Kaikki kyseiset ominaisuudet ovat lentämistä ajatellen varsin tärkeitä.

Urheilun ja liikunnan yhteydessä fyysisellä kunnolla tarkoitetaan käsittääkseni yleensä suorituskyykyä, kyykyä selviytyä mahdollisimman pienin ponnistuksin ja tehokkaasti fyysisistä tehtävistä. Mielestäni lentäminen suurien kuormituskertoimien alaisena on täysin urheiluun verrattavissa oleva suoritus. Urheilijan suorituskyyvyn voidaan katsoa koostuvan seuraavista osatekijöistä:

- Fyysiset suoritustekijät ja koordinaatiokyky
- Rakenteelliset tekijät ja terveydentila
- Teknis-taktiset kyvyt ja valmiudet
- Henkiset ominaisuudet

(<http://ffp.uku.fi/intro/suoritus.htm> > 17.2.2007.)

Tärkeitä kehitettäviä fyysisiä ominaisuuksia ovat mm. verenkierto- ja hengityselimistöön kunto, ketteryys, motoriset kyvyt tasapaino ja notkeus. Fyysistä kuntoa voidaan mitata esimerkiksi kenttä- tai laboratorio-olosuhteissa. Esimerkkinä kenttä-olosuhteesta on esimerkiksi Cooper-juoksutesti. (<http://ffp.uku.fi/intro/suoritus.htm> > 17.2.2007.)

Fyysiseen kuntoon liittyen on yhtenä tärkeänä tekijänä myös ikä, joka vaikuttaa oleellisesti ihmisen yleiseen suorituskyykyyn. Tämä on oleellista ja iän vaikutus on otettu huomioon lentäjien uran suunnittelussa. Lentäjät eivät toimi aktiivisesti fyysisesti vaativissa lentotehtävissä useinkaan yli 40 vuotta vanhoina ja siirtyminen aktiivilentäjästä eriäviin ylempiin johtotehtäviin alkaa pääsääntöisesti noin 30:n ikävuoden jälkeen. Henkilöillä voi kuitenkin olla varsin suuria yksilöllisiä eroja iästä huolimatta johtuen harjoittelusta, fyysisistä valmiuksista jne.

#### 5.4. Lentäminen kiihtyvyysoimien alaisena

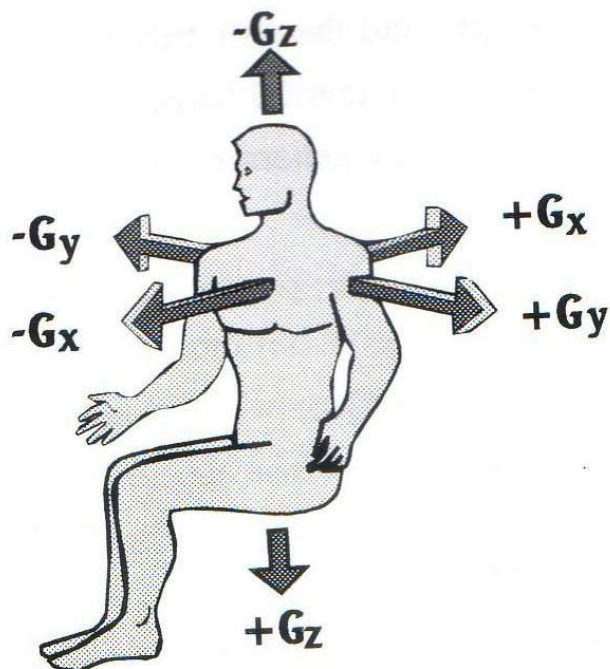
##### 5.4.1. Kiihtyvyys, G-voimat

Suunnan ja nopeuden muutokset eri kulkuneuvoilla saavat aikaan kiihtyvyysoimia (kuormituskertoja) joiden vaikutuksesta tapahtuu elimistön toiminnoissa muutoksia. Helppoiten tällaiset voimat ovat havaittavissa arkielämässä esimerkiksi autolla kiihdytettäessä tai jarrutettaessa. Ajettaessa autolla kaarretta riittävällä nopeudella voidaan havaita myös ns. keskipakovoiman aiheuttama kiihtyvyyden tunne. (Länsimies 1988, 493.)

Kiihtyvyyслиikkeen ollessa eteenpäin suuntautunutta koetaan tunne, jossa silmät ikään kuin painuisivat pään sisälle. Tätä kiihtyvyysoimaa kutsutaan +Gx-voimaksi. ”Suunnanmuutoksessa, esimerkiksi lentokoneen kaartaessa, on keskipakoinen kiihtyvyysoi-

ma laskettavissa kaavasta  $f = m \times v^2 / r$ .” (Länsimies 1988, 493). Kyseisessä kaavassa  $m$  = kaartava massa,  $v$  = liikenopeus ja  $r$  = kaarron säde. Kaavasta voidaan huomata se, ettei kiihtyvyyden voiman suuruus ole niin riippuvainen kaarron säteen pituudesta kuin liikuvan kappaleen nopeudesta. (Länsimies 1988, 493.)

Kun kappale (kuten ihminen) on täysin paikoillaan, kohdistuu siihen  $+1Gz$  suuruinen voima. Voima kohdistuu tällöin päästä jalkoihin. Käytännössä tämä voima on kappaleen painon suuruinen ja on painovoiman aiheuttama. Kun esimerkiksi lentokone kaartaa jyrkästi, tämä voima suurenee. Jos voima kasvaa esimerkiksi viisinkertaiseksi on  $+Gz$ -arvo tällöin  $+5Gz$ . Lentokoneella negatiivisiin  $Gz$ -arvoihin päästään esimerkiksi kun konetta työnnetään voimakkaasti syöksyn puolelle tai kun ollaan selkälennossa. (Länsimies 1988, 493.)



**Kuva 5.1.** Lentäjään kohdistuvien kiihtyvyyden- ja hidastuvuusvoimien ( $G$ -voimien) suunnat ja merkintätapa (Siitonen 2000, 20).

$+Gz$ -voiman vaikutuksesta veri pyrkii pakenemaan voiman suuntaisesti poistumaan jalkoihin.  $+4Gz$  laskee ihmisen verenpaineen  $40\text{mmHg}$ :iin ja tätä suurempi kaarron aiheuttama  $G$ -kuormitus voi aiheuttaa aivoverenkierron vähenemisestä johtuen jopa tajunnanmenetyksen ( $G$ -LOC). Tajunnanmenetyks ei usein kuitenkaan tapahdu portaattomasti

varsinkaan jos kiihtyvyyttä kasvatetaan hallitusti. Ennen tajunnanmenetystä on yleistä värinäön heikkeneminen sekä näkökentän kaventuminen reunoilta. Tätä vaihetta kutsutaan nimellä gray out. Jos samaa kuormituskertaa jatketaan tai kasvatetaan, voi näkökyky hävitä kokonaan (hetkellisesti) muiden aistien vielä toimiessa. Tätä vaihetta kutsutaan nimellä black out. Jos kiihtyvyyttä jatketaan tai kasvatetaan vielä näiden vaiheiden jälkeen, on todennäköisenä seurauksena tajunnanmenetys eli G-LOC. Tästä toipumiseen menee jopa noin puoli minuuttia, jolloin toimintakyky on palautunut. Luonnollisesti tämä on lennettäessä varsin vaarallista. G:n sietokykyyn vaikuttavat esimerkiksi lentäjän luontainen verenpaine, terveydentila, tauko lentämisestä ja fyysinen kunto. +Gz-voimaa vastaan on kehitetty sotilasilmailuun erityisiä pukuja ja housuja, joiden avulla saavutetaan parempi kestävyys kiihdytysvoimia vastaan. Käytännössä (esimerkiksi) niin sanotut G-housut toimivat siten, että kiihtyvyyksvoimien alaisena ne puristavat jalkoja ja näin ollen pakottavat jaloissa olevan veren ylöspäin. Tällaiset varusteet on havaittu olevan todella tärkeitä sotilasilmailussa. (Länsimies 1988, 493.)

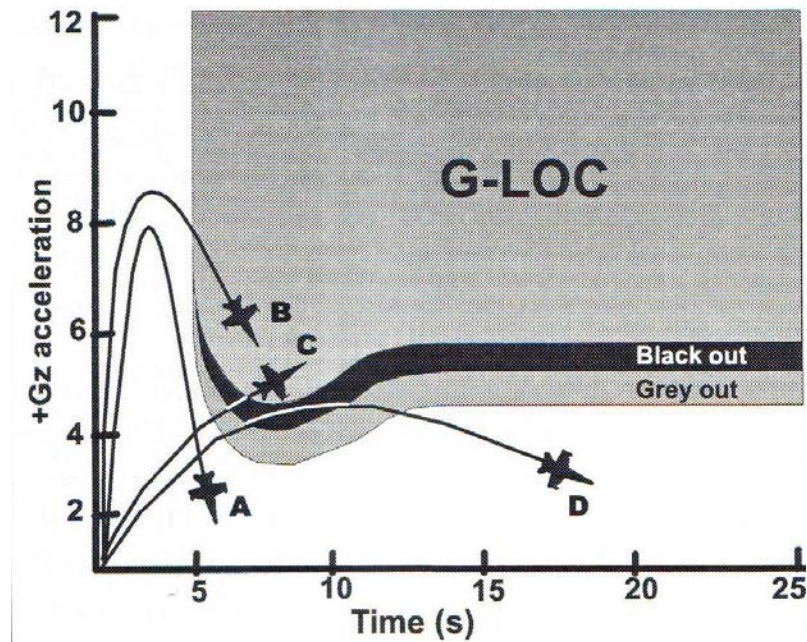
Eri G-pukujen tehoa ovat tutkineet Tong ym. (1998), ja heidän tutkimuksesta on kirjoitettu artikkeli "Improved Anti-G Protection Boosts Sortie Generation Ability". Artikkelitelee tavallisen G-pukujärjestelmän (STD) sekä varsinaisen taistelukäyttöön suunnitellun G-pukujärjestelmän (CE/ATAGS) tehoa vertailevassa mielessä. Tutkimukseen osallistui 15 lentäjää, joiden G:n sietokykyä testattiin sentrifugiolosuhteissa. Tavallisilla G-puvuilla varustetut lentäjät kokivat testin aikana yhteensä neljä G-LOCia ja lentäjät, jotka käyttivät GE/ATAGS-järjestelmää, eivät kokeneet ainuttakaan G-LOCia. Tutkimuksen johtopäätöksenä oli, että paremmin kehitetty G-pukujärjestelmä antaa merkittävästi paremman suojan G-LOCia vastaan.

Ihmisen kyky sietää negatiivisia G-arvoja on huomattavasti heikompi kuin kyky sietää positiivisia G-arvoja. Jo noin -2Gz voi aiheuttaa ylävartalossa suurta verentungosta ja tajunnan menetyksen (red out). Negatiiviset G-arvot voivat aiheuttaa myös sydämen rytmihäiriöitä. (Länsimies 1988, 493.)

Lentäjän keho pyrkii vastustamaan kiihtyvyyksvoimia yhtä suurella voimalla kuin itse kiihtyvyyksvoima (kuten Newtonin kolmas laki). Luonnollisesti lentäjän lihakset tuottavat tämän vastustavan voiman. Näin ollen suurien kiihtyvyyksvoimien alaisena lentäminen (eri-



tyisesti ilmataistelulentäminen) on lentäjälle fyysisesti varsin raskasta. Lentäjän hyvä fyysinen kunto on näin ollen tärkeää. Jos lentäjä ei tee fyysistä vastaponnistustyötä suurten kiihtyvyysoimien alaisena, voi seurauksena olla näkökentän kaventuminen, värinäön häviäminen, näön menetys ja jopa tajunnan menetys (G-LOC). Edellä mainitut näkökentän oireet kestävät luonnollisesti yleensä niin kauan kuin kiihtyvyysoimat ovat suuret tai kun lentäjä tekee aktiivista vastaponnistusta. (Länsimies 1988, 493.)



**Kuva 5.2.** G:n sieto ja kiihtyvyyden kasvun nopeuden vaikutus. (Siitonen 2000, 33).

Forster ym. (1994) artikkeli "G-LOC Recovery With and Without G-Suit Inflation" käsittelee G-puvun merkitystä palaututtaessa G-LOCista. Tuloksien mukaan G-puvulla varustetuilla henkilöillä palautuminen kestää noin kaksi sekuntia vähemmän, mutta puvun vaikutus motorisen toimintakyvyn uudelleen saavuttamiseen ei ole huomattava. G-LOCista palaututtaessa jopa muutamalla sekunnilla on suuri merkitys, joten G-puvun hyöty on merkittävä.

Huomattavaa on myös varsin painavan lentokypärän aiheuttama rasitus lentäjän niskalle. Kypärän paino moninkertaistuu G-arvojen moninkertaistuttua ja näin ollen niska rasittuu huomattavasti. Esimerkiksi 3kg kypärä painaa niskoja 5G:n arvolla 15kg painoisena eli viisin kertaisella voimalla. Kun lentäjä liikuttaa päätään, rasittuu niska entisestään.

Myös lentäjän selkä on usein kovan rasituksen alaisena suurten G-arvojen alaisena työskenneltäessä.

#### 5.4.2. Kiihtyvyyden vaikutus hengitykseen ja verenkiertoon

Kiihtyvyyden vaikutuksesta laskimoveri kerääntyy alaraajoihin ja vatsaontelon suoniin. Tämän seurauksena keuhkoverenkiertoon ja sydämen vasemmalle puolelle palaavan veren määrä vähenee. Keuhkojen alaosat painuvat osittain kasaan (ns. atelektaasit) ja verenkierto painottuu tälle huonosti ilmastoidulle alueelle. (Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä 1996, 15.)

Kun valtimoveren hapetus keuhkoissa heikkenee, elimistön suojamekanismit käynnistyvät tilanteen korjaamiseksi. Tällöin ääreisverenkierron suonet supistuvat, ja sydämen sekä hengityksen toiminnat kiihtyvät. Kiihtyvyyden seurauksena verenpaine laskee, ja sen vuoksi sydämen toimintaa nopeuttava ja verenpainetta nostava sympaattinen hermosto aktivoituu muutaman sekunnin viiveellä kompensatiomekanismina. Toimintojen tarkoitus on kohottaa verenpainetta. Vastaponnistus ärsyttää kurkunpäättä, ja samanaikaisesti aktivoituu sen seurauksena mm. sydämen sykettä hidastava vagus-hermo. Yhdessä nämä vastavaikuttajat herkistävät sydämen rytmihäiriöille. Vähäinenkin rytmihäiriö voi alentaa jo kriittisen matalaa verenpainetta entisestään. Tällöin lentäjän toimintakyky on vaarassa. (Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä 1996, 15.)

Kiihtyvyyden aikana verenpaine sekä valtimoveren happiosapaine laskevat, jolloin kudosten hapensaanti huononee. Lentämisen kannalta erityisen haitallista on aivojen hapensaannin heikkeneminen. Valtimoverenkierron lakattua aivosoluihin varastoitunut happi riittää vain muutamaksi sekunniksi, koska sydän ei jaksaa pumpata riittävästi verta aivoihin. Merkinä aivojen hapenpuutteesta ennen lopullista tajuttomuutta esiintyy näkökentän harmaantumista/hämärtymistä (gray out) ja pimenemistä (black out. Silmän sisällä on 20 elohopeamillimetrin (mmHg) paine. Jos verenkierto laskee samalle 20 mmHg:n tasolle, verkkokalvon verenkierto estyy aiheuttaen näkökentän pimenemisen jo ennen kuin aivojen verenkierto täysin loppuu. Tämä selittää näkökenttämuutokset ja toimii hyvänä varoitusmerkkinä uhkaavasta tajuttomuudesta. Vielä black out-tilanteen aikanakin ohjaaja kykenee reagoimaan muihin kuin näköaistiärsykkeisiin mielekkäästi, mm ohjaa-

maan konetta, mutta aivojen tiedonkäsittelyyn tarvittava toiminta saattaa häiriintyä jo näkökenttämuutosten ilmetessä. Hengityksen ylikiihtyneisyys (hyperventilaatio) aiheuttaa aivojen valtimoiden supistumista ja myös siten aivojen hapensaanti huononee. (Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä 1996, 15–16.)

Elimistön varoitusmekanismit eivät ehdi aina mukaan jos kiihtyvyyden lisäys on hyvin nopeaa (yli +2G/s). Tällöin äkillinen tajuttomuus voi kohdata pienilläkin kiihtyvyyksillä jos vastaponnistus suoritetaan väärin tai myöhästyneenä. Tajuttomuus kestää noin 10 – 20 sekuntia, kun kiihtyvyys alenee tajuttomuuden alkaessa. Mikäli kiihtyvyys säilyy ennallaan tai lisääntyy, aivojen hapenpuute aiheuttaa aivosolujen vaurion ja lopulta kuoleman. Varsinaisen tajuttomuuden jälkeen seuraa vielä vaihtelevan pituinen (sekunteja tai minuutteja kestävä) sekavuus, jolloin toimintakyky on puutteellinen. Usein tapahtumaan liittyy myös tajuttomuutta edeltävä muistamattomuus, joka vaikeuttaa tilanteen ja siihen johtaneiden tekijöiden selvittämistä. (Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä 1996, 16.)

Vastaponnistuksen G-sietoa parantava kyky perustuu siihen, että sen avulla voidaan tehostaa laskimoveren paluuta keuhkoihin ja sydämeen. Tällä tahdonalaisella suorituksella lisätään rintaontelon sisäistä painetta, joka puolestaan nostaa verenpainetta. Myös vastaponnistukseen liittyvät reflektoriset mekanismit kohottavat verenpainetta. (Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä 1996, 16.)

Huomioitavaa on myös ilmanpaineen vaihteluista aiheutuvat fyysiset vaatimukset. Tämä tarkoittaa lähinnä sitä, että lentäjän paineentasauksen tulee toimia eri onteloissa, jotta tästä ei aiheutuisi ongelmia. Jos onteloiden paineentasaus häiriintyy, voi eritoten laskeuduttaessa tästä aiheutua varsin suuriakin kipuja lentäjälle. Kipu voi tuntua erittäin voimakkaasti pään etuosassa, poskissa sekä myös pään sisällä. (Ernsting 1988, 15.)

## 5.5. Ihmisen korva

### 5.5.1. Korvan fysiologiaa

#### Ulko- ja välikorva

*Korvalehti* ja noin 3.5cm pitkä *korvakäytävä* muodostavat ulkokorvan. Korvakäytävän sisällä on karvoja sekä erityisten rauhasten tuottamaa voimakkaan hajuista korvavahaa, joka estää mm. hyönteisten menemisen korvakäytävään. Korvavaha tulee normaalitilanteessa vähitellen itsestään ulos kun epiteeli uudistuu, mutta joillakin ihmisillä se voi helposti kuivua korvakäytävän tukkivaksi tulpaksi. Ulkokorvan ja välikorvan välissä on tärykalvo (membrana tympani), joka on noin 0,1mm paksu kimmoisa kalvo. (Nienstedt ym.. 1997, 492–493.)

Välikorva sijaitsee tärykalvon takana. *Välikorvaontelo* eli *täryontelo* (*cavitas tympanica*) on korkea ja kapea. Sen alaosasta lähtee nieluun *korvatorvi* (*tuba auditiva*). Korvatorvea ympäröi suurelta osin luu tai rusto, joka on suurimman osan ajasta tästä huolimatta sulkeutuneena. Kun ihminen nielaisee tai haukottelee nielun lihaksisto avaa korvatorven ja näin ollen välikorvan ilmanpaine pysyy samana kuin ulkoinen paine. (Nienstedt ym.1997, 493.)

*”Kun matkustamon ilmanpaine lentokoneen noustessa pienenee, työntää välikorvan suurempi ilmanpaine tärykalvoa ulospäin. Tästä voi aiheutua korvan lukkiutumisen tunne ja korvakipua. Toistuva nieleskely tai haukottelu tasoittaa nopeasti ilmanpaine-eron ja poistaa oireet.*

*Nuhan aikana limakalvonturvotus saattaa tukkia korvatorven. Välikorvasta vähenee tällöin ilma. Tärykalvo vetäytyy voimakkaasti sisäänpäin ja sen liikkuvuus vähenee niin paljon, että kuulo heikkenee merkittävästi.”* (Nienstedt ym. 1997, 493.)

Välikorvasta on yhteys myös ohimoluun kartiolisäkkeessä sijaitseviin ilmalokeroihin. Välikorvatulehduksen aikana on vaarana tulehduksen leviäminen myös niihin. (Nienstedt ym. 1997, 493.)

Välikorvaontelossa sijaitsevan kuuloluuketjun ensimmäinen luu on nimeltään *vasara*. Se on kiinnittynyt tärykalvoon. *Alasin* ja *jalustin* niveltyvät puolestaan kiinni vasaraan. Näiden kuuloluiden välityksellä tärykalvon vastaanottamat värähdykset siirtyvät sisäkorvaan. Jalustimen levy on kiinni väli- ja sisäkorvan välisessä *eteisikkunassa* jota sanotaan myös *soikeaksi ikkunaksi*. Lisäksi välikorvan sisäseinämässä on myös toinen kalvon

peittämä aukko. Tämä on nimeltään *simpukan ikkuna* eli *pyöreä ikkuna*. (Nienstedt ym. 1997, 493.)

Tärykalvo on kooltaan noin 15 kertaa niin suuri kuin eteisikkuna. Välikorvan voidaan todeta toimivan ikään kuin vahvistimena, jonka välityksellä suurehkon tärykalvon liike-energia muuttuu pienehkön eteisikkunan ja sen takana sijaitsevan nesteenergiaksi. Kuuloluuketju toimii lisäksi eräänlaisena vipujärjestelmänä, jolla on värähtelyjä vahvistava vaikutus. Vahvistus on tarpeen, sillä äänen on vaikea siirtyä ilmasta nesteeseen. (Nienstedt ym. 1997, 494.)

Kuuloluihin on liittyneenä kaksi pientä lihasta, jotka jäykistävät kuuloluuketjua kovan äänen alaisena. Toinen lihaksista on kiinnittyneenä vasaraan ja toinen jalustimeen. Lihaksien supistuminen alkaa noin 0.015 sekuntia kovan äänen alkamisesta ja näin voidaan todeta, ettei refleksi suojaa korvaa välittömästi kovan äänen vaikutuksessa (esim. räjähdys). (Nienstedt ym. 1997, 494.)

### Sisäkorva

Kuuloreseptorit sekä tasapainoelinten asento- ja liikereseptorit ovat yhdessä sisäkorvassa. Sisäkorva on kokonaan nesteen täyttämä poiketen ulko- ja välikorvasta, joissa on ilmaa. (Nienstedt ym. 1997, 494.)

Ohimoluun sisällä sijaitsee ontelojärjestelmä jota sanotaan luusokkeloksi. Luusokkelon osia ovat *kaarikäytävät* ja *simpukka* sekä näiden välissä oleva tila jota sanotaan *eteiseksi*. Reseptorit sijaitsevat luusokkelon sisällä olevassa pienemmässä kalvosokkelossa. (Nienstedt ym. 1997, 494.)

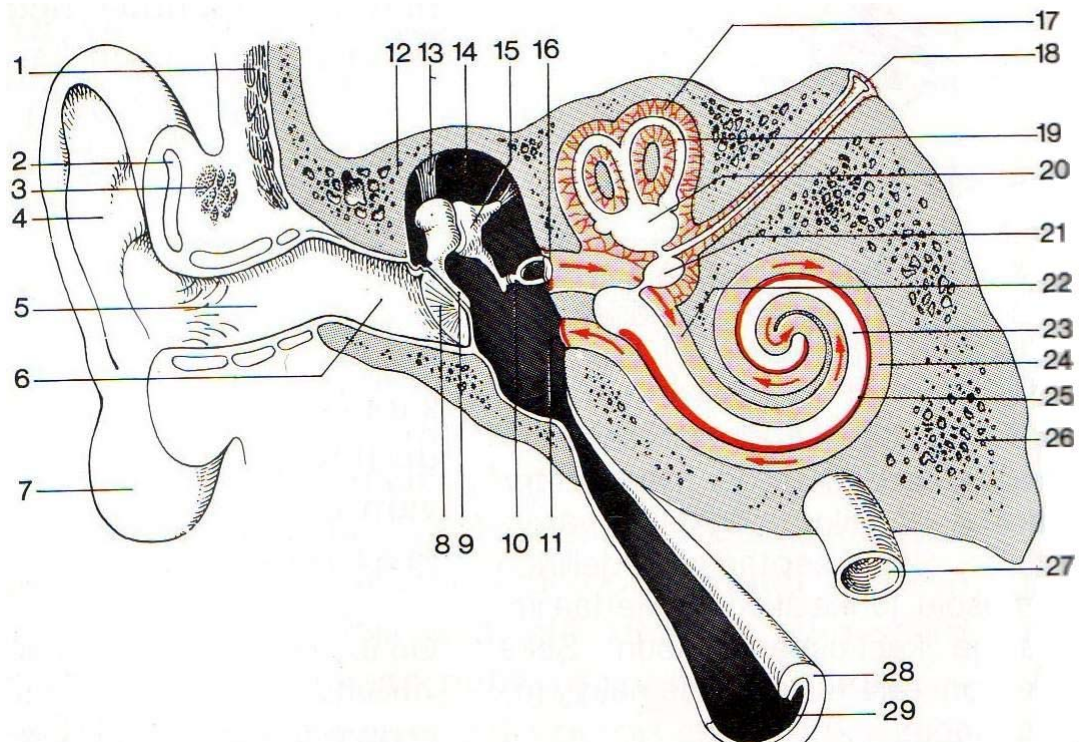
Simpukka (cochlea) muodostaa akselinsa ympäri lähes kolme kierrosta. Luusokkelossa sijaitsevassa simpukkakäytävässä on kaksi osaa, joita erottaa osittain luuharja ja *tyvilevy* (lamina basilaris). *Eteisikkunasta* eli soikeasta ikkunasta alkava käytävä on *eteiskäytävä* (scala vestibuli). *Simpukan ikkunasta* eli pyöreästä ikkunasta alkava käytävä on *kuulokäytävä* (scala tympani). Käytävät ovat simpukan kärjessä keskenään yhteydessä. (Nienstedt ym. 1997, 494.)

Varsinaisesta eteiskäytävästä erottaa ohut kalvo vielä poikkileikkaukseltaan kolmiomaisen *simpukkatiehyen* (ductus cochlearis). Se muodostaa eteiskäytävän pohjaosan ollessaan tyvilevyn päällä. Simpukkatiehyt on osa kalvosokkeloa, mutta eteiskäytävä ja kuulokäytävä ovat kalvosokkelon ulkopuolella. (Nienstedt ym. 1997, 494.)

Tyvilevyn päällä simpukkatiehyessä on neljä riviä *kuuloreseptorisoluja* (karvasoluja). Kyseisten solujen muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan *kierteiselimeksi* (Cortin elin; organum spirale). Kalvot, jotka liittävät tukisolujen yläpinnan toisiinsa, muodostavat yhtenäisen *verkkokelman* (membrana reticularis), joka on endolymfan ja perilymfan välisenä rajana. Tämän kalvon läpi tunkeutuvat reseptorisolujen sukakarvat, joita on noin sata yhtä solua kohden. (Nienstedt ym. 1997, 495.)

Aistinsolujen päällä on *katekalvo* (membrana tectoria), joka työntyy simpukan luisesta keskisärmästä. Kun tyvilevy liikkuu, taipuvat sukakarvat katekalvoa vasten. (Nienstedt ym. 1997, 495.)





Kaavakuva korvasta. Ulkokorva (auris externa) vaalea, välikorva (auris media) tummanharmaa, sisäkorva (auris interna) punainen lukuun ottamatta kalvosokkeloa, joka on valkea.

1 Ohimolihas. 2 Korvarusto. 3 Yksi korvanliikuttajalihaksista (s. 163). 4 Korvalehti (auricula). 5 Korvakäytävän rustoinen osa. 6 Korvakäytävän luinen osa. Korvakäytävän nimi on oikeastaan ulompi korvakäytävä (meatus acusticus externus). Sisempi korvakäytävä (meatus acusticus internus) on se luukanava, jonka kautta kuulohermo kulkee sisäkorvasta aivoihin. 7 Korvannipukka (lobulus auriculæ).

8 Tärykalvo (membrana tympani). 9 Vasaran varsi (manubrium mallei). 10 Jalustin (stapes). 11 Simpukan ikkuna eli pyöreä ikkuna (fenestra cochleae). 12 Ohimoluu. 13 Ylempi vasaraside (ligamentum mallei superius). 14 Täryontelo (cavitas tympanica). 15 Alasin (incus). 16 Eteisikkuna eli soikea ikkuna (fenestra vestibuli) ja siinä jalustimen levy.

17 Ulkonestetila (spatium perilymphaticum). 18 Sisänestetiehyt (ductus endolymphaticus) päättyy aivojen kovakalvon lehtien välissä olevaan laajentumaan, sisänesterakkulaan (saccus endolymphaticus). Sisänesteen ajatellaan poistuvan sisänesterakkulan seinämän läpi verenkiertoon. 19 Luinen kaarikäytävä (canalis semicircularis osseus) ja siinä kalvoinen kaarikäytävä eli kaartiehyt (ductus semicircularis). 20 Soikea rakkula (utricleus). 21 Pyöreä rakkula (sacculus). 22 Eteiskäytävä (scala vestibuli). 23 Simpukkatiehyt (ductus cochlearis). 24 Kuulokäytävä (scala tympani). 25 Kierteiselin eli Cortin elin (organum spirale). 26 Luussa olevia ilmalokeroita. 27 Sisempi päänvaltimo (arteria carotis interna). 28 Korvatorven (tuba auditiva) rusto. 29 Korvatorven limakalvo.

**Kuva 5.3.** Korvan rakenne. (Lähde: Nienstedt ym. 1997, 492).

### 5.5.2. Korvan paineentasaus

Tuba Eustachii (tuba auditiva) eli korvatorvi (pituus 3,6 cm, minimihalkaisija 2 mm) toimii paineen tasaajana nenänielun ja välikorvan välillä. Tuba Eustachiin luinen osa 1,2 cm

(vähän funktionaalista merkitystä); rustoinen osa 2,4 cm värekarvallisen limakalvon peittämänä laskeutuu kourun muotoisena torus tubariuksen eteen. (Leino 2005.)

Boylen laki: välikorvassa olevan kaasun volyyymi (V) vakioämpötilassa on kääntäen verrannollinen kaasun paineeseen (P) eli  $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ . (Leino 2005.)

Rakenteensa ansiosta korvatorvi toimii yksisuuntaisena passiivisena läppänä (kuin polkupyörän renkaan venttiili), ja välikorvan paineen ollessa yli 15 mmHg ( $h=150$  m) suurempi nenänielun paineeseen verrattuna avautuminen alkaa välikorvasta päin. Tällöin voidaan kuulla niin sanottu pop-ääni ja paine-ero korvan ja ulkoilman välillä tasaantuu. (Leino 2005.)

Korvatorvi on normaalisti sulkeutuneena ja avautuu esim. nieltäessä tai haukoteltaessa, aukiolo 0,1 – 0,9 sekuntia. Paineen tasaus nenänielusta välikorvaan vaatii aktiivista lihastoimintaa korvatorven avaamiseksi, tarvittava painegradientti 12 mmHg. Aukeamiseen osallistuvia lihaksia ovat: m. tensor veli palatini (5. aivohermo, trigeminuksen gaglion oticum), m. levator palatini, m. salpingo-pharyngeus, m. tensor tympani. (Leino 2005.)

### 5.5.3. Korvan paineoireet

#### 5.5.3.1. Lennon aikaiset korvien paineoireet

Nenänielun puolen korvatorven pehmeät rakenteet painuvat kasaan ja sulkevat korvatorven mikäli lentokoneen laskeutuessa nenänielun ja välikorvan painegradientti on yli 90 mmHg. Tälle altistavia tekijöitä ovat ylähengitystieinfektio, otiitti, allerginen nuha, septumdeviaatio, kitarisahypertrofia, sivuontelotulehdukset, nenänielun maligniteetti, suulakihalkio, postoperatiivinen tuuba-vaurio (esim. takatamponaatio) tai mahdollisesti vika lentokoneen paineistuksessa. Välikorvassa oleva alipaine voi käytännössä saada aikaan esimerkiksi verenvuotoa limakalvoille. (Leino 2005.)

Tällaiset oireet voivat ilmetä äkillisenä korvakipuna esimerkiksi laskeuduttaessa tai äkillisesti korkeutta tarkoituksenmukaisesti vähennettäessä. Kipu voi olla jopa niin voimakas,



että se voi johtaa lentäjän täydelliseen toimintakyvyttömyyteen eli inkapasitaatioon. Muita mahdollisia oireita voivat olla korvan lukkiutumisen tunne, korvien humina, lievä konduktiivinen kuulon alenema sekä harvoin myös lievä huimaus. Pahimmassa tapauksessa painemuutokset voivat aiheuttaa tärykalvon repeämisen. (Leino 2005.)

Westermanin ym. (1990) Artikkelissa "Aerotitis: cause, prevention, and treatment" kerrotaan eräästä tapauksesta, jossa matkustajakoneen kyydissä ollut nainen sai huomattavia paineoireita laskeutumisen yhteydessä. Kun kone aloitti laskeutumisen, hänen korvansa menivät lukkoon eivätkä auenneet paineentasauspuhallusten avulla. Laskeutumisen jatkuessa ilmeni korvissa suurta kipua ja lopuksi hänen tärykalvoihinsa tuli repeämiä. Heti laskeutumisen jälkeen hän pääsi ensiapuun, jossa aloitettiin penisilliini kuu-ri ja lääkitys huimaamista vastaan. Hän koki tällöin huomattavaa kuulon alenemaa ja huimausta. Oireet kestivät lääkityksen välittömästä aloituksesta huolimatta useita kuu-kausia ja hän joutui turvautumaan kuulolaitteeseen myös jatkossa huonontuneen kuulon vuoksi. Vaikka kyseessä onkin siviilihenkilö, on oireiden voimakkuus huomattavaa. Luonnollisesti varsinkin sotilaskoneiden suoritusarvojen vuoksi voi vastaava ongelma ilmetä myös sotilaslentäjillä jos korvien paineentasauksessa on ongelmia esimerkiksi korvatulehduksen tai allergian vuoksi.

#### 5.5.3.2. Lentojen jälkeiset korvien paineoireet

Korkealta laskeuduttaessa lentäjille, jotka ovat hengittäneet puhdasta happea (100 % happi) lennon aikana, tulee joskus korvakipuja useita tunteja laskeutumisen jälkeen. Korvakipu saattaa herättää yöllä tai oireet, kuten korvien lukkoisuus sekä kuulon alenema, voivat ilmetä aamulla heräämisen jälkeen. Suomalaisista F-18 Hornet-lentäjistä 83 % on kokenut em. oireita (Siitonen 2000). Kyseinen prosentuaalinen lukumäärä on mielenkiintoinen pohdittaessa tämän tutkimuksen antamia tuloksia.

Hapen absorptio välikorvasta vähentää välikorvan painetta. Happipitoisuuden ollessa korkea, esimerkiksi happihengityksen jälkeen, sen absorptio on kiihtynyt. Hereilläään ollessaan ihminen tasapainottaa pientä paineen epätasapainoa nieleskelemällä. Tämä avaa Eustachian putkia ja antaa näin ollen ympäröivän ilman paineen levitä välikorvaan. Nukkuessa syljen erityis on vähäisempää ja nieleminen on epäsäännöllistä. Tällöin väli-

korva ei välttämättä tuuletu tarpeeksi usein, jotta paine tasapainottuisi. Tuloksena on samanlainen tuntemus kun laskeuduttaessa korkealta, jolloin lentäjä ei pysty tasaamaan paineita korvista. Tästä seuraa korvien lukkoon meneminen ja mahdollinen kipu. Oireet ovat usein lieviä ja helpottavat Valsalvan manööverilla. Lentojen jälkeisen korvien lukkiutumisen ehkäisy on yksinkertaista. Paineentasauspuhalluksia tehdään toistuvasti ensimmäisten 1-2 tunnin aikana laskeutumisen jälkeen. Välikorvan happipitoisuus laskee kun ilmaa virtaa sisään. (Sovelius 2002). Tämä ehkäisevä toimenpide on erityisen tärkeä, jos lentäjä on menossa nukkumaan pian lennon jälkeen. (Ohslund ym. 1991.)

Kirjallisuuden puolella yllä kuvattua ongelmaa ei nähtävästi ole aiemmin käsitelty. Korvien lukkiutuminen lennon aikana on puolestaan yleisesti tiedetty ongelma ja hyvin dokumentoitu (King 1979, 659–678, Groth ym. 1982, 360–364, Ashton ym. 1990, 56–61, Stangerup ym. 1998, 45–49,) mutta viivästyneistä korvaoireista ei ole löytynyt kirjallisuustietoa. (Sovelius 2002.)

Kokeellisten tulosten mukaan välikorvan kaasujen fysiologinen koostumus on lähellä ympäristön ilman kaasujen koostumusta ja kaasujen absorptio nopeus on alhainen. Kun välikorvan kaasujen koostumusta muutetaan, välikorvan paine alenee selvästi. Jos hengityskaasussa oleva happipitoisuus on normaalia hengitysilmaa suurempi, laskee välikorvaan päässyt happi välikorvan painetta. Systemisellä hyperoksigenaatiolla ei ole juurikaan vaikutusta välikorvan metaboliaan. Lisääntynyt systeeminen happiosapaine ei vaikuta välikorvan kaasun vaihtoon. Buckingham ym. (1985, 437–442.) totesivat tutkimuksessaan, ettei hapen absorptio vereen aiheuta välikorvassa negatiivista painetta. Nämä tulokset tukisivat sitä ajatusta, että pilottien korvaoireet johtuvat ympäristön liian korkeasta happipitoisuudesta. (Sovelius 2002.)

Normaalitilanteessa, jolloin välikorvan kaasuseos on sama kuin ympäröivässä ilmassa, kaasun absorptio välikorvasta ei ole merkittävää nukkumisen aikana (Hergils et Magnusson 1985, 86–89). Aamulla korvien paineoireita ei siis pitäisi olla, jos paineentasaustoimilla on välikorvan kaasuseos saatu ympäristöä vastaavaksi huolimatta lennolla hengitystä happirikkaasta hengityskaasusta. Stangerup ym. (1998) saivat Otovent®-nenäilmapallolla tasattua paineita 73 %:lla aikuisista, joilla Valsalva-puhallus ei tuottanut toivottua tulosta. (Sovelius 2002.)

Kuiva ohjaamoilma ja puhtaan hapen hengittäminen saattaa aiheuttaa keuhkoputkien ärsytystä. Kosteaa hengityskaasua on todettu miellyttävämmäksi hengittää kuin kuiva. Hengityskaasun kosteudella tai ympäröivällä ylipaineella ei ole todettu kuitenkaan olevan vaikutusta maksimaaliseen hengityskapasiteettiin. (Sovelius 2002.)

#### 5.5.3.3. Paineoireiden ehkäisy

Erääksi tärkein paineoireita ehkäisevä asia on se, että ylähengitystieinfektion aikana ei tulisi lentää. Korvien paineentasaus kyky olisi myös suotavaa tehdä ennen lentoa. Tämä on myös varsin helppoa ja nopeaa, joten sen vaivalloisuus ei ole ongelma. Normaali puhallustesti nenä sormilla suljettuna antaa tiedon korvien toiminnasta. Erilaisten limakalvoa supistavien nenätippojen ja sumutteiden käyttäminen parantaa myös paineentasauskykyä ja niiden käyttäminen ennen lentoa (myös lennon aikana mikä voi olla käytännössä vaikeaa toteuttaa) on satunnaisesti suotavaa. (Leino 2005.)

Allergiset oireet voivat olla ongelmallisia erityisesti välikorvaonteloiden ja nenän sivuonteloiden osalta, koska allergian vuoksi turpoavat limakalvot voivat tukkia välikorvaonteloon ja nenän sivuonteloihin johtavia ilmateitä ja aiheuttaa vakaviakin kiputiloja lentokoneen laskiessa tai noustessa, kun ilmanpaine ohjaamossa muuttuu. Tällaiset kiputilat voivat vakavasti häiritä lentokoneen turvallista ohjaamista. Ruoka-aine- tai lääkeaineallergiat voivat myös joskus aiheuttaa vaarallisia allergisia yleisreaktioita, jotka luonnollisesti estävät lentokoneen turvallisen ohjaamisen.

(<http://www.ilmailuhallinto.fi/uutiset?id=12153> > 28.11.2006.)

Usein allergisiin oireisiin käytetään antihistamiinilääkkeitä, jotka auttavat suhteellisen hyvin oireisiin. Antihistamiinilääkkeiden yleinen haittavaikutus on väsymys, joka voi vaarantaa liikenneturvallisuutta. Yleissääntönä voidaan pitää sitä, että antihistamiinilääkkeiden käyttö ei ole sallittua 48 tuntiin ennen lentotehtävän suorittamista.

(<http://www.ilmailuhallinto.fi/uutiset?id=12153> > 18.12.2006.)

Varsinaiset paineentasauspuhallukset tulisi aloittaa välittömästi laskeutumisen alussa ja jatkaa laskeutumisen yhteydessä. Jos korvat eivät tunnu tasaavan painetta ja kipua alkaa

ilmetä, voidaan sotilaskoneilla luonnollisesti keskeyttää (tai hidastaa) laskeutuminen tietenkin lennonjohtoselvitykset huomioiden paineentasaus yrityksiä varten. Liian tiiviit kuulonsuojaimet (korvatulpat) voivat myös estää paineentasauksen. Tupakoinnin on havaittu myös lisäävän limakalvoturvotusta ja tätä kautta paineentasausongelmia. (Leino 2005.)

Jos lennon jälkeiset paineoireet eivät tunnu häviävän itsestään muutamien päivien sisällä, on syytä tarkistuttaa korvat lääkäriellä. (Leino 2005.)

Laskeutumisen jälkeen on suotavaa jatkaa paineentasauspuhalluksia säännöllisesti 1-2 tuntia. Tämä laskee välikorvan happipitoisuutta ja näin ollen paineoireilta voidaan välttyä. (Leino 2005.)

Kun välikorvan painegradientti on välillä 100–500 mmHg, riski tärykalvoperforaatioon kasvaa. Tällöin korvasta saattaa tulla verensekaista eritettä sekä intensiivisin kipu voi samalla helpottaa. Hoitokeinona tähän on mahdollisen verihyytymän poisto, lentokielto ja seuranta. Tarvittaessa mahdollisena hoitona voidaan joutua käyttämään myös kirurgista korjausta. (Leino 2005.)

## 5.6. Kipu

Syynä kipuelämykseen voivat olla monenlaiset eri ärsykkeet, mm. mekaaniset, termiset ja kemialliset. Yleensä kyseessä ovat voimakkaat ärsykkeet, jotka uhkaavat tuhota tai tuhoavat kudoksia. Yleisesti kipua onkin pidettävä varoitusmerkkinä. (Nienstedt ym. 1997, 483.)

Jokainen kokee kivun erilailla ja näin ollen sitä on vaikea yleisesti määrittää tietyllä tavalla. Aistina se on yleensä niin voimakas, että syrjäyttää helposti muut ajatukset ja vie näin ollen jopa koko ihmisen toimintakapasiteetin ollessaan tarpeeksi voimakas. Eri lääkkeet luonnollisesti heikentävät kivun tunnetta tai auttavat olemaan välittämättä tuntuva kivusta. (Nienstedt ym. 1997, 483.)

Kipureseptorit

Kipureseptorit ovat vapaita hermopäätteitä. Niiden stimuloimisen aiheuttavat kenties aineet, joita vapautuu vahingoittuneista soluista. Näitä ovat mm. bradykiniini, asetyylikoliini, kaliumionit tai vetyionit. (Nienstedt ym. 1997, 483.)

Kipureseptoreita on erityisesti ihossa ja sisäelimissä. Vähemmän niitä on maksakudoksessa, keuhkoissa, aivoissa ja tiiviissä luussa. (Nienstedt ym. 1997, 483.)

## Kiputyypit

Eri kiputyypit ovat pintakipu, syväkipu ja sisälmyskipu. Pintakivun paikan määrittäminen on yleensä helppoa, mutta syväkivun ja sisälmyskivun on yleensä vaikeaa. Jopa varsin voimakkaan sisälmyskivun paikkaa voi olla todella vaikea määrittää. (Nienstedt ym. 1997, 484.) Merkittävin kiputyyppi paineoireisiin liittyen on sisälmyskipu.

Sisälmyskipuun liittyy usein autonomisia refleksejä kuten pulssin ja verenpaineen vaihtelua sekä hikoilua. Sisälmyskivun alalajeja ovat varsinainen sisälmyskipu eli *viskeraalinen kipu* sekä toisaalta *parientaalinen kipu* (seinämäkipu), joka saa alkunsa ruumiinonteloiden seinämistä ja on helpommin paikannettavissa. (Nienstedt ym. 1997, 484). Tällainen seinämäkipu voi kuvata hyvin kipua esimerkiksi lentäjän onteloissa paineentasausongelmiin liittyen.

Kivun kokemisen voimakkuuteen vaikuttaa suurelta osin henkilön keskushermoston toimintatila. Esimerkiksi lentäjä, joka on suuren psyykkisen ja fyysisen kuormituksen alaisena, voi pystyä toimimaan ainakin osittain kivusta välittämättä ikään kuin pakon edessä. Voidaan myös sanoa kivun ikään kuin hukkuvan muun ajatustyöskentelyn alle. Tosi asia on kuitenkin se, että tarpeeksi voimakas kipu tekee ihmisen hyvin luultavasti täysin toimintakyvyttömäksi. (Nienstedt ym. 1997, 484.)

## 5.7. Ylipainehengitys ja Hornetin ohjaamon paineistus

### 5.7.1. Ylipainehengitys

Ylipainehengitys tarkoittaa, että yli + 4Gz kuormitusmonikerroilla (+Gz, päästä jalkoihin suuntautuva kiihtyvyysovoima) hapensäädin saa G-venttiililtä informaation, jonka perusteella hengityskaasun paine lisääntyy 12mmHg jokaista G-yksikköä kohden. Ylipaine on +7,5Gz tasolla hengitysteissä ja ylävartaloa tukevassa G-liivissä 42mmHg. Edelleen +9Gz tasolla ylipaine on 60mmHg. Näin saavutetaan noin 1,9G:n lisäsuoja ohjaajan omaan G-sietokykyyn nähden ensin mainitulla ja vastaavasti noin 2,7G:n lisäsuoja jälkimmäisellä tasolla. (Sovelius 2002.)

Ylipainehengitysjärjestelmällä saavutetaan housujen ja liivin antama noin 2G:n parannus ja painehengityksellä antaman noin 1,9G:n parannus eli yhteensä 3,9G:n lisäsuoja ohjaajan kiihtyvyyden sietokykyyn Hornetin ääri rajoilla kaarrettaessa. Vastaponnistuksen tarve on tällöin vähäinen ja puhuminen on mahdollista. Väsyminen vähenee, kiihtyvyyden aiheuttaman tajuttomuuden (G-induced Loss of Consciousness, G-LOC) riski pienenee ja ohjaajan keskittymiskapasiteettia vapautuu varsinaiseen työhön myös suurilla kiihtyvyyksillä kaarrettaessa. (Sovelius 2002.)

Esimerkkinä G-pukujen ja PBG-järjestelmän tehosta voidaan pitää muutamaa aikaisempaa tutkimusta kuten Eiken ym. (2005) tutkimusta ”Interaction of Anti-G Straining Maneuvers and Positive Pressure Breathing”, jossa selvitettiin G-puvun ja ylipainehengitysjärjestelmän (PBG) tehoa. Tutkimuksessa ruotsalaiset lentäjät kohtasivat viisi eri asetelmaa joissa heidän tuli olla: 1. istuen/rentona/ilman G-pukua, 2. istuen/rentona/G-puvun kanssa, 3. istuen/rentona/G-puvun ja PBG-järjestelmän kanssa, 4. G-puvun kanssa suorittaen vastaponnistusta, 5. G-puvun ja PBG-järjestelmän kanssa suorittaen vastaponnistusta. Kokeesta saatiin seuraavaa tietoa: G-puku ja PBG yhdessä nostavat G:n sietokykyä  $\geq 4.5$  G kun taas pelkkä G-puku nostaa G:n sietokykyä 2.9 G. Tutkimuksen mukaan G-puvun ja PBG:n aiheuttama etu G:n sietokyvyn osalta on todella merkittävä.

Eräässä toisessa tutkimuksessa (Balldin ym. (2005) ”Pressure Breathing During G Without a Counter Pressure Vest”) selvitettiin paineliivin vaikutusta G:n sietokykyyn käytettäessä ylipainehengitysjärjestelmää (PBG). Tuloksien mukaan ylipainehengitystä käytettäessä ei paineliivin käytöllä ollut kuin pieni merkitys G:n sietokyvyn parantamisen kannalta. G:n sietokyky keskimäärin PBG:n ja paineliivin avustukselle oli 8.4 G ja ilman pai-

neliiviä PBG:n kanssa 8.2 G. G:n sietokyky ilman painehengitystä oli 6.7 G. Testihenkilöt eivät myöskään valittaneet minkäänlaisista rintakivuista, jos PBG:tä käytettiin ilman paineliiviä. Mahdollisesta väsymisestä johtuen ylipainehengityksen pidempiaikaisesta käytöstä ilman paineliiviä ei kuitenkaan ole tietoa. Suurin apu G:n sietokykyyn painehengityksestä saatiin painearvolla 60 mm Hg. Tutkimuksen mukaan PBG:n käyttö ilman tai paineliivin kanssa parantaa G:n sietokykyä merkittävästi.

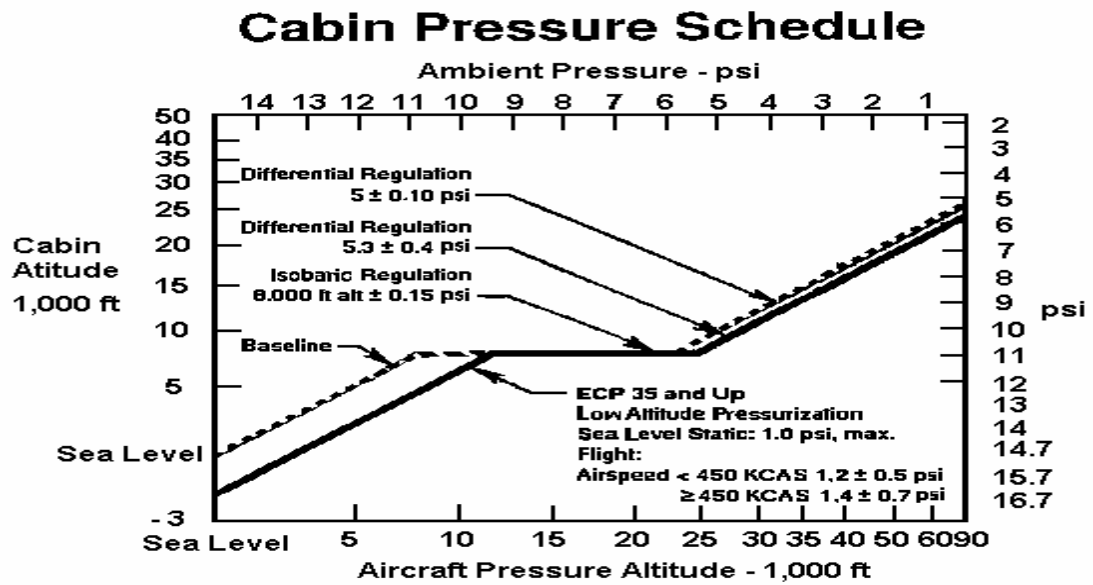
PBG:n tehoa G-LOCien estämiseksi on tutkittu yhdysvalloissa. Lyonsin ym. (2004) tutkimuksessa "Preventing G-Induced Loss of Consciousness: 20 years of operational experience" selvitettiin ylipainehengitysjärjestelmän (PBG) käyttöön oton vaikutus G-LOCin aiheuttamiin onnettomuuksiin Yhdysvalloissa. Tutkimuksen mukaan PBG ei ole laskenut enää lisää G-LOCiin liittyviä onnettomuuksia G-pukujen käyttöönoton jälkeen. Tutkimuksen mukaan syynä tähän on luultavasti jo valmiiksi todella alhaiset G-LOCin aiheuttamat onnettomuuden, jotka ovat luultavasti saavuttaneet pienimmän mahdollisen arvonsa.

Lentokypärään kiinnitetty MBU-20/P – hengitysmaski on valmistettu ylipainehengitysjärjestelmää käyttävien hävittäjäkoneita varten. Se mahdollistaa PBG:n ja vähentää G-LOC:in riskiä taistelunomaisen liikehdinnän aikana. Erotetut sisään- ja uloshengitysventtiilit vähentävät hengitysvastusta ja siten lentäjän väsymistä. Silikonikuminen kasvo-osa puristaa maskin tiiviiksi.

Hypoteesiksi jää Hornetin kabiinin painevaihtelun säädön ongelmat tai OBOGS (On-Board Oxygen Generating System) -järjestelmän tuottama liian suuri happipitoisuus. (Sovelius 2002.)

#### 5.7.2. Hornetin ohjaamon paineistus

Hornetissa on ohjaamon paineistus varustettu isobaari-differentiaalisella paineistussysteemillä. Järjestelmä mittaa sekä ohjaamon että ympäröivän paineen ja säilyttää ohjaamon paineen eron ympäröivään 5 psi:ssä. (Sovelius 2002).



**Kuva 5.4.** Hornetin ohjaamon paineistus ympäröivän ilmanpaineen mukaan (Lähde: F-18 Hornet, ohjaajan ohje).

Vertailun vuoksi seuraavassa kuvassa on esitetty Ilmavoimien BAe Hawk MK 51 harjoitushävittäjän kabiinipaine korkeuden suhteen.

#### TAULUKKO 1–8/2 Ohjaamokorkeus eri lentokorkeuksissa

Lentokorkeus (m)	Ohjaamokorkeus (m)
3000	2365
6000	3850
9000	5105
12000	6035

**Kuva 5.5.** Ilmavoimien BAe Hawk MK 51 harjoitushävittäjän kabiinipaine korkeuden suhteen. (Lähde: Leino 2005 / Hawk, ohjaajan ohje).

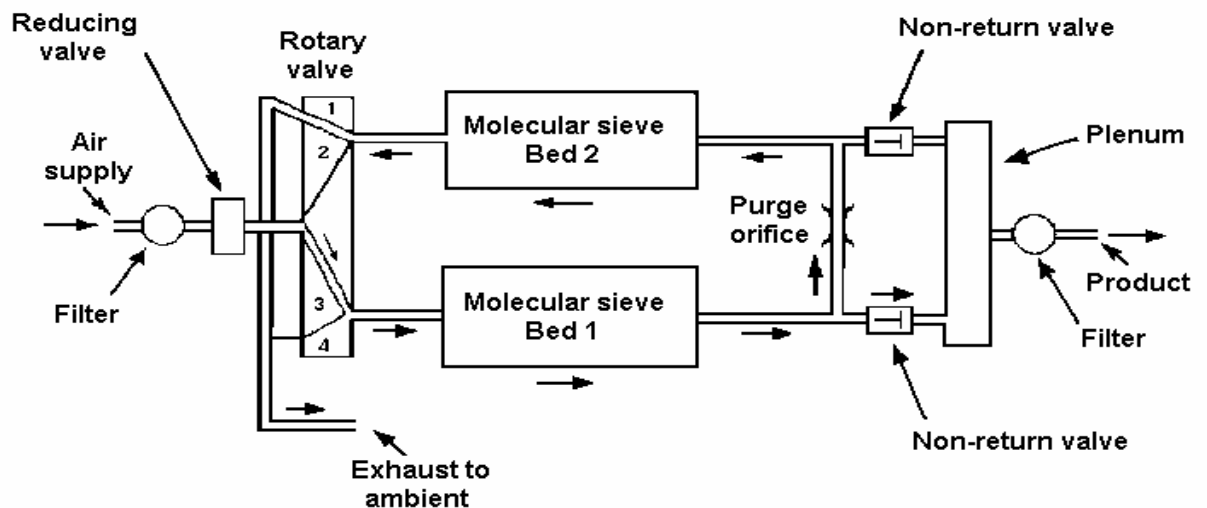
Paineistetun ohjaamon etuna on paineen hidas muuttuminen. Tämä ehkäisee kiputilojen syntymistä. Kirjallisuudesta löytyi yksi artikkeli missä tutkijat olivat havainneet useita ba-



rotraumatapauksia liittyen yhteen konetyyppiin (Boeing 737) ja syyksi esitettiin nopeampaa kabiinin paineenmuutosta muihin konetyyppisiin (747, DC-10, A310) verrattuna laskeutumisen aikana. (Kortschot ym. 1993.)

Ohjaamon paineistus säädetään kontrolloimalla ohjaamon jäähdytysilman ulosvirtausta. Systemiin kuuluu ohjaamon varaventtiili, ohjaamon paineen säätölaite, ohjaamon ilmanpaineen hätävapautusventtiili ja tarkastusventtiili. Säätlaitteen tehtävänä on automaattisesti ylläpitää ohjaamon paineistus sopivana. (Hornet, ohjaajan ohje.)

OBOGS:n avulla hävittäjäkone pystyy itse tuottamaan lennolla tarvittavan hapen. Näin hävittäjän toimintakyky lisääntyy huomattavasti. Hätätilanteita ja heittoistuinhyppyjä varten on perinteinen happipullo. Systemissä virtaava ilma turbiinimoottoreista pumpataan vaihdellen kahden molekyylikennon välillä, jotka sisältävät alumiinisilikaattikiteitä ja zeoliittia. Happi erotetaan typestä ja konsentroidaan. Happirikastettu ilma on sitten käytettävissä normaalin hengityshappijärjestelmän kautta. Hapen erotusprosessissa ensimmäinen kenno konsentroi hapen ja toinen poistaa typen ja vapauttaa sen ilmakehään. Kierros uusitaan paineistamalla toinen kenno ja tyhjentämällä ensimmäinen kenno, jotta jatkuva hapen tuotto säilyisi. Systemi käynnistyy välittömästi. Rikastettua happea on tarjolla heti kun virtausilma paineistaa järjestelmän. Systemin huonona puolena on, että se tuottaa parhaimmillaankin vain 95 %:sta happea, josta loput on argonia. (Sovelius 2002.)



**Kuva 5.6.** Kaksikennoisen happikonsentraattorin toimintamalli. Erotusprosessissa ensimmäinen kenno konsentroi hapen, toinen kenno poistaa typen ja päästää sen ulos. (Lähde: F-18 Hornet, ohjaajan ohje).

## 6. AINEISTON ANALYYSI

### 6.1. Johdanto

Ennen aineiston analyysia oli mielestäni tärkeää jakaa kohderyhmä niin sanottuihin muihin lentäjiin ja Hornet-lentäjiin. Tutkimuksen tavoitteen vuoksi ei jakoa kuitenkaan tehdä Hawk-lentäjien jne. välille vaan riittäväksi jaoksi riittää Hornet-lentäjien tarkempi tarkastelu. **Jakoperusteeksi tutkimukseen otettiin 10 tunnin Hornet-lentokokemus.** Tämän menetelmän pohjalta on mahdollista vertailla lentokaluston merkitystä oireiden esiintymiseen. **Kaikkiaan valideja kyselyyn vastanneita henkilöitä oli 176 kpl (sisältää myös Hornet-lentäjät).** **Henkilöitä, jotka olivat lentäneet vähintään 10 tuntia Hornetilla, oli 94 kpl.** Henkilöitä, jotka ovat lentäneet Hornetilla muutaman tunnin, mutta kuitenkin alle 10 tuntia, oli 12 kpl. Heidän Hornet-lentokokemustaan ei tutkimuksessa varsinaisesti huomioida, sillä tutkija olettaa lentokokemuksen olevan liian vähäinen rehellisen palautteen antamiseen. Niin sanotut muut lentäjät ovat lentäneet pääasiassa Hawk-, Vinka- sekä MIG- ja Draken-lentokalustoilla. Kyseiset lentokoneet eivät omaa ylipainehengitysjärjestelmää.

Aineiston analyysissa tutkija myöntää mahdollisuuden pienehköihin lasku- ja kirjausvirheisiin numeeristen arvojen suuren määrän johdosta. Analysoitava aineiston ollessa varsin laaja on mielestäni mahdotonta olla varma täysin virheettömästä tulosten kirjaamisesta. Mahdolliset virheet ovat kuitenkin niin pieniä, ettei sillä ole merkitystä tutkimuksen tulosten ja luotettavuuden kanssa.

Aineiston analyysissa on pyritty esittämään kohderyhmän antamat vastaukset niitä muokkaamatta. Tällä säilytetään tutkimuksen luotettavuus eivätkä tutkimuksen tulokset muodostu ikään kuin edullisiksi ajatellen vain tutkijan hypoteeseja. Tulokset on pyritty esittämään mahdollisimman selkeästi ja varsinainen pohdinta esitetään analysointiosion jälkeen. Joissakin tapauksissa myös graafista esittämistä on käytetty apukeinona.

Jotta tulokset olisivat mahdollisimman selkeästi luettavissa, on ne jaettu eri kappaleisiin eri aihealueen mukaan. Esimerkiksi korvien paineoireiden määrä on käsitelty eri kappaleessa kuin kohderyhmän kokemukset ylipainehengitysjärjestelmästä. Tällä on haettu

lisää selkeyttä tulosten esittämiseen. Varsinaiset oireet on jaettu korvien, kurkun/alempien hengitysteiden ja nenän oireisiin.

Tutkimuksen pääongelmien ollessa oireiden esiintyvyys ja ylipainehengitysjärjestelmän vaikutukset, ei analysoinnin pääpainona ole oireiden eri tekijöiden tarkka vertailu ja kaikkien yhdistävien tekijöiden löytäminen. Selkeästi havaittavat yhdistävät tekijät on kuitenkin luonnollisesti kirjattu. Yhdistävien tekijöiden löytäminen esimerkiksi kunnan osalta voi olla vaikeaa vain kyselylomakkeiden avulla, sillä osa vastanneista ei välttämättä ole ilmoittanut todellista kuntoaan. Cooper-ja ergometritestit mahdollistavat henkilöille ns. kuntoservin, sillä kummassakaan testissä ei testattavan tarvitse välttämättä tehdä todellista maksimisuoritustaan. Näin ollen kunto (kuten hapenottokyky) tulisi testata kliinissä testeissä.

## 6.2. Yleistä

Vastattuja kyselylomakkeita saatiin takaisin 225 kpl. Niistä 176 kpl oli valideja korvien paineoireiden osalta, joten niistä muodostettiin analysoitava joukko. Myös kaikki ei-validit lomakkeet kirjattiin ylös Excel-ohjelmalla ja analysoitiin.

Tietoja kohderyhmästä:

Kohderyhmän keski-ikä oli 30,8 vuotta. Kohderyhmän nuorimmat olivat iältään 23 vuotta ja vanhimmat 47 vuotta. 52 henkilöä ei ilmoittanut ikäänsä.

Kohderyhmän keskimääräinen lentokokemus oli 1300 tuntia. Eniten lentäneellä oli 5500 tunnin lentokokemus eri kalustoilla ja vähintään lentäneillä 150 tunnin lentokokemus. 57 henkilöä ei ilmoittanut lentotuntimääräänsä.

Kohderyhmän keskipituus oli 178,3cm ja keskipaino 77,8kg. Pisin henkilö oli 191cm ja lyhin 168cm. Kevyin henkilö painoi 61kg ja painavin 110kg. Suurin osa kohderyhmästä sijoittui kuitenkin lähemmäs keskiarvoa kuin ääritapauksia.

Tupakoijia kohderyhmässä oli 27 kpl. Tupakointi ei näyttänyt vaikuttavan oireiden määrään tai laatuun eikä myöskään ilmoitettuun fyysiseen kuntoon saatujen vastausten perusteella.

Kohderyhmän Cooper-juoksutestin keskiarvo oli 2879 metriä. Huomattavaa on se, että 89 henkilöä ei ilmoittanut Cooper-tulostaan eikä myöskään Ergometri-tulostaan. Myös se, ettei ilmoitettu tulos ole välttämättä henkilön todellista kuntoa vastaava, vähentää ilmoitettujen arvojen merkitystä. Näin ollen kuntotekijöiden tarkka ja luotettava analysointi oireiden syynä on mahdotonta. Jo ennalta arvattava seikka kuntotestien osalta oli kuitenkin se, että vanhemmilla lentäjillä Ergometri-tulos on verrattaessa Cooper-tulokseen parempi.

### 6.3. Korvien paineoireiden laatu ja yleisyys

Korvien paineoireita kysyttiin seuraavien oirevaihtoehtojen avulla: Korvat lukossa, korvien lorinaa/lotinaa, korvien naksahdusta, kuulon alenemaa. Kohderyhmää käsitellään kahtena eri kokonaisuutena, jonka muodostavat kaikki lentäjät ja yli 10 tuntia Hornetilla lentäneet lentäjät. Myös oireiden ajankohta (lennon aikana, heti lennon jälkeen, myöhemmin), voimakkuus sekä yleisyys ovat tarkastelun kohteena.

	Lukossa		Lorinaa	
	Kaikki	>10h HN	Kaikki	>10h HN
Lennon aikana	54,5 % (96kpl)	47,9 % (45kpl)	7,4 % (13kpl)	3,2 % (3kpl)
Lennon jälkeen	45,5 % (80kpl)	47,9 % (45kpl)	9,1 % (16kpl)	5,3 % (5kpl)
Myöhemmin	53,4 % (94kpl)	76,6 % (72kpl)	21,6 % (38kpl)	26,6 % (25kpl)

	Naksahdusta		Kuulon alenemaa	
	Kaikki	>10h HN	Kaikki	>10h HN
Lennon aikana	38,2 % (69kpl)	38,6 % (36kpl)	10,2 % (18kpl)	8,5 % (8kpl)
Lennon jälkeen	31,8 % (56kpl)	38,3 % (36kpl)	10,8 % (19kpl)	9,6 % (9kpl)
Myöhemmin	47,7 % (84kpl)	70,2 % (66kpl)	19,3 % (34kpl)	27,7 % (26kpl)

Oireiden voimakkuus ja yleisyys kaikilla:

	Voimakkuus (kpl)			Yleisyys (kpl)	
	Lukossa	Lorinaa	0	Lukossa	Lorinaa
1	18	10	0	-	-
2	34	13	1	45	16
3	44	12	2	32	15

4	15	2	3	37	13
5	3	0	4	12	2

min 1 – 5 max

0=ei oireita  
 1=harvemmin  
 2=joka kuukausi  
 3=joka viikko  
 4=aina lentojen jälkeen

Oireiden voimakkuus ja yleisyys &gt;10h HN:llä lentäneillä:

	Voimakkuus (kpl)			Yleisyys (kpl)	
	Lukossa	Lorinaa		Lukossa	Lorinaa
1	10	6	0	-	-
2	22	7	1	10	6
3	30	9	2	22	10
4	10	1	3	30	9
5	3	0	4	10	2

min 1 – 5 max

0=ei oireita  
 1=harvemmin  
 2=joka kuukausi  
 3=joka viikko  
 4=aina lentojen jälkeen

Oireiden voimakkuus ja yleisyys kaikilla:

	Voimakkuus (kpl)			Yleisyys (kpl)	
	Naksahtelua	Kuulon.al.		Naksahtelua	Kuulon.al.
1	22	11	0	-	-
2	36	14	1	35	16
3	24	8	2	28	11
4	8	1	3	28	11
5	1	1	4	15	3

min 1 – 5 max

0=ei oireita  
 1=harvemmin  
 2=joka kuukausi  
 3=joka viikko  
 4=aina lentojen jälkeen

Oireiden voimakkuus ja yleisyys &gt;10h HN:llä lentäneillä:

	Voimakkuus (kpl)			Yleisyys (kpl)	
	Naksahtelua	Kuulon.al.		Naksahtelua	Kuulon.al.
1	12	6	0	-	-
2	19	8	1	18	9
3	16	1	2	18	8
4	8	1	3	9	8
5	1	1	4	12	3

min 1 – 5 max

0=ei oireita  
 1=harvemmin

2=joka kuukausi  
3=joka viikko  
4=aina lentojen jälkeen

Lukkoisuusoireiden osalta on huomattavaa oireiden suhteellisen tasainen jakauma. Suurin osa oireista on voimakkuudeltaan keskitasoa niin Hornet-lentäjillä kuin muillakin lentäjillä. Huomioitavaa on myös se, että Hornet-lentäjillä suurin määrä sijoittuu kohtaan ”joka viikko”. Myös lennon jälkeen on joillakin henkilöillä oireita, mutta määrä keskittyy kuitenkin suurelta osin kummankin jaetun kohderyhmän kesken kolmeen ensimmäiseen vaihtoehtoon.

Lorinaoireiden osalta on huomattavaa oireiden jakautuminen suurelta osin lievien oireiden puolelle. Huomattavaa on myös, että vain kahdella henkilöllä on oireita aina lentojen jälkeen.

Korvat lukossa oireiden kesto oli yhdeksällä henkilöllä kaikista vuorokaudesta kahteen vuorokauteen ja muilla joitakin tunteja. Yli 10 tuntia Hornetilla lentäneistä seitsemällä henkilöllä oli vuorokaudesta kahteen pituisia oireita, muilla joitakin tunteja.

Lorinaoireiden kesto oli kolmella henkilöllä kaikista vuorokaudesta kahteen vuorokauteen ja muilla joitakin tunteja. Yli 10 tuntia Hornetilla lentäneistä yhdellä henkilöllä oli vuorokaudesta kahteen pituisia oireita, muilla joitakin tunteja.

Korvien naksahdusoireiden osalta on huomattavaa oireiden jakautuminen suurelta osin lievien oireiden puolelle, sekä niiden jakautuminen suhteellisen tasaisesti kaikkiin eri yleisyysryhmiin.

Kuulonalenemaoireiden osalta on huomattavaa oireiden jakautuminen suurelta osin lievien oireiden puolelle, sekä vastausten pieni määrä kohdassa ”aina lentojen jälkeen”.

Naksahdusoireiden kesto oli yhdeksällä henkilöllä kaikista vuorokaudesta kolmeen vuorokauteen, muilla joitakin tunteja. Yli 10 tuntia Hornetilla lentäneistä viidellä henkilöllä oli vuorokaudesta kahteen vuorokauteen pituisia oireita, muilla joitakin tunteja.

Kuulon alenemaoireiden kesto oli yli 10 tuntia Hornetilla lentäneistä yhdellä henkilöllä yli kahden vuorokauden mittaisia, muilla joitakin tunteja.

## 6.4. Hengitysteiden oireiden laatu ja yleisyys

Hengitysteiden oireita kysyttiin kyselylomakkeella kuten korvien paineoireita. Oirevaihtoehtot olivat yskä, kurkun kutina, yskän puuskat sekä hengitysvaikeudet.

	Yskää		Kutinaa kurkussa	
	Kaikki	>10h HN	Kaikki	>10h HN
Lennon aikana	22,2 % (39kpl)	27,7 % (26kpl)	13,1 % (23kpl)	14,9 % (14kpl)
Lennon jälkeen	23,9 % (42kpl)	33 % (31kpl)	18,8 % (33kpl)	23,4 % (22kpl)
Myöhemmin	10,2 % (18kpl)	12,8 % (12kpl)	9,1 % (16kpl)	9,6 % (9kpl)

	Yskän puuskia		Hengitysvaikeuksia	
	Kaikki	>10h HN	Kaikki	>10h HN
Lennon aikana	17,6 % (31kpl)	23,4 % (22kpl)	0,6 % (1kpl)	1,1 % (1kpl)
Lennon jälkeen	16,5 % (29kpl)	26,6 % (25kpl)	0,6 % (1kpl)	1,1 % (1kpl)
Myöhemmin	4,5 % (8kpl)	6,4 % (6kpl)	0	0

	Rintatuntemuksia	
	Kaikki	>10h HN
Lennon aikana	0,6 % (1kpl)	0
Lennon jälkeen	0,6 % (1kpl)	3,2 % (3kpl)
Myöhemmin	2,3 % (4kpl)	2,1 % (2kpl)

Oireiden voimakkuus ja yleisyys kaikilla:

	Voimakkuus (kpl)		Yleisyys (kpl)	
	Yskää	Kutinaa kurk.	Yskää	Kutinaa kurk.
1	18	11	0	-
2	26	19	1	42
3	5	5	2	14
4	0	2	3	3
5	0	0	4	1

min 1 – 5 max

0=ei oireita

1=harvemmin

2=joka kuukausi

3=joka viikko

4=aina lentojen jälkeen

Oireiden voimakkuus ja yleisyys >10h HN:illä lentäneillä:

	Voimakkuus (kpl)		Yleisyys (kpl)	
	Yskää	Kutinaa kurk.	Yskää	Kutinaa kurk.
1	12	6	0	-
2	10	12	1	25
3	1	4	2	12
4	0	1	3	2
5	0	0	4	1



min 1 – 5 max

0=ei oireita  
 1=harvemmin  
 2=joka kuukausi  
 3=joka viikko  
 4=aina lentojen jälkeen

Oireiden voimakkuus ja yleisyys kaikilla:

	Voimakkuus (kpl)				Yleisyys (kpl)		
	Yskän puusk.	Hengitysv.	Rintatunt.		Yskän puusk.	Hengitysv.	Rintatunt.
1	9	0	1	0	-	-	
2	14	0	2	1	24	0	5
3	8	x	1	2	10	x	1
4	0	x	0	3	3	0	0
5	0	0	0	4	0	0	0

min 1 – 5 max

0=ei oireita  
 1=harvemmin  
 2=joka kuukausi  
 3=joka viikko  
 4=aina lentojen jälkeen

Oireiden voimakkuus ja yleisyys &gt;10h HN:llä lentäneillä:

	Voimakkuus (kpl)				Yleisyys (kpl)		
	Yskän puusk. tunt.	Hengitysv.	Rintatunt.		Yskän puusk.	Hengitysv.	Rinta-
1	7	0	0	0	-	-	
2	12	x	2	1	17	0	3
3	6	x	1	2	9	x	1
4	0	0	0	3	3	0	0
5	0	0	0	4	0	0	0

min 1 – 5 max

0=ei oireita  
 1=harvemmin  
 2=joka kuukausi  
 3=joka viikko  
 4=aina lentojen jälkeen

Yskänoireiden osalta on huomattavaa vain lievien oireiden esiintyminen.

Huomattavaa on myös vastausten pieni määrä kohdassa "aina lentojen jälkeen", ja suurin määrä kohdassa "harvemmin".

Kutinaa kurkussa -oireiden osalta on huomattavaa lievien oireiden suurempi esiintyminen, sekä vastausten puuttuminen kohdassa "aina lentojen jälkeen".

Yskänoireiden kesto oli lähinnä hetkellistä muutamista sekunneista joihinkin minuuteihin.

Kurkun kutinaoireiden kesto oli lähes kaikilla vastanneista muutamista minuuteista muutamisiin tunteihin.

Yskänpuuskien osalta on huomattavaa vain lievien oireiden esiintyminen, sekä myös vastausten pieni määrä kohdassa ”aina lentojen jälkeen”, ja suurin määrä kohdassa ”harvemmin”. Rintatuntemuksien ja hengitysvaikeuksien voidaan todeta olevan todella harvinaisia.

Yskänpuuskien kesto oli kahdeksalla henkilöllä kaikista yli minuutista tuntiin pituisia oireita, muilla hetkellisiä.

Hengitysvaikeuksien kesto oli 5-10min.

Rintatuntemuksien kesto vaihteli välillä 10 minuuttia – 3 tuntia.

#### 6.5. Nenän oireiden laatu ja yleisyys

Nenän oireita kysyttiin kyselylomakkeella kuten korvien paineoireita. Oirevaihtoehdot olivat nenän tukkoisuus, vuotaminen, kutiaminen sekä paineentunne poskiontelossa.

	Tukkoisuutta		Vuotamista	
	Kaikki	>10h HN	Kaikki	>10h HN
Lennon aikana	16,5 % (29kpl)	10,6 % (10kpl)	14,2 % (25kpl)	8,5 % (8kpl)
Lennon jälkeen	10,2 % (18kpl)	8,5 % (8kpl)	8,5 % (15kpl)	8,5 % (8kpl)
Myöhemmin	21,6 % (38kpl)	23,4 % (22kpl)	11,4 % (20kpl)	11,7 % (11kpl)

	Kutiamista		Paineentunnetta posk.	
	Kaikki	>10h HN	Kaikki	>10h HN
Lennon aikana	5,7 % (10kpl)	6,4 % (6kpl)	15,9 % (28kpl)	9,6 % (9kpl)
Lennon jälkeen	4,5 % (8kpl)	2,1 % (2kpl)	6,8 % (12kpl)	3,2 % (3kpl)
Myöhemmin	4,5 % (8kpl)	4,3 % (4kpl)	9,7 % (17kpl)	6,4 % (6kpl)

Oireiden voimakkuus ja yleisyys kaikilla:

	Voimakkuus (kpl)		Yleisyys (kpl)	
	Tukkoisuutta	Vuotamista	Tukkoisuutta	Vuotamista
1	9	10	0	-

2	16	9	1	22	22
3	10	5	2	11	3
4	2	1	3	11	7
5	1	1	4	3	2

min 1 – 5 max

0=ei oireita

1=harvemmin

2=joka kuukausi

3=joka viikko

4=aina lentojen jälkeen

Oireiden voimakkuus ja yleisyys &gt;10h HN:llä lentäneillä:

	Voimakkuus (kpl)			Yleisyys (kpl)	
	Tukkoisuutta	Vuotamista		Tukkoisuutta	Vuotamista
1	4	3	0	-	-
2	7	4	1	9	8
3	6	2	2	8	10
4	1	1	3	4	3
5	1	1	4	3	2

min 1 – 5 max

0=ei oireita

1=harvemmin

2=joka kuukausi

3=joka viikko

4=aina lentojen jälkeen

Oireiden voimakkuus ja yleisyys kaikilla:

	Voimakkuus (kpl)			Yleisyys (kpl)	
	Kutiamista	Paineentunnetta		Kutiamista	Paineentunnetta
1	5	6	0	-	-
2	5	9	1	7	21
3	2	10	2	4	5
4	0	0	3	5	4
5	0	1	4	0	0

min 1 – 5 max

0=ei oireita

1=harvemmin

2=joka kuukausi

3=joka viikko

4=aina lentojen jälkeen

Oireiden voimakkuus ja yleisyys &gt;10h HN:llä lentäneillä:

	Voimakkuus (kpl)			Yleisyys (kpl)	
	Kutiamista	Paineentunnetta		Kutiamista	Paineentunnetta
1	2	1	0	-	-
2	3	3	1	4	9
3	2	3	2	3	2
4	0	0	3	3	2
5	0	0	4	0	0

min 1 – 5 max

0=ei oireita  
 1=harvemmin  
 2=joka kuukausi  
 3=joka viikko  
 4=aina lentojen jälkeen

Nenäoireiden kesto oli kuudella henkilöllä yli vuorokauden, muilla minuuteista tunteihin.

Nenän vuotamisen kesto oli 12 henkilöllä kaikista sekä neljällä vähintään 10h HN vähintään tunnin pituisia ja muilla alle tunnin pituisia.

Nenän kutiamisen kesto oli neljällä henkilöllä kaikista 5-10 minuutin pituisia ja muilla minuutin tai alle pituisia.

11 henkilöä kaikista kokivat tunnista vuorokauteen pituisia poskiontelon painetiloja ja muut alle tunnin pituisia oireita.

#### 6.6. Lennon laadun yhteys oireisiin

Kyselyssä otettiin selvää lennon laadun yhteydestä oireisiin lennettäessä eri lentokalustoilla (vaihtoehtoiset kalustot olivat: Hornet, Hawk, MIG, Draken).

#### **Hornet-lennot**

Kyselyssä kysyttiin tarkasti, minkälaisen lennon johdosta, koetaan eniten edellä mainittuja oireita. Vastausvaihtoehdot olivat kaikki lennot, G-rasitusta sisältävät lennot, korkeuden vaihtelua sisältävät lennot ja G-rasitusta + korkeuden vaihtelua sisältävät lennot. 83 Hornet-lentäjistä vastasi osioon ja viisi henkilöä ei osannut eritellä lentojen vaikutuksia oireisiin.

Vastausjakauma oli seuraavanlainen:



**Kuvio 6.1.** Hornet-lennon laadun yhteys oireisiin.

**1:** Kaikki lennot, 8 henkilöä eli 9,6 % vastanneista.

**2:** G-rasitusta sisältävät lennot, 11 henkilöä eli 13,3 % vastanneista.

**3:** Korkeuden vaihtelua sisältävät lennot, 19 henkilöä eli 22,9 % vastanneista.

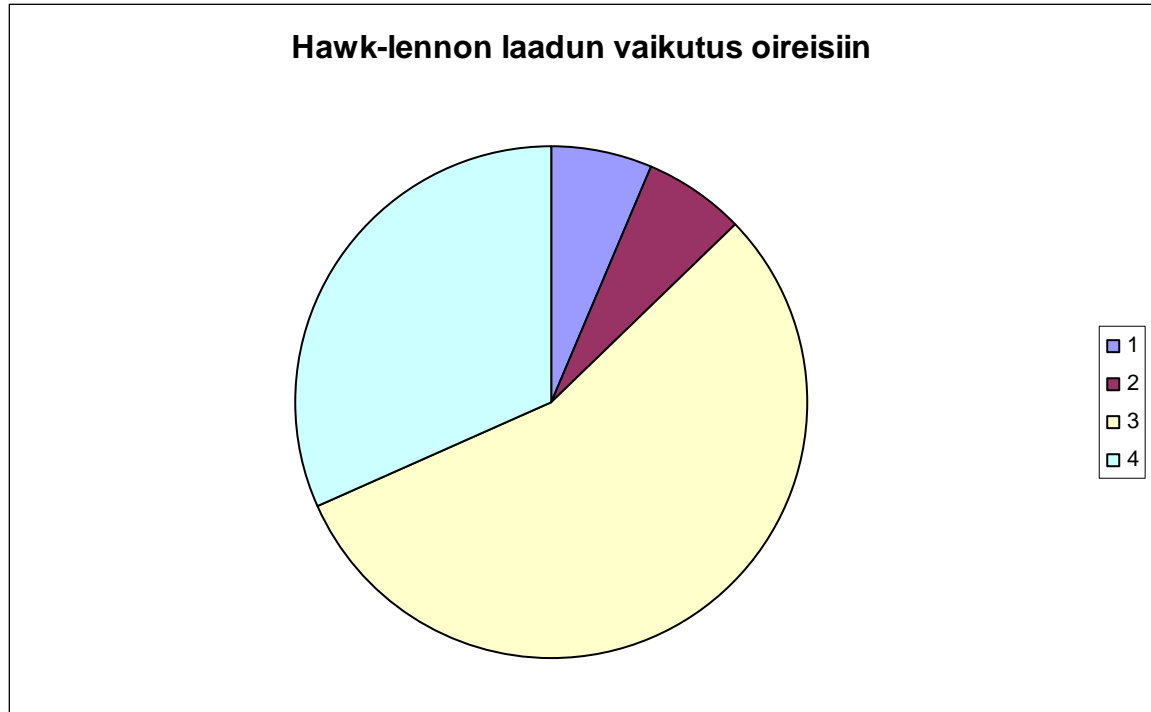
**4:** G-rasitusta + korkeuden vaihtelua sisältävät lennot, 45 henkilöä eli 54,2 % vastanneista.

Jakauman perusteella voidaan sanoa korkeuden vaihtelua sekä eritoten G-rasitusta ja korkeuden vaihtelua sisältävien lentojen olevan suurimpia oireita aiheuttavia lentoja (yhteensä 77,1 % lennoista). Jakauman perusteella näyttäisi korkeuden vaihteluilla olevan suurin merkitys oireiden esiintymiseen. Osan vastanneiden mielestä myös lentotautot vaikuttavat lisäävästi oireisiin.

### Hawk-lennot

Kyselyssä kysyttiin tarkasti, minkälaisen lennon johdosta, koetaan eniten edellä mainittuja oireita. Vastausvaihtoehdot olivat kaikki lennot, G-rasitusta sisältävät lennot, korkeuden vaihtelua sisältävät lennot ja G-rasitusta + korkeuden vaihtelua sisältävät lennot. 63 Hawkilla lentäneistä vastasi osioon ja neljä henkilöä ei osannut eritellä lentojen vaikutuksia oireisiin.

Vastausjakauma oli seuraavanlainen:



**Kuvio 6.2.** Hawk-lennon laadun yhteys oireisiin.

**1:** Kaikki lennot, 4 henkilöä eli 6,3 % vastanneista.

**2:** G-rasitusta sisältävät lennot, 4 henkilöä eli 6,3 % vastanneista.

**3:** Korkeuden vaihtelua sisältävät lennot, 35 henkilöä eli 55,6 % vastanneista.

**4:** G-rasitusta + korkeuden vaihtelua sisältävät lennot, 20 henkilöä eli 31,7 % vastanneista.

Jakauman perusteella voidaan sanoa eritoten korkeuden vaihtelua sekä myös G-rasitusta ja korkeuden vaihtelua sisältävien lentojen olevan suurimpia oireita aiheuttavia lentoja (yhteensä 87,3 % lennoista). Jakauman perusteella näyttäisi korkeuden vaihtelulla olevan suurin merkitys oireiden esiintymiseen. Pelkkä korkeuden vaihtelu näyttäisi olevan Hawk-kalustolla merkittävämpää kuin Hornet-kalustolla, jolla G-rasitus liittyy myös vahvasti oireisiin.

### **Draken-lennot**

Kyselyssä kysyttiin tarkasti, minkälaisen lennon johdosta, koetaan eniten edellä mainittuja oireita. Vastausvaihtoehdot olivat kaikki lennot, G-rasitusta sisältävät lennot, korkeu-

den vaihtelua sisältävät lennot ja G-rasitusta + korkeuden vaihtelua sisältävät lennot. 20 Drakenilla lentäneistä vastasi osioon ja kaksi henkilöä ei osannut eritellä lentojen vaikutuksia oireisiin.

Vastausjakauma oli seuraavanlainen:



**Kuvio 6.3.** Draken-lennon laadun yhteys oireisiin.

**1:** Kaikki lennot, 2 henkilöä eli 10 % vastanneista.

**2:** G-rasitusta sisältävät lennot, 3 henkilöä eli 15 % vastanneista.

**3:** Korkeuden vaihtelua sisältävät lennot, 10 henkilöä eli 50 % vastanneista.

**4:** G-rasitusta + korkeuden vaihtelua sisältävät lennot, 5 henkilöä eli 25 % vastanneista.

Jakauman perusteella voidaan sanoa eritoten korkeuden vaihtelua sekä myös G-rasitusta ja korkeuden vaihtelua sisältävien lentojen olevan suurimpia oireita aiheuttavia lentoja (yhteensä 75 % lennoista). Jakauman perusteella näyttäisi korkeuden vaihteluilla olevan suurin merkitys oireiden esiintymiseen. Lisäksi yhden henkilön mielestä lentäminen yöllä aiheuttaa enemmän oireita kuin lentäminen päivällä.

### **MIG-lennot**

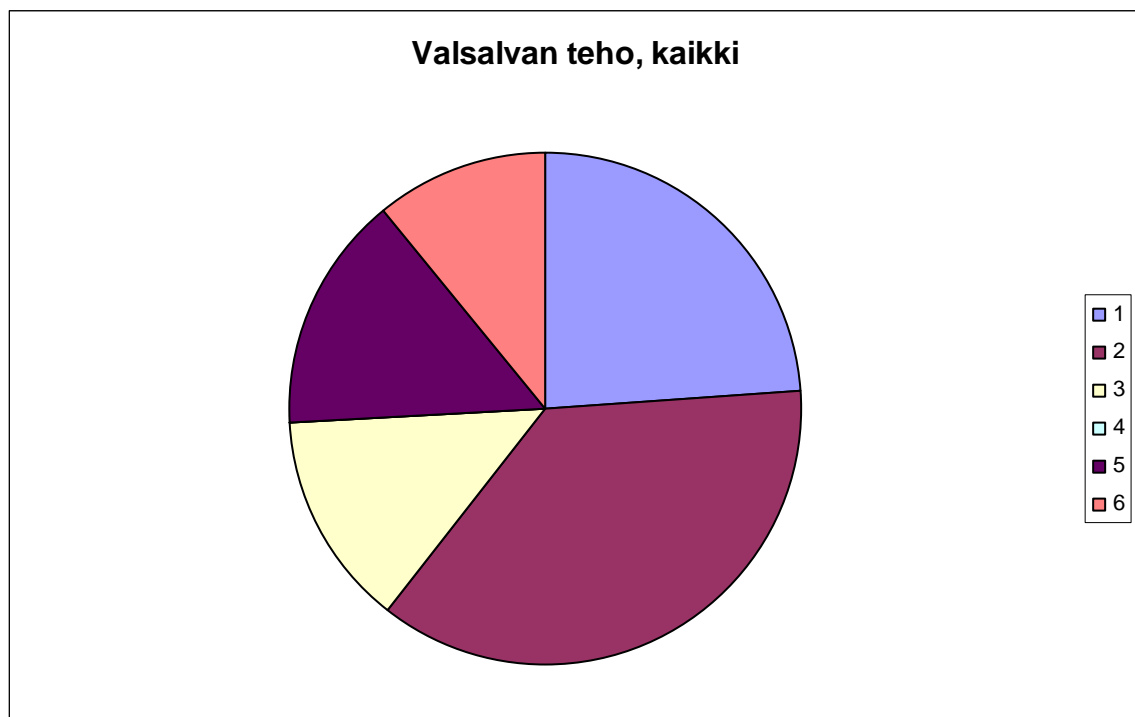
Kyselyssä kysyttiin tarkasti, minkälaisen lennon johdosta, koetaan eniten edellä mainittuja oireita. Osioon vastasi yhdeksän henkilöä, joista seitsemän piti korkeuden vaihtelua

sisältäviä lentoja merkittävimpinä oireiden syntymisen kannalta. Kahden henkilön mielestä G-rasitusta sekä korkeuden vaihtelua sisältävät lennot olivat merkittävimpiä oireiden kannalta.

### 6.7. Valsalva-manööverin teho

Valsalva-manööverin tehoa selvitettyä päädyin jakamaan vastanneet kaikkiin vastanneisiin ja vain yli 10 tuntia Hornetilla lentäneisiin henkilöihin. Vastaava jakoa on käytetty myös kauttaaltaan koko tutkimuksessa. Tämän tarkoituksena on saada vertailevaa tietoa Hornet-lentäjien mahdollisista eroavista käsitteistä valsalvan-manööveria koskien.

Kyseiseen kohtaan vastanneita oli 155 henkilöä kaikista vastanneista. Yli 10h Hornetilla lentäneitä vastaajia oli 92 henkilöä. Vastausjakauma oli seuraavanlainen:



**Kuvio 6.4.** Valsalvan teho, kaikki.

**1:** Ehkäisee oireita, 37 henkilöä eli 23,9 % vastanneista.

**2:** Lievittää oireita, 57 henkilöä eli 36,8 % vastanneista.

**3:** Ei vaikutusta oireisiin, 21 henkilöä eli 13,5 % vastanneista.

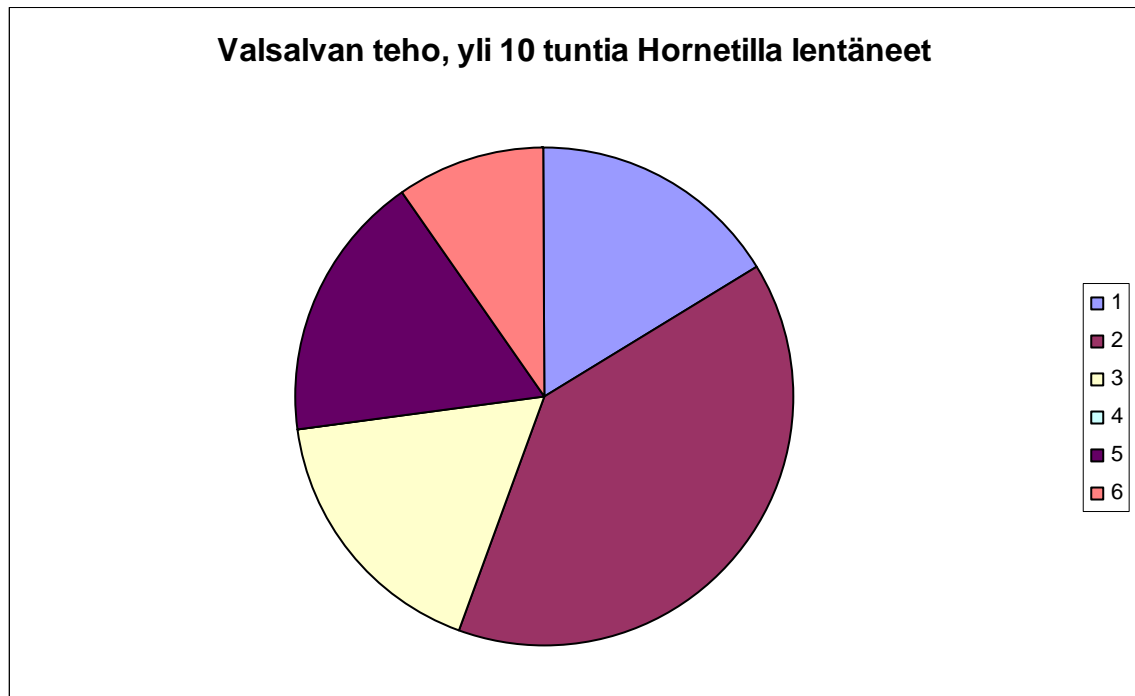
**4:** Pahentaa oireita, ei ainuttakaan varmaa.



**5:** Ei ole kokeillut, 23 henkilöä eli 14,8 % vastanneista.

**6:** Epävarmoja valsalvan tehosta, 17 henkilöä eli 11 % vastanneista.

Jakaumasta nähdään, että yleisen käsityksen mukaan valsalvan-manööveri pääsääntöisesti lievittää tai ehkäisee oireita (kuten korvien lukkiutuminen ja kipeytyminen). Kukaan vastanneista ei ole varma, että valsalvan-manööveri pahentaisi oireita. Osa vastanneista on epävarmoja valsalvan tehosta sekä osa ei ole sitä edes kokeillut.



**Kuvio 6.5.** Valsalvan teho, yli 10 tuntia Hornetilla lentäneet.

**1:** Ehkäisee oireita, 15 henkilöä eli 16,3 % vastanneista.

**2:** Lievittää oireita, 36 henkilöä eli 39,1 % vastanneista.

**3:** Ei vaikutusta oireisiin, 16 henkilöä eli 17,4 % vastanneista.

**4:** Pahentaa oireita, ei ainuttakaan varmaa.

**5:** Ei ole kokeillut, 16 henkilöä eli 17,4 % vastanneista.

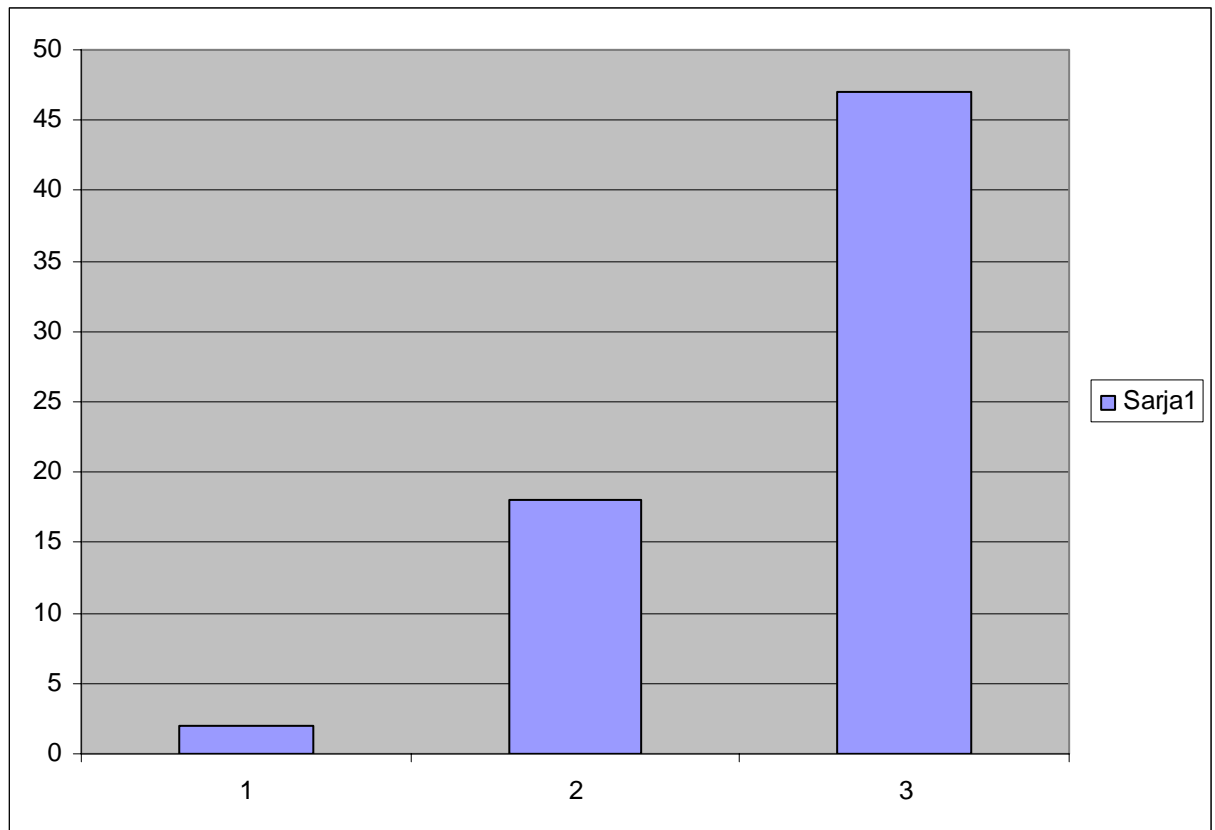
**6:** Epävarmoja valsalvan tehosta, 9 henkilöä eli 9,8 % vastanneista.

Myös yli 10 tuntia Hornetilla lentäneiden jakaumasta nähdään, että yleisen käsityksen mukaan valsalvan-manööveri pääsääntöisesti lievittää tai ehkäisee oireita (kuten korvien lukkiutuminen ja kipeytyminen). "Lievittää oireita" on kuitenkin hieman suurempi osa verrattuna "ehkäisee oireita" vaihtoehtoon kuin kaikki lentäjät sisältävässä kuvaajassa. Ku-

kaan vastanneista ei ole varma, että valsalvan-manööveri pahentaisi oireita. Osa vastanneista on epävarmoja valsalvan tehosta sekä osa ei ole sitä edes kokeillut.

### 6.8. Kokemukset ylipainehengitysjärjestelmästä

67 kpl kyselyyn vastanneista yli 10h Hornetilla lentäneistä henkilöistä vastasivat kohtaan, jossa kysyttiin ylipainehengityksen (PBG) vaikutusta edellä mainittuihin oireisiin (kaikkiaan kyselyssä oli 97 yli 10 tuntia Hornetilla lentäneitä eli vastanneita kyseiseen kohtaan oli 69 %). Vastausjakauma oli seuraavanlainen:



**Kuvio 6.6.** Koettu ylipainehengityksen vaikutus Hornet-lentäjillä.

**1:** Vähentää oireita, 2 henkilöä eli 3 % vastanneista.

**2:** Ei vaikutusta oireisiin, 18 henkilöä eli 26,9 % vastanneista.

**3:** Lisää oireita, 47 henkilöä eli 70,1 % vastanneista.

Vastauksien pohjalta voidaan todeta, että Hornet-lentäjien käsityksen mukaan ylipainehengitys lisää oireita. Tarkkaa prosentuaalista arvoa ei voida kuitenkaan sanoa, sillä osa yli 10 tuntia Hornetilla lentäneistä lentäjistä ei vastannut kyseiseen kohtaan mi-

tään. Huomattavaa on kuitenkin selvästi muita vaihtoehtoja suurempi vastausten määrä kohdassa ”lisää oireita”.

## 7. POHDINTA

### 7.1. Tutkimuksen tulokset

Tutkimus tuotti vastaukset asetettuihin tutkimusongelmiin. (Ongelmat: 1. Kuinka yleisiä ja minkä laatuista lentoihin (erityisesti Hornet) liittyvät korvien paineoireet ovat Suomen Ilmavoimissa? 2. Kokevatko lentäjät ylipainehengitysjärjestelmän (PBG) osasyiksi korvien paineoireisiin? Alaongelma:1. Mitkä tekijät vaikuttavat korvien paineoireiden esiintymiseen? Tekijöinä voidaan pitää esimerkiksi fyysisestä kunto, tupakointia, ylipainehengitystä, ikää sekä lentokalustoa). Lisäksi tutkimus tuotti jonkin verran muuta tietoa paineoireisiin liittyen kuten esimerkiksi kokemuksia niiden ehkäisystä paineentasauspuhallusten avulla.

Tutkimuksen avulla saatiin haluttu ja riittävä määrä tietoa tutkimusongelmien ratkaisemiseksi. 176 henkilöä (kyselyitä lähetettiin 225 kpl) vastasi kyselytutkimukseen korvien paineoireista. Kysely jakoi mahdolliset oireet kuitenkin pääasiassa kolmeen eri oirealueeseen, joita olivat korvien-, hengitysteiden ja nenän oireet. Otanta oli riittävän suuri.

Jotta vastaukset ensimmäiseen tutkimusongelmaan olisivat mahdollisimman selkeästi luettavissa, on ne esitetty seuraavaksi oireryhmittäin. (Tarkat tulokset esitetty analyysiosiossa).

Korvien paineoireiden osalta yleisimpiä oireita olivat korvien lukkoisuusoireet. Eniten oireita kokivat Hornet-lentäjät seuraavana aamuna lennon/lentojen jälkeen. Tällöin kyseisiä oireita kokivat noin  $\frac{3}{4}$  vastanneista. Korvien naksahdus oli korvien oireista toiseksi yleisin ja sitä koettiin myös eniten seuraavana aamuna lennon/lentojen jälkeen (noin  $\frac{2}{3}$  vastanneista). Korvien lorinaa ja kuulon alenemaa kokivat yleisesti noin  $\frac{1}{4}$  vastanneista. Tuloksien mukaan lennon/lentojen jälkeisten aamujen oireet olivat yleisempiä Hornet-lentäjillä kuin muilla lentäjillä. Tämä tukisi ajatusta Hornetin ylipainehengitysjärjestelmän mahdollisesta vaikutuksesta oireiden lisääntymiseen.

Hengitysteiden oireista yleisimpiä olivat yskän oireet. Eniten yskän oireita esiintyi Hornet-lentäjillä lennon/lentojen jälkeisinä aamuina ( $\frac{1}{3}$  vastanneista). Muuten yskää koki-

vat noin  $\frac{1}{4}$  vastanneista. Oireita koettiin yleisesti kuitenkin vain joka kuukausi. Toiseksi yleisin koettu hengitysteiden oire oli kurkun kutina. Pääasiassa oireita koki noin  $\frac{1}{6}$  vastanneista, mutta Hornet-lentäjistä  $\frac{1}{4}$  koki oireita heti lentojen jälkeen. Osa Hornet-lentäjistä mainitsi myös vapaissa kommentteissaan ylipainehengitysjärjestelmän kuivatavan ja ärsyttävän kurkkua. Yskänpuuskan oireet olivat muilla lentäjillä suhteellisen vähäisiä, mutta Hornet lentäjillä niitä esiintyi lähes saman verran kuin kurkun kutinaa. Hengitysvaikeuksia ja rintatuntemuksia ei koettu juuri lainkaan.

Nenän oireita esiintyi huomattavasti vähemmän kuin korvien- ja hengitysteiden oireita. Nenän oireista kuitenkin yleisimpiä olivat nenän tukkoisuusoireet, joita koki noin  $\frac{1}{5}$  vastanneista. Nenän vuotamista ja paineentunnetta poskionteloissa koki noin  $\frac{1}{10}$  vastanneista ja nenän kutiamista noin  $\frac{1}{20}$  vastanneista. Oireet olivat kokonaisuutena varsin lieviä ja niitä esiintyi pääsääntöisesti enemmän muilla kuin Hornet-lentäjillä. Näin ollen vaikuttaisi siltä, ettei Hornetin ylipainehengitysjärjestelmä vaikuttaisi lisäävästi nenän oireisiin.

Tutkijan hypoteesin ensimmäiseen tutkimusongelmaan voidaan katsoa olleen yhtenevä tutkimustulosten kanssa vaikkakaan se ei luonnollisesti käsittänyt tarkkoja mielipiteitä.

Tutkimus tuotti selkeän vastauksen toiseen tutkimusongelmaan. Kyselylomakkeen avulla saatiin kerättyä lentäjien omakohtaisia kokemuksia Hornetin ylipainehengitysjärjestelmästä. 67 henkilöä 94 henkilöstä (yli 10 tuntia Hornetilla lentäneitä lentäjiä) vastasi kysymykseen, jossa tiedusteltiin ylipainehengitysjärjestelmän vaikutuksista paineoireisiin. Paineoireet koostuivat pääasiassa korvien paineoireista, mutta käsittivät myös hengityselimistön sekä nenän oireet. Vastausjakauma oli mielenkiintoinen, vaikkakin tutkijan aiempaa hypoteesia tukeva. Jakauman mielenkiintoisuus johtui sen selkeydestä. Vain kaksi henkilöä uskoi ylipainehengitysjärjestelmän vähentävän oireita, 18 henkilön mielestä sillä ei ole vaikutusta oireisiin ja 47 henkilöä uskoi sen lisäävän oireita. Nämä 47 henkilöä muodostavat 70,1 % koko vastanneesta joukosta. On siis varsin selvää, että lentäjien kokemusten perusteella Hornetin ylipainehengitysjärjestelmä pääsääntöisesti lisää paineoireita. Tätä tukevat myös vastaukset oirekysymyksiin, joiden perusteella voidaan päätellä Hornet lentäjien kokevan muita lentäjiä useammin esimerkiksi korvien paineoireita lennon/lentojen jälkeisinä aamuina. Osa lentäjistä mainitsee ylipainehengi-

tysjärjestelmän myös lisäävän kurkun kuivuutta ja yskänpuuskia. On kuitenkin myös muistettava ylipainehengitysjärjestelmän aiheuttama etu ponnisteltaessa G-voimia vastaan.

Tutkijan hypoteesin toiseen tutkimusongelmaan voidaan katsoa olleen yhtenevä saatu-  
jen tutkimustulosten kanssa.

Vastauksia tutkimuksen alaongelmaan saatiin vaihtelevissa määrin. Alkuasetelmassa muuttujiksi eli tässä tapauksessa tekijöiksi, jotka mahdollisesti vaikuttavat paineoireiden syntyyn, muodostuivat fyysinen kunto, tupakointi, lentäjän ikä, ylipainehengitys, lentolaji, lentotauko ja flunssa. Osa näistä muuttujista osoittautui kuitenkin merkityksettömiksi tarkempien kliinisten tulosten puuttuessa.

Fyysisen kunnan vaikutuksesta paineoireiden esiintyvyyteen ei voida tämän tutkimuksen pohjalta olla varmoja. Tämä siksi, että fyysisen kunnan tarkka selvittäminen vaatisi jokaisen tutkittavan henkilön kunnan kartoituksen kliinisissä tutkimuksissa. Tämä tutkimus kartoitti tutkittavien fyysistä kuntoa vain kyselylomakkeella, joten tutkittavien fyysisestä kunnosta saadut tiedot olivat osittain puutteellisia eikä niistä ilmene tutkittavien todellinen kuntotaso. Tämä johtuu siitä, että tutkittavat eivät olleet luonnollisestikaan pakotettuja vastamaan kyselytutkimuksen kohtiin, joissa kysyttiin kuntotasoja. Suoritetut vuosittaiset kuntotarkastukset, joiden tuloksia tutkittavat olivat kyselylomakkeisiin kirjanneet, eivät myöskään pakota maksimaalisiin suorituksiin, vaan suorittaja voi ”keskeyttää” kuntotestin kun on ”läpäissyt” riittävän tason.

Tupakoinnin vaikutusta paineoireisiin ei myöskään voida luotettavasti osoittaa. 27 henkilöä vastanneista ilmoitti olevansa tupakoitsijoita, mutta paineoireiden esiintyvyys ei näytä keskittyvän erityisesti heihin vaan tasaisesti myös tupakoimattomiin henkilöihin. Näin ollen tupakoimista ei voida pelkän kyselytutkimuksen perusteella liittää paineoireiden syntymiseen.

Lentäjän iällä ei tutkimuksen mukaan ole merkitystä paineoireiden syntyyn. Paineoireiden esiintyvyys ei kyselytutkimuksen perusteella näytä olevan tiettyyn ikään sidonnainen.

Merkityksellisiä muuttujia paineoireiden syntyyn liittyen kyselytutkimuksen perusteella ovat Hornetin ylipainehengitysjärjestelmän (PBG) käyttö, lentolaji, mahdollinen lentotauko sekä flunssa.

70,1 % yli 10 tuntia Hornetilla lentäneistä vastaajista mielsi ylipainehengitysjärjestelmän lisäävän paineoireita kuten korvien naksumista ja lukkoisuutta sekä yskän ja kurkun oireita. 26,9 % ei uskonut ylipainehengityksen vaikuttavan oireiden määrään ja vain 3 % uskoi ylipainehengityksen vähentävän paineoireita. Tulosten perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että Hornetin ylipainehengitysjärjestelmä koetaan yleisesti paineoireita lisääväksi tekijäksi.

Lentolajin merkitys oli myös tärkeä koettu tekijä paineoireiden syntymiseen. Yleisesti miellettiin korkeuden vaihtelua sisältävien lentojen aiheuttavan eniten paineoireita. Tämä luonnollisesti siksi, että kyseisten lentojen aikana lentäjät kohtaavat varsin suuriakin ilmanpaineen vaihteluita, jotka puolestaan aiheuttavat paineoireita. Merkittäväksi yksittäiseksi tekijäksi ilmeni kuitenkin se, että Hornet-lentäjät kokivat lennot, jotka sisältävät sekä korkeuden vaihteluita että G-kuormitusta, yleisesti merkittävimiksi paineoireita aiheuttaviksi lennoiksi. Tästä voidaan tehdä jälleen oletus, että G-kuormituksen vaikutuksessa toimiva ylipainehengitysjärjestelmä lisääisi paineoireita. Lentotauon sekä flunssan koettiin myös lisäävän paineoireita useissa tapauksissa.

Paineoireiden ehkäisyä ajatellen tutkimuksessa selvitettiin myös lentäjien kokemukset valsalva-manööverin tehosta. Valsalva-manööveri tarkoittaa lyhyesti paineentasauspuhallusta, jonka aikana suljetaan nenä sormilla. Tällä pyritään tasaamaan korvien painetta ja helpottamaan/poistamaan oireita. Vastanneiden mielipide valsalvan tehosta jakautui yleisesti ”lievittää oireita (36,8 % vastanneista)” sekä ”ehkäisee oireita (23,9 %)” vaihtoehtoihin. Myös yli 10 tuntia Hornetilla lentäneistä suurin osa koki valsalvan lievittävän oireita (39,1 %). Kukaan vastanneista ei uskonut valsalvan pahentavan oireita. Näin ollen voidaan yleisen mielipiteen pohjalta todeta valsalvan-manööverin olevan useimmiten varsin hyvä paineoireiden lievittäjä/ehkäisijä.

## 7.2. Tutkimuksen luotettavuus

Tämän tutkimuksen suurimpia vahvuuksia ovat otannan suuruus sekä tutkijan oma kiinnostus aiheeseen ammatin kautta. Toisaalta suuri otanta ja sen analysointi sisältää pieniä laskuvirheitä koskien esimerkiksi prosentuaalisia arvoja. Tutkija on kuitenkin pyrkinyt tarkistamaan saadut tulokset useaan eri otteeseen virheiden minimoimiseksi. Mahdollisten virheiden määrä on kuitenkin oletettavasti niin pieni, ettei sillä ole merkitystä ajatellen tutkimuksen tuloksia.

Tutkimuksessa käytetyn kyselylomakkeen etuna on se, että siinä tiedusteltavat asiat ovat hyvin todennäköisesti jokaista lentäjää kiinnostavia seikkoja. Näin ollen on hyvin epätodennäköistä, että joku vastaajista olisi tahallaan antanut väärää informaatiota tutkimustuloksiin vaikuttaakseen. Tutkija olettaa, että jokainen kyselyyn vastannut on antanut rehellisen vastauksen ilman virheellistä tietoa. Kyselyn heikkoutena oli se, että noin 50 kyselyn saaneista ei ollut antanut valideja vastauksia tutkimusta ajatellen. Tästä huolimatta tutkimuksen otanta oli varsin riittäväksi. Suuren otannan etuna on myös saadun aineiston suuri vertailtavuustekijä.

Kyselylomakkeessa kysytyt asiat ovat tutkijan näkökulmasta tutkimuksen päämäärää ajatellen oikeita. Apuna tässä on ollut Suomen Ilmavoimien lääkäreitä ja tutkijoita. Tämä on ollut eduksi tutkimuksen luotettavuutta ja päämäärän saavuttamista ajatellen.

Tutkimuksessa käytetty muu aineisto on ollut pääasiassa lääketieteen ja ilmailulääketieteen yleisteoksia. Tutkimuksessa käytetyt artikkelit ovat yleisesti hyväksytyjä ja valideja. Sekundaarilähteiden käyttö on tutkimuksessa ollut varsin vähäistä. Niistä saatu tieto on vaikuttanut pääasiassa vain tutkimuksen rakenteeseen.

## 7.3. Jatkotutkimusehdotukset

Tutkimuksen pohjalta herää mielenkiinto kahta jatkotutkimusehdotusta kohtaan. Ensimmäinen liittyy paineoireiden tarkempaan kliiniseen tutkimiseen ja toinen kyselylomakkeen G-LOC-osion analysointiin ja raportoimiseen.



Jos suoritettaisiin ensimmäisen jatkotutkimusehdotuksen mukainen tarkempi kliininen tutkimus, olisi mahdollista saada monessakin suhteessa tarkempaa tietoa paineoireiden laadusta ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Paineoireiden ollessa tämän tutkimuksen perusteella selvästikin varsin yleisiä Suomen Ilmavoimissa, olisi mielestäni perusteltua tehdä jatkotutkimuksia. Kliinisellä tutkimuksella olisi mahdollista kartoittaa tutkittavien todellinen kunto sekä mahdolliset muut tekijät (fyysiset ym.) paineoireisiin liittyen. Laboratorio-olosuhteissa olisi myös mahdollista saada tarkkaa tietoa ylipainehengitysjärjestelmän vaikutuksista tutkittaviin henkilöihin. Tällainen tutkimus edellyttäisi luonnollisesti varsin ammattitaitoista tutkijakaartia sekä varsinaista lääketieteellistä tutkimusympäristöä. Tutkimuksen avulla voitaisiin kuitenkin saada tarkempaa tietoa paineoireisiin liittyen ja tätä kautta myös keinoja niiden lievittämiseksi sekä ehkäisemiseksi. Näin ollen tällaisen jatkotutkimuksen merkitys olisi varsin suuri.

Toinen jatkotutkimusehdotus liittyy tässä tutkimuksessa käytetyn kyselylomakkeen toisen osion analysointiin ja raportointiin. Tutkimuksen rajauksen vuoksi kyseistä osiota ei otettu mukaan tähän tutkimukseen. Tämä toinen osio käsittelee G-LOCin esiintyvyyttä Suomen Ilmavoimissa ja sen avulla saataisiin todennäköisesti varsin hyvä kuva Ilmavoimien lentäjien kokemuksista G-kuormituksen alaisena. Tutkimuksen suorittaminen olisi myös helppoa, sillä kyseisen aineiston kirjaaminen on suoritettu jo tämän tutkimuksen yhteydessä.

## LÄHTEET

## Kirjallisuus

Ashton, DH/Watson LA. 1990. The use of tympanometry in predicting otitic barotrauma. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1990 Jan;61(1):56-61.

Armstrong H. G. 1961. *Aerospace medicine*. The Williams & Wilkins Company, USA.

Balldin, U/O'Connor, RB/Isdahl, W/Werchan, P. 2005. Pressure Breathing During G Without a Counter Pressure Vest. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, March 2005.

Buckingham, RA/Stuart, DR/Geick, MR/Girgis, SJ/McGee, TJ. 1985. Experimental evidence against middle ear oxygen absorption. *Laryngoscope* 1985 Apr; 95(4):437-42.

Eiken, O/Gronkvist, M/Bergsten, E/Kolegard, R. 2005. Interaction of Anti-G Straining Maneuvers and Positive Pressure Breathing. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, March 2005.

Ernsting. J/King, P. 1988. *Aviation Medicine*, second edition. Butterwoths.

Forster, EM/Cammarota, JP/Whinnery, JE. 1994. G-LOC Recovery With and Without G-Suit Inflation. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, March 1994.

Groth, P/Ivarson, A/Tjernstrom, O. 1982. Effect of flight on the Eustachien tube function and tympanic membrane – a follow-up study. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1982 Apr;53(4):360-4.

Harms-Ringdahl, K/Ingesson, A/Spångberg, C. 2004. *Fit to win*. DTK, Swedish Defence Forces, Aeromedical Centre, Stockholm, Sweden.

- Hergils, L/Magnusson, B. 1985. Morning pressure in the middle ear. Arch Otolaryngol 1985 Feb;111(2):86-9.
- Hiltunen, A. 2001. Hävittäjälentäjän fyysisen suorituskyvyn tutkimuksesta ilmavoimissa. Tutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu.
- Hirsjärvi, S/Remes, P. 1997. Tutki ja kirjoita. Tammer-paino Oy, Tampere.
- Hirsjärvi, S/Remes, P/Liikanen, P/Sajavaara, P. 1986. Tutkimus ja sen raportointi. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Kangasharju, H/Majapuro, M. 1999. Tutkimusraportin kirjoittaminen. Helsingin kauppa-korkeakoulun julkaisuja.
- Karjalainen, L. 2000. Tilastomatematiikka. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- King, PF. 1979. The Eustachian tube and its significance in flight. J Laryngol Otol 1979 Jul; 93(7):659–78.
- Kortschot, HW/Oosterveld, WJ. 1993. Barotrauma in Boeing 737 cabin crew. J Otorhinolaryngol Relat Spec 1993 Mar-Apr; 55(2):114-6.
- Källi, J. 2005. Lentäjän fyysinen kuormittuminen: Hawkilla lennettävien ilmataistelulentojen aikainen syketaaso ja sen mittaaminen. Pro Gradu – tutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu.
- Lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä. 1996. Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Lyons, TJ/Davenport, C/Copley, GB/Binder, H/Grayson, K/Kraft NO. 2004. Preventing G-Induced Loss of Consciousness: 20 years of operational experience. Aviation, Space and Environmental Medicine, February 2004.

Nienstedt, W/Hänninen, O/Arstila, A/Björkqvist, S-E. 1997. Ihmisen fysiologia ja anatomia. WSOY, Porvoo.

Ohslund, RK/Dalton, C/Reams, GG/Rose, JW/Oswald, RE 1991. Flight Surgeon's Manual. third edition Naval Aerospace Medical Institute. The bureau of medicine and surgery, department of the Navy. Superintendent of Documents, U.S. Government Office, Washington, D.C. 20402. 1991.

Rouvinen, M. Koonnut 2003. Ohje kirjallisia töitä varten. Koulutustaidon laitos. Maanpuolustuskorkeakoulu.

Siitonen, S. 2000. Effects of In-light Gz Acceleration on Military Aviators Using Modern Anti-G Garments. Kuopio.

Srangerup, SE/Tjernstrom, O/Klokke, M/Harcourt, J/Stokholm, J. 1998. Point prevalence of barotitis in children and adults, and effect of autoinflation. Aviation, Space and Environmental Medicine 1998 Jan; 69(1):45-9.

Tong, A/Balldin, UI/Hill, RC/Dooley, JW. 1998. Improved Anti-G Protection Boosts Sortie Generation Ability. Aviation, Space and Environmental Medicine, February 1998.

Tuomi, J/Sarajärvi A. 2004. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Uusitalo, A/Sovijärvi, A/Länsimies, E/Vuori, I. 1988. Kliinisen fysiologian oppikirja. Lääketehdas Orion, Karisto Oy, Hämeenlinna.

Vapaavuori, E/Sorsa, M. 2005. Lentävä ihminen. Edita, Helsinki.

Westerman, ST/Fine, MB/Gilbert L. 1990. Aerotitis: cause, prevention, and treatment. J Am Osteopath Assoc. 1990 Oct; 90(10):926-8.

Sähköiset lähteet

URL:<http://www.tohtori.fi/?page=6625671&search=korva&x=11&y=9> > 16.10.2006

URL:<http://www.ilmailuhallinto.fi/uutiset?id=12153> > 28.11.2006

URL:<http://www.ilmavoimat.fi/index.php?id=26> > 28.11.2006

URL:<http://www.ilmailuhallinto.fi/uutiset?id=12153> > 18.12.2006

URL:<http://ffp.uku.fi/intro/suoritus.htm> > 17.2.2007

Muut lähteet

Leino, T. (Lääkäri, Ilmasotakoulu) (2005) Lentämiseen liittyvät välikorvaongelmat. Näytösesitys.

Sovelius, R. (Lääkäri, Lentosotakoulu) (2002) Muistiinpanot paineoireisiin liittyen.

Sovelius, R/Karinen, H/Laranne, J/Siitonen, S/Savolainen, S/Kuronen, P. Tutkimuksessa käytetyt kyselylomakkeet (225 kpl).

## LIITTEET

Liite 1 Tutkimuksessa käytetty kyselylomake

Liite 2 Lentäjien kommentteja

## **HORNET-LENTOJEN JÄLKEISET KORVIEN PAINEOIREET**

### **Taustaa:**

Hornet-hävittäjien käyttöönoton jälkeen on ilmennyt, että lentoa seuraavan päivän aamuna heti heräämisen jälkeen lentäjillä on esiintynyt korvien erilaisia oireita, kuten lorinaa ja naksattelua sekä subjektiivisesti lievää kuulon alenemaa.

Oireita on esiintynyt usein, minkä vuoksi katsotaan perustelluksi tehdä alustava kyselytutkimus ja sen pohjalta suunnitella aiheesta kliininen tutkimus.

### **Tarkoitus:**

Tämän kyselytutkimuksen tarkoitus on selvittää tarkemmin minkälaisia oireita ja kuinka paljon ohjaajien keskuudessa esiintyy.

### **Kyselytutkimuksen kohde:**

Ohjaajat kaikissa lennostoissa sekä IlmaSK:ssa ja Koellv:ssa

Kysely suoritetaan HN-ohjaajien lisäksi kaikille muillekin ohjaajille vertailtavan aineiston saamiseksi

### **Ohjeita kyselylomakkeen täyttämiseen:**

HN-ohjaajat täyttävät kaikki kohdat, HW-ohjaajat jättävät HN-kysymykset väliin  
HN-ohjaajia ovat kaikki HN-kurssin käyneet lentäjät  
Vastaukset rasti ruutuun (=viivalle) menetelmällä jos kysymykseen ei tarvitse sanallisesti vastata.

### **Tietosuoja:**

Kyselyssä saatavia tietoja tullaan käyttämään vain tutkimustarkoituksiin ja tiedot jäävät tutkijoiden käyttöön. Niitä ei esim. liitetä sairaskertomuksiin, vaan arkistoidaan erilliseen tutkimustiedostoon.

Tutkimusryhmä

Roope Sovelius lääkltn, IlmaSK Puh. 06-1813080 EJ: Roope Soveli-  
us/Hkesk/IlmaSK/PVEJ@PVEJ  
Heikki Karinen lääkkapt, SatLsto  
Jussi Laranne erikoislääkäri, TAYS

2(4)

Simo Siitonen lääkkapt, KSS

Seppo Savolainen lääk-ev, KSS

Pentti Kuronen lääk-ev, IlmavE



3(4)

### HORNET-LENTOJEN JÄLKEISET KORVIEN PAINEOIREET

Näitä tutkimustietoja käytetään vain tutkimustarkoituksiin ja tiedot jäävät tutkijoiden tietoon.

Tutkimusno \_\_\_\_\_

Ikä \_\_\_\_\_ Pituus \_\_\_\_\_ Paino \_\_\_\_\_

Tupakointi ei / kyllä , kuinka paljon/vrk \_\_\_\_\_ montako vuotta \_\_\_\_\_

Viimeisin ergometritestin tulos \_\_\_\_\_ pvm \_\_\_\_\_ Cooperin testin tulos \_\_\_\_\_  
pvm \_\_\_\_\_

Lentotunnit yht. \_\_\_\_\_ Lentotunnit HN \_\_\_\_\_

Onko Sinulla ollut:	lentojen aikana	heti lentojen jälkeen	myöhemmin, esim. seur. yönä, aamuna	oireiden kesto (min,h,vrk)	oireiden voimakkuus (min 1 -5 max)	oireiden yleisyys
Korvat 'lukossa'	___	___	___	___	___	___
Korvien lotinaa/lorinaa	___	___	___	___	___	___
Korvissa naksahdusta	___	___	___	___	___	___
Kuulon alenemaa	___	___	___	___	___	___
Yskää	___	___	___	___	___	___
Kutinaa kurkussa	___	___	___	___	___	___
Yskän puuskia	___	___	___	___	___	___
Hengitysvaikeuksia	___	___	___	___	___	___
Rintatuntemuksia (pistosta, kipua)	___	___	___	___	___	___
Nenän tukkoisuutta	___	___	___	___	___	___
Nenän vuotamista	___	___	___	___	___	___
Nenän kutiamista	___	___	___	___	___	___
Paineentunnetta poskionteloissa	___	___	___	___	___	___

Voimakkuus: 1min – 5max

Yleisyys: 0=ei oireita, 1=harvemmin, 2=joka kuukausi, 3=joka viikko, 4=aina lennon jälkeen

Paineentasauspuhallusten (Valsalva) vaikutus edellä merkattuihin oireisiin  
ehkäisee oireita \_\_\_ lievittää oireita \_\_\_ ei vaikutusta \_\_\_ pahentaa oireita \_\_\_ en ole  
kokeillut \_\_\_

Oletko käyttänyt muita menetelmiä oireiden helpottamiseksi?  
mtä? \_\_\_\_\_

onko menetelmät ehkäisseet oireita \_\_\_ lievittänyt oireita \_\_\_ ei vaikutusta \_\_\_ pahentanut oireita \_\_\_

4(4)

Minkälaisiin HN-lentotehtäviin oireet mielestäsi liittyvät:

(laita rasti viivalle, jos kyllä)

Kaikkiin HN-lentotehtäviin \_\_\_\_\_

G-rasitusta sisältävät lennot \_\_\_\_\_

Korkeuden vaihtelua sisältävät lennot \_\_\_\_\_

Johonkin muuhun liittyen, kerro mihin

En osaa yhdistää oireita tiettyyn yhteiseen tekijään \_\_\_\_\_

Ylipainehengitys (PBG): Vähentää oireita \_\_\_\_\_ Ei vaikutusta oireisiin \_\_\_\_\_ Lisää oireita \_\_\_\_\_

Jos oireita tulee lisää, niin minkälaisia (edell. sivun listan mukaan):

En käytä PBG:tä \_\_\_\_\_ jos et, niin miksi:

Onko vastaavaa oireilua esiintynyt muulla kalustolla lentäessäsi: kyllä /ei

jos kyllä, niin millä: HW \_\_\_\_\_ DK \_\_\_\_\_ MG \_\_\_\_\_ muu, mikä \_\_\_\_\_

Minkälaista oireilua (edellä olevan taulukon oireiden mu-

kaan): \_\_\_\_\_

- jos oireita, niin

minkälaisiin lentotehtäviin oireet mielestäsi liittyvät:

(laita rasti viivalle, jos kyllä)

Kaikkiin lentotehtäviin \_\_\_\_\_

G-rasitusta sisältävät lennot \_\_\_\_\_

Korkeuden vaihtelua sisältävät lennot \_\_\_\_\_

Johonkin muuhun liittyen, kerro mihin

En osaa yhdistää oireita tiettyyn yhteiseen tekijään \_\_\_\_\_

*Jos sinulla on muuta kommentoitavaa aiheesta / tutkimuksesta tai kysymyksiä tutkimuksen tekijöille niin kirjoita kääntöpuolelle.*

*Kiitos vaivannäöstäsi!*

1(2)

## Lentäjien kommentteja

Kyselylomakkeen vapaisiin kohtiin oli kirjoitettu kommentteja aiheesta. Kommentit ovat lyhyitä, mutta varsin informatiivisia. Niiden esittäminen alkuperäisessä muodossa antaa huomattavan määrän lisätietoa lentäjien kokemista oireista ja oireiden koetuista syistä (Lähde: Tutkimuksessa käytetyt kyselylomakkeet):

- ” – Korva oireita etenkin tauon jälkeen. DK:lla korvien naksumista satunnaisesti
- Paineentasausongelmia. G-rasituksesta joskus yskää
- DK:lla samoja oireita, lievempänä
- HW, DK: nenän tukkoisuus, vuotaminen; kutina kurkussa, yskä, paine onteloissa
- DK:lla suurissa korkeuden vaihteluissa korvien lukko-oiretta, HW:lla G-keikan jälkeen yskää, keuhkot arat
- Nuha ja tottumattomuus altistavat oireille
- Korvat lukossa/lorinaa ja naksahdusta/nenän tukkoisuutta
- HW:llä lievempiä oireita kuin Hornetilla
- G-yskää
- HW/DK joskus laskeuduttaessa korvat lukossa
- HW:llä välillä, ei kuitenkaan liity pakosta lentämiseen vaan pieneen krooniseen flunssaan
- HW:llä selkeästi vähemmän kuin HN:llä
- Korvien naksumista
- HW:llä korvat lukossa vain lennon aikana ei jälkeen
- Korvat lukossa aamulla
- Oireita vain kun PBG käytössä
- Korvissa rutinaa lennoilla sekä lentojen jälkeen
- Nenän kutiamista
- MG:llä ei niin helposti
- Korvat lukossa
- Paineentasausongelmia
- HW:llä oireet huomattavasti lievempiä kuin HN:llä

2(2)

2(2)

- Tauon jälkeen jos korkeuden vaihtelua
- Nenäongelmat kroonisia
- HW: korvien lorinaa, naksahdusta
- Joskus taukojen jälkeen lyhytkestoista yskää suurella G:llä lennetessä
- Naksahdusta
- Korvien lukkiutumista
- HN:n happijärjestelmä aiheuttaa tauon jälkeen naksahdusta. HW:n paineistus huonompi
- Oireita erityisesti jos flunssa
- HW:ssä yskittää kun löysää G:tä
- Jos flunssaa niin oireita
- Mitä enemmän HN:llä lentää, sitä enemmän oireita
- Oireita varsinkin yölentojen jälkeen
- Yskän puuskia, keuhkoissa pientä pistelyä
- Joskus yskittää
- Vähennettäessä korkeutta laskua varten
- G + kork.vaiht.
- Jos taukoa niin enemmän oireita
- Nenän tukkoisuutta ja vuotamista
- Korvien naksahdusta, kutinaa kurkussa, korvat lukossa
- Korvien naksahdusta
- Korkeudenvaihtelut”

Kommenteista käy ilmi suuri osa lentäjien kokemista oireista ja oireiden oletetuista syistä. Oireita ovat jo edellä mainitut oireet kuten korvien ja nenän oireet sekä yskä ja niiden oletettuina syinä ovat asiat kuten korkeudenvaihtelu, G-kuormitus, ylipainehengitys(PBG), Hornetin happijärjestelmä, nuha ja lentotauko. Huomattavana seikkana on se, että yleisesti aiempien tulosten sekä kyseisten kommenttien pohjalta voidaan todeta ainakin osan oireista esiintyvän yleisemmin sekä voimakkaimmin Hornet-kalustolla lennetessä.