

# **MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU**

## **HN-OHJAAJAN NESTEYTYSTARVE KUORMITTAVASSA LENTOPALVELUKSESSA**

EUK:n tutkielma

Kapteeni  
Mikko Sarantola

Esiupseerikurssi 64  
Ilmasotalinja

Huhtikuu 2012

## MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

<b>Kurssi</b> Esiupseerikurssi 64	<b>Linja</b> Ilmasotalinja
<b>Tekijä</b> Kapteeni Mikko Olavi Sarantola	
<b>Tutkielman nimi</b> HN-ohjaajan nesteytystarve kuormittavassa lentopalveluksessa	
<b>Oppiaine johon työ liittyy</b> Sotilaspedagogiikka	<b>Säilytyspaikka</b> Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto)
<b>Aika</b> Huhtikuu 2012	<b>Tekstisivuja 35      Liitesivuja 3</b>
<p><b>TIIVISTELMÄ</b></p> <p>Tutkimus käsittelee Hornet (HN)-hävittäjäohjaajan nesteytystarvetta kuormittavassa lentopalveluksessa. Aihetta on tutkittu kansainvälisestäkin tarkastellen vähän ja suomalaisten hävittäjäohjaajien tietämys aiheesta on heikko. Aihe on kuitenkin merkittävä, koska jo vähäisellä nestevajauksella on todistettu olevan heikentäviä vaikutuksia ihmisen suorituskykyyn.</p> <p>Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten kuormittava lentopalvelus vaikuttaa HN-ohjaajan nesteytystarpeeseen. Tähän kysymykseen haettiin vastauksia tutkimalla, paljonko yksittäinen lentosuoritus tuottaa nestevajauksia ja mitkä eri tekijät vaikuttavat HN-ohjaajan nestetasapainoon.</p> <p>Tutkimus toteutettiin esittämällä teoreettisen kirjallisuuskatsauksen pohjalta tekijät, jotka vaikuttavat elimistön neste- ja lämpötasapainon säätelyyn sekä ohjaajan nestetasapainoon. Teoreettisen kirjallisuuskatsauksen jälkeen selvitettiin kvantitatiivisin menetelmin, kuinka paljon yksittäinen Hornetilla suoritettu lentosuoritus tuotti nestevajauksia ja mitkä eri tekijät olivat kriittisimpiä nestetasapainon säilyttämisessä. Kuormittavan lentopalveluksen tuottamaa kehon koostumuksen muutosta mitattiin monitaajuuksisella bioimpedanssi laitteella (InBody 720, Soul, Korea). Mittaukset suoritettiin ennen lentoa ja lennon jälkeen. Ohjaajien suorittama lentotehtävä oli lentokoulutusohjelman mukainen ilmataistelulento.</p> <p>Tutkimuksen keskeisimmät tulokset esitettiin kokonaispainon muutoksina. Kokonaispainon muutoksen keskiarvoksi muodostui -0,6 kg. Suurin yksittäinen pudotus oli 1,4 kg ja pienin 0,1 kg. Painonpudotusprosentin keskiarvoksi muodostui 0,8 %. Suurin yksittäinen pudotus oli 1,7 % ja pienin 0,1 %. Muutokset osoittautuivat tilastollisesti merkittäviksi (<math>p &lt; 0,01</math>). Mittaukset suoritettiin elokuussa 2011 ja niitä suoritettiin kaikkiaan 57.</p> <p>Tutkimus todistaa, että kuormittavalla lentopalveluksella on vaikutuksia ohjaajan nesteytystarpeeseen. Ohjaajan kohdistuva lämpökuorma on korkeimmillaan maatoimenpiteiden aikana. Ilman kosteus, ulkolämpötila, lentovarusteet ja ohjaajan fyysinen kunto olivat tuloksiin vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksen tulokset on tarkoitettu esittämään hävittäjälentolaivueiden johdolle. Parhaassa tapauksessa tulosten merkittävyys tunnustetaan ja tuloksista laaditaan ilmavoimallinen ohje ”nestetasapainon ylläpito lentopalveluksessa”.</p>	
<p><b>AVAINSANAT</b> Nestetasapaino, lämpötasapaino, HN-ohjaaja, nestetankkaus, dehydraatio, nesteytystarve, lentopalvelus, Hornet, suorituskyky</p>	

# HN-OHJAAJAN NESTEYTYSTARVE KUORMITTAVASSA LENTOPALVELUKSESSA

## TUTKIELMAN SISÄLLYSLUETTELO

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT .....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>ELIMISTÖN NESTE- JA LÄMPÖTASAPAINO .....</b>	<b>6</b>
3.1.	Elimistön nestetasapaino .....	6
3.2.	Elimistön lämpötasapaino .....	7
<b>4.</b>	<b>OHJAAJAN NESTETASAPAINOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT .....</b>	<b>10</b>
4.1.	Ohjaajan toimintaympäristö .....	10
4.2.	Lentovarusteiden vaikutus nestetasapainoon .....	13
4.3.	Fyysisen kunnan vaikutus nestetasapainoon .....	15
4.4.	Nestetasapainon vaikutus suorituskykyyn .....	16
4.5.	Nestetankkaus .....	17
<b>5.</b>	<b>TUTKIMUSMENETELMÄ .....</b>	<b>19</b>
5.1.	Koeasetelma .....	19
5.2.	Koehenkilöt .....	20
5.3.	Mittausmenetelmä .....	21
5.4.	Tilastolliset menetelmät .....	21
<b>6.</b>	<b>TULOKSET .....</b>	<b>22</b>
<b>7.</b>	<b>POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>28</b>
7.1.	Kehon painon muutos .....	28
7.2.	Ohjaajan nestetasapainon ylläpito .....	31
7.3.	Luotettavuus ja kritiikki .....	33
7.4.	Jatkotutkimusehdotukset ja sovellusmahdollisuudet .....	35

**TUTKIELMAN LÄHDELUETTELO**

JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET	36
JULKAISTUT LÄHTEET	37

**LIITTEET:**

<b>LIITE 1:</b>	HN-ohjaajan lentovarusteet	L / 39
<b>LIITE 2:</b>	Kyselylomake	L / 40
<b>LIITE 3:</b>	Esimerkki InBody kaavakkeesta	L / 41

# **HN-OHJAAJAN NESTEYTYSTARVE KUORMITTAVASSA LENTOPALVELUKSESSA**

## **1. JOHDANTO**

Hävittäjäohjaajan työ on fyysisesti rasittavaa. Lentäminen kuormittaa elimistön verenkiertoa, mutta ennen kaikkea tuki- ja liikuntaelimiä. Monelta osilta ohjaajan työ on verrattavissa ammattiuurheilijan työhön. Harjoitusmäärät, täyspäiväisyys ja intohimo ammattia kohtaan ovat keskenään verrattavissa. Suurimmat erot ilmenevät ammattimaisuudessa. Siinä missä huippu-urheilija valmistautuu suoritukseen pitämällä huolen elimistönsä parhaasta mahdollisesta suorituskyvystä, ovat hävittäjäohjaajat valovuosia perässä. Antaisiko esimerkiksi kestävyysjuoksija vastustajilleen tasoitusta lähtemällä vajanaisella nestetankkauksella kilpailusuoritukseen?

Hävittäjälentäjien lentokoulutus etenee erillisten lentokoulutusohjelmien mukaisesti. Lentokoulutusvaiheesta riippuen hävittäjäohjaajat lentävät rauhan aikana yhdestä kahteen lentoa päivässä. Yksittäisen lentotehtävän pituus voi vaihdella 25 minuutista kahteen tuntiin. Tyypillisellä lennolla varsinainen kuormittava osuus kestää alle 40 minuuttia. Keskeinen kuormittava tekijä on G-voimien aiheuttama kuormitus elimistölle. Nykyaikaiset hävittäjäkoneet ovat erittäin suorituskykyisiä, joten fyysiset kuormitukset ovat entistä nopeampia ja pitkäkestoisempia. Kuormitukseen vaikuttaa olennaisena myös ulkoisten olosuhteiden, ohjaajan varustuksen ja haastavien lentojen henkisen kuormituksen tuottama lämpökuorma elimistölle. Kaikkien näiden tekijöiden yhdistelmänä syntyy kuormitus, joka edellyttää hävittäjäohjaajalta hyvää ruumiillista ja henkistä kuntoa. Tämä asia on huomioitu lentopalveluksen pysyväiskäskyssä, joka on korkein sotilasilmaluviranomaista rajoittava asiakirja. Se edellyttää lentopalvelukseen osallistuvaa henkilöä ilmoittamaan lentopalveluksen johtajalle, mikäli oma ruumiillinen tai henkinen kunto ei vastaa lentopalveluksessa vaadittavaa kuntoa.

Elimistön nestetasapainolla on todistetusti merkittävä vaikutus fyysiseen suorituskyykyyn. Jo 1-2 % nestevaje voi heikentää valppautta ja keskittymiskykyä sekä voimistaa väsymyksen tunnetta (Rainford & Gradwell 2006, 214-215). Hävittäjäohjaajille syntyy nestevajausta lennon fyysisen kuormittavuuden sekä lentovarusteiden aiheuttaman lämpökuormituksen takia. Lentovarusteiden aiheuttama lämpökuorma on huipussaan siirryttäessä koneelle ennen lentoa, etenkin lämpimissä olosuhteissa (Rainford & Gradwell 2006, 217-218). Tähän nestevajauksen aiheuttamaan suorituskyykyyn laskuun ei ole varaa. Keskittymiskykyä ja fyysistä suorituskyykyä vaativan toiminnan tulee säilyä tehokkaana ja turvallisena kaikissa tilanteissa.

Tämä tutkimustyö käsittelee kuormittavan lentopalveluksen aiheuttamaa nestetilan muutosta Hornet-hävittäjäohjaajalla. Aihe on ilmavoimien esikunnan ilmataistelukeskuksen esittämä ja liittyy osana ilmavoimien kehittämisohjelmaan. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, paljonko yksittäinen lentosuoritus tuottaa nestevajausta ja mitkä eri tekijät vaikuttavat nestevajauksen syntymiseen. Yleisellä tasolla on tarkoitus antaa myös ohjeet Hornet-ohjaajan (jatkossa HN-ohjaaja) nestetasapainon ylläpitoon. Aiheen merkittävyyttä korostaa hävittäjäohjaajien heikko tietotaso nestetasapainon ylläpitämisestä, sen merkityksestä suorituskyykyyn sekä yksittäisen lentosuorituksen vaikutuksista nestetasapainoon. Missä menee hyväksyttävän tiedottomuuden raja? Mitkä ovat vaikutukset ilmavoimien suorituskyykyyn? Nestetasapaino on teoriassa pieni asia, mutta sen laiminlyömisellä saattaa olla suuret vaikutukset.

*”...Olimme päivystäneet jo seitsemän tuntia. Tuntemukset merilentopuvussa ja G-varustuksessa olivat epämiellyttävät ja nihkeät. Enää tunti jäljellä vuoroa, sen kyllä jaksaa. Keskustelimme päivystysvuoron aikana suoritetuista lennoista. Kesken lauseen Timo ilmoitti voivansa pahoin. Ehdin ottaa Timoa kainalosta kiinni ennen jalkojen veltostumista. Apua, Timo ei pysy tajuihinsa...”* Kertomus on lainaus kesällä 2002 järjestetyn lentoharjoituksen tapahtumasta. Oirehdinnan diagnosoitiin johtuvan vakavasta nestevajauksesta. Vastaavia kokemuksia on oman 14 vuoden sotilaslentourani aikana tullut vastaan muutamia tosin hieman lievemässä mittakaavassa.

## 2. TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT

Tutkimustyötäni käsittelevästä aihealueesta on valmistunut erittäin vähän tutkimuksia. Asiaa on tarkasteltu teoreettisella tasolla, mutta varsinaisia tilastollisia mittauksia hävittäjäohjaajille on tehty vain muutamia. Useampia tutkimuksia on tehty ammattuurheilijoiden sekä maavoimien sotilaiden näkökulmasta ja teorioiden osalta tutkimukset ovat osittain rinnastettavissa toisiinsa.

Tutkimustyön tarkoituksena on esittää teoreettisesti elimistön neste- ja lämpötasapainon säätely sekä ohjaajan nestetasapainoon vaikuttavat tekijät. Teoreettisen kirjallisuuskatsauksen jälkeen selvitetään kvantitatiivisin menetelmin, kuinka paljon yksittäinen HN-torjuntahävittäjällä suoritettu lentosuoritus tuottaa nestevajausta ja mitkä eri tekijät ovat kriittisimpiä nestetasapainon säilyttämisessä. Tutkimustuloksista tehdään johtopäätöksiä pohtimalla eri tekijöiden välisiä syy-seuraus suhteita.

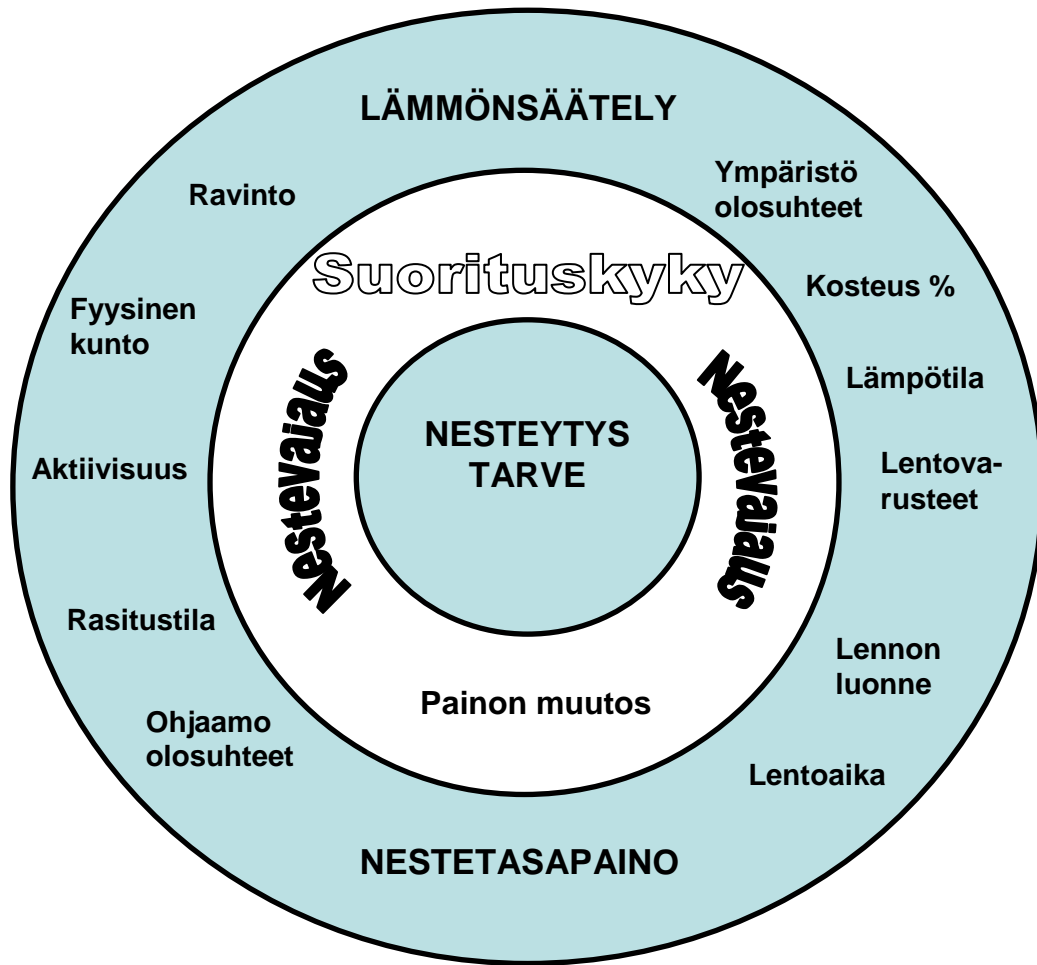
Tutkimustyössä haetaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

Pääkysymys:

1. Miten kuormittava lentopalvelus vaikuttaa HN-ohjaajan nesteytystarpeeseen?

Alakysymykset:

1. Paljonko yksittäinen lentosuoritus tuottaa nestevajausta?
2. Mitkä eri tekijät vaikuttavat HN-ohjaajan nestetasapainoon?



KUVA 1. Tutkielman viitekehys

Tutkimustyö rajattiin koskemaan ainoastaan HN-ohjaajia eli sotilaslentäjiä, jotka on koulutettu lentämään Suomen ilmavoimien käytössä olevalla Hornet ilmaherruushävittäjällä. Tämä rajaus oli tehtävä johtuen lentokalustojen eroista suorituskyvyn, ohjaamo-olosuhteiden ja lentotoiminnan luonteen osalta. Tutkimuksen tulokset koskevat ainoastaan miespuolisia HN-ohjaajia johtuen Suomen ilmavoimissa palvelevien naispuolisten HN-ohjaajien vähäisestä määrästä sekä sukupuolten välisistä fysiologisista eroista.

Olosuhteiden osalta tutkimustyö rajattiin koskemaan ainoastaan rauhan ajan kesäolosuhteissa (kesäkuu-elokuu) tapahtuvaan lentotoimintaan. Tuloksista on mahdollista tehdä johtopäätöksiä sodan ajan toimintaa koskien, mutta luotettavien tuloksien saaminen edellyttää erillisen tutkimuksen tekemistä. Tutkimustyön tulokset eivät ole luotettavia tarkasteltaessa talviolosuhteissa tapahtuvaa lentotoimintaa.



HN-ohjaajien lentovarusteiden osalta tarkasteluun hyväksyttiin kaksi eri varustevaihtoehtoa. Vaihtoehdossa yksi ohjaajalla oli päällään lentoalusasu, väliasu sekä eristyspuku ja vaihtoehdossa kaksi lentoalusasu sekä eristyspuku. Molemmissa varustusvaihtoehdoissa oli lisäksi sukat, alushousut, lentokäsineet, painelliivi, g-housut sekä lentokypärä. HN-ohjaajan lentovarusteet on esitetty liitteessä 1.

Lentopalveluksen osalta tutkimustyö rajattiin käsittelemään ainoastaan lennolle pukeutumisen ja lennolta riisuutumisen välistä aikaa. Lentopalveluksen osalta rajattiin pois lentotehtävän anto ja lentotehtävän jälkeinen analysointi sekä raportointi. Rajauksen sisälle jäävä aika sisältää lentopalveluksen osalta fyysisesti kuormittavimmat vaiheet. Käsiteltäessä kuormittavaa lentopalvelusta tarkoitetaan HN-ilmaherruushävittäjällä suoritettua lentokoulutusohjelman mukaista ilmataistelulentoa, joka sisältää fyysisesti rasittavia G-voimia koneen suorituskyvyn rajoissa. G-voimien määrää eri lentojen välillä oli mahdoton vakioida, mutta kaikki lennot valittiin samasta lentolajista ja kaikilla lennoilla liikuttiin koneen ääri rajoilla eli jopa 7,5 kertaisilla G-voimilla. Tutkimukseen hyväksytyt lennot olivat lisäksi henkiseltä kuormittavuudeltaan haastavimmasta päästä johtuen lennoille luotujen ärsykkeiden vaikutuksesta ohjaajan tilannetajun ylläpitoon. Valittujen lentokoulutusohjelman mukaisten lentojen kuvaaminen yksityiskohtaisemmin oli tieteellisen tutkimuksen yleisten periaatteiden mukaisesti mahdotonta johtuen tavoitteesta pitää tutkielman käytettävyyden mahdollisimman julkisena (Ohje Maanpuolustuskorkeakoulussa laadittavasta opinnäytetyöstä 2008).

### 3. ELIMISTÖN NESTE- JA LÄMPÖTASAPAINO

#### 3.1. Elimistön nestetasapaino

Ihmisen elimistöstä on vettä 50-70 %. Normaalipainoisen miehen elimistöstä on 60 % vettä. Elimistön vesi jakautuu nesteaitioihin solun sisä- ja ulkopuolelle. Osa elimistön vedestä on soluihin sitoutumattomana. Koska ihmisestä poistuu vettä monella tavalla, tarvitsee ihminen jatkuvasti vettä elintoimintojensa ylläpitämiseksi. Ihmisen elimistöön sitoutunut vesi mahdollistaa kuljetustoimen eri solukkojen välillä ja solukkoihin, säätelee ruumiin lämpötilaa sekä ylläpitää verenpaineen verenkierron turvaamiseksi. (Wilmore & Costill 2004, 423-426)

Ihmisen päivittäinen veden tarve vaihtelee 1-10 litran välillä aktiivisuuden mukaan. Normaalipainoisen ihmisen keskiarvoinen veden kulutus vaihtelee 3-5 l / vrk tasolla ollen voimakkaassa fyysisessä rasituksessa jopa 0,5-2 litraa tunnissa. (Casa ym. 2005) Tarvittavan veden määrä on hyvin yksilöllistä johtuen ihmisten yksilöllisistä eroista hikoilla. Vaikka hikoiluun vaikuttavat useat tekijät kuten fyysinen kunto, lämpötila ja fyysinen aktiivisuus olisivat vakioitua, vallitsee yksilöiden välillä silti eroja. Yksilöllä on myös päivittäisiä eroja omassa hikoilussaan. (Murray 2007) Nestetasapainon ylläpitämiseksi ihminen tarvitsee jatkuvasti vettä, jota hän saa keskimäärin 60 % juomasta ja 30 % ruoasta. Jäljelle jäävät 10 % ihminen tuottaa soluissa tapahtuvan aineenvaihdunnan aikana (Wilmore & Costill 2004, 425-426). Aikaisemmin mainittujen hikoiluun vaikuttavien tekijöiden lisäksi nestetasapainoon vaikuttavat vaateetus, lämpösopeutuminen, hengitysilman haihtuminen, uloste ja virtsa (Koskenvuori 1993, 457 ja Nienstedt 1997, 377-380).

Aivot saavat tietoa nestetasapainosta osmoreseptoreilta, jotka aistivat kehon verenpaineen muutoksia hypotalamuksessa (eli väliaivojen osassa). Kokonaisnesteiden määrää elimistössä mittaavat myös laskimoiden ja sydämen eteisten venytysreseptorit eli tilavuusreseptorit sekä valtimoissa baroreseptorit. Ihmisen menettäessä nestettä osmoottinen paine kasvaa ja veri väkevoityy. Samalla lisääntyy munuaisten vedeneritykseen vaikuttavat hormonit, joista ensisijainen on ADH eli antidiureettinen hormoni eli vasopressiini. Samalla ihminen tuntee janoa. ADH:n vaikutuksesta virtsa konsentroituu ja nesteiden menetys virtsaan on niukempaa. Myös ruumiillinen rasitus, kipu ja stressi lisäävät ADH:n tuotantoa. Munuaisten saadessa vähemmän verta syntyy angiotensiiniä, jonka vaikutuksesta erittyy taas aldosteronia. Aldosteroni vaikuttaa puolestaan natrium- ja kaliumtasapainoon. Koska vesi liikkuu elimistön nesteaitioissa osmoosin avulla, liittyy nestetasapaino läheisesti elektrolyyttien (ensisijaisesti natrium-,

kalium- ja kloridi-ionien) liikkeisiin eli suolatasapainoon sekä happo-emästatapainoon. (Nienstedt 1997, 377-382 ja Guyton & Hall 1996, 302-305) Etenkin korkeissa lämpötiloissa rasitus aiheuttaa helposti nestehukkaa. Hikoilu ja elektrolyyttien menetys aiheuttavat aldosteronin ja ADH:n eritystä. Tämä aiheuttaa natriumin ja veden erityksen vähenemisen lisäten plasman sekä solun sisäisen nesteen lisääntymistä jopa 10-20 %:lla. Tämän avulla keho yrittää valmistautua vastaavan rasituksen jatkumiselle. (Wilmore & Costill 2004, 318-319) Keho ei kuitenkaan pysty adaptoitumaan vähentyneeseen nesteen määrään ja nestehukan jatkuessa hypertermian riskit lisääntyvät. (Rainford & Gradwell 2006, 215)

Elimistön nestetasapainon heikkenemisellä on välittömiä vaikutuksia lämmönsäätelyyn, energian tuotantoon ja suolatasapainoon (Koskenvuo 1993, 457). Näitä vaikutuksia on vaikea tunnistaa. Kun ne ovat tunnistettavissa, on usein maksimaalisen suorituskyvyn palauttaminen hidasta. (Rintamäki ym. 1998, 54) Yksi elimistön keinoista säädellä nestetasapainoa on janon tunne. Janon tunteen aiheuttaa nestevajauksen aiheuttama puutteellinen veren kuljetustoimi. Janon tunteen perusteella nautittu neste ei korvaa nestevajasta, koska tässä vaiheessa elimistö on jo reilusti dehydroitunut. Janon tunne tyydyttyä välittömästi nesteen nauttimisen jälkeen, vaikka elimistön nestetasapainotilaa ei välttämättä ole saavutettu. Tästä johtuen tulisi nesteen nauttiminen aloittaa aina ennen janon tunnetta ja sitä tulisi jatkaa vaikka varsinaista janon tunnetta ei tulisikaan. (Nienstedt 1997, 377-380)

### 3.2. Elimistön lämpötasapaino

Tasalämpöisenä eläimenä ihminen pyrkii pitämään elimistönsä lämpötilan vakiona. Ihmisen normaali ydinlämpötila vaihtelee 36,1-37,8 °C välillä. Elimistön lämmönsäätelyä valvoo väliaivojen hypothalamuksessa sijaitseva lämmönsäätelykeskus, joka pyrkii pitämään lämpötilan annetuissa rajoissa. Tietoa lämmönsäätelykeskukseen välittävät lämpöreseptorit. Syvät lämpöreseptorit aistivat muutoksia veren lämpötilassa ja ihon pinnalla sijaitsevat lämpötilareseptorit aistivat ympäristön lämpötilaa. Saatujen tietojen perusteella lämmönsäätelykeskus toteuttaa tarvittavat hermotoiminnot verisuonten, hikirauhasten ja lihasten toimintaa säätelämällä. Nämä toiminnot ilmenevät ihmiselle mm. tahdottomina vilunväristyksinä sekä ihon nousemisella ”kananlihalle”. (Wilmore & Costill 2004, 308-315)

Jotta elimistö pystyisi luovuttamaan ylimääräisen lämpöenergiansa, täytyy lämpö kuljettaa ihon pinnalle. Tätä tehtävää hoitaa verenkiertojärjestelmä. Ihon pinnalta lämpöenergia luovutetaan säteilemällä, haihtumalla, johtumalla tai siirtymällä. Luovutuskeino ja sen osuus koko-

naisuudesta on riippuvainen ihmisen fyysisestä aktiivisuudesta (KUVA 2). Liikuttaessa elimistön lihakset taistelevat samasta verestä lämmönsäätelyjärjestelmän kanssa. (Wilmore & Costill 2004, 309-315 ja Guyton & Hall 1996, 912-916) Tämän vuoksi fyysisen kuormituksen aikana tapahtuva hikoilu edellyttää toimivaa verenkiertojärjestelmää. Fyysisellä harjoittelulla on mahdollista parantaa hikoilukapasiteettia. (Joukon toimintakyvyn turvaaminen kenttäolosuhteissa 1993, 25)

Liikuttaessa ja kuumissa olosuhteissa hikoilun merkitys elimistön lämmönluovutuskeinona suurenee. Lämmönluovutus vaikeutuu ympäristön lämpötilan ollessa lähellä ihon lämpötiloja. Kun ilman lämpötila on noin 35 °C, hikoilu on elimistön ainoa fysiologinen keino puolustautua ylikuumentumista vastaan. Jos ilma on kostea eikä liiku, hien höyrystyminen hidastuu. Kun vesihöyryn osapaine ilmassa on sama tai suurempi kuin iholla, höyrystyminen tyrehtyy kokonaan. Sen seurauksena elimistö ylikuumentuu, koska vain höyrystynyt hiki jäähdyttää. Iholla noroina valuva hiki onkin merkki epätasapainosta tuotetun ja höyrystyneen hien välillä ja täten lämpötasapainon säädön kannalta hyödytöntä. (Wilmore & Costill 2004, 310-315)



KUVA 2. Lämmönluovutuksen muodot ja niiden osuudet levossa ja liikunnassa (Selviytyminen ja ohjaajan varusteet, 2004).

Vähäisetkin elimistön lämpötilan säätötoimet aiheuttavat epämiellyttäviä tuntemuksia ja vaikuttavat siten ihmisen hyvinvointiin ja lämpöviihtyvyyteen. Jos säätö ei ole riittävän tehokasta, sisäelinten lämpötilat suurenevät (hypertermia) tai pienenevät (hypotermia) liikaa. Tämän seurauksena ihminen kuormittuu, elintoiminnot häiriintyvät ja suoritukset huononevat. (Wilmore & Costill 2004, 310-315) Koska elimistöllä on omat ahdasrajaiset optimilämpötilansa, määrää usein elimistön kyky vapauttaa suorituksessa syntyvää ylimääräistä lämpöä fyysisen suorituksen tehon. Suorituksen aikana käytetty vaatetus saattaa merkittävästi heikentää tehoa, estämällä lämmön poistumista elimistöstä. Tämä vaikutus korostuu suorituksissa, joissa joudutaan käyttämään heikosti ilmaa läpi päästävää eristyspukua. (Kvist & Kekomäki 1983 ja Koskenvuori 1993, 463)

Hikoilu on fyysisessä rasituksessa paras lämmöneliminoimistapa. Sen määrä urheiltaessa riippuu lämpötilasta, ilmankosteudesta, lämpöön sopeutumisesta, aineenvaihdunnasta ja ruumiinkoosta. Iso ihminen tarvitsee enemmän energiaa hikoillakseen, mutta säteilyyn käytettävä pinta-ala on vastaavasti suurempi. (Wilmore & Costill 2004, 426-427) Lämpöön sopeutuminen on tehokkain lämmönsietokykyä parantava tekijä. Sopeutuminen tapahtuu tavallisesti 5-10 päivässä riippuen ihmisen fyysisestä kunnosta ja sopeutumisen aikaisesta liikunnasta. Lämpöön sopeutuneen hikoilukapasiteetti kasvaa, mahdollistaen tehokkaamman lämmönsäätelyn. (Wilmore & Costill 2004, 324-326 ja Rainford & Gradwell 2006, 218)

## 4. OHJAAJAN NESTETASAPAINOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

### 4.1. Ohjaajan toimintaympäristö

Puolustusvoimien lentotoiminta suoritetaan aina lentokoulutusohjelmien mukaisesti. Lentokoulutusohjelmat hyväksyy käyttöön ilmavoimien komentaja ja niissä määritellään lentokoulutuksen tavoitteet sekä lentojen yksityiskohtainen toteutus. (Lentopalveluksen pysyvääiskäsky 2005) Lentokoulutusohjelmien eteneminen vaikuttaa ohjaajan fyysiseen kuormitukseen. Nykyisin normaalissa päivittäisessä lentopalveluksessa lentäminen rajoittuu yhdestä kahteen lentoon päivässä. Hornet-hävittäjäkoulutuksessa jatkokoulutetaan jo kokeneita ohjaajia, ja koulutusohjelmien rakenne ja haastavuus ovat sen mukaisia. Lennot ovat pääsääntöisesti fyysisesti sekä henkisesti erittäin kuormittavia. Fyysinen kuormitus muodostuu tyypillisesti kiihtyvyysoimien ja lentovarusteiden yhtälöstä. Henkinen kuormitus muodostuu asetetuista suorituskykyvaatimuksista. Hävittäjäohjaajalta edellytetään nopeaa päätöksentekokykyä ja reagointia useisiin muuttuviin tekijöihin.

Sotilaslentokoneiden ohjaamoergonomia ja ohjaajan työskentelyasennot kuormittavat myös ohjaajaa. Hävittäjäohjaamon tilanpuute on ongelma. Tästä on todisteena hävittäjäkoulukseen hakeutuvien fysiologiset vaatimukset raajojen pituuksien suhteen. Hävittäjäohjaajan on pysyttävä ilmataistelutilanteen aikana havaitsemaan taistelutilanne optimaalisesti, mikä myös asettaa ergonomialle kovia vaatimuksia. Sotilaslentäjän työn ergonomiaa tarkasteltaessa on ohjaamorakenteiden lisäksi huomioitava lennon aikainen työskentelyasento. Ohjaajan lentoasento on Hornetissa epäergonominen, sillä ohjaaja istuu lanneranka oienneena, rintaranka voimakkaasti pyörityneenä ja pää eteen työntyneenä. (Honkanen 2010, 12-13)

Ohjaaja altistuu usealle kuormitustekijälle lennon aikana. Kesäolosuhteissa suurin lämpökuormitus tulee lentokoneen ollessa maassa. Ohjaajan siirtyminen lentovarusteet päällä koneelle tuottaa elimistölle lämpökuormaa. Erityisen kuormittava hetki on ohjaamoon asettuminen. Ulkolämpötilan ollessa 25 °C ohjaamon lämpötila saattaa auringon paisteessa olla jopa 50 °C. Ohjaamon ilmastointi säättää lennon aikana melko tehokkaasti eli lennolla olosuhteet ovat hyvät, mutta maassa ilmastoinnin teho ei riitä ohjaamon riittävään jäähdyttämiseen. Ilmastoinnin teho on suoraan verrannollinen moottorin kierroslukuun, joten maassa koneen rullaamiseen tarvittavat kierrosluvut eivät ole riittäviä ilmastoinnin täyden tehon tuottamiseen. (Rainford & Gradwell 2006, 214-218 ja Natops Flight Manual)

Hornetin ilmastointijärjestelmän tarkoitus on mahdollistaa ohjaajan toiminta eri olosuhteissa ja maksimoida lentokoneesta saatava suorituskyky. Ilmastointijärjestelmän suunnittelukriteerien päälähtökohtina ovat olleet ohjaamon, sähkö- ja avioniikkalaitteiden paine- ja lämpötilatarpeen tyydyttäminen mahdollisimman pienellä vuodatusilmamäärällä. Normaalisissa toiminnassa ilmastointijärjestelmän tarvitsema vuodatusilma otetaan koneen moottorin korkeapaineahtimen viimeiseltä vaiheelta. Tämä vuodatusilma on lähes koko ympäristöjärjestelmän tarvitseman lämmitys- ja jäähdytysilman perusta. Moottorin läpi vuotavan ilmamassan ollessa vähäinen on myös ilmastointijärjestelmän teho vähäinen. Tämä on vallitseva tilanne lentokoneen rullatessa maassa. (Environmental control system, Principles of operation)

Hornetin ilmastointijärjestelmä on suunniteltu kuormittamaan mahdollisimman vähän ohjaajaa. Normaalityönnä käytetään AUTO moodia, jolloin ohjaajan ei tarvitse puuttua ilmastoinnin toimintaan lentotilan tai moottorin tehoasetuksen muuttuessa. Ohjaamoon virtaavan ilman lämpötila pyritään pitämään vakiona ohjaajan asetuksen mukaisesti. (Environmental control system, Principles of operation) Halutessaan ohjaajalla on mahdollisuus säätää ohjaamoon lämpötilaa ja ilmavirtausta. Ohjaamon ilma jäähdytetään 10 °C:een säätimen ollessa asennossa COLD ja 25 °C:een säätimen ollessa asennossa HOT (Environmental control systems, Testing and troubleshooting). Myös kaikki lämpötilat näiden lämpötilojen välistä ovat mahdollisia.

Lennon alussa saattaa ohjaamon lämpötila olla korkeampi kuin elimistön lämpötila, jolloin kehon ylimääräisen lämmön poistamismekanismit eivät ole tehokkaita. Vaikka ohjaamon lämpötila olisi jäähtynyt lähelle 20 °C, jää vaikutus iholle vähäiseksi käytetyn lentovarustuksen johdosta. (Rissanen & Rintamäki 2010) Lämmön luovuttamiseen vaikuttaa myös ohjaamon kosteus. Ilmastointijärjestelmä pyrkii huolehtimaan siitä, että ohjaamon kosteus pysyisi 10-20 % paikkeilla. Tämän suunnittelun lähtökohtana ei ole ollut ohjaajan suorituskyvyn ylläpito, vaan koneen herkän avioniikan suojaaminen liialliselta kosteudelta. (Natops Flight Manual ja Environmental control system, Principles of operation)

Kuumissa olosuhteissa ohjaajan kuumakuormittuminen tapahtuu useimmiten jo ennen lentoa. Lentoa ennen kohonneet lämpötilat jatkavat nousuaan tai pysyvät samassa, riippuen lentovarusien määrästä, lennon pituudesta sekä ohjaamon lämpötilasta ja -kosteudesta. Elimistön syvälämpötila reagoi muutokseen 20-30 minuutin viiveellä. (Rissanen & Rintamäki 2010) Ohjaajan työtä voisi väittää istumatyöksi, joka olisi siten myös verrattavissa muihin istumatöihin. Näin ei asia kuitenkaan ole. Lentämisen voi verrata vastaavan tehokasta kuntopiiriharjoittelua.

Sotilaslentotoiminnan keskeisin fyysinen altiste eli G-voimien aiheuttama kuormitus elimistölle altistaa ohjaajan nopeasti muuttuville ja pitkään kestäville kiihtyvyyksivoimille. Nämä kiihtyvyyksivoimat nostavat ilmataistelulennolla sykehuiput 150-160 lyöntiä/min paikkeille. Tunnin kestävän lennon sykekeskiarvoiksi on mitattu 90-120 lyöntiä minuutissa (Källi 2005 ja Ilmarinen ym. 1990). Nämä luvut todistavat ohjaajan altistuvan lennolla aerobisen ja aerobisen vauhtikestävyden alueille. Rasituksen kestäessä 2 min - 2 h valtaosa energiasta tuotetaan hapettamalla hiilihydraatteja ja rasvoja. Myös elimistön nesteillä on merkittävä vaikutus suorituskyvyn ylläpitämisessä. (Kyröläinen 1998 ja Joukon toimintakyvyn turvaaminen kenttäolosuhteissa 1993, 9)

Ohjaajat altistuvat lennolla pääsääntöisesti positiivisille G-kiihtyvyyksille. Tämä aiheuttaa veren pakkautumisen alaraajoihin. Ohjaaja, joka varusteineen painaa 90 kiloa on 7 G:n kuormituksessa kokonaispainoltaan 630 kilon painoinen. Kirjallisuuden mukaan jo alhaisilla G-voimien tasoilla esiintyy merkittäviä lihaskoordinaatio-ongelmia ja esimerkiksi tuettoman raajan liikuttaminen vaikeutuu 3 G:ssä ja raajan kohottaminen käy mahdottomaksi kiihtyvyyden kasvaessa 6-8 G:hen. (Honkanen 2010, 10)

Lentäjän työn kuormittavuuden aiheuttamia fyysisiä ongelmia pyritään ennaltaehkäisemään valintavaiheiden testeissä. Fyysisen kunnon osalta ohjaajalta edellytetään normaalia hyvää nuoren ihmisen kuntoa. Lentäjien kunto tutkitaan vuosittain määrääikaistarkastuksissa ilmailulääketieteen keskuksessa sekä varuskuntasairaalassa puolivuotistarkastuksen yhteydessä suoritettavalla polkupyöräergometritestauksella. Molemmissa tarkastuksissa mitataan onko ohjaajalla riittävä fyysinen suorituskyky lentotehtävän toteuttamiseen. Testeistä tulee suoriutua hyväksytysti lentokelpoisuuden säilyttämiseksi. Polkupyöräergometritestissä mitataan maksimiteho, jonka testattava pystyy polkemaan sekä maksimaalista hapenottokykyä. Testi aloitetaan 50 W vastuksella ja vastus nousee 25 W kahden minuutin välein. Vastusta lisätään kunnes testattava ei enää jaksaa polkea. Tulokseksi saadaan työteho (W) sekä hapenottokyky (VO<sub>max</sub>). Testistä vaadittavat vähimmäisvaatimukset ovat lentokalustoriippuvaisia. HN-ohjaajan lentokelpoisuus säilyy, jos saavutettu tulos on vähintään 3,4 W ohjaajan painokiloa kohden. (Puolustusvoimien lentävän henkilöstön polkupyöräergometritestin suoritus 2006 ja [www.puolustusvoimat.fi](http://www.puolustusvoimat.fi) 20.1.2012)



## 4.2. Lentovarusteiden vaikutus nestetasapainoon

Vaatetuksella on olennainen merkitys elimistön optimaalisen toimintakyvyn säilyttämisessä. Kesäolosuhteissa vakavin uhka on lämpötasapainon pettäminen. (Joukon toimintakyvyn turvaaminen kenttäolosuhteissa 1993, 7) Lennolle puettavan varustuksen tarkoituksena on mahdollistaa lentokoneen maksimaalisen suorituskyvyn hyödyntäminen sekä ohjaajan pelastautuminen mahdollisen heittoistuinhyppyn sattuessa. Lentovarusteet määräytyvät vallitsevien olosuhteiden mukaisesti. Lennettäessä meren päällä on lentäjillä aina päällään eristyspuku ja sen alla veden lämpötilan edellyttämä määrä vaatekerrastoja. (Selviytyminen ja ohjaajan varusteet 2004) Pukemalla monta kerrosta päällekkäin jää vaatteiden sisään enemmän ilmaa. Tämä on tärkein vaatetuksen lämmöneristävyteen vaikuttava tekijä, koska ilma on paras lämmöneriste. (Koskenvuori 1993, 463-464) Vaatteiden valinta on ainaista taistelua lentoturvallisuuden ja maksimaalisen suorituskyvyn välillä. Toiminnan tulisi säilyä turvallisena ja tehokkaana kaikissa olosuhteissa. Varusteryhmien päätehtävät on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Ohjaajan varusteryhmien päätehtävät (Selviytyminen ja ohjaajan varusteet, 2004).

VARUSTERYHMÄ	PÄÄTEHTÄVÄ
Alus- ja välivaatteet	Kehon lämpötasapaino
Lentopuku	Kehon lämpötasapaino, palonsuojaus, varusteiden säilytys
Eristyspuku	Kehon lämpötasapaino, suojaus vedeltä, palonsuojaus
Jalkineet	Jalkojen suojaus
G-housut ja paineliivi, pelastusliivi	Verenkierron ylläpito, kellutus
Kypärä, happinaamari	Pään suojaus, hapen saanti, kommunikointi, varusteiden kiinnitys
Pelastusvälineet	Selviytyminen hätätilanteessa
Polvikansiot	Apuvälineiden säilytys

Lentovarusteet hyväksytään käyttöön tyyppitarkastuksen perusteella (Lentopalveluksen pysyväiskäskey 2005). Vaatteiden tulisi olla mahdollisimman mukavat, jotta varsinainen suorittaminen ei kärsi. Varusteille ominaista ovat jäykkyys, lämmöneristävyys sekä heikko vesihöyryn läpäisevyys. Vaatekerrosten lisääntyessä vesihöyryn läpäisemättömyys lisääntyy. Tämä estää hien haihtumisen iholta, vaikuttaen ohjaajan lämpötasapainon ylläpitoon ja lisäten hikoilun tarvetta. (Rissanen & Rintamäki 2010 ja Kyröläinen 1998) Vaatteille tärkeä ominaisuus olisi kosteuden vapauttaminen iholta, jotta ihoa vasten jäisi kastumaton vaatekerros.

Vastaavasti vaatteiden tulisi eristää ilman pääseminen toiseen suuntaan. (Nienstedt 1997, 427-429) Tämä on lähes mahdotonta, koska synteettistä kuitua sisältävät vaatteet, jotka lähestulkoon täyttävät nämä vaatimukset, omaavat alhaisen sulamispisteen. Tämä muodostaa riskin palovammoista onnettomuustilanteissa ja on näin ollen poissulkeva tekijä. (Rissanen & Rintamäki 2010)

Suorituskyvyn lisäämiseksi ohjaajat käyttävät G-varusteita (LIITE 1). HN-ohjaajan varusteisiin kuuluvat paineliivi sekä G-housut. G-varusteiden tarkoituksena on estää veren pakkautuminen alaraajoihin kovien G-voimien aikana. Kyseisten varusteiden avulla ohjaajalta vaadittavat fyysiset lihasponnistelut vähenevät. Tämä mahdollistaa suorituskyvyn ylläpitämisen korkealla tasolla pitempiä aikoja. G-varusteet peittävät ison osan vartalosta. Peittävyys yhdistettynä G-housuissa oleviin vesihöyryä läpäisemättömiin ilmapusseihin lisää elimistön kuumakuormitusta. (Rissanen & Rintamäki 2010, Selviytyminen ja ohjaajan varusteet 2004 ja Guyton & Hall 1996, 553)

Ohjaajan alus- ja väliasuissa käytetty materiaali on yleisesti puuvillaa. Puuvilla imee iholta kosteutta hyvin, mutta sen kosteuden siirto-ominaisuus on heikko. Toisaalta puuvilla palaa huonosti antaen ohjaajalle tulipalon yhteydessä aikaa poistua koneesta. Kostean puuvilla tuntuu epämiellyttävältä ihoa vasten ja se kuivuu hitaasti. Villavaatteiden lämmöneristyskyky on hyvä. Ne soveltuvat varsin hyvin käytettäväksi väliasuina, jos hikoilu vaan voidaan pitää vähäisenä (Joukon toimintakyvyn turvaaminen kenttäolosuhteissa 1993, 18). Ohjaajan käyttämä kaksiosainen välipuku on osittain tuulenpitävä. Tuulensuojausta ohjaaja tarvitsee onnettomuustilanteissa. Heittoistuinhyppyn yhteydessä lämpötila voi pahimmassa tapauksessa olla -50 °C. Kun tähän lisätään putoamisesta johtuva suuri liikenopeus, vastaa tämä noin -100 °C lämpötilaa tyynessä. Yläilmakehän lämpötilat pysyvät samalla tasolla vuoden ajasta riippumatta. Vastaavasti heittoistuinhyppyn jälkeiset olosuhteet maassa voivat olla hiostavat ja estää hien haihtumista. (Selviytyminen ja ohjaajan varusteet 2004)

Väliasua vastaavia tuulensuojausominaisuuksia on ohjaajan käyttämällä eristyspuvulla. Se ei ole ohjaajalle tarpeellinen lennettäessä kuumissa olosuhteissa, vaan sitä käytetään lennon suuntautuessa meren tai laajan vesistön päälle. Eristyspuku on puoliläpäisevää materiaalia ja sen ilmaläpäisevyys on erittäin alhainen. Tämä on hyvä ominaisuus lämmöntuotannon pysyessä vähäisenä. Hiki pääsee osittain haihtumaan eristyspuvun läpi, mutta haihtuminen on erittäin hidasta ja riippuu olosuhteista. Kuumissa ja kosteissa olosuhteissa hiki ei pääse haihtumaan, vaan se kondensoituu eristyspuvun sisäpinnalle. Elimistön lämpökuorma nousee, koska

lämmönluovutus hidastuu. Eristyspuvun tärkein ominaisuus on vedenpitävyys. Puku on täysin vedenpitävä myös vetoketjun ja suuaukon osalta. (Selviytyminen ja ohjaajan varusteet 2004)

Ohjaajan käyttämän lentokypärän tarkoitus on antaa perussuojaa päälle, vaimentaa melua sekä toimia kommunikointivälineenä. Lentokypärät ovat yksilöllisesti sovitettuja. Ne muodostavat merkittävän esteen haihtumiselle pään kautta (Koskenvuo 1993, 471). Lämmitessään lentokypärä siirtää huomattavan määrän lämpöä päähän. Tämä yhdistettynä tiukkaan sovitukseen estää hien haihtumisen kypärän alta (Rissanen & Rintamäki 2010).

Yksittäisen vaatekappaleen ominaisuudet eivät ratkaise suojaavuuden tai lämmönluovutuksen toimivuutta eri olosuhteissa, vaan vaatekappaleesta on katsottava kokonaisuutena. Lopullisen päätöksen lennolle puettavasta vaatekappaleesta tekee ohjaaja itse. Eristyspuvun käyttöä pohdittaessa huomioidaan lennon suuntautuminen, toiminta-alueen veden lämpötila, ulkoilman lämpötila ml. tuulen vaikutus, lentotehtävän laatu ja -kesto sekä pelastuskaluston valmiudet. Päätös perustuu aina ohjaajan suorittamaan riskianalyysiin. Veden lämpötilan osalta eristyspuvun tulee käyttää veden lämpötilan ollessa alle 15 °C. Meren päällä lennettäessä tulee tämä raja Suomen olosuhteissa aina vastaan. Valittaessa vaatekappaleita eristyspuvun alle ovat käytännöt ohjaajien välillä kirjavia. Pelkkä alusasun eristyspuvun alla tuottaa vain minimaalisen suojan kylmää vastaan. Jo kahden tunnin kellunta 10-15 °C vedessä kyseisellä varustuksella voi aiheuttaa tajuttomuuden hypotermian takia. Ainoastaan aluspuvun ja välipuvun yhteiskäyttö eristyspuvun alla tuottaa riittävän suojauksen veden lämpötilan ollessa alle 15 °C. (HÄVLLV21 HN Lentotoimintaohje 2011, Selviytyminen ja ohjaajan varusteet 2004 ja Ilmarinen ym. 1990)

### 4.3. Fyysisen kunnan vaikutus nestetasapainoon

HN-ohjaajilta edellytetään hyvää normaalin nuoren ihmisen kuntoa, joka vaatii ohjaajilta omatoimista fyysistä harjoittelua. Harjoittelu lisää veriplasmaa lisäten täten myös verivolyymiä. Tämä vähentää veren viskositeettia, joka puolestaan parantaa kardiovaskulaarista kestävyttä ja hapenkuljetuskykyä. (Wilmore & Costill 2004, 286-287) Hyväkuntoisella ihmisellä ADH:n erityis ei lisäännä samassa suhteessa rasituksen lisääntymiseen. Tällöin nestettä pääsee enemmän pois elimistöstä kuin huonokuntoisella henkilöllä.

Hyvässä fyysisessä kunnossa olevalla henkilöllä natrium-, kloridi-ionin erityis hien mukana on vähintään puolet vähäisempää kuin huonokuntoisemmalla henkilöllä. Fyysinen harjoittelu parantaa hikoilukapasiteettia, jolloin elimistön lämpösairauksien riski vähenee ja lämpöta-

paino säilyy paremmin. Nämä yhdessä valmistavat elimistöä kestävämpään pidempiaikaisiin rasituksiin. On kuitenkin huomattava, että lisääntynyt hientuotto vaatii suuremman määrän nestettä, jotta nestetasapaino voidaan ylläpitää. (Wilmore & Costill 2004, 174-175, Koskenvuo 1993, 470 ja Kvist & Kekomäki 1983) Hyväkuntoinen tottuu korkeampiin lämpöolosuhteisiin nopeammin kuin huonokuntoinen. Kun huonokuntoisella menee korkeampaan lämpötilaan totuttamisessa 10-14 päivää, hyväkuntoisella menee tähän 5-10 päivää. (Wilmore & Costill 2004, 324-326 ja Rainford & Gradwell 2006, 218)

#### 4.4. Nestetasapainon vaikutus suorituskykyyn

Elimistön nestetasapainolla ja lämpökuormituksella on kiinteä suhde toisiinsa. Kuumakuormituksen seurauksena osa verestä ohjautuu iholle lämmönluovutuksen edistämiseksi. Elimistön sisäosista vähenevä veri synnyttää nestevajausta heikentäen fyysistä suorituskykyä ja ohjaajalle olennaista G:n sietokykyä. Vakavimmissa tapauksissa aivojen tarvitsema verimäärä vaarantuu, joka pahimmillaan johtaa lentokoneen hallinnan menettämiseen. Lämpökuorma hidastaa myös henkistä suorituskykyä lisäämällä virheiden määrää sekä hidastamalla reaktioaikaa, päätöksentekoa, havainnointinopeutta ja rutiinitehtäviä. (Rissanen & Rintamäki 2010) Ensimmäisenä vaikutukset näkyvät tarkkaavaisuutta ja valppautta vaativissa tehtävissä kuten lentämisessä (Casa ym. 2005).

Jo pienellä nestetilän muutoksella on todistettu olevan vaikutuksia suorituskykyyn. Elimistön menettäessä vettä plasman volyyymi pienenee, syke nousee ja verenkierrossa saattaa ilmetä häiriöitä. Näillä kaikilla tekijöillä on suora vaikutus aerobiseen suorituskykyyn. (Wilmore & Costill 2004, 427) Vaikutus on vastaavasti vähäisempi lihasvoimaan ja anaerobiseen suorituskykyyn (Murray 2007). Nestehukan vaikutuksesta suorituskykyyn on tehty lukuisia tutkimuksia. Tutkimuksissa yleisimmin käytetty menetelmä on painon muutosprosentin mittaaminen. Koehenkilöiden oireita ja muutoksia suorituskyvyissä on verrattu tähän arvoon. Jo yhden prosentin nestehukkaan alkaa liittyä merkkejä plasmavolyymien ja iskuvolyymien pienenemisestä sekä sykkeen kiihtymisestä (Kvist & Kekomäki 1983). Positiivisen G:n sietokyvyn on todettu laskevan 14-18 % 90 minuutin suorituksen aikana nestevajeen ollessa 1,2 % (Bollinger Ilmarisen ym. mukaan 1983). Näin ollen jo vähäisellä nestevajeella on vaikutusta G:n sietoon (Rainford & Gradwell 2006, 214-215). Monissa tutkimuksissa 2 % painon pudotusta on pidetty merkittävän suorituskyvyn laskun rajana (Casa ym. 2005 ja Murray 2007). Tämä on myös eniten tutkittu koeasetelma. Tällä rajalla isoimmat fyysiset muutokset kohdistuvat syketasoon sekä elimistön lämpötilan nousuun (Wilmore & Costill 2004, 429). Fyysisen suoritus-

kyvyn on todettu huononevan 22-48 % nestevajeen ollessa 1,9-4,3 %. Vastaavassa testissä henkiset vaikutukset kohdistuivat vireystilaan, muistiin, psykomotoriikkaan ja keskittymiskykyyn. Nämä ohjaajalle tärkeät ominaisuudet tuottivat koehenkilöille helppoja virheitä rutiinomaisissa suorituksissa. (Rainford & Gradwell 2006, 215 ja Casa ym. 2005) Painon laskiessa yli 5 % muuttuu tilanne jo kriittiseksi. Oireina yleisesti esiintyy huimausta ja hengenahdistus. Lisäksi janon tunne häviää. Näin merkittävillä pudotuksilla pitkäkestoisen suorituskyky laskee yli 50 %. (Rainford & Gradwell 2006, 215)

Nestevajauksella on siis todistettuja vaikutuksia suorituskykyyn. Yli 2 % painon pudotuksia harvemmin saavutetaan alle tunnin kestävässä kuormituksissa vaan normaalisti se edellyttää pitkäkestoisempaa kuormitusta. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että elimistö kestää tunnin rasituksen yhtä hyvin ilman rasituksen aikana annettavaa nestelisiä kuin sen kera (Kvist & Kekomäki 1983).

#### 4.5. Nestetankkaus

Nestetarve on hyvin yksilöllistä, joten tarkkojen juomisstrategioiden laatiminen on yksilöllinen prosessi. Fyysiselle rasitukselle altistuvien ihmisten tulisi juoda aktiivisesti pitkin päivää. Aktiivisella juomisella tarkoitetaan juomista ilman janon tunnetta. Vesi on yleisesti ottaen paras valinta aktiiviseksi juomaksi. (Suomen olympiakomitea 19.1.2012) Pelkkään janon tunteeseen perustuva juominen ei ole riittävää maksimaalisen suorituskyvyn saavuttamiseen tai nestevajeen estämiseen, koska tunteen puuttuminen ei poissulje dehydraatiota (Koskenvuo 1993, 457 ja Rainford & Gradwell 2006, 215). Yleensä suorituksen yhteydessä tullut janon tunne kielii jo nestevajeesta. Tämä johtuu väliaivoissa olevan hypotalamuksen janokeskuksen viiveistä tuottaa janon tunnetta. (Wilmore & Costill 2004, 431)

Dehydraation jo vallitessa ei tankattavan nesteen koostumus ole kriittinen tekijä. Jos kuitenkin haetaan maksimaalista suorituskykyä, niin nesteen lämpötilalla ja koostumuksella on merkitystä (Rainford & Gradwell 2006, 218-219). Juoman lämpötila vaikuttaa suoraan elimistön lämmönsäätelyyn. Elimistö pyrkii muuttamaan juoman ruumiinlämpöiseksi. Kylmä juoma lämmitetään ja kuuma vastaavasti jäähdytetään. Näin elimistö joko luovuttaa tai kerää lämpöä. (Wilmore & Costill 2004, 431-432 ja Murray 2007) Juoman lämpötila vaikuttaa myös virtsaneritykseen. Jos kylmä juoma laskee nopeammin elimistön syvälämpöä kuin kuuma, niin se myös lisää virtsaneritystä melkein samassa suhteessa (Rintamäki ym. 1998, 40 ja Rainford & Gradwell 2006, 219).

Nestehukan ennaltaehkäisemiseksi on suositeltavaa tankata ennen suoritusta 0,5 l/h. Liiallinen tankkaus tai sokerinen juoma aiheuttaa hölskymistä. Tämä johtuu elimistön kyvystä imeyttää nestettä. (Koskenvuo 1993, 460) Nesteen imeytymisessä on henkilökohtaisia eroja. Hyvinä maksimaalisina raja-arvoina voidaan pitää 1 l/h ja 12 l/vrk. Liikunnan yhteydessä suoritettavaksi tankkaukseksi suositellaan 1,5-2,5 dl annoksia 15 minuutin välein. (Rainford & Gradwell 2006, 219)

Nestevajauksessa veden ja elektrolyyttien välinen tasapaino häiriintyy nopeasti. Normaalisti nesteestä on 99 % vettä ja lopusta 1 %:sta suurin osa natriumia ja kloridia. Tämä suhde vaihtelee ihmisillä ja siihen vaikuttaa myös hikoilun määrä, harjoittelun taso ja lämpöön sopeutuminen. Vaikka elektrolyyttitasapaino häiriintyy, on veden tankkaaminen tärkeämpää kuin elektrolyyttien tankkaaminen. Vasta vesitasapainon palaututtua voi elektrolyyttitasapaino saavuttaa oikean koostumuksen. (Wilmore & Costill 2004, 430-432) Tavallisesti elektrolyyttitasapaino palautuu vuorokauden aikana normaalista ruuasta saatavilla suoloilla.

## 5. TUTKIMUSMENETELMÄ

### 5.1. Koeasetelma

Tutkimuksen mittaukset suoritettiin hävittäjälentolaivue 21:n tiloissa Pirkkalassa aikavälillä 2.-11.8.2011. Koeasetelma koostui kolmesta vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa annettiin koehenkilöille yleiset tiedot ja tavoitteet tulevasta tutkimuksesta sekä esitettiin tulevien mittausten kulku. Koehenkilöille annettiin lisäksi ohjeita mittauspäivän ja mittausta edeltäneen päivän ruokailuiden ja fyysisten rasitusten taltioimisesta. Koehenkilöiltä kiellettiin raju fyysinen rasitus mittauspäivänä. Lisäksi kiellettiin mittausten välillä tapahtuva syöminen, juominen ja virtsaaminen sekä suositeltiin kahden tunnin paastoa ennen varsinaista mittausta. Paasto jäi suositukseksi johtuen lentoturvallisuustekijöistä sekä lentopalvelusmääräyksistä. Ohjaajille annettiin lennolle puettavien varusteiden osalta kaksi vaihtoehtoa riippuen lennon suuntautumisesta. Itse lento ohjattiin lentämään ilmastointi asennossa AUTO ja täysin kylmälle säädettynä.

Toisessa vaiheessa täytettiin kyselylomake (LIITE 2). Kyselylomake täytettiin varsinaisena mittauspäivänä. Sillä kerättiin taustatekijät, joita varsinainen mittauslaite ei kyennyt tuottamaan. Kyseessä oli kontrolloitu kysely, jossa tutkimuksen taustat kerrottiin tarkasti ennen varsinaista kyselylomakkeen täyttöä. Osa kyselylomakkeen kysymyksistä oli avoimia kysymyksiä, joiden vastaamiseen annettiin ohjausta tutkijan toimesta.

Kolmannessa vaiheessa suoritettiin varsinainen mittaus. Mittaamiseen käytettiin monitaajuuksista bioimpedanssi-laitetta (InBody 720, Soul, Korea). Mittaukset suoritettiin ennen lentoa ja lennon jälkeen. Välittömästi ensimmäisen mittauksen jälkeen ohjaaja pukeutui lentovarusteisiin ja lähti lentotehtävälle. Varsinainen lentotehtävä sisälsi siirtymiset pukuhuoneen, lentopalveluksen johtamiskeskuksen sekä lentokoneen välillä. Siirtymiset suoritettiin kävellen, lentovarusteet päällä. Matka oli sama ennen ja jälkeen lennon kokonaismatkan ollessa noin yksi kilometri. Siirtymisten lisäksi mittausten väliin jäi normaalit ohjaajan suorittamat maatoimenpiteet ja itse lento. Ohjaajien suorittama lentotehtävä oli lentokoulutusohjelman mukainen ilmataistelulento.

Tutkijan toimesta taltioitiin Tampere - Pirkkalan lentoaseman vallitsevat lämpötila- ja ilman kosteus arvot lennoittain. Lisäksi taltioitiin lentoaika, mittausten välinen aika ja näiden kahden erotus. Taulukossa 2 on esitetty kyseisten arvojen tilastolliset tulokset.

TAULUKKO 2. Tilastolliset tulokset olosuhteista ja aikatekijöistä

	Keskiarvo $\pm$ keskihajonta	Minimi	Maksimi
Lämpötila (°C)	17,2 $\pm$ 2,0	12,5	24,2
Ilman kosteus (%)	65 $\pm$ 14	43	87
Lentoaika (min)	66 $\pm$ 10	0	84
Kokonaisaika-lentoaika(min)	75 $\pm$ 9	56	99
Mittausten välinen aika (min)	141 $\pm$ 15	56	164

## 5.2. Koehenkilöt

Koehenkilöiksi valittiin hävittäjälentolaivue 21:ssä lentopalvelusta suorittavat HN-ohjaajat. Koehenkilöt koostuivat homogeenisestä ryhmästä vapaaehtoisia hävittäjäohjaajia, jotka kaikki ovat täyttäneet määrätyt kriteerit päästäkseen sotilaslentäjiksi sekä ylläpitääkseen lentokelpoisuutensa. Kaikilta ohjaajilta edellytetään lentopalvelukseen osallistuessaan hyvää ruumiillista ja henkistä kuntoa, joten kaikki yksilöt olivat mittausta suorittaessaan terveitä (Lentopalveluksen pysyvääskäsky, 2005). Kokeisiin oli laivueen komentajan lupa ja ne suoritettiin osana normaalia lentokoulutusta. Tutkimukseen osallistui 27 HN-ohjaajaa ja mittauksia tehtiin 57 otosta. Koehenkilöiden taustatiedot on esitetty taulukossa 3. Taustatiedoista maksimaalinen hapenottokyky (VOmax) on ohjaajien vuonna 2011 suorittaman polkupyöräergometritestin tulos.

TAULUKKO 3. Koehenkilöiden demografiset ominaisuudet sekä maksimaalinen hapenottokyky

	Keskiarvo $\pm$ keskihajonta	Minimi	Maksimi
Ikä (v)	31,9 $\pm$ 4,7	25	43
Pituus (cm)	179,4 $\pm$ 5,2	172	190
Paino (kg)	80,8 $\pm$ 7,7	66,2	102,5
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25,1 $\pm$ 1,8	21,9	29,3
VOmax (ml/kg/min)	49,1 $\pm$ 3,7	45,6	60,3

Ohjaajista 52 % ilmoitti harrastavansa yhtämittaisesti yli 30 minuuttia kestävästä liikunnasta 4-5 kertaa viikossa. 41 % ilmoitti liikkuvansa 1-3 kertaa viikossa ja 7 % yli 5 kertaa viikossa.



### 5.3. Mittausmenetelmä

Kuormittavan lentopalveluksen tuottamaa kehon koostumuksen muutosta mitattiin monitaajuuksisella bioimpedanssi laitteella (InBody 720, Soul, Korea). Mittauslaitteen toiminta perustuu eritaajuksisten sähkövirtojen johtamiseen kehon läpi. Koska vain kehon sisältä vesi johtaa sähköä, voidaan kehon koostumus laskea mittaamalla kehon impedanssia eli sähkövirralle aiheutettua vastusta. Mittaus kestää noin kaksi minuuttia, jonka jälkeen laite tulostaa tulokset erillisille paperille (LIITE 3). Mittauslaite on todistetusti luotettava mitattaessa kokonaispainoa (kg), kehon rasvatonta massaa (kg), rasvakudoksen määrää (kg) ja rasvaprosenttia (%) (Salmi 2003 ja Casa ym. 2005). Lisäksi laite mittaa mm. kehon nesteitä tuottamalla tulokset solun sisäisistä ja solun ulkoisista nestemääristä (l). Yleisten suositusten mukaan koehenkilön tulisi paastota 12 tuntia ja välttää fyysistä rasitusta neljä tuntia ennen mittausta. Paastoaminen on merkittävää, koska suolessa oleva ruoka vaikuttaa kehon koostumuksen jakautumiseen. (Salmi 2003) Annettuja suosituksia ei lentoturvallisuussyistä kyetty noudattamaan, joten tutkimuksen luotettavuuden säilyttämiseksi tuloksista huomioitiin ainoastaan kehon painon muutokset (kg).

### 5.4. Tilastolliset menetelmät

Saadut tulokset syötettiin käsin Microsoft Office Excel 2003 ohjelmaan, jossa eri muuttujille laskettiin keskiarvo, keskihajonta, minimi ja maksimi. Tuloksien merkittävyyttä arvioitiin pareittaisella kaksisuuntaisella T-testillä. Tilastollisen merkittävyyden rajaksi määriteltiin arvo  $p=0,01$ . Tuloksissa on esitetty keskiarvo (ka.), keskihajonta (k.h.), minimi (min.), maksimi (maks.) ja p-arvo.

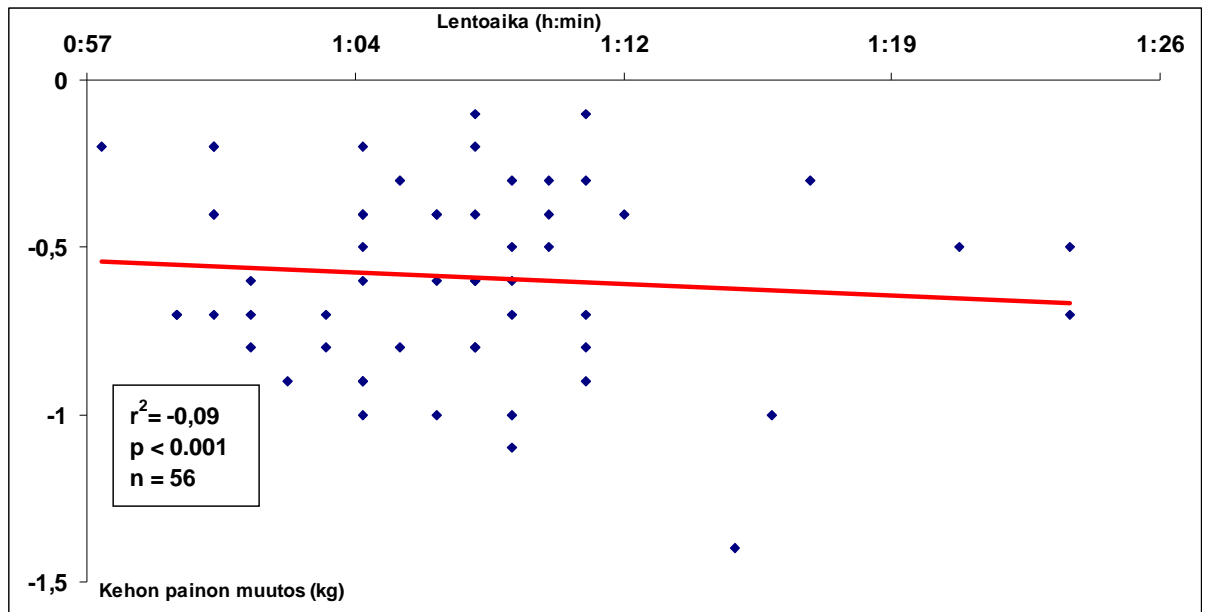
## 6. TULOKSET

Kokonaispainon muutoksen keskiarvoksi ( $\pm$ keskihajonta) muodostui  $-0,58 \pm 0,28$  kg. Kaikilla koehenkilöillä oli lennon jälkeen alhaisempi kokonaispaino kuin ennen lentoa suoritettussa mittauksessa. Suurin yksittäinen pudotus oli 1,40 kg ja pienin 0,10 kg. Kokonaispainon muutoksesta lasketun painonpudotusprosentin keskiarvoksi muodostui  $-0,75 \pm 0,37$  %. Suhteellisesti suurin yksittäinen pudotus oli 1,70 % ja pienin 0,10 %. Kaikki muutokset osoittautuivat tilastollisesti merkittäviksi ( $p < 0,01$ ). Kokonaispainon (kg) ja BMI:n (Body Mass Index,  $\text{kg/m}^2$ ) tulokset mittauksittain sekä mittausten erotus on esitetty taulukossa 4, jossa on lisäksi esitetty kokonaispainon muutoksesta laskettu painonpudotusprosentti.

TAULUKKO 4. Keskimääräinen ( $\pm$  keskihajonta) kehon paino, BMI ja painon muutos lennon aikana (n=27, otoksia=57)

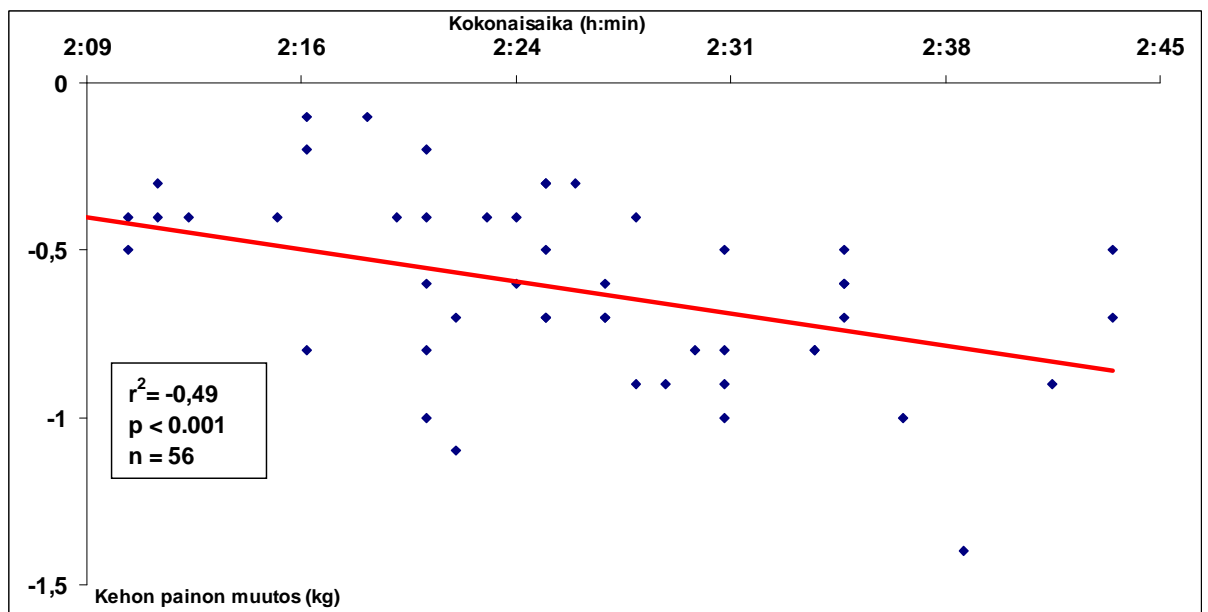
	MITTAUS 1		MITTAUS 2		EROTUS				
	ka.	k.h.	ka.	k.h.	ka.	k.h.	MINIMI	MAKSIMI	P-arvo
Kokonaispaino (kg)	79,58	8,23	79,00	8,23	-0,58	0,28	-0,10	-1,40	<0,01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24,71	1,83	24,53	1,83	-0,18	0,10	-0,50	0,00	<0,01
Painonpudotus (%)	-	-	-	-	-0,75	0,37	-0,10	-1,70	<0,01

Mitattujen lentojen keskiarvoinen lentoaika oli  $66 \pm 10$  minuuttia. Pisimmillään lento kesti 84 minuuttia ja lyhimmillään 0 minuuttia. Lyhin lento jouduttiin keskeyttämään maahan johtuen lentokoneeseen tulleesta teknisestä viasta. Lento hyväksyttiin kuitenkin tuloksiin, joissa tarkastellaan muun kuin varsinaisen ilmassa tapahtuvan lentotoiminnan vaikutusta kokonaispainon muutokseen. Toiseksi lyhyin lento kesti 58 minuuttia. Kuviossa 1 on esitetty lentoajan (h:min) suhdetta kokonaispainon muutokseen (kg). Kuvioista on jätetty pois maahan keskeytynyt lento. Kuviossa esitettyjen lentojen keskiarvoinen lentoaika oli  $68 \pm 6$  minuuttia. Kuvioissa on esitetty punaisella muutosta selventävä lineaarinen regressiosuora.



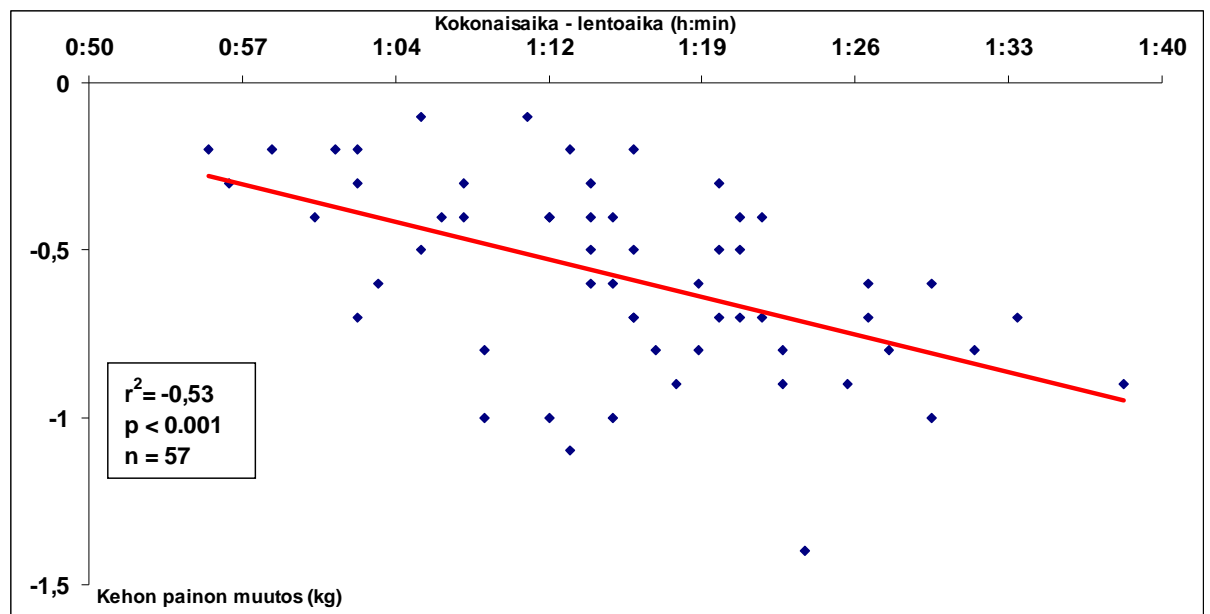
KUVIO 1. Lentoaika (h:min) vs kehon painon muutos (kg)

Mittausten välinen aika vaihteli 56 ja 164 minuutin välillä keskiarvon ollessa  $141 \pm 15$  minuuttia. Minimi arvo tuli keskeytyneeltä lennolta. Toiseksi pienin mittausten välinen aika oli 121 minuuttia. Kuviossa 2 on esitetty mittausten välisen ajan (h:min) suhdetta kokonaispainon muutokseen (kg). Kuvioista on jätetty pois maahan keskeytyneet lennot. Kuviossa esitettyjen mittausten välisten aikojen keskiarvo oli  $143 \pm 10$  minuuttia. Kokonaisajan vaikutus kehon painon muutokseen oli selitysarvoltaan ( $r^2$ ) merkittävästi lentoajan vastaavaa suurempi.



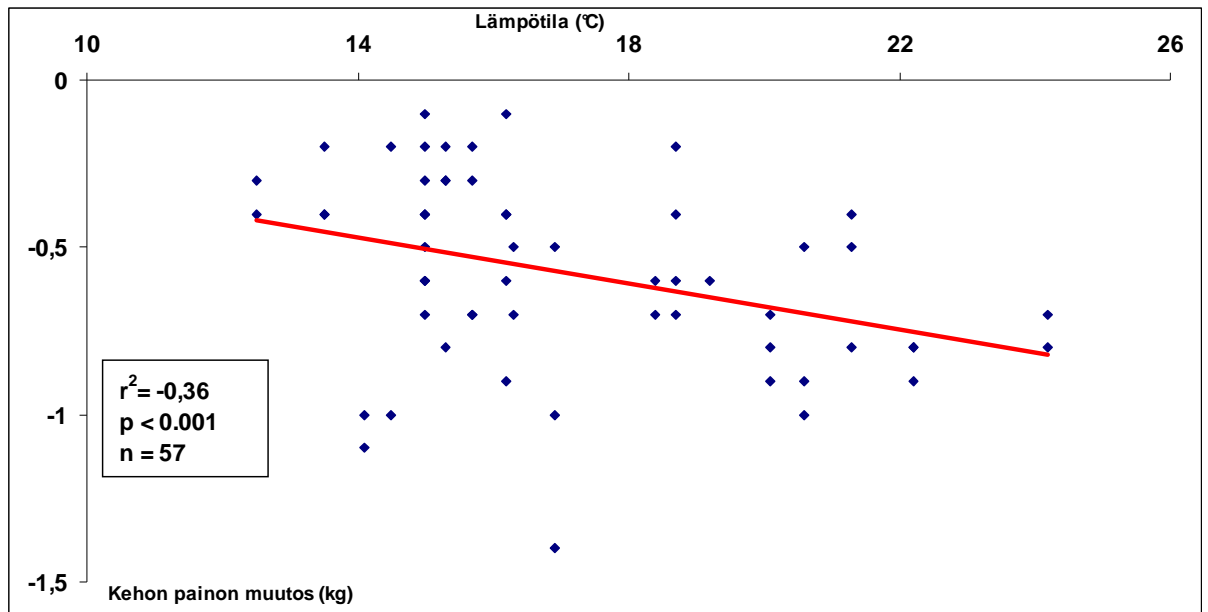
KUVIO 2. Mittausten välinen aika (h:min) vs kehon painon muutos (kg)

Mittausten välisen ajan ja lentoajan välisen erotuksen keskiarvoksi muodostui  $75 \pm 9$  minuuttia. Minimissään aika oli 56 minuuttia ja maksimissaan 99 minuuttia. Kuviossa 3 on esitetty mittausten välisen ajan (h:min) ja lentoajan (h:min) erotus suhteessa kehon painon muutokseen (kg). Kuvioon on otettu mukaan keskeytynyt lento. Kyseisen lennon pois jättäminen ei vaikuta mittausten välisen ajan ja lentoajan välisen erotuksen keskiarvoon, mutta korrelaatiokerroin muuttuisi arvoon  $r^2 = -0.50$ . Kuviossa 3 esitetty selitysarvo ( $r^2$ ) suureni vielä entisestään kokonaisajan vastaavaan verrattuna ja on merkittävästi lentoajan selitysarvoa suurempi.



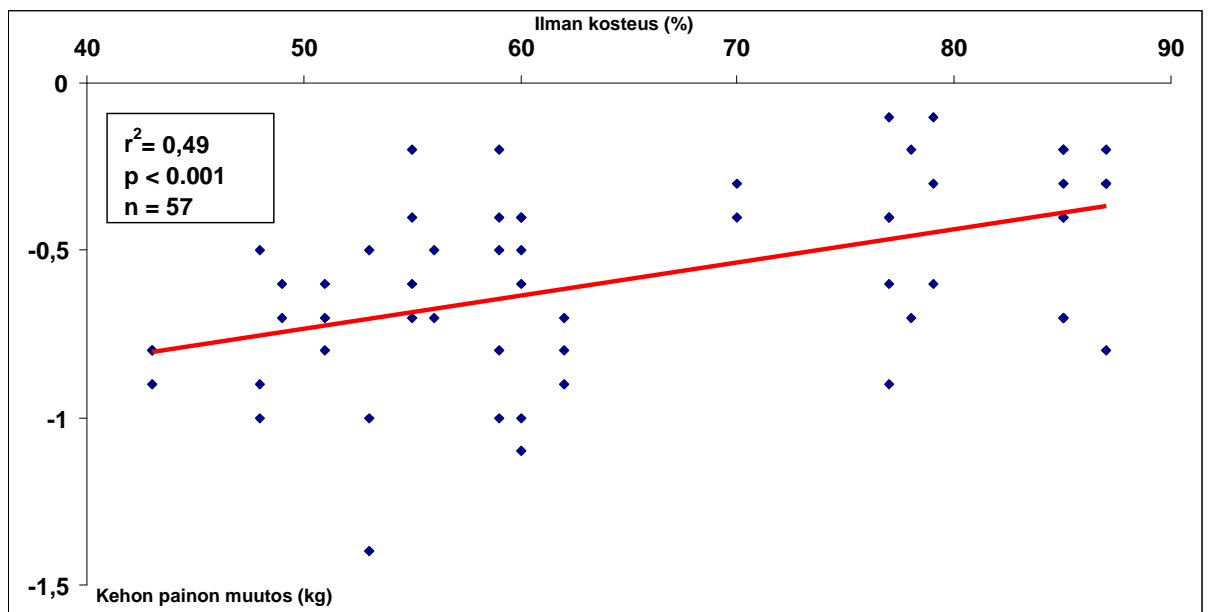
KUVIO 3. Mittausten välinen aika (h:min) - lentoaika (h:min) vs kehon painon muutos (kg)

Ulkolämpötila vaihteli mittausten aikana välillä  $12,5 - 24,2$  °C. Lämpötila oli keskiarvoltaan  $17,2 \pm 2,0$ . Kuviossa 4 on esitetty lämpötilan suhdetta kehon painon muutokseen.



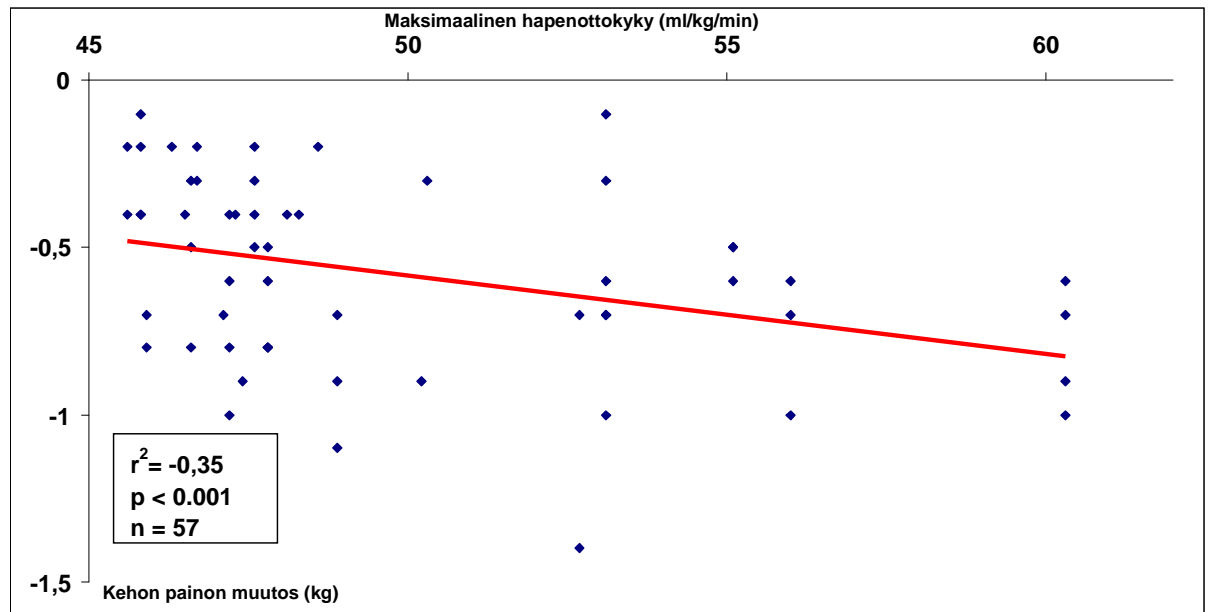
KUVIO 4. Ulkolämpötila (°C) vs kehon painon muutos (kg)

Ilman kosteus vaihteli mittausten aikana välillä 49 - 87 %. Ilman kosteus oli keskiarvoltaan  $65 \pm 14$ . Kuviossa 5 on esitetty ilman kosteuden suhdetta kehon painon muutokseen.



KUVIO 5. Ilman kosteus (%) vs kehon painon muutos (kg)

Koehenkilöiden maksimaalinen hapenottokyky vaihteli välillä 45,6 - 60,3 ml/kg/min. Maksimaalinen hapenottokyky oli keskiarvoltaan  $49,1 \pm 3,7$ . Kuviossa 6 on esitetty maksimaalisen hapenottokyvyn suhdetta kehon painon muutokseen.



KUVIO 6. Maksimaalinen hapenottokyky (ml/kg/min) vs kehon painon muutos (kg)

Mittauksia suoritettiin kolmella eri lentovarusteyhdistelmällä. Kaikissa varusteyhdistelmissä puettiin sukat, lentojalkineet, lentokäsineet, lentokypärä, g-housut, painelliivi sekä alusasu (LIITE 1). Varusteyhdistelmässä 1 käytettiin eristyspukua ja sen alla väliasua. Varusteyhdistelmässä 2 käytettiin ainoastaan eristyspukua. Lisäksi kaksi koehenkilöä toimi ohjeistuksen vastaisesti ja pukeutui eristyspuvun sijaan lentohaalariin. Nämä kaksi mittausta on huomioitu kokonaistuloksissa (TAULUKKO 4), mutta ne on jätetty pienen otannan ( $n=2$ ) takia ulkopuolelle tarkasteltaessa lentovarusteyhdistelmien vaikutusta kokonaispainon muutoksiin.

Varustukseen 1 pukeutuneet ohjaajat menettivät keskiarvolta  $0,65 \pm 0,26$  kg painoa. Varustukseen 2 pukeutuneet ohjaajat menettivät painoa keskimäärin  $0,50 \pm 0,29$  kg. Taulukossa 5 on esitetty varustuksiin 1 ja 2 pukeutuneiden ohjaajien kokonaispainon muutokset (kg) sekä mittausajat (h:min) ja olosuhteelliset arvot.

TAULUKKO 5. Varustuksilla 1 ja 2 suoritettujen mittausten vaikutus kokonaispainoon (kg) sekä mittausajat, ulkolämpötila ja ilman kosteus (varustuksella 1: n=13, otoksia=33, varustuksella 2: n=14, otoksia=22)

	MITTAUS 1		MITTAUS 2		EROTUS		
	ka.	k.h.	ka.	k.h.	ka.	k.h.	P-arvo
Varustus 1:kokonaispaino(kg) meripuku, väliasu, alusasu	76,43	6,24	75,60	6,27	-0,65	0,26	<0,01
Varustus 2:kokonaispaino(kg) meripuku, alusasu	84,02	8,87	83,52	8,73	-0,50	0,29	<0,01
	VARUSTUS 1		VARUSTUS 2				
	ka.	k.h.	ka.	k.h.			
Lämpötila (°C)	18,32	3,07	15,62	1,98			
Ilman kosteus (%)	60,94	13,62	71,27	13,14			
Lentoaika (h:min)	1:06	0:13	1:06	0:04			
Mittausten välinen aika (h:min)	2:24	0:18	2:19	0:09			
Mittausten välinen aika - lentoaika (h:min)	1:18	0:08	1:12	0:08			

## 7. POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen päätarkoituksena oli selvittää miten kuormittava lentopalvelus vaikuttaa HN-ohjaajan nesteytystarpeeseen. Tähän kysymykseen pyrittiin vastaamaan mittaamalla yksittäisen lentosuorituksen tuottamaa nestevajausta sekä arvioimalla siihen vaikuttaneita tekijöitä. Koeasetelma pyrittiin luomaan mahdollisimman vakioksi. HN-ohjaajan työnkuvan takia, tarkkaa laboratorio-olosuhdetta vastaavaa asetelmaa ei kyetty saavuttamaan. Vaikka lentoajat olisivat lähellä toisiaan, liittyy lentämiseen muuttujia, joita ei voida ennakoita. Ohjaajat toteuttavat lennot omalla tyylillään, oma kokemus ja ammattitaito huomioiden. Nämä tekijät muodostivat vaihtelevuutta lentojen rasittavuuden välille. Muodostunutta vaihtelevuutta kompensoimaan otoskokoa kasvatettiin ammattikunnalle jopa harvinaisen suureksi.

### 7.1. Kehon painon muutos

Tämä tutkimus todistaa, että kuormittavalla lentopalveluksella on vaikutuksia ohjaajan nesteytystarpeeseen. Keskiarvoltaan 66 minuutin mittainen lento aiheutti koehenkilöille keskiarvoltaan 0,6 kg:n painon menetyksen. Ääritapauksessa painoa menetettiin jopa 1,4 kg. Painon muutokset ovat lähes kokonaan nestettä, koska suoritus on lyhytkestoinen. Vasta pitkäkestoinen suoritus vaikuttaisi elimistön rasvoihin. (Rintamäki ym. 1998, 41) Rasva alkaa kyllä palaa jo lepotilassa, mutta suhde energiankulutukseen riippuu suorituksen tehosta (Wilmore & Costill 2004, 412-414 ja Kyröläinen 1998). Osittain näistä syistä johtuen painon mittausta ennen ja jälkeen suorituksen on pidetty hyvänä menetelmänä mitata koehenkilön nestehävikkiä (Casa ym. 2005). Monitaajuuksinen bioimpedanssilaitte osoitti toimivuutensa kyseiseen tarkoitukseen. Laitte on nopea, yksinkertainen ja tuottaa kerralla hyvän määrän tieteelliseen tarkoitukseen hyväksytyjä muuttujia. Tästä syystä laite on esim. Yhdysvalloissa ja Sveitsissä laajasti käytetty. (Salmi 2003)

Painonpudotusprosentiksi muutettuna ohjaajat menettivät keskiarvoltaan 0,75 % kokonaispainostaan. Enimmillään menetettiin 1,7 % kokonaispainosta. Jo 1 %:n painon menetyksellä on todistettuja vaikutuksia kestävyysurheilussa ja 1,2 % nestevajauksen on todistettu laskevan ohjaajan G:n sietokykyä 14-18 %. (Murray 2007 ja Bollinger Ilmarisen ym. mukaan 1983) Saavutetut nestevajaukset johtuvat pääosin hikoilusta. Hikoilu taas johtuu suorituksen kestoista, lämpötilasta, ilmakosteudesta, fyysisestä kunnosta sekä muista henkilökohtaisista ominaisuuksista (Rainford & Gradwell 2006, 215).



Aikatekijöillä oli johdonmukainen vaikutus ohjaajan kokemiin painon muutoksiin. Kaikissa vertailuissa ohjaajan painon muutos oli suoraan verrannollinen aikaan. Selitysarvo ( $r^2$ ) parani lentoajasta kokonaisaikaan ja edelleen kun kokonaisajasta vähennettiin lentoaika. Ennen lentoa saatava lämpökuorma on merkittävässä asemassa nestetasapainon heikkenemisessä. Tämä selittyy ympäristöllisillä ja olosuhteellisilla tekijöillä. Ohjaajan olosuhteet ohjaamossa ovat siedettävät. Ilman kosteus on alhainen ja ilmastointijärjestelmä tuottaa ohjaamoon lämpötilan, joka jo 30 minuutin lennon jälkeen vaikuttaa alentavasti ohjaajan lämpökuormitukseen. Vastaa ei voi sanoa maassa vallitsevista olosuhteista. Vaikka itse lentosuoritus on todistetusti fyysisesti kuormittavampi, ei se vastaa ohjaajan maassa kokemia lämpökuormituksia. Kaikkein lämpökuormittavimmat hetket ohjaaja kokee ennen lentoa lentovarustuksen, vähäisen liikunnan ja olosuhteiden summana (Rainford & Gradwell 2006, 214-218). Lennon jälkeiset olosuhteet eivät ole yhtä kuormittavat johtuen viilentyneestä ohjaamosta ja ohjaajan mahdollisuudesta riisua hikoilua estäviä vaatekerroksia välittömästi lentokoneesta noustuaan.

Mittausten aikana ulkolämpötilan keskiarvo oli 17,2 °C ja vastaava pidempiaikainen valtakunnallinen keskiarvo ilmatieteenlaitoksen mukaan (kesäkuu - elokuu, 1971-2000) on 15,9 °C (Ilmatieteenlaitos 5.4.2012). Mittausolosuhteet vastaavat kesäolosuhteiden osalta todella läheisesti standardia. Ulkolämpötilalla oli lentoaikaa suurempi suhteellinen vaikutus kokonaispainon pudotukseen. Tämä osittain vahvistaa edellisen kappaleen pohdintaa mittausten välisen vaiheiden kuormittavuudesta. Toinen tätä teoriaa vahvistava tekijä on ilman kosteus. Mitä kosteammat olosuhteet maassa vallitsevat, sitä vaikeampi ohjaajan on luovuttaa elimistön lämpökuormaa höyrystymällä. Kun vesihöyryn osapaine ilmassa on sama tai suurempi kuin iholla, höyrystyminen tyrehtyy kokonaan. Sen seurauksena elimistö ylikuumenee, koska vain höyrystynyt hiki jäähtyy. Hiki kyllä valuu ihon pinnalla, mutta sillä ei ole lämpötasapainon ylläpidolle haluttua vaikutusta. (Wilmore & Costill 2004, 310-315)

Ilman kosteus vaikuttaa yksilön hikoiluun, mutta myös yksilön fyysisillä ominaisuuksilla on vaikutuksia hikoilukapasiteettiin. Vaikka yksilöillä on perinnöllisiä eroja hikoilussaan, on fyysisen kunnan merkitys todistettu. Hyväkuntoisen yksilön antidiureettisen hormonin, joka edistää veden takaisin imeytymistä, erityis ei lisäännä samassa suhteessa huonokuntoiseen. Tällöin hyväkuntoinen pystyy luovuttamaan enemmän nestettä lämpötasapainon ylläpitämiseksi. (Wilmore & Costill 2004, 174-175, Koskenvuo 1993, 470 ja Kvist & Kekomäki 1983) Vertailut maksimaalisen hapenottokyvyn ja fyysisen aktiivisuuden suhteista kokonaispainon muutoksiin tukevat tätä teoriaa. Ohjaajat joiden maksimaalinen hapenottokyky oli korkeampi, menettivät suhteessa enemmän kokonaispainoa mittauksissa. Maksimaalisen hapenottokyvyn

tulokset on kerätty ohjaajien puolivuotistarkastuksen yhteydessä suorittamista polkupyörergometritesteistä. Tulokset ovat testin antamia arvioita ja niiden todenmukaisuutta heikentää testin luonne. Testin tarkoituksena on mitata ohjaajan kykyä suoriutua lentopalveluksen aiheuttamista rasituksista ja testi omaa näin minimi vaatimuksen rajan kelpoisuuden ylläpitoon. Tämä raja ohjaa valitettavan monia testattavia. Testin voidaankin osoittaa mittaavan luotettavasti hapenottokyvyn tasoa, jonka ohjaaja vähintään pystyy saavuttamaan. Asetettu raja on sinällään melko korkealla ja testin läpäisy osoittaa vähintään tyydyttävää fyysistä kuntoa.

Ohjaajille mitattuihin kokonaispainon muutoksiin saatiin eroja myös lentovarusteiden suhteen. Väliasua eristyspuvun alla käyttäneet ohjaajat menettivät painoa keskiarvolta 0,7 kg ja ilman väliasua toimineet 0,5 kg. Tulosten välille muodostui 23 % ero, jota voidaan pitää merkittävänä, mutta toisaalta itsestään selvänä. Vaatekerrosten lisääntyessä myös vaatteiden sisään jäävä ilma lisääntyy ja ilma toimii parhaana mahdollisena lämmöneristeinä (Koskenvuo 1993, 463-464). Tämä on pelastautumistilanteissa tärkeä ominaisuus, mutta kuumissa kesäolosuhteissa myös merkittävä lämpökuorman lisääjä. Verrattaessa saatuja tuloksia sodan ajan tilanteeseen, herää väistämättä mieleen tutkielman aikana esiintynyt kysymys lentoturvallisuuden ja suorituskyvyn suhteesta. Tuloksissa on pohdittu rauhan ajan olosuhteita ja stressitekijöitä sekä yksittäistä lentosuoritusta. Miten tulokset muuttuvatkaan kun stressi lisääntyy ja lennetään useampia lentoja peräkkäin? Lentojen välillä tapahtuva nestetankkaus ei ole edes rauhan ajan harjoituksissa aina mahdollista. Ohjaamoon yhteensopiva juomapullo tai vastaava järjestelmä voisi olla ensimmäinen askel. Toinen voisi olla eristyspuvusta luopuminen. Eristyspuku estää hien haihtumista ja nostaa elimistön ydinlämpötilaa. Jo 1 % painon menetyksen on todistettu laskevan ydinlämpötilaa 0,3-0,6 °C asteella (Koskenvuo 1993, 470). Tutkimus ei varsinaisesti vastaa eristyspuvun ja lentohaalarin eroihin kokonaispainon muutoksessa, mutta testien aikana vastoin ohjeita lentohaalariin pukeutuneet koehenkilöt ovat mukana kokonaistuloksissa. Kyseiset lennot osuvat melko tarkasti lentoaikojen ja ilmakosteuden keskiarvoihin, jääden lämpötilan osalta reilun asteen keskiarvon alapuolelle. Lentohaalareihin pukeutuneet ohjaajat menettivät painoa 0,2 kg ja 0,3 kg. Nämä luvut jäävät selvästi yleisten keskiarvojen alapuolelle. Otokoko on kuitenkin liian pieni luotettavien johtopäätösten tekemiseen. Lentovarusteiden valinnalla on merkitys ohjaajan nestetasapainon ylläpitämiseen ja tämä on myös ilmavoimissa tiedostettu. Lentotekniikkalaitos ja ilmavoimien materiaalilaitos pyrkivät jatkuvasti kehittämään lentovarusteita. Prosessit kuitenkin etenevät hitaasti ja tyyppipihvyäksynnät vievät aikansa.

Johdannossa esitetty vertailu kilpaurheilun ja hävittäjälentämisen yhdenmukaisuuksista osoittaa, että molemmissa tehtävissä harjoitellaan paljon. Nukkuminen ja alkoholin käyttö on tarkoin kontrolloitua, mutta miten valmistaudumme varsinaiseen kilpasuoritukseen tai harjoitukseen. Hävittäjälentämisen kilpasuoritusta tuskin tulemme kokemaan, mutta harjoittelua senkin edestä. Mitkä ovat kilpaurheilijan tuntemukset puolitoista tuntia kestäneen nesteettömän fyysisen suorituksen jälkeen? Entäs kun käsketään tekemään se heti uudelleen vailla mahdollisuutta tankkaukseen? Kun puhutaan ammattilaisista, tulisi nämä tekijät olla etukäteen mietittyinä.

## 7.2. Ohjaajan nestetasapainon ylläpito

Nestevajauksen torjunta tulee aloittaa jo ennen varsinaista suoritusta. Koska nestetasapainon korjaaminen suorituksen jälkeen on hidasta, tulee nestetasapaino olla kunnossa jo perustilassa. (Joukon toimintakyvyn turvaaminen kenttäolosuhteissa 1998) Nestetarve on hyvin yksilöllistä, joten yleispätevien juomisstrategioiden luominen on hyvin vaikeaa. Kesäolosuhteissa ihmisen olisi hyvä juoda noin 0,5-0,9 dl/h. Tällä määrällä varmistetaan, ettei nestevajaus pääse missään olosuhteissa muodostumaan yli 1 %:iin. (Murray 2007 ja Suomen olympiakomitea 19.1.2012) Missään nimessä ei saa odottaa janon tunnetta ennen juomisen aloittamista. Juominen kannattaa ajoittaa siten, että virtsaamisen tarve lentosuorituksen aikana minimoidaan. Virtsaaminen on hyvin yksilöllistä ja olosuhderiippuvaista, joten henkilökohtaisten strategioiden luominen on tässäkin tapauksessa suotavaa. Ongelmaksi lentotoiminnassa muodostuu nestetankkauksen hankaluus varsinaisen lentosuorituksen aikana. Lento saattaa kestää jopa kaksi tuntia ja siinä ajassa saavutettu nestevajaus on hankala paikata. Nestevajeen paikkaaminen tulisi aloittaa välittömästi lennon jälkeen. Missään olosuhteissa ei ole kuitenkaan suositeltavaa tankata yli litraa tunnissa, koska elimistö ei pysty näin suurilla nestemääriä imeyttämään (Rainford & Gradwell 2006, 219). Suuremmat määrät saattavat jäädä vatsalaukkuun hölskymään tai mikä pahempaa aiheuttaa haitallista hyponatremiaa. Kuten tämän tutkimuksen tuloksissa on esitetty, aiheuttaa yksittäinen lentosuoritus jopa 1,7 % nestevajeen. Kun tätä tulosta vertaa elimistön kykyyn palautua nestevajeesta, syntyy ongelma. Nestevajeesta ei saisi koskaan päästää tälle tasolle. Ohjaajan tulisi olla välittömästi lennon jälkeen valmis lähtemään seuraavalle lennolle. Toki valmius toteutuu, mutta millä suorituskyvyllä. Ainoa ratkaisu pitkäkestoisen suorituskyvyn ylläpitoon on jatkuva tankkaus. Tämä edellyttää ilmavoimilta ohjaamoyhteensopivan järjestelmän suunnittelua ja tyyppihyväksyntää. Niin kauan kun sitä ei ole suosittelen tilapäisvälineiden käyttöä.

Tankattavan nesteen koostumuksella on omat vaikutuksensa. Tavallinen vesi riittää, jos noudatetaan tankkaussuosituksia eikä liikuta ääriolosuhteissa. Kovatehoisessa liikunnassa tai liikunnassa helteessä, ovat elektrolyyttejä sisältävät juomat välttämättömiä. Mikäli nestetasapaino on kunnossa, ylläpitävät suolapitoiset juomat nestetasapainoa tehokkaammin kuin suolattomat nesteet. Yleisesti käytössä olevien urheilujuomien suolapitoisuus on 0,5-1 g/l, kun ääriolosuhteissa optimaalinen määrä olisi noin 2 g/l. Helteisissä olosuhteissa tai pitkien päivystysvuorojen aikana olisi ohjaajan hyvä lisätä juomaveteen 2 g/l suolaa. (Wilmore & Costill 2004, 430-432 ja Suomen olympiakomitea 19.1.2012)

Jos on nestetasapainon ylläpito tärkeää, on myös nestetasapainon pettämisen oireiden tunnistaminen riittävän ajoissa merkittävää. Hyvässä nestetasapainossa olevan henkilön virtsan väri on vaaleahko. Virtsan tumma väri kielii vastaavasti nestevajeesta. Muita tunnistettavissa olevia nestetasapainon pettämisen oireita ovat ihon meneminen kananlihalle, väsymys, päänsärky, huimaus, ärtymys, normaalia vähäisempi hikoilu ja vilunväreet. (Rainford & Gradwell 2006, 219 ja Suomen olympiakomitea 19.1.2012) Yksilön tunnistessa nämä oireet, olisi hyvä pitää huoli nesteen saannista, ilmoittaa asiasta esimiehelle ja hakeutua varjoon. Suorassa auringonpaisteessa, ohjaamossa istuvan ohjaajan hikoilu on noin kaksinkertaista verrattuna varjossa olevaan ohjaajaan. Auringonpaiste kohdistuu pääasiassa ohjaajan kypärään ja ylävartaloon. Lentokypärän alla kehittyvä lämpö haihtuu sieltä huonosti, koska kypärä on tiukasti sovitettu. (Rissanen & Rintamäki 2010) Tietyissä olosuhteissa on ohjaajan mahdotonta lähteä ohjaamosta, jolloin esimerkiksi sateenvarjon käyttö suojana osoittaisi hyvää innovatiivisuutta ja parantaisi suorituskykyä.

Ohjaajan suorituskyky voi edellä mainituista syistä lämpimänä vuodenaikana romahtaa. Näin ollen nestetasapainon turvaamisen edellyttämät toimet tulee hallita. Työnjohdon sitouttaminen nestehuollon ohjeistamiseen olisi tärkeää ja osoittaisi myös yksilölle asian merkityksen. Seuraavat nyrkkisäännöt päivittäisestä nesteytyksestä ovat Suomen olympiakomitean laatimia ja sopeutuvat varauksella myös lentotoimintaan.

- juodaan jokaisen aterian yhteydessä vettä ja muita juomia 2-3 lasillista riippuen nesteen tarpeesta
- kuumissa olosuhteissa juodaan aterioiden välissä 1-3 lasillista vettä riippuen nesteen tarpeesta (juomapullon on kuljettava mukana jatkuvasti) myös viileämmissä olosuhteissa on hyvä juoda hieman aterioiden välissä
- juodaan harjoittelun (lennon) aikana
- heti harjoittelun jälkeen juodaan noin ½ litraa
- mikäli harjoittelussa on hikoiltu runsaasti, juodaan lähimmän 60-90 minuutin aikana vielä ½ -1 ½ litraa pieninä annoksina (virtsaneritys kiihtyy ja janontunne katoaa jos juo liikaa kerralla)
- juomista ei saa liioitella

### 7.3. Luotettavuus ja kritiikki

Tutkimuksen luotettavuutta parantaa ammattiryhmään suhteutettu iso otoskoko. Myös aineiston kerääminen varsinaisesta lentopalveluksesta simulaatioiden sijaan on vahvuus. Suurin osa vastaavista tutkimuksista on toteutettu simulaatioilla, jolloin usein jää pois todelliseen suoritukseen kohdistuvia vaikutuksia. Toisaalta aikaisemmin esittämäni kontrolloitujen laboratorio-olosuhteiden puute heikentää tuloksen luotettavuutta. Tuloksia on kerätty useammalta päivältä ja näin ollen vallitsevat ympäristö-olosuhteet eroavat toisistaan. Lisäksi ilmassa ohjaajan toimesta tapahtuvien suoritusten kontrolloiminen ennakkoon on lähes mahdotonta eivätkä ne ole jälkeinpäin mitenkään toistettavissa. Kontrollointia on kuitenkin tehty lentoturvallisuuden ja lentokoulutusohjelmien rajoissa ja valitut lennot ovat siitä hyviä, että ne sisältävät maksimaalisen liikehtelyn lisäksi myös maksimaalista henkistä kuormitusta.

Käytetty mittalaite on aikaisemmissa tutkimuksissa osoittanut luotettavuutensa kehon koostumuksien mittaamisessa (Casa ym. 2005). Verikokeella olisi saanut tarkemmat tulokset nestetasapainosta, mutta verikokeen järjestäminen lentotoiminnan yhteydessä on mahdotonta lentopalveluksen pysyväiskäskyn rajoitusten vuoksi. Alustava tavoitteeni oli hyödyntää laitteen tuottamia muuttujia isommassa mittakaavassa. Tarkoituksena oli käyttää solunulkoisia ja

-sisäisiä nesteitä, rasvamassaa sekä lihasmassaa johtopäätösten tekemiseen. Aikaisemmat tutkimukset ja laitevalmistajan suositukset sisälsivät ristiriitaisia tietoja luotettavaa mittausta edellyttävän paaston määrästä. Osassa ohjeistettiin paasto 12 tuntiin ja osassa kahteen tuntiin. Paaston tarkoituksena on estää kehon koostumuksen väärentyminen esim. suolessa olevan ruoan takia. Alustava tarkoitukseni oli noudattaa kahden tunnin sääntöä, mutta pohdittuani asiaa tarkemmin luovuin tästä ajatuksesta ja päädyin hyödyntämään pelkästään kokonaispainoa tutkimuksessani. Tähän vaikutti myös kahden tunnin paaston muodostamat vaikeudet hyväksyttävien mittausten määrään. Käytännössä kyseinen rajoitus olisi lentoturvallisuussyistä poissulkenut kaksi kolmasosaa mittauksista ja otoskoko olisi jäänyt mitättömäksi. Tuloksia tarkastellessani epäilykseni osoittautui oikeaksi, sillä osassa kehon koostumuksen muuttujista oli havaittavissa epä johdonmukaisia vaihteluita.

Tulokset on syötetty InBody- laitteen tulostamien kaavakkeiden ja kyselylomakkeiden pohjalta käsin Excel- ohjelmaan. Tulosten syöttämisen yhteydessä tapahtuvia virheitä on pyritty ehkäisemään tarkastamalla syötetyn kaavakkeen tai lomakkeen tiedot uudelleen välittömästi syöttämisen jälkeen. Tämä ei kuitenkaan poissulje mahdollisia virheitä.

Mittausten väliset ajat vaihtelevat kohtalaisesti. Ennen mittauksia suunniteltiin mittausten välisen ajan vakiointi. Lentosuoritukseen käytettävän ajan vakiointi voisi jotenkin onnistua, mutta ohjaajien maatoimenpiteisiin käyttämän ajan vakiointi olisi lähes mahdotonta. Vastantulevia tilanteita on mahdoton ennakoida riittävällä tarkkuudella. Ajan vakioimiseksi mittausten välinen aika olisi pitänyt määrittää riittävän väljäksi, jotta kaikki olisivat ehtineet vaadittuun aikaan. Passiivisen palautumisen vaikutuksia ihmisen fysiologiaan ei oikein tunneta, joten mahdollinen odotusaika olisi tuottanut vääristymiä tuloksiin. Nämä mittaushetken odotelut olisivat olleet vääjäämättömiä johtuen lentopalveluksen liikkuvista tekijöistä sekä ohjaajien välisistä eroista. Näin päädyttiin käytettyyn menetelmään ja tyydyttiin vertailemaan ajan ja kokonaispainon muutoksen suhdetta toisiinsa.

Tutkimuksen tulokset ovat osittain yleistettävissä muihin Suomessa käytettyihin lentokalustoihin. Esimerkiksi Hawkin osalta isoimmat muuttujat muodostuvat ohjaamo-olosuhteiden osalta. Hawkissa käytetään eri ilmastointijärjestelmää, jolloin lennolla vallitsevat olosuhteet eivät ole verrattavissa. Lentovarusteet ovat pääosin yhtenevät Hornetin kanssa, kuten on mielestäni lennon kuormittavuus. Hawk ei ole niin suorituskykyinen kuin Hornet, mutta sillä lennetään käyttötarkoituksensa takia usein rajummin. Tosin lennon kuormitukset kohdistuvat lyhyemmälle ajalle. Kesäolosuhteissa suoritettun lentosuorituksen kuormittavimmat hetket

kohdistuvat maatoimintaan. Hawkilla maatoiminta-ajat ovat lyhyempiä kuin Hornetilla, jolloin muodostuvan lämpökuorman voidaan olettaa olevan pienempi. Tutkimuksen tuloksista voi tehdä johtopäätöksiä muiden lentokalustojen tuottamiin nestevajeisiin, mutta luotettavien johtopäätösten tekeminen edellyttää lisätutkimusta.

Ohjaajaan kohdistuvaa kuormitusta ja lentosuorituksen tuottamaa nestevajausta on tutkittu jopa kansainvälisesti vähän. Rissanen ja Rintamäki (2010) ovat Työterveyslaitokselle teettämässä esitutkimuksessaan listanneet ohjaajien kuumakuormittavuutta käsittelevät artikkelit ja niitä löytyy vuodesta 1975 alkaen vain 43 kappaletta. Tämä on siis kansainvälisesti julkaistujen artikkelien määrä. Puuttuvien artikkelien määrä ei kuitenkaan muodostunut tutkimukseni ongelmaksi. Tutkimukseni perustuu mitattuihin tutkimustuloksiin sekä fysiologisiin julkaisuihin, joita oli saatavilla riittävästi ja ne ovat luotettavia.

#### 7.4. Jatkotutkimusehdotukset ja sovellutusmahdollisuudet

Todellisessa työympäristössä suoritettuja tutkimuksia ei ole mielestäni riittävästi. Laboratorio-olosuhteissa suoritettujen tutkimusten etu on muuttujien kontrolloiminen. Saadaanko näissä todelliset olosuhteet simuloitua riittävällä tarkkuudella? Molemmilla on omat etunsa ja molempia tarvitaan jatkossa.

Tutkittua aihetta voisi laajentaa käsittämään eri vuodenaajat tai aihetta voisi tutkia operatiiviselta näkökannalta. Miten päivystystoiminta vaikuttaa ohjaajan nesteytystarpeeseen? Miten ohjaajien nestetasapaino ja toimintakyky ylläpidetään sodan ajan toiminnassa? Lisäksi oman tutkimukseni tuottamia keskeisiä johtopäätöksiä olisi hyvä tutkia lisää. Mitä eri ratkaisuja voidaan käyttää maatoimintaan kohdistuvan lämpökuorman pienentämiseksi? Miten mahdollistetaan ohjaajaan nestetankkaus lennolla? Tutkittavia aiheita löytyy useita. Tärkeää kuitenkin olisi yleisten asenteiden muuttaminen. Nestetasapainon ylläpito tulee ottaa huomioon riskianalyysipohjaista ajattelua tehtäessä.

Tutkimuksen tärkeimmät tulokset on tarkoitus muuttaa esitysmuotoon ja lähettää hävittäjälenetolaivueiden komentajille tutustuttavaksi. Tämä herättäneen alaisistaan huolehtivassa komentajassa tarvittavan kiinnostuksen aiheeseen, jolloin aihe esitellään laivueen ohjaajille. Parhaassa tapauksessa aiheen merkittävyys tunnustetaan ja tutkijaa pyydetään tekemään tuloksista ilmailuvoimallinen ohje ”nestetasapainon ylläpito lentopalveluksessa”.

## TUTKIELMAN LÄHDELUETTELO

### JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET

#### **Puolustusvoimien asiakirjat**

Ilmavoimat. n.d. Environmental control systems, Principles of operation. (FI)A1-F18AC-410-100. Viitattu 30.3.2012.

Ilmavoimat. n.d. Environmental control systems, Testing and troubleshooting. (FI)A1-F18AC-410-200. Viitattu 30.3.2012.

Ilmavoimat. n.d. Natops flight manual. (FI)A1-F18AC-NFM-000. Viitattu 30.3.2012.

Ilmavoimien esikunnan käsky. 2006. Puolustusvoimien lentävän henkilöstön polkupyöräergometritestin suoritus MILFIT4 -testiohjelmalla.

Ilmavoimien esikunnan operatiivinen osasto. 2005. Lentopalveluksen pysyvääskäsky.

Lentotekniikkalaitos. 2004. Selviytyminen ja ohjaajan varusteet.

Maanpuolustuskorkeakoulu. 2008. Ohje Maanpuolustuskorkeakoulussa laadittavista opinäytetöistä.

PE terveydenhuolto-osasto. 1993. Joukon toimintakyvyn turvaaminen kenttäolosuhteissa, lääketieteelliset näkökohdat.

PE terveydenhuolto-osasto.1998. Joukon toimintakyvyn turvaaminen kenttäolosuhteissa. Kansallisarkisto (KA), Sörnäisten toimipiste (Sörn.) (eli entinen Sota-arkisto (SArk)).

Satakunnanlennosto hävittäjälentolaivue 21. 2011. HÄVLLV21 HN Lentotoimintaohje.



## Opinnäytteet

Källi, J. 2005. Lentäjän fyysinen kuormittuminen: Hawkilla lennettävien ilmataistelulentojen aikainen syketaso ja sen mittaaminen. Maanpuolustuskorkeakoulu. Kadettikurssi 88. Ilmavoimien ohjaajalinja.

## JULKAISTUT LÄHTEET

### Tutkimukset ja opinnäytteet

Casa, D.J., Clarkson, P.M. & Roberts, W.O. 2005. American College of Sports Medicine Roundtable on Hydration and Physical Activity: Consensus Statements, Current Sports Medicine Reports 4. University of Connecticut, Department of Kinesiology, 115-127.

Honkanen, T. 2010. Sotilaslentäjän alaselkävaivojen yhteys toimintakykytesteihin. Jyväskylän yliopisto. Fysioterapian Pro gradu -tutkielma.

Rintamäki, H., Mäkinen, T., Oksa, J., Latvala, J., Leppäluoto, J. & Pihlajaniemi, R. 1998. Neste-, hiilihydraatti- ja elektrolyyttitasapainon vaikutus suorituskykyyn kylmässä. Raporttisarja A / Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta. Helsinki.

Rissanen, S. & Rintamäki, H. 2010. Ohjaajan ja lentoteknisen henkilöstön kuormittuminen ja suorituskyky kuumassa - esitutkimus. Työterveyslaitos. Oulu.

Salmi, J.A. 2003. Body composition assessment with segmental multifrequency bioimpedance method. Kuopion yliopisto. Kuopio.

### Kirjallisuus

Guyton, A.C. & Hall, J.E. 1996. Textbook of medical physiology. 9.painos. Pennsylvania: Saunders Company.

Koskenvuo, K. (toim.) 1993. Kenttälääkintä, Ensihoidon perusteet. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Kyröläinen, H. 1998. Liikuntabiologinen näkökulma toimintakykyyn. Teoksessa Toiskallio, J. (toim.) Toimintakyky sotilaspedagogiikassa. Julkaisusarja 2 N:o 4. Vaasa: Ykkös-Offset Oy.

Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S-E. 1987. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 8.-11.painos. Porvoo - Helsinki - Jurva: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Rainford, D.J. & Gradwell, D.P. 2006. Ernsting's aviation medicine. 4.painos. New York: Hodder Arnold.

Wilmore, J.H. & Costill, D.L. 2004. Physiology of sport and exercise. 3.painos. Hong Kong: Human Kinetics.

### **Artikkelit**

Ilmarinen, R., Kähkönen, E., Aho, J., Hiltunen, P. & Kuronen, P. 1990. Merilentopukujen suojaominaisuudet kylmässä vedessä ja lämpökuormittavuus taitolennoilla: fysiologiset käyttökokeet. Ann Med Milit Fenn 65, 107-120.

Kvist, M. & Kekomäki, M. 1983. Rasituksen vaikutus neste- ja lämpötaapainoon. Duodecim 99, 35-43.

Murray, B. 2007. Hydration and physical performance. Journal of the American College of Nutrition, Vol. 26, No. 5, 542-548.

### **Internet**

<http://www.puolustusvoimat.fi/portal/puolustusvoimat.fi>

[http://www.noc.fi/huippu-urheilu/tukipalvelut/urheilijan\\_ravitsemus/nestetasapaino](http://www.noc.fi/huippu-urheilu/tukipalvelut/urheilijan_ravitsemus/nestetasapaino)

<http://ilmatieteenlaitos.fi/kesatilastot>

## HN-OHJAAJAN LENTOVARUSTEET

## LIITE 1



ALUSPUKU



VÄLIPUKU



ERISTYSPUKU



LENTOJALKINEET



SUKAT



LENTOKÄSINEET



KYPÄRÄNÄYTTÖKYPÄRÄ



G-HOUSUT



PAINELIIVI



PIIRROS:  
Mikko Sarantola  
LÄHDE:  
Lentotekniikkalaitos: Selviytyminen ja ohjaajan va-  
rusteet, 2004

**KYSELYLOMAKE****LIITE 2****KUORMITTAVAN LENTOPALVELUKSEN VAIKUTUS NESTETASAPAINOON****LENTOAIKA:****LENTOTEHTÄVÄ JA ROOLI LENNOLLA:**

1. Harrastan yli 30 min kestäväää liikuntaa:

- A) Kerran viikossa
- B) 1-3 kertaa viikossa
- C) 4-5 kertaa viikossa
- D) >5 kertaa viikossa

2. Edellisen polkupyörä ergon tulos (W/kg):

3. Edellisen päivän fyysinen rasitus:

4. Söin aamupalaksi (mahd tarkasti):

5. Söin ennen lentoa (vain 2. ja 3.kierroksen lentäjät täyttävät):

6. Varustus lennolla:

- A) Meripuku, väliasu ja alusasu
- B) Meripuku, alusasu
- C) Lentohaalari, väliasu ja alusasu
- D) Lentohaalari, alusasu
- E) Muu\_\_\_\_\_

Tietojani saa käyttää tämän raportin laadinnassa.

Paikka, pvm ja nimi:

Allekirjoitus:

Testaaja täyttää:

**LÄMPÖTILA:****ILMANPAINE:****KOSTEUSPROSENTTI:**


Palaute lomake Mikko Sarantolalle tai 2.lentueen päällikön lokeroon.

## ESIMERKKI INBODY KAAVAKKEESTA

## LIITE 3

# InBody 720 Kehon koostumusanalyysi

I.D.	AGE	HEIGHT	GENDER	DATE / TIME	ILMAVOIMAT																																																												
<b>Kehon koostumus</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Segmentti</th> <th>Mitattu arvo</th> <th>Kehon nesteet</th> <th>Pehmytkudoss-massa</th> <th>Rasvaton massa</th> <th>Kokonais-paino</th> <th>Normaalialue</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Solunsäinen vesi ICW (ℓ)</td> <td>32.3</td> <td rowspan="2">51.7</td> <td rowspan="2">66.5</td> <td rowspan="2">70.6</td> <td rowspan="2">80.2</td> <td>26.3 ~ 32.1</td> </tr> <tr> <td>Solunulkoisen vesi ECW (ℓ)</td> <td>19.4</td> <td>16.1 ~ 19.7</td> </tr> <tr> <td>Proteiinimassa (kg)</td> <td>14.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>11.3 ~ 13.9</td> </tr> <tr> <td>Mineraalit (kg)</td> <td>4.89</td> <td>Luumassa 4.04</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3.91 ~ 4.78</td> </tr> <tr> <td>Rasvamassa (kg)</td> <td>9.6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>9.0 ~ 18.1</td> </tr> </tbody> </table>						Segmentti	Mitattu arvo	Kehon nesteet	Pehmytkudoss-massa	Rasvaton massa	Kokonais-paino	Normaalialue	Solunsäinen vesi ICW (ℓ)	32.3	51.7	66.5	70.6	80.2	26.3 ~ 32.1	Solunulkoisen vesi ECW (ℓ)	19.4	16.1 ~ 19.7	Proteiinimassa (kg)	14.0					11.3 ~ 13.9	Mineraalit (kg)	4.89	Luumassa 4.04				3.91 ~ 4.78	Rasvamassa (kg)	9.6					9.0 ~ 18.1																						
Segmentti	Mitattu arvo	Kehon nesteet	Pehmytkudoss-massa	Rasvaton massa	Kokonais-paino	Normaalialue																																																											
Solunsäinen vesi ICW (ℓ)	32.3	51.7	66.5	70.6	80.2	26.3 ~ 32.1																																																											
Solunulkoisen vesi ECW (ℓ)	19.4					16.1 ~ 19.7																																																											
Proteiinimassa (kg)	14.0					11.3 ~ 13.9																																																											
Mineraalit (kg)	4.89	Luumassa 4.04				3.91 ~ 4.78																																																											
Rasvamassa (kg)	9.6					9.0 ~ 18.1																																																											
<b>Lihaskoostumus</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Alle</th> <th>Normaali</th> <th>Yli</th> <th>Yksikkö: %</th> <th>Normaalialue</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Paino (kg)</td> <td>55 70 85 100 115 130 145 160 175 190 205</td> <td>80.2</td> <td></td> <td>64.0 ~ 86.6</td> </tr> <tr> <td>Lihasmassa (kg)</td> <td>70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170</td> <td>40.2</td> <td></td> <td>32.4 ~ 39.6</td> </tr> <tr> <td>Rasvamassa (kg)</td> <td>40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520</td> <td>9.6</td> <td></td> <td>9.0 ~ 18.1</td> </tr> </tbody> </table>						Alle	Normaali	Yli	Yksikkö: %	Normaalialue	Paino (kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 190 205	80.2		64.0 ~ 86.6	Lihasmassa (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170	40.2		32.4 ~ 39.6	Rasvamassa (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520	9.6		9.0 ~ 18.1																																								
Alle	Normaali	Yli	Yksikkö: %	Normaalialue																																																													
Paino (kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 190 205	80.2		64.0 ~ 86.6																																																													
Lihasmassa (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170	40.2		32.4 ~ 39.6																																																													
Rasvamassa (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520	9.6		9.0 ~ 18.1																																																													
<b>Painodiagnoosi</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Alle</th> <th>Normaali</th> <th>Yli</th> <th>Normaalialue</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Painoindeksi (kg/m<sup>2</sup>)</td> <td>10 15 18.5 22 25 30 35 40 45 50 55</td> <td>23.4</td> <td>18.5 ~ 25.0</td> </tr> <tr> <td>Rasvaprosentti (%)</td> <td>0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50</td> <td>12.0</td> <td>10.0 ~ 20.0</td> </tr> <tr> <td>Vyötärö-Lantti suhde WHR (kg)</td> <td>0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20</td> <td>0.83</td> <td>0.80 ~ 0.90</td> </tr> </tbody> </table>						Alle	Normaali	Yli	Normaalialue	Painoindeksi (kg/m <sup>2</sup> )	10 15 18.5 22 25 30 35 40 45 50 55	23.4	18.5 ~ 25.0	Rasvaprosentti (%)	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50	12.0	10.0 ~ 20.0	Vyötärö-Lantti suhde WHR (kg)	0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20	0.83	0.80 ~ 0.90																																												
Alle	Normaali	Yli	Normaalialue																																																														
Painoindeksi (kg/m <sup>2</sup> )	10 15 18.5 22 25 30 35 40 45 50 55	23.4	18.5 ~ 25.0																																																														
Rasvaprosentti (%)	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50	12.0	10.0 ~ 20.0																																																														
Vyötärö-Lantti suhde WHR (kg)	0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20	0.83	0.80 ~ 0.90																																																														
<b>Lihastasapaino</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Alle</th> <th>Normaali</th> <th>Yli</th> <th>Yksikkö: %</th> <th>Rasvaton massa</th> <th>Ideaalinen rasvaton massa x100 (%)</th> <th>Suhteellinen nesteindeksi</th> <th>Nesteindeksi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oikea käsi (kg)</td> <td>40 60 80 100 120 140 160 180</td> <td>4.03</td> <td></td> <td>117.2</td> <td>0.329</td> <td>0.376</td> <td>0.41</td> </tr> <tr> <td>Vasen käsi (kg)</td> <td>40 60 80 100 120 140 160 180</td> <td>3.83</td> <td></td> <td>111.3</td> <td>0.328</td> <td>0.375</td> <td>0.38</td> </tr> <tr> <td>Oikea jalka (kg)</td> <td>70 80 90 100 110 120 130 140</td> <td>29.9</td> <td></td> <td>104.1</td> <td>0.327</td> <td>0.374</td> <td>0.36</td> </tr> <tr> <td>Vasen jalka (kg)</td> <td>70 80 90 100 110 120 130 140</td> <td>11.1</td> <td></td> <td>106.1</td> <td>0.329</td> <td>0.375</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>Keskivertalo (kg)</td> <td>70 80 90 100 110 120 130 140</td> <td>4.9 (102%)</td> <td></td> <td>104.9</td> <td>0.329</td> <td>0.376</td> <td>0.328</td> </tr> </tbody> </table>						Alle	Normaali	Yli	Yksikkö: %	Rasvaton massa	Ideaalinen rasvaton massa x100 (%)	Suhteellinen nesteindeksi	Nesteindeksi	Oikea käsi (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180	4.03		117.2	0.329	0.376	0.41	Vasen käsi (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180	3.83		111.3	0.328	0.375	0.38	Oikea jalka (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	29.9		104.1	0.327	0.374	0.36	Vasen jalka (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	11.1		106.1	0.329	0.375	0.33	Keskivertalo (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	4.9 (102%)		104.9	0.329	0.376	0.328												
Alle	Normaali	Yli	Yksikkö: %	Rasvaton massa	Ideaalinen rasvaton massa x100 (%)	Suhteellinen nesteindeksi	Nesteindeksi																																																										
Oikea käsi (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180	4.03		117.2	0.329	0.376	0.41																																																										
Vasen käsi (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180	3.83		111.3	0.328	0.375	0.38																																																										
Oikea jalka (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	29.9		104.1	0.327	0.374	0.36																																																										
Vasen jalka (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	11.1		106.1	0.329	0.375	0.33																																																										
Keskivertalo (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	4.9 (102%)		104.9	0.329	0.376	0.328																																																										
<b>Body Composition History</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DATE / TIME</th> <th>Weight</th> <th>SMM</th> <th>Fat</th> <th>Score</th> <th>ECW/TBW</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>08/08/11 12:01</td> <td>80.9</td> <td>38.4</td> <td>13.0</td> <td>83</td> <td>0.377</td> </tr> <tr> <td>08/08/11 14:06</td> <td>80.2</td> <td>40.2</td> <td>9.6</td> <td>87</td> <td>0.375</td> </tr> </tbody> </table>						DATE / TIME	Weight	SMM	Fat	Score	ECW/TBW	08/08/11 12:01	80.9	38.4	13.0	83	0.377	08/08/11 14:06	80.2	40.2	9.6	87	0.375																																										
DATE / TIME	Weight	SMM	Fat	Score	ECW/TBW																																																												
08/08/11 12:01	80.9	38.4	13.0	83	0.377																																																												
08/08/11 14:06	80.2	40.2	9.6	87	0.375																																																												
<b>Additional Data</b> (Normal Range) <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Obesity Degree=106%</td> <td>90 ~ 110</td> </tr> <tr> <td>BCM = 46.3 kg</td> <td>37.6 ~ 45.9</td> </tr> <tr> <td>BMC = 4.04 kg</td> <td>3.22 ~ 3.94</td> </tr> <tr> <td>BMR = 1894kcal</td> <td>1695 ~ 1989</td> </tr> <tr> <td>A C = 31.3cm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AMC = 27.7cm</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Obesity Degree=106%	90 ~ 110	BCM = 46.3 kg	37.6 ~ 45.9	BMC = 4.04 kg	3.22 ~ 3.94	BMR = 1894kcal	1695 ~ 1989	A C = 31.3cm		AMC = 27.7cm																																																	
Obesity Degree=106%	90 ~ 110																																																																
BCM = 46.3 kg	37.6 ~ 45.9																																																																
BMC = 4.04 kg	3.22 ~ 3.94																																																																
BMR = 1894kcal	1695 ~ 1989																																																																
A C = 31.3cm																																																																	
AMC = 27.7cm																																																																	
<b>Visceral Fat Area</b>																																																																	
<b>Ravitsemustila-arvio</b> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Proteiini</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Normaali</td> <td><input type="checkbox"/> Vajaa</td> </tr> <tr> <td>Mineraali</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Normaali</td> <td><input type="checkbox"/> Vajaa</td> </tr> <tr> <td>Rasva</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Normaali</td> <td><input type="checkbox"/> Vajaa <input type="checkbox"/> Yli</td> </tr> </tbody> </table>						Proteiini	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Vajaa	Mineraali	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Vajaa	Rasva	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Vajaa <input type="checkbox"/> Yli																																																			
Proteiini	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Vajaa																																																															
Mineraali	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Vajaa																																																															
Rasva	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Vajaa <input type="checkbox"/> Yli																																																															
<b>Painonhallinta</b> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Paino</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Normaali</td> <td><input type="checkbox"/> Alle <input type="checkbox"/> Yli</td> </tr> <tr> <td>Lihakset</td> <td><input type="checkbox"/> Norm <input checked="" type="checkbox"/> Hyvä</td> <td><input type="checkbox"/> Alle</td> </tr> <tr> <td>Rasva</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Normaali</td> <td><input type="checkbox"/> Alle <input type="checkbox"/> Yli</td> </tr> </tbody> </table>						Paino	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Alle <input type="checkbox"/> Yli	Lihakset	<input type="checkbox"/> Norm <input checked="" type="checkbox"/> Hyvä	<input type="checkbox"/> Alle	Rasva	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Alle <input type="checkbox"/> Yli																																																			
Paino	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Alle <input type="checkbox"/> Yli																																																															
Lihakset	<input type="checkbox"/> Norm <input checked="" type="checkbox"/> Hyvä	<input type="checkbox"/> Alle																																																															
Rasva	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Alle <input type="checkbox"/> Yli																																																															
<b>Painodiagnoosi</b> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Paino</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Normaali</td> <td><input type="checkbox"/> Alle <input type="checkbox"/> Yli</td> </tr> <tr> <td>Rasva</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Normaali</td> <td><input type="checkbox"/> Yli <input type="checkbox"/> Huomattavasti yli</td> </tr> <tr> <td>Vyötärö-Lantti suhde</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Normaali</td> <td><input type="checkbox"/> Yli <input type="checkbox"/> Huomattavasti yli</td> </tr> </tbody> </table>						Paino	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Alle <input type="checkbox"/> Yli	Rasva	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Yli <input type="checkbox"/> Huomattavasti yli	Vyötärö-Lantti suhde	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Yli <input type="checkbox"/> Huomattavasti yli																																																			
Paino	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Alle <input type="checkbox"/> Yli																																																															
Rasva	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Yli <input type="checkbox"/> Huomattavasti yli																																																															
Vyötärö-Lantti suhde	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Yli <input type="checkbox"/> Huomattavasti yli																																																															
<b>Kehon tasapaino</b> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Ylävartalo</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Tasapainossa</td> <td><input type="checkbox"/> Lievä epä-tasapaino</td> <td><input type="checkbox"/> Suuri epä-tasapaino</td> </tr> <tr> <td>Alavartalo</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Tasapainossa</td> <td><input type="checkbox"/> Lievä epä-tasapaino</td> <td><input type="checkbox"/> Suuri epä-tasapaino</td> </tr> <tr> <td>Alavartalo</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Tasapainossa</td> <td><input type="checkbox"/> Lievä epä-tasapaino</td> <td><input type="checkbox"/> Suuri epä-tasapaino</td> </tr> </tbody> </table>						Ylävartalo	<input checked="" type="checkbox"/> Tasapainossa	<input type="checkbox"/> Lievä epä-tasapaino	<input type="checkbox"/> Suuri epä-tasapaino	Alavartalo	<input checked="" type="checkbox"/> Tasapainossa	<input type="checkbox"/> Lievä epä-tasapaino	<input type="checkbox"/> Suuri epä-tasapaino	Alavartalo	<input checked="" type="checkbox"/> Tasapainossa	<input type="checkbox"/> Lievä epä-tasapaino	<input type="checkbox"/> Suuri epä-tasapaino																																																
Ylävartalo	<input checked="" type="checkbox"/> Tasapainossa	<input type="checkbox"/> Lievä epä-tasapaino	<input type="checkbox"/> Suuri epä-tasapaino																																																														
Alavartalo	<input checked="" type="checkbox"/> Tasapainossa	<input type="checkbox"/> Lievä epä-tasapaino	<input type="checkbox"/> Suuri epä-tasapaino																																																														
Alavartalo	<input checked="" type="checkbox"/> Tasapainossa	<input type="checkbox"/> Lievä epä-tasapaino	<input type="checkbox"/> Suuri epä-tasapaino																																																														
<b>Kehon rakenne</b> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Yläkeho</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Norm</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Hyvä</td> <td><input type="checkbox"/> Heikko</td> </tr> <tr> <td>Alakeho</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Norm</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Hyvä</td> <td><input type="checkbox"/> Heikko</td> </tr> <tr> <td>Lihakset</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Norm</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Hyvä</td> <td><input type="checkbox"/> Heikko</td> </tr> </tbody> </table>						Yläkeho	<input checked="" type="checkbox"/> Norm	<input checked="" type="checkbox"/> Hyvä	<input type="checkbox"/> Heikko	Alakeho	<input checked="" type="checkbox"/> Norm	<input checked="" type="checkbox"/> Hyvä	<input type="checkbox"/> Heikko	Lihakset	<input checked="" type="checkbox"/> Norm	<input checked="" type="checkbox"/> Hyvä	<input type="checkbox"/> Heikko																																																
Yläkeho	<input checked="" type="checkbox"/> Norm	<input checked="" type="checkbox"/> Hyvä	<input type="checkbox"/> Heikko																																																														
Alakeho	<input checked="" type="checkbox"/> Norm	<input checked="" type="checkbox"/> Hyvä	<input type="checkbox"/> Heikko																																																														
Lihakset	<input checked="" type="checkbox"/> Norm	<input checked="" type="checkbox"/> Hyvä	<input type="checkbox"/> Heikko																																																														
<b>Terveysarvio</b> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Kehon nesteet</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Normaali</td> <td><input type="checkbox"/> Alle</td> </tr> <tr> <td>Nesteindeksi</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Normaali</td> <td><input type="checkbox"/> Lievä oedeema <input type="checkbox"/> Oedeema</td> </tr> <tr> <td>Elin-tavat</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Normaali</td> <td><input type="checkbox"/> Huomio <input type="checkbox"/> Riski <input type="checkbox"/> Huomattava riski</td> </tr> </tbody> </table>						Kehon nesteet	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Alle	Nesteindeksi	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Lievä oedeema <input type="checkbox"/> Oedeema	Elin-tavat	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Huomio <input type="checkbox"/> Riski <input type="checkbox"/> Huomattava riski																																																			
Kehon nesteet	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Alle																																																															
Nesteindeksi	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Lievä oedeema <input type="checkbox"/> Oedeema																																																															
Elin-tavat	<input checked="" type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Huomio <input type="checkbox"/> Riski <input type="checkbox"/> Huomattava riski																																																															
<b>Painokontrolli (kg)</b> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Tavoitepaino</td> <td>80.2 kg</td> </tr> <tr> <td>Painokontrolli</td> <td>0.0 kg</td> </tr> <tr> <td>Rasvakontrolli</td> <td>0.0 kg</td> </tr> <tr> <td>Lihaskontrolli</td> <td>0.0 kg</td> </tr> <tr> <td>Fitness indeksi</td> <td>87 Pistettä</td> </tr> </tbody> </table>						Tavoitepaino	80.2 kg	Painokontrolli	0.0 kg	Rasvakontrolli	0.0 kg	Lihaskontrolli	0.0 kg	Fitness indeksi	87 Pistettä																																																		
Tavoitepaino	80.2 kg																																																																
Painokontrolli	0.0 kg																																																																
Rasvakontrolli	0.0 kg																																																																
Lihaskontrolli	0.0 kg																																																																
Fitness indeksi	87 Pistettä																																																																
<b>Impedanssi</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Z</th> <th>RA</th> <th>LA</th> <th>TR</th> <th>RL</th> <th>LI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1kHz</td> <td>323.7</td> <td>339.3</td> <td>24.9</td> <td>262.4</td> <td>269</td> </tr> <tr> <td>5kHz</td> <td>312.6</td> <td>330.9</td> <td>23.9</td> <td>258.4</td> <td>265</td> </tr> <tr> <td>50kHz</td> <td>274.7</td> <td>294.0</td> <td>19.0</td> <td>223.1</td> <td>228</td> </tr> <tr> <td>250kHz</td> <td>245.9</td> <td>263.0</td> <td>15.3</td> <td>200.2</td> <td>204</td> </tr> <tr> <td>500kHz</td> <td>237.1</td> <td>254.1</td> <td>14.2</td> <td>194.8</td> <td>198</td> </tr> <tr> <td>1MHz</td> <td>235.4</td> <td>245.2</td> <td>13.7</td> <td>191.5</td> <td>194</td> </tr> <tr> <td>X 5kHz</td> <td>312.6</td> <td>330.9</td> <td>23.9</td> <td>258.4</td> <td>265</td> </tr> <tr> <td>50kHz</td> <td>274.7</td> <td>294.0</td> <td>19.0</td> <td>223.1</td> <td>228</td> </tr> <tr> <td>250kHz</td> <td>245.9</td> <td>263.0</td> <td>15.3</td> <td>200.2</td> <td>204</td> </tr> </tbody> </table>						Z	RA	LA	TR	RL	LI	1kHz	323.7	339.3	24.9	262.4	269	5kHz	312.6	330.9	23.9	258.4	265	50kHz	274.7	294.0	19.0	223.1	228	250kHz	245.9	263.0	15.3	200.2	204	500kHz	237.1	254.1	14.2	194.8	198	1MHz	235.4	245.2	13.7	191.5	194	X 5kHz	312.6	330.9	23.9	258.4	265	50kHz	274.7	294.0	19.0	223.1	228	250kHz	245.9	263.0	15.3	200.2	204
Z	RA	LA	TR	RL	LI																																																												
1kHz	323.7	339.3	24.9	262.4	269																																																												
5kHz	312.6	330.9	23.9	258.4	265																																																												
50kHz	274.7	294.0	19.0	223.1	228																																																												
250kHz	245.9	263.0	15.3	200.2	204																																																												
500kHz	237.1	254.1	14.2	194.8	198																																																												
1MHz	235.4	245.2	13.7	191.5	194																																																												
X 5kHz	312.6	330.9	23.9	258.4	265																																																												
50kHz	274.7	294.0	19.0	223.1	228																																																												
250kHz	245.9	263.0	15.3	200.2	204																																																												