



# SOTILASLENTÄJÄN FYYSINEN SUORITUSKYKY SEKÄ TYÖPERÄISET TUKI- JA LIIKUNTAELINOIREET



***Harri Rintala***

**Maanpuolustuskorkeakoulu  
Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos**

*Julkaisusarja 1 - N:o 10*

# **SOTILASLENTÄJÄN FYYSINEN SUORITUSKYKY SEKÄ TYÖPERÄISET TUKI- JA LIIKUNTAELINOIREET**

Harri Rintala

Akateeminen väitöskirja, joka Maanpuolustuskorkeakoulun tutkimusneuvoston suostumuksella esitetään julkisesti tarkastettavaksi Tikkakoskella Ilmasotakoulussa auditorio Ehrnroothissa perjantaina 30. marraskuuta 2012 klo 12.00

Maanpuolustuskorkeakoulu, Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos  
Julkaisusarja 1, N:o 10 / 2012

Copyright © Harri Rintala ja Maanpuolustuskorkeakoulu

Kannen kuva: Teuvo Saukko

Julkaisusarja 1, N:o 10 / 2012

ISSN 1798-0399

ISBN 978-951-25-2374-0

ISBN 978-951-25-2375-7 (PDF)

Tampereen yliopistopaino Oy – Juvenes Print  
Tampere 2012

## **OHJAAJAT**

TtT Arja Häkkinen, kliinisen fysioterapian professori, Jyväskylän yliopisto, terveystieteiden laitos (ohjaajana vuoteen 2009 asti)

LitT Heikki Kyröläinen, liikuntafysiologian ja sotilaan fyysisen toimintakyvyn professori, Jyväskylän yliopisto, liikuntabiologian laitos ja Maanpuolustuskorkeakoulu (ohjaajana vuodesta 2009 lähtien)

LKT Matti Mäntysaari, sotilasterveydenhuollon professori, Oulun yliopisto, terveystieteiden laitos, kliinisen fysiologian dosentti, sukelluslääketieteen ja ylipainehappihoidon erityispätevyys, Ilmailulääketieteen keskuksen johtaja

## **ESITARKASTAJAT**

LT Jari Arokoski, fysiatrian dosentti ja erikoislääkäri, kivunhoitolääketieteen, kuntoutuksen, vakuutuslääketieteen ja lääkärikouluttajan erikoispätevyys, Kuopion yliopistollinen keskussairaala, Itä-Suomen yliopisto

THT Sirpa Lusa, työterveyden dosentti, Terveys ja työkyky-osaamiskeskus / fyysisen toimintakyvyn tiimi, Työterveyslaitos

PST Lauri Oksama, Human Factors ja palvelusturvallisuus-alan dosentti, Käyttätymistieteiden laitos, Maanpuolustuskorkeakoulu

## **VASTAVÄITÄJÄ**

LT Olavi Hämäläinen, dosentti ja fysiatrian erikoislääkäri, ilmailulääketieteen erikoispätevyys, Finnair Oyj:n johtava ilmailulääkäri

## **KUSTOS**

Ph.D, yleisesikuntaeverstiluutnantti Juha Mäkinen, sotilaspedagogiikan professori, Maanpuolustuskorkeakoulu

## KÄSITTEET JA LYHENTEET

Fyysinen kasvatus.....	Suomen puolustusvoimissa käytetty termi, jolla tarkoitetaan psykofysiologisia tekijöitä ja tavoitteita marssi-, taistelu- ja liikuntakoulutuksessa
Toimintakyky.....	Liikunta- ja terveystieteissä ihmisen (pääasiassa) biologiset ominaisuudet suoriutua päivittäisistä tehtävistä; sotatieteissä holistinen psykofysiologiso-siaalis-eettinen kokonaisuus, joka tarvitaan sotilaan ammatillisen kasvun, oppimisen ja käyttäytymisen perustaksi, ja jolle rakennetaan suorituskykyä fyysisen kunnon ja taitojen avulla
Fyysinen suorituskyky.....	Ihmisen fyysisen kunnon ja opittujen motoristen taitojen kokonaisuus
Fyysinen kunto.....	Ihmisen kestävyys-, voima-, nopeus- ja liikkuvuusominaisuudet, joista taitojen avulla jalostetaan suorituskykyä
Fyysinen kuormittuminen.....	Yksilön altistuminen ulkoiselle ärsykkeelle, joka vaatii ihmiselimistöä toimimaan lepotilaa tehokkaammin; suhteessa fyysiseen suorituskykyyn
Kuormittuneisuus.....	Ihmiselimistön lepotilaa suurempi psykofysiologisten vasteiden taso ulkoisten altisteiden alaisena; työfysiologiassa suhteessa maksimaaliseen fyysiseen suorituskykyyn; sotilaspedagogiikassa myös psyykkis-fyysiso-siaalis-eettinen subjektiivinen tila suhteessa koettuun toimintakykyyn
Työn fyysinen kuormittavuus...	Työnteon ihmiselimistöön aiheuttamia psykofysiologisia vasteita kuten sykkeen ja/tai hengitystaajuuden kohoamista, lihasten sähköisen aktivaation lisääntymistä ja stressihormonien erittymistä
Työperäinen.....	Työn aiheuttama, työstä johtuva
Ammattitauti.....	Työn aiheuttamasta altisteesta johtuva tietyt kriteerit täyttävä sairaus
TULE-oire .....	Tuki- ja liikuntaelinoire

+G <sub>z</sub> .....	Koneen kaartaessa lentäjää kohti istuinta painava kiihtyvyysovoima; oikeammin sen vastakkainen inertiaovoima
G-LOC.....	Kiihtyvyysoimista johtuva tajunnan menetys, G-Induced Loss of Consciousness
LSI-järjestelmä.....	Lentosuoritusilmoitusjärjestelmä, jonne tallennetaan lentotoimintaan liittyviä tapahtumia ja suuria Ilmavoimissa
FI.....	Lentokoneen teknisten rakenteiden kuormittumista kuvaava laskennallinen indeksi, Fatigue Index
Kiihtyvyyssmonikerta.....	G-voiman taso, kerrannainen normaali-painovoimaan nähden (2G,3G,4G jne.)
G-ylitys.....	Yhden kiihtyvyyssmonikerran yli nouseminen lentokoneen kaartaessa
G-kertymä .....	G-ylitysten kumulaatio
G-indeksi.....	Teoreettinen aikaan ja G-tasovaihteluun suhteutettu G-kertymä
G-spektri.....	Lentotehtävän aikainen G-tasovaihtelu
Suihkuharjoituskone.....	Suihkumoottorikäyttöinen, usein kaksipaikkainen, hyvin liikehtimiskykyinen lentokone, jolla harjoitellaan ilmataistelutaktiikkaa alkeislentokoulutuksen jälkeen
Torjuntahävittäjä.....	Hävittäjä; lentokone, jolla valvotaan ja pyritään hallitsemaan tietyn alueen ilmatilaa sekä torjumaan tarvittaessa voimakeinoin ilmatilan loukkaukset
Liikehtimiskykyinen lentokalusto.....	Suihkuharjoituskoneet, hävittäjät ja rynnäkkökoneet, jotka pystyvät tuottamaan nopeasti ja pitkään suuria G-voimia; myös taitolentokoneet
Valmiusohjaaja.....	Hävittäjätorjuntaan koulutettu lentäjä
Lihaskuntoindeksi.....	Usean lihaskuntoa mittaavan testin absoluuttisista tuloksista määritetty summamuuttuja, joka kuvaa yksilön lihaskuntoa yleisesti
VO <sub>2</sub> max.....	Maksimaalinen hapenotto- ja verenkiertojärjestelmän hengitys- ja verenkiertojärjestelmän kestävyysominaisuuksia kuvaava suure

Omistan tämän tutkimuksen esitarkastuksen jälkeen edesmenneen äitini  
Mirja Rintalan (o.s. Näveri), majuri Pekka Seppäsen ja kummisetäni  
sotaveteraani Oiva Pekkalan muistoille.

## ESIPUHE

Taivaitten valtiias riisti minulta murrosikäisenä kyvyn aivan priimaan näkemiseen. Vesivehmaan lentokentältä nousseita koneita kotipihan kesäisillä kuumilla kallioilla seljällään makoillen ihailleesta pikkupojasta ei koskaan tullut ammatillisessa mielessä unelmiensa kohdetta, sotilaslentäjää. Elämään kuuluvat olennaisena osana pettymykset ja niistä toipuminen: minä sain kuitenkin yli 22 vuoden ajan toteuttaa haavettani ”keittiön ovesta” Ilmavoimiin livahtaneena, aivan alussa viitisen vuotta väliaikaisissa sotilasviroissa (lienee tuolloin epävirallinen Suomen ennätys...) ”Ilmavoimien sinisissä” palvelen, silloin lopulta jopa luutnantin nappeja kantaen, ja loput 17 vuotta mitä erilaisimmissa siviiliasiantuntijan tutkimustehtävissä sotilaslentäjiin liittyen. Päätehtävät liittyivät toki aina jollain tavalla sotilaslentäjän fyysiseen toimintakykyyn. Tarjottiinpa jopa joitain kymmeniä tunteja aktiivista ilmataistelukoulutukseen osallistumista suihkuharjoitus- ja hävittäjäkalustolla. Mikä elämys jo ”maansa myyneelle” ja sidettä siipensä katkaisseelle: kotikoivu ja kalliot eivät näyttäneet sittenkään hassummilta lintuvinkkelistä! Toki matkaan mahtui pari vuotta hairahduksia lavealle tielle: liikunnan ja terveystiedon lehtoriksi, ”inhottavaan siviiliin”, lukioon sekä peruskoulun yläasteelle ynnä YK-keikka Libanonin ”tulihelvettiin” tiedotusupseeriksi.

Vaikka upseerin ura kutsuikin viettelevästi Kadettikoululta aivan muille kuin ilmavoimainjoille, Kadettikurssi 73 ei saanut minusta vuonna 1986 uutta ”simpua”, vaan tein heti kättelyssä ratkaisevan päätöksen hakeutua ylempiin korkeakoulututkintoihin johtaviin siviiliopintoihin. Niitä onkin riittänyt näihin päiviin asti: maisteriksi kasvatustieteistä Ilmavoimien liikuntakasvatukseen opinnäytteessäni perehtyen, toisen kerran liikuntatieteistä sotilaslentäjien liikunnan opetussuunnitelman perusteita luoden, lisenssiaatiksi lentäjien maskuliinisesta identiteetistä ja ruumiinkulttuurista kirjoittaen sekä nyt lopulta tohtoriksi lentäjän fyysisestä toimintakykyisyydestä, kuntotekijöistä sekä ammattiperäisistä terveysongelmista väitellen. Luova hulluus ja ilmailukärpäsen purema ovat olleet vaarallisen kiehtova ja katalyyttinen yhdistelmä. Olen voinut perehtyä syvällisesti yhteen erikoisammattiin ja saanut antaa tähän mennessä kaiken sen pedagogisen ja valmennuksellisen osaamisen, mitä koulustaustani mahdollistaa, Ilmavoimien käyttöön. Perinnöksi jätän lentäjien liikunnan opetussuunnitelman, oppimateriaalit, ammatillisen kuntotestausjärjestelmän, työterveyttä edistävän liikunnan suositukset, ammatillisten tuki- ja liikuntaelinoireitten riskienhallinta-analyysit, yli 50:lle Ilmavoimien ohjaajalinjan kadetille ja upseerille annetun alan tutkimuskasvatuksen sekä runsaat 60 kansainvälistä ja kotimaista tieteellistä esiintymistä ilmailufysiologian alalla. Enempää en tähän

mennessä ole aiheesta keksinyt! Tästä kaikesta haluan erityisesti kiittää entistä Lapin Lennoston komentajaa, eversti evp. Pekka Kannista, joka rekrytoi minut Lapin korkeakoulun opiskelijain reserviupseerikerhon puheenjohtajana kirjaimellisesti suoraan saunan lauteilta Pro Gradun kimppuun Ilmavoimien Esikuntaan. Sieltä haluan puolestaan muistaa edesmennyttä lentokoulutuspäällikköä, majuri evp. Pekka Seppästä, josta kehkeytyi minulle vuosien mittaan de facto – lennonopettajani, ja jonka keralla sain ehkä enemmän kuin kenenkään muun kanssa tulla osaksi sotilaslentäjän maailmaa täydelliseltä aitiopaikalta, Hawkin takapenkiltä. Pekka yritti painokkaasti, vielä aivan viimeisiin päiviinsä asti myös eläkkeelle siirtymisensä jälkeen, vakiinnuttaa tehtävääni Ilmavoimiin kuuluvaksi olennaiseksi lentotoimintaa tukevaksi osaksi. Pekan muistolle erityisesti omistan tämän tutkimukseni, joka on samalla tähänastinen elämäntyöni. Ilolla muistan myös nykyistä Jyväskylän lentoaseman päällikköä, everstiluutnantti evp. Esa Kainulaista, jonka kanssa sain tehdä ensimmäisen Hawk-keikkani, aina lentoon ynnä tuumailuihin valmista majuri evp. Kai Ukkolaa lennättäjänäni ja Ilmavoimien kansainvälisen valmiusyksikön ”Muuttolinnun” esimiehenäni, everstiluutnantti evp. Juhani Hipeliä vähän kevyemmällä kalustolla kaartelusta ynnä syvällisistä lentoturvallisuuskeskusteluista ja lukemattomia muita saman ikäpolven sekä nuoremman kaartin ohjaajia, jotka saivat minut nauttimaan ”G-vitamiinia” työn kuormitukseen perehtymisekseni kaikissa Ilmavoimien lentoyksiköissä.

Alkuun ”Pyilly-Valtteria”, Brewster 239-hävittäjää ja viimeisinä palvelusaikoinaan jatkosodassa ”Mersua” eli Messerschmitt 109-hävittäjää lentäneen lentäjäveteraani, sittemmin hovioikeuden neuvos Heimo Lammen kanssa kävin kirjeenvaihtoa sotilaslentäjän identiteetistä hänen kuolinvuoteelleen asti. Hän pyrki minulle kirjeissään ja kirjallisessa tuotannossaan valottamaan sotilaslentäjän elämän kuormitteita laaja-alaisesti: aina keli ei ollut ”pommi-cavok:ia” eikä inhimillinen toimintakyky näyttäytynyt mitenkään rajattomalta nuoren miehen unelmalta. Lampi purkaa paradoksaalisia tuntojaan sodan aiheuttamasta uran päätöksestä sattuvasti: ”Ilmavoimat oli suurin rakkauteni ja suurin painajaiseni”. Minulle kävi vuoden 2010 aikana samalla tavalla, kun tehtäväni lentäjien liikuntakasvatuksen ja ilmailufysiologian asiantuntijana näyttivät loppuvan Tikkakoskella, jonne olin jo vahvasti rakentanut ajatuksissani eläkevirteni. Sotilaslääketieteen johto, ilmeisen suosiollisella ilmavoimallisella myötävaikutuksella, oli päättänyt minulta mitään kysymättä siirtää kotitukikohtaani Ilmavoimista ”Psykoon” ja näin muuttaa lentosuunnitelmiani perusteellisesti. Koneeni alkoi tietenkin jo siirtolennon nousussa savuttaa, sakkasi, ja löin pääni Palokan Hiekkapohjan tien varren ikimäntyyn. Harmini keskellä kunnioitan Heimoa viisauksineen: hänen



esimerkkiään vaalien olen päättänyt kuitenkin löytää katkeroitumatta uuden suunnan elämälleni.

Merkittävän kiitoksen työympäristöstäni ansaitsevat myös lähimmät, pitkäaikaiset siviilityöntekijäkaverini Tikkakoskelta eli Ilmavoimien johtava lakimies Veli-Pekka Paananen jo toisen polven ilmavoimalaisena ja armottomana ilmataistelupelien hävittäjä-ässänä, suunnittelija Jari Saukkonen häitteni valokuvaajana, muinoisena kitarasankarina ja hiljaisen sanavalmiina Keiteleen rantojen moottoripyöräilevänä ajattelijana, diplomikielenkääntäjä Tapio Kakko suoraselkäisenä ”Lännen miehenä” ja viinerikahvien nautiskelijana sekä sosiaalipäällikkö Kari Karjalainen lupsakkaana savolaisena matkaseurana ynnä meitä yhdistävän harrasteen, italialaisten ajopelien sitkeänä harrastajana. Kiitokset myös majuri Petri Kurkiselle, Ilmavoimien esikunnan koulutuskonkarille, joka on vuosikausia jaksanut tukea työtäni, ja jonka kanssa olen jakanut rauhanturvaamistehtävien muistoja iloineen ja kiroineen. Ilman Teidän kaikkien kannustustanne en olisi jaksanut vaikean ajan yli. Herrasmiesklubimme kokoontuu vapaalla, vaikka yksi mies työmaalta lähteekin. Pertti ”Spede” Pasasta mukaillen: ”Henkilöt vaihtuvat, nauru elää”.

Väitöskirjan viimeistelyssä on henkisesti auttanut hyvin merkittävästi koko Luonetjärven varuskunnan terveysaseman henkilöstö: olihan piskuinen ”tutkijankammio” käytössäni runsaan kahden ja puolen vuoden ajan. Kiitokset kuuluvat Teille kaikille ”yhteensä ja erikseen”, niin kuin ”Tuntemattoman” Honkajoki sen lausui, saumattomasta kannustuksesta ja tuesta tutkimukseni ja työni henkilöstöpoliittisten harmien kiemuroissa. Toitte tutkijan työhön sen niin usein puuttuvan sosiaalisen henkireiän ja ravistelitte harteiltani sinne kertyneitä hämähäkinseittejä. Myös muille Ilmavoimien lentoyksiköitten kupeissa oleville terveysasemille kuuluvat kiitokset vilpittömästä avunannosta työteliääseen, mutta syystä myös sujuvaan tutkimustiedon keruuseen viime vuosien aikana. Vanhasta Keskussotilassairaala Tilkasta haluan muistaa fysioterapeutti Elli Suonista, ThM, fysioterapeutti Jaana Ulaskaa ja silloista luutnantti Matti Martikaista, Sotilaslääketieteen Laitoksen Ilmavoimaosaston toimistoupseeria, jotka kaikki auttoivat merkittävästi lentäjien kuntotestaukseen liittyvissä käytännön järjestelyissä. Sotilaslääketieteen keskuksen esikunnasta kiitän Iiri Aaltoa hänen erinomaisesta asiantuntemuksestaan tutkimusdatan tallentamiseen liittyen, ja Ilmavoimien Esikunnan henkilöstöosastolta FM Tuula Hildéniä hänen korvaamattomasta avustaan venäjänkieliseen kirjallisuuteen perehtyessäni.

Innoituksesta muistan sananmukaisesti lämmöllä ”Vanhaa Rouvaa” eli Kristina Cruises-varustamon silloista lippulaivaa Kristina Reginaa ja sen

miehistöä, joiden kanssa seilasin muutamana talvena Punaisenmeren aalloilla Siinain vuorten katveessa legendaarisissa YK-rauhanturvamaisemissa. Lukemattomat olivat ne hetket, jolloin luonnostelin tutkimusraporttia Café Navigaren antimien kyyditsemänä ja lempeitten aaltojen keinuttamana.

Akateemisesta tuesta väitöskirjaprosessissani ja liikuntalääketieteen pohdinnoista kiitän Jyväskylän yliopiston Liikuntatieteellisen tiedekunnan Terveystieteiden laitosta ja professori Arja Häkkistä, joka ohjasi tutkimustani ennen työni välttämätöntä siirtämistä Maanpuolustuskorkeakouluun monimutkaisten välivaiheitten jälkeen. Arjan pitkäaikaista tutkijaparia Hannu Kautiaista kiitän biostatistiikan peukaloinnista ja hersyvistä kahvipöytäkeskusteluista (pahoittelen, että en ole saanut ylennystäsi aikaiseksi; prinssieverstin arvo on vetämässä!). Professori Heikki Kyröläistä Liikuntabiologian laitokselta kiitän Arjan työn jatkamisesta Maanpuolustuskorkeakoulussa Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitoksella suopeassa tutkimuspedagogisessa hengessä ja vertauskuvallisesti kunnan hiostamisesta työn tarkastuskuntoon saattamisessa. Liikuntakasvatuksen laitokselle puolestaan kuuluu oikeutetusti kunnia tutkijuuteni herättämisestä ja liikuntakasvatukseen sisältyvien olennaisten, inhimilliseen vuorovaikutukseen liittyvien tekijöitten ja menetelmien parissa kasvamisesta: ilman runsaan 15 vuoden opintojani ja seminaarityöskentelyä siellä en olisi mitenkään pystynyt tämän tutkimuksen tuottamiseen. Sotilaslääketieteen keskukselta kiitän Kari Kelhoa, vanhaa velhoa, työn loppuvaiheen tietoteknisten ongelmien kurissa pitämisestä sekä toista ohjaajaani, Ilmailulääketieteen keskuksen johtajaa Matti Mäntysaarta. Dosentti, LitT Juha Oksaa Työterveyslaitoksesta ja LL Roope Soveliusta Sotilaslääketieteen keskukselta haluan muistaa hersyvistä ja innovatiivisesta hengestä sotilaslentäjän fyysiseen kuormittumiseen liittyvässä, pitkään kestäneessä tutkimusyhteistyössä; lentopojat tulevat aina muistamaan meidät puihoinemme, teippeinemme ja elektrodienemme... Lämpimät kiitokset myös Jukka-Pekka Kesoselle Jyväskylän yliopiston ATK-keskukseen jo 1990-luvun alusta kestäneeseen tilastolliseen yhteistyöhön: pelastit minut useaan otteeseen hukumasta tilastollisiin ongelmiin! FM Sara Hännikäinen Maanpuolustuskorkeakoulusta ojenteli minua aapiskukon karttakepillä käsikirjoituksen aikaisissa kielenhuoltokysymyksissä ja tutkimussihteri Tuula Soisalo samasta osoitteesta junaili julkaisupoliittisia käytännön kysymyksiä; näistäkin suuret kiitokset. Vielä haluan kiittää vilpittömästi koko Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitosta jatkuvasta kannustuksesta, erikseen professori Juha Mäkistä verrattomista ja kasvatushenkisistä, joskus jopa filosofisista keskusteluista uurastukseni loppumetreillä sekä kolmea esitarkastajaani, PsT, dosentti Lauri Oksamaa, sotilaslentäjien psyykkisen suorituskyvyn asiantuntijaa

Maanpuolustuskorkeakoulusta, THT, dosentti Sirpa Lusaa, turvallisuusalojen toimintakyvyn asiantuntijaa Työterveyslaitokselta ja LT, fysiatri, dosentti Jari Arokoskea, kivunhoidon ja kuntoutuksen asiantuntijaa Itä-Suomen yliopistosta tutkimusraporttiini kohdistuneista täydentävistä kommentteista. Lopuksi kiitän vastaväittäjäni, LT, fysiatri, dosentti Olavi Hämäläistä, Finnairin ylilääkärinä, oppi-isällisestä esimerkistä ja haastavista tieteellisistä kysymyksistä niin itse väitöstilaisuudessa kuin ilmailulääketieteenkin foorumeilla; toivottavasti kylvämäsi siemen iti hedelmällisessä maaperässä!

Oman lukioni eli Vääksyn Yhteiskoulun tuki- ja stipendisäätiötä, Lahti-Salpausselkä Rotary ry:tä Jorma ja Märtha Sihvolan säätiön tuen myötä sekä Jenny ja Antti Wihurin rahastoa kiitän avusta niin työni viimeistelyssä kuin mahdollisuudesta päästä julkaisemaan tutkimukseni keskeisimpiä osia kansainvälisillä liikuntatieteiden ja liikuntalääketieteen kongressifoorumeilla.

Oma perhe odottaa väitösprosessin valmistumista kuin kuuta nousevaa. Vaimolleni Pirjolle ja pojalleni Jussille kohdistan kaikkein syvimät kiitokseni siitä, että ovat ylipäätään kestäneet: onneksi he eivät ole olleet tässä yli 17 vuotta kestäneessä prosessissa kuin noin puolivälistä alkaen osallisina. Asialla on näemmä valoisatkin puolensa... Odotuksessa on kuitenkin tällä kerralla jo jotain vaarallisen tuttua: vaimoni väitöstä hiottiin yhdeksän vuotta sitten, tällä kertaa minä olen ollut tahtipuikon heiluttajana.

Akateemisuus on kuin varkain syventynyt erilaisten ongelmien ja tutkimusparadigmojen kanssa touhutessa. Ystäväni opettajankoulutuksen ajoilta ovat jaksaneet vuosia ihmetellä, milloin oikein aion aloittaa ns. oikeat työt. Ehkä aika tämän tutkimuksen myötä tälle alkaa olla kypsä? Ammattitutkijuuteen kuuluu kuitenkin niin olennaisesti persoonaani pesiytynyt aito ihmettelyn ja hämmästyksen sekä kyseenalaistamisen taito, että nyt väitöskirjan myötä syntyvää lasta ei säälisi mitenkään estää varttumasta ja kasvamasta täyteen mittaansa. Ihmisen opettamisen, liikunnan ja toimintakyvyn alalla lienee varmasti osaavalle tekijälleen mielenkiintoista työtä. Odotan uteliaana ja innokkaana uutta aamua ja seuraavaa kasvun askelta.

Asikkalan kotimetsien koivuhalkoja kotimme leivinuunin pesään pistellessä väitöskirjan painatusversiota viimeistellessä,

Jyväskylän Hollituvantiellä lokakuussa 2012

Harri Rintala

**”Olisit sanonut niille (lentäjille), etteivät tekisi sellaisia kieppejä niin kovassa vauhdissa, vaan nojaisivat paremmin siihen penkkiin taaksepäin”**

(Poikamme Jussin ratkaisu sotilaslentäjien tuki- ja liikuntaelinongelmiin viiden vanhana toukokuussa 2006, kun keskustelimme kahvipöydässä fysiatri-vaimoni Pirjon kanssa TULE-ongelmien ehkäisytaavoista)

## TIIVISTELMÄ

Kirjallisuudesta välitty useitten vuosikymmenten ajalta tietämys sotilaslentämisen fyysisestä kuormittavuudesta. G-voimista aiheutuva kuormittuminen näyttää johtavan joko akuutisti tai pitkäaikaisesti lentäjän tuki- ja liikuntaelimestön toimintakykyä alentaviin ongelmiin. Erityisesti on selvitetty niskan alueen työperäisten ongelmien syntyä, jolloin on havaittu lentotoiminnan fyysisen kuormittavuuden johtavan ennen aikaiseen rakenteelliseen rappeumaan, haittaa aiheuttavan oireen lisäksi. Kansainvälisen kirjallisuuden mukaan ammatista johtuvista eli työperäisistä oireista kärsii vähintään 2/3 kaikista sotilaslentäjistä. Tietyin edellytyksin lentäjien kaularangan alueen rappeuma on Suomessa hyväksytty ammattitautiksi vuodesta 1995 alkaen. On arveltu, että hyvästä fyysisestä suorituskyvystä olisi apua tuki- ja liikuntaelin (TULE)-oireilun ennaltaehkäisemisessä ja toimintakyvyn ylläpitämisessä. Tutkimusnäyttö tästä on lentäjien osalta ollut toistaiseksi erittäin niukkaa. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää suomalaisten sotilaslentäjien työperäisen TULE-oireilun esiintyvyyttä, oireista koetun haitan tasoa, lentäjien fyysisen kunnan tasoa virkauran aikana ja näitten kaikkien välisiä yhteyksiä sekä työperäisen TULE-oireen merkitystä sotilaan toimintakykyyn.

Tutkimus jakautui kahteen osaan. Poikkileikkauksena lentotoimintaperäisiä TULE-oireita kartoitettiin kyselytutkimuksella, johon vastasi vuositarkastuksen yhteydessä 267 lentäjää vuosina 2004-2005. Joukosta poimittiin ne 195 lentäjää, jotka olivat suorittaneet yleissotilaalliset kuntotestit puolen vuoden sisällä kyselyyn vastaamisesta, ja mitatut testitulokset yhdistettiin kyselytutkimusaineistoon. Tässä aineistossa toteutettiin fyysisesti erilailla kuormittuvien lentäjäryhmien välisiä vertailuja fyysisen kunnan, TULE-esiintyvyyden ja koetun haitan suhteen. Poikkileikkausosassa tutkittiin myös lentäjien virkauran aikaisia tasoeroja yleissotilaallisissa kuntotesteissä (n=195) verrattuna muihin suomalaisiin sotilaisiin. Lisäksi (N=289) selvitettiin ilmailulääketieteellisen tarkastuksen yhteydessä mitattuja, ns. ammatillisia fyysisiä erityisominaisuuksia eri ikäluokissa. Pitkittäisosassa seurattiin 67:n Hawk-suihkuharjoituskoneella aloittaneen Ilmavoimien sotilaslentäjien lentouran aikaista lentotoimintaperäisten TULE-oireitten esiintyvyyttä vuosien 1996 ja 2008 välillä. Lisäksi tutkittiin lentäjien kontakteja työterveyshuoltoon, oireen aiheuttamaa lentokelvottomuusaikaa, työn kuormituksen kumulatiivista kertymää lentotuntien lisääntyessä ja TULE-oireiden esiintyvyyden kannalta kriittisiä ajankohtia lentouran aikana.

Tulokset osoittivat, että kaikki seurannassa olleet suomalaiset sotilaslentäjät kokivat jonkinasteisen lentotoimintaperäisen TULE-oireen uransa aikana. Niskan ammattitautiluokituksen tasoisen ongelman esiintyvyys oli 4 % koko lentäjäpopulaatiosta ja 10 % suihkuharjoituskonevaiheen jo läpäisseistä, mutta vastaavanlaisia TULE-ongelmia, ilman riittävää näyttöä ammattitaudista, esiintyi lähes joka kolmannella sotilaslentäjällä. Alaselän osalta lentäjät oireilivat lähes samassa määrin, mutta näitä oireita ei toistaiseksi ole mahdollista määrittää ammattitautiksi. Lentäjät kävivät varsin vähän valittamassa oireistaan

työterveyshuoltoon, jossa käytäneen vasta silloin, kun oire jo selvästi heikentää työtehtävissä vaadittavaa toimintakykyä. Merkittävin lentotoimintaperäisten oireitten esiintymisen kasvu ajoittui 200 Hawk-lentotunnin kohdalle, jolloin koneella saavutetaan eräänlainen optimaalinen G-indeksi eli taktisen liikehtelyn G-tasoylitysten vaihtelu. Tämän jälkeen lentäjät ovat erityisen alttiina akuuteille lennonaikaisille TULE-ongelmille. Oireitten esiintyminen kasvoi eksponentiaalisesti noin 600 lentotuntiin asti. Monimuuttujamallien mukaan työperäisen TULE-oireen esiintyvyysriskiä vähensivät alaraajojen hyvä motoriikka, korkeat valintapisteet ja korkea kaulan fleksion voimataso maksimaalisessa isometrisessä testissä.

Yleissotilaallisilla kuntotasoilla ei ollut yhteyttä oireiluun, mutta lihaskunnoltaan voimakkaimmat lentäjät kärsivät tilastollisesti merkittävästi vähemmän haittaa lentotoimintaperäisistä TULE-oireistaan. Yleissotilaallisissa kuntotesteissä lentäjät olivat parempia kuin muut suomalaiset sotilaat. Aktiivisimman lentouran aikana, 30-40-vuotiaana, lentäjien fyysinen suorituskyky oli normaaliväestöön nähden vain keskimääräinen ja urheilijoihin nähden keskimääräistä heikompi. Käytännössä lentäjät eivät kyenneet ylläpitämään valintavaiheen fyysistä suorituskykyään edes kadettivaiheen loppuun asti. Huomattavaa oli lisäksi, että aktiivisen lentouran päätyttyä fyysinen kunto näytti jossain määrin palautuvan kohti lähtötasoa lentäjien ikääntymisestä huolimatta.

Lentäjien valintavaiheen aikana mitatun fyysisen suorituskyvyn tason säilyminen aktiivisen lentopalveluksen loppuun asti vaatisi lentäjien fyysisen toimintakyvyn ylläpidon ja kehittämisen tehostamista koulutuksen ja työuran eri vaihessa. Tähän tavoitteeseen nähden Ilmavoimien fyysisen kasvatuksen järjestelyt vaikuttivat alimitoitetuilta. Operatiivisesti huolestuttavaa oli Ilmavoimien ohjaajien fyysisen suorituskyvyn heikentyminen silloin, kun heidän taitojensa puolesta olisi pitänyt olla suorituskykyisimpiä taistelutehtäviinsä. Myös lentäjän terveyttä ja toimintakykyä pitäisi pystyä reaaliaikaisemmin seuraamaan koko lentouran aikana. Ilmavoimille suositellaan moniammatillista lähestymistä sotilaslentäjien toimintakyvyn ylläpitämiseen ja terveystarkkailuun yhdessä liikunnan, työterveyshuollon, lentoturvallisuusalan ja operatiivisen suunnittelun asiantuntijoiden kanssa. Lisäksi suositellaan avoimempaa ja eettisesti kestävämpää suhtautumista ammattiin liittyvien terveysongelmien kuvaamiseen sekä fyysisen kunnan kysymyksiin jo lentäjien rekrytointivaiheessa.

Asiasanat: Ilmavoimat, lentäjät, fyysinen kunto, tuki- ja liikuntaelinoireet, fyysinen kasvatus

## ENGLISH SUMMARY

**Rintala, Harri**

### **Military pilots' physical performance and occupational musculoskeletal disorders**

Issues concerning the physical loading in a fighter pilot's occupation have been discussed in the scientific literature for decades. Both acute and chronic musculoskeletal disorders resulting from the G-forces have been documented with particular focus on the cervical spine region. It has been observed that the flight-induced physical loading can, together with or without disabling symptoms, create remarkably premature structural cervical spine degeneration. International literature on the topic reports that over two thirds of the military pilots suffer from occupational disorders. The predisposition of military pilots to suffer from premature cervical spine degeneration has been acknowledged in Finland and as such it has been accepted as an occupational disease since 1995. It has been presumed that good physical performance would prevent musculoskeletal disorders and thus maintain overall level of performance in daily duties. Despite this, there exists almost no documented scientific evidence to support this assumption in military pilots and the evidence from other populations is conflicting. The aim of this study was to clarify the prevalence of occupational musculoskeletal disorders in the Finnish Air Force (FiAF), the level of experienced disability resulting from the musculoskeletal disorders, the physical performance of pilots during the different phases of their flight career, what possible relationships exist between these variables, and how do the occupational musculoskeletal disorders affect the pilots' ability to perform their daily duties.

The study was divided in two parts. The first part was a cross-sectional study in which the flight-related symptoms were surveyed during the aeromedical examination in 2004-2005 (n=267). From these, pilots who had been tested with the common Finnish Defense Force's (FiDF) military fitness protocol during the six months following completion of the survey (195 pilots), were taken for further analysis. This data was utilized to study relationships between pilots' occupational demands and physical fitness, prevalence of musculoskeletal disorders and experienced disability. FiAF pilots' fitness scores were also compared with other FiDF military personnel test scores to study differences between physical fitness in these two populations. In addition, relationships between the results of FiAF medical examinations and specific occupational tests in different age groups (n=289) were investigated. The second part was a follow up study investigating the prevalence of flight-related musculoskeletal symptoms

suffered by 67 pilots during their flight career between 1996 and 2008. Their appointments in the FiAF medical care as a result of flight-related symptoms were predicted by using all possible results obtained from the pilot selection process. In addition, medical restrictions in flight service, cumulative work load during the flight hours and possible threshold in flight syllabi and prevalence of musculoskeletal disorders were determined.

The results show that all Finnish military pilots involved in the followed-up experienced flight-related musculoskeletal disorders during their flight career. The prevalence of occupational cervical degeneration disease of the whole population was 4 % but of the pilots who had passed the jet trainer phase 10 % had this diagnosis. In addition, one third of all the pilots had similar disorders with or without lumbar spine disorders lacked medical diagnosis of an occupational disease. The pilots rarely made medical appointments due to their symptoms, while often appointments with the medical team were made when the symptoms severely limited their flight service. The most remarkable threshold was noticed at the point of 200 flight hours in the jet trainer (BAe Hawk) syllabus. At this point, the prevalence of flight-related symptoms increased exponentially up to 600 flight hours. Fluent lower body motor control, high selection scores and high neck flexion forces in the maximal isometric tests were related to a reduction in the flight-related musculoskeletal symptoms during the follow-up period.

FiDF military fitness test level was not associated with occupational disorders. However, the pilots with the highest strength scores tended to suffer from statistically less disability as a result of flight-related symptoms compared to their less fit colleagues. The pilots performed at a slightly higher level than the other soldiers in every FiDF fitness test, but pilot's performance was at its lowest level during their most important occupational phase, at the ages between 30 and 40 years. Also, the same trend existed in the occupational fitness test protocol results. In practice, using the current training system, the pilots did not manage to maintain physical performance measured in their selection phase even to the end of their cadet training. It was also noticed, that the fitness of the pilots tended to improve again after the active flight service years, despite the impact of aging.

In conclusion, the physical performance of the pilots should be managed much better than at the moment. It is essential to ensure that the pilots know and can maintain their physical fitness from the selection phase up to the end of the active flight service years. Alarming, in the view of the operational readiness, FiAF pilots recorded their lowest fitness scores at the same time when they performed their highest occupational combat skill



levels during the most active flight service phase. Pilots' health and physical performance should be monitored much more frequently during their entire flight career. Based on the present findings, a multidisciplinary approach, including specialists in sports science, medicine, flight safety and air combat planning, is needed to enhance the physical performance and to decrease the risk for musculoskeletal disorders. It is also recommended that the occupational risks should thoroughly be explained in the FiAF recruiting material which is in line with good ethical practice. Furthermore, specific occupational training advices should be provided to school-aged pupils before the recruiting process. This would help the forthcoming pilots to train their occupational physical performance before recruitment, thus promoting the essential life-long physical activity required for a demanding occupation.

Key words: Air Force, pilots, physical fitness, musculoskeletal disorder, physical education

# SOTILASLENTÄJÄN FYYSINEN SUORITUSKYKY SEKÄ TYÖPERÄISET TUKI- JA LIIKUNTAELINOIREET

## SISÄLLYS

### KÄSITTEET JA LYHENTEET

### ESIPUHE

### TIIVISTELMÄ

### ENGLISH SUMMARY

### SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>SOTILASLENTÄJÄN FYYSISEN KUORMITTUMISEN TUTKIMUS SUOMESSA</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN TAUSTA JA VIITEKEHYS</b>	<b>4</b>
	<b>2.1. Sotatieteet, sotilaspedagogiikka ja fyysinen kasvatus</b>	<b>4</b>
	2.1.1 <i>Sotilaspedagogiikan rooli sotatieteissä</i>	4
	2.1.2 <i>Suomen ilmavoimien sotilaslentäjien liikunta-</i> <i>koulutuksen nykytila</i>	5
	2.1.3 <i>Sotilaslentäjien liikunta muissa ilmavoimissa</i>	8
	<b>2.2. Ilmailufysiologia tieteenalana</b>	<b>11</b>
	<b>2.3. Työperäisten tuki- ja liikuntaelinoireiden esiintyvyys ja oireiden hallinta työpaikkakohtaisin toimin</b>	<b>13</b>
	2.3.1 <i>Fyysinen kunto ja tuki- ja liikuntaelinoireet kuormittavissa istumatöissä</i>	13
	2.3.2 <i>Fyysisen suorituskyvyn yhteys tuki- ja liikuntaelinoireisiin</i>	17
	2.3.3 <i>Työpaikkojen liikunta- ja terveysinterventioiden vaikuttavuus</i>	19

2.3.4	<i>Tuki- ja liikuntaelinten oireet ja sairaudet suomalaisväestössä</i>	23
2.3.5	<i>Tupakkatuotteiden käytön yhteys TULE-oireisiin</i>	24
<b>3</b>	<b>SOTILASLENTÄJÄN FYYSISEN KUORMITTUMISEN, KUNTOTESTAUKSEN, TUKI- JA LIIKUNTAELINOIREILUN SEKÄ KOULUTUSKUSTANNUSTEN KESKEISIÄ TEKIJÖITÄ</b>	27
<b>3.1</b>	<b>Hävittäjälentäjän fyysinen kuormittuminen</b>	27
3.1.1	<i>Hengitys- ja verenkiertoelimistö</i>	28
3.1.2	<i>Tuki- ja liikuntaelimistö</i>	30
3.1.3	<i>Kuormittumisen hallinta</i>	30
<b>3.2</b>	<b>Sotilaslentäjien fyysisen suorituskyvyn mittaaminen</b>	33
3.2.1	<i>Lentäjävalinnat</i>	33
3.2.2	<i>Virkauran aikaiset testit</i>	36
<b>3.3</b>	<b>Sotilaslentäjien tuki- ja liikuntaelinoireilu</b>	39
<b>3.4</b>	<b>Suomalaisen sotilaslentäjän koulutus ja kustannukset</b>	42
<b>4</b>	<b>TUTKIMUKSEN TARKOITUS</b>	46
<b>5</b>	<b>TUTKIMUSMENETELMÄT</b>	47
<b>5.1.</b>	<b>Tutkimusasetelma</b>	47
<b>5.2.</b>	<b>Koehenkilöt</b>	49
<b>5.3</b>	<b>Tutkimusmenetelmien ja aineistojen kuvailu</b>	54
5.3.1.2	<i>Fyysisen suorituskyvyn testit Suomen ilma-voimissa</i>	54
5.3.1.1	<i>Yleissotilaalliset kuntotestit</i>	54
5.3.1.2	<i>Fyysisen suorituskyvyn erityistestit</i>	55
5.3.2	<i>Sotilaslentäjien tuki- ja liikuntaelinoirekysely</i>	56
5.3.3	<i>Sotilaslentäjien työterveyshuoltokäyntiseuranta</i>	57

5.3.4	<i>TULE-oireista johtuvat psykofysiologiset häiriöilmoitukset</i>	58
5.3.5	<i>Suihkuharjoituskoneella toteutunut lentotunti- ja G-kertymä</i>	59
5.3.5.1	<i>LSI-järjestelmän käyttö</i>	59
5.3.5.2	<i>HW:n G-ylityskertymälaiteisto</i>	59
5.4	<b>Tilastolliset menetelmät</b>	61
6	<b>TULOKSET</b>	63
6.1	<b>Sotilaslentäjien fyysisen suorituskyvyn testien tulokset</b>	63
6.1.1	<i>Lähtötaso valintavaiheen erityistesteissä</i>	63
6.1.2	<i>Virkauran aikainen taso erityistesteissä</i>	63
6.1.3	<i>Sotilaslentäjien yleissotilaallinen kuntotaso</i>	70
6.2	<b>Sotilaslentäjien työperäisten tuki- ja liikuntaelinoireiden esiintyvyys ja sen aiheuttama haitta</b>	74
6.2.1	<i>Esiintyvyys kyselytutkimuksen perusteella</i>	74
6.2.1.1	<i>Strukturoitu kysely</i>	74
6.2.1.2	<i>Avoimet kysymykset</i>	86
6.2.2	<i>Esiintyvyys työterveyshuoltokäyntien perusteella</i>	86
6.2.2.1	<i>Työperäinen tuki- ja liikuntaelinoireilu</i>	86
6.2.2.2	<i>Muut oireet</i>	90
6.2.3	<i>Haittataso</i>	91
6.3	<b>Työperäisten tuki- ja liikuntaelinoireiden esiintyvyyden riskitekijät</b>	94
7	<b>POHDINTA</b>	97
7.1	<b>Fyysinen suorituskyky</b>	101
7.2	<b>Työperäinen tuki- ja liikuntaelinoireilu</b>	110

<b>7.3 Sairauspoissaolon teoreettiset kustannuskysymykset</b>	115
<b>7.4 Fyysisen kasvatuksen rooli Ilmavoimien sotilas- lentäjäkoulutuksessa</b>	116
<b>7.5 Tutkimuksen luotettavuus ja rajoitukset</b>	118
<b>8 KÄYTÄNNÖN TOIMENPIDESUOSITUKSET JA JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET</b>	123
<b>8.1 Suositukset</b>	123
8.1.1 <i>Kuntotasot ja testaaminen</i>	123
8.1.2 <i>Koulutus fyysisen suorituskyvyn olennaisena kehittäjänä ja työperäisten TULE-oireiden ennaltaehkäisijänä</i>	124
8.1.3 <i>Muita tekijöitä</i>	127
<b>8.2 Jatkotutkimusehdotuksia</b>	129

## **LÄHTEET LIITTEET**

# 1 SOTILASLENTÄJÄN FYYSISEN KUORMITTUMISEN TUTKIMUS SUOMESSA

Sotilaslentäjä altistuu fyysikaalisista kiihtyvyyss- ja hidastuvuusvoimista johtuen normaalipainovoimaamme nähden jopa yhdeksänkertaiseen kuormitukseen. Tekniset rakenteet sallisivat nykyisin lentokoneille yli +20 Gz:n arvoja, mutta ihmisen fysiologia, nykyaikaisimpienkin apuvälineiden tukemana, rajoittaa lentotoiminnassa sallitun +Gz-tason vain noin puoleen tästä.

Tutkimustietoa sotilaslentotoiminnan fyysisestä kuormittavuudesta lentäjien tukirankaan liittyen on kansainvälisesti jo yli puolen vuosisadan ajalta (mm. Shaw 1948, Myers 1964, Froom ym. 1986, Andersen 1988, Harms-Ringdahl ym. 1991, Hämäläinen ym. 1993b, Oksa ym. 1996, Newman 1997) eli käytännössä koko sen ajan, jolloin Suomen ilmavoimissa on ollut palveluskäytössä liikehtimiskykyinen lentokalusto. Tutkimukset kertovat sekä akuuteista että kroonistuneista tuki- ja liikuntaelin- eli TULE-oireista (erityisesti niskan osalta), joiden taustalla näyttää olevan lentotoiminnassa syntyvä fyysinen kuormitus. Suomen ilmavoimien taktista ilmataistelukoulutusta pidetään 4-5 kertaa lentokoneen fyysisiä rakenteita kuormittavampana kuin muitten samalla kalustolla operoivien ilmavoimien (BAe Systems 2004). Oletusarvo onkin, että Suomen ilmavoimien lentotoiminnan ei siksi voi otaksua olevan ainakaan muita ilmavoimia vähemmän fyysisesti kuormittavaa ja täten lentäjän tuki- ja liikuntaelimistölle vähemmän terveystaitavaa tuottavaa.

Lentäjien fyysisen suorituskyvyn ongelmiin alettiin paneutua Suomen ilmavoimissa 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa käyttöön otetun British Aerospace Hawk-suihkuharjoituskoneen myötä. Ilmavoimien komentajan asettama lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä toimi 1980-luvun alusta vuosituhaten vaihteeseen lentäjien fyysisen kuormittumisen ja kuormituksen hallinnan kysymyksissä komentajiston neuvoa antavana elimenä (Lentävän henkilöstön liikunta 1985, Lentävän henkilöstön liikunta II 1988 ja Lentävän henkilöstön liikunta III 1996). Vielä pitkälle 2020-luvulle aktiivisessa käytössä oleva Hawk on ns. 8G:n lentokone eli se pystyy kaarron aikana altistamaan lentäjän kahdeksänkertaista painovoimaa vastaaville kiihtyvyyssvoimille. Koneiden hankinnan myötä Ilmavoimien johdon neuvonantajaksi perustettiin 1979 ”Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä” tutkimaan työn aiheuttamaa fyysistä kuormittumista ja esittämään suosituksia fyysisen harjoittelun ja fysiologisten suojavälineiden kehittämiseksi. Ensimmäisessä projektivaiheessa 1980-luvulla työryhmä tutki Ilmavoimien omalla ja Maanpuolustuksen Tieteellisen Neuvottelukunnan (MATINE) rahoituksella

yhdessä Jyväskylän yliopiston ja Ruotsin ilmavoimien kanssa lentäjien liikuntatottumuksia, kuntoharjoittelua ja fysiologisia kuormittumistekijöitä ihmissentrifugissa. Sotilaslentäjät olivat fyysisesti aktiivisia ja varsin hyväkuntoisia keskimääräiseen suomalaiseen kansalaiseen verrattuna. Vaikka kyse on istumatyöstä, nousivat lentäjien syketasot ilmataisteluliikchedintää simuloivan G-kuormituksen alaisena muutamassa kymmenessä sekunnissa jopa anaerobisen kynnyksen yli ja veren laktaattiarvot anaerobiselle tasolle isometrisestä lihastyöstä johtuen. Lyhytaikaisessa G-sietokyvyssä ja pitkäaikaisessa G-kestävyydessä oli kuitenkin huomattavia henkilökohtaisia eroja. Tutkimuksissa annettiin myös suosituksia lentäjien yleissotilaallista testaamista ammattispesifimmän testausjärjestelmän laatimiseksi ilmavoimiin (Balldin ym. 1984 ja 1985, Tesch ym. 1983).

Noin kymmenen vuoden käyttökokemukset Hawk-suihkuharjoituskoneesta olivat nostaneet esille ensimmäiset sotilaslentäjän työperäiset tuki- ja liikuntaelinoireet. 1990-luvun alussa työryhmän voimin toteutettiin useita ammattiin kohdistuvia tutkimuksia: lentäjien niskaoireita ja niiden syntyä, liikuntakäyttäytymistä sekä testaustoimintaa arvioitiin perusteellisesti (Hämäläinen 1993, Hämäläinen ym. 1993ab, Hämäläinen ym. 1994, Kauhanen 1993, Rintala 1994, Kauhanen ym. 1997). Tulokset johtivat niskaoireiden ammattitautiluokitukseen (Työterveyslaitos 1995), lentäjien liikuntaopaskirjan ja ilmailufysiologian CD-oppimateriaalin tuottamiseen (Rintala ym. 1998) sekä ammatillisen testausjärjestelmän uudelleen suunnitteluun (Oksa ym. 1997). Lentäjien rankaoireilun havaittiin silti merkitsevään pysyvää työterveyshaittaa, jonka vaikutuksen koulutuskustannuksiin arveltiin olevan korkea. Yhden lentäjän koulutuskustannuksiksi silloisella lentokalustolla ja koulutusohjelmilla arvioitiin noin 2,5 miljoonaa euroa ohjaajaa kohden (Rintala ja Kanninen 1997).

Työryhmän toisen vaiheen tutkimushankkeet, ennen ryhmän hajoamista 2000-luvun taitteessa, kuvasivat tarkemmin G-voimien aiheuttamaa kuormitusta tukirankaan. 1990-luvun puolivälissä oli jo tiedossa uuden ja aikaisempaa, Saab J35 Draken- ja MiG 21bis-kalustoa, fyysisesti kuormittavamman torjuntahävittäjän, Boeing F-18 Hornetin (ns. 9 G:n kone) tulo lentäjien käyttöön. Samanaikaisesti selkärankaan ja erityisesti niskaan kohdistuvasta lennonaikaisesta kuormituksesta saatiin tarkentavaa tietoa. Niska-hartiaseudun lihasten isometrinen kuormittuminen saattoi kohota ilmataisteluharjoituksessa jopa 2,5-kertaiseksi henkilön maksimivoimantuottoon verrattuna, jolloin seurauksena saattoi olla vammautuminen (Oksa ym. 1996, Hämäläinen ym. 1996).

Sotilaslentäjien työperäinen TULE-oireilu (Hämäläinen 1993 ja 1999, Rintala ja Korte 2001, Rintala 2008b, Sovelius ym. 2006 ja 2008ab, Honkanen ym. 2010) aiheuttaa edelleen yksilötasolla lentokoulutuksen keskeytyksiä tai haittaa merkittävästi koulutuksessa etenemistä. Hyvätkään hankkeet eivät ole saavuttaneet merkittäviä tuloksia oireilun vähentämisessä (Rintala 2006 ja 2008a), ja yhä uudet lentäjäsukupolvet kärsivät edelleen työperäisen kuormituksen aiheuttamasta TULE-oireilusta.

Työperäisen tuki- ja liikuntaelinoireilun on arveltu merkitsevän olennaista lentoturvallisuusriskiä (Ilmavoimien esikunta 2009), mutta yhtenäistä selvitystä oireilun määrästä, lentäjien fyysisestä suorituskyvystä, kuormituskertymistä ja sotilaslentäjän fyysistä toimintakykyä turvaavista resursseista ei ole Suomen ilmavoimissa toistaiseksi laadittu. Sen vuoksi tämän tutkimuksen tarkoituksena on perusteellisesti selvittää ja kuvata ensisijaisesti juuri näitä tekijöitä ja toissijaisesti tarkastella niiden välisiä mahdollisia yhteyksiä. Tässä tutkimuksessa painopiste on sotilaslentäjän lentouran aikaisten kuntotasojen sekä fyysistä toimintakykyisyyttä uhkaavien, sotilasilmailusta johtuvien tuki- ja liikuntaelimestön terveysongelmien määrittämisessä. Olennaista on lisäksi näiden tekijöiden merkityksellisyyden pohdinta ja lentäjien fyysistä toimintakykyisyyttä ylläpitävien koulutussuositusten esittäminen. Tutkimuksen tuloksia voidaan soveltaa työterveyshuollon ennaltaehkäisevässä toiminnassa ja ilmailufysiologisessa koulutuksessa sekä Ilmavoimien fyysisen kasvatuksen tehostamisessa.



## 2 TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN TAUSTA JA VIITEKEHYS

### 2.1 Sotatieteet, sotilaspedagogiikka ja fyysinen kasvatus

#### 2.1.1 Sotilaspedagogiikan rooli sotatieteissä

Tämä tutkimus julkaistaan sotatieteiden viitekehyksessä. Sotatieteillä tarkoitetaan tieteenalaa, jossa tutkitaan yhteiskunnan poikkeusoloihin ja turvallisuuteen liittyviä tekijöitä ja joissa sovelletaan siviilitieteenalojen tutkimusfilosofioita erilaisten kriisien ennaltaehkäisemisen ja hallinnan viitekehyksessä. Terminä sotatiede lienee alaan perehtymättömälle osittain harhaanjohtava, sillä varsinaisen sodankäynnin menetelmiin liittyvät tekijät ovat vain yksi osa koko tieteenalan laajasta kirjosta.

Sotatieteellisestä julkaisufoorumista huolimatta tämä tutkimus rakentuu näkyvästi monitieteelliselle lähestymistavalle. Kuten johdannossa pyrittiin kuvaamaan, lentäjän fyysisen kuormittumisen ongelmat koskettavat niin ilmailulääketiedettä, liikuntatieteitä kuin liikuntalääketiedettäkin sekä tietyn osin myös lentokonetekniikkaa, lähinnä kiihtyvyytkuormituksen fyysikaalisen todentamisen ja lentäjän työympäristön fyysisten rakenteitten sekä lentovarusteitten osalta. Koulutukseen ja oppimiseen liittyvät tekijät puolestaan kytkeytyvät kasvatustieteisiin. Tällainen laaja-alaisuus tarkoittanee käytännössä, että lentäjän fyysistä kuormittumista voitaisiin tehokkaimmin hallita vain moniammatillisin toimenpitein, lähestyen lentäjän toimintakyvyn riittävyden arviointia ennakkoluulottoman laajasti kaikista keskeisistä psykofysiologisista lähtökohdista ja tekijöistä, joita kohteesta eli lentäjästä olisi käytettävissä (vrt. ajokyvyn arviointi, Heikkilä 2008). Samantapaista näkemystä esitellään myös Työterveyslääkäri -lehden artikkelissa vajaan kolmen vuoden takaa, koskien työn kuormituksen hallintaa nykyaikaisissa työyhteisöissä (Takala ym. 2008).

Sotilaspedagogiikan intresseissä on edistää pedagogisen tutkimuksen kohdentumista turvallisuusalan toimijoihin ja heidän toimintakykynsä kehittämiseen koulutuksen ja kasvatuksen keinoin (Toiskallio ja Mäkinen 2009, 100). Sotilaspedagogiikan tehtävänä olisi toimia sotilasjohtajan kasvun sekä johtamisen työkaluna ja toteuttaa johtajien ratkaisujen kautta ihmislähtöisiä, henkilöstön toimintakykyä huomioivia valintoja (vrt. Mutanen 2010, 149-162). Lisäksi sotilaspedagogisen tutkimuksen yhtenä käytännöllisenä tehtävänä on tuottaa käyttökelpoisia, tutkimukseen perustuvia koulutussuosituksia sotilaskoulutuksessa havaittujen ongelmien ratkaisemiseksi.

Sotilaspedagogiikkaan kuuluvalla fyysisen kasvatuksen toimialalla on Puolustusvoimissa keskeinen tehtävä tukea sotilaan toimintakykyä. Tällöin liikunta-, marssi- ja taistelukoulutuksen avulla rakennetaan fyysistä suorituskkyä ja edelleen palveluskelpoisuutta erilaisiin sotilasammattillisiin tehtäviin (Pääesikunta 2007). Fyysisen kasvatuksen toimialalla tutkitaan korostetusti sotilaisiin liittyviä, mutta muuten perinteisiä liikuntatieteellisiä kysymyksiä kuten fyysistä kuntoa, sen testaamista, ravitsemusta, energiantuottoa, taitojen oppimista, opetussuunnittelua ja oppimateriaaleja. Yksi keskeisimmistä sotilaan toimintakykyä ylläpitävistä fyysisen kasvatuksen keinoista on liikuntakoulutus, jonka varusmiespalveluksessa tulisi olla yhtenevää kaikissa puolustushaaroissa. Erikoiskoulutuksessa, kuten sotilaslentäjillä, ja kaikessa palkatun henkilöstön liikunnassa tulisi aina tarvittaessa toteuttaa tehtävien vaatimia eriyttäviä oppisisältöjä. Koska liikuntakoulutus määrittää vankasti sotilaan fyysisen suorituskvyn rakentumista, seuraavassa kuvataan Suomen ilmavoimien liikunnan käytäntöjä sekä tarkastellaan yleisesti eri maiden ilmavoimien liikuntaa kansainvälisen kirjallisuuden perusteella.

### ***2.1.2 Suomen ilmavoimien sotilaslentäjien liikuntakoulutuksen nykytila***

Lähtökohtaisesti Ilmavoimien lentävän varusmieskurssin tulisi opiskella samat Puolustusvoimien liikuntaa sisältävät opintokokonaisuudet kuin mikä tahansa muu varusmiesjoukko. Varusmiesten liikuntaa on tämän tutkimuksen toteuttamisaikana ohjeistanut Pääesikunnan koulutusosaston pysyvääismääräys (viimeisin vuodelta 2004), mutta lentäjien liikuntaa ei ole eriytetty varusmiespalveluksen aikana millään ammatillisia fyysisiä ominaisuuksia kehittäväällä tavalla. Yhteiset oppisisällöt kaikille puolustushaaroille peruskoulutuskaudelle (kahdeksan viikkoa) sisältävät 56 ohjattua tuntia liikuntaa. Reserviupseerikursseille asiakirja ohjeistaa tasan 100 tuntia liikuntaa ja 2 tuntia liikunnan didaktiikkaa (harjoituksen johtamista), mutta Ilmavoimien ohjaajien kurssin pituus on moninkertainen muihin puolustushaaroihin verrattuna. Näin ollen vertailukelpoiseksi ohjeelliseksi tuntimääräksi olisi lisättävä aliupseerikurssien liikunta, sisältäen marssikoulutuksen, yhteensä 122 tuntia. Joukkokoulutuskauden aikaiseksi tuntimääräksi ohjeellinen arvo on 50 tuntia. Kaiken kaikkiaan noin vuoden mittaisen palveluksen aikana ohjeistetun liikunnan määrä olisi 328 tuntia (Pääesikunnan koulutusosaston pysyvääismääräys 2004).

Teoreettisesti tarkasteltuna tuntimäärä tarkoittaisi vuoden eli noin 50 viikon mittaisen varusmiespalveluksen aikana kuutta ja puolta tuntia viikossa, mutta käytännössä määrä ei tällaisenaan koskaan toteutune aidosti (Salasuo 2009, 310; ks. myös Vähätalo 2005). Kuuden tunnin teoreettinen harjoittelumäärä viikossa vastaisi valmennusopillisesti optimaalisesti

toteuduttuaan välttävää työkalua ammatillisen fyysisen suorituskyvyn kehittämiseen. On kuitenkin huomioitava, että lentäjät ovat jo palvelukseen astuessaan selkeästi keskimääräistä varusmiesjoukkoa hyväkuntoisempia (Rintala ym. 2003), koska kurssille ei pääse ellei fyysinen kunto varusmiesten kestävyys- ja lihaskuntotesteissä ole vähintään hyvä (ks. Liite 1).

Ammatillisen peruskoulutuksen eli kadettikoulutuksen aikana kadetit opiskelevat Maanpuolustuskorkeakoulussa liikuntaan liittyviä aiheita yhteensä 5 opintopistettä (noin 135 tuntia), jotka eivät jakaudu tasaisesti koko opiskelujalle. Teoreettisesti, esimerkiksi neljälle opiskeluvuodelle (noin 200 viikkoa) jaoteltuna, määrä mahdollistaisi vain vajaan yhden tunnin viikossa. Palkatun henkilöstön viikkoliikunta mahdollistaa näiden lisäksi kaksi vapaavalintaista tuntia virka-aikana tapahtuvaan harjoitteluun. Lentokadettien oppisisällöt ovat muuten samat kuin kaikilla muillakin kadeteilla, mutta lentäjät ovat käyneet jo lähes 20 vuoden ajan kadettikurssin toisena ja kolmantena vuonna urheiluopistolla viiden päivän mittaisella liikuntaleirillä (kestävyys- ja voimapainotteinen viikko), joissa he saavat eriytettynä tietoa sotilaslentämisen fyysisestä kuormituksesta, fyysisen kunnan merkityksestä hävittäjälentäjän ammatissa, työperäisten tuki- ja liikuntaelinongelmien ennaltaehkäisystä, palautumismekanismeista ja toimenpiteistä lentotoiminnan aiheuttamien oireitten hallitsemiseksi. Kurssilaiset saavat myös henkilökohtaisen analyysin kestävyysominaisuuksistaan 5 x 1000 metrin juoksutestistä ja voimaominaisuuksistaan lihasvoimatesteistä (ks. esim. Ilmavoimat 2008 ja 2009). Testeistä ei ole lentäjien osalta tehty tieteellisiä julkaisuja lukuun ottamatta opinnäytteissä kuvattuja viitearvoja (Laine 2004 ja Teppo 2006). Fyysisten ominaisuuksien kehittymistä seurataan vain tämän yhden vuoden ajan, eikä testejä toisteta enää lentäjän virkauran aikana. Kurssilaiset ovat saaneet myös itseopiskeluun ”Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopaskirjan (Ilmavoimat 1996) ja ”High G” (Rintala ym. 1998, Rintala 2000) – multimediaoppimateriaalin, joiden sisältö vastaa jo 1980- ja 1990-lukujen vaihteessa tuotettuja kansainvälisiä alan julkaisuja (Naval Aerospace Medical Research Laboratory 1987, Neuvostoliiton ilmavoimien henkilöstön liikuntakasvatusohjelma 1990, AGARDOGRAPH N:O 322 1991).

Suomen Ilmavoimien lentäjillä ei toistaiseksi ole koulutusikässä minkäänlaisia ammatillisen fyysisen valmennuksen erityisohjelmia, joita johdetusti ja säännöllisesti noudatettaisiin tai toteutettaisiin virkauran aikana. Lentäjien liikunnan opetussuunnitelman kehittämiseksi on laadittu useita suosituksia viimeisten vuosikymmenien aikana turvaamaan ammatillisia fyysisiä ominaisuuksia (Lentävän henkilöstön liikunta 1985, Lentävän henkilöstön liikunta II 1988, Lentävän henkilöstön liikunta III

1996, Rintala 1996a). Lentoyksiköihin on jo 1980-luvun lopulla varustettu pieniä kuntoilutiloja yksinkertaisin voimaharjoitteluapuvälinein, ja näitä tiloja on suositeltu modernisoitavan Ilmavoimien esikunnan huolto-osaston johdolla (Ilmavoimat 2005, Rintala ym. 2005). Muutamat lentoyksiköt ovat hyödyntäneet trampoliiniharjoittelua (Rintala 1996b ja 2000a, Sovelius ym. 2006) hankittuaan omin varoin harjoitusvälineitä, mutta toiminta ei ole ollut yhtenäisesti johdettua eikä ohjeistettua.

Ilmavoimissa ei ole erikseen lentävälle henkilöstölle eriytettyä liikunnan opetussuunnitelmaa (Rintala 1996a ja 1996b), jossa määritettäisiin opetustavoitteita, oppisisältöjä, oppituntimääriä, opetustiloja, opetusvälineitä ja opettajaresursseja (vrt. RAF 2000, AFI 36-2905 2010, OPNAVINST 6110.1F 2000). Lentäjien ammatillisia ominaisuuksia kehittävän liikunnan opetukseen, suunnitteluun ja koordinointiin ei ole Ilmavoimien koulutusosalalle kohdennettu erikseen yhtään virkaa (vrt. jälleen RAF 2000, AFI 36-2905 2010, OPNAVINST 6110.1F 2000). Ilmavoimien esikunta sai käyttöönsä vuosien 1998 ja 1999 vaihteessa puolustushaaran fyysisen kasvatuksen opetus-, kehittämis- ja tutkimustarpeita varten Pääesikunnasta Maanpuolustuskorkeakoulun ja Maasotakoulun tapaan liikuntatutkijan siviiliviran (Pääesikunta 1998), joka kuitenkin melkein heti puolustushaaran sisäisin toimin kohdennettiin ensisijassa henkilöstöalan kehittämishankkeisiin (Sinivuo ym. 1999, Johansson ym. 2003). Virka muutettiin ilmailufysiologin tehtäväksi vuoden 2004 lopussa (Ilmavoimien esikunta 2004a). Virka siirrettiin kuitenkin lähes välittömästi Ilmavoimien henkilöstökokoonpanosta pois Sotilaslääketieteen keskuksen, ja itse tehtävä siirrettiin lopulta vuoden 2010 aikana Ilmailulääketieteen keskuksen (Pääesikunta 2005, AG4968 2010). Ilmasotakoululle on sijoitettu kaikkien kurssien liikunnasta vastaava sotilasopettajan tehtävä. Täten lentävän henkilöstön liikunta nojaa erityisesti lentokadettien opiskeluaikana Maanpuolustuskorkeakoulussa annettaviin kognitiivisiin tietoihin ja fyysisen harjoittelun malleihin.

Ilmavoimat luottaa merkittävästi myös lentäjien ilmailulääketieteelliseen valintajärjestelmään, joka arvottaa erityisesti lentäjäkandidaatin valintavaiheessa osoittamaa kuntoa ja fyysistä aktiivisuutta sekä liikunnallista elämäntapaa. Näiden tekijöiden oletetaan tukevan riittävästi lentäjältä vaadittavaa fyysistä suorituskykyä koko lentouran ajan (ks. Luku 3.2.1 ja Liite 1). Fyysisen harjoittelun suunnittelu ja harjoituspaikkojen valinta ovat yksittäisen lentäjän omassa harkinnassa. Lentäjät voivat kuitenkin osallistua virka-aikana joukko-osastojen liikuntakasvatusupseerien järjestämiin kaikille henkilöstöryhmille tarkoitettuihin liikuntatapahtumiin tai omaehtoiseen harjoitteluun kaksi tuntia viikossa normaalin viikkoliikuntaoikeuden puitteissa. Lentäjien fyysiseen kasvatukseen liittyviä tehtäviä on aivan viime aikoina ulkoistettu

merkittävästi sotilaslääketieteen alan vastuulle. Sotilaslääketieteen keskuksessa Ilmavoimat voivat palvelusopimukseen perustuen tilata TULE-ennaltaehkäisyyn liittyvää neuvontaa lääkintähuollon alalta. Ilmailulääketieteen keskuksen henkilöstökokoonpanoon on tällaisia tarpeita varten kohdennettu yksi työfysioterapeutin (fyysisen toimintakyvyn testaus) ja aiemmin mainittu Ilmavoimien henkilöstökokoonpanosta siirretty yksi tutkijan virka (fyysiseen suorituskäyttöön liittyvät tehtävät), erityisesti vuositarkastuksen yhteydessä hyödynnettäviksi. Luonetjärven varuskunnan terveysasemalle on sijoitettu yksi fysioterapeutin virka. Satakunnan lennosto, Karjalan lennosto ja Lentosotakoulu ovat hankkineet fysioterapian osaamista ostopalveluna Puolustusvoimien ulkopuolisilta yrittäjiltä. Lapin lennosto on voinut hyödyntää Rovaniemen varuskunnan fysioterapeuttia tarvittaessa. Hallin lentotukikohtaan ei ole sijoitettu fysioterapeutin virkaa (Sotilaslääketieteen keskuksen työjärjestys 2009). Lentoyksiköt ovat lisäksi omatoimisesti solmineet paikallisia käyttösopimuksia erilaisten kaupallisten liikuntapaikkojen kuten kuntosaliryitysten, jäähallien ja hiihtokeskusten kanssa.

Lentäjien fyysiseen kasvatukseen kuuluu kiinteästi myös kuntotestaus, jonka tehtävänä on koulutussektorilla ohjata toimintakykyä ylläpitävää fyysistä harjoittelua ja lääkintähuollon alalla toimia yhtenä palveluskelpoisuutta määrittävänä työkaluna. Sotilaslentäjien kuntotestausta tarkastellaan tässä tutkimuksessa tarkemmin luvussa 3.2.

### *2.1.3 Sotilaslentäjien liikunta muissa ilmavoimissa*

Mainituissa Yhdysvaltain ilmavoimien (AGARDOGRAPH N:0 322 1991) ja laivaston (Naval Aerospace Medical Research Laboratory 1987) ohjeissa korostetaan erityisesti G-sietokyvyn kasvattamista, voimaharjoittelun keskeisyyttä ja aerobisen harjoittelun ”rajoittamista” suhteessa anaerobisiin prosesseihin, ravintokysymyksiä, elämän stressitekijöitten hallintaa sekä ennen kaikkea fyysisen aktiivisuuden ja harjoittelun jatkuvuutta sekä tehokkaita verryttelyjä ja aktiivista palautumista. Erityisharjoittelun tarve niskahartiaseudun kuormittumiselle on jo tuolloin noteerattu. Ohjelmia noudattaen on mahdollista saavuttaa 10-20 %:n suorituskäyttöön kasvu 12 viikon aikana. Merkille pantavaa on, että pitkäkestoista aerobista harjoittelua pidettiin G-sietokykyä heikentävänä, ja esimerkiksi juoksuharjoittelua pyrittiin rajoittamaan maksimissaan 3-5 mailiin päivässä ja neljään kertaan viikossa. Mikäli lentäjä haluaa juosta yli 9 mailia viikossa, harjoitteluun on kytkettävä enemmän anaerobista liikuntaa ja voimaharjoittelua (Naval Aerospace Medical Research Laboratory 1987).

Neuvostoliiton ilmavoimien ohjelmisto (Neuvostoliiton ilmavoimien henkilöstön liikuntakasvatusohjelma 1990) noudatti jossain määrin kurinalaisempaa ja sotilaallisempaa ohjelmistoa, jossa ohjaajien päiväruutiineihin kuului automaattisesti päivittäinen liikunta aamutoimista alkaen. Ohjelmistoissa korostuivat merkittävästi kehon kokonaishallinnan kehittäminen telinevoimistelun laaja-alaisin välinein (nojapuut, rekki, permanto, erilaiset pukkihypytyt) ja perinteisen voimaharjoittelun keinoin. Liikuntakasvatusta pidettiin keskeisenä sotilaslentäjän taistelukyvyyn elementtinä: kuormittavalla kalustolla (hävittäjät, rynnäkkökoneet, harjoituskoneet) operoiville olennaista olivat asentotajun ja kehon hallinnan sekä (voima)kestävyyden kehittäminen sekä länsimaita selvästi enemmän psyykkisen suorituskyvyn harjoittaminen fyysisen harjoittelun myötävaikutuksella. Yhteyskone- ja kuljetuskoneohjaajille suositeltiin lähinnä staattisten (lihas)kestävyysominaisuuksien parantamista, mutta samalla korostettiin henkisen taistelukestävyyden merkitystä. Johtajien asennetta fyysiseen suorituskykyyn korostettiin sekä omalla esimerkillä että ammattitaitoisella oppituntien pidolla. Erityisesti huomioitiin fyysisen harjoittelun ja kuormittumisen seuranta taistelukoulutuksen yhteydessä. Idässäkin korostettiin liikunnan kuulumista olennaisena osana lentopalvelukseen: länsimaitten tapaan ohjelmistossa annettiin ohjeet virkaajalla viisi kertaa viikossa tapahtuvasta tunnin mittaisesta harjoittelusta lentoyksiköihin varustetuissa liikuntatiloissa. Liikunta-ammattilaiset olivat vastuussa oppimisjärjestelyistä ja oppisisällöistä.

Ruotsin ilmavoimissa on käytössä aivan sama ammatillista liikuntaa opastava oppimateriaali kuin Suomenkin ilmavoimissa, mutta ruotsinkielisenä laitoksena (Träningshandbok för Flygvapnets flygande personal 1998). Lentäjille taataan 3 tuntia fyysistä harjoittelua 40:ää viikkotuntia kohti virka-aikana koko lentouran läpi, ja komentajiston edellytetään tukevan lentoyksikössä tapahtuvaa fyysistä harjoittelua, jonka katsotaan olevan merkittävä operatiivista toimintakykyä ylläpitävä tekijä. Ohjaajaoppilaat osallistuvat lisäksi Suomen ilmavoimien kadettien tapaan fyysiseen suorituskykyyn liittyviin opintoihin (15 op), jotka sisältävät liikuntaa noin 150 tuntia (Eklöf 2011).

Englannin kuninkaallisten ilmavoimien liikuntakasvatusohjelmisto arvottaa liikuntakasvatusta ja fyysisen kunnan ylläpitämistä yhtenä tärkeimmistä operatiivisista tekijöistä. Käsky velvoittaa komentajistoa seuraamaan henkilöstönsä fyysistä suorituskykyä ja takaamaan koulutusajalle vähintään 5 harjoituskertaa viikossa ja lentopalvelukseen vähintään 2 harjoitusta virka-aikana toteutettaviksi (RAF 2000, Leaflet 201, 2). Käsky yltää poikkeuksellisen perusteellisena jopa liikuntakasvatuksen teoreettiseen ohjaukseen: oppimis- ja harjoitteluilmapiiriä pyritään ohjaamaan Kolbin mallin (1984) mukaiseen kokemukselliseen oppimiseen. RAF järjestää

myös runsaasti sekä kotimaan että ulkomaisten lentotukikohtiensa ympäristössä seikkailukasvatuksen hengessä tapahtuvaa fyysistä toimintaa hyvin monipuolisen ulkoliikuntaohjelmiston (mm. vaeltaminen, riippuliito, laskuvarjohyppy, kiipeily, melonta) myötä (RAF 2000, Leaflet 208, 1-2). Toiminnalla tavoitellaan omien rajojen turvallista testaamista sekä henkisen, fyysisen ja sosiaalisen toimintakyvyn ylläpitämistä (RAF 2000, Leaflet 1001, 1).

Australian kuninkaallisten ilmavoimien (Royal Australian Air Force, RAAF) lentäjien fyysistä harjoittelua varten on laadittu oppimateriaali vuonna 2009. Aerobista harjoittelua käsketään toteuttamaan 3-4 kertaa viikossa 45 minuuttia kerrallaan ja sen oletetaan olevan osa viikottaista lentopalvelusta. Erityisesti korostetaan koko tukirangan lihaksiston harjoittamista työperäisten ongelmien ennaltaehkäisyssä, huolimatta siitä, että oppimateriaalissa todetaan nykyisen tutkimustiedon niskahartiaseudun vammoja ehkäisevästä harjoittelusta olevan riittämätöntä. Malliliikkeitä, jotka perustuvat liikelaajuuden lisäämiseen sekä syvien ja pinnallisten lihasten harjoittamiseen, tulisi tehdä 4 kertaa viikossa noin 20 minuuttia kerrallaan. Materiaalissa ohjataan lisäksi lentotehtävään automaattisesti kuuluen lentoa edeltävät ja lennonjälkeiset verryttelyt, vammojen kuntoutukseen liittyvä nopea lääkinällinen vaste ja hoito sekä matala kynnyksellä ilmoittamiseen. Lisäksi korostetaan useaan otteeseen aikaista ja syyllistämätöntä puuttumista pieniinkin oireisiin riittävän toimintakyvyn säilyttämiseksi. Lisäinformaatiota liikunta-harjoitteista pyydetään hakemaan RAAF:n liikunta-ammattilaisilta ja kuntoutusohjeista fysioterapeuteilta. Ohjeissa kuitenkin huomautetaan, että vaikka fyysisen suorituskyky harjoittelemalla parantuu, ei se ole täysin varma tae vammojen ennaltaehkäisyyn, vaan jokaisen lentäjän tulee kognitiivisesti tiedostaa kuormittumisen riskit, omat fyysiset ominaisuudet ja käytössä olevat kuormitusta lisäävät varusteet, kuten NVG:n (pimeätähän) ja JHMCS:n (kypärätähän) käyttö (Hampson 2011).

Yhdysvaltain ilmavoimien liikuntakäskyssä komentajistoa velvoitetaan johtamaan koulutusta, vaikuttamaan henkilökohtaisella esimerkillä ja takaamaan koulutusohjelmiin viikottain 3-5 harjoituskertaa (á 90 min) virka-aikana sekä koulutuksen että laivuepalveluksen aikana (AFI 36-2905 2010, 14). Lisäksi tavoitteena on luoda lentoyksiköihin liikuntakulttuuri, joka takaa henkilöstön ilmaoperaatioihin vaaditun fyysisen suorituskyvyn ja sen taustalla olevan fyysisen toimintakykyisyyden vuoden jokaisena päivänä (AFI 36-2905 2010, 6). Suorituskyvyn parantamiseksi johtajia vaaditaan takaamaan vähintään viisi viikottaista harjoituskertaa (AFI 36-2905 2010, 30). Yhdysvaltain laivaston (US Navy), jolla on oma ilma-ase, liikuntakäsky ohjeistaa vähintään kolme 40 minuutin aktiivista harjoittelujaksoa sekä lisäksi päivittäin 30 minuuttia intensiivistä fyysistä

rasitusta sisältävää muuta työtä virka-aikana (OPNAVINST 6110.1F 2000, 8).

Yhteistä suurten ilmavoimien lentäjien liikuntakoulutusohjeistuksille on fyysisen harjoittelun jatkuvuuden korostaminen ja liikunnan kuulumisen olennaisena osana ammattiin koko lentouran ajan. Lännessä näytettiin arvostavan enemmän anaerobisten prosessien harjaannuttamista ja maksimivoiman kehittämistä, kun idässä pyrittiin hyvin monipuoliseen, kokonaisvaltaiseen kehon hallintaan taito-teho-tyyppisellä harjoittelulla. Olennaista ohjelmistoissa tai liikuntakäskeyissä oli liikunnan ja fyysisen harjoittelun jatkuvuuden turvaaminen työnantajan toimin: harjoittelua suositeltiin virka-aikana toteutettavaksi 3-5 kertaa viikossa lentopalvelukseen sovittaen, ammattitaitoisen liikuntakasvatushenkilöstön johtamana tai mahdollistamana sekä mahdollisimman joustavasti oman lentoyksikön liikuntatiloja varustamalla.

## **2.2. Ilmailufysiologia tieteenalana**

Ilmailulääketieteeksi kutsutaan lääketieteen haaraa, joka tutkii ilmailussa esiintyvien normaalielinympäristöstä poikkeavien tekijöitten vaikutusta ihmisen elintoimintoihin. Lääketieteessä perinteisesti käsitellään sairaan ihmisen toimintakykyä normaaliympäristössä, mutta ilmailulääketieteessä kiinnostuksen erityinen kohde on käänteinen: terveen ihmisen vasteet epänormaaliin ympäristöön (DeHart 1985, ix). Ilmailufysiologiassa kiinnostuksen kohde on juuri ilmailuympäristön vaikutus ihmisen kuormittumiseen. Usein ilmailulääketieteessä puhutaan kuitenkin ihmisen psykofysiologisesta kuormittumisesta, koska voi olla hankala määrittää aivan tarkkaa rajaa, mitä lentäjän toimintakykyyn yhteydessä olevaa aluetta, esimerkiksi henkistä vai fyysistä, ilmailun erityistekijät kuormittavat.

Ihminen tekee havaintoja vajaan parin metrin korkeudella maanpinnasta, liikkuu hitaasti seisoma-asennossa omin voimin 3-4 km/h nopeudella ja on sopeutunut yhden kiihtyvyyshetken (1 G) suuruiseen painovoimaan, kohtalaiseen valaistusoloihin sekä tasalämpöisenä vain pieniin ympäristön lämpötilan ja ilmanpaineen muutoksiin. Hapenpuutteen sietokyky on niin ikään hyvin rajallinen, eikä ihminen selviydy ilman tasaista nesteen tai kiinteän ravinnon saantia. Ihmiselle, tässä tapauksessa lentäjälle, aiheutuu elintoimintojen tasapainoa järkyttäviä muutoksia mm. suurten G-voimien, ilmanpaineen, ilman kaasutasapainon, lämpötilan, värinän, melun, valaistuksen ja asennon vaihtelun vuoksi.



Ilmailufysiologian toimialaa värittää laaja kirjo ihmisen toiminta- ja suorituskyvyn tutkimukseen liittyviä tekijöitä. Alan toimijalta edellytetään perusymmärtämystä ihmisen toimintaan psykofysiologisena kokonaisuutena, myös normaalista poikkeavissa oloissa. Ilmailufysiologian koulutusta määrittävät kasvatustieteelliset lähtökohdat ihmisen oppimiskäsityksen, opetussuunnitelmallisten tekijöitten, oppimistavoitteiden yms. tekijöiden huomioimisineen. Tieteellisissä suosituksissa pyritään ilmailusta johtuvien fysiologisten riskien minimoimiseen ja hallintaan. Tässä tutkimusparadigma lähestyy lentoturvallisuusalaa ja tekniikan tutkimusta. Pääsääntöisesti tutkimusperinne on kuitenkin nojannut lääketieteeseen, koska keskeiset toimijat ovat toistaiseksi tulleet alalle tätä väylää pitkin. Siksi tutkimusperinteessä ovat korostuneet erilaiset poikkeavat esiintyvyystekijät, riskitasojen määrittäminen ja fysiologisten vastatoimien tehokkuus pyrittäessä normaalitilaan poikkeavassa toimintaympäristössä sekä toipumiseen liittyvät asiat.

Suomessa ilmailulääketieteellinen toiminta on lähes 90-vuotias: lähtökohdana on Helsingin yliopiston lääketieteellisen tiedekunnan fysiologian laitokselle vuonna 1924 perustettu Psykotekninen laitos. Kytkös sotilasilmailuun on toiminut alusta pitäen. 1930-luvun alussa yksikkö siirtyi Ilmavoimien Esikunnan alaisuuteen muuttuen Psykofysiologian laitokseksi. Vuosikymmenen puolenvälin jälkeen samainen yksikkö siirrettiin perinteiseen Tilkan kiinteistöön, ensin Helsingin sotilassairaalan ja sittemmin Keskussotilassairaalan osaksi. 1980-luvun puolivälissä yksikön nimi muuttui Sotilaslääketieteen laitoksen ilmavoimaosastoksi, ja edelleen 2000-luvun vaihteessa kansalliseksi Ilmailulääketieteen keskuksi (Kilkki 2001). Vuodesta 2006 alkaen toiminta siirtyi Sotilaslääketieteen keskuksen alaisuuteen ja yksikön nimeksi vakiintui Ilmailulääketieteen keskus.

Ilmailufysiologia on Puolustusvoimissa kiinteä osa työterveyshuollon ja koulutuksen ammattilaisten kanssa tehtävää yhteistyötä, jonka toteuttamisvastuu on ilmailulääketieteen toimialalla. Suomessa ilmailufysiologiaa voi opiskella Ilmailuopistossa Porissa ja Maanpuolustuskorkeakoulun kadettikurssilla Ilmasotakoulussa (Ilmasotakoulu 2010) sekä rajoitetusti Ilmailuhallinnon järjestämässä täsmäkoulutuksissa ja muutamassa ilmailulukiossa. Pelkästään ilmailufysiologian tutkintoon johtavaa koulutusta ei Suomessa ole, vaan alalle tullaan edellä mainittujen tieteitten kautta.

## **2.3 Työperäisten tuki- ja liikuntaelinoireiden esiintyvyys ja oireiden hallinta työpaikkakohtaisin toimin**

Tuki- ja liikuntaelinsairaudet (TULES) ovat suomalaisten suurin yksittäinen kipua ja työkyvyttömyyttä aiheuttava terveysongelma (Pohjolainen 2005, 12). Paakkarin (2005, 46) mukaan tuki- ja liikuntaelinsairauksiin kuuluu runsas 150 erimuotoista oireyhtymää tai sairautta, joissa yhteisenä tekijänä on tulehdus ja kipu. Vaikka varsin merkittävä osa TULE-oireista syntyy tapaturmaisesti, tunnetaan TULE-sairauksien syntyyn myös selkeitä altistavia riskitekijöitä (Hurri 2004, 81). Riskitekijät, kuten työn kuormittavuus, stressi, liikuntakäyttäytyminen, ylipaino, ikä, psykososiaaliset tekijät ja tupakointi liittyvät olennaisesti yksilön arkipäiväiseen käyttäytymiseen ja terveystottumuksiin.

Työn kuormittavuuden arviointi ja ammatista johtuvan vammautumisen mekanismien kuvaaminen kuuluvat työfysiologian erityisosaamiseen. Kujala (2005, 580-599) toteaa, että runsas tai liian nopeasti lisääntynyt fyysinen kuormitus altistaa rasitusvammoilta. Vammoilta altistavia tekijöitä on useita: liiallinen kuormitus, kuormituksen toistuvuus, yksilön rakenteelliset ja biomekaaniset poikkeavuudet, lihaskuntotekijät, perimä ja mahdolliset lisävarusteet (Kujala 2005, 585-587; Vuori 2005, 580-599). Tässä tutkimuksessa käytetään alan vakiintuneita tutkimusmenetelmiä pyrkimyksessä näyttöön perustuvaan kuvaamiseen sotilaslentäjän TULE-oireiden esiintyvyyden ja fyysisen suorituskyvyn tason määrittämisessä, fyysisen kuormittumisen eli G-altisteen mallintamisessa sekä suhteellisten terveystieteiden laskennassa.

### ***2.3.1 Fyysinen kunto sekä tuki- ja liikuntaelinoireet kuormittavissa istumatöissä***

Kuormittavalla istumatyöllä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa sellaisia moottoriurheilun, taitolentämisen, liikenne- ja helikopterilentämisen sekä liikenteen ja metsäkonetyöskentelyn tehtäviä, joissa on samankaltaisuutta hävittäjälentäjän fysikaaliseen toimintaympäristöön. Tällaisia samankaltaisuuksia ovat muun muassa laitteen liikkeen aiheuttamat kiihtyvyyden- ja hidastuvuusvoimat, värinä, rajalliset tai olemattomat istuma-asennon muuttamismahdollisuudet työn aikana ja kohtalaisen staattinen istuma-asento.

Videman ym. (2000) selvittivät ammattimaisten ralliajajien työperäisen altisteen seurauksia lannerangan rappeumamuutoksina. Tutkimuksessa

todettiin, että kilpa-autoilun pitkäaikainenkaan altiste, erityisesti tärinä, ei lisää verrokkeihin nähden lannerangan rappeumamuutoksia. Ajajien kokemat alaselkäongelmat eivät näyttäisi olevan rakenneperäisiä. Battié ym. (2002) tutkivat kaksostutkimuksella ralliautoilijoiden istuma-altistusta ja sen yhteyttä lannerangan välilevyjen rappeumaan. Tuloksena todettiin, että ammattimainen ajaminen saattaa pahentaa koettuja selkäoireita, mutta ei lisää rakenteellisia vaurioita. Käytännössä selkäongelmat selittyvät näihin tutkimuksiin perustuen pehmytkudosten ylikuormittumisesta. Samaan aikaan raportoitiin toisaalla, että ralliajajista 70 % kärsii alaselkäkipuja ja 54 % niskakipuja, vieläpä niin, että kartanlukijoitten niskaongelmat ovat tätäkin yleisempiä (Mansfield ja Marshall 2001). Jacobs ym. (2002) ovat todenneet, että rata-autoilijat altistuvat merkittäville fyysisille kuormitteille. Lateraalisuuntaiset G-voimat ( $G_x$ ) ylsivät tutkimuksessa 4,5 G:n tasolle, ja kardiorespiratorinen kuormitus lähes 80 %:iin maksimaalisesta hapenkuljetustasosta, sykkeen ollessa vauhtikestävyysalueella. Kuormituksen kuvattiin olevan vertailukelpoista kori-, jalka- ja pesäpallon pelaajiin. Formula 1-kilpailusarjassa korostuvat samanlaiset vaatimukset. Kilpasarjan kaupallisista arvoista johtuen virallisia suorituskykyvaatimuksia ei julkisesti ole esitetty, mutta kuljettajan kardiovaskulaarisen kestävyuden ohella myös voiman, erityisesti niskan alueen kehittäminen, ilman merkittävää lihasmassan kasvua, on olennaista. Kiihtyvyyttä ja hidastuvuusarvot liikkuvat maksimissaan 4,5 G:n tasolla eri suunnissa. Kuljettajan syke voi kohota yli 200 lyöntiin minuutissa, ja keskimäärin kilpailussa liikutaan noin 160 lyönnin tasalla. Fyysisessä harjoittelussa korostetaan henkilökohtaisia variaatioita suorituskyvyn kehittämiseksi sekä harjoittelumyöntyyvyys- että -motivaatiomielessä (Ceccarelli 2010). Jo 1980-luvun F1-kalustolla kilpailtaessa todettiin, että 88 % kuljettajista kärsii alaselän oireista ja 63 % niskavaivoista (Burton 1983), mutta jokaisella kuljettajalla on jotain ongelmaa tukirankansa suhteen. Backman ym. (2005) suosittelevat ralliautoilijoille muun muassa vartalovoimien fyysistä harjoittelua ja rata-autoilijoille lisäksi erityisesti niska-hartiaseudun alueen harjoittamista.

Ammattimainen taitolentäminen asettaa ihmisen ajoittain jopa hävittäjälentäjääkin suuremmalle fyysiselle rasitukselle (Szurovy ja Goulian 1997, 26, 31-32; Trivelloni ja Berrettini 2010). Pienet ja äärimmäisen suorituskykyiset taitolentokoneet pystyvät tehokkaaseen liikehtelyyn ja lyhytaikaisesti jopa +10 G:n kaartoihin (Szurovy ym. 1997 168), eikä lentäjillä ole käytettävissään mitään nykyaikaista G-suojavarustusta, vaan jaksaminen perustuu lentäjän oman harjoittelun rakentamaan suorituskykyyn ja siten kuntotekijöihin. Kiihtyvyysoimien aiheuttamilta ongelmilta suojautuminen fyysisen harjoittelun avulla korostuu myös kansainvälisessä lentokilpailutoiminnassa. Harjoittelun tavoitteena on G-sietokyvyn kasvattaminen ja kuormittumisesta

aiheutuvien tuki- ja liikuntaelinongelmien hallitseminen huomattavan vaativassa työssä (ks. Guézennec ym. 2001). Lentäjistä merkittävä osa on jo keski-ikään ehtineitä, mutta äärimmäisen suorituskykyisiä ja ammatillisesti harjoitelleita niin kestävyys- kuin voimaominaisuuksiltaan (vrt. Szurovy ym. 1997, 167-177). Tiettyjen lentokilpailusarjojen kaupallisten merkitysten vuoksi tarkkoja fyysisen suorituskyvyn tai TULE-ongelmien kuvauksia ei ole saatavilla, mutta esimerkiksi kaksinkertainen maailmanmestari, yhdysvaltalainen Mike Mangold toteaa kilpailujen virallisella tiedotuspalstalla ”ottavansa vastaan kuntohaasteen keneltä tahansa Yhdysvaltain ilmavoimien sotilaslentäjältä ilmavoimien kuntotesteissä” (vertaa luku 3.2). Lentäjien harjoittelun kerrotaan olevan hyvin monipuolista, eikä yhtä ainoaa oikeaa tapaa valmentautua ole olemassa. Kuntotekijöitten kehittämisen lisäksi lentäjät korostavat painonhallintaa, lihaskoordinaatiota ja liikkuvuutta TULE-ongelmien välttämiseksi (Red Bull Air Race 2010).

Liikennelentäjien kuormittuminen syntyy lähinnä pitkäaikaisesta paikallaan istumisesta ilman merkittävää ylimääräistä G-altistusta. Lentäjien suorituskyvyssä korostuvat lähinnä sydämen ja verenkiertoelimistön toiminnalliset terveystekijät ja poikkeavuuksien havainnointi. Määräykset eivät ota kantaa fyysisen suorituskyvyn tasoon, mutta tuki- ja liikuntaelintoiminnan tulee olla tyydyttävä (JAR FCL 3 2006). Liikennelentäjien TULE-problematiikka vastaa toimistotyöntekijöitä: ongelmat ovat hyvin tavanomaisia ylipainon, jatkuvan istumisen ja vähäisen liikunnan yhteisvaikutuksesta johtuvia, useimmiten lihasperäisiä määrittelemättömiä alaselkä-, rintaranka- ja niskaongelmia. Korkeaa koetun oireen esiintyvyyttä (niska-hartiaseutu 30 %:lla, alaselkä 73 %:lla) on raportoitu muun muassa liikennelentäjillä (Lusted ym. 1994), eikä liikennelentokoneiden ohjaamojen istuinergonomiaa ja työskentelyympäristöä ole todettu erityisen hyväksi (Goossens ym. 2000). Intialaisen Tanejan (2008) tutkimukset suosittelivat kaikille lentäjille fyysistä harjoittelua aiheutuneen haitan pienentämiseksi. Simpson ja Porter (2003) kertovat 53 %:lla yleisilmailijoista olevan ongelmia, erityisesti juuri alaselän alueella.

Helikopterilentämisestä aiheutuneita TULE-oireita näyttäisi olevan 50-94 %:lla lentäjistä (Froom ym. 1987; Bongers ym. 1990; Sheard ym. 1996; Thomae ym. 1998; Hansen ym. 2001; Bridger ym. 2002; Valenti ym. 2004; Pelham ym. 2005; Äng ym. 2006; Cunningham ym. 2010). Hansen ym. (2001) pohtivat myös oireen aiheuttaman haitan merkitystä: lähes puolet oireilevista lentäjistä kokee kivun aiheuttavan työn laatua alentavaa haittaa, erityisesti ilmailussa olennaista tilannetietoisuuden heikkenemistä. Tutkimuksissa suositellaan oireitten hallintaan istuinergonomian

kehittämistä ja ilmailun erityispiirteet huomioivan fyysisen kuntoutuksen käyttöä aikaisessa vaiheessa lentäjän uralla.

Ammattiautonkuljettajien jatkuva istuminen altistaa TULE-oireille. Kiinalaisten ja yhdysvaltalaisien taksinkuljettajien vuotuinen alaselkäoireiden esiintyvyys näyttäisi olevan 33-51 %. Yli neljän tunnin ajoaika, kurottelu, koettu työstressi ja työtyytyväisyyden taso olivat yhteydessä korkeaan oire-esiintyvyyteen eli sekä fyysiset että psykososiaaliset tekijät tulisi huomioida työssä kuormittumisen hallinnassa (Chen ym. 2005). Hieman korkeampi oire-esiintyvyys, 60-65 %, havaittiin afrikkalaisten ammatikseen ajavien (auto- ja moottoripyöräkuljettajat) keskuudessa. Heistä noin puolet kohdisti ongelmansa alaselkään. Vain muutaman prosentin todettiin olevan tietoisia työn kuormitusta ennaltaehkäisevistä menetelmistä, eikä kenelläkään ollut työpaikalla asiaan liittyvää ohjeistusta (Akinbo ym. 2008). Englantilaisten raskaiden yhdistelmäajoneuvonkuljettajien vuotuinen selkäoire-esiintyvyys oli 81 %. Tutkituista 60 % raportoi ongelman kohdistuvan alaselkään. Kuljettajien tehtäviin sisältyi kuitenkin myös lastaamista, jonka arveltiin olevan yhteydessä ongelmien esiintymiseen (Robb ym. 2007). Alankomaissa tehdyn tutkimuksen mukaan kuljettajien altistuminen koko kehoa koskevaan tärinään voi johtaa istuma- ja ajamisperäisten alaselkäongelmien esiintymiseen (Tiemessen ym. 2008). Israelilaisessa bussinkuljettajia koskevassa tutkimuksessa 45 % koehenkilöistä oli kokenut vuoden aikana alaselkäoireita. Vajaa puolet oireisten ryhmästä ja kaksi kolmasosaa oireettomien ryhmästä harjoitti aktiivista liikuntaa. Ergonomisten ja psykososiaalisten tekijöitten todettiin olevan merkittävästi yhteydessä oireisiin, ja kuljettajia suositeltiin aktiivisesti osallistumaan säännölliseen alaselkäoireita ennaltaehkäisevään liikuntaan, perehtymään ergonomisiin tekijöihin sekä hallitsemaan työperäistä stressiä (Alperovitch-Najenson ym. 2010).

Mielenkiintoinen verrokkiryhmä koostuu nykyaikaisten metsäkoneitten kuljettajista. Sekä kuljetus- että monitoimikaluston (harvesterit, prosessorit) ajajat altistuvat työssään tärinälle, heilunnalle, alustaan kohdistuville iskuille ja epätasaisessa metsämaastossa ylipäätään liikkeelle, jonka voimat kohdistuvat istuimen kautta tukirankaan. Wuolijoki (1976) on artikkelissaan arvellut koneen heilunnan lisäävän kuljettajan selkäsairauden riskiä ja pahentavan jo olemassa olevaa oiretta. 1990-luvun alkupuolella tehdyssä suomalaisessa tutkimuksessa 85 %:lla metsäkonekuljettajista oli kuluneen vuoden aikana ollut paikallista selkäoireilua. Iskiastyypin oireen esiintyvyys oli seuranta-aikana vuodesta 1989 vuoteen 1995 kohonnut 11 %:stä 25 %:iin. Reisien agonisti- ja antagonistilihaskireydet olivat yhteydessä selkäkipujen ilmaantumiseen. Säännöllisesti liikuntaa harrastaneet saivat parempia tuloksia selän toimintakykytesteissä (Oksama

1995). Japanilaisessa tutkimuksessa huomattiin, että huolimatta varsin matalasta verenkiertoelimistön kuormittumisesta paikalliset tuki- ja liikuntaelinoireet nostivat työn kokonaiskuormittavuutta merkittävästi. Tutkimuksessa suositeltiin kokonaisvaltaisesti työolojen kehittämistä pienentämään kuormitusta (Inoue ym. 1996). Sherwinin ym. (2004a ja 2004b) tutkimuksissa irlantilaisista metsäkonekuljettajista havaittiin tietyn taajuuden tärinän olleen yhteydessä ohjaamotyöskentelyn kuormittavuuteen, ja että tärinän taajuutta sekä samalla kuormittavuutta voitiin hallita ohjaamoon välittyviä voimia pienentämällä (metsäkoneen renkaiden ilmanpaineisiin vaikuttamalla). Terveystieteellisen kuormitusriskin katsottiin kasvavan yli kahdeksan tunnin altisteen jälkeen (Sherwin ym. 2004a ja 2004b).

Melko tuoreessa, ammatillista istumatyön kuormittavuutta eurooppalaisissa ammattiteollisuudessa kuvanneessa, koostartikkelissa (Lis ym. 2007) todettiin, että keskimääräinen vuotuinen alaselkäoireilun esiintyvyys vaihtelee noin 40 %:sta 75 %:iin tutkituista. Mukana olleissa ammattiteollisuudessa (lähinnä teollisuus, liikenne, toimistotyö ja terveydenhuolto) istuma-aikaa oli enemmän kuin puolet päivän kokonaistyöajasta. Johtopäätöksinä todettiin, että istuminen sinänsä ei lisää alaselkäoireilua, mutta istuminen yhdistettynä tärinään ja hankalaan työasentoon altistaa oireilulle. Tärinäaltistajalla näyttäisi olevan suurempi merkitys oireiden ilmaantumiseen kuin altisteen hetkittäisellä tasolla (Lis ym. 2007). Tutkimuksessa ei otettu kantaa ennaltaehkäiseviin toimiin tai niiden sisältöön.

### ***2.3.2 Fyysisen suorituskyvyn yhteys tuki- ja liikuntaelinoireisiin***

Suomalaisessa viiden vuoden seuranta-tutkimuksessa (Kujala ym. 1996) todettiin, että raskas ja fyysisesti kuormittava työ lisää selkäoireilua, mutta fyysisen suorituskyvyn tekijät eivät olleet yhteydessä TULE-oireisiin tai ennustaneet koehenkilöiden oireilua. Tutkimuksessa kuitenkin muistutettiin, että fyysinen harjoittelu voi olla hyväksi riittävän toimintakykyisyyden säilyttämisessä tai oireilevan henkilön fyysisen toimintakyvyn palauttamisessa työn vaatimuksia vastaaviksi (Kujala ym. 1996).

Malmivaaran ym. (1998) suomalaisilla rakennustyöntekijöillä toteutetussa tutkimuksessa todettiin hyvän fyysisen suorituskyvyn vähentävän TULE-oireriskiä ja testitulosten ennustavan työkykyisyyttä fyysisesti kuormittavissa ammattiteollisuudessa. UKK-instituutin terveystutkimustietoa 1990-luvun lopulla kehittäneet huomauttavat, että alaselän staattiset kestävyysominaisuudet vaikuttivat olleen heikommalla tasolla ihmisillä, joilla

oireita oli eniten, mutta näyttö oli ristiriitainen (Sunni ym. 1998, Sunni 2000). Takala (1993), Alaranta ym. (1994) ja Malmivaara ym. (1998) olivat saaneet samantyyppisiä tuloksia jo muutamaa vuotta aiemmin.

Alankomaissa tehdyssä koostetutkimuksessa (Hildebrandt ym. 2000) saatiin niukkaa näyttöä siitä, että erityisesti inaktiivien ihmisten vapaa-ajan liikuntaharrastuksen herättäminen on kannattavaa TULE-oireiden ennaltaehkäisemiseksi. Katsauksessa tarkasteltiin 39:ää kansainvälisesti julkaistua TULE-oireiden ilmaantumisesta käsittelevää tutkimusta, jossa fyysinen aktiivisuus toimi keskeisenä selittävänä muuttujana (Hildebrandt ym. 2000). Suomessa Takalan ym. (2000) työntekijätutkimuksessa havaittiin, että oireettomilla pieni liikkuvuus vartalon koukistustesteissä ja huono seisomatasapaino olivat yhteydessä alaselkäoireiden ilmaantumiseen. Alaselkäoireisilla matala isokineettinen vartalon ojennusvoima, huono seisomatasapaino ja dokumentoidut kliiniset löydökset ennakoivat tulevia selkäongelmia. Johtopäätöksinä todettiin, että käytettyjen fyysistä toimintakykyä mittaavien testien hajonnat olivat niin suuria, ettei näyttö testien ennustavuudesta ole ristiriitainen (Takala ym. 2000). Proper ym. (2003) kokosivat 26:n kansainvälisesti julkaistun 1900-luvun lopun tutkimuksen tuloksia samasta aihepiiristä. He raportoivat, että voima- ja kestävyystekijöitten ja yleisen terveydentilan välillä oli joko olematon näyttö tai tulokset olivat ristiriitaisia.

Mirandan (2002) väitöskirjassa tarkasteltiin erilaisten liikuntamuotojen sekä niiden harrastamisen määrän yhteyttä suomalaisen työväestön tuki- ja liikuntaelinoireisiin. Fyysisesti kuormittavan työn nähtiin altistavan erilaisille TULE-oireille, erityisesti kivun lisääntymiseen. Liikunnan määrällä ei todettu sinänsä olevan suojaavaa vaikutusta TULE-oireiden esiintyvyyteen, mutta liikunta ei myöskään lisännyt oireilua. Tulokset esiintyivät myös jossain määrin ristiriitaisina: juoksuharrastuksen jopa todettiin suojaavan hartia- ja iskiaskivuulta, kun taas kävely altisti iskiasioireille. Huomion arvoista oli, että työn psykososiaaliset kuormitteet (niskan ja alaselän TULE-oiereriski jopa nelinkertainen; tarkemmin Miranda ym. 2001) olivat merkittävästi yhteydessä oireiluun, erityisesti oireiden pysyvyyteen. Liikunnan lisäksi myös muiden riskitekijöiden kuten iän, ylipainon ja tupakoinnin tiedostamiseen suositeltiin kiinnitettävän vahvaa huomiota TULE-oireiden ennaltaehkäisyssä. Siksi tutkimuksessa suositeltiin monialaista lähestymistä työperäisten tuki- ja liikuntaelinoireiden ennaltaehkäisyyn ja hallintaan (Miranda 2002).

Niin ikään hollantilaisen Hamberg-van Reenenin ym. (2006a ja 2006b) töissä on yksittäisiä fyysisen suorituskyvyn tekijöitä tarkasteltu vieläkin syvällisemmin. Tutkimuksissa on saatu näyttö siitä, että matala lanne- ja kaularangan lihaksiston staattinen voimataso lisää TULE-oireen saamisen

riskiä rangan epätavanomaisissa asennoissa työskenneltäessä. Matala suorituskyky yhdessä alhaisenkin altistetason kanssa lisää TULE-oieriskiä. Erinomaisessa kunnossa oleville puolestaan korkeakaan kuormitus ei näyttänyt kohottavan riskiä (Hamberg-van Reenen 2006a). Toisessa tutkimuksessa matalan alaselän staattisen voimatason osoitettiin olevan yhteydessä alaselkäkipuun. Niskan ja alaselän kuormittumisen todettiin olevan lisäksi toisistaan riippumattomia, erillisiä tekijöitä, vaikka altiste olisi samantapainen (Hamberg-van Reenen 2006b).

Systemaattiseen katsaukseen vuonna 2007 (Hamberg-van Reenen 2007) kelpuutettiin mukaan 26 erittäin tasokasta fyysisen suorituskyvyn ja TULE-oireen yhteyttä käsittelevää kansainvälisesti julkaistua tutkimusta. Tutkimuksista välittyi vahva näyttö, että alaselän TULE-oireitten ja keskivartalon ojennuksen dynaamisten kestovoimaominaisuuksien välillä ei ollut yhteyttä. Vahva näyttö oli myös siitä, että lannerangan alueen liikkuvuusominaisuuksilla ei ollut yhteyttä TULE-oireisiin. Matalan staattisen vartalo-ojennuskestovoiman ja oireitten ilmaantuvuuden välillä on ristiriitainen näyttö. Ratkaisevaa näyttöä niska-hartiaseudun lihaksiston voimaominaisuuksien tai liikkuvuuden yhteyksistä TULE-oireisiin ei raportoitu (Hamberg-van Reenen 2007).

Fyysisen aktiivisuuden, liikunnallisen elämäntavan ja harjoittelun merkitystä oireiden hallinnassa kuitenkin korostetaan, vaikka liikunta ei tarjoaisikaan täydellistä suojaa työperäistä oiretta vastaan. Tutkimuksista välittyy kuva, että korkea fyysinen suorituskyky ei estäisi TULE-oireen syntymistä, mutta fyysisellä aktiivisuudella ja hyvällä suorituskyvyn tasolla on suotuisa vaikutus koettuun fyysiseen toimintakykyisyyteen. Tutkimukset kuitenkin koskettivat useimmiten sellaista väestöä, jonka fyysinen suorituskyky eikä työn kuormittavuus ole urheilijatasoista. Fyysisesti hyvin aktiivisilla henkilöillä voi puolestaan harrastamansa lajin fyysisen kuormittavuuden vuoksi olla tavanomaista suurempi riski TULE-oireisiin (vrt. esim. Miranda 2002), joten tulosten ristiriitaisuus oli ilmeistä. Näyttäisi kuitenkin siltä, että oireitten ilmaannuttua välitön harjoittelu ei auta, mutta oireen jatkuessa harjoittelusta on yksilölle yleistä toimintakykyä ylläpitävää hyötyä. Työnantajan aktiivisella ja positiivisella asenteella fyysiseen harjoitteluun työpaikalla on merkitystä yksittäisen työntekijän liikuntatottumuksiin.

### ***2.3.3 Työpaikkojen liikunta- ja terveysinterventioiden vaikuttavuus***

1970-, 1980- ja 1990-luvun alun interventioita englanninkielisessä kirjallisuudessa tutkittiin Shephardin (1996) toimesta koostetussa artikkelissa, johon kelpuutettiin 56 kansainvälistä julkaisua. Keskeiset havainnot olivat,



että tutkimusten harjoitteluasetelmat eivät useinkaan olleet optimaalisia liikuntalääketieteellisen näytön kannalta ajateltuna (mm. kaksoissokkoutus puuttui, satunnaistaminen hankalaa, hyväkuntoiset valikoituivat harjoitteluryhmiin ja interventioitten toteuttaminen työaikana ja työpaikalla oli sekä harjoittelupaikkojen että harjoittelumyöntyvyyden osalta vaikeaa). Tutkimuksissa osoitettiin kohtalainen näyttö siitä, että harjoittelu voi parantaa hyvin suunniteltuun ohjelmaan osallistuneiden voimaominaisuuksia lähes 10 % vuodessa ja kestävyysominaisuuksia jopa 20 % muutamassa kuukaudessa, mutta vain niillä, jotka osallistuivat säännöllisesti ja ohjatusti harjoitteluun. Tärkeä yhteinen havainto oli myös, että harjoittelulaitteiden korkea tekninen taso ei ole olennaista. Sen sijaan työpaikalla tapahtuva henkilökohtainen harjoittelun ohjaus ja työyhteisön julkisesti fyysistä aktiivisuutta korostava ilmapiiri olivat välttämättömiä. Suosituksina työpaikkojen liikuntainterventioihin koottiin olennaisiksi tekijöiksi työhyvinvoinnin ja työterveyden monialaisuus. Tällä tarkoitetaan, että pelkästään harjoittelu tai lääketieteellinen neuvonta eivät yksinään riitä, vaan vasta henkilöstötoimialan, liikunta-ammattilaisten ja työterveyshuollon yhteistoiminta johtavat tuloksiin. Työyhteisöjä pyydettiin huomioimaan myös moniammatillinen tuki, jotta toiminta ei ”medikalisoituisi” eli leimautuisi pelkästään konsultaatio -ja hoitotoimenpiteiksi (Shephard 1996).

Kuten aiemmin todettiin, hollantilaisessa koosteessa (Proper ym. 2003) perehdyttiin 1900-luvun kahden viimeisen vuosikymmenen aikana 26:een liikuntalääketieteellisesti laadukkaaseen tutkimukseen työpaikan tapahtuvan harjoittelun merkittävyyden selvittämiseksi. Tutkimuksista saatiin vahva näyttö työpaikan liikuntaohjelmien vaikutuksesta liikunnanharrastuksen aktivoitumiseen ja yleensä TULE-oireitten vähenemiseen. Niukka näyttö sen sijaan havaittiin harjoittelusta koetun väsymyksen ehkäisemisessä. Vaikka katsauksessa osoitettiin ristiriitaista näyttöä kuntotekijöiden kehittymisen ja koetun terveydentilan välillä, suositeltiin työpaikoille ohjattuja liikuntaohjelmia, erityisesti juuri TULE-ennaltaehkäisymielessä (Proper ym. 2003).

Alankomaissa edelleen julkaistussa tutkimuksessa (Proper ym. 2004a) tarkasteltiin työpaikan fyysisestä harjoittelusta saatavia hyötyjä julkisen sektorin työntekijöillä yhdeksän kuukauden interventiossa. Vaikka painopiste oli kustannus-tehokkuus-analyyseissä, fyysisen suorituskyvyn muutoksia havainnoitiin ohessa. Lopputuloksena todettiin, että lyhytaikaisesti ei ole saavutettavissa tilastollisesti merkittäviä tuloksia, mutta käytettyä jaksoa pitemmällä ajalla näyttö olisi ehkä mahdollista saavuttaa. Tutkimus kuitenkin suositteli työpaikan liikuntainterventioiden lanseeraamista (Proper ym. 2004a). Lähes samaan aikaan julkaistussa

Properin ym. (2004b) toisessa artikkelissa korostettiin, että erityisesti TULE-oireisiin ei pystytä vaikuttamaan pelkällä neuvontainterventiolla.

Haydenin ym. (2000) julkaisema Cochrane-katsaus harjoitteluterapian vaikuttavuudesta alaselkäoireilun hoitokeinona antaa hyvin ristiriitaisen kuvan. Harjoittelun kuvataan jossain määrin vähentävän kipua ja parantavan fyysistä toimintakykyisyyttä kroonisesti alaselkäoireilevilla aikuisilla, mutta oireen akuutissa vaiheessa harjoittelulla ei näyttäisi olevan muita menetelmiä parempaa vaikuttavuutta.

Toisessa Cochrane-katsauksessa (Schaafsma ym. 2003) tarkasteltiin fyysisen kuntoutuksen merkitystä selkäoireilevien työntekijöitten työn vaatiman fyysisen toimintakyvyn palauttamisessa. Työpaikoilla pyrittiin antamaan ohjausta työntekijöitten kestävyuden, voiman, liikkuvuuden ja motorisen hallinnan parantamiseksi. Katsaukseen valikoituneisiin 23:een laadukkaaseen tutkimukseen perustuen annettiin suosituksena, että kevyellä harjoittelulla ei ole minkäänlaista vaikutusta sairaspöissaoloihin alaselkäoireilusta johtuen. Ristiriitaisia tuloksia raportoitiin harjoittelun merkityksestä hieman akuuttia vaihetta pidemmissä oiretapauksissa. Näyttöä saatiin kuitenkin siitä, että sairaspöissaolot vähenivät, mikäli työnantaja oli sitoutunut harjoitteluintervention ylläpitoon. Kroonisesti jo oireileville harjoittelusta voisi olla pientä hyötyä työssä tarvittavan toimintakyvyn palauttamisessa. Ylipäätään näyttö harjoittelun hyödystä oireen akuutissa vaiheessa on niukkaa, mutta harjoittelulla voisi olla merkitystä pitempään oireilleiden työkyvyn ylläpidossa. Lisäksi todettiin, että työnantajan aktiivinen ja myönteinen asenne työntekijöiden fyysistä harjoittelua kohtaan parantaisi tulosta (Schaafsma ym. 2003).

Heymansin ym. (2004) systemaattiseen Cochrane-katsaukseen niin sanottujen selkäkoulujen (henkilökohtaisesti ohjattu harjoittelumenetelmä) tehokkuudesta alaselkäoireitten hallinnassa kelpuutettiin 19 kansainvälistä julkaisua, joissa menetelmänä oli kontrolloitu verrokkiasetelmä. Vaikka tutkimusten kliinistä relevanssia pidettiin osittain riittämättömänä, tulokset osoittivat kohtalaista näyttöä siitä, että selkäkoulukuntoutuksella on toistuvasti alaselkäoireisille yleisesti parempi lyhyen ja keski-pitkän ajan kipua hallitseva vaikuttavuus kuin muilla menetelmillä. Samantasoinen näyttö selkäkoulun vaikuttavuudesta saatiin myös pitkäaikaisesti työperäisestä syystä alaselkäoireileville sekä lyhyellä että keskipitkällä aikavälillä. Kaiken kaikkiaan kirjoittajat päättelivät, että tutkimuksilla on saatu kohtalainen näyttö ammatillisesti spesifin selkäkoulun vaikuttavuudesta koetun kivun lievittäjänä (Heymans ym. 2004).

Vapaa-ajan liikunnan ja erityisten selkäharjoitteiden merkitystä alaselkäkipuun ja koettuun haittaan on selvitetty Yhdysvalloissa (Hurwitz

ym. 2005). Näytön aste ei ollut korkea, mutta haitan ja oireen hallintaan suositeltiin aktiivisesti monipuolista liikuntaa, jolla on lisäksi psyykkistä hyvinvointia edistäviä, kivun pelkoa vähentäviä ja sitä kautta yleistä fyysistä aktiivisuutta rajoittavia vaikutuksia. Samantapaisia suosituksia antaa myös irlantilainen, varsin tuore koostetutkimus 39:sta satunnaistetusta kontrolloidusta verrokki-tutkimuksesta koskien alaselkäoireilevien kivunhallintaneuvontaa (Liddle ym. 2007).

Duggil ym. (2008) perehtyivät koostartikkelissaan työpaikkojen liikuntainterventioiden tehokkuuteen 12:den vuosituhannen vaihteessa julkaistun kansainvälisen artikkelin perusteella. Näyttö työpaikkaliikunnan kuntoa kohottavasta tehosta oli ristiriitaista, mutta interventioilla todettiin vahva näyttö siitä, että juuri työntekijän omalla työpaikalla tapahtuva neuvonta vaikutti positiivisesti liikuntakäyttäytymisen aktivoitumiseen (Duggil ym. 2008).

Muutamissa tutkimuksissa tarkasteltiin liikuntainterventioiden yhteyttä sairaspöissaolojen vähentymiseen. Australialaisessa Cochrane-katsauksessa tarkasteltiin koostetutkimuksena kroonisesti selkäkipuisten kuntoutusohjelmia. Siinä todettiin, että asiakkaitten tiedolliseen neuvontaan ja käyttäytymisen muutokseen pyrkivillä ohjelmilla voitiin vähentää sairaspöissoloja merkittävästi (Schonstein ym. 2003). Alankomaissa toteutetussa sokkoutetussa ja satunnaistetussa vertailututkimuksessa selvitettiin alaselkäkipuisten liikenneilmailun parissa työskentelevien kokopäiväiseen työhön paluun ajallista ja rahallista tehokkuutta kahden erilaisen kuntoutusmenetelmän avulla. Tuloksena todettiin, että jo ensimmäisten oireitten aikaan aloitettu ennakoiva, työn ohessa toteutettu asteittain etenevä kuntoutus ei tule kokonaiskustannuksissa käytännössä kalliimmaksi kuin totaalisen sairaspöissaolon jälkeen vaadittava perinteinen työhön palauttava kuntoutuskaan (Hlobil ym. 2007). Tanskalaisessa tutkimuksessa puolestaan arvioitiin kolmen erilaisen työpaikalla harjoitelleen toimistotyöntekijäryhmän niska-hartiaseudun oireiden ja työkykyisyyden yhteyksiä sairaspöissaoloihin vuoden interventiossa. Sekä erityisharjoitteluryhmän että pelkästään yleistä liikuntaa aktivoineen ryhmän tulokset rajoittivat oireita, erityisryhmän kuitenkin merkittävästi enemmän pitkällä aikavälillä etenkin oireettomana erityisharjoitteita aloittaneiden osalta. Sairaspöissaoloissa harjoitteluryhmillä ei ollut eroa (Blangsted ym. 2008). Samasta populaatiosta julkaistussa toisessa tutkimuksessa todettiin, että lähtötilanteessa oireettomat pysyivät kaikissa ryhmissä edelleen oireettomina, mutta oireellisilla molemmat harjoittelumuodot vähensivät ongelmia verrokkiryhmää tilastollisesti merkitsevästi enemmän eli työpaikalla toteutettu harjoittelu vähensi sairastavuutta pitäen työntekijät työkykyisinä oireista huolimatta (Andersen ym. 2010).

Carrolin ym. (2009) systemaattisessa koostekatsauksessa kymmenestä korkealaatuisesta artikkelista tarkasteltiin työpaikoilla tapahtuvien interventioiden merkitystä TULE-oireilun hallinnassa ja sairauspoissaolojen jälkeisen työhön paluun tehostamisessa Isossa-Britanniassa. Tutkimuksessa todettiin, että työpaikalla tapahtuvan kuntoutuksen, johon työnantaja oli sitoutunut, tulokset olivat kustannustehokkaita. Tuloksissa myös korostettiin työnantajan, työntekijän ja työterveysammattilaisten moniammatillista yhteistyötä sairauspoissaolon jälkeisen työhön paluun tehostamisessa. Osapuolten tehokas yhteistyö paransi myös pitkien sairauspoissaolojen jälkeistä työhön palaamista, vaikka parhaat tulokset saavutettiin alle kahden viikon sairauslomaa vaatineiden selkääoire-episodien jälkeen.

Työpaikoilla tapahtuvan liikunnan vaikuttavuudesta on hyvin ristiriitaista näyttöä. Näyttäisi siltä, että oireita ei juuri pystytä, ainakaan kevyellä harjoittelulla ennaltaehkäisemään, mutta harjoittelulla sinänsä olisi yksilön työkykyisyyttä ylläpitävää ja oireesta mahdollisesti aiheutuvaa haittaa hallitseva merkitys. Työnantajan aktiivinen ja esimerkillinen rooli korostuu kuitenkin työntekijän fyysisen aktiivisuuden ja tätä kautta saatavan henkilökohtaisen hyvinvoinnin tukemisessa. Työpaikalla toteutettavan harjoittelun ei koeta ainakaan vähentävän taloudellista tuottavuutta, vaikka se ei suoranaisesti sairauspoissaolopäiviä vähentäisikään. Työntekijän työkykyisenä pysyminen on kokonaistuottavuuden kannalta kannattavampaa kuin sairauspoissaolojen kautta kuntouttaminen.

#### ***2.3.4 Tuki- ja liikuntaelinten oireet ja sairaudet suomalaisväestössä***

1980- ja 1990-luvuilla suomalaiset kävivät ahkerasti valittamassa TULE-oireita lääkäriin, sillä joka viidennen käynti kosketti TULE-ongelmaa, eikä tilanne ole olennaisesti muuttunut uudella vuosikymmenelläkään (Heliövaara 1996, Aromaa ja Koskinen 2000). Mini-Suomi-tutkimuksessa (Aromaa ym. 1989) todettiin suomalaisella aikuisväestöllä olleen kolmella neljästä jonkinlainen selkääoirejakso elämänsä aikana. Pitkäaikaisongelmia oli ollut vajaalla viidenneksellä väestöstä. Terveys 2000-hankkeessa pitkäaikaisongelmia oli ollut noin 10 %:lla osallistuneista (Riihimäki ja Heliövaara 2002, 47-48; Heistaro ym. 2007, 14). Koko elinikäinen kumulatiivinen selkäkivun esiintyvyys oli miehillä 77 % ja naisilla 76 % (Heistaro ym. 2007, 14). Kivun syitä ovat usein nikamien välilevyjen pullistuminen ja fasettinivelien liike (Airaksinen ja Lindgren 2005, 182-185). Niska-hartiaseudun kipuja potee puolestaan runsas puolet suomalaisista elämänsä aikana (Airaksinen ym. 2005, 124; Aromaa ym. 1989, 168-176). Niska-hartiaseudun pitkäaikaisoireita kokeneiden

prosentuaalinen osuus, vajaasta 10 %:sta populaatiosta (Riihimäki ja Heliövaara 2002, 48) runsaaseen 10 %:iin (Aromaa ym. 1989), vastaa selkäkipuisten vastaavaa tasoa. Leino-Arjaksen ym. (2007) mukaan viimeisen kuukauden aikana 37 % suomalaisista naisista ja 24 % miehistä oli raportoinut niska-hartiaseudun oireita (Leino-Arjas ym. 2007, 19). Vuosituhannen lopun selkä- ja niskaoireilun määrään verraten on oireilu ollut kuitenkin uuden vuosituhannen alussa hieman laskussa, vaikka TULE-oireet ovat toiseksi suurin suomalaisten terveysongelma (Heistaro ym. 2007, 16; TULES-vuosikymmen 2009). Työssä olleiden suomalaisten kokema TULE-oireesta johtuva itse arvioitu häirtäso viimeisen vuoden aikana oli noin 57%:lla suomalaisista vain lievä (Visual Analog Scale- eli VAS-sato taso <20mm), 27%:lla kiusallinen (VAS 20-60mm) ja loppuilla 16%:lla vakava (VAS > 60mm) (Taimela ym. 2007, 51).

Suomalaisten TULE-oireilun on arvioitu selkään liittyvän ongelman vuoksi maksavan yhteiskunnallemme noin 93 000 000 €/vuosi (TULES-vuosikymmen 2009). Näiden hoito maksaa lisäksi noin 600 000 000 €. Keskimääräinen yhden työntekijän päivän sairauspoissaolon hinta Suomessa on TULE-oireista johtuen noin 300 € (Perho 2008; Elinkeinoelämän keskusliitto 2009, 14), jossa korostuvat yksityisen sektorin kokonaismenetykset. Julkisella sektorilla on raportoitu tästä noin kolmasosaan jääviä kustannuksia eli noin 90 euroa (Satakunnan sairaanhoitopiiri 2008).

### ***2.3.5 Tupakkatuotteiden käytön yhteys TULE-oireisiin***

Tupakointia pidetään yhtenä merkittävänä TULE-oireilun riskitekijänä mm. iän, ylipainon, fyysisen kuormittumisen ja psyykkisten tekijöiden ohella (Miranda 2002, myös Manninen ym. 1995, Goldberg ym. 2000). Jo pitkään on aiemmissakin tutkimuksissa arveltu, että tupakkatuotteiden käyttö johtaa TULE-oireiden lisääntymiseen. Frymoer ym. (1983) pohtivat, että tupakkatuotteiden nikotiini mahdollisesti heikentää selän rakenteiden verenkiertoa, ja tätä kautta altistaa rangan muun muassa erilaisille enneaikaisille rappeumaoireille. Battién ym. (1989) tutkimuksessa matalasti koulutettujen teollisuuden työntekijöitten selkäoireista todettiin, että tupakointi oli suurin yksittäinen oireita ennustava tekijä. Tutkituista tupakoi 41,1 %. Tanskalaisessa systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa, jossa selvitettiin 47:ää tupakoinnista ja selkäoireista julkaistua tutkimusta, todettiin, että tupakointia voitaneen pitää heikkona TULE-oireiden riskitekijänä (Leböf-Yde 1999).

Perinteisen tupakoinnin rinnalle on parina viime vuosikymmenenä noussut nuuskan käyttö. Nuuskan terveystvaikutukset ovat samankaltaiset kuin tupakanpoltonkin, mutta kertaluonteinen nikotiiniannos on usein merkittävästi suurempi kuin polttajalla. TULE-oireisiin liittyvän vammautumisen riskin selittäjänä pidetään juuri verenkierron heikentymistä kuormittuneissa kudoksissa nikotiinin verisuonia supistavan vaikutuksen ansiosta. Veren nikotiinipitoisuus myös kestää tupakointia pitempään. Nuuskan käyttö on ollut yleistä fyysisesti kuormittavien urheilulajien (voimailu, rugby, amerikkalainen jalkapallo, baseball, jääkiekko, salibandy) piirissä, vaikka näissä on voimakkaasti yritetty hillitä käyttöä (Karvonen ym. 1995, Quarrie ym. 2001, Seversson ym. 2005, Schneider ym. 2009). Näissä lajeissa nuuskan käytöllä haetaan myös psyykkistä vaikutusta pelien kontaktiluonteen, syntyneen kiihkeyden ja stressin lieventämisen sekä sosiaalisten syitten vuoksi (Walsh ym. 1994). Nikotiinilla on sekä rauhoittavia että stimuloivia fysiologisia vasteita (ks. Ahtee 2003, Pietilä 2003). Amerikkalaisten 20-29-vuotiaitten baseballpelaajien keskuudessa tehdyssä tutkimuksessa (N=1566) 40 % pelaajista nuuskasi ja 4 % poltti, 13 %:n ollessa lisäksi entisiä nuuskaajia (Robertson ym. 1997). Walshin ym. (1994) hieman aiemmin lähes samankokoisessa baseballin ja amerikkalaisen jalkapallon pelaajien keskuudessa tehdyssä tutkimuksessa nuuskaajia oli keskimäärin 36 %. Jalkapalloilijoista nuuskasi jopa runsas joka toinen.

Norjalaisessa jalkaväen sotilaitten nuuskan käyttöä selvittävässä tutkimuksessa raportoitiin kaksinkertainen nuuskaavien TULE-oieriski fyysisesti kuormittavan jakson aikana (Heir ja Eide 1997). Ruotsissa, jossa nuuskaamisella on pitkä perinne (Galanti ym. 2001, Norberg ym. 2011), nuuskaajien TULE-oireiden esiintyvyytodenäköisyys oli lähes kaksi- ja puolikertainen (OR 2,3) nuuskaamattomiin nähden (Wickholm 2008). Yhdysvalloissa julkaistussa tutkimuksessa nuuska on myös toiminut selvänä tupakointitottumusten siirtäjänä muihin tupakkatuotteisiin (Tomar 2002).

Kansanterveyslaitoksen tutkimuksessa vuodelta 2005 raportoitiin, että suomalaisista työikäisistä miehistä 26 % ja naisista 18 % tupakoi päivittäin. 15-24-vuotiailla vastaavat luvut olivat 18 % ja 21 %. Satunnaispolttajia molemmissa sukupuolissa oli lisäksi 18 %. Matalimmin koulutetuista 35 % ja korkeimmin koulutetuista 21 % tupakoi päivittäin. Joka viides käyttäjä oli onnistunut luopumaan tavastaan (Helakorpi ym. 2005). Suomessa nuuskan myynti on kiellettyä, mutta kotimaisessa tutkimuksessa todetaan, että 9 % nuorista 18-vuotiaista aikuisista nuuskasi. Aiemmin viitatussa Galantin ym. (2001) tutkimuksessa raportoitiin jopa 20 %:n ruotsalaisista miehistä nuuskaavaan säännöllisesti.

Sotilaslentäjien tupakkatuotteiden käytön arvellaan olevan keskimääräistä väestöä runsaampaa. Oxfordin ja Silbermanin (2008) mukaan vuonna 1989 24 % Yhdysvaltain armeijan lentäjistä tupakoi, mutta etenkin Itä-Euroopan maissa tapa on vielä paljon yleisempi (Lyons ym. 1997). Espanjan ilmavoimissa status kuvastaa vastaavanlaista, erityisesti 1980- ja 1990-luvun vaihteen välimerellistä kulttuuria: 61 % lentäjistä tupakoi aktiivisesti (Rios-Tejada ym. 1993). Yhdysvaltain laivaston lentäjien nuuskaamista selvittävässä tutkimuksessa 13 % vastaajista nuuskasi (McLellan ym. 2010). Huolestuttavaa piirrettä nikotiiniriippuvuudessa suhteessa ilmailuun kuvastaa myös relevantti korkeusfysiologiaan osuva vertaus: jokainen poltettu savuke aiheuttaa ihmisen hapenkuljetusjärjestelmissä 5000 jalan (ft) eli karkeasti noin 1650 metrin korkeuden lisäykseen verrattavan vasteen eli on merkittävä fyysisen suorituskyvyn alentaja (Oxford ym. 2008).

Työterveyslaitoksen tuoreen koostetutkimuksen mukaan TULE-oiereriski kasvaa tupakkatuotteita käyttävillä henkilöillä. Nuorilla riski on lähes kaksinkertainen (OR 1,82) ja aikuisilla hieman kohonnut (OR 1,16) (Shiri ym. 2011). Vammautumiseriski on koholla vielä useita viikkoja tupakkatuotteiden käytön lopettamisen jälkeen (Altarac ym. 2000). Tupakointi nopeuttaa lisäksi jo alkaneen tukirangan rakenteellisen rappeuman etenemistä (Ernst 1993, Fogelholm ym. 2001). Näistä perusteista katsottuna lentäjien nikotiiniriippuvuus näyttäisi olevan selvästi haitaksi niin lentäjän fyysiselle suorituskyvylle kuin tuki- ja liikuntaelimestönkin terveydelle. Edellä kuvattujen tekijöiden vuoksi tässä tutkimuksessa selvitetään erityisesti juuri lentäjien tupakointi- ja nuuskaamiskäyttäytymistä.

### 3 SOTILASLENTÄJÄN FYYSISEN KUORMITTUMISEN, KUNTOTESTAUKSEN, TUKI- JA LIIKUNTAELINOIREILUN SEKÄ KOULUTUSKUSTANNUSTEN KESKEISIÄ TEKIJÖITÄ

#### 3.1 Hävittäjälentäjän fyysinen kuormittuminen

Suomen ilmavoimien ilmataistelutaktiikan peruslähtökohtana on kyky ilmasta ilmaan -periaatteella toteutettavaan suurten vihollismuodostelmien torjuntaan. Asejärjestelmien kehittymisestä ja muutoksista huolimatta sama toimintaperiaate on säilynyt suomalaisessa sotilaslentokoulutuksessa jo toisesta maailmansodasta lähtien. Suomessa harjoitetaan moniin muihin ilmavoimiin nähden huomattavasti enemmän fyysisesti kuormittavia lentotaktiikoita (kuten kaartotaistelu eri muodoissaan). Harjoitusalueet ovat myös vain muutaman minuutin lentomatkan päässä, jolloin koko ilmataisteluharjoituksen kokonaiskuormittavuus voi nousta esimerkiksi lentokoulutusohjelmaan kirjattuihin kohtaamisiin nähden käytettyä aikaa kohti suuremmiksi kuin kansainvälinen kirjallisuus esittää (Taulukko 1).

TAULUKKO 1. Kiihtyvyysoimien maksimitaso ja sen kesto erilaisella sotilaslentokalustolla kaartotaistelulennoilla (mukaellen Burton ja Whinnery 1996, 257).

Lentokone	Kohtaamisia (kpl)	Käytetty kiihtyvyyden nousutaso (G/s)	Tehtävän maksimi G-taso	Yli +5 G <sub>z</sub> :ssa käytetty aika (s)	Kohtaamisen kesto tehtävässä (s); keskiarvo ja maksimi
F-4E	7	1,8	6,8	33,4	176/332
F-5G	12	3,0	8,2	40,4	66/158
F-15G	30	6,3	8,2	136,6	143/303
F-16G	21	3,0	8,4	102,2	160/292

Taistelulentotehtävän pituus voi vaihdella ilman ilmatankkausta noin 15:stä minuutista runsaaseen tuntiin. Pisimmissä, suunnistustyyppisissä tehtävissä, G-kuormitus ei juuri poikkea normaalipainovoimasta, mutta pitkä lento huonossa istuma-asennossa kuormittaa staattisuudellaan lentäjän tukirankaa ympäröivää lihaksistoa, koska istuma-asentoa ei voi vaihdella. Tyypillisesti suurta G-kuormitusta (kiihtyvyyden vaihtelu



käytännössä -1,5 Gz:n ja + 8 Gz:n välillä, koelentotoiminnassa jopa -4 Gz:sta lähtien) sisältävän kaartotaisteluharjoituksen kuormittava osuus kestää vajaan 30 min. Burton ja Whinnery (1996) ovat kuvanneet 1 vastaan 1 ilmataistelun kuormittavuutta ajan, G-tason ja koneiden kohtaamisten lukumäärinä Taulukossa 1.

Suomalaisen sotilaslentäjän altistuminen vastaa Hawk- ja Hornet-kalustolla taulukon kohtaa F-15G (Kahila 2001, BAe Systems 2004). Lennonaikaisten kiihtyvyysoimien fysiologiset vaikutukset johtuvat inertiaivoimista. Näin ollen vaikkapa jaloista päähän suuntautuvan +Gz-kiihtyvyyden vaikutuksella tarkoitetaan itse asiassa vastakkaissuuntaista, päästä jalkoihin suuntautuvaa inertiaivoimaa.

### ***3.1.1 Hengitys- ja verenkiertoelimistö***

+Gz-kiihtyvyyden alkaessa inertiaivoimat vaikuttavat verenkiertojärjestelmään hydrostaattisesti. Verenpaine laskee sydäntason yläpuolella ja kohoaa sydäntason alapuolella, jolloin laskimoissa virtaava veri pyrkii pakkautumaan vatsaontelon ja alaraajojen suoniin. Samalla keuhkojen alaosat painuvat kasaan, ja verenkierto painottuu alueelle, jossa vallitsee tilanteesta johtuen huono verenkierto. Tästä seuraa yleinen verenpaineen lasku ja edelleen valtimoveren happisaturaation lasku (DeHart 1985, 202-249; Kuronen ja Myllyniemi 1996, 15; Vapaavuori ym. 1992 137-138).

Tässä tilanteessa elimistön suojausmekanismit käynnistyvät kaulavaltimoiden baroreseptoreiden ansiosta, jolloin periferinen verenkierto alkaa supistua ja sydämen lyönnit sekä hengitystaajuus alkavat lisääntyä. Sympaattinen hermosto aktivoituu myös samanaikaisesti. Fysiologinen tilanne on kuitenkin hyvin otollinen kiihtyvyyden aiheuttamaan äkilliseen tajunnan menetykseen (G-LOC, G-Induced Loss of Consciousness). Sen voi aiheuttaa esimerkiksi pieni hyvälaatuinen sydämen rytmihäiriö etenkin, jos sydämen lyöntejä hidastava vagus-hermo on ärsyyntynyt lentäjän sinänsä oikeaoppisessa vastaponnistustekniikassa (keuhkot täynnä puhallus suljettua kurkunpäästä vasten samalla suurimpia lihasryhmiä staattisesti jännittäen; kaasujen lyhyt ”sylkäsymäinen” vaihto noin 4 s syklein kuormituksen ajan). Ihmisen luontainen G-sietokyky ilman tajunnan menetystä vaihtelee paljon eri yksilöitten välillä. Keskimääräisenä arvona voidaan pitää noin +5 Gz:aa (DeHart 1985, 236).

Mikäli lentäjä harjoittaa oikeaoppisesti vastaponnistustekniikkaa tai hänen tottuneisuutensa G-voimille on hyvä tai hänellä on käytössään nykyaikainen G-suojausvarustus ylipainehengitysjärjestelmineen (vrt. suomalainen F-18 Hornet lentovarustus, SAFE 1995; ks. myös Burns ym.

2002, Balldin ym. 2003), riski G-LOC:sta pienenee merkittävästi. Aivot kykenevät säilyttämään tajunnan hapenpuutteen alaisena vain muutaman sekunnin ajan. Lentäjä voi havaita näkökenttensä kaventuneen ja / tai värinäkökykynsä hävinneen, mikäli vastatoimet eivät ole olleet riittäviä. Tässä tilanteessa puhutaan ns. ”grey-out”-ilmiöstä, mikä voi kiihtyvyyden yhä jatkuessa johtaa ”black-out”-tilaan (näön menetys, muut aistit toimivat) ja edelleen tajunnan menetykseen asti. Tajuttomuus voi kuitenkin yllättää kokeneenkin lentäjän täysin ilman ennakko-oireita, erityisesti ns. ”push-pull”-vaikutuksen myötä. Tällaiseen ohjaamiseen, jossa hyvin nopeasti vedetään koneella iso G heti negatiiviselle G-voimalle altistumisen jälkeen, saattaa joutua kiihkeässä ilmataisteluliikhehdinnässä. Elimistön fysiologiset vasteet ja teknisten G-suojausjärjestelmien nopeus eivät riitä sopeutumaan uuteen tilanteeseen riittävän nopeasti. G-LOC voi kestää useita sekunteja, ja sitä seuraa usein kymmeniä sekunteja kestävä sekavuustila, joiden aikana koneen ohjaaminen on käytännössä mahdotonta.

Källin (2005) lennonaikaisissa mittauksissa kuvataan suomalaisten lentäjien lennonaikaisen sydämen syketaajuuden asettuvan keskimäärin 54-70 %:iin maksimista ja maksimissaan 62-80%:iin maksimista Hawk-kaartotaistelussa (Rintala ym. 2007a). Mittaukset kirjallisuudesta tukevat tätä dokumentaatiota (Parkhurst ym. 1972, Burton ym. 1987, Lentävän henkilöstön liikunta II 1988, Wiegman ym. 1995, Bain ym. 1997, Balldin ym. 2003, Rudnjanin 2006) eli hävittäjälentämisen fyysinen kuormittavuus G-monikertojen altistuksessa eli erityisesti kaartotaistelussa, nousee teoreettisesti ihmisen aerobiselle kynnykselle ja maksimissaan myös anaerobisen kynnyksen yli (Saltin 1969), kun G-monikertojen aiheuttamaa sykevastetta ei huomioida. Whinnery kuvaa hävittäjälentäjän työtä G-altisteessa maailmanluokan urheilijoiden suorituskykyä vaativaksi (Whinnery 1987). Haaviston ja Oksaman (1997) tutkimuksessa, koskien ohjuksilla tapahtuvan tutkatorjuntatehtävän (poikkeaa huomattavasti kaartotaistelusta) kuormittavuutta, raportoidaan kuitenkin näihin syketasoihin nähden varsin matalia, vain noin 100 lyöntiä minuutissa olevia syketasoja. Tutkimus pitää F-18 Hornet-torjuntatehtävän fyysistä kuormittavuutta (aerobinen) lähes olemattomana, taistelutehtävän psyykkiseen kuormittavuuteen nähden huomattavasti merkityksettömämpänä tekijänä. Ilmataistelun psyykkistä kuormittavuutta pidetään sen sijaan huomattavan korkeana (Haavisto ja Oksama 1997, vrt. myös Whinnery 1987).

### ***3.1.2 Tuki- ja liikuntaelimistö***

Ihmisen tukiranka kestää edellä mainitun noin +5 Gz:n tason vaurioitumatta (Ruff 1950, Sonoda 1962, Yoganandan ym. 1996, Kapandji 1997, 108; Chaffin ym. 1999, 236-237; Nordin ja Frankel 2001, 270-275 ja 300). Vatsaontelon painetta (vastaponnistus) ja samalla lihastukea sekä heittoistuimen takakallistusta lisäämällä (murtumis)kestävyys paranee merkittävästi. Ihmisen tukiranka säilyykin optimaalisella lihastuella hetkittäisesti ehjänä kaksinkertaisesta kuormituksesta. G-voimat kuitenkin kuormittavat selkärangan rakenteita voimakkaasti. Kirjallisuudessa raportoidaan lentäjän noin 5 mm väliaikaisesta kutistumisesta kaartotaisteluharjoituksen yhteydessä välilevyjen puristuessa kasaan (Hämäläinen ym. 1996).

Tukirankaa ympäröivät lihakset joutuvat työskentelemään suurten kuormitusten alaisena kaartotaistelun aikana. Oksan ym. (1996) tutkimuksessa kaulan alueen lihasaktiivisuudet lähentelivät 70 %:ia yksittäisestä tahdonalaisesta supistuksesta (MVC) ja muun selän alueen aktiivisuus noin 20 % MVC:ta. Yksittäiset selän ja kaulan kuormitushuiput kohosivat jopa yli 250 % MVC tasolle, aiheuttaen trauman. Kaulan alueella yli 50 % MVC huippuja oli lisäksi useita, selän alueella jopa yli 100 % MVC tasoilla. Näin ollen kaulan ja selän kuormitustasot ylittävät huomasti työn staattiselle, staattis-dynaamiselle ja maksimitasoille asetettavat kuormitusrajasuositukset (Jonsson 1982). Fyysinen kuormitus ja lihasväsymys ovat merkittäviä TULE-oireilun riskitekijöitä (Buckle ym. 1999). Lihasten väsymys jo yhden ja etenkin kahden kaartotaistelu- ja lentäjätehtävän jälkeen on merkittävää: niskan ja kaulan lihasten alueella maksimaalisen suorituskyvyn alenema on kaksinkertainen, vatsan ja selän alueella vajaa puolitoistakertainen (Oksa ym. 1996) levänneeseen elimistöön verrattuna.

### ***3.1.3 Kuormittumisen hallinta***

Lentäjän työn fyysistä kuormittavuutta voidaan säädellä periaatteessa neljällä erilaisella menetelmällä: lentovarusteilla, lentokoulutuksen etenemisellä (koulutusohjelmalla), ohjaamoergonomialla ja ohjaajan fyysisellä harjoittelulla. Kiihtyvyyden- ja hidastuvuusvoimien aiheuttamilta epäsuotuisilta fysiologisilta vasteilta (lähinnä tajunnan menettäminen) on pyritty suojaautumaan varustekehittelyin lähes koko liikehtimistä sisältävän sotilasilmailun historian ajan. Nykyaikaiset G-suojavarusteet perustuvat toisen maailmansodan ihmissentrifugissa tehtyihin lennonaikaisiin kiihtyvyyden- ja fysiologisiin vastetutkimuksiin, joita aktiivisesti tehtiin niin Saksan kuin liittoutuneidenkin ilmavoimissa (ks. esim. Hallenbeck ym 1946 ja Wood 1987). Varustekehittelyt ovat johtaneet hyvin tehokkaisiin

sovelluksiin, joilla lentäjän verenkiertoelimistön riittävä suorituskyky pystytään ylläpitämään suurten G-voimien alaisuudessa (Tong ym. 1998, Burns ym. 2001, Eiken ym. 2002 ja 2007, Balldin ym. 2003 ja 2005, Balldin ym. 2008). Suomen ilmavoimien käytössä on F-18 kalustossa maailman ensimmäisenä käyttöön otettu yhdistetty G-housu- ja ylipainehengitysjärjestelmä (Siitonen 2000, SAFE 1995), jota on myös pidetty ilmailulääketieteellisesti merkittävänä innovaationa kansainvälisesti. Kyseisellä lentovarustuksella pyritään eliminoimaan G-voimista johtuva lentäjän hengitys- ja verenkiertojärjestelmän kuormittuminen ja täten yleinen väsyminen, jolloin lentäjän toimintakyky voidaan joka tilanteessa säilyttää, ja lentäjä voi korostetusti keskittää huomionsa taistelutehtävän sisältämien vaativien psyykkisten prosessien hallintaan.

Lentokoulutusohjelman eteneminen on ratkaisevassa roolissa lentäjän fyysisen, mutta myös psyykkisen kokonaiskuormituksen muodostumisessa. Eri ilmavoimien sotilaslentokoulutuksen yksityiskohdat ovat turvaluokiteltuja operatiivisista syistä johtuen, joten tässäkin tutkimuksessa ei ole mahdollista tarkastella laaja-alaisesti ohjelmien etenemistä aikajatkumona. Suomen ilmavoimien karkea ohjaajakoulutuksen eteneminen on esitetty luvussa 3.4, mutta yksityiskohtaista tietoa lentotuntikertymän etenemisestä ja ohjelman sisällöistä ei ole saatu tutkimuskäyttöön. Suomalaista koulutusjärjestelmää pidetään kuitenkin lentokoneen rakenteiden suhteen äärimmäisen kuormittavana (Kahila 2001, Patria Aviation 1996). Koulutusohjelmaa on jouduttu ahkerasti muokkaamaan 1990-luvun lopulla lähinnä kahdesta syystä: suihkuharjoituskoneen (Hawk) teknisten rakenteiden väsymisen ehkäisemisen ja kadettien akateemiseen koulutusjärjestelmään siirtymisen myötä. Toki hävittäjäkaluston ja -aseistuksen muuttuminen F-18 Hornet-hävittäjän myötä on merkittävästi vaikuttanut lentokoulutukseen, mutta sen merkitys on ollut lähinnä valmiusohjaajan koulutuksen sisältöihin liittyvää. Suihkuharjoituskonetaktiikassa ja -oppisisällöissä ei ole koko koulutusaikana tapahtunut fyysisen kuormittumisen komponentin suunnasta katsottuna merkittävää muutosta, ja lento-oppilaat altistuvat edelleen koulutusohjelmassaan samanlaisille G-kuormille kuin 1980-luvun alussakin.

Sotilaslentokoneitten ohjaamoergonomiaan ei ole kuluneena suihkukoneaikana saatu juurikaan parannusta, vaan ohjaamoista kuvastuvat edelleenkin samat perusongelmat: ahtaus, liikkumaton olotila, laitteiden ahdas sijoittelu, melko pysty ja vain vähän säädettävä istuma-asento heittoistuimessa, huono istuinergonomia (suunnittelun lähtökohtana pelastautuminen, ei istuminen työtuolissa) ja pienet hienomotoriikka sisältävät käyttökytkimet. Täten työasennon staattisuutta ja istumatyön

ergonomiaa voitaneen jo sinänsä pitää TULE-oireilun riskitekijöinä (vrt. Lis ym. 2007). Suurin muutos 2000-luvulla on ns. lasiohjaamojen tulo kaikkeen lentokalustoon eli perinteiset erillismittarit ovat muuttumassa monivalikkoja sisältäviksi näytöiksi, myös Hawk-kalustossa. Itse ohjaamoergonomiaan ihmisen biomekaniikan kannalta on äärimmäisen hankala tehdä muutoksia sen jälkeen, kun lentokoneen ohjaamo on insinöörin pöydältä lähteneestä piirroksesta muuttunut tekniseksi laitteeksi. Heittoistuin, erityisesti sen malli, määrittää monien muitten laitteiden sijainnin ja ohjaajan ulottuvuudet. Sekä kansainvälisesti että Suomessa uusimpana ergonomiaa parantavana tekijänä on kokeiltu henkilökohtaisesti valetun lannetuen käyttöä istuma-asennon ja tätä kautta tukirankaoireitten helpottajana (Winfield 1999, Oksa ym. 2003, Sovelius ym. 2008b). Heittoistuimen voimakas takakallistus auttaisi G-voimien kardiovaskulaaristen altisteiden hallinnassa (vrt. avaruusalusten lähdöt), mutta asento tuottaa ylitsepääsemättömiä ongelmia mm. ilmatilan tarkkailun ja useimpien laitteiden käytön suhteen. Toistaiseksi on siis ollutärkevintä yrittää sopeuttaa ihmistä koneen osaksi kuin päinvastoin.

Fyysisen harjoittelun komponentti on sotilaspedagogiikan kannalta merkittävin edellä mainituista kuormittumista hallitsevista tekijöistä. Ohjaajan fyysisestä harjoittelusta on ristiriitaista tietoa. Kuntotekijöiden merkitystä on tutkittu lähinnä G-sietokyvyn kehittymisen kannalta (mm. Whinnery ym. 1987, Jacobs ym. 1987, Balldin ym. 1994, Bateman ym. 2006). Tutkimuksissa on pohdittu sydämen ja verenkiertoelimistön toiminnan tehokkuutta tajunnan menetystä ehkäisevänä tekijänä. Näissä tutkimuksissa hyvän fyysisen kunnon, erityisesti hyvien voimaominaisuuksien on todettu olevan hyödyllisiä G-voimia vastaan ponnistellessa. Monipuolisia harjoittelutapojen interventiovertailuja ei ole julkaistu, eikä kirjallisuudessa ole tutkimusasetelmallisesti laajoja, satunnaistettuja verrokkiasetelmia. Fyysistä kuntoa selvittävässä tutkimuksissa ei ole huomioitu TULE-oireiden ennaltaehkäisyä, mutta Bateman ym. (2006) suosittelvat, että harjoittelua kannattaisi yhdistellä sekä G-sietokykyä parantavaksi että TULE-oireita ennaltaehkäiseväksi (Bateman ym. 2006). Kansainvälisenkään sotilaslentäjätutkimuksen populaatiot eivät ole olleet suuria, eli ns. suurvaltojen ja pienten ilmavoimien koehenkilömäärät ovat olleet resurssieroista huolimatta samankaltaisia, tapaustutkimuksista vain muutamiin kymmeneen lentäjiin.

Varsin vaatimatonta on näyttö myös tukirankaperäisten oireitten hallinnasta, ja tähän alueeseen uusimmat koostejulkaisujen johtopäätökset ovatkin suositelleet lisätutkimusta (mm. Coakwell 2004). Burnett ym. (2005) julkaisivat kontrolloidun verrokkitutkimuksen niskan harjoittamisesta, jossa ns. ”multicervical unit”-laitteella saavutettiin paras teho. Suomessa on tehty interventioita erityisharjoittelun merkityksestä

sotilaslentäjälle, koskien tärkeitten kuormittuvien lihasryhmien eli lähinnä niskan ja hartiaseudun lihasten harjoittelua (Hautala ja Tuominen 1996, Sovelius ym. 2006, Karma ym. 2011). Viimemainituissa on todettu pienelläkin harjoittelulla olevan arkipäivän työn kuormaa vähentävää vaikutusta, mutta samalla on huomautettu kaularangan lihaksiston olevan herkkä ylikuormittumiselle. Työstä johtuvan kuormittumisen, harjoittelun ja palautumisen suhteet ovat edelleen selvittämättä. Pitempiaikaisia seurantoja interventioden vaikutuksista ei joko ole tai niitä ei ole operatiivisten syitten vuoksi julkaistu.

Suomen ilmavoimissa on ilmailulääketieteen ja henkilöstötoimialan puitteissa julkaistu sotilaslentäjän fyysisen harjoittelun oppimateriaaleja lähinnä kadettien fyysisen kasvatuksen tueksi (Ilmavoimat 1989, 1996 ja 1998). Lentopalveluksen Pysyväiskäskey (LPK) käskää puitteet Suomen ilmavoimien sotilaslentokoulutukselle, mutta se ei kuitenkaan ota kantaa lentäjän fyysisen suorituskyvyn vaatimuksiin, eikä anna ohjeita työssä kuormittumisen hallintaan (PAK I 4:14 2005, 31-32). Hämäläisen (1993), Oksan ym. (1996) ja Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmän tutkimuksissa jo lähes 20 vuotta sitten suositeltiin fyysistä harjoittelua työn kuormittavuuden merkittävänä hallintakeinona.

### **3.2 Sotilaslentäjän fyysisen suorituskyvyn mittaaminen**

Kansainvälisessä kirjallisuudessa on erittäin niukasti tietoa hävittäjä-lentäjien fyysisestä testaamisesta ammatilliseen suorituskykyyn liittyen (vrt. Rintala 2000b). Taustalla lienevät operatiiviset salattavuustarpeet, koska sotilaslentäjät ovat eri maiden puolustusvoimissa sodankäynnin avainhenkilöstöä, eikä tämän ryhmän suorituskykyarvioita diskutoida julkisesti. Kuten edellä on todettu, suorituskykyyn liittyvä tutkimus on ollut enemmän G-altisteen fysiologisiin vasteisiin kuin suoranaisesti fyysiseen harjoitteluun liittyvää. Tässä luvussa esitetään sitä tietoa, mitä on saatavilla julkisista lähteistä eli kansainvälisistä julkaisuista, opinnäytteistä ja tietokannoista liittyen sotilaslentäjien fyysisiin kuntovaatimuksiin.

#### **3.2.1 Lentäjävalinnat**

Suomen ilmavoimissa sotilaslentäjien valinta on monivaiheinen prosessi, jossa hakijan psykofysiologisia kykyjä ja ominaisuuksia arvioidaan lähinnä lääketieteellisten ja psykologisten ominaisuuksien perusteella. Keskeisenä tavoitteena on valita sotilasilmalukoulutukseen henkilöitä, joiden voidaan olettaa selviytyvän vaativasta ja useita vuosia kestävästä torjuntahävittäjäkoulutuksesta. Valintaprosessi kestää noin puoli vuotta,

jonka aikana runsaasta 500:stä hakijasta karsitaan lentävälle varusmieskurssille 45 ohjaajaoppilasta (PAK I 3:03 2006).

Valintojen ensimmäisestä vaiheesta, joka perustuu pääasiassa koulumenestyksen arviointiin, vastaa Lentosotakoulu. Hakijoitten kotipaikkakunnan lähettyvillä olevat Ilmavoimien terveysasemat vastaavatkin nykyisin hakijoitten toisesta valintavaiheesta, jossa painopisteenä on karkea lihaskunnan arviointi ja aerobisen kestävyuden mittaaminen psykologisten ja lääketieteellisten perustekijöiden (P-koe, näkö, kuulo) rinnalla (Liite 1). Lihaskuntoa arvioidaan hieman modifioidulla Puolustusvoimien varusmiesten lihaskuntotestistöllä (PAK I 3:03 2006), ja jatkoon oikeuttavana rajana on vuoteen 2008 asti ollut vähintään kuntoluokka H eli Hyvä (9 lihaskuntopistettä). Alarajaa pudotettiin kahdeksaan pisteeseen tämän jälkeen (Rintala ym. 2003), jotta vain joiltain yksittäisiltä, mutta helposti kehitettäviltä fyysisiltä osa-alueiltaan puutteellisia, mutta silti kyvykkäitä hakijoita ei turhaan karsittaisi prosessin aikaisessa vaiheessa. Aerobista kestävyyttä mitataan maksimaalisella epäsuoralla polkupyöräergometritestillä, jossa henkilön on saavutettava vähintään tehoarvo 3,5 W kehon painokiloa kohti (Skyttä ym. 1999, ks. myös Liite 1).

Vuodesta 1997 aina vuoteen 2006 viimeisessä valintavaiheessa Ilmailulääketieteen keskuksessa on ollut koekäytössä testipatteri, jossa on mitattu hakijoiden erityissuorituskykyominaisuuksia (Oksa ym. 1997, Rintala 2002b, Eskola 2006) kuten anaerobista tehoa, vartalon lihasten isometristä maksimivoimaa, niskan isometrisen maksimivoiman ja ylävartalon koordinaatiota. Vuosina 2007-2008 samat testit toteutettiin Lentosotakoulussa kurssille päässeille ensimmäisen palveluskuukauden aikana. Lisäksi on hyödynnetty aiemmin valintojen II-vaiheessa mitattua aerobisen tehon tulosta. Näistä kaikista on laadittu valintatyöryhmää varten arvio hakijan sen hetkisestä fyysisestä sopivuudesta hävittäjälentäjän ammattiin. Lausunto ei ole yksinään ollut hakijaa karsiva, kuten se muissa vakiintuneissa testeissä, vaan valintatyöryhmän päätöksentekoa tukeva. Rajatapauksissa muitten ominaisuuksien osalta fyysisen suorituskyvyn arviointitulos kuitenkin on vaikuttanut joko hakijan sisäänpääsyyn tai hylkäämiseen. Testien tavoitteena on ollut ennustaa ammatillisten tuki- ja liikuntaelinoireitten esiintyvyyden tasoa tulevan virkauran aikana ja antaa suosituksia henkilökohtaisella tasolla hävittäjälentäjälle tyypillisten fyysisten ominaisuuksien ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi. Eskolan (2006) tutkimuksen mukaan lentäjäkandidaattien fyysisen suorituskyvyn lähtötaso ei ole tilastollisesti merkittävästi muuttunut eri vuosikurssien välillä 2000-luvun vaihteessa lukuun ottamatta selkävoimien ja anaerobisen tehon keskimääräisen tason lievää heikkenemistä.

Valintavaiheen testausta ulkomaiden ilmavoimissa kuvataan seuraavassa muutaman esimerkin avulla. Testausjärjestelyissä näyttävät korostuvan henkilön liikunnallisen elämäntavan arvioinnin lisäksi lentäjän ammatissa keskeiset kestävyys- ja voimaominaisuudet. Todennäköisesti myös harjoituskelpoisuutta arvioidaan valintatestien aikaisen suorituskyvyn ohella.

Ruotsin ilmavoimissa käytetään seuraavia testejä: aerobisen ja anaerobisen kapasiteetin mittaaminen polkupyöraergometritestillä (Wingate; saavutettava vähintään 200 W teho ilman, että veren laktaattipitoisuus nousee yli 4 mmol/l), Cooperin juokсутestissä saavutettava 3000 metriä enintään 12 minuutissa 45 sekunnissa, 10 kilometrin juokсутestissä enintään 55 minuuttia, lihasvoiman testaus (selän, vatsan, käden koukistuksen ja kämmenen isometrinen puristusvoima, jalkojen isometrinen maksimiojennusvoima ja niskan / kaulan isometrinen maksimivoima) (Flygvapnet 1999).

Italian ilmavoimissa käytetään sadan (suositus enintään 15 sekuntia) ja tuhannen metrin (suositus enintään 4 minuuttia) juokсутestejä, 25 metrin (suositus enintään 25 sekuntia) uintitestiä ja leuanvetotestiä (vähintään 4 kpl), jotka pisteytetään suoritteiden mukaan (ItalAF 2005). Sveitsin ilmavoimissa käytetään Conconi-testiä (testattava ajaa polkupyöraergometrillä kiihtyvää ohjenopeutta seuraten muutamassa minuutissa uupumukseen asti) sydämen sähköisen toiminnan (EKG) rekisteröintiin, jotta kyettäisiin havaitsemaan lentäjän sydämen toimintaan liittyviä mahdollisia poikkeavuuksia ja tulkitsemaan niiden merkitystä sykekäyrästä. Vuosituhannen alussa lyhytaikaisesti käytetystä lihaskuntoa mittaavasta kuntotestistöstä (istumaannousut minuutissa, maksimaalinen jalkaprässi, maksimaalinen hauiskääntö) on myöhemmin luovuttu (SwissAF 2001). Vartalon ja alaselän lihaksiston staattista kestävyyttä on vuodesta 2007 lähtien mitattu kolmeosaisella pitotestillä (Schnüriger 2009, Rochelt ja Schnüriger 2010).

Yhdysvaltain ilmavoimissa käytettävä ”Air Force Basic Military Physical Fitness Test” (BMT PFT: aerobinen kestävyys 1,5 mailin juokсутestinä, etunojapunnerrukset sekä istumaannousut yhden minuutin aikana ja erillinen leuanvetotesti kolmessa eri hyväksytyssä suorituskyvykategoriasa) edellyttää valintavaiheessa seuraavanlaisia minimivaatimuksia (mieshakija): juoksu alle 11 minuuttia 57 sekuntia, punnerruksia 45 kpl ja istumaannousuja 50 kpl. Minimitasolla ei vaadita leuanvetosuorituksia (USAF 2009). Hargerin ym. (1975) mukaan lentokadettien keskimääräinen maksimaalinen hapenottookyky (VO<sub>2</sub>max) oli 47.91 ml/kg/min. Laivaston lentäjiltä vaaditaan lähes samat suoritteet, mutta tulokset pisteytetään, ja niissä on saavutettava tietty minimitaso eli juostava 1,5 mailia alle 12



minuuttia 30 sekuntia, punnerrettava 42 kertaa ja tehtävä istumaannousuja 50 kertaa minuutissa. Lisäksi on suoriuduttava 450 metrin uintitestistä lyhyemmässä ajassa kuin 12 minuuttia 35 sekuntia (OPNAVINST 6110.1F, 2000, Appendix A(7) s.12).

Englannin kuninkaalliset ilmavoimat edellyttävät hakijalta suoriutumista seuraavista testeistä: ääniohjattu 20 metrin sukkulajuoksu kiihtyvällä vauhdilla (vrt. jäljempänä Australian ilmavoimat), etunojapunnerrukset yhden minuutin aikana ja istumaannousut yhden minuutin aikana. Vaadittua tulostasoa ei kerrota etukäteen, vaan vasta testitilanteessa ohjeistuksen yhteydessä. Virkaurakurssille pääsyyn vaaditaan näiden lisäksi 1,5 mailin juoksu alle 12 minuutin ja 12:den sekunnin (RAF 2009).

Australian kuninkaalliset ilmavoimat testaavat hakijoitaan edellisiä hieman monipuolisemmin vaihtoehdoin. Fyysinen suorituskyky oletetaan keskeiseksi sotilaslentäjän taustatekijäksi. Tärkeintä on, että hakija näyttää pystyvän ammatin vaatimuksiin. Lentäjäkandidaatti voi toteuttaa testijakson eri tavoin, vaikeusastein ja kriteerein. Kolmea fyysisen suorituskyvyn perustekijää mitataan: ylävartalon toiminnallista kokonaisuutta (joko koukkukäsiriipunnoin tai etunojapunnerruksin), vatsan voimakomponenttia (istumaannousut jalat tuettuina tai ilman) ja kardiorespiratorista suorituskykyä (2,4 kilometrin juoksu tai 5 kilometrin kävely). Minimitasoja (miehet) ovat 18 punnerrusta ja 22 istumaannousua minuutissa sekä alle 13 minuutin juoksu tai alle 38 minuutin kävely mainituilla matkoilla. Lisäksi on suoriuduttava erillisestä ääniohjatusta sukkulajuoksu-tyyppisestä testistä, jossa 20 metrin matkaa juostaan kiihtyvällä vauhdilla kävelystä täysvauhtiseen pikajuoksuun. Testiaika on kuusi ja puoli minuuttia, jolloin testattava liikkuu runsaan 1100 metrin matkan (RAAF 2009).

### ***3.2.2 Virkauran aikaiset testit***

Williamson ja Hamley (1984) selvittivät Englannin kuninkaallisten ilmavoimien lentävän henkilöstön fyysistä kuntoa poikkileikkauksena (N=82) maksimaalisen hapenkuljetuskapasiteetin, ihon rasvapoimimittauksen, painon, verenpaine- ja terveyskäyttämiseen liittyvien muuttujien kautta. Lentäjien VO<sub>2</sub>max oli keskimäärin 46,5 ml/kg/min, paino 77,43 kg, rasvaprosentti 19,12, systolinen verenpaine 129 mmHg, diastolinen verenpaine 81 mmHg ja tupakointitilanne 24%. Lentäjien keskimääräinen ikä oli 30 vuotta. Johtopäätöksiä todettiin lentäjien aerobisen kapasiteetin olevan puutteellista ja rasvaprosentin liian korkea sekä istumatyön altistavan fyysiseen passiivisuuteen. Suosituksina kirjattiin

huolellisesti ja henkilökohtaisesti laadittujen kunto-ohjelmien välttämättömyys lentokoulutuksessa syyllistämättömässä ilmapiiressä.

Palmer ym. (1997) selvittivät Yhdysvaltain ilmavoimien kuntotestauksen laajentamismahdollisuuksia, ja tuloksena todettiin, että jo käytössä olevaan testipatteristoon (lähinnä perustuu aerobisen kapasiteetin mittaamiseen pp-ergometrillä) tulisi sisällyttää elementtejä lihasvoiman, lihaskestävyyden ja liikkuvuuden alalta, ja että taustalla olisivat aluksi ACSM:n (American College on Sports Medicine) suositukset. Raportissa todettiin, että tiukkojen raja-arvojen laatiminen tulee olemaan erityisen vaikeaa, eikä niitä voida toteuttaa ilman terveysperustaisia näyttöjä. Yhdysvalloissa on ollutkin jonkin aikaa käytössä ”The Fighter Aircrew Conditioning Test” (FACT)-niminen erityiskuntotestausjärjestelmä liikehtimiskykyisellä konekalustolla lentäville. Testipatterissa mitataan sekä maksimivoiman tuottoa että lihaskestävyyttä. Voimatesteissä on saavutettava vähintään 10 toistoa oman kehon painoon suhteutetun (suluissa kerroin) vastuksen verran seuraavasti: hauiskääntö (0,35 x oma paino), penkkipunnerrus (0,8 x), alataljaveto (0,7), jalkaprässi (1,6) ja takareisi (0,5). Lihaskestävyytsteissä on minimitasona vähintään 20 toistoa etunojapunnerruksissa, istumaannousussa ja jalkaprässissä (Morrison ym. 1997, USAF 2009). Testausmallia ollaan parasta aikaa uudistamassa, erityisesti terveysriski-informaatiota korostaen, ja testeissä tulee saavuttaa keskimääräistä parempi suorituskyvyn taso omassa ikäluokassa (AFI 36-2905 2010).

Kim ym. (2001) julkaisivat tutkimuksen Etelä-Korean ilmavoimien lentäjien fyysisen suorituskyvyn muutoksista työterveyden näkökulmasta. Puolentoistavuoden seurantatutkimuksessa (N=1284) mitattiin lentäjien lihasvoiman (puristusvoima, selän ojennus), lihaskestävyyden, liikkuvuusominaisuuksien ja kehon koostumuksen (bioimpedanssi) muutoksia. Tuloksina todettiin puristusvoiman säilyvän, mutta liikkuvuuden, selän ojennusvoiman ja lihaskestävyyden huonontuvan virkauran edetessä sekä kehon koostumuksen rasvoittuvan. Suosituksiksi kirjattiin tehtäväkohtaisten kuntovaatimusten asettaminen sotilaslentäjän virkauran eri osiin (Kim ym. 2001).

Alankomaitten ilmavoimien testeissä käytetään polkupyöräergometritestiä yleiskunnon arvioimiseen ja sukkulajuoksua, vauhditonta pituushyppyä, koukkukäsiriipuntaa, etunojapunnerruksia sekä istumaannousuja voimakomponentin arviointiin. Tavoitteena on tehdä vuosittain arvio lentäjän aerobisten ja anaerobisten ominaisuuksien tasosta, liikkuvuudesta ja voimaominaisuuksista (Meeuwssen 2000).

Australian ja Englannin kuninkaallisissa ilmavoimissa jatketaan valintatestien seurannalla, mutta suoritusvaatimukset on ikäluokiteltu. Testeissä lentäjän on saavutettava omassa ikäryhmässään keskimääräistä parempi, useimmiten hyvä suoritustaso. Testissä hylätty otetaan henkilökohtaiseen, vähintään yhdeksän viikon harjoitusohjelmaan, jonka päätteeksi on uusintatestaus kaikissa testiosioissa. Testisuoritteet ja raja-arvot ovat parasta aikaa päivitettävänä ja uudelleen kirjoitettavana, työn arvioidaan valmistuvan vuoden 2012 aikana (RAF 2000, Leaflet 303 s. 7).

Ruotsin ilmavoimissa seurattiin aiemmin myös valintaprotokollan mukaisia ominaisuuksia vuosittain ilmailulääketieteellisen tarkastuksen yhteydessä, mutta nykyisin käytössä on lentävälle henkilöstölle voimaominaisuuksien testipatteri (etunojapunnerrukset, istumaannousut, korkeushyppy kyykystä, selän pitotesti päinmakuulla ja koukkukäsiriipunta) sekä joko 3000 metrin juoksutesti alle 14:ään minuuttiin tai suoriutuminen ääniohjatusta sukkulajuoksutestistä. Lisäksi lentäjien on suoritettava normaalit Ruotsin puolustusvoimien yleissotilaalliset kuntotestit (Eklöf 2011). Sveitsin ilmavoimissa seurataan lentäjien fyysisen suorituskyvyn muutoksia lentouran aikana valinnoissa käytettävillä testeillä (Rochelt ja Schnüriger 2010).

Suomen ilmavoimissa lentäjät suorittavat normaalit yleissotilaalliset kuntotestit (12 minuutin juoksutesti ja maksimaalinen epäsuora polkupyöräergometritesti, etunojapunnerrukset minuutin aikana, istumaannousut minuutin aikana, toistokyykistys minuutin aikana ja käden puristusvoima), eikä käytössä ole toistaiseksi valintatestiperustaista koko virkauran kattavaa ammatillisen fyysisen suorituskyvyn erityistestipatteria, vaikka perusteet toiminnalle ovatkin olleet olemassa jo lähes 15 vuotta (Oksa ym. 1997). Kokeiluna on toteutettu yksittäisiä, fysioterapian mittareihin perustuvia fyysisen toimintakyvyn testejä (Hannola 2005; Honkanen ym. 2010), mutta niiden käyttö on vapaaehtoista.

Tiivistetysti voidaan todeta, että isot ilmavoimat näyttävät huolellisesti seuraavan avainhenkilöstönsä fyysistä suorituskykyä ammattispesifein testein. Suomalaisen toimintatavan mukaan nuoren lentäjäkandidaatin osoittama keskimääräistä samanikäistä joukkoa parempi lähtötason fyysinen suorituskyky, virkauran aikainen yleissotilaallinen kuntotestaus ja niistä saatava palaute näyttäisivät riittävän fyysisen lentokelpoisuuden tason saavuttamiseksi ja ylläpitämiseksi. On kuitenkin huomioitava, että sellaisia tutkimuksia, joissa olisi syvällisesti pohdittu taistelulentäjän operatiivisen suorituskyvyn ja fyysisen kunnon välisiä yhteyksiä, ei ole julkaistu.

### 3.3 Sotilaslentäjien tuki- ja liikuntaelinoireilu

Kansainvälisessä ilmailulääketieteellisessä kirjallisuudessa on Vanderbeekin ym. (1990a/b) ja Ahon ym. (1990) mukaan jonkin verran näyttöä lentäjän niskavaivojen pitkittymisestä ja ”arkipäiväistymisestä” eli ammattiin olennaisena osana kuulumisesta. Lentokokemus ja lentotuntien määrä näyttävät liittyvän merkittävästi rangan kiputiloihin (Biesemans ym. 1990, Hämäläinen 1993). Tutkimuksissa on osoitettu hyvin liikehtimiskykyisten lentokonetyyppien käytön yhteydestä kaularangan kiputiloihin ja edelleen lentotehtävän merkityksestä kipua tuottavan kuormituksen aiheuttajana (Aghina ym. 1985, Froom ym. 1986, Gillen ym. 1990, Naval Aeromedical Research Medical Laboratory 1987, Oksa 1996, Newman ym. 1997, Hämäläinen 1994). Työn kuormituksesta aiheutuvien rasitusvammojen esiintymisaste näyttäisi kansainvälisten tutkimusten sotilaslentäjäpopulaatiossa olevan yleisesti paljon yli 50 %, jopa yli 2/3:lla lentäjistä on oireita (Aghina ym. 1985, Froom ym. 1986, Vanderbeek ym. 1990a, Aho ym. 1990, Hämäläinen 1993 ja 1999, Newman 1997, Jones ym. 2000, Pippig ym. 2000). Tutkimukset osoittavat myös, että hävittäjälentäjille kehittyä normaaliväestöön nähden ennenaikaisesti ikääntymisestä johtuvien muutosten tyyppisiä kaularangan rappeumavaurioita (Petren-Mallmin ym. 2001).

Yleisesti ottaen ilmailulääketieteellisissä tutkimuksissa on osoitettu sotilaslentämisen yhteys työperäiseen lentäjän kaularangan kiputilaan, mutta lentäjän rinta- ja lannerangan alueelta yhteys ei ole selkeä. Painopiste niskan oireiden syvempään selvittämiseen voi selittyä kaularangan oireilun muuta rankaa akuutimmalla luonteella, joka taas johtuu lentotoiminnassa keskeisestä aktiivisesta ilmatilan visuaalisesta tarkkailusta kaularangan liikeratojen ääripäissä ilmataisteluliik ehdinnän aikana. Johtuen sotilaslentäjäpopulaatioiden pienuudesta ja osittain terveysongelmia mahdollisesti aiheuttavan lentotoiminnan erilaisesta kuormittavuudesta eri maissa ovat tutkimusten koehenkilömäärät olleet (kansainvälisestikin) melko pieniä. Voitaneen myös pohtia, onko operatiivisilla salassapitotekijöillä ollut merkitystä tutkimustulosten julkaisukäytäntöihin. Lentäjän antropometriin ja biomekaanisiin taustamuuttujiin, kuntotekijöihin, vastatoimien (kuten fyysinen harjoittelu) käyttöön, erityisvarusteisiin ja vaivojen uusiutumisiin liittyvä informaatiota on niukasti (paitsi Schall ym. 1990, Oksa ym. 1999, Alricsson ym. 2004, Sovelius ym. 2008ab, Netto ym. 2011). Coakwell (2004) suosittaakin tulevaisuuden tutkimuksissa selvitettävän erityisesti lentäjän työn altistustekijä – sairastuvuussuhteita sekä erikoisharjoitteluinterventioiden TULE-oireita mahdollisesti vähentävää vaikutusta. Vaikka kansainvälisesti on tehty tutkimuksia sotilaslentäjien TULE-oireiluun liittyen,

jäävät suositukset silti fyysisen harjoittelun ja fyysisen suorituskyvyn tason merkityksestä lentäjän operatiivisen toimintakyvyn ylläpitämiseen ja tukirangan terveyteen nähden lähinnä asiantuntijalausuntojen tasoisiksi.

Tukirankaoireiden nähdään johtuvan kiihtyvyyssaltistuksesta (Froom ym. 1986, Knudson 1988, Vanderbeek 1988, Schall 1989, Newman 1997, Drew 2000, Petren-Mallmin 2001, Burnet ym. 2004). Ilmatilan tarkkailu (Newman 1997, Green 2004) ilmataistelun aikana, päätä eri suuntiin kiertämällä ja kallistamalla, on keskeinen kuormitusta synnyttävä mekanismi. Pitkään kestävät korkeat G-voimat ja yhtäaikainen kaularangan kiertynyt asento johtavat kaularangan alueen tuki- ja liikuntaelinoireisiin. Suurta G-kuormitusta sisältävä lentäminen ei ole kokonaan vältettävissä huolimatta huippunykyaikaisista maalinosoitus- ja asejärjestelmistä. Nämä tekijät yhdessä ahtaan ohjaamoergonomian, istuma-asennon staattisuuden ja kypärään liitettävien apuvälineitten (Knight 2004, Sovelius ym. 2008a) kanssa lisäävät työn kuormittavuutta ja edesauttavat akuutin ja jopa kroonistuvan työperäisen tukirankaoireen syntymistä.

Nyky aikaisten, äärimmäisen liikehtimiskykyisten taistelulentokoneitten aiheuttamia tukirankaan liittyviä terveysongelmia on tutkittu jo vuosikymmeniä. Työperäiset tuki- ja liikuntaelinoireet onkin todettu muun muassa Japanissa suurimmaksi hävittäjälentäjän terveysongelmaksi (Kikukawa ym. 1994). Oireitten esiintyvyys eri maitten ilmavoimissa vaihtelee 32 %:sta (Naval Aerospace Medical Research Laboratory 1987, Hämäläinen 1993, Drew 2000, Jones 2000) lähes 90 %:iin (Kikukawa ym. 1994, Newman 1997), jopa ylikin (Netto ym. 2011). On osoitettu, että jokainen 100 lentotuntia liikehtimiskykyisellä lentokalustolla lisää selkäkipujen riskiä 6,9 %:lla (Albano ja Stanford 1998). 20 % hävittäjä- ja suihkuharjoituskoneilla lentävistä ohjaajista kärsii toimintakykyä heikentävistä ja lentopalvelusta haittaavista tuki- ja liikuntaelinoireista (Drew 2000).

Jo nuori valmiusohjaaja saattaa kokea enemmän kaula- ja rintarangan alueen oireita kuin hänen G-altistumaton kontrollinsa (lentäjä tai normaaliväestö) samassa ikäluokassa, vaikka ikä ei olekaan keskeinen oiretta ennakoiva tekijä (Hämäläinen 1999, Petren-Mallmin 2001). Ainoa yksittäinen näyttöön perustuva oireita ennustava tekijä näyttäisi olevan lentotuntimäärä, erityisesti liikehtimiskykyisellä eli suureen G-tasoon nopeasti yltävällä lentokalustolla (Hämäläinen ym. 1993a, 1994 ja 1999).

Vaikka G-kuormituksen aiheuttama (kaula)rangan rakenteellisen rappeuman synty (Hendriksen ja Holewijn 1999, Hämäläinen ym. 1993b ja 1994), työn kuormittavuus (Burnett ym. 2004, Green ja Brown 2004, Hämäläinen 1993a, Oksa ym. 1996) ja lentotoiminnan aiheuttama oireisto

on varsin hyvin dokumentoitu, puuttuu silti näyttöä lentotoimintaperäisten tuki- ja liikuntaelinoireitten, aiheutuneen haitta-asteen ja fyysisen aktiivisuuden sekä kuntotekijöiden väliltä. Israelin ilmavoimat on raportoinut, että valintavaiheen hyvä kestävyys ja sotilaslentäjäkoulutukseen valikoituminen ovat yhteydessä toisiinsa, mutta seuranta-aineisto puuttuu (Hoffman ym. 1999). Seng ym. (2003) osoittavat singaporelaisessa tutkimuksessa, että lentäminen itsessään ei kehitä niskahartiaseudun voimaominaisuuksia verrokkien tulostasoa enempää. Ruotsalainen tutkimus osoittaa, että oireettomilla hävittäjälentäjillä on korkeampi niskan voimataso kuin heidän oireista kärsivillä kollegoillaan, mutta edelleenkin pitkäaikaista seuranta ei ole tehty (Äng ym. 2005). Venäläiset puolestaan tähdentävät, että aikaisessa vaiheessa lentouraa toteutetut kuntouttavat tekijät ovat tehokkaita ammatillisen suorituskyvyn ylläpitämisessä (Shakula ja Varus 1994), mutta silti enemmän painoarvoa tulisi käytännössä asettaa ammatillisen työterveyden ja operatiivisen valmiuden ylläpitoon kuin pelkästään tekemällä näistä merkintöjä ilmailulääketieteellisissä tarkastuksissa (Voitenko ja Ponomarenko 1993). Käytännössä kirjallisuudessa ei ole löydetty juuri minkäänlaista näyttöä fyysisen kunnan ja ammatillisen tuki- ja liikuntaelinoireilun yhteydestä sotilaslentäjiin liittyen, vaikkakin joitain yksittäisiä löydöksiä fyysisen harjoittelun suotuisasta vaikutuksesta lentäjän fyysiseen suorituskykyyn on raportoitu (Forster ja Whinnery 1990, Albano ja Stanford 1998, Drew 2000, Kikukawa ym. 1994, Sovelius ym. 2008a).

Sotilaslentäjiltä on määritetty työperäisestä fyysisestä kuormituksesta johtuvia lihas- ja tukikudosvenähdyksiä ja -repeämiä, nikaman kompressiomurtumia, nikaman okahaarakkeiden murtumia, nikaman liukumaa ja nivelpinnan kulumaa, säteilyoireita raajoihin sekä erilaisia nikaman välilevyjen repeämiä ja pullistumia. Lentäjillä on 30-vuotiaana ikäisiään enemmän nikaman reunaosien kerrostumien (osteofyyttien) kehittymistä, välilevyongelmia ja selkäydinkanavan ahtaumaa (spinaalistenosia), mutta 50-vuotiailla ero kontroleihin vähenee. Lentämisestä aiheutuvat tukirangan rappeumamuutokset vastaavat luonteeltaan ikääntymisestä johtuvia löydöksiä, mutta ovat selvästi ennenaikaisia (Andersen 1988, Biesemans 1990, Gillen 1990, Schall 1990, Hämäläinen 1993 ja 1999, Hämäläinen ym. 1994 ja 1996, Petren-Mallmin ym. 2001). Kaiken kaikkiaan kirjallisuudessa on vahva näyttö sotilaslentämisen aiheuttamista tukirangan radiologisista muutoksista.

Vuodesta 1995 lähtien Suomessa on ollut mahdollista määrittää sotilaslentäjän kaularangan alueen työperäinen terveysongelma ammattitaudiksi tietyin rajoituksin. Työterveyslaitoksen asiantuntijalausuntoa edelsi mittava kaularangan oireiden ja rappeumamuutosten etiologian selvitystyö (Hämäläinen 1993). On erityisesti huomattava, että

ammattitautikriteeristö koskee vain ja ainoastaan sotilaslentäjän kaularangan kiputiloja, ei esimerkiksi alaselkään liittyviä samantyyppisiä työssä ilmeneviä ongelmia.

Ammattitautistatus edellyttää kuitenkin kaikkien seuraavien kriteerien täyttymistä: 1) oireen aiheuttaneen altisteen (G-voima) intensiteetti ja kesto tulee olla riittävä (tavallisesti enemmän kuin +4 Gz riippumatta kokonaislentotuntimäärästä); 2) lentäjällä on ollut akuutti lennonaikainen niskakipu; 3) kaularangan kiputila on alkanut vasta aktiivisen sotilaslentotoiminnan aloittamisen jälkeen; 4) röntgen- ja MRI-kuvantamisen avulla näkyvät ennenaikaiset rappeumamuutokset eivät ole aiheutuneet mistään muusta sairaudesta tai traumasta ja 5) oire on laadultaan sellainen, että se estää ohjaajan G-kuormitusta sisältävän sotilaslentotoiminnan jatkamisen (Työterveyslaitos 1995). Kankaiston (2008) tutkimuksen mukaan vuosien 1990 ja 2006 välillä eläköityneistä, kyselyyn vastanneista suomalaista sotilaslentäjistä (N=84) 13 %:lla on ammattitautistatus. Heistä 26 % oli vastamishetkellä alle 45-vuotiaita ja 61 % 45-60-vuotiaita. Koehenkilöillä oli keskimäärin 1619 (vaihteluväli 131-3350 h) lentotunnin kokemus liikehtimiskykyisellä konekalustolla (suihkuharjoituskone ja hävittäjä) lentämisestä.

### **3.4. Suomalaisen sotilaslentäjän koulutus ja kustannukset**

Suomen ilmavoimien lentokoulutusjärjestelmässä opiskeltiin tämän tutkimuksen seuranta-aikana upseerin tutkintoon. Alkeislentokoulutus annettiin seurantajoukolle varusmiespalveluksen yhteydessä Kauhavan Ilmasotakoulussa (nykyisin Lentosotakoulu) pääasiassa joko Lentoreserviupseerikurssilla tai lyhytaikaisesti kokeiluna Ohjaajan alkeis- ja jatkokursseilla. Molemmissa opiskeltiin 11 kuukautta, jonka jälkeen reservin vänrikit hakeutuivat Kadettikoululle Maanpuolustuskorkeakoulun perustutkinto-osastoon kadettikurssin Ilmavoimien ohjaajalinjalle. Täällä he opiskelivat neljä vuotta jatkaen saumattomasti lentokoulutustaan pääsääntöisesti joko hävittäjä-, suihkuharjoituskoneopettaja- tai kuljetus/yhteyskoneohjaajiksi. Nykyisin Maanpuolustuskorkeakoulu toteuttaa upseerikoulutuksen suomalaisen korkeakoulujärjestelmän ns. Bologna-opetus suunnitelman mallia kandidaatti – ja maisterivaiheineen (Maanpuolustuskorkeakoulu 2009), jota seuranta-ajan jälkeen sotilaslentäjäksi opiskelemaan päässeet noudattavat. Koulutusjärjestelmän eri vaiheita kuvataan pääpiirteissään Kuvassa 1. Koulutusjärjestelmän muokkauksista huolimatta sotilaslentäjän ammatillisten opintojen tavoitteet ja sisältö eivät ole lentäjän työn kannalta olennaisesti muuttuneet. Akateemiset sisällöt sen sijaan ovat kokeneet huomattavaa kehitystä.

<b>V A L I N T A</b>	<b>Ilmasotakoulu Tukilentolaivue</b>		<b>Lentosotakoulu Hävittäjälentolaivue 41</b>		<b>Operatiivinen valmius Lennostojen hävittäjälentolaivueet</b>			
								
	<b>Alkeis- ja peruskoulutus Tikkakoski</b>		<b>Jatko- ja taktinen koulutus Kauhava</b>		<b>HN5 Harjoitukset</b>			
	<b>Varusm.</b>	<b>Kadettikurssi</b>		<b>Vaihe IV Taktinen koul. 130 h</b>	<b>HN1 Tyyppi 55 h</b>	<b>HN2 Valmius- ohjaaja</b>	<b>HN3 Parin- johtaja</b>	<b>HN4 Parven- johtaja</b>
	<b>Vaihe I Alkeis- koul. 40 h</b>	<b>Vaihe II Perus- koul. 50 h</b>	<b>Vaihe III Jatko- koul. 90 h</b>		<b>1 vuosi</b>			
	<b>1 vuosi</b>	<b>4 vuotta</b>		<b>1 vuosi</b>	<b>Hawk-parvenjohtaja, ilmataisteluoopettaja, harjoitukset Lentosotakoulu</b>			

Kuva 1. Ilmavoimien sotilaslentäjän koulutusjärjestelmä lentotunteineen ja ajankäyttöineen (Ilmavoimien Esikunta 2010)

Suomalaisen sotilaslentäjän uran alku on lentokoulutuksen osalta yhtenäinen riippumatta hänen tulevasta lentourastaan. Siksi jokainen lentäjä suorittaa samanlaisen alkeis- ja jatkokoulutuksen noin kahden ja puolen vuoden aikana potkurikonekalustolla (Vinka). Ilmataistelutaitojen taktinen peruskoulutus suihkuharjoituskoneella (Hawk), noin puolentoista vuoden aikana, jatkaa ensimmäistä vaihetta ellei merkittäviä esteitä (taitojen kehittymättömyys, motivaation puute, tuki- ja liikuntaelinogelmat) esiinny (Ilmavoimien Esikunta 2010).

Suomalaisen sotilaslentäjän koulutus F-18 Hornet-valmiusohjaajaksi kestää noin kahdeksan vuotta. Koulutus alkaa vuoden mittaisella Lentoreserviupseerikurssilla, jota edeltää noin puolen vuoden mittainen valintaprosessi yhteistyönä Ilmailulääketieteen keskuksen, Maanpuolustuskorkeakoulun Käyttäytymistieteiden laitoksen, Ilmavoimien joukko-osastoissa sijaitsevien Sotilaslääketieteen keskuksen alaisten terveysasemien, valintaupseerin ja valintasihteerin kesken (Rantamäki 2007; Ilmavoimien Esikunta 2007).

Lentoreserviupseerikurssilta valmistuneet reservin vänrikit voivat hakeutua Maanpuolustuskorkeakoulun perustutkinto-osaston kadettikurssin ohjaajalinjalle, jonne vuosittain hyväksytään noin 20 oppilasta. Sotatieteiden kandidaatti- ja maisteriopintojen kestäessä tapahtuu karsintaa ammatillisin ja usein myös psykofysiologisin perustein, jolloin tavoitteena olevaan torjuntahävittäjäkoulutukseen pääsee vuosikurssiltaan 10-15



lentäjää. Kandidaattivaiheeseen edetään kahdesta ja puolesta kolmen vuoden opinnoilla, ja maisterikoulutus vaatii nykymuodossaan kuudesta kahdeksaan vuotta lisää riippuen ammattiopintojen etenemisestä (Maanpuolustuskorkeakoulu 2009).

Valmiusohjaaja jatkaa lentopalvelusta usein lähes 40-vuotiaaksi, jolloin hän on useimmiten siirtynyt jo lentoyksikön johtotehtäviin. Eläkeikä saavutetaan 45-55-vuotiaana riippuen lentäjän virkauran lopun tehtävistä ja muusta koulutuksesta kuten Maanpuolustuskorkeakoulun esiupseeri- ja yleisesikuntaupseerikursseista (Tolla 2007).

Sotilaslentokoulutuksen kustannustekijät jakautuvat karkeasti itse lentotoiminnan ja huollon välille. Huolto sisältää muun muassa opiskelijan koulutukseen ja varustamiseen liittyviä kustannuseriä. Ilmavoimien Esikunnan operatiivisen osaston taloustoimiala kokosi talvella 2006 tätä tutkimusta varten kustannuserittelyn suomalaisen F-18 Hornet-valmiusohjaajan tuottamisen taloudellisista tekijöistä noin kahdeksan vuoden aikana koulutuksen alusta lukien. Kustannuslaskennan perusteena oleva lentäjän virkauran kustannusrakenne perustuu vuodenvaihteen 2005 ja 2006 kustannustasoon Suomessa. Laskelmat ovat Ilmavoimien Esikunnan operatiivisen osaston taloustoimialan normaaleja suunnittelussaan käyttämiä arvoja, eikä tätä tutkimusta varten ole kehitetty mitään uusia tai poikkeavia menetelmiä kustannusten havainnollistamiseksi (Paanila 2006).

Lentäjän valintakustannukset ovat vuoden 2006 tasolla olleet kokonaisuudessaan noin 170€ / varusmies, kattaen kaikki valintaprosessiin liittyvät kustannukset (mm. hakijan matkat, erityisasiantuntijamittausten yksikköhinta, asiantuntijoitten palkka työtuntia kohti). Pelkän lentokoulutuksen osuus on seitsemän ja puoli miljoonaa euroa. Mukana laskelmassa ovat erilaiset poistot, mutta summaan eivät kuulu sitoutuneen pääoman korkokustannukset. Alkeiskoulutus, vajaan 120 000 euron osuudella, on vain murto-osa (noin 1,7%) liikehtimiskykyisellä suihkukonekalustolla toteutuneista kustannuksista. Kokonaiskustannuksista lentävän varusmieskurssin osuus on vain noin 1,6 %.

Hävittäjäohjaajan virkauran hinta kohoaa koulutuksen, huollon ja palkkauksen yhteissummana näin ollen lähes 10 000 000 €:oon, josta palkkaus muodostaa vain noin 10 %. Aivan tarkkaa kokonaislaskelmaa on mahdoton tehdä, koska yli 40-vuotiaitten ohjaajien lentointensiteetti, uran pituus ja kaluston käyttö uran loppuvaiheessa on hyvin erilainen. Ilmavoimien esikunnan talousalan asiantuntijoitten arvio lentäjän virkauran kokonaishinnaksi 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen lopulle asettuu

noin 11 000 000 €:oon (Paanila 2006). Todennäköisesti kyseessä on Suomen kalleimmin koulutettu ammattiryhmä (OPM 2007).

Mikäli vuosittain valmistuu esimerkiksi 15 sotilaslentäjää täyteen torjuntahävittäjän valmiusohjaajavalmiuteen 7,5 miljoonan euron kustannuksin, pelkkä koulutus maksaisi kumulatiivisesti suomalaiselle yhteiskunnalle noin 112 500 000 euroa, joka puolestaan vastaa noin 8 %:ia Suomen puolustusvoimien vuotuisista toimintamenoista (1 368 000 000 €) (Puolustusvoimat 2005). Yhden hävittäjäohjaajan teoreettinen taloudellinen arvo olisi täten vajaa prosentti koko Puolustusvoimien vuotuisista toimintamenoista.

## 4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tässä tutkimuksessa on ensisijaisesti tavoitteena määrittää suomalaisten sotilaslentäjien fyysisen suorituskyvyn taso ja selvittää, esiintyykö lentäjillä työperäistä tuki- ja liikuntaelinoireilua. Tämä toteutetaan rakentamalla sotilaslentäjien ammatillisen kuntotestausjärjestelmän testiosioiden ikäjakautunut profiili (viitearvot) ja vertaamalla lentäjien yleissotilaallisen fyysisen kunnan tasoa muitten sotilaitten vastaaviin tasoihin sekä kuvailemalla TULE-oireiden esiintyvyyttä kyselytutkimuksen ja työterveyshuoltokäyntien perusteella.

Toissijaisesti tutkitaan aineistolähtöisesti, mitkä tekijät voisivat olla yhteydessä mahdolliseen työperäiseen TULE-oireiluun ja millainen voisi olla mahdollisten oireiden aiheuttama koettu haittataso. Lisäksi etsitään, kohdistuvatko mahdolliset työperäiset TULE-ongelmat johonkin erityiseen lentouran vaiheeseen tai lentotuntikertymään sekä luodaan malli sotilaslentämisen G- eli kiihtyvyyden kuormituksen kertymästä ns. G-indeksinä. Tavoitteena on myös tarkastella G-kertymän yhteyttä oireilun mahdolliseen alkamishetkeen lentäjän virkauran aikana. Lopuksi tutkimustuloksien perusteella osoitetaan tutkimus-, kehittämis- ja koulutussuosituksia, jotta lentäjien fyysinen suorituskyky olisi vähintään hyvällä tasolla ja voisi täten osaltaan ennaltaehkäistä TULE-oireita sekä ylläpitää toimintakykyä.

Tämän tutkimuksen päätutkimuskysymykset ovat:

1. Millainen on suomalaisen sotilaslentäjän fyysinen suorituskyky eri ikäluokissa ja verrattuna muihin suomalaisiin sotilaisiin virkauran aikana?
2. Esiintyykö suomalaisilla sotilaslentäjillä työperäistä tuki- ja liikuntaelinoireilua ja jos oireilua esiintyy, onko sillä yhteys fyysiseen suorituskykyyn?

Keskeisiä alakysymyksiä ovat:

1. Mitkä sotilaslentäjän valintaprosessissa mitatut tekijät ovat yhteydessä mahdolliseen työperäiseen TULE-oireilun esiintyvyyteen?
2. Missä lentouran vaiheessa mahdollinen työperäinen TULE-oireilu alkaa?
3. Minkä tasoista haittaa mahdollinen työperäinen TULE-oireilu aiheuttaa?
4. Miten lentäjän koulutusta voisi tutkimustulosten perusteella kehittää toimintakyvyn ylläpitämiseksi?

## 5 TUTKIMUSMENETELMÄT

Ilmavoimien komentaja myönsi 27.8.2004 luvan tutkimukselle ”Sotilaslentäjien fyysisen suorituskyvyn, lentotoiminnan fyysisen kuormittavuuden ja tuki- ja liikuntaelinvaivojen välinen yhteys” (Ilmavoimien Esikunta 2004a). Tutkimus on kuulunut Puolustusvoimien viralliseen lääkintähuollon tutkimussuunnitelmaan vuodesta 2006 lähtien ja on toteutettu Ilmavoimien esikunnan huolto-osastossa ja Sotilaslääketieteen keskuksen Ilmailulääketieteen keskuksessa (Aeromedical Centre, AMC) (Pääesikunta 2006). Tutkimusaineistot käsiteltiin ehdottoman luottamuksellisesti, eikä niistä voi tunnistaa yksittäistä tutkimukseen osallistuvaa henkilöä. Tutkimukseen osallistuminen tai analyysissä mahdollisesti esiin tulevat seikat eivät vaikuta tutkittavien virkauraan tai heidän parhaillaan saamaansa hoitoon. Normaalin tarkastustoiminnan yhteydessä kertyvien ilmailulääketieteellisten mittaustuloksien käytöstä tutkimukseen on pyydetty jokaiselta lentäjältä erikseen kirjallinen lupa lentokoulutuksen alkuvaiheessa. Tutkimukseen on saatu vuonna 2007 eettisen toimikunnan lausunto Keski-Suomen sairaanhoitopiiriltä.

Poikkileikkaustutkimusosan kyselyn toteuttamisesta vuotuisessa määräaikaistarkastuksessa Aeromedical Centre:ssä ja hyvästä eettisestä tutkimustavasta on neuvoteltu etukäteen kaikkien lentäjien kanssa jokaisessa Ilmavoimien lentoyksikössä sekä vuoden 1999 että 2004 aikana lentoturvallisuuspäivän luennon yhteydessä. Lentäjät ovat yksimielisesti todenneet tutkimuksen tärkeäksi oman työterveytensä kannalta kaikissa toimipisteissä. Jokainen seurantaosioon osallistuva on antanut kirjallisen luvan psykofysiologisten tietojensa käyttöön sotilasilmailulääketieteellistä tutkimusta varten.

### 5.1 Tutkimusasetelma

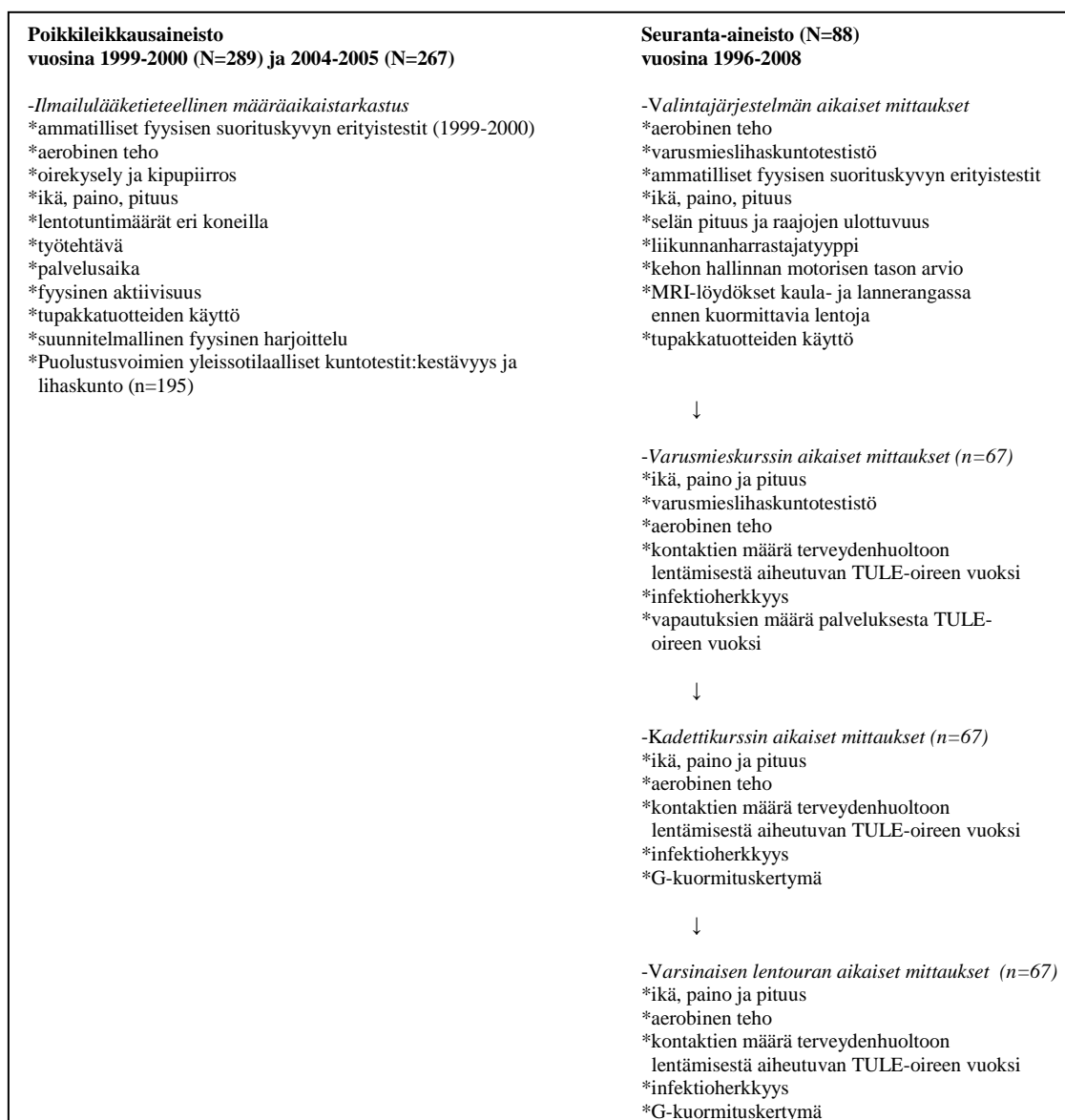
Tämän tutkimuksen aineistonhankinnan perusasetelma on kaksiosainen:

**Poikittaisosiossa** selvitettiin suomalaisten sotilaslentäjien fyysisen kunnon tasoja yleissotilaallisilla kuntotesteillä ja työperäisiä TULE-oireita (lähinnä *pisteprevalenssi*) kyselytutkimuksella ja kipupiirroksella vuosina 2004-2005. Lisäksi mitattiin lentäjien niin sanottuja ammatillisia fyysisiä suorituskykyominaisuuksia poikittaisasetelmana vuosina 1999-2000.

**Pitkittäisosiossa** seurattiin erikseen suihkuharjoituskoneella aloittaneiden oireettomien suomalaisten sotilaslentäjien työperäisten TULE-oireitten esiintyvyyttä vuosina 1996-2008 työterveyshuoltoon otettujen kontaktien

perusteella ja etsittiin, oliko jokin lentäjien valintaprosessissa käytetty muuttuja yhteydessä työperäisen TULE-oireen *periodiprevalenssiin* lentouran aikana. Lisäksi määritettiin seurantajoukkoon kuuluvien lentäjien työperäisen TULE-oireilun alkamisen ajankohtaa (*ilmaantuvuus*) lentouralla ja ilmaantuvuusajankohdan yhteyttä suihkuharjoituskoneella lennettyihin lentotunteihin. Ilmataistelukoulutuksen kuormittavuuden kehittymistä lentotuntijatkumossa kuvattiin jokaisen lentäjän henkilökohtaisesta G-tasoylityskertymästä muodostetulla G-indeksillä.

Tutkimuksen koehenkilöt (ks. luku 5.2) koostuvat Suomen ilmavoimien palveluksessa olevista eri koulutusvaiheessa etenevistä sotilaslentäjistä. Koehenkilöt sijoittuvat tutkimukseen vuokaavion (Kuva 2) mukaisesti.



Kuva 2. Tutkimuksen kulku ja tutkimuksessa käytettävät muuttujat vuokaaviona.

Vuosina 1999-2000 suomalaiset sotilaslentäjät osallistuivat ilmailulääketieteellisen määräaikaistarkastuksen yhteydessä samanlaiseen ammatillisen fyysisen suorituskyvyn testipatteriin kuin valintavaiheessa olevat lentäjäkandidaatit (vrt. Oksa ym. 1997). Testeihin osallistui vajaan puolentoista vuoden aikana Sotilaslääketieteen laitoksen Ilmavoimaosastolla Keskussotilassairaala Tilkassa yhteensä 289 sotilaslentäjää ikävuosien 18-47 välillä. Tuloksissa esitetään graafisesti kaikissa testiosioissa mitattu lentäjien fyysisen suorituskyvyn taso hajontakuviona mediaanien ja kvartiilien avulla viiden vuoden ikäryhmittäin. Niihin testeihin, joihin valinta-asiakirjassa on asetettu vähimmäistaso (Ilmavoimien lääkintähuollon asettama minimi*suositustaso*) (Liite 1), on tulososan grafiikkaan piirretty katkoviiva valintavaiheen tasoarviointia helpottamaan.

Lihavoimamittausten testisuoritteet (Oksa ym. 1997) koulutettiin neljälle mittaajalle Keskussotilassairaala Tilkassa vuoden 1997 talven aikana. Täydennyskoulutuksesta, laadunvalvonnasta, laitteiden huollosta ja kalibroinnista sekä seurannasta vastasi väitöskirjatutkija itse. Testaajina toimivat Sotilaslääketieteen keskuksen ilmavoimaosaston liikuntakasvatusupseeri / osastoupseeri, Tilkan fysioterapiaoaston kaksi fysioterapeuttia ja Ilmavoimien ilmailufysiologi. Testeistä yli 50 % on fysioterapeuttien tekemiä, kolmannes liikuntakasvatusupseerin toteuttamia ja loput ilmailufysiologin tekemiä. Kaikki testit suoritettiin samoilla mittalaitteilla ja samassa testihuoneessa. Testin suoritusohjeet on esitetty Ilmavoimien Esikunnan pysyväisasiakirjassa PAK 1 3:03 Sotilaslentäjien lääketieteelliset valintamenettelyt (PAK 1 3:03; Liite 1).

Aerobisen tehon mittaukset (vrt. Santtila ym. 2006) tehtiin kaikissa Ilmavoimien joukko-osastoissa terveysasemilla polkupyöräergometrillä (Ergoline 800S, Bitz, Saksa) lentäjien puolivuotistarkastusten yhteydessä. Testaajina toimivat ne Ilmavoimien terveydenhuoltohenkilöstöön kuuluvat, jotka Ilmavoimien terveydenhuollon toimesta olivat koulutetut ja kelpuutetut (1-3 testaajaa/terveysasema, pääasiassa fysioterapeutit ja sairaanhoitajat). Testaajat olivat käyneet Puolustusvoimien testaajakurssin. Testin suoritusohjeet on annettu Liitteessä 1.

## 5.2 Koehenkilöt

Poikittaisosion pääaineistoon eli TULE-oirekyselyyn (Liite 2) osallistui 267 lentäjää, joista 195 poimittiin yleissotilaallisten kuntotestien vertailuun. Pitkittäisosion pääaineisto koostui 88 lentäjästä, joista 67 valittiin seurantaan. Tähän pitkittäisosioon kuuluneet vastasivat myös poikittaisosion TULE-oirekyselyyn, ja salassapitosäännöksistä johtuen

molempien osioiden koehenkilöiden taustamuuttajat raportoidaan täten yhtenäisinä.

Mainitut 267 lentäjää vastasivat tuki- ja liikuntaelin-oirekyselyyn (modifioitu Rintala 1994) vuotuisen ilmailulääketieteellisen lentokelpoisuustarkastuksen yhteydessä Sotilaslääketieteen Keskuksen ilmavoimaosastolla Keskussotilassairaala Tilkassa syyskuun 2004 ja syyskuun 2005 välisenä aikana, jolloin tehtiin yhteensä 535 niin sanottua laajaa tarkastusta samaan aikaan Ilmavoimien, Maavoimien ja Rajavartiolaitoksen lentäjille. Seuraavassa kuvataan yksityiskohtaisesti kyselyyn vastanneiden lentäjien työhön, fyysiseen aktiivisuuteen ja ennalta arvioituun merkittävään riskitekijään eli tupakkatuotteiden käyttöön liittyviä taustamuuttujia.

Vastanneet lentäjät olivat iältään keskimäärin 33-vuotiaita (vaihteluväli 22-50 vuotta), mikä oli myös vastaajien yleisin ikä. Puolet vastanneista oli tätä nuorempia, ja kokonaisuutena 75 % vastaajista oli alle 39-vuotiaita. Ikänsä puolesta koehenkilöt olivat kohtalaisen nuoria työntekijöitä, mutta heidän lentouransa oli jo pitkällä. Lähtötasomittauksissa koehenkilöiden keskimääräinen ikä oli 19 v (18-22 v). Heidän pituutensa oli keskimäärin 178 cm (168-187 cm) ja painonsa 69,1 kg (56-85 kg).

Lentokokemusta tarkasteltiin lisäksi vastaajien lentokokemuksella erilaisissa tehtävissä (Taulukko 2. ja 3.)

TAULUKKO 2. Kyselyyn vastanneiden lentäjien (N=267) keskimääräinen lentokokemusaika vuosina ja kuukausina Ilmavoimien keskeisissä lentotehtävissä.

Tehtävä	Aika (vuodet ja kuukaudet)
Valmiusohjaajana	3v 8kk
Taktisena lennonopettajana	3v 1kk
Yhteys- / kuljetuskoneohjaajana	2v 8 kk
Alkeisopettajana	2v
”Esikuntalentäjänä”	1v 6 kk
Koelentäjänä	6 kk

Puolella valmiusohjaajista oli hävittäjäkokemusta enemmän kuin 2,5 vuotta, ja heistä edelleen puolella jopa yli kuusi vuotta. Myös suihkuharjoituskoneohjaajien kokemustaso oli korkea, joka neljännellä oli enemmän kuin viisi vuotta takanaan. Alkeisopettajista neljänneksellä oli yli

kahden vuoden kokemus tehtävästään. Vastaajilla oli keskimäärin 13 vuoden ja neljän kuukauden lentokokemus.

TAULUKKO 3. Kyselyyn vastanneiden lentäjien (N=267) jakauma keskimääräiseen (13v 4kk) kokonaislentokokemukseen nähden.

Lentokokemus	%
Alle 13 vuotta	51,7
13-19 vuotta	28,4
Yli 20 vuotta	19,9

Koehenkilöt edustivat erilaisia lentouran vaiheita, ja heidän prosentuaalinen jakaumansa eri tehtäviin kyselyhetkellä kuvataan seuraavassa (Taulukko 4):

TAULUKKO 4. Suomalaisten sotilaslentäjien lentotoimintaan liittyvä päätehtävä kyselyyn vastaamishetkellä (N=267).

Tehtävä	Jakauma (%) kaikista vastanneista
Lentokadetti	5
Valmiusohjaajat/taktiset lennonopettajat	45
Alkeiskoneopettaja	3
Koelentäjä	2
Kuljetus/yhteyskoneohjaaja	24
Esikuntalentäjä	21

Vastaajista 49 % kuvasi päälentotehtäviään "high G"-tyyppisiksi eli suurta kiihtyvyytskuormitusta sisältäviksi (hävittäjä- tai suihkuharjoituskone-tehtävät). Kolmasosa vastaajista lensi pääasiassa laaja-alaisesti "low G"-tyyppisiä tehtäviä (alkeis- ja jatkokoulutuslennot, yhteyslentotehtävät). Esikuntalentäjiksi tunnustautui joka viides vastaaja (satunnaiset lennot, ei juurikaan liikehtimiskykyisellä kalustolla, vähemmän fyysisesti kuormittavat tehtävät). Taulukossa 5 kuvataan vielä lentokokemuksen suhteellista jakautumista erilaisella konekalustolla lennettyyn kertymään.



TAULUKKO 5. Vastaajien (N=267) lentokokemuksen jakautuminen suhteellisesti (%) eri lentokalustoon heidän keskimääräiseen lentouran aikaiseen lentotuntikertymänsä nähden.

Lentokonetyyppi	%
Suihkuharjoituskone	38
Hävittäjä	21
Alkeiskone	17
Yhteyskone	13,5
Kuljetuskone	8
Helikopteri	1
Muu (siviililentolupa)	1,5

Lentomäärien lisäksi kyselyyn vastanneet arvioivat omaa fyysistä aktiivisuuttaan harjoitteluun käytettyjen kokonaistuntien perusteella. Taulukossa 6 kuvataan vastaajien liikuntaan käyttämää aikaa viikossa.

TAULUKKO 6. Keskimääräinen suomalaisten sotilaslentäjien fyysinen aktiivisuus harjoittelutunteina (mediaani ja vaihteluväli) viikossa viimeisen kuuden kuukauden aikana.

Liikuntamuoto	N	Määrä (tuntia/vko)	Vaihteluväli (tuntia/vko)
Hyötyliikunta	266	2,5	0-28
Kestävyysharjoittelu	266	2,0	0-10
Voimaharjoittelu	265	2,0	0-7,5
Taitoharjoittelu	265	0,0	0-8

Kolmanneksella vastaajista ei ollut minkäänlaista hyötyliikunta-aktiivisuutta. Vastapainoksi melkein puolet lentäjistä hyötyliikkui (ruohonleikkuu, puutarhanhoito, polttopuunteko, metsästys, kalastus, marjastus ja työmatkaliikunta jalan tai polkupyörällä) kahdesta viiteen tuntiin viikossa, viidesosa jopa yli 10 tuntia viikossa. 24 % lentäjistä ei harrastanut minkäänlaista kestävyysharjoittelua. 60 % harjoitteli kahdesta kuuteen tuntiin viikossa. Aktiivisin kestävyysharjoittelijajoukko, 16 %, harjoitteli jopa yli 10 tuntia viikossa. Voimaharjoittelun osalta jakaumat näyttivät edelleen melko samanlaisilta, vain passiivisten osuus oli jonkin

verran suurempi. Sen sijaan 70 %:lla ei ollut minkäänlaista taitoharjoitteluaktiivisuutta. Joka viides kertoi harjoittelevansa taitoja pari tuntia viikossa, ja aktiivisin 5 % harjoitteli merkittäviä määriä, jopa kymmeniä tunteja viikossa (erityisesti golf).

Taulukoissa 7 ja 8 kuvataan sotilaslentäjien tupakkatuotteiden käyttöä, jota kysyttiin kahdella erillisellä kysymyksellä koskien aktiivista käyttöä ja käytön muutoksia.

TAULUKKO 7. Tupakoivien (N=266) ja nuuskaavien (N=205) sotilaslentäjien osuus kaikista kyselyyn vastanneista vastaamishetkellä.

Status	Tupakoivat (%)	Nuuskaavat (%)
Kyllä	18,4	13,6
Lopettanut	11,3	15,5
Ei	70,3	70,9

TAULUKKO 8. Sotilaslentäjien tupakointitottumusten muutoksia henkilöiden lukumäärinä virkauran aikana (vastanneiden N=205).

Status	N
Ei käytä tupakkatuotteita	117
Käyttänyt tupakkatuotteita virkauralla, mutta lopettanut kokonaan	30
Lopetti nuuskan, mutta polttaa savukkeita edelleen	11
Lopetti savukkeiden polton, mutta nuuskaa edelleen	7
Ei ole polttanut savukkeita, mutta nuuskaa	14
On polttanut savukkeita, mutta ei nuuskaa	20
Polttaa savukkeita ja nuuskaa	8

Noin 4 % sotilaslentäjistä käyttää sekä nuuskaa että tupakoi. 24 % tupakoinnin lopettaneista nuuskaa aktiivisesti. 51 % lentäjistä, jotka olivat onnistuneet lopettamaan nuuskaamisen, tupakoi. Kaiken kaikkiaan 43 % lentäjistä on virkauransa aikana ollut jollain tavalla nikotiiniriippuvainen. Tupakointitottumuksissa ei ollut eri lentäjäryhmien välillä tilastollista eroa, mutta nuuskaa käyttivät eniten ne, jotka lensivät määrällisesti enemmän ( $p=0,02$ ).

## 5.3 Tutkimusmenetelmien ja aineistojen kuvailu

### 5.3.1 *Fyysisen suorituskyvyn testit Suomen ilmavoimissa*

#### 5.3.1.1 *Yleissotilaalliset kuntotestit*

Ilmavoimien lentäjät osallistuvat vuosittain PAK-kuntotesteihin (Pysyväisasiakirjan mukaiset testit; vrt. Santtila ym. 2006), jotka ovat pakollisia kaikille sotilaille puolustushaarasta riippumatta. Niissä mitataan pääasiassa kenttätestein sotilaiden kestävyys- ja lihaskunto-ominaisuuksia sekä kehonkoostumusta (Fogelholm ym. 2006). Tutkimuksen poikittaisosiossa on mitattu lentäjien kestävyyttä ( $VO_2\max$ ) sekä lihaskuntoa (toistokyykistys krt/60s, etunojapunnerrus krt/60s, istumaannousu krt/60s, käden puristusvoima kg) (Keskinen ym. 2002, Kyröläinen ym. 2006, Santtila ym. 2006). Lentäjien vuosittaisesta määräaikaistarkastuksesta saatiin käyttöön antropometriset perusmuuttujat eli paino ja pituus. PAK-testien suoritusohjeet ovat liitteenä (Liite 3).

Otos (n=195) kaikista kyselyyn vastanneista (N=267) muodosti PAK-testitulostulokseista vuoden 2004 ja 2005 tuloksista sillä periaatteella, että he olivat osallistuneet testeihin puolen vuoden sisällä TULE-oirekyselyyn vastaamisestaan. Lentäjäjoukon saavuttamia jakaumia verrattiin vuoden 2004 koko Puolustusvoimien upseerien, opistoupseerien ja sotilasammattihenkilöiden vastaaviin tuloksiin (N=6240). Vain tämän populaation sisällä toteutettiin edistyneemmät tilastolliset TULE-oirehaittojen ja yleissotilaallisten kuntotekijöiden välisten yhteyksien analyysit. TULE-oirekysely muodosti tutkimuksen merkittävimmän poikkileikkausaineiston yhdessä PAK-kuntotestien kanssa. PAK-kuntotestitulokset kytkettiin kyselystä saatuun oiredataan koehenkilön nimellä. Menettelytavasta oli sovittu etukäteen kaikkien lentäjien kanssa lentoturvallisuusluennon yhteydessä, ja toimintatapa hyväksyttiin tutkimuksen eettisessä luvassa. Otantajoukko luokiteltiin lisäksi kolmeen ryhmään heidän lentopalveluksensa kuormittavuuden perusteella. Esikuntalentäjät olivat keskimäärin 39-vuotiaita (SD 6), yhteyskoneohjaajat 34- (7) ja valmiusohjaajat 30-vuotiaita (5). Ryhmien välinen tilastollinen ikäero oli erittäin merkitsevä ( $p=0,001$ ). Ryhmien BMI erosi vastaavasti 25,2:sta (2,1) 24,0:een (1,8) ( $p=0,001$ ). 17 % otantajoukosta käytti tupakkatuotteita, mutta lentäjärühmien välillä ei ollut tilastollista eroa ( $p=0,91$ ).

Lentäjät oli velvoitettu 1990-luvulla suorittamaan sekä 12 minuutin juoksutestin että maksimaalisen epäsuoran polkupyöräergometritestin. He

ovat saaneet vasta vuoden 2008 alusta oikeuden korvata 12 minuutin juoksutestin maksimaalisella epäsuoralla polkupyöraergometritestillä (Ergoline 800, Bitz, Saksa). Samalla ilmavoimien lentokelpoisuustestiprotokolla muutettiin PAK-protokollan mukaiseksi, sillä erotuksella, että lentäjät polkevat testin aina maksimaalisena (PAK I 3:03 2006; Santtila ym. 2006).

Lentäjien ja muiden sotilaiden PAK-kuntotestien viitearvovertailu toteutettiin graafisesti ikävuosien 20 - 47 välillä viiden vuoden luokissa (vrt. Fogelholm ym. 2008) sekä ryhmittäin että ikäluokittain (vrt. ACSM 2000). Verrokkiryhmien kuntotestitasojen käyttöön ja yhdistämiseen on haettu erikseen lupa Pääesikunnan koulutusosastolta (ks. Liite 4).

### *5.3.1.2 Fyysisen suorituskyvyn erityistestit*

Ilmavoimissa arvioitiin vuonna 1996, ja otettiin virallisesti lentäjävalintaprosessissa koekäyttöön vuonna 1997, niin sanottu ammatillisen fyysisen suorituskyvyn erityistestipatteri, jonka suoritteet olivat vaativuudeltaan laaditut vastaamaan ja mittaamaan sotilaslentäjän työssä ilmeneviä fyysisiä kuormia erityisesti lihasvoiman ja koordinaation osalta (Liite 5). Testipatteria (Oksa ym. 1997) käytettiin testimenetelmien validointiin ensimmäisen kerran vuonna 1996 ja valintajärjestelmän tukena vuosina 1997 - 2008.

Tässä tutkimuksessa pitkätaisosiossa mitattiin kaularangan maksimaalinen isometrinen fleksio ja ekstensio, vartalon maksimaalinen isometrinen fleksio ja ekstensio sekä päänyliheitonopeus 3,5 metrin matkalla valokennoheittoportissa (Newtest Trunk/Neck Force, Oulu, Suomi) (Oksa ym. 1997). Lihasvoimatestien yhteydessä mitattiin lisäksi anaerobinen teho 16 sekunnin toistohyppelynä kontaktimatolla (Newtest Powertimer, Oulu, Suomi) (Oksa ym. 1997). Ammatillisiin erityistesteihin liitettiin myös aerobista tehoa mittaava maksimaalinen epäsuora polkupyöraergometritesti (Ergoline 800, Bitz, Saksa) (ACSM 2000; Keskinen ym. 2004; Skyttä ym. 1999).

Testipatteria oli tarkoitus käyttää myös koko lentävän henkilöstön ammatillisen erityissuorituskyvyn arviointiin ilmailulääketieteellisen vuositarkastuksen yhteydessä. Testi toteutettiin lentävälle henkilöstölle kuitenkin vain yhden kerran vuosien 1999-2000 aikana (N=289). Tässä tutkimuksessa julkaistaan tämä poikkileikkauksena kerätty aineisto ikäluokittain viitearvoina. Lentävän henkilöstön ammatillisten fyysisten suorituskykytekijöitten ainoaksi mittariksi jäi vain maksimaalinen epäsuora polkupyöraergometritesti, jota edelleenkin käytetään puolivuotis-

tarkastuksen yhteydessä. Vuodesta 2008 lähtien testi on toteutettu MilFit-protokollalla, joka on Pääesikunnan koulutusosaston käskemä yhteinen kuormitusmalli.

Koehenkilöistä (N=289), jotka olivat suorittaneet kaikki testit (n=214), piirrettiin sotilaslentäjän fyysisen suorituskyvyn erityistestien tulosgrafiikka ilman vertailuja muihin populaatioihin, koska testeistä ei ollut käytettävissä muitten sotilaitten tuloksia. Lentäjien kuntotasoa verrattiin sen sijaan kirjallisuuden perusteella muun muassa urheilijoiden ja istumatyöntekijöiden vastaavissa testeissä saavuttamiin tuloksiin.

### ***5.3.2 Sotilaslentäjien tuki- ja liikuntaelinoirekysely***

Tuki- ja liikuntaelinoireiden tutkimus toteutettiin lomakekyselynä (Liite 2; modifioitu Rintala 1994) syyskuun 2004 ja lokakuun 2005 välisenä aikana määräaikaistarkastuksessa käyneille sotilaslentäjille (N=267). Elokuun 2004 aikana samassa tarkastuksessa käyneet (N=45) täyttivät esitutkimuslomakkeen, jonka avulla testattiin ja muokattiin lopulliseen lomakkeeseen sisällytettäviä kysymyksiä, väittämiä ja kipupiirrosta. Sekä poikittais- että pitkittäisosioon kuuluneet koehenkilöt vastasivat kyselyyn.

Kyselylomake sisälsi 36 muuttujaa. Lentotoimintaperäisen tuki- ja liikuntaelinoireen esiintymispaikkaa kunkin lentäjän kehossa etsittiin henkilökohtaisen kipupiirroksen keinoin. Koetun oireen aiheuttamaa haittatasoa määritettiin käyttämällä VAS (Visual Analog Scale) 0-100 millimetrin asteikkoa (Ketovuori ym. 1981, Tiplady ym. 1998).

Muuttujat ryhmiteltiin monivalintaväittämiksi eri kehon osien oireiluun liittyen ja VAS-väittämiin oireilun aiheuttaman haitan määrittämiseksi. Näiden lisäksi vastaajat piirsivät kipupiirroksen viimeisen kuuden kuukauden aikana ilmenneen oireensa sijainnin ja arvioivat aiheutunutta haittaa (Dixon ym. 1981; Collins ym. 1997). Lentäjät vastasivat kyselyyn muiden tarkastusten väliajalla kiireettömässä ympäristössä ja tilanteessa. Lomakkeen loppuun oli varattu tila vapaamuotoiseen kommenttiin koskien työperäistä TULE-oireilua ja lentämisen fyysisistä kuormittavuutta.

Lentäjät arvioivat viikottaisen liikuntansa tuntimäärää kuluneen kuuden kuukauden aikana aktiivisessa kestävyys-, taito- ja voimaharjoittelussa sekä hyötyliikunnassa (työmatkaliikunta, metsätyöt, metsästys, kalastus ynnä muut vastaavat). Myös kaularangan ammattitautistatusta kysyttiin. Avointen kysymysten vastauksia analysoitiin kvalitatiivisesti aineiston saturaation menetelmällä. TULE-oirekyselyssä kerättiin myös tarvittavat taustamuuttujat, kuten ikä, paino ja, lentotuntimäärät erilaisilla

lentokoneilla, nykyinen työtehtävä, palvelusaika Ilmavoimissa sekä tupakkatuotteiden käyttö.

### ***5.3.3 Sotilaslentäjien työterveyshuoltokäyntiseuranta***

Seuranta toteutettiin Puolustusvoimien työterveyshuollon potilaskansioista kaikissa Ilmavoimien joukko-osastoissa ja Sotilaslääketieteen laitoksen ilmavoimaosastolla sekä Mildoc-tietojärjestelmästä vuoden 2008 alkuun asti. Vanhimman kohortin seuranta-aika saavutti 12 vuotta, nuorimman neljä vuotta. Jokaisen seurantajoukkoon kuuluvan käynnit työterveyshuollossa tallennettiin yhden päivän tarkkuudella analyysiä varten. Seurantatutkimus perustui vuosien 1996-2008 aikana kerättyihin lentävän varusmieskurssin (lentoreserviupseerikurssi ja ohjaajan alkeiskurssi) valintavaiheen, varusmieskurssin, kadettikurssin ja työuran alun aikana lentoyksiköiden terveysesemilla tehtyihin psykofysiologisiin mittauksiin.

Sotilaslentäjien sairauskäynneistä kirjattiin huolellisesti erikseen työperäiset eli lentotoimintaan liittyneet TULE-oireet (kirjattu potilaskansion sairauskertomukseen lentotoiminnasta johtuvina). Seurantajoukon koehenkilömäärä oli kadettikurssin ohjaajalinjalla 88 lentäjää. Seurantaan mukaan kelpuutettiin vain suihkuharjoituskoneella Ilmavoimien ohjaajalinjan käyneet lentäjät, joten Maavoimien ja Rajavartiolaitoksen helikopteriohjaajia ei otettu mukaan. Lopullisen seurantajoukon koko oli 67 lentäjää. Seuranta-ajan puitteissa he muodostivat 605 henkilötyövuotta. Keskimääräinen seuranta-aika oli 7,5 vuotta. Seurantajoukko sisältyi koko lentäjäpopulaatioon, ja näin ollen seurattavat vastasivat myös TULE-oirekyselyyn. Työterveyshuoltokontaktien määrä suhteutettiin toteutuneisiin henkilötyövuosiin, ja vertailut eri syistä johtuneiden kontaktien väleillä raportoitiin henkilötyövuosi-perustaisesti.

Työterveyshuoltokäynnit kirjattiin päivämäärän mukaan aikajanelle. Lentotoimintaan liittyvien TULE-oireiden sijainti lentäjän kehossa koodattiin lisäksi erikseen erottaen kaula-, rinta- ja lannerangan alueen oireet, koska juuri lentotoimintaperäiset oireet olivat tämän tutkimuksen erityisen kiinnostuksen kohde. Lisäksi potilastietokannoista kerättiin ja jaoteltiin myös jokaisen seurattavan muut kuin lentämiseen liittyvät TULE-oireet (yleisimpänä tavanomaiset liikuntavammat ja mm. kaatumis/törmäämistapaturmat), ”flunssakäynnit” (lähinnä erilaisia ylähengitystie-, kallon ontelo- ja korvaoireita) ja kaikki muut oireet yhteensä (vatsa- ja ripulioireet merkittävästi suurimpana yksittäisenä tekijänä) varusmies-, kadettikurssi- ja virkauravaiheissa.

Työterveyshuoltokäyntejä selitettiin aiemmin mainittujen kuntotestimuuttujien lisäksi muilla taustamuuttujilla, joten pitkittäisaineistoon sisällytettiin myös merkittävänä taustatietoina valintavaiheessa määritettyjä arvoja. Näitä olivat lentäjän selän pituus, istuessa ojennetun alaraajan pituus ja ojennetun yläraajan ulottuvuus (cm), liikuntaharrastajatyypin (kestävyys, taito-teho, taito), motoriikka-arvio (vartalon hallinta päänyliheitossa ja anaerobisen tehon testissä; ks. Liite 6), G-voimille altistumattoman selkärangan kaula- ja lannerankalöydökset MRI-kuvista (Thalgot ym. 2004; Kolstad ym. 2005), tupakointi- ja alkoholinkäyttötieto, fyysinen aktiivisuus, varusmieskurssin aikaisen ensimmäisen lihaskuntotestin tulokset kestävyys- ja lihaskuntotesteissä (Pääesikunnan koulutusosaston pysyväismääräys 2004), lentäjävalintaprosessin lopulliset valintapisteet (lääkärin, valintaupseerin ja psykologin yhdistelmä), lentävän varusmieskurssin lentotaidon arvosana VN-1-vaiheesta (Vinka) standardoituna (LentoRUK:lla ja Ohjaajan alkeis/jatkokurssilla hieman erilainen skaala, vaikka arvioitavat tekijät olivat identtiset) ja varusmieskurssin kokonaispisteet ennen kadettikurssille hakeutumista lentämiseen liittyviä psykofysiologisia valmiuksia kuvaten.

#### ***5.3.4 TULE-oireista johtuvat psykofysiologiset häiriöilmoitukset***

Ilmavoimissa on ollut kymmeniä vuosia käytössä lentoturvallisuus-toimialan johtama lentotoimintaan liittyvien häiriöilmoitusten (HI) ilmoittamisen toimintatapamalli. Toiminnan luonteena on syyllistämätön omista virheistä ilmoittaminen, virheiden merkitysten pohdinta ja virheistä oppiminen. HI-kulttuuri kattaa koko lentotoiminnan tekniikasta inhimillisiin erheisiin. Lentäjälle aiheutuneita psykofysiologisia häiriöitä seurataan ja taltioidaan Ilmavoimien lääkintähuollon toimesta. Tässä tutkimuksessa seurantajoukon HI-esiintyvyyttä seuranta-aikana tarkasteltiin erityisesti lentotoimintaan liittyvien TULE-oireiden näkökulmasta. Samalla määritettiin myös TULE-peräisen HI-tapauksen aiheuttama tilastollinen lentokelvottomuus aika.

### **5.3.5. Suihkuharjoituskonekalustolla toteutunut lentotunti- ja G-kertymä**

#### **5.3.5.1 LSI-järjestelmän käyttö**

Suomen ilmavoimissa ei ole toistaiseksi käytössä ohjeistettua fysiologista mittausmenetelmää yksittäisen lentäjän fyysisen kuormittuneisuuden jatkuvaan seurantaan tai lentäjäpopulaation kuormittuneisuuden asteen määrittämiseen. Ohjaajat kuitenkin keräävät lentojen yhteydessä tietoa lentotunneista ja G-ylityskertymästä koneen teknisten rakenteiden ikääntymisen seuraamiseksi. Tiedot tallennetaan muun muassa kolmikirjaimisen, henkilökohtaisen henkilöerotteen perusteella jokaiselta ohjaajalta erikseen. Näitä tietoja voidaan soveltaa työn kuormittavuuden määrittämiseen lentokoulutuksen aikajakumossa. Seurantajoukkoon kuuluvilta lentäjiltä kerättiin suihkuharjoituskonelentotunti- ja G-ylityskertymät Ilmavoimien Esikunnan operatiivisen osaston LSI-järjestelmästä. Ilmavoimien LSI-järjestelmä on operatiivinen lentoturvallisuusalan ja lentokonetekniikan alan tietokanta, jonne kerätään tietoa Ilmavoimien lentosuoritteista. Ohjaajat ja mekaanikot tallentavat lentoaika- ja kiihtyvyyshetimit- eli G-ylitysdatta koneyksilö- ja ohjaajakohtaisesti jokaisen lentotehtävän jälkeen. Aineisto on turvaluokiteltua viranomaiskäyttöön (VIRK, TLL IV).

Tässä tutkimuksessa lentotunti- ja G-kertymiä käytettiin kunkin pitkittäisaineistoon kuuluvan ohjaajan seuranta-ajan työn kuormittavuuden määrittämiseksi siten, että muuttujista voitiin kullekin ohjaajalle muodostaa kuvaaja siitä, miten suihkuharjoituskonelentoilla (HAWK) saavutetut kiihtyvyyshetimit kumuloituvat suhteessa lentotunteihin. Hävittäjä- eli F-18 Hornet- data oli vahvemmin turvaluokiteltua, eikä sitä käytetty tässä tutkimuksessa. Yksittäisen ohjaajan kumulatiivista G-ylityskertymää ei myöskään käytetty varsinaisena aineistona tässä tutkimuksessa, koska tavoitteena oli hakea erityisesti kuormituksen ja oireilun välisiä ns. ”cut-off”- eli muutos- ja raja-arvopisteitä.

#### **5.3.5.2 HW:n G-ylityskertymälaiteisto**

Tässä tutkimuksessa käytetty G-indeksi ei kykene reaaliaikaiseen kuormittavuuden määrittämiseen, mutta sillä voidaan arvioida johonkin tiettyyn lentokoulutuksen pisteeseen (kuten ensimmäiseen lentotoimintaan liittyvään TULE-oireeseen) mennessä toteutunut kumulatiivinen G-altistustaso suhteessa koneella saavutettavaan myöhemmin tässä luvussa kuvattuun maksimiliikehtelyn kuormittavuuteen ja G-indeksiin nähden. Käytännössä tämän tutkimuksen G-indeksistä on hyötyä lähinnä



arvioitaessa sitä, miten lähellä teoreettista maksimi- tai optimiliikehtelyä ohjaaja on käynyt tai pystynyt toimimaan ja edelleen, onko jollain kuormittavuuden tasolla yleisesti yhteyttä TULE-oireiden esiintymiseen. Kuten edellä on todettu, varsinaiseen ”kuinka kauan missäkin kiihtyvyyshetimituksessa”-laskentaan HW:n järjestelmä ei kykene, eikä sen myötä myöskään G-altisteen ylikuormittamis- tai vanhentamisriskin määrittämiseen verrattuna normaalipainovoimassa työskenteleviin ihmisiin. Indeksien henkilökohtainen kumulatiivinen vertailukelpoisuus tämän tutkimuksen koehenkilöillä säilyy tasaisena vain HW2-vaiheen loppuun asti, jolloin lähes kaikki lentäjät etenevät samassa lentokoulutusvaiheessa. Tämän jälkeen lentäjien hajautuminen erilaisiin jatkokoulutustehtäviin muuttaa kertymäjatkumoa merkittävästi. HW-kalustolla jatkavista erityisesti taktiset lennonopettajat ja koelentäjät altistuvat muita merkittävästi suurempaan kumulatiiviseen G-kertymiin. Koelentäjän tuottama G-vaihtelu voi ylittää tavanomaista huomattavasti laajempaan G-spektriin ja johtaa lopulta poikkeuksellisen suureen kokonais-G-kertymään.

Suihkuharjoituskoneen (HW) G-ylitysmittausjärjestelmä perustuu kiihtyvyyssanturin ja laskimen sisältävään valmistamaan G-laskinjärjestelmään (Negretti & Zambra Aviation Ltd), jossa anturi on sijoitettu lentokoneen takaistuinkaaren takapintaan ja laskin etulaitetilan vasemmalle puolelle (Ilmavoimien Esikunta 1986). G-ylityskertymä muodostuu karkeasti siten, että lentokoneessa oleva rekisteröintiyksikkö tallentaa aina yhden sykäyksen koneen ylittäessä kiihtyvyyshetimitusten -1.5, -0.5, +2.5, +3.5, +4.5, +5.5, +7 ja +8 Gz tason. Järjestelmä ei rekisteröi ylitetyn tason kestoaikaa, mutta se rekisteröi uudelleen saman tason ylityksen, kun kone käy sitä alemman tason alapuolella ja palaa uudelleen suurempaan tasoon. Näistä ylityksistä luotiin ns. G-indeksi, joka kuvastaa lentotehtävään liittyvää koneen G-tason eli kiihtyvyyshetimituksen vaihtelua. Mitä suurempi itseisarvo on koneen ja ohjaajan yhden lentotehtävän aikana keräämällä indeksillä, sitä kuormittavammalla tavalla hän on lentänyt (Liite 7).

Indeksistä pyrittiin laatimaan mahdollisimman yksinkertainen, koska HW:n G-järjestelmäkään ei kykene reaaliaikaiseen jatkuvaan G-seurantaan. Indeksit rakentuu kumulatiivisten G-tasoylitysten itseisarvojen summaan jaettuna ylityksien määrällä yhden vakioituneen (tietty reitti, tietty kohtaamisen määrä) lentotehtävän aikana. Koska ilmavoimien lentäjien koulutus yhden vuosikurssin sisällä etenee varsin yhtenäisesti, samaan aikaan samassa lentokoulutusvaiheessa opiskelevat kadetit keräävät indeksiä hyvin samalla intensiteetillä. Vaakalentoa pääasiassa sisältävissä lennoissa kuten suunnistustehtävissä, ylityksien kokonaismäärä jää vain muutamaksi rekisteröinniksi ja G-tason ylityksiä tapahtuu vain hyvin matalilla tasoilla normaalipainovoiman kahta puolta. Tällöin

kumulatiivinen itseisarvo ei nouse kovin korkealle. Vastaavasti taas esimerkiksi ”yksi vastaan yksi”-kaartotaisteluharjoituksessa ylityksien määrä on moninkertainen, ja G-ylityksiä tapahtuu koko G-spektrin alueella, jolloin kumulatiivinen itseisarvo nousee korkealle.

Kumulatiivinen indeksi olisi teoriassa lähellä 1:tä, jos koko ajan lennettäisiin vain normaalissa +1 Gz:n painovoimassa, ja vastaavasti huomattavan suuri, jos lennot olisivat alusta loppuun pelkästään korkeita +Gz:n tasoja sisältäviä. Indeksien voidaan otaksua asettuvan jonnekin tälle välille, koska lentokoneen taktinen käyttö ja liikehtimisen määrä saavuttaa tietyssä koulutusvaiheessa eräänlaisen ”optimaalisen raja-arvon”, josta kokonaiskuormittavuus ei enää kasva. Tässä tilanteessa voidaan puhua eräänlaisesta maksimiliikehtelyn G-indeksistä tai ”optimiliikehtelyspektristä” (tyypillinen G-tason vaihtelu lennolla), jonka kaikki lentopilaat saavuttavat tietyssä vaiheessa lentokoulutustaan. Indeksit saattaa jopa kääntyä laskuun, kun ohjaajan kokemus kasvaa. Tällöin sopivan lentogeometrian saavuttamiseen ei tarvita enää niin suurta G-vaihtelua ja liikehdintää kuin kokemattoman ohjaajan käsittelyssä. Lennonopetuksessa puhutaankin ”lentokäsiälästä” eli tavasta tai tyylistä ohjata konetta haluttuun tavoitteeseen.

#### 5.4 Tilastolliset menetelmät

Analyyseissä käytettiin SPSS 19.0- (IBM SPSS Statistics, USA) ja STATA 10.0- (StataCorp LP, USA) tilasto-ohjelmia. Tilastollinen merkitsevyys rajattiin kaikissa testeissä tasoon  $p=0,05$ . Kyselyosion tulosten kuvailevina menetelminä käytettiin pääasiassa suoria jakaumia: frekvenssejä, keskiarvoja, keskihajontoja, mediaaneja ja prosenttilukuja sekä ristiintaulukoita Khi-neliötestein. Fyysisen aktiivisuuden, lentotuntimäärien ja PAK-kuntotestien tilastot raportoitiin keskiarvojen tai mediaanien avulla keskihajontoineen (SD) tai vaihteluväleineen sekä kvartiilijakaumina (IQR) 95 %:n luottamusvälein (95 % CI). Logistista monimuuttujaregressiomallia käytettiin laadittaessa vakioituja odotusarvoja (OR) ja niiden luottamusvälejä (95 % CI) eri lentäjärühmien välillä. Niin ikään regressioanalyysiä käytettiin mallintamaan taustamuuttujien ja koetun haitan välisiä yhteyksiä. Mediaaneihin perustuvaa regressioanalyysiä ja kovarianssianalyysiä käytettiin testattaessa yhteyksien lineaarisuutta. Muuttujien normaali jakautuneisuus testattiin oikeitten testimenetelmien käytön määrittämiseksi.

Fyysisen suorituskyvyn tasoja kuvaavissa tuloskuvioissa esitettiin lentäjien ja muiden sotilaiden testitulokset viiden vuoden ikäluokittain ylä- ja alakvartiiligrafiikkana mediaaneihin perustuen. Lisäksi lentäjien ns.

erityistestiaineistossa kuvattiin ilmailulääketieteellisen tarkastustoiminnan pysyväisasiakirjan mukaiset minimitasosuositukset (katkoviiva) ja eri ikäryhmien välisten tilastollisten erojen merkitsevyys. Ryhmien välisten tilastollisten erojen määrittämisessä käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysiä (ANOVA: Fisher-Freeman-Halton; Scheffe, post hoc).

Pitkittäisaineistojen tilastollisten yhteyksien ja trendien laskennassa käytettiin Pearsonin tulomomenttikorrelaatiota, t-testiä ja Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointa. ROC-käyräanalyysissä (Area Under Curve) laskettiin Wilcoxon-estimaatti sille, selittääkö lentotuntimäärä TULE-oireesiintyvyyttä, kun tarkastelupisteeksi eli kynnyksarvoksi valittiin tilastoista näkyvä esiintyvyyden nousu.

Poisson'in univariate-regressiomallilla ennustettiin ensiksi lentäjien työperäisestä TULE-oireesta johtuvia työterveyshuoltokäyntejä koko lentouralla yksittäisten taustamuuttujien suhteellisina riskeinä (RR) kaikkien käytettävissä olevien taustamuuttujien (36 kpl) osalta. Toiseksi, tästä joukosta valittiin kahdeksan liikunta- ja terveystavoitteista muuttujaa (kuvasivat psykofysiologisia ominaisuuksia valintapisteinä, antropometriaa, motorista taitavuutta, lentokoulutusmenestystä ja tupakointitottumuksia), joille laskettiin eteenpäin askeltavan mallin mukainen (multivariate) suhteellinen riski (RR), kuvaten lähtötilanteessa oireettomien lentäjien työperäisen TULE-oireen ilmaantuvuutta eli ensimmäisestä lentouran aikaisesta työperäisestä oireesta johtuvaa työterveyshuoltokäyntiä.

## 6 TULOKSET

### 6.1. Sotilaslentäjien fyysisen suorituskyvyn testien tulokset

#### 6.1.1 Lähtötaso valintavaiheen erityistesteissä

Keskeisimmät fyysisen suorituskyvyn erityistestitulokset on esitetty Taulukossa 9. Aerobisen tehon keskiarvo on huomattavasti suurempi kuin mitä vaaditaan hävittäjä- ja suihkuharjoituskonekalustolla lentäviltä ohjaajilta ilmailulääketieteellisessä vuositarkastuksessa (3,5 W/kg).

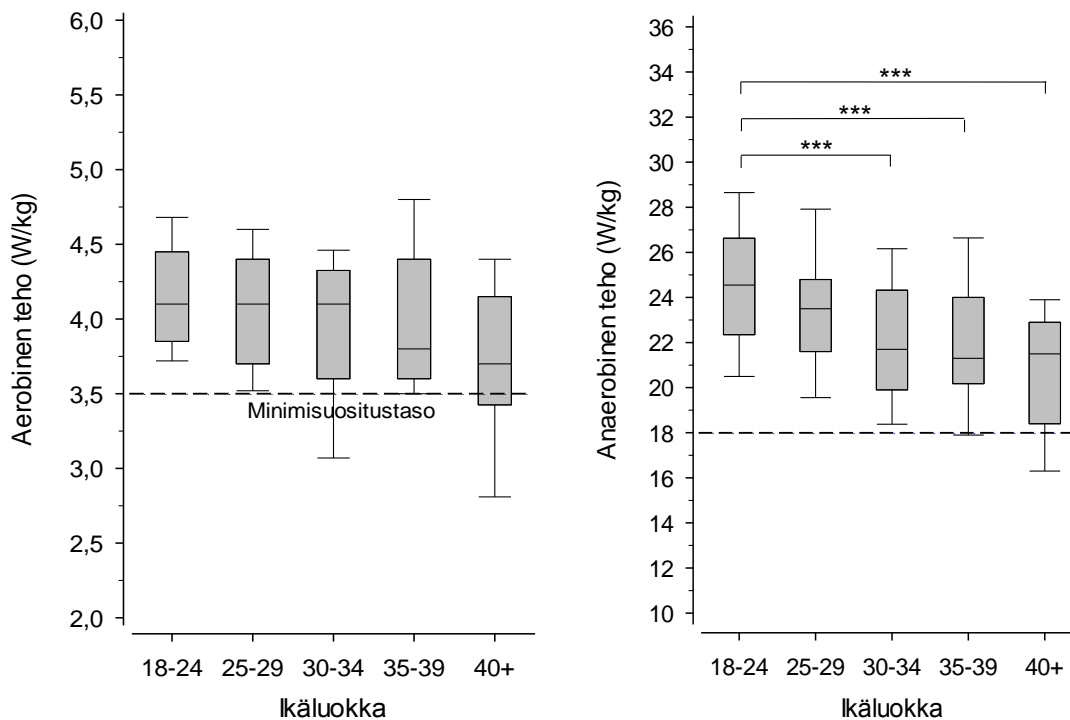
TAULUKKO 9. Seurantajoukkoon (n=67) kuuluvien sotilaslentäjien ammatillisten suorituskykyominaisuuksien keskiarvot ja vaihteluvälit fyysisissä erityistesteissä valintavaiheessa.

Testi	Keskiarvo	Vaihteluväli
Aerobinen teho (W/kg)	4,2	3,2 - 5,1
Anaerobinen teho (W/kg)	24,9	17,8 - 34,1
Vartalon isometrinen maksimikoukistus (kg)	66,0	31,0 - 97,0
Vartalon isometrinen maksimiojennus (kg)	90,0	52,0 - 120,0
Kaulan isometrinen maksimikoukistus (kg)	22,1	10,1 - 38,3
Niskan isometrinen maksimiojennus (kg)	25,3	13,7 - 36,6
Pallon lentoaika päänyliheittäessä (ms)	220	312 - 116

#### 6.1.2 Virkauran aikainen taso erityistesteissä

Koehenkilöiden (n=143) virkauran aikainen keskiarvo oli 3,99 (SD 0,49) W/kg. Lentäjien aerobinen teho säilyi kohtalaisen vakaana aktiivisen lentouran loppuun asti. Keskimääräinen suorituskyky ei kuitenkaan ollut työn kuormittavuuteen nähden kovin korkea, eivätkä maksimiarvoakaan ylittäneet kuin yksittäistapauksissa kestävyysurheilijoitten tasolle. Käytännössä lähes kaikki lentäjät kuitenkin ylittivät ilmailulääketieteellisen vähimmäissuosituksitason (merkitty katkoviivalla; myös muissa grafiikoissa jatkossa) hävittäjäohjaajille (Kuvio 1). Ryhmien välillä ei ollut tilastollista eroa, mutta suuntaa antavasti ( $F=2,366$ ,  $p=0,056$ ) vanhimpien ryhmien aerobinen teho oli nuorimpia ikäluokkia heikompi.

Koehenkilöiden (n=214) anaerobisen tehon keskiarvo virkauran aikana oli 22,98 (SD 3,32) W/kg. Lentäjien anaerobisen tehon tuotto ei aerobisen tehon tapaan noussut kovin korkealle edes nuorimmissa ikäluokissa. Vähimmäissuositus taso kuitenkin ylittyi keskimäärin kaikilla ohjaajilla (Kuvio 2). Ryhmien välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ero (F=9,846, p<.001) anaerobisen tehon tasossa, joka heikkeni jo nuorimmasta ikäryhmästä lähtien. Nuorin ryhmä erosi keskimmaisesta, toiseksi vanhimmasta ja vanhimmasta ryhmästä tilastollisesti erittäin merkitsevästi (p<0,001).

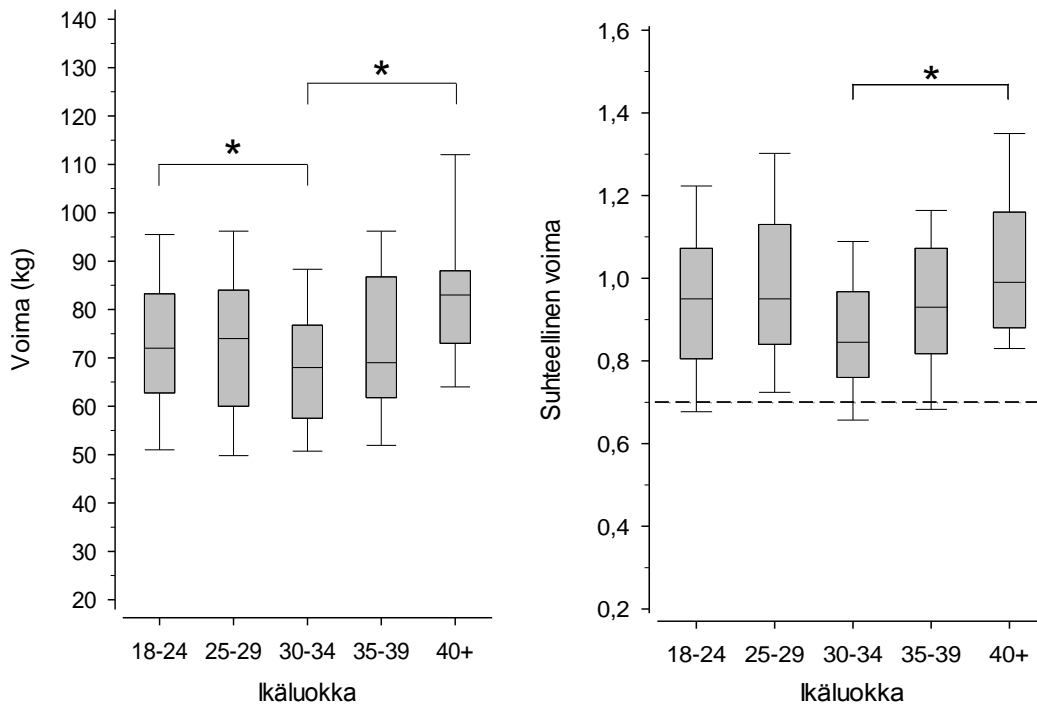


KUVIO 1 (vasen). 18-47-vuotiaitten sotilaslentäjien (n=143) keskimääräinen (mediaani; IQR) maksimaalinen aerobinen teho (W/kg) epäsuorassa polkupyörä-ergometritestissä (p>0,05).

KUVIO 2 (oikea). 18-47-vuotiaitten sotilaslentäjien (n=214) keskimääräinen (mediaani; IQR) maksimaalinen anaerobinen teho 16 sekunnin toistohyppelytestissä (\*\*p<0,001).

Lentäjien absoluuttiset vatsalihasvoimat olivat 30-40-vuotiailla heikommät kuin nuorimmilla ja vanhemmilla ikäryhmillä. Tulostaso oli laivuepalveluksen loputtua ja aktiivisen lentouran päättyessä vähintään lähtötasolla (Kuvio 3). Koehenkilöiden (n=214) virkauran aikainen keskiarvo oli 72,4 (SD 16,3) kg. Ryhmien välillä oli tilastollinen ero ( $F=3,212$ ,  $p=0,014$ ) siten, että nuorin ryhmä erosi keskimmäisestä ja keskimäinen vanhimmasta (p-arvot molemmissa 0,017).

Lentäjien suhteelliset vatsalihasten voimatasot noudattivat pääpiirteissään absoluuttisen voiman eroja lentouran aikana. Tulostaso jäi kuitenkin keskimäärin alle oman kehon painon. Ilmailulääketeollinen suositustaso (katkoviiva) ylittyi kuitenkin selvästi (Kuvio 4). Koehenkilöiden (n=214) virkauran aikainen keskiarvo oli 0,94 (SD 0,19). Keskimäinen ryhmä erosi vanhimmasta ( $p=0,05$ ).

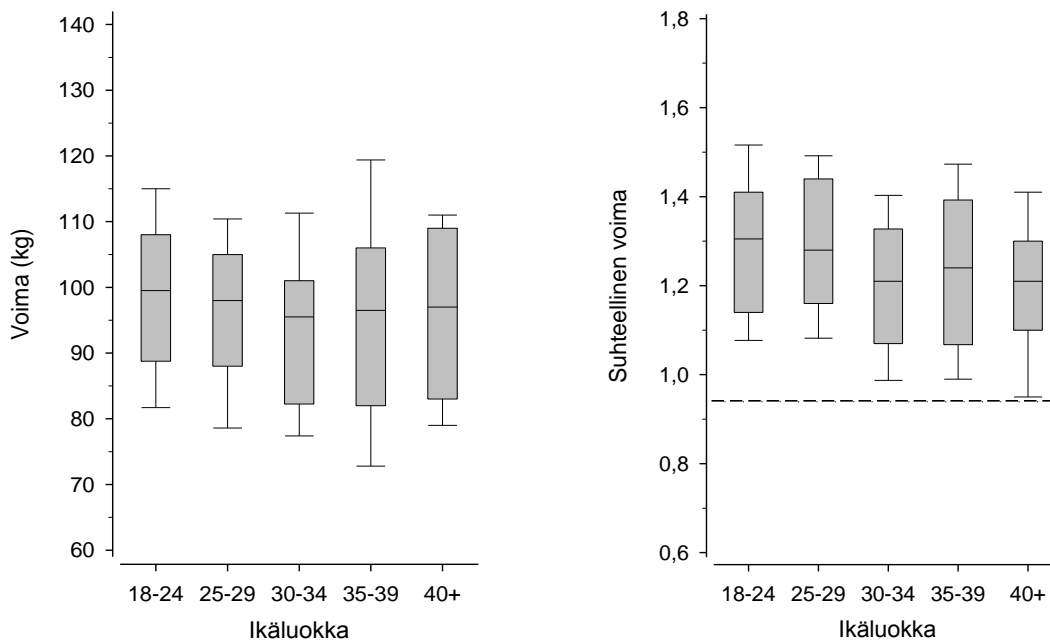


KUVIO 3 (vasen). 18-47-vuotiaitten sotilaslentäjien (n=214) vartalon keskimääräinen (mediaani; IQR) maksimaalinen isometrinen absoluuttinen koukistusvoima (\*  $p<0,05$ ).

KUVIO 4 (oikea). 18-47-vuotiaitten sotilaslentäjien (n=214) vartalon keskimääräinen (mediaani; IQR) maksimaalinen isometrinen, oman kehon painoon suhteutettu, koukistusvoima (\* $p<0,05$ ).

Lentäjien selkälihasten voimatasoissa oli nähtävissä sama ilmiö kuin vatsalihastoivoimien eroissakin, mutta hieman lievempänä, eikä ryhmien tasoeroilla ollut tilastollista merkitsevyyttä ( $F=0,890$ ,  $p=0,471$ ). Koehenkilöiden ( $n=214$ ) virkauran aikainen keskiarvo oli 96,2 (SD 14,1) kg (Kuvio 5).

Lentäjien suhteellisen selkälihasvoiman erot eri ikäryhmissä olivat edelleen samanlaisia kuin vatsalihastenkin osalta, mutta suorituskyvyn tason grafiikassa näkyvä ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $F=2,164$ ,  $p=0,074$ ). Koehenkilöiden ( $n=214$ ) virkauran aikainen keskiarvo oli 1,25 (SD 0,18). Suhteellinen voimataso oli kuitenkin selvästi parempi kuin vatsalihasten vastaava. Ilmailulääketieteellinen minimitaso ylittyi selvästi koko lentäjäpopulaatiolla (Kuvio 6).

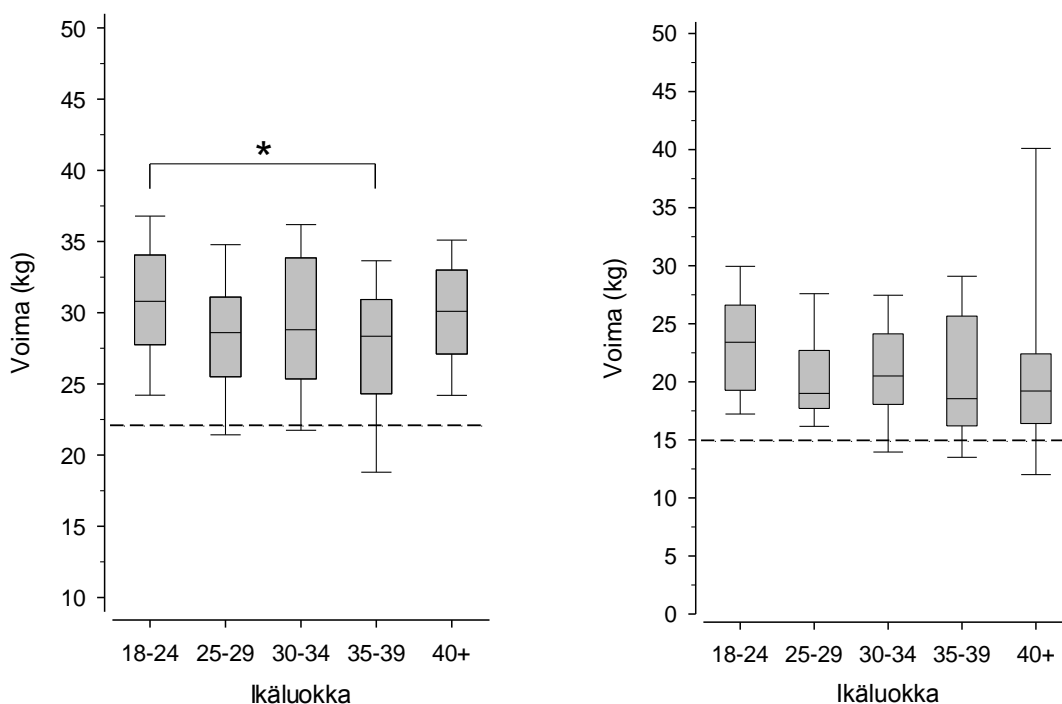


**KUVIO 5** (vasen). 18-47-vuotiaitten sotilaslentäjien ( $n=214$ ) keskimääräinen (mediaani; IQR) maksimaalinen isometrinen absoluuttinen vartalon ojennusvoima. Ei merkitseviä tilastollisia eroja ( $p>0,05$ ).

**KUVIO 6** (oikea). 18-47-vuotiaitten sotilaslentäjien ( $n=214$ ) keskimääräinen (mediaani; IQR) maksimaalinen isometrinen, oman kehon painoon suhteutettu, vartalon ojennusvoima. Ei merkitseviä tilastollisia eroja ( $p>0,05$ ).

Niskalihasten maksimivoimataso erosi vain nuorimman ja aktiivista lentouraa lopettelevan ryhmän välillä ( $p=0,027$ ). Koehenkilöiden ( $n=214$ ) virkauran aikainen keskiarvo oli 29,28 (SD 4,99) kg. Ryhmien väleillä oli tilastollinen ero ( $F=3,370$ ,  $p=0,011$ ). Jälleen ilmailulääketieteellinen minimisuositustaso (katkoviiva) ylittyi (Kuvio 7).

Kaulalihasten osalta suorituskyvyn erot noudattivat niskavoimista raportoituja. Koehenkilöiden ( $n=214$ ) virkauran aikainen keskiarvo oli 21,55 (SD 5,71) kg. Ryhmien keskiarvot erosivat toisistaan tilastollisesti ( $F=3,316$ ,  $p=0,011$ ), mutta post hoc-testi ei antanut yhtään yksittäistä ryhmien välistä tilastollista eroa. Koko populaatio ylitti kuitenkin ilmailulääketieteelliset minimisuositustasot (katkoviiva) (Kuvio 8).

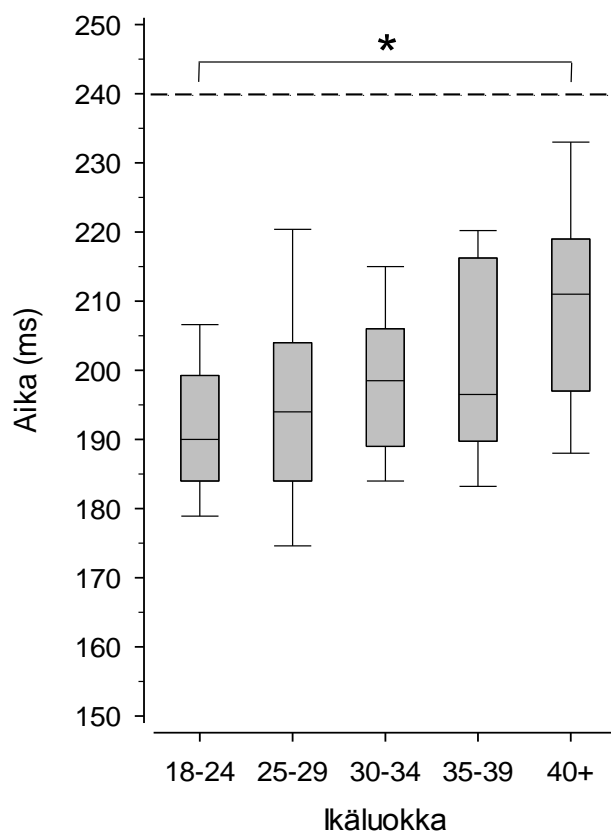


**KUVIO 7** (vasen). 18-47-vuotiaitten sotilaslentäjien ( $n=214$ ) keskimääräinen (mediaani; IQR) maksimaalinen isometrinen absoluuttinen niskan ojennusvoima (\* $p<0,05$ ).

**KUVIO 8** (oikea). 18-47-vuotiaitten sotilaslentäjien ( $n=214$ ) keskimääräinen (mediaani; IQR) maksimaalinen isometrinen kaulan koukistusvoima. Ei ryhmien välisiä eroja ( $p>0,05$ ).

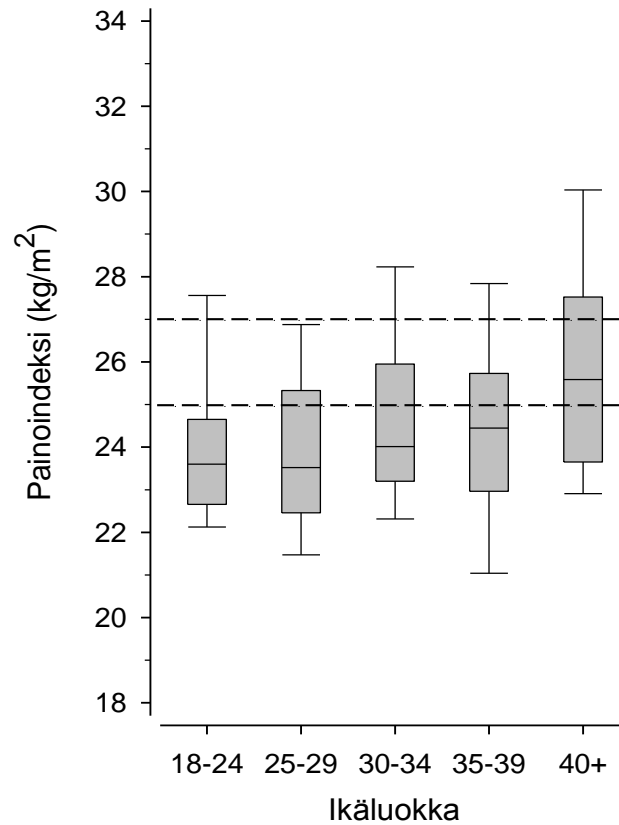


Pallonheitto kuvastaa lentäjän vartalon ja yläraajojen yhteistä suorituskkyä ja täten ylävartalon kokonaishallintaa. Heittotehot eri ikäluokissa säilyivät kohtalaisen vakaana ja suorituskky hyvänä aktiivisen lentouran loppuun asti. Ilmailulääketeollinen suositustaso (katkoviiva) ylittyi erittäin selvästi (Kuvio 9). Kuviossa tulee huomioida käänteinen tulostaso: pienempi aika kertoo nopeammasta lentoajasta eli tehokkaammasta heitosta. Koehenkilöiden (n=214) virkauran aikainen keskiarvo oli 196 (SD 16) ms. Ryhmien väleillä oli tilastollisesti merkitsevä ero ( $F=3,752$ ,  $p=0,006$ ) siten, että nuorin ja vanhin ryhmä erosivat toisistaan ( $p=0,032$ ).



KUVIO 9. 18-47-vuotiaitten sotilaslentäjien (n=214) saavuttama pallon keskimääräinen (mediaani; IQR) lentoaika 3,5 metrillä päänyliheitossa (\* $p<0,05$ ).

Lentäjien painoindeksissä ilmenevät erot olivat aktiivisen lentopalveluksen loppuun asti melko pieniä, ja terveys-suositusten mukaisen alle 25:den indeksin (alempi katkoviiva) saavutti merkittävä joukko ohjaajia. Ilmailulääketieteellinen minimitasosuosituskin (27; ylempi katkoviiva) täyttyi käytännössä lähes kaikilla, paitsi osalla jo aktiivilentouransa päättäneistä lentäjistä (Kuvio 10).

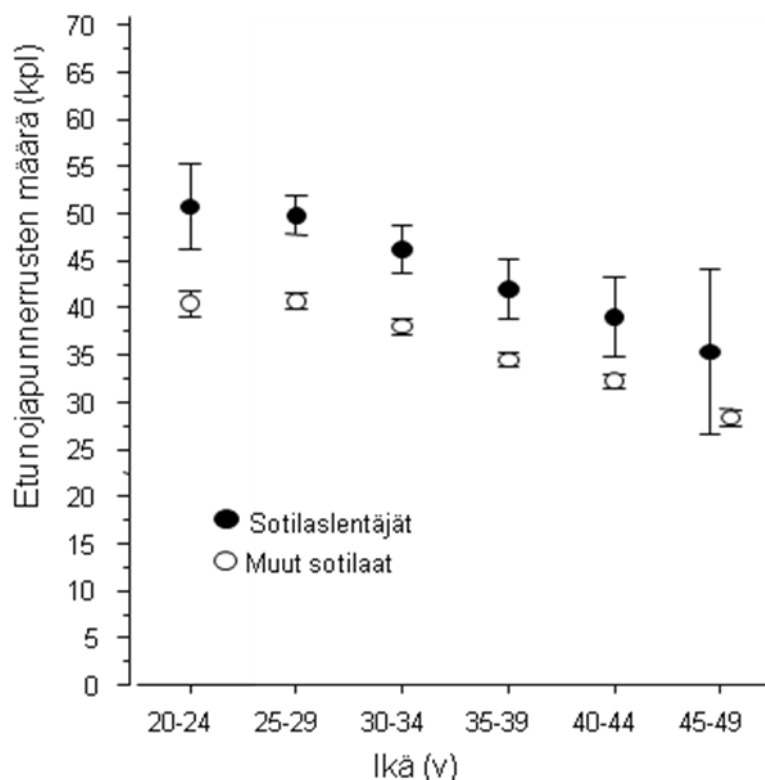


KUVIO 10. 18-47-vuotiaitten sotilaslentäjien (n=214) keskimääräinen (mediaani; IQR) painoindeksi (BMI) ikäluokittain.

### 6.1.3 Sotilaslentäjien yleissotilaallinen kuntotaso

Tulosten keskihajonta oli jokaisessa vertailussa lentäjillä suurempi kuin muulla sotilashenkilöstöllä (upseerit, opistoupseerit, sotilasammattihenkilöt; N=6240) johtuen pienemmästä koehenkilömäärästä (n=195). Grafiikoissa esitetään ikäryhmän keskiarvo ja keskihajonta viiden vuoden ikäryhmittäin.

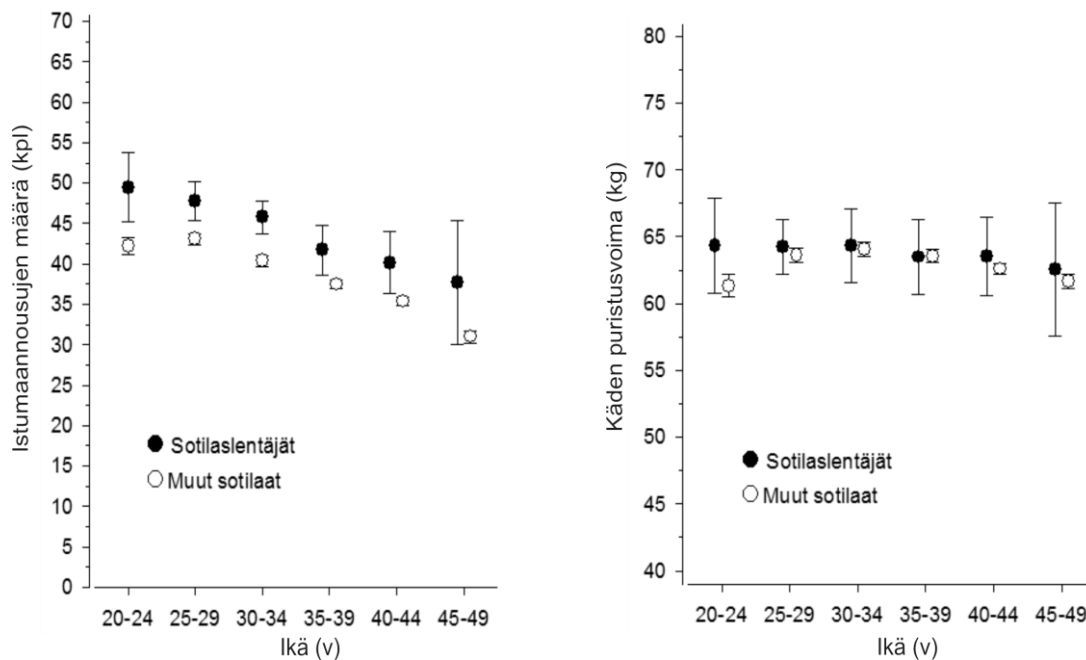
Lentäjien kuntoerot ikäryhmittäin etunojapunnerrustestissä noudattivat täsmälleen muiden sotilaiden vastaavia eroja. Lentäjät olivat koko virkauransa ajan jonkin verran muita sotilaita suorituskykyisempiä ja erot pysyivät samansuuruisina eri ikäluokissa. Lentäjien keskiarvo oli lentouran aikana 45,5 (SD 9,9) punnerrusta minuutissa, kun se muilla sotilailla oli 35,5 (SD 14,6). Lentäjien ja muiden sotilaiden koko virkauran aikaisen keskiarvon ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $F=43,544$ ;  $p<0,001$ ). Ikäluokat erosivat toisistaan myös merkitsevästi ( $F=13,476$ ;  $p<0,001$ ) (Kuvio 11).



KUVIO 11. Sotilaiden (lentäjien n=195, muiden sotilaiden N=6240) keskimääräinen (SD) etunojapunnerrusten määrä 1 minuutin testissä ikäluokittain.

Vatsalihastestien tulostaso noudatti etunojapunnerrustestien vastaavia tuloksia: lentäjät olivat koko lentouran ajan muita sotilaita suorituskykyisempiä. Lentäjien keskiarvo lentouran aikana oli 44,9 (SD 9,4) istumaannousua minuutissa. Muilla sotilailla keskiarvo oli 37,9 (SD 11,4) istumaannousua minuutissa. Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $F=34,092$ ;  $p<0,001$ ). Ikäluokat erosivat toisistaan myös merkitsevästi ( $F=15,351$ ;  $p<0,001$ ). (Kuvio 12).

Lentäjien puristusvoimat olivat suunnilleen samalla tasolla kuin muilla sotilailla. Lentäjien keskiarvo lentouran aikana oli 64,0 (SD 8,0) kg ja muitten sotilaitten 63,0 (SD 8,6) kg. Lentäjien ja muiden sotilaiden keskiarvon välillä ei ollut tilastollista eroa ( $F=1,530$ ;  $p=0,216$ ), eikä myöskään ikäluokittain tarkasteltuna ( $F=0,262$ ;  $p=0,680$ ) (Kuvio 13).

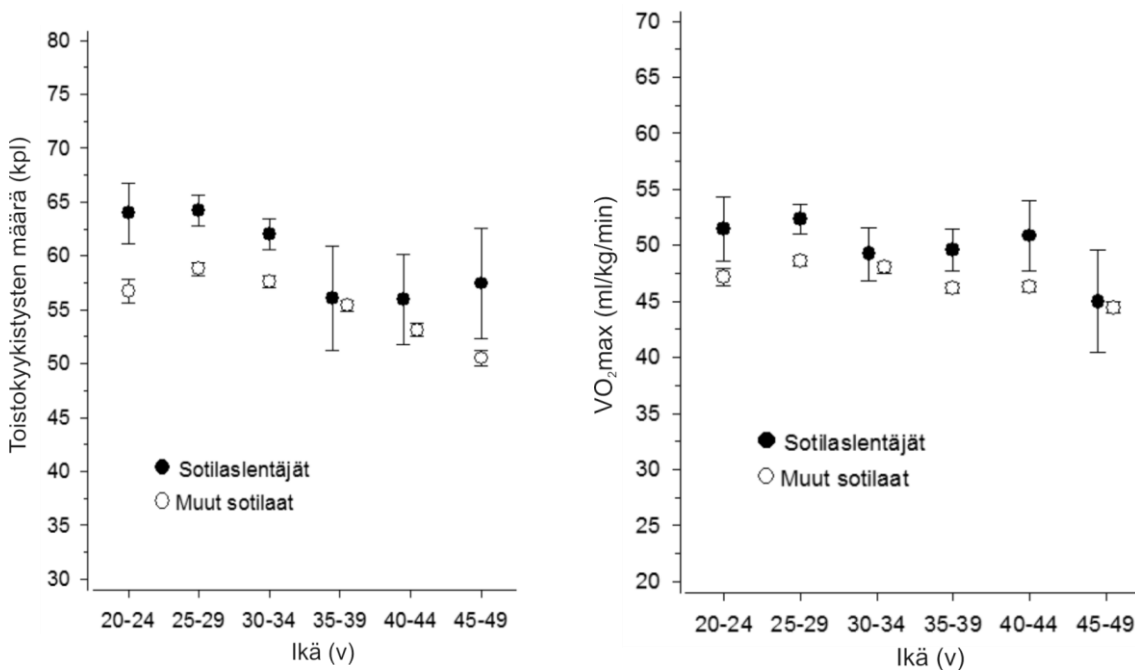


KUVIO 12 (vasen). Sotilaiden (lentäjien  $n=195$ , muiden sotilaiden  $N=6240$ ) keskimääräinen (SD) istumaannousujen määrä 1 minuutin testissä ikäluokittain.

KUVIO 13 (oikea). Sotilaiden (lentäjien  $n=195$ , muiden sotilaiden  $N=6240$ ) keskimääräinen (SD) puristusvoima molempien käsien keskiarvona ikäluokittain.

Lentäjien suorituskyvyn erot ikäryhmittäin noudattivat toistokyykistystestissä muiden sotilaiden vastaavia eroja. Grafiikassa lentäjien suorituskyvyn ero muihin sotilaisiin näyttäisi kaventuvan lentouran puolivälissä. Nuorimpien ikäluokkien suorituskyvyn taso oli myös selvästi muita sotilaita korkeampi. Lentäjien keskiarvo lentouran aikana oli 60,7 (SD 9,4) kyykistystä minuutissa ja muilla sotilailla 55,3 (SD 10,7). Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $F=25,300$ ;  $p<0,001$ ). Ikäluokat erosivat toisistaan myös merkitsevästi ( $F=11,649$ ;  $p<0,001$ ) (Kuvio 14).

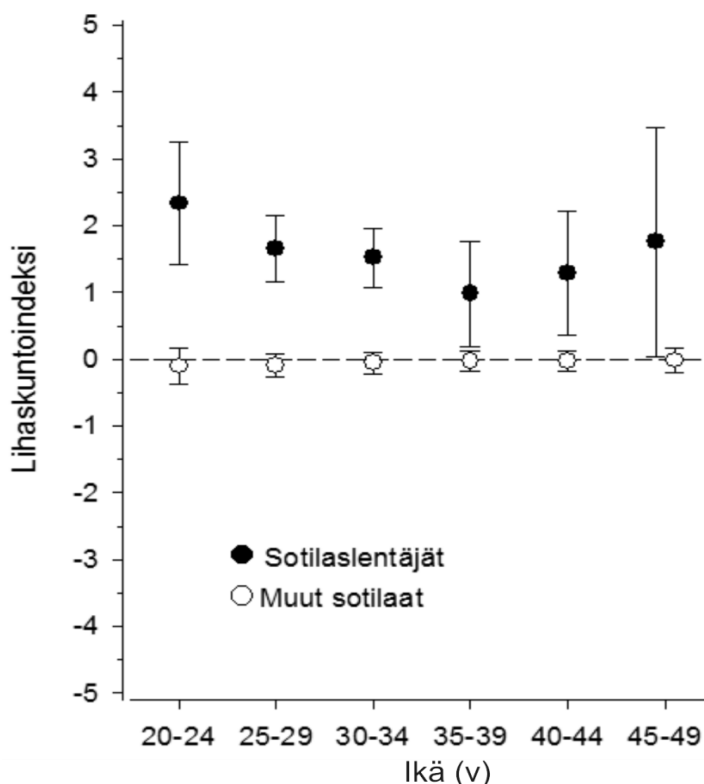
Lentäjien aerobisen kestävyuden taso oli koko virkauran ajan parempi kuin muilla sotilailla, mutta 30 ikävuoden jälkeen tapahtuva suorituskyvyn tason notkahdus näytti hieman suuremmalta ja aikaisemmalta kuin verrokeilla. Taso pysyi varsin vakaana aktiivisen lentopalveluksen loppuun asti ja kohosi hieman lentouran loppuvaiheessa. Lentäjien keskiarvo lentouran aikana oli 50,5 (SD 6,5) ml/kg/min. Muiden sotilaiden keskiarvo oli 46,8 (SD 8,1) ml/kg/min. Ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $F=17,920$ ;  $p<0,001$ ). Ikäluokat erosivat toisistaan myös merkitsevästi ( $F=4,557$ ;  $p<0,001$ ) (Kuvio 15).



KUVIO 14 (vasen). Sotilaiden (lentäjien  $n=195$ , muiden sotilaiden  $N=6240$ ) keskimääräinen (SD) toistokyykistysten määrä 1 minuutin kyykistystestissä ikä-luokittain.

KUVIO 15 (oikea). Sotilaiden (lentäjien  $n=195$ , muiden sotilaiden  $N=6240$ ) keskimääräinen (SD) maksimaalinen hapenottokyky epäsuoralla polkupyöräergometritestillä mitattuna ikäluokittain.

Lentäjien lihaskuntoindeksi oli koko palvelusajan korkeampi kuin muilla sotilailla, mutta aktiivisen lentouran loppuvaiheissa lihaskuntoindeksi oli alimmillaan. Lentäjien keskimääräinen standardoitu lihaskuntoindeksitaso oli 1,5 (SD 2,0) standardipistettä. Muilla sotilailla se oli -0,05 (SD 2,8) standardipistettä. Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $F=45,428$ ;  $p<0,001$ ). Ikäluokat eivät eronneet toisistaan ( $F=0,568$ ;  $p=0,725$ ) (Kuvio 16).



KUVIO 16. Sotilaslentäjien (n=195) keskimääräinen (SD) MilFit-lihaskuntoindeksi standardipiste-erona populaatioiden keskiarvoon verraten eri ikäryhmissä.

MilFit-voimaindeksin tasoa verrattiin lisäksi Ilmavoimien eri palveluspaikkakuntien väleillä, koska voimaindeksin nähtiin olevan tilastollisesti yhteydessä koettuun haittaan (katso myöhemmin kohta 6.2.3). Joukko-osastojen indeksien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero ( $p=0,004$ ). Kauhavalla oli ylivoimaisesti korkein voimaindeksi, Rovaniemi oli selvä kakkonen ja muut lennostot tulivat erittäin tasaväkisenä tuntumassa. Jälkijoukolla on parhaisiin suuri ero, erityisesti tämä näkyy Ilmavoimien esikunnassa palvelleiden lentäjien voimaindeksissä. Seuraavassa järjestyslistassa esitetään joukko-osastokohtainen paremmuusjärjestys standardipiste-erona kaikkien lentäjien kuntoindeksin keskiarvoon verrattuna Ilmavoimissa:

1. Ilmasotakoulu (nykyisin Lentosotakoulu), Kauhava (1,7)
2. Lapin lennosto, Rovaniemi (1,6)
3. Satakunnan lennosto, Pirkkala (1,5)
4. Karjalan lennosto, Toivala (1,5)
5. Ilmavoimien viestikoulu ja Tukilentolaivue (nykyisin Ilmasotakoulu), Tikkakoski (1,1)
6. Koelentokeskus, Halli (1,1)
7. Ilmavoimien esikunta, Tikkakoski (1,0)

## 6.2 Sotilaslentäjien työperäisten tuki- ja liikuntaelinoireiden esiintyvyys ja sen aiheuttama haitta

### 6.2.1 Esiintyvyys kyselytutkimuksen perusteella

#### 6.2.1.1 Strukturoitu kysely

Kyselyssä 4 % kaikista lentäjistä ja 10 % suihkuharjoituskonevaiheen ohittaneista ilmoitti, että heillä oli kaularangan ammattitautidiagnoosi. 14 %:lla lentäjistä oli jatkuvasti ja 59 %:lla toisinaan lentotehtävän aiheuttamia tuki- ja liikuntaelinoireita, joten kokonaisuudessaan lähes kolme neljästä lentäjistä oli kokenut jonkinasteista työperäistä kuormittumiskipua. Vain joka neljännellä lentäjällä ei ole ollut tuki- ja liikuntaelinongelmia lentourallaan kyselyyn vastaamiseen mennessä. Oireettomat olivat käytännössä myös G-altistumattomia eli aivan nuorimpia ohjaajia.

Oireita kokeneilla kivut olivat esiintyneet tyypillisesti illalla työpäivän jälkeen tai kuormitusta sisältäneen viikon sisällä (78 %:lla). 15 %:lla oireilleista ongelmat olivat ilmenneet jo itse lentotehtävän aikana ja lopuilla 7 %:lla oireilleista ongelmat olivat alkaneet jo vyöttäytyessä koneen ohjaamoon. Oireita kokeneiden kivun sijoittumista raportoidaan Taulukko 10:ssä.

TAULUKKO 10. Kaula-, rinta- ja lannerangan alueen lentotoimintaan liittyvän oireilun suhteellinen esiintyvyys sotilaslentäjillä (N=218).

Esiintyvyys	Kaularanka (%)	Rintaranka (%)	Lanneranka (%)
Jatkuvasti	17	7	14
Toisinaan	67	60	59
Ei koskaan	16	33	27

Esiintyvyys näytti olevan erityisen korkea kaularangan alueella, koska 84% lentäjistä ilmoitti kärsineensä niskaongelmista. Kahdella kolmasosalla lentäjistä oli ollut lentourallaan lapojen välistä oireilua. Alaselkäoireilu noudatti niska-hartiaseudun oireilun esiintyvyytensä.

Raajojen heijastekipuja ilmoitti kokeneensa 3-4 % lentäjistä (N=217). Joka neljännellä oli ollut kipuja toisinaan ja hieman yli kahdella kolmesta ei koskaan. Kyselyssä selvitettiin lisäksi muutamien lennonaikaisten erityisoireitten esiintyvyyttä. 3 % lentäjistä (N=250) raportoi kokeneensa toisinaan kivuista johtuvaa asentotajun heikkenemistä, 10 % (N=265) silmä-käsi-koordinaation häiriytymistä (heistä yhdellä prosentilla jatkuvasti) ja 2 % virtsan ja/tai ulosteenpidätyskyvyn heikkenemistä (N=248).

Henkilökohtaisten G-rajoitusten määrää kysyttäessä 11 %:lla lentäjistä oli ollut jonkinlainen G-rajoitus rangan lisäoireilun ehkäisemiseksi (N=267). Näissä tapauksissa lentotehtävän fyysistä kuormittavuutta ja liikehtelyä merkittävästi estävä rajoite oli kestänyt kolmesta viikosta kolmeen kuukauteen (61 %:lla rajoitteisista). Kolmasosalla rajoite oli kestänyt puolesta yhteen vuoteen, ollen useimmissa tapauksissa lähempänä vuotta, ja pahimmissa ongelmissa yli yhden vuoden tai pysyvästi (9 %).

Oireitten esiintyvyyttä lentouran kestoon ja lennetyllä kalustolla kertyneisiin lentotunteihin suhteuttaessa osoittautui, että mitä kauemmin lentäjä oli toiminut laivuetasolla taktisena lennonopettajana, sitä useammin hänellä oli työperäisiä tuki- ja liikuntaelinoireita. Mitä enemmän lentäjä oli lentänyt liikehtimiskykyisellä konekalustolla, sitä useammin hänellä oli työperäisiä tuki- ja liikuntaelinoireita. Sama päti myös niskan ammattitautistatukseen, mitä enemmän lennettiin liikehtimiskykyisellä kalustolla, sitä enemmän diagnosoitiin ammattitautia. Esikuntalentäjillä oli muita ryhmiä enemmän ammattitautia (niskan kulumasairautta) ( $p=0,05$ ). Valmiusohjaajilla oli eniten kokonaisuhahtaa (työ- ja vapaa-aika yhteensä) työperäisestä tuki- ja liikuntaelinoireesta (eron merkitsevyys  $p=0,05$ ). Kaikkien vastanneiden joukossa työperäisen oireen aiheuttama haitta oli tilastollisesti yhteydessä ainoastaan liikehtimiskykyisellä konekalustolla lennettyihin lentotunteihin. Suihkuharjoituskone- ja hävittäjälentotuntien osuus kokonaislentotuntimäärästä lentäjää kohden oli yhteydessä tilastollisesti merkitsevästi koettuun haittaan ( $r=0,22$ ,  $p<0,01$ ). Pelkästään suihkuharjoituskoneella lennetty tuntikertymä oli vieläkin vahvemmin yhteydessä haittaan ( $r=0,30$ ,  $p<0,001$ ). Jokainen 100 h HW-lentämistä lisäsi työperäistä TULE-oireilua 4 %:lla.

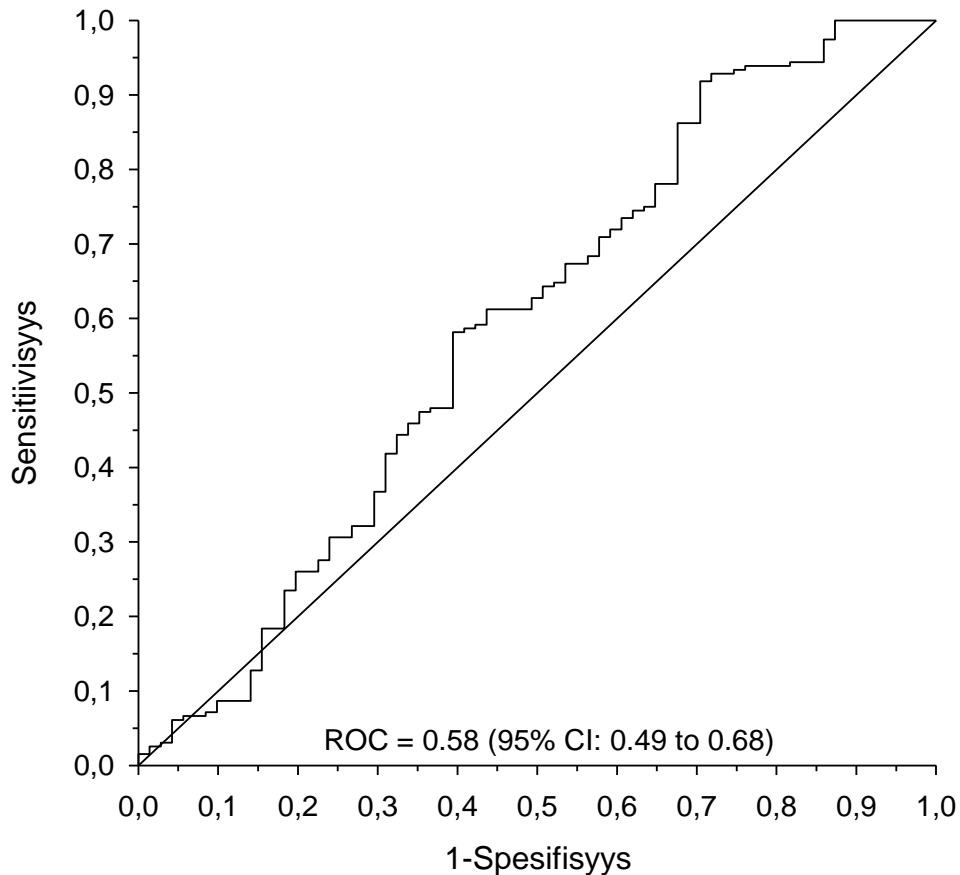


Tarkasteltaessa kunto- ja kuormitustaustamuuttujien (lihaskunto, kestävyys, ikä, hyötyliikunnan määrä, voimaharjoittelun määrä, kestävyysharjoittelun määrä ja liikehtimiskykyisellä kalustolla lennetty osuus kaikista lentotunneista) yhteyttä kyselyssä ilmoitettuun työperäiseen TULE-oireeseen, ilmeni, että vain liikehtimiskykyisimmällä konekalustolla (suihkuharjoituskone ja hävittäjä) lennettyjen tuntien määrä oli yhteydessä raportoituun oireiluun ( $p=0,001$ ).

Vastaajia rohkaistiin myös kuvaamaan, kyselyä tarkemmin, kokemiaan lentotoimintaan liittyviä tuki- ja liikuntaelinoireita viimeisen kuuden kuukauden ajalta piirtämällä kipupiirroksen (ks. Liite 2) oireilevan kehonosansa paikka. 74 % lentäjistä piirsi jonkin ongelmallisen oirealueen kehoonsa liittyen. Esiintyvyytaso oli sama kuin itse kyselyssäkin, ja tuki kyselydatan tulosta, jossa vain joka neljäs vastaajista ei ollut kokenut työperäistä tuki- ja liikuntaelinongelmaa lentopalvelukseen liittyen.

Yleisesti ottaen kenelläkään ei ollut oireita pääläen, kasvojen, rinnan ja vatsan alueilla. 10 %:lla oli oireita ylä- tai alaraajoissa. 28 %:lla oli oireita hartiasseudulla, 29 %:lla lannerangan alueella, 45 %:lla rintarangan alueella ja 48 %:lla kaularangan alueella. Valmiusohjaajilla oli tilastollisesti eniten kaikkia TULE-merkintöjä piirroksessa ( $p<0,001$ ), ja eniten yksittäisiä kaularangan alueen ( $p<0,001$ ), olkapään alueen merkintöjä ( $p=0,02$ ) ja rintarangan alueen merkintöjä ( $p=0,007$ ).

ROC-analyysissä 250 lentotuntia suihkuharjoituskoneella (HW) valittiin tarkasteltavaksi pisteeksi (Kuvio 17), perusteena aineistossa ilmennyt TULE-oireilun esiintyvyyden jyrkkä lisääntyminen (Kuvio 26). Kyselyyn vastanneista, noin 250 h suihkuharjoituskoneella (HW) lentäneistä, 93 % oli ehtinyt kokea lentotoimintaperäisen TULE-oireen urallaan. Oletus oli, että alle 250 h lentäneet olisivat tässä pisteessä oireettomampia kuin yli 250 h lentäneet. ROC-analyysissä laskettu Wilcoxon-estimaatti antoi arvon 0,58, joka osoitti, että analyysiin valitun kynnyksarvon kohdalla lentotuntimäärä ei jakanut lentäjiä selvästi oireettomiin ja oireileviin kyseisen tuntimäärän kahta puolta. Lentotoimintaperäisen oireen esiintyvyyden lisääntymisen käännepointti on valittua pistettä alempana eli aikaisemmin HW-lentokoulutusohjelmassa. Prosentuaalinen osuus oireita kokeneista kyseisen lentotuntimäärän saavuttaneista on niin korkea, että vain käytännössä lentouran alkuvaiheen ohjaajat, lähinnä VN-, korkeintaan HW1-vaiheessa lentävät ovat kokonaan oireettomia.



KUVIO 17. ROC-analyysi lentotuntikertymän luokittelukyvyistä työperäisesti TULE-oireileviin ja oireettomiin sotilaslentäjiin 250 Hawk-lentotunnin kohdalla (N=267). Kynnysarvolla oletetaan kaikki 250 h ylittävät jo oireileviksi ja alittavat vielä oireettomiksi. Sensitiivisyys (True Positive Rate) on kaikkien oireilevien lentäjien luokittuminen oikein positiiviseksi ja 1-spesifisyys (False Positive Rate) on kaikkien oireettomien eli terveiden luokittuminen väärin positiiviseksi.

Työperäisestä TULE-oireesta johtuvaa haittaa mittaavaan Visual Analog Scale (VAS)-osioon kuului 11 väittämää, joihin vastaajat ottivat kantaa koskien päivittäisiä aktiviteettejaan lentopalveluksessa ja vapaa-ajalla. VAS-janoille (100 mm) merkittiin subjektiivinen kokemus oireen tasosta. Skaalan nolлатaso merkitsi haitan olemattomuutta ja taso 10 suurinta kuviteltavissa olevaa haittaa. Taulukossa 11 kuvataan lentäjien kokeman haitan tasoa.

TAULUKKO 11. Lentotoimintaan liittyvän tuki- ja liikuntaelinoireen aiheuttama koettu keskimääräinen haitta-aste VAS-tasona (mediaani ja IQR).

Haitan kuvaus	N	Mediaani (mm)	IQR (mm)
Lennonaikainen	161	12	3 ; 24
Palveluksessa yleensä	195	10	3 ; 22
Oireen toistuvuus	193	27	13 ; 51
Oireen sietämättömyys	193	26	15 ; 43
Haitta kotitöissä	195	16	6 ; 29
Haitta nukkuessa	195	5	1 ; 21
Haitta vapaa-ajalla	194	16	5 ; 33
Haitta mielialaan	193	16	4 ; 29

Lentäjät kokivat suurinta haittaa oireen toistuvuudesta ja siitä johtuvasta henkisestä kuormittumisesta. Työperäisen oireen aiheuttama haitta oli matalampi sotilaspalveluksessa kuin kotona ja/tai vapaa-ajalla. Oireesta johtuva haitta aiheuttaa harvoin unihäiriöitä. Taulukossa 12 vertaillaan kolmea erilaista raportoitua haitan lievittämiskeinoa ja niitä käytettäessä esiintynyttä haittatasoa.

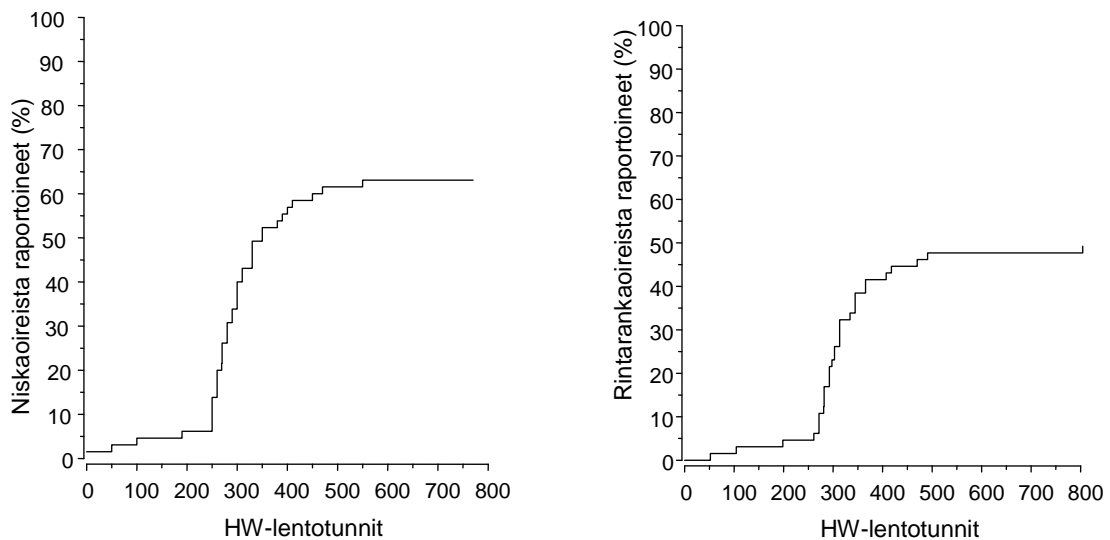
TAULUKKO 12. Sotilaslentäjien kokemus erilaisista oireenlievitys- ja hallintamenetelmistä keskimäärin VAS-tasona (mediaani ja IQR; 0=poistaa oireen täysin, 100=ei minkäänlaista vaikutusta) koskien heidän omaa lentotoiminnasta johtuvaa tuki- ja liikuntaelinoirettaan.

Menetelmä	N	Mediaani (mm)	IQR (mm)
Tulehdus/kipulääkitys	57	18	2 ; 42
Passiivinen fysioterapia	121	24	12 ; 42
Aktiivinen fyysinen harjoittelu	151	23	8 ; 43

Käytetyn menetelmän vaikutus haittaan ei eronnut juurikaan eri menetelmien välillä, koska käytetystä menetelmästä huolimatta maksimihaitta koettiin samantasoisiksi. Tässä tutkimuksessa ei tutkittu, olivatko samat henkilöt käyttäneet eri menetelmiä rinnan.

Lisäksi koettua haittaa määritettiin, kipupiirroksen ammatillisen TULE-oireen piirtäneessä joukossa, tupakoinnin ja nuuskan käytön suhteen. Tässä analyysissä paljastui, että nikotiiniriippuvaiset kärsivät tilastollisesti merkitsevällä tavalla ( $p=0,05$ ) pienempää haittaa oireista kuin tupakoimattomat tai nuuskaamattomat lentäjät.

Pelkästään suihkuharjoituskone Hawkilla lennettyjen lentotuntien aikana koettuja lentotoiminnasta johtuvia oireita tarkasteltiin vielä erikseen kumulatiivisina esiintyvyyksinä eri kehon osissa lentotuntien kertymään suhteutettuna. Seuraavassa esitetään tulokset grafiikkana (Kuviot 18 – 23) eri kehon osiin liittyen:

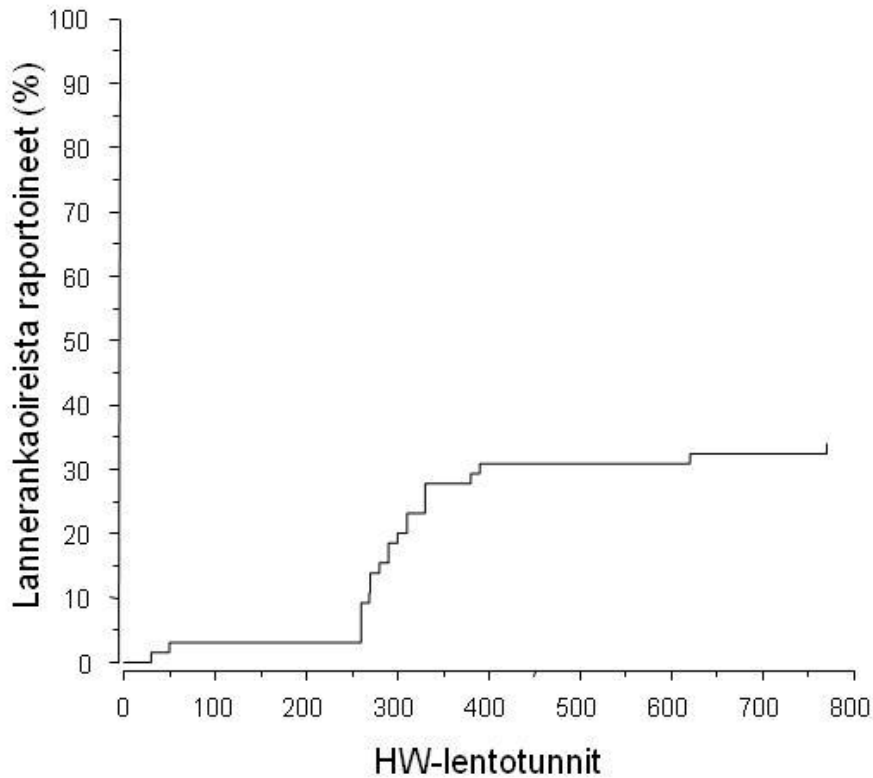


**KUVIO 18** (vasen). Sotilaslentäjien ( $n=67$ ) lentotoiminnasta johtuvan niskaoireilun kumulatiivinen esiintyvyys koko populaatiosta suihkuharjoituskonekoulutuksen edetessä.

**KUVIO 19** (oikea). Sotilaslentäjien ( $n=67$ ) lentotoiminnasta johtuvan rintarangan alueen oireilun kumulatiivinen esiintyvyys koko populaatiosta suihkuharjoituskonekoulutuksen edetessä.

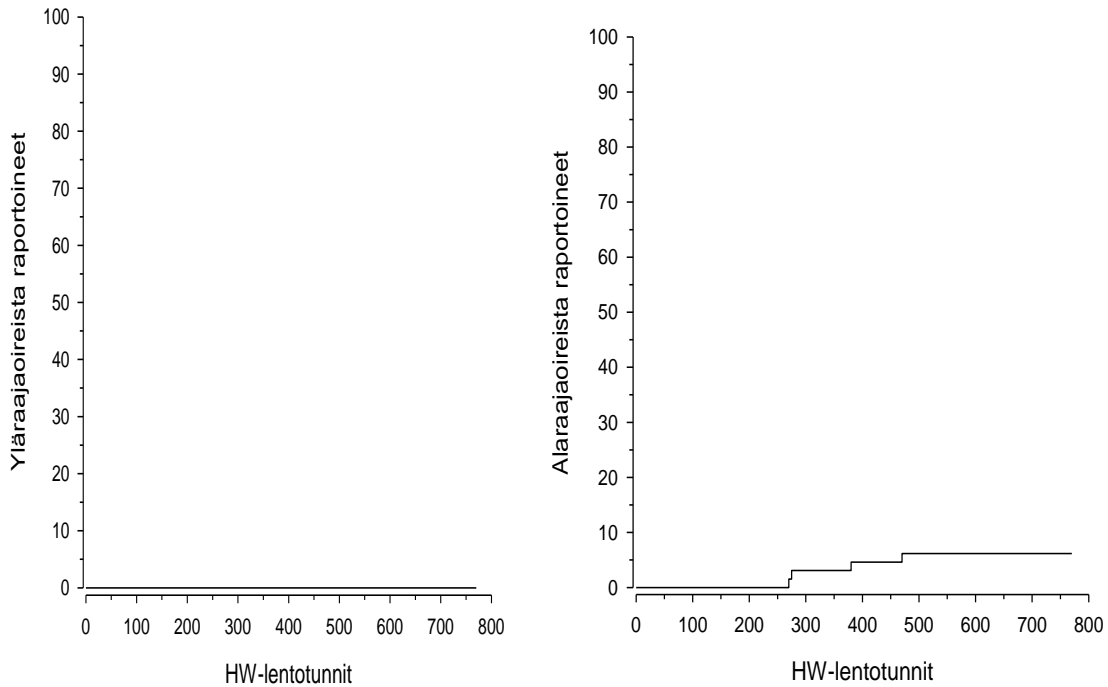
Niskaoireilua esiintyi aivan vähäisessä määrin lähes aktiivisen lentopalveluksen alusta lähtien, mutta kumulatiivinen esiintyvyys kääntyi jyrkkään nousuun 250 lentotunnin kohdalla. Runsas 2/3 HW-lentäjistä oli kokenut lentotoimintaperäistä niskaoiretta (Kuvio 18). Rintaranka-oireilun kumulatiivinen esiintyvyys noudatti kaularangan alueen oireitten esiintyvyyttä. Esiintyvyys rajoittui kuitenkin noin joka toiseen lentäjään kauemminkin lentäneillä (Kuvio 19).

Alaselän lentotoimintaperäiset oireet alkoivat samaan aikaan kuin yläselän ja niskankin oireet, mutta kumulatiivisesti vain joka kolmas hyvin kokenut HW-lentäjä näyttäisi raportoineen alaselkäongelmia (Kuvio 20).



KUVIO 20. Sotilaslentäjien (n=67) lentotoiminnasta johtuvan lannerangan alueen oireilun kumulatiivinen esiintyvyys koko populaatiosta suihkuharjoituskonekoulutuksen edetessä.

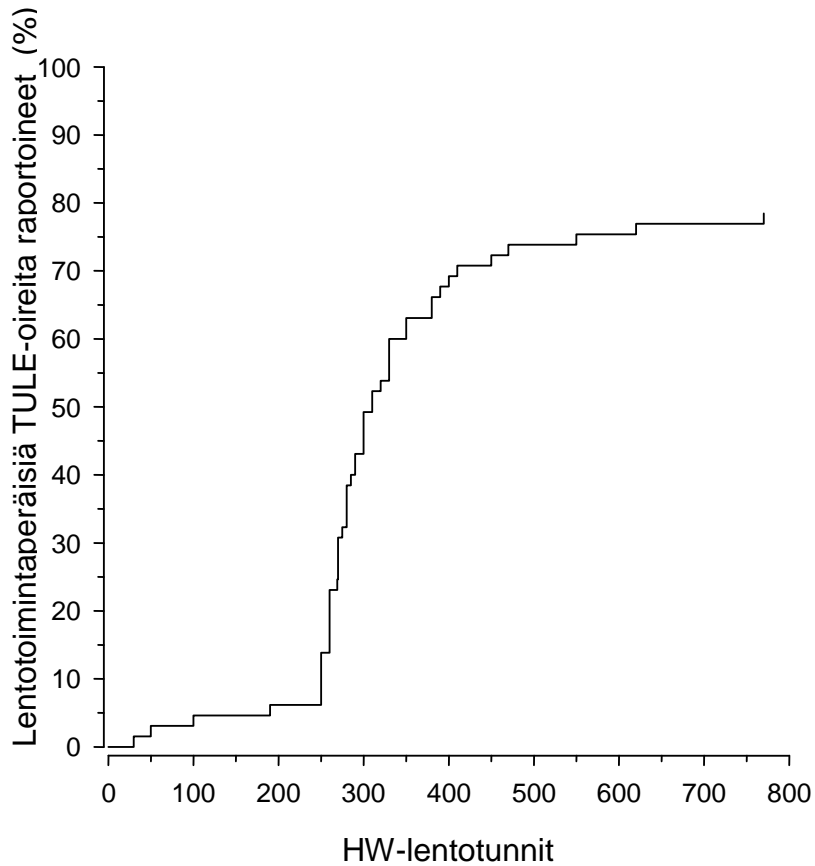
Yläraajojen heijastekipua raportoineet edustavat koko HW-koulutuksen kumulaatiossa vain noin 1 %:n esiintyvyyttä, joka ei graafisesti erotu nollassa (Kuvio 21). Alaraajojen heijastekipua raportoineitten kumulatiivinen esiintyvyys nousee 10 %:n tasolle. Heijasteoireet alkavat runsaan 250 lentotunnin jälkeen (Kuvio 22).



KUVIO 21 (vasen). Sotilaslentäjien (n=67) lentotoiminnasta johtuvan yläraajojen alueen heijasteoireilun kumulatiivinen esiintyvyys koko populaatiosta suihkuharjoituskonekoulutuksen edetessä.

KUVIO 22 (oikea). Sotilaslentäjien (n=67) lentotoiminnasta johtuvan alaraajojen alueen heijasteoireilun kumulatiivinen esiintyvyys koko populaatiosta suihkuharjoituskonekoulutuksen edetessä.

Tarkasteltaessa yhteensä mitä tahansa lentotoimintaperäistä TULE-oiretta, kumulatiivinen esiintyvyys HW-tuntien kertyessä nousee 80 %:n tasolle. Oireet näyttävät alkavan jo lentokoulutuksen alkuvaiheessa, mutta merkittävä lisääntymispiste näyttää olevan 250 lentotunnin tietämällä, jossa esiintyvyys lisääntyy hyvin jyrkästi aina runsaaseen 400:ään tuntiin asti. Tähän mennessä kaksi kolmesta ohjaajasta on kokenut lentotoimintaperäistä TULE-oiretta (Kuvio 23).



KUVIO 23. Sotilaslentäjien (n=67) kaiken lentotoiminnasta johtuvan TULE-oireilun kumulatiivinen esiintyvyys% koko populaatiosta suihkuharjoituskonekoulutuksen edetessä.

Otantajoukon yleissotilaallisten kuntotestien ja viikottaisen fyysisen aktiivisuuden tasot jaoteltuna lentäjän päätehtävän fyysisen kuormittavuuden mukaisesti on esitetty Taulukossa 13.

TAULUKKO 13. Otantajoukon (n=195) fyysisen aktiivisuuden ja PAK-sotilaskuntotekijöiden tasot eri lentäjärühmissä. Fyysinen aktiivisuus on esitetty mediaaneina (suluissa vaihteluväli) ja kuntotasot keskiarvoina (suluissa keskihajonta).

	Esikuntalentäjät (n=39)	Yhteyslentäjät (n=43)	Valmiusohjaajat (n=113)	Ryhmien välisen trendin tilastollinen merkitsevyys
FYYSINEN AKTIIVISUUS				
Kestävyysharjoittelu (h/vko)	2,0 (1,0 ; 4,0)	3,0 (1,5 ; 5,0)	2,0 (1,5 ; 4,0)	0,95
Voimaharjoittelu (h/vko)	0,5 (0,0 ; 2,0)	1,5 (0,0 ; 3,0)	2,0 (1,0 ; 3,5)	<0,001
Hyötyliikunta (h/vko)	2,0 (0,0 ; 4,0)	3,0 (0,0 ; 4,0)	2,0 (0,0 ; 5,0)	0,65
KUNTOTESTIT				
Maksimaalinen hapenottokyky (ml/kg/min)	47,8 (6,8)	49,8 (5,5)	52,1 (5,1)	<0,003 <sup>†</sup>
Etunojapunnerrus (krt/min)	40 (10)	43 (12)	49 (8)	0,088 <sup>†</sup>
Istumaannousu (krt/min)	41 (9)	42 (11)	47 (8)	0,220 <sup>†</sup>
Toistokykyisyys (krt/min)	55 (11)	59 (11)	63 (7)	0,009 <sup>†</sup>
Puristusvoima (kg)	62 (7)	65 (8)	65 (8)	0,054 <sup>†</sup>

<sup>†</sup> Ikävakioitu

Lentokokemuksen mediaani esikuntalentäjillä oli 19 vuotta (IQR 15;23), yhteyslentäjillä 16 (8;20) vuotta ja valmiusohjaajilla 9 (6;13) vuotta. Lentäjien kuormittavalla lentokalustolla lennetty suhteellinen (% ja kvartiiliväli) osuus kokonaislentotuntien keskiarvosta on esitetty Taulukossa 14.



TAULUKKO 14. Otantajoukon (n=195) suhteellinen lentotuntikertymä (% , IQR) fyysisesti kuormittavalla konekalustolla lennetyistä tunteista verrattuna ryhmien keskimääräiseen kokonaislentotuntimäärään ja viimeisen kuuden kuukauden aikana lennettyihin tunteihin.

	Esikunta- lentäjät	Yhteys- lentäjät	Valmius- ohjaajat
Suihkuharjoituskone- ja hävittäjälentotuntien osuus kaikista lentotunneista	56 (44 ; 70)	50 (25 ; 63)	77 (72 ; 83)
Suihkuharjoituskone- ja hävittäjälentotuntien osuus kaikista lentotunneista viimeisen 6 kk:n aikana	0 (0 ; 15)	0 (0 ; 0)	100 (0 ; 100)

Kaiken kaikkiaan 75 % lentäjistä raportoi yhden tai useamman lentotoimintaperäisen oirealueen kipUPIirroksessa. 85 % (95 % CI: 77 - 91) valmiusohjaajista, 72 % (95 % CI: 56-85) yhteyslentäjistä ja 49 % (CI: 32-65) esikuntalentäjistä oli kokenut lentotoiminnasta johtuvia tuki- ja liikuntaelinoireita viimeisen kuuden kuukauden aikana ( $p < 0,001$ ).

Suomen ilmavoimien ja Työterveyslaitoksen luokituksen mukainen kaularangan kulumamuutosten aiheuttaman ammattitaudin esiintyvyys oli otantajoukossa 4 % (95 % CI: 2-8). Esikuntalentäjillä oli eniten ammattitautia (10 %:lla), yhteyslentäjillä 7 %:lla ja valmiusohjaajilla 1 %:lla. Ryhmien välisessä esiintyvyyden trendissä oli tilastollisesti merkitsevä ero ( $p = 0,009$ ). Työperäisen oireilun paikallisen esiintyvyyden riski kaula-, rinta- ja lannerangan alueella lisääntyi lineaarisesti ( $p < 0,043$ ,  $p < 0,031$  ja  $p < 0,006$ , vastaavasti) lentäjän työn päivittäisen fyysisen kuormittavuuden lisääntymisen perusteella (Taulukko 15).

TAULUKKO 15. Työperäisen oireilun absoluuttinen ja suhteellinen esiintyvyys kyselyyn vastaamishetkellä sekä esiintyvyyden suhteellinen riski sotilaslentäjien tukirangan eri osissa. Referenssinä eli vertailukohtana esikuntalentäjien oireilun esiintyvyys.

Tukirangan alue	Esiintyvyys n (%)	OR (95% CI) †	Ryhmien välisen trendin tilastollinen merkitsevyys
Kaularanka			0,043
Esikuntalentäjät	14 (34)	1,00 (Referenssi)	
Yhteyslentäjät	26 (60)	1,60 (0,98 – 2,63)	
Valmiusohjaajat	69 (61)	1,66 (1,02 – 2,70)	
Rintaranka			
Esikuntalentäjät	10 (26)	1,00 (Referenssi)	0,031
Yhteyslentäjät	19 (44)	1,62 (0,85 – 3,09)	
Valmiusohjaajat	62 (55)	1,96 (1,06 – 3,63)	
Lanneranka			0,006
Esikuntalentäjät	6 (15)	1,00 (Referenssi)	
Yhteyslentäjät	17 (40)	2,74 (1,19 – 6,30)	
Valmiusohjaajat	51 (45)	3,18 (1,40 – 7,22)	
Yläraajat ja hartiat			0,086
Esikuntalentäjät	10 (26)	1,00 (Referenssi)	
Yhteyslentäjät	14 (33)	1,34 (0,68 – 2,65)	
Valmiusohjaajat	43 (38)	1,77 (0,92 – 3,40)	
Alaraajat			0,064
Esikuntalentäjät	1 (3)	1,00 (Referenssi)	
Yhteyslentäjät	6 (4)	6,85 (0,86 – 54,52)	
Valmiusohjaajat	12 (11)	7,36 (0,98 – 61,11)	

† Ikä- ja BMI-vakioitu malli

### **6.2.1.2 Avoimet kysymykset**

Vapaan sanan mahdollisuutta käytti 27 vastaajaa (10 % kaikista vastaajista). Kvalitatiiviseen analyysiin (aineiston saturaation periaate) perustuen seuraavat tekijät nousivat erityisesti esille:

1. *HW-lentäminen*: fyysistä harjoittelua vastaavaa, mutta lihashuolto on jäänyt kokonaan puuttumaan; ei harjoittelu-verryttely-palautuminen-kulttuuria; istuma-asento on huono; varusteitten ikä (liivi) tuntuu huonona ergonomiana; kivut jääneet pysyviksi; opettaja altistuu moninverroin
2. *Niskan lisäksi alaselkäongelmat* ovat tuntuneet lisääntyvän; miksei selästä ole niskaongelmien veroista ammattitautiluokitusta?
3. *Liikunnanopetus riittämätöntä*; säännöllinen / päivittäinen sykli harjoitteisiin lentoyksiköissä; taitavuustekijät (pään asento ja liikuttelu / kypärä huomioitava) harjoitettava.

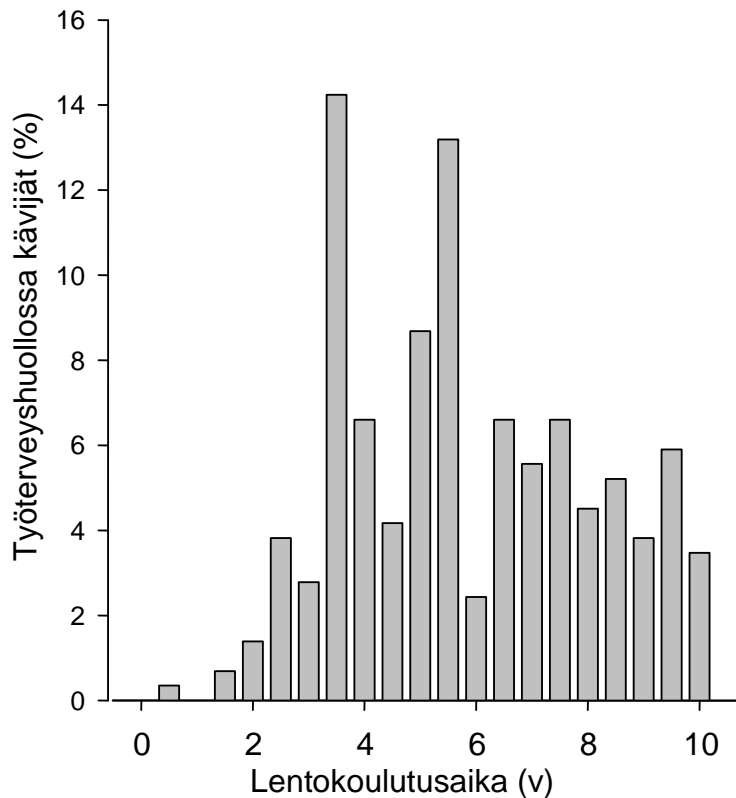
Nämä kolme tekijää siis toistuivat vastaajien pohdinnoissa. Kaikki liittyivät työn kuormituksen korkeaan tasoon liikehtimiskykyisellä konekalustolla lennettäessä, puutteelliseen laivuetason fyysisen valmennukseen ja tukirangan laaja-alaiseen oireiluun.

### **6.2.2 Esintyvyys työterveyshuoltokäyntien perusteella**

#### **6.2.2.1 Työperäinen tuki- ja liikuntaelinoireilu**

Seurantajoukko (n=67) tuotti tilastolliseen analyysiin yhteensä 605 henkilötyövuotta vuosien 1996 - 2008 välillä. Keskimääräinen seuranta-aika oli 7,5 vuotta, ja pisimmälle lentäneet ohjaajat saavuttivat runsaan 12 vuoden seuranta-ajan.

Seurantajoukon kontakteja työterveyshuoltoon seurattiin Ilmavoimien ja ilmailulääketieteen keskuksen potilastietokannoista (Kuvio 24). Ensisijaisena kiinnostuksena oli lentotoiminnasta johtuva TULE-oireilu (määrä, sijainti tukirangassa, osuminen lentokoulutusjatkumoon) ja sen vuoksi otetut kontaktit työterveyshuoltoon. Kontaktit kirjattiin analyysiä varten päivämäärän tarkkuudella ja jaoteltiin tukirankaan liittyvän alueen perusteella jokaisen seurattavan lentäjän osalta.

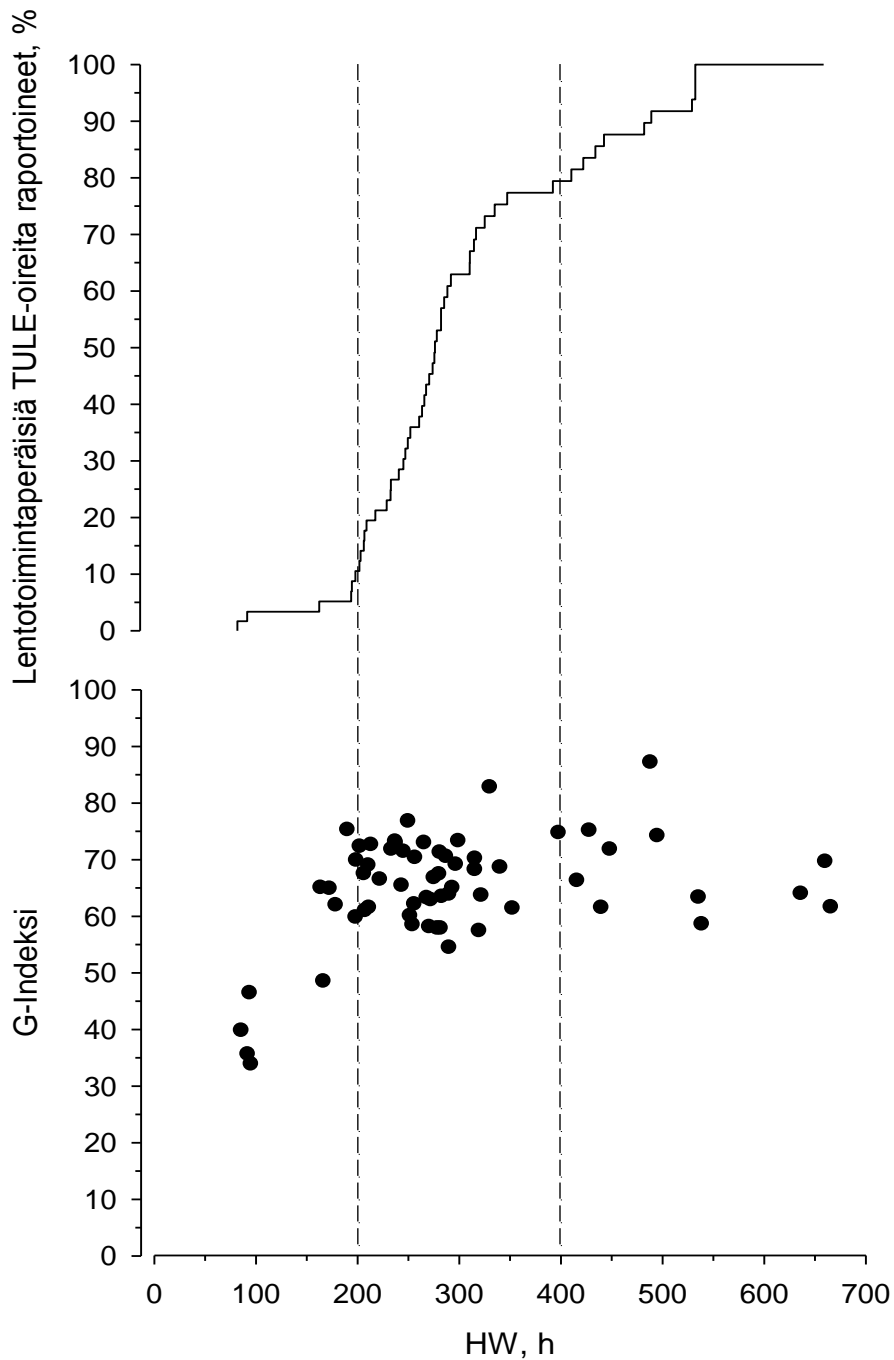


KUVIO 24. Prosentuaalinen osuus noin neljännesvuosittain niistä seurantajoukkoon (n=67) kuuluvista lentäjistä, jotka ottivat kontaktin työterveyshuoltoon HW-lentokoulutuksen aikana aiheutuneista lentotoimintaan liittyneistä tuki- ja liikuntaelinoireista johtuen.

Vain keskimäärin 7 % lentäjistä otti yhden henkilötyövuoden aikana kontaktia työterveyshuoltoon lentotoiminnasta johtuvan TULE-oireen vuoksi (vertaa edellä kuvio 24). Kuitenkin lähes kaikki lentäjät ehtivät ottaa ainakin kerran kontaktin koko seuranta-ajan (keskimäärin 7,5 vuotta) kuluessa. HW-lentokoulutuksessa esiintyi kaksi merkittävää kontaktien lisääntymishetkeä: noin kolmen ja puolen (18 % seurattavista kävi vastaanotolla) sekä vajaan kuuden vuoden (17 % seurattavista otti kontaktia) kohdalla kadettikurssin aloittamisesta (Kuvio 28).

Seurantajoukon G-indeksin kehittyminen oli yhteydessä työperäisten oireitten alkamiseen siten, että indeksin saavuttaessa tason 66, se laukaisi merkittävästi lisääntyvän oireitten esiintymisen. Tämä taso ajoittui hieman alle 200 HW-lentotuntin kohdalle, josta oireitten esiintyminen lähti jyrkkään nousuun, vaikka koneen liikehtelyä ja fyysistä kuormittavuutta kuvaava G-indeksi ei enää tästä noussutkaan. Kuviossa 25 kuvataan kyselyyn vastanneiden lentäjien HW-lentotuntien etenemisen,

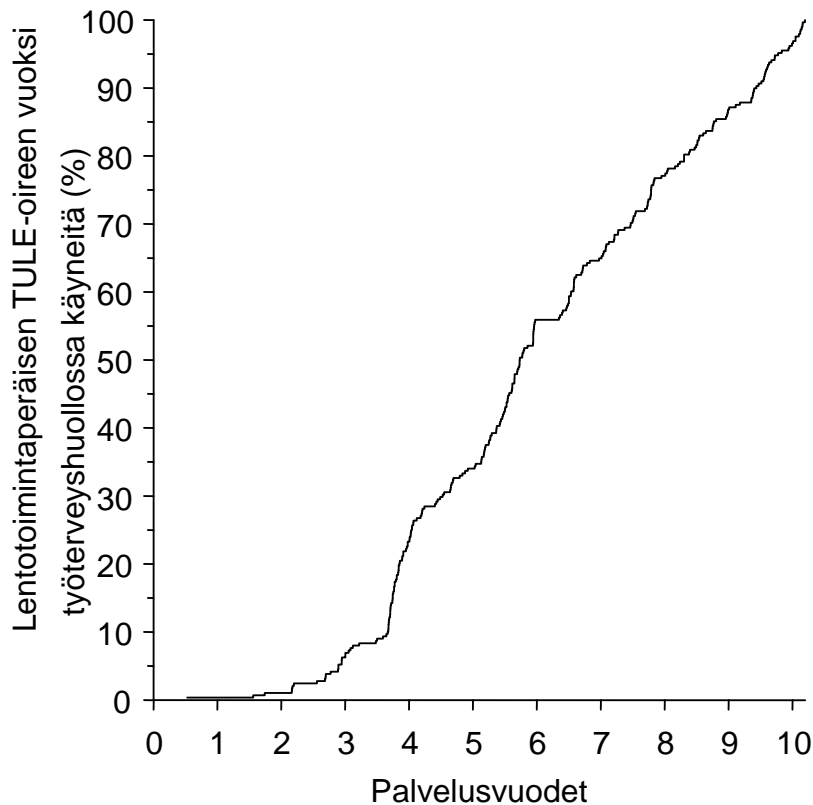
lentotoimintaperäisten TULE-oireitten ja LSI-järjestelmästä lasketun G-indeksin kehittymisen yhteydet graafisesti. Seurantajoukon TULE-oireesiintyvyyden ja HW-lentotuntien välinen yhteys kuvataan Kuviossa 26.



KUVIO 25. LSI-järjestelmäperustainen työn kuormittavuuden kehittyminen G-indeksinä suihkuharjoituskonekoulutuksessa seurantajoukossa (n=67) sekä prosentuaalinen osuus kaikista kyselyhetkellä lentotoimintaperäisiä TULE-oireita raportoineista lentäjistä lentokoulutuksen eri vaiheissa.

Seuranta-aikana työperäisen TULE-oireen esiintyvyyseriski kasvoi 3,8-kertaiseksi. Oireitten lisääntymisen kohtauskulma oli alettuaan jyrkkä aina runsaaseen 350:een tuntiin asti, jonka jälkeen esiintyvyyden lisääntyminen hieman hidastui. Tällä kohdalla kuitenkin jo yli 2/3 lentäjistä oireili. Noin 600:een HW-lentotuntiin mennessä kaikki HW-ohjaajat olivat saaneet vääjäämättä silloisen koulutusjärjestelmän mukaan lennettäessä työperäisiä tuki- ja liikuntaelinoireita. Lentotoimintaperäisen TULE-oireen vuoksi lentopalvelus keskeytettiin 0,02 kertaa henkilötyövuotta kohti, ja koko lentoura keskeytettiin 0,002 kertaa henkilötyövuotta kohti.

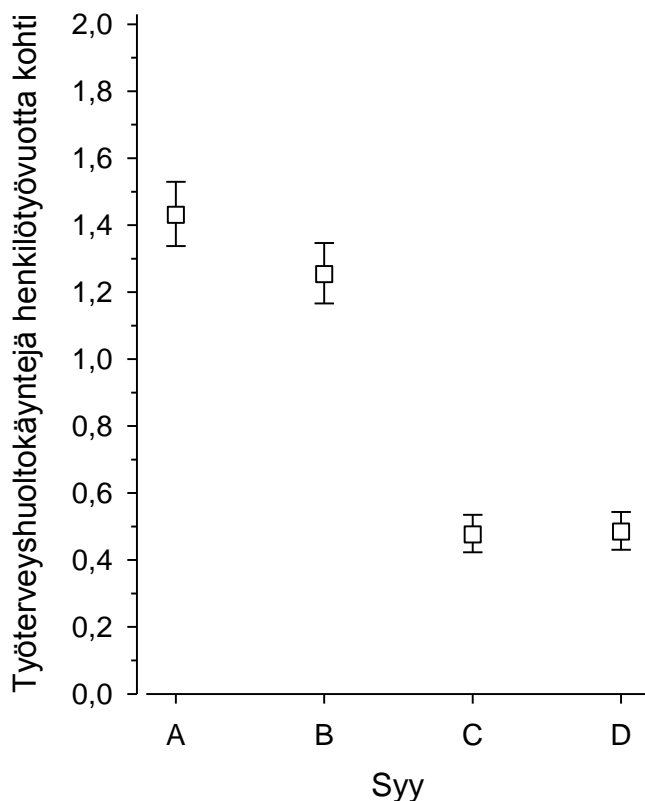
TULE-oireet alkoivat käytännössä silloin, kun suihkuharjoituskoneella lentävät kadetit saavuttivat lentokoneen käytössä eräänlaisen taktisen liikehtelyn optimaalisen tason (Kuvio 25). Seurantajoukon käynnit työterveyshuollossa lentotoiminnasta johtuvasta TULE-oireesta vahvistavat kyselytutkimuksesta saatua tietoa. Lopputulos on edellistäkin kuviota selvempi: kaikki ohjaajat käyvät lopulta valittamassa työperäistä oiretta (Kuvio 26).



KUVIO 26. Seurantajoukon (n=67) lentokoulutuksen etenemisen (LSI-järjestelmästä saatu HW-lentokoulutusaika) ja lentotoimintaperäisten tuki- ja liikuntaelinoireitten aiheuttamien työterveyshuoltokontaktien esiintyvyyksien yhteys.

### 6.2.2.2 Muut oireet

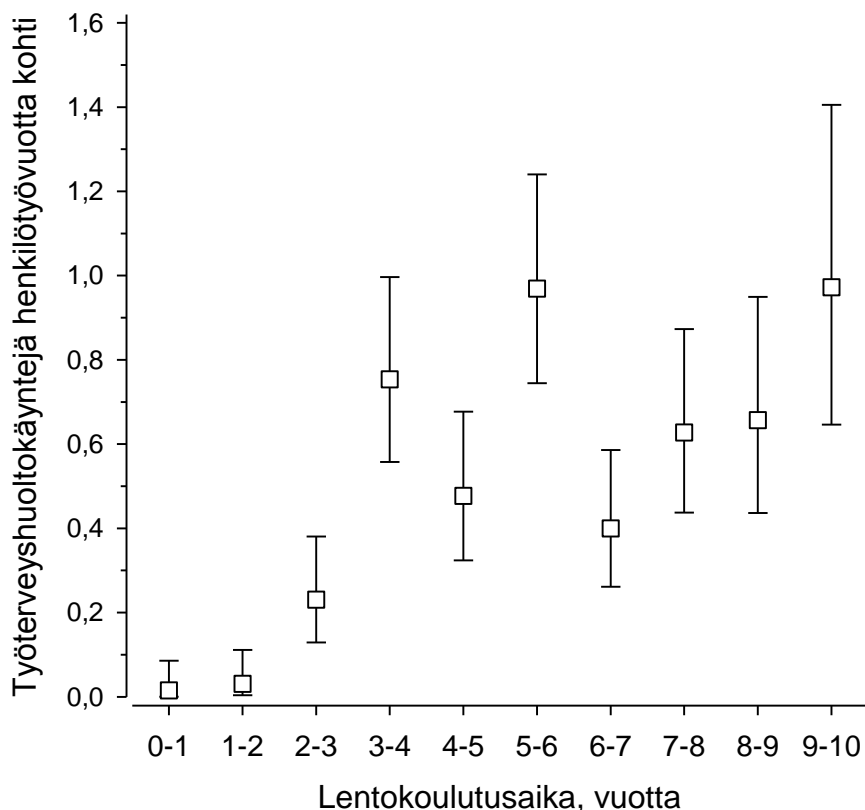
Henkilötyövuotta kohti lentäjät kävivät vastaanotolla keskimäärin 3,19 kertaa erilaisista terveyssyistä johtuen. Suurimmat terveydelliset syyt olivat flunssa ja muut kuin lentotoimintaperäiset TULE-oireet. Lentotoimintaan liittyvistä TULE-oireista seurantajoukko otti kontaktin työterveyshuoltoon samalla intensiteetillä kuin esimerkiksi tavanomaisten muiden oireiden (vatsaoireet yleisimpänä; Kuvio 27, D=muu oire) vuoksi. Flunssaa seurantajoukko kävi vastaanotolla valittamassa 1,40 kertaa, muita TULE-ongelmia 0,78 kertaa ja muita terveyssyitä yhteensä 0,48 kertaa henkilötyövuotta kohti. Käyntien suhteellista jakaumaa tarkastellaan graafisesti Kuviossa 27.



KUVIO 27. Seurantajoukon (n=67) ottamat kontaktit työterveyshuoltoon henkilötyövuotta kohti koko seuranta-aikana keskeisistä terveydellisistä syistä johtuen (A=flunssa, B=muu TULE-oire, C=lentotoiminnasta aiheutunut TULE-oire, D=muu oire).

Kuviossa 28 esitetään lentotoiminnasta johtuvista TULE-oireista seuranneita työterveyshuoltokontakteja HW-lentokoulutusajan ja laskennallisten henkilötyövuosien suhteena. Käyntien määrä näyttäisi olevan Kuviossa 28 kuvattua keskimääräistä 0,48 kertaa henkilötyövuotta

kohti jonkin verran suurempi kolmen ja puolen, vajaan kuuden ja lopulta 10 lentopalvelusvuoden kohdalla.

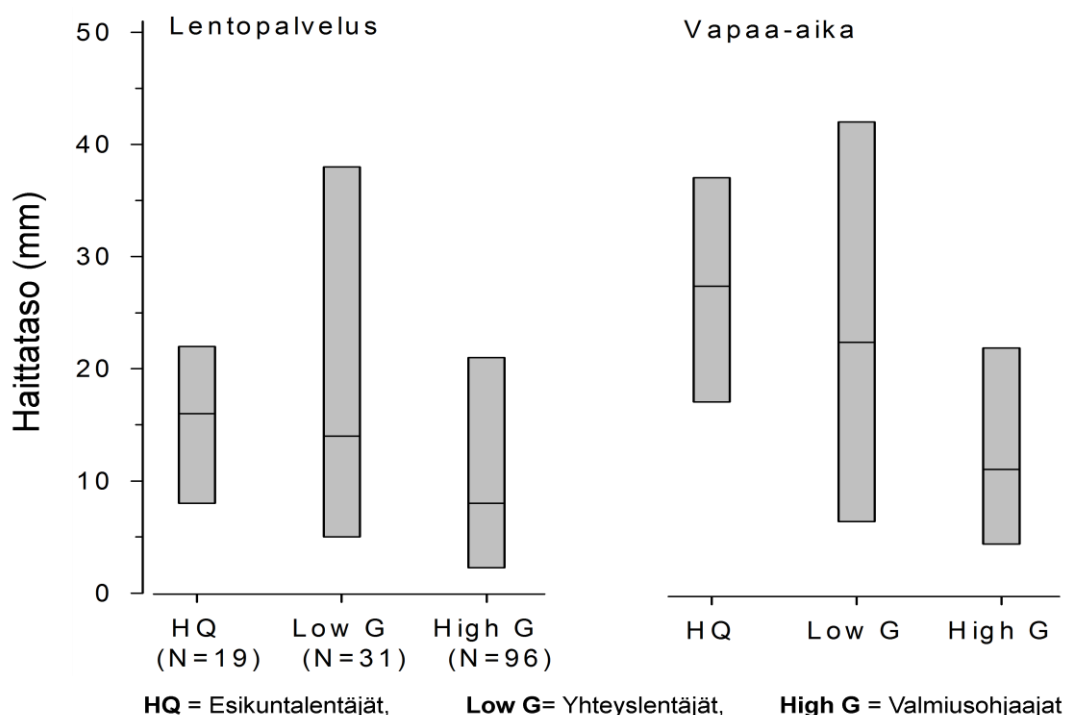


KUVIO 28. Seurantajoukon (n=67) kontaktit työterveyshuoltoon henkilötyövuotta kohti lentotoiminnasta johtuvasta tuki- ja liikuntaelinoireesta lentouran edetessä kadettikurssin alusta laskien.

### 6.2.3 Haittataso

Lentotoiminnasta johtuvia TULE-oireita kärsivien lentäjien kokema haitta sekä palveluksessa että vapaa-ajalla on esitetty Kuviossa 29. Lentäjärühmien välillä ei esiintynyt tilastollisesti merkittävää eroa (lento)palvelustehtäviin liittyen ( $p=0,18$ , ikä ja BMI vakioitu). Sen sijaan tilastollisesti erittäin merkitsevä lisääntyvä trendi koetun haitan suurenemiseen vapaa-ajalla näkyi lentäjien siirryttyä fyysisesti vähemmän kuormittavaan lentopalvelukseen ( $p<0,001$ , ikä ja BMI vakioitu).





KUVIO 29. Otantajoukon sotilaslentäjistä (n=195) työperäistä haittaa raportoineiden haitta-aste (VAS millimetreinä; palkeissa mediaani ja IQR) palveluksessa ja vapaa-ajalla (HQ Esikuntalentäjät, Low G yhteys / kuljetus / alkeiskonealentäjät, High G suihkuharjoitus / hävittäjä / koelentäjät). Lentopalveluksessa ryhmien välillä ei ollut tilastollista eroa haitan tasossa ( $p=0,18$ ), mutta vapaa-aikana raportoitiin korkeampaa haittaa ( $p<0,001$ ).

Ikää, BMI:tä,  $VO_2\max$ :ia, PAK-lihaskuntotestipisteitä, tupakointitilastusta, lentotuntijakaumaa ja lentotuntikertymää viimeisen kuuden kuukauden aikana käytettiin regressiomalliin etsittäessä selittäjää palvelus- ja vapaa-ajan haittatason määräytymiseen. Yhtään tilastollisesti merkittävää muuttujaa regressiomallissa ei löydetty selittämään haittatason kohoamista vapaa-aikaan liittyen. Ainoa tilastollisesti merkittävä itsenäinen selittävä muuttuja lentopalveluksen aiheuttamien oireitten haittatason nousulle oli suurta G-kuormitusta sisältävien lentojen prosentuaalisen osuuden kasvu kokonaistuntimäärästä ( $p=0,01$ ).

Lentotoimintaperäisestä TULE-oireesta koettu haittataso oli myös tilastollisesti merkitsevästi pienempi niillä lentäjillä, joilla oli korkea PAK-lihaskuntoindeksi ( $p=0,005$ ), vaikka yksittäisesti vain korkeilla etunojapunnerruksen ( $p=0,006$ ) ja toistokyykistyksen ( $p=0,002$ ) tuloksilla oli yhteyttä haitan pienuuteen. PAK-kuntosuorituksilla mitatuilla muilla yksittäisillä fyysisen kunnon osatekijöillä ei kuitenkaan ollut tilastollista yhteyttä haittatason.

Oireita kipupiirokseen merkinneiden joukko jaettiin myös koetun haitan suhteen kahtia siten, että raja-arvoksi asetettiin harkinnanvaraisesti VAS 20 mm, joka kuvastaa kohtalaisen ja lievän haitan välistä rajatasoa. Tason alapuolelle jääneillä työperäisen oireen haitta oletettiin lieväksi, yläpuolelle sijoittuneilla kiusalliseksi. Haitan yhteyksiä lentäjän valintaprosessissa käytettäviin ennustemuuttujiin analysoitiin ristiintaulukoimalla ja Khi:n neliötestillä. Ainoa taustamuuttujien tilastollisesti merkitsevä yhteys haitan tasoon löytyi kaulavoimien ( $p=0,035$ ) osalta. Kiusalliseksi haitan kokeneilla kaulan isometrinen maksimivoima-arvo oli keskimäärin alle 19 kilogrammaa, kun vastaavasti vain lievää haittaa kokeneilla voimat olivat keskimäärin yli 23 kilogrammaa.

TULE-oireesta johtuvan haitan kehittymistä seurantajoukolla seurattiin kadettikurssin (HW-peruskoulutus) ja myöhemmän työuran aikana erikseen haittaindeksinä (VAS-skaala millimetreinä 0-100). Kadettiaikana keskimääräinen haittataso oli VAS 13 (vaihteluväli 0-47) millimetriä, ja heidän keskimääräinen lentosuoritteensa oli 162 tuntia. Työuran aikana haittataso oli keskimäärin 15 (vaihteluväli 0-51) millimetriä, lentosuoritteen yltäessä keskimäärin 348 tuntiin.

Työperäinen TULE-oireilu aiheutti haittaa myös lentokoulutuksen etenemiseen. Seuranta-aikana kaikki Suomen ilmavoimien lentäjät tekivät yhteensä 648 psykofysiologista häiriöilmoitusta (HI), joista TULE-oireperäisiä oli 237 kpl (37 %). Tämä määrä tarkoittaa noin 50:tä HI:sta vuosittain, joista TULE-oireperäisiä oli 18 kpl. Lentotehtävä jouduttiin keskeyttämään 19 %:ssa edellä mainituista TULE-HI-tapauksista, jolloin TULE-syyn vuoksi keskeytettiin kaiken kaikkiaan 7 %:ssa kaikista syistä. Seurantajoukon tuottamat TULE-HI:t asettuivat kutakuinkin samaan tasoon: 42 % HI:stä oli TULE-peräisiä, ja 22 % TULE-peräisistä HI-tapauksista johti lentotehtävän välittömään keskeytykseen (9 % kaikista syistä).

Seurantajoukon TULE-oireilun haittaa tarkasteltiin myös lentopalveluksen keskeyttämistunnuslukuina: 44 %:lle lennonaikaisen TULE-HI:n tehneistä tuli tauko lentokoulutusohjelmaan. Tauko kesti keskimäärin 2,4 vuorokautta (hajonta 1-8 vrk), mutta yleisimmin tauko oli vain yhden vuorokauden mittainen.

### 6.3 Työperäisten tuki- ja liikuntaelinoireiden esiintyvyyden riskitekijät

Seurantajoukon (n=67) ottamia kontakteja työterveyshuoltoon lentotoimintaan liittyvän TULE-oireen vuoksi kirjattiin lentävän varusmieskurssin (LentoRUK ja Ohjaajan alkeis/jatkokurssi), kadettivaiheen ja työuran ajalta erikseen. Varusmiesaikaa seurattiin työperäisten TULE- palvelushelpotusten (VMTL=vapautus marssi-, taistelu- ja liikuntakoulutuksesta, VUP=vapautus ulkopalveluksesta, VP=vapaa palveluksesta, VL=vuodelepo) aiheuttamien vuorokausien perusteella ja kadetti- sekä työaikaa työperäisten TULE-käyntien perusteella.

Varusmiesaikana seurattavat saivat keskimäärin 1,3 (vaihtelu 0-18 vrk) vuorokautta vapautusta työperäisestä TULE-oireesta johtuen. Useimmat eivät saaneet oireestaan vapautusta palveluksesta. Vertailuna vastaavasti yleisin terveyssyy eli flunssa, jonka vuoksi vapautusvuorokausia oli keskimäärin 4,9 (0-25).

Opiskeluajanaan lentokadetit kävivät ilmailulääkärillä lentämisestä johtuvan TULE-oireen vuoksi keskimäärin 2,7 (vaihteluväli 0-19) kertaa. Flunssa puolestaan aiheutti yleisimpänä kontaktisyynä keskimäärin 5,9 kontaktia (0-19). Kaikkiaan 49 % seurattavista otti kontaktin työperäisestä TULE-syystä.

Varsinaisen virkauran alkamisen jälkeen seurantajoukko kävi ilmailulääkärillä keskimäärin 1,4 (0-15) kertaa työperäisen TULE-oireen vuoksi. Flunssaa samaan aikaan podettiin kolmen (0-23) keskimääräisen kontaktin perusteella. 38 % seurattavista otti kontaktin työperäisestä TULE-syystä.

Ilmiöstä voitiin vielä todeta, että flunssa koskettaa kaikkia seurattavia, ja työperäisiä TULE-oirekäyntejä tekevät lähes kaikki seuranta-aikana. 22 % lentäjistä käy sekä kadetti- että työvaiheen aikana työperäisen TULE-oireen vuoksi vastaanotolla.

Varianssianalyysin avulla selvitettiin lopuksi myös fyysisten erityissuorituskykytekijöitten yhteyttä terveydenhuoltokontakteihin lentotoiminnasta johtuvan TULE-oireen vuoksi. Ainoat yhteydet löytyivät selän ojennusvoiman ( $p=0,05$ ) ja aerobisen tehon ( $p=0,002$ ) osalta: selän isometrinen maksimivoima oli keskimääräistä useammin kontakteja ottaneilla alle 88 kilogrammaa ja vähemmän kontakteja tarvinneilla yli 94 kilogrammaa. Aerobinen teho oli puolestaan enemmän työterveyshuolto-

kontakteja tarvinneilla selvästi alle 3,8 W/kg ja vähemmällä kontaktien määrällä selvinneillä yli 4,2 W/kg.

Tilastollisesti merkittävien muuttujien suhteelliset riskit yksittäin, 36:n muuttujan regressiomallin avulla analysoituna, on esitetty taulukoissa 16 ja 17. Taulukoissa esitetään vain ne muuttujat, jotka saavuttivat tilastollisen merkitsevyyden tason  $p < 0,05$ . Lentäjää näyttävät suojaavan työperäisiltä oireilta alavartalon ja -raajojen taitava motorinen koordinaatio, korkeat valintapisteet, raajojen ulottuvuudet ja kaulalihasten hyvä voimataso.

TAULUKKO 16. Lentotoimintaan liittyvästä tuki- ja liikuntaelinoireilusta johtuvia työterveyshuoltokontakteja vähentävät valintavaiheessa arvioidut tekijät suomalaisilla sotilaslentäjillä vuosina 1996-2008. RR kuvaa riskitasoa ja MSE riskitason keskivirhettä.

Tekijä	RR	MSE	p
Hyppelymotoriikka anaerobisen tehon testin aikana	0,45	0,10	0,001
Valintapisteet	0,59	0,05	0,001
Reiden pituus	0,90	0,03	<0,001
Kaulan isometrinen maksimivoima	0,96	0,01	<0,001
Ojennetun käden pituus	0,97	0,01	0,028

TAULUKKO 17. Lentotoimintaan liittyvästä tuki- ja liikuntaelinoireilusta johtuvia työterveyshuoltokontakteja lisäävät valintavaiheessa arvioidut tekijät suomalaisilla sotilaslentäjillä vuosina 1996-2008. RR kuvaa riskitasoa ja MSE riskitason keskivirhettä.

Tekijä	RR	MSE	p
Alkeislentotaidon arvosana	1,41	0,17	0,005
Varusmiesten lihaskuntopisteet	1,11	0,05	0,025
Varusmieskurssin flunssapäivät	1,03	0,01	0,012
Varusmieskurssin kokonaispisteet	1,02	0,001	0,005

Lentäjää näyttäisi voimakkaasti altistavan työperäisiin TULE-oireisiin tehokas alkeiskoneen ohjaamiskyky. Varusmieskurssin aikainen tavanomainen sairastelu, intensiivinen varusmieskurssin aikainen opiskelu ja korkeat lihaskuntopisteet valintavaiheessa ovat lieviä altisteita.

Taulukoissa 18 ja 19 raportoidaan lentouran ensimmäiseen työperäiseen TULE-terveydenhuoltokontaktiin eli ilmaantumiseen johtaneiden

riskitekijöiden keskinäinen järjestys, suhteellisen riskin taso ja tilastollinen merkitsevyys. Valintapisteet ja raajojen ulottuvuudet näyttävät tässäkin analyysissä olevan hyvin merkittäviä tekijöitä, mutta yllättäen tupakkatuotteiden käyttö nousee näiden rinnalle merkitseväksi tekijäksi.

TAULUKKO 18. Lentotoimintaan liittyvän TULE-oireilun aiheuttamia työterveyshuoltokontakteja vähentävien muuttujien riskitason mukainen järjestys suomalaisilla sotilaslentäjillä vuosina 1996-2008 ilmaantuvuuden perusteella. RR kuvaa riskitasoa ja MSE riskitason keskivirhettä.

Tekijä	RR	MSE	p
1. valintapisteet	0,36	0,05	<0,001
2. tupakkavalmisteiden käyttö	0,70	0,08	<0,001
3. selän pituus	0,73	0,01	<0,001
4. ojennetun käden pituus	0,89	0,02	<0,001

TAULUKKO 19. Lentotoimintaan liittyvän TULE-oireilun aiheuttamia työterveyshuoltokontakteja lisäävien muuttujien riskitason mukainen järjestys suomalaisilla sotilaslentäjillä vuosina 1996-2008 ilmaantuvuuden perusteella. RR kuvaa riskitasoa ja MSE riskitason keskivirhettä.

Tekijä	RR	MSE	p
1. alkeislentotaidon arvosana	2,61	0,70	<0,001
2. niskan maksimivoima	1,12	0,02	<0,001
3. anaerobinen teho	1,07	0,03	0,036

Altistavien tekijöitten joukossa tehokas lentokoneen käsittelykyky lisää merkittävästi työperäistä oireilua. Fyysisillä kuntotekijöillä on myös lievä altistava vaikutus.

## 7 POHDINTA

Suomalaiset lentäjät ovat keskimäärin hyväkuntoisia, ja heidän keskimääräinen fyysinen kuntosensa koko lentouralla asettuu ulkomaisten ilmavoimien nuorimpien ikäluokkien tasolle. Suomalaisten sotilaslentäjien kunto yleissotilaallisissa testeissä on muita sotilaita korkeampi. Positiivista on havaita, että keskiarvoisesti lentäjät erikoisjoukkona ovat tilastollisesti koko virkauransa muita sotilaita parempia lähes kaikissa ominaisuuksissa. Maksimaalisessa aerobisessa kapasiteetissa lentäjät eivät pääse kuitenkaan keskiarvoisesti erikoisjoukkojen vaatimalle tasolle Puolustusvoimien kuntotesteissä (Pääesikunta 2007). Tällainen peruskestävyyden taso saattaa heikentää lentäjän palautumista ennen seuraavaa lentotehtävää.

Tämän tutkimuksen mukaan lentäjien vartalovoimat ja aerobinen kestävyys olivat viitearvojen perusteella suunnilleen samalla tasolla. Fyysisen kunnan tasot valintavaiheessa vastaavat selvästi keskimääräistä parempikuntoisen suomalaisen tasoja, mutta koko virkauran keskiarvo ei yllä kuin keskimääräiseen, käytännössä tyydyttävään ja tietyissä testeissä hyvään tasoon. Erityisen huomattavaa on kuitenkin, että monissa ominaisuuksissa lentäjät olivat heikoimmillaan juuri silloin, kun heidän operatiivinen tehtävänsä sotilaina oli aktiivisimmillaan. Virkauran loppuvaiheissa osa fyysisen kunnan tasoista oli jopa parempia kuin aktiivisen lentouran aikana työkuormituksen kevenemisen ja lentämisen vähenemisen vuoksi.

Suomalaisten sotilaslentäjien työperäisen tuki- ja liikuntaelinoireilun esiintyvyys on korkea, koko populaatiosta kolme neljästä on kokenut urallaan lentotoimintaperäisen TULE-oireen. Esiintyvyys vastaa täysin kirjallisuudessa esitettyä kansainvälistä tasoa, ollen korkeimmasta päästä julkaistua prevalenssitietoa (esimerkiksi Kikukawa ym. 1994, Netto ym. 2011). Suihkuharjoituskonekoulutuksen suorittaneista selvästi yli 90 % on kärsinyt lentotoimintaan liittyvää oireilua eli työperäinen oireilu vaikuttaa lähes vääjäämättömältä, mikäli Ilmavoimat aikoo jatkaa lentokoulutustaan nykyintensiteetillä. Esikuntavaiheeseen ehtineistä lentäjistä joka kymmenennellä on kaularangan kulumamuutoksista johtuva niskan alueen ammattitautistatus. Lähes 20 % lentäjistä on jatkuvasti niskahartiaseutuoireinen. Alaselkäoireita koetaan yhtä paljon, ja kaiken kaikkiaan työperäisiä TULE-ongelmia on haittaavasti, mutta usein ilman ammattitautiin riittävää näyttöä joka kolmannella sotilaslentäjällä. Oireita koetaan määrällisesti eniten suurelle G-kuormitukselle altistavissa laivuetason lentotehtävissä, mutta eniten oireista aiheutuvaa haittaa koetaan esikuntavaiheessa. Oireita ei käydä merkittävässä määrin valittamassa työterveyshuoltoon, jonne tullaan lähinnä vasta silloin, kun koettu haitta selvästi jo heikentää toimintakykyisyyttä. Vastaavia löydöksiä raportoidaan

melko tuoreessa alankomaalaisessa tutkimuksessa F-16-lentäjiä koskien (De Loose ym. 2008).

Työperäistä TULE-oiereriskiä lisää tämän tutkimuksen perusteella erityisesti lentäjän osoittama erinomainen lentotaito, jonka avulla hän kykenee kuormittamaan itseään hyödyntämällä tehokkaasti lentokoneen suorituskykyä. Riski on lähes 1,5-kertainen taitamattomampaan lentäjään verrattuna. Yllättäen esiintyvyyseriskiä lisää hieman niskan korkea voimataso, mutta tulos voi absoluuttisen maksimivoimatason merkityksen sijasta kuvata enemmän kaularangan lihaksiston voimantuoton epätasapainoa, koska puolestaan korkeat kaulalihasten voimat vähensivät ilmaantuvuusriskiä. Yksittäisten kaularangan alueen lihasvoimatasojen ristiriitaiset tulokset voivat selittyä voimantuoton epätasapainotekijöillä: esimerkiksi matala kaulalihasten voima yhdistyneenä korkeaan niskalihasten voimaan voi olla huono kombinaatio työperäisen oireilun kannalta. Ihmisen kaulalihasten voimat ovat yleensä pienemmät kuin niskalihasten voimat (vrt. Oksa ym. 1997), joten kaulalihasvoimiltaan erinomaisesti testissä suoriutuneet saattaisivat olla voimatasapainoltaan suotuisampia TULE-oireen ennaltaehkäisyn mielessä. Tutkimuksessa ei selvitetty tällaisia tasapainotekijöitä, joten ne vaatisivat lisätutkimusta. On myös mahdollista, että tukirangan syvillä lihaksilla ja niiden suorituskyvyllä sekä syvien ja pinnallisten lihasten rekrytoitumisen suhteella on yhteyttä työperäiseen oireiluun. Tätäkin kannattaisi selvittää. Hyvin ristiriitainen tulos on myös valintavaiheen korkean lihaskuntoindeksin yhteys työperäisiin oireisiin, koska itse lentouralla korkea lihaskunto näytti merkitsevästi vähentävän työperäisen oireen aiheuttamaa haittaa. Tutkimuksessa ei selvitetty seurantajoukon lentouran aikaisten kuntotasomuutosten yhteyttä oireiluun, joten ristiriita voisi selittyä tällä. Lisäksi, valintatestin ja PAK-lihaskuntotestien indeksit muodostuvat osittain erilaisista suoritteista, joten niiden muodostaman indeksin kuvaavuutta / vastaavuutta pitäisi pohtia syvemmin. Voi olla myös mahdollista, että fyysisen suorituskyvyn yhteydet oireisiin eivät olisikaan mitenkään lineaarisia: työperäiseen TULE-oireiluun ja ammatilliseen fyysiseen kuormitukseen nähden saattaisi olla olemassa jonkinlainen suotuisa kestävyys- ja lihaskunnan kombinaatio tai jopa paraabelin muotoinen / logaritminen oire-esiintyvyyssuhde kuntotasoihin nähden. Kuntotekijöistä puuttuvat myös tiedot lentäjän liikkuvuusominaisuuksista, joten niiden yhteyttä oireiluun taustamuuttujien ohella ei voitu arvioida. Kaiken kaikkiaan lentouran aikaisten kuntomuutosten, liikkuvuuden ja lihastasapainon yhteyksien selvittäminen työperäiseen oireiluun vaatisi huomattavasti lisätutkimuksia.

Riskiä rajoittavat puolestaan erinomainen alaraajojen/alavartalon harjoittelun avulla hankittu motorinen taitavuus (suhteellinen riski 0,45) ja

valintakoemenestys (0,59) sekä mainittu kaulalihasten voimataso (0,96). Tupakointi näyttää myös hieman vähentävän työperäisestä oireesta johtuvia työterveyshuoltokäyntejä. Keskimääräistä selvästi korkeamman aerobisen kapasiteetin ja selän absoluuttisen voiman omaavat lentäjät tarvitsevat muita vähemmän työterveyshuollon palveluja työperäisiin TULE-oireisiin liittyen. Lihaskunnoltaan erinomaisessa kunnossa olevat lentäjät myös kokevat oireistaan merkittävästi vähemmän haittaa kuin heikompikuntoiset kollegansa. Niin toistokyykistyksessä kuin hyppelytestissäkin alavartalon hyvä koordinaatio kuvastaa keskivartalon hallintaa, jonka puolestaan mahdollistaneen monipuolinen fyysinen harjoittelu. Korkeat valintapisteen kuvastanevat vaativassa sotilaskoulutuksessa menestymisen ennusteen lisäksi osaltaan myös lentäjien hyvää yleissivistävää koulutustaustaa ja tukee sitä, että tutkimuksissa on havaittu matalan koulutustason olevan TULE-oireilun riskitekijä (ks. esim. Taanila ym. 2012).

Tavanomaiset TULE-oireilun riskitekijät, kuten ikä, johtuen lentäjäpopulaation nuoruudesta ja paino, johtuen lentäjien normaalista BMI:stä, eivät olleet yhteydessä työperäiseen oireiluun. Muihin tyypillisiin riskitekijöihin, kuten psyykkisen kuormittumisen mittaamiseen ei ollut käytettävissä sopivaa mittaria, mutta kirjallisuuden perusteella (Haavisto ja Oksama 2007) on oletettavaa, että kuormitus on normaalia työväestöä korkeampi aiheuttaen täten selvän altisteen. Staattisella istuma-asennolla heittoistuimessa, yhdistettynä huomattavaan fyysiseen kuormitukseen G-voimien altisteessa, voi olla psyykkistäkin kuormitusta merkittävämpi, huomattavan keskeinen työperäiselle oireilulle ylipäättään altistava vaikutus. Siksi henkisen kuormituksen ja ”maailman raskaimman istumatyön” yhteyksiä työperäiseen oireiluun tulisi selvittää lisää.

Myös tupakoinnin yhteys on ristiriitainen, mutta se voisi selittyä kirjallisuudessakin mainituilla tupakoinnin stressiä ja kipuja lievittäville ominaisuuksilla, jolloin työperäiset oireet eivät johda työterveyshuoltokäyntiin. Tupakoitsijoiden kokemaa haittatasoa tulisi selvittää erikseen tarkemmin, samoin kuin lentäjien psyykkistä kuormittumista.

Lentäjät käyvät lentouransa aikana noin kerran henkilötyövuotta kohti työterveyshuollossa valittamassa työperäistä TULE-oiretta. Oireilu näyttää alkavan suihkuharjoituskoneen taktisen lentokoulutuksen toisen jakson aikana (ns. HW2-vaihe) runsaan 200 lentotunnin kohdalla, jossa koneella saavutetaan sellainen ilmataisteluliikehtelyn osaamisen taso, joka on fyysisesti huomattavan kuormittavaa. Tästä eteenpäin oireitten esiintyvyys kasvaa eksponentiaalisesti, ja noin 700 tuntiin mennessä lähes kaikki ovat kokeneet lentotoimintaperäistä TULE-oireilua.



Sotilaslentäjän koulutus maksaa lähes 8 miljoonaa euroa ja koko virkaura palkkoineen noin 11 miljoonaa euroa. Keskimääräiseksi sotilaslentäjän ”päivän hinnaksi” voi muodostua valmiusohjaajan lentouran aikana lähes 5000 euroa, jota voi samalla pitää teoreettisena, mutta ei absoluuttisena sairauspoissaolopäivän kustannusvertailuhintana. Työperäisen TULE-oireilun aiheuttamat sairauspoissaolopäivät merkitsevät Ilmavoimille käytännössä yhden lentäjähenkilötyövuoden menetystä vuosittain. Sotilaslentäjän työperäisen TULE-sairastelun kustannukset näillä perusteilla laskettuna ovat vuorokausitasolla keskimääräiseen yksityisen sektorin työntekijään noin 20-kertaiset ja julkisen sektorin työntekijään verrattuna jopa 50-kertaiset. Yksi sotilaslentäjän keskimääräinen virkaura vastaa kustannuksiltaan noin prosenttia koko Puolustusvoimien vuotuisista toimintamenoista vuoden 2006 kustannustasoon suhteutettuna. Summilla lienee turvallisuuspolitiikan ohella myös yhteiskunta- ja talouspoliittista merkitystä.

Kokonaisuutena Suomen ilmavoimien lentäjien fyysinen toimintakyky ei näyttäisi olevan välittömästi uhattuna, mutta työn fyysisen kuorman (G-kertymän) kumulaatio näyttäisi koko populaation tasolla johtavan fyysisen suorituskyvyn alenemiseen ja samalla työperäiseen TULE-oireiluun aktiivisen lentopalveluksen aikana. Korkeat ammattitautistatuksen ja vastaavanlaisten työperäisten TULE-oireiden esiintyvyydet ovat kuitenkin selvä uhka myös toimintakyvylle, mikäli työn kokonaiskuormittavuutta on vielä Ilmavoimien nykyisen lentokoulutuksen intensiteetistä tarpeen kasvattaa. Lentäjien fyysisen suorituskyvyn voidaan absoluuttisesti katsoa olevan suurta G-kuormitusta ja/tai G-vaihtelua sisältäviin ilmataistelutehtäviin nähden vain tyydyttävä, mutta matalaa G-tasoa vaativiin tehtäviin nähden melko hyvä. Toisaalta, suhteutettuna tulos Ilmavoimien lentävän henkilöstön fyysisen kasvatuksen nykytilaan ja käytössä oleviin toimintakykyä ylläpitäviin resursseihin, tilanne on ymmärrettävä. Erityistä huomiota olisi kuitenkin kohdistettava kypärätähtäinlaitteistolla operoivien lentäjien niska-hartiaseudun fyysiseen suorituskyvyn ylläpitämiseen ja työperäisten TULE-oireiden ennaltaehkäisyyn sekä lentäjän kuormittuneisuuden seurantaan.

Tiivistetysti voidaan todeta, että suomalaiset sotilaslentäjät ovat fyysisiltä ominaisuuksiltaan urheilijoihin nähden tyydyttävää ja normaaliväestöön nähden keskimääräistä tai sitä hieman parempaa tasoa. Fyysinen suorituskyky näyttää yleissotilaallisten kuntotestien perusteella erovan ikäluokittain, mutta yksittäisten ikäryhmien välinen tilastollinen vertailu puuttuu. Työperäistä oireilua esiintyy erittäin paljon. Yleissotilaallinen fyysinen kunto, nykyisellä hieman keskimääräistä sotilasta korkeammalla tasolla, ei ole yhteydessä oireilun esiintyvyyteen, vaikka korkea lihaskunto merkittävästi vähentääkin työperäisestä TULE-oireesta koettua haittaa.

Työperäinen oireilu alkaa jo suihkuharjoituskonekoulutuksen aikana yhtä aikaa siirryttäessä fyysisesti erittäin kuormittavaan taktiseen lentokoulutukseen. Tämän jälkeen lentäjät ovat koko aktiivisen lentouransa loppuun asti alttiina työperäisille oireille. Ilmavoimien lentokoulutuksen nykyintensiteetillä kaikki lentäjät saavat uransa aikana jonkintasoisen työperäisen tuki- ja liikuntaelinoireen, lähes kolmannes kokee työperäisestä oireestaan jatkuvaa haittaa ja joka kymmenes suihkukonekoulutuksen läpäisemisestä päätyy ammattitautitasoiseen niskaongelmaan. Lentäjien fyysisen kasvatuksen järjestelyt vastaavat kansainvälisessä kirjallisuudessa esitettyjä käytäntöjä vain osittain, ja toimiala näyttää alimitoitetulta työn fyysiseen kuormittavuuteen suhteutettuna. Tässä tutkimuksessa käytetty aineisto kärsii monessa suhteessa koehenkilöiden vähäisestä määrästä, joten analyyseissä korostuu kuvailevuus selittävien tekijöiden sijasta.

## 7.1 Fyysinen suorituskyky

Kuten aiemmin on todettu, lentäjät (n=195) ovat keskimääräistä hieman parempikuntoisia lähes kaikissa PAK-kuntotesteissä verrattuna Suomen puolustusvoimien muuhun sotilashenkilöstöön. Tilastollinen ero jokaisen testiosion keskimääräisessä tulostasossa oli erittäin merkitsevä ( $p < 0,001$ ), puristusvoimatestiä lukuun ottamatta. Sotilaslentäjäryhmittäin tarkasteltuna valmiusohjaajat ovat sekä kestävyys- että lihaskuntotesteissä lentäjistä kaikkein kovakuntoisimpia. Seuraavassa vertaillaan suomalaisten lentäjien tuloksia kansainvälisestä kirjallisuudesta löytyviin tuloksiin normaaliväestöstä, urheilijoista ja ulkomaisista sotilaslentäjistä siinä määrin kuin testin samankaltaisuus mahdollistaa vertailun.

Lentäjien keskimääräinen taso etunojapunnerrustestissä (45 kpl/min) sijoittuu kansainvälisessä kirjallisuudessa kuvattuun normaaliväestön parhaaseen kymmeneen prosenttiin (ACSM 2000, 85; Ahtiainen ja Häkkinen 2004, 171). Taso ylittää ”US Air Force’n” nuorimman ikäluokan keskimääräisen tavoitetason (44 punnerrusta) (AIF 36-2905 2010), ja vastaa RAF:n nuorimman ikäluokan tasoa ”Erittäin hyvä” (40-59 punnerrusta), jossa minimivaatimus ”Hyvä” on 20-39 punnerrusta (RAF 2000). ”US Navy’n” luokituksessa punnerrusmäärä antaa nuorimmassa ikäluokassa arvosanan tyydyttävä (42-49 punnerrusta) (OPNAVINST 6110.1F 2002), ja Ruotsin ilmavoimissa tulos antaa vastaavasti maksimipisteet (Eklöf 2011).

Santtilan ym. (2004) viitearvoja vertaillen voi todeta lentäjien suoriutuvan puristusvoimatestissä (keskimäärin 63 kg) keskimääräisellä tai hieman keskimääräistä paremmalla tasolla. Molemmat edellä mainitut testit

kohdistuvat erityisesti yläraajojen suorituskykyyn, jonka voi lentäjillä todeta olevan vähintään tyydyttävällä tasolla.

Lentäjien keskimääräinen vatsalihasten kunto lentouran aikana oli kuitenkin normaaliväestöön nähden hyvä tai erinomainen (Viljanen ym. 1991, Santtila ym. 2004). Suomalaisten lentäjien keskimääräinen istumaannousujen suorituskäärä (44 krt/min) jäi hieman alle Yhdysvaltain ilmavoimien nuorimpien lentäjien tavoitetason (46 krt/min), mutta ylitti minimivaatimuksen (42 krt/min) niukasti (AFI 36-2905 2010). Tulos jäi kuitenkin Yhdysvaltain laivaston lentäjien nuorimman ikäluokan tyydyttävän tason (50 krt/min) alle (OPNAVINST 6110.1F 2002). RAF:n nuorimmassa ikäluokassa suomalaiset lentäjät saivat jälleen tuloksen ”Erittäin hyvä”, minimitaso ”Hyvän” ollessa 35-40 suoritusta minuutissa (RAF 2000). Ruotsin ilmavoimissa suomalaisten keskimääräinen tulos antaisi pistemääriin suhteutettuna niukasti hyvän arvosanan (Eklöf 2011). Työn kuormitus keskivartalon asentoa ylläpitävissä ja tukirankaa tukevissa lihaksissa on erityisen suuri juuri samaan aikaan kuin vatsalihasten kuntotaso näyttäisi olevan huonoimmillaan. Trendi on täysin päinvastainen tavoiteltuun toimintakykyisyyden ylläpitämiseen nähden, koska tällöin taistelijan tulisi olla hävittäjävalmiusohjaajana operatiivisesti käytettävimmillään.

Toistokyykistyksessä vaadittava alaraajojen lihastyö on vatsalihasten ohella merkittävässä roolissa G-kuormituksen aikaisessa vastaponnistuksessa, jossa pyritään estämään veren pakenemista aivoista alavartaloon. Riski kaarron aikaisesta äkillisestä tajunnan menetyksestä (G-LOC) kasvaa erityisesti suihkuharjoituskoneella lentävillä ohjaajilla, koska käytössä ei ole uusinta G-suojausvarustusta. Sotilasviitearvoissa lentäjien taso (keskimäärin 60 suoritusta minuutissa) oli hyvä (Santtila ym. 2004). Alarannan ym. (1994) viitearvoihin verrattuna lentäjät kuitenkin edustivat normaaliväestöön nähden erinomaista suorituskyvyn tasoa. Tulosgrafiikassa kuvattu alaraajojen, osittain myös alavartalon hallintaa kuvaava taso eri ikäluokissa ei ole kuitenkaan lentäjän fyysiseen kuormittumiseen nähden toivottava.

Kestävyystestissä mitattiin maksimaalinen hapenottokyky ( $VO_2\max$ ) MilFit-protokollan mukaisesti. Santtilan (2004) viitearvoissa lentäjät (keskimäärin 50 ml/kg/min) asettuvat välttävään tai tyydyttävään tasoon, Shvartzin ja Reiboldin (1990) asteikossa keskimääräiseen tasoon. Mikäli vertailuryhmänä käytetään ammattijääkiekkoilijoita, joiden suorituskykyvaatimuksissa on huomattavaa samankaltaisuutta (mm. nopea alaraajojen ja keskivartalon maksimivoimantuotto, anaerobinen lihastyö, nopeasti toisiaan seuraavat kuormitushuiput niin lihastyössä kuin verenkiertojärjestelmässä) kaartotaistelun G-voimille altistuvaan lentäjään

nähdessä, on lentäjien tulostaso heitä selvästi alhaisempi. Rusko ym. (1978) raportoivat maajoukkuekiekkoilijoille vajaan 62 ml/kg/min tasoja, Montgomery (1988 ja 2008) 54-59 ml/kg/min Montreal Canadiensin joukkueelle ja Cox ym. (1995) NHL:n pelaajille runsaan 60 ml/kg/min tasoja. US Air Forcen taulukon mukaan suomalaisten lentäjien taso kuitenkin kuvastaa matalaa terveystarvetta ja ylittää nuorimmankin ikäluokan ohjeistetun laskennallisen (testi ei suoraan mittaa maksimaalista hapenkuljetuskapasiteettia) minimitasoa (39 ml/kg/min) selvästi (AFI 36-2905 2010, Attachment 17, 83). RAF:n taulukoissa vain yli 50-vuotiailla aerobista kapasiteettia mitataan vastaavalla tavalla. Siellä suomalaisten lentäjien keskiarvolla saa tuloksen ”Erittäin hyvä” (42-52 ml/kg/min) (RAF 2000), ylittäen minimitasoa ”Hyvä” (37-40 ml/kg/min) huomattavasti. Lentäjien kestävyysominaisuuksissa näkyi tulosgrafiikassa samantyyppinen ilmiö kuin vatsalihastestissä.

Analysoitaessa lihaskuntoa käytettiin MilFit:n lihaskunto (LK)-indeksiä standardoituna suurena, koska juuri lihaskunnan nähtiin tuloksissa olevan yhteydessä koettuun haittaan, ja haluttiin saada selvästi näkyviin, kuinka paljon eri-ikäiset lentäjät keskimääräisestä sotilasjoukosta erottuvat. Keskimääräinen ero lentäjien hyväksi oli 1,5 standardipistettä. Lentäjien LK-indeksin keskimääräinen taso oli merkittävästi verrokkeja korkeampi koko virkauran ajan. Valmiusohjaajien ”hävittäjä-ässä-ässä” lihaskunnan taso näytti matalimmalta koko virkauralla, ollen kuitenkin samalla tasolla kuin muilla sotilailta. Ilmiö noudatti vatsalihastestin ja kestävyysominaisuuksien muutoksia.

Lentäjien muita sotilaita hieman parempaa kuntotasoja selittävät ilmeisimmin valintavaiheen sisäänottokriteerien vaatimustaso ja sen myötä kohtalaisen hyvä fyysisen kunnan lähtötaso ennen kuormittavan ilmataistelukoulutuksen alkamista sekä myönteinen henkilökohtainen asenne fyysiseen aktiivisuuteen ja omaehtoiseen harjoitteluun. Lentäjäpopulaation asenne liikuntaan ja fyysisen suorituskyvyn ylläpitämiseen näyttäisi olevan kunnossa ja vastaavan kansainvälisessä kirjallisuudessa vaadittuja vastaavia tekijöitä (AFI 36-2905 2010; RAF 2002; OPNAVINST 6110.1F 2000). G-kuormitukselle altistuvat ohjaajat kokevat luonnollisena väsymisenä työnsä kuormitustason kasvun, mikäli fyysiset tekijät osoittavat heikkenemistä. Vaikka kuntotekijät sinänsä eivät selitä eli vähennä tai alenna ilmataistelutaitoja ja -taistelutaktiikan omaksumista, ilmataistelun kuormittavuus väsyttää nopeasti lentäjän lihaksistoa (Oksa ym. 1996). Erityisesti lennonopettajan ja koelentäjien tehtävissä ilmiö on selvästi havaittavissa, koska kyseiset ohjaajat saattavat toimia useissa lentotehtävissä yhden päivän aikana, eikä aika riitä elimistön täydelliseen palautumiseen. Oksan ym. (1996) mukaan mahdolliseen kolmanteen lentokierrokseen mennessä nykykuntoisilla lentäjillä on enää

vain murto-osa jäljellä levänneen elimistön suorituskyvystä eli esimerkiksi vammautumisen riski tai kiihtyvyydestä johtuva äkillinen tajunnan menetys (G-LOC) voi yllättää kokeneenkin ohjaajan. Hyvän fyysisen kunnan merkitys onkin kaksijakoinen: 1) lentotehtävän aikaisen yksittäisen kestävyys- tai voimasuorituksen sellaisissa rajoissa pysyttäminen, ettei kuormitus aiheuta toimintakyvyn alenemista tai vammautumista, ja 2) useista peräkkäisistä kuormitushuipuista mahdollisimman nopea ja tehokas palautuminen. Jälkimmäisessäkin on periaatteessa kysymys välttämättömän toimintakyvyn säilyttämisestä taistelutehtävästä suoriutumiseksi. Erityisesti suihkuharjoituskonekalustolla lentävillä on suuri riski osittaiseen tai jopa täydelliseen fyysiseen uupumukseen, koska käytössä ei ole nykyaikaista hävittäjäkalustoon integroitua ylipainehengitysjärjestelmää ja G-suojavarustusta. Yhteyskone- ja kuljetuskoneohjaajilla hyvä fyysinen kunto edesauttaa pitkien lentotehtävien vaatimaa istumiseen sopeutumista ja niistä palautumista sekä ylläpitämään riittävää vireystilaa toisinaan yksitoikkisissakin lentotehtävissä.

Tämän tutkimuksen tuloksissa todettiin hyvän lihaskunnan, erityisesti niskahartiaseudun ja ala/keskivartalon motorisen suorituskyvyn, pienentävän työperäisestä oireesta johtuvaa haittaa. Edelleen todettiin, että lentäjien nykyinen PAK-testeillä arvioituna normaaliväestöä hieman parempi fyysisen suorituskyvyn taso ei suojaakaan tavalla työperäisiltä oireilta. Kun tarkastellaan suorituskyvyn absoluuttisia tasoja, lentäjät eivät kuitenkaan eroa mitenkään olennaisesti muusta sotilashenkilöstöstä fyysisen suorituskykynsä osalta virkaura-aikanaan. Edes kansainvälinen vaatimustaso ei näyttäytynyt tässä mielessä poikkeuksellisen korkeana. Erityisesti tämä korostuu työn fyysisen kuormituksen suunnasta katsottuna. Lähes kaikissa pakollisissa testeissä aktiivisimpiin valmiusohjaajajoukkoihin kuuluvat lentäjät näyttivät olleen testitulografiikan mukaan fyysisen suorituskyvyn osalta muita heikompia, mutta havainto tarvitsisi yksittäisten ikäryhmien välisen tilastollisen vertailun. Havaintoa selittänevät kuitenkin hyvin normaalit sosiaaliset tekijät kuten perheiden perustaminen, talojen rakennushankkeet, lastenhoito ja kodin ylläpito, joiden rooli on hyvin merkittävä ihmisen elämänkaareissa vajaan 30:sta vuodesta keski-ikään (ks. esimerkiksi Levinson 1979; myös Canadian Forces 2011). Tulos on silti hyvin ristiriitainen sekä taistelujärjestelmän operatiiviselta että lentokoulutusjärjestelmän kuormituksen hallinnan kannalta, kuvaten enemmänkin Ilmavoimien lentokoulutuskulttuurin puutteita järjestelmän inhimillisen resurssin eli itse lentäjän elinkaaren hallinnassa. Suomalaisen sotilaslentokoulutusjärjestelmän keskeinen tavoite, valmiusohjaaja (Puolustusministeriö 2009), voi olla vaarassa fyysisesti ylikuormittua juuri silloin, kun kestävyyttä eniten tarvittaisiin. Sama koskettaa tietenkin varsinkin taktista lennonopettajajoukkoa ja koelentäjiä; molemmat edelliset ryhmät altistuvat suurelle työn fyysiselle

kuormitukselle. Ilmavoimien olisikin siksi syytä tukea fyysisen kunnon ylläpitämistä huomattavasti virka-aikana, koska yksilöillä ei välttämättä ole riittävästi aikaa harjoitella vapaa-aikanaan täysin normaalin sosiaalisen elämän vaatimusten vuoksi. Kansainvälinen kirjallisuus maailman suurimmissa ilmavoimissa tukee virka-aikana tapahtuvaa fyysistä harjoittelua (Naval Aerospace Medical Research Laboratory 1987, Neuvostoliiton ilmavoimien henkilöstön liikuntakasvatusohjelma 1990, AGARDOGRAPH N:O 322 1991, AFI 36-2905 2010, RAF 2002, OPNAVINST 6110.1F 2000, Eklöf 2011).

Seuraavassa tarkastellaan lentäjien erityistestejä yksityiskohtaisesti, myös ikäryhmien yli menevien tilastollisten merkitsevyyksin perusteella. Lentäjien kestävyyskuntoa mitattiin aerobisena tehona (Skyttä ym. 1999). Tuotetun tehon taso pysyi virkauran alusta aina 35. ikävuoteen asti valintavaiheen keskimääräisen 4,2 W/painokilotasolla. Lentäjät näyttivät pysyvän kohtalaisen hyvin koko uransa ilmailulääketieteellisen vuositarkastuksen ja kelpuutuksen vaatiman 3,5 W/kg tasolla, vaikka hajonta suurenikin iän karttuessa. Kelpuutuksen mainittu minimitaso 3,5 W/kg ( $VO_2$ max arvona noin 46 ml/kg/min; vrt. edellä yleissotilaalliset kuntotestit) ei kerro kovinkaan suuresta aerobisesta kapasiteetista, eikä edusta lentäjän työn fyysiseen kuormittavuuteen nähden mitenkään merkittävän korkeaa suorituskyvyn tasoa. Kyseinen taso vastasi kuitenkin kirjallisuudessa vanhalla suihkukonekalustolla lentäneiden suorituskykyä (Harger 1975, Williamson ym. 1984, Lentävän henkilöstön liikunta II) ja suurten ilmavoimien nykyistä vaatimustasoa (AFI 36-2905 2010, RAF 2002, OPNAVINST 6110.1F 2000). Suomalaisten sotilaslentäjien keskimääräiset kestävyysominaisuudet kuvastivat lähinnä kuntourheilutason kestävyyslajiharrastajan ominaisuuksia (mukaellen Rusko ym. 1978) tai keskimääräistä hieman suorituskykyisempää suomalaista reserviläismiestä (vrt. Santtila 2004, Vaara ym 2009). Kestävyysominaisuuksien riittävyys lienee kyseenalainen, koska 1) Suomen ilmavoimien taktista lentokoulutusta pidetään moninkertaisesti muitten samalla kalustolla operoivien ilmavoimien lentotoimintaa kuormittavampana (BAe Systems 2004, Kahila 2001), jolloin lentäjien kestävyys- ja palautumisvaatimukset tulisivat olla luonnollisesti korkeammalla. 2) Kriisinhallinnan (vrt. Puolustusvoimat 2009) ja sodan ajan lentotoiminnan maksimaalisen kestävyyskuormituksen kestäminen ja palautumisen tarpeet lienevät rauhan ajan toimintaa suuremmat, etenkin tarkasteltaessa Suomen ilmavoimien ohjaajamäärää suhteessa lentointensiteettiin ja lentotoiminnan kokonaiskuormittavuuteen.

Alustavissa kotimaisissa tutkimuksissa lentäjän päivittäinen energettinen kuormittavuus HW-suihkuharjoituskonekoulutuksen aikana on MET-perustaisesti mitattu olevan kestävyysurheilijan päivittäisellä tasolla

(Lyytikäinen 2007, Rintala ym. 2007a; vrt. Crouter ym. 2004). On mahdollista, että aerobisen kapasiteetin puutteet altistaisivat lentäjän taistelutoiminnassa hengitys- ja verenkiertojärjestelmän ylikuormittumiseen, jolloin esimerkiksi pelkkä jatkuva suuria G-tasoja vastaan ponnistelu ja tästä johtuva väsyminen kaartotaistelussa johtaisivat fyysisesti vahvemman vastustajan nopeaan voittoon. Harjoittamaton hengitys- ja verenkiertoelimistö on myös huomattavasti harjoitettua alttiimpi +Gz-suuntaisten voimien aiheuttamaan tajunnan menetykseen, etenkin silloin, kun lentäjä on tottumaton, hänellä on pitkä tauko G-altisteessa, taustalla on piilevä infektio tai sydän kärsii rytmihäiriöstä maksimikuormituksen aikana (Kuronen ja Myllyniemi 1996). Nuorison suorituskykymuutosten nykyiset suuntaukset (esim. Huotari 2004, Huotari ja Rintala 2006, Santtila ym. 2006, Huotari ym. 2011) eivät välttämättä puolla sotilaslentäjien kestävyysominaisuuksien kehittymistä tulevaisuudessa, jolloin jo valintavaiheessa fyysiseltä kunnoltaan nykyistä heikompien lentäjien rekrytoitumisen todennäköisyys kasvaa.

Anaerobista tehoa lentäjät tuottivat toistohyppelytestissä valintavaiheessa keskimäärin 25 W/painokilo. Valmiusohjaajikäisten (runsas 30 vuotta) anaerobinen kunto oli heikompi ( $p < .001$ ) kuin nuorimmilla lentäjillä. Tulostaso ei yltänyt kovinkaan korkealle, vastaten lähinnä välttävää keskitehon tasoa suomalaisilla urheilijamiehillä (Nummela 2004). Anaerobisen tehon merkitys ilmenee sotilaslentäjälle kykynä tuottaa nopeasti, tehokkaasti ja uupumatta voimaa yhä uudelleen sekä G-LOC:n ehkäisyyn tarvittavaan vastaponnistukseen että tukirangan suojaamiseen (Ilmavoimat 1989 ja 1996). Ominaisuus korostuu myös pitkään jatkuvissa, toistuvissa ilmataistelukohtaamisissa, jossa G-vaihtelu on suurta, joten ilman hyvää anaerobista kapasiteettia huonokuntoinen lentäjä uupuu jo yksittäisissä kaartojen aikaisissa kuormitushuipuissa (Wiegman ym. 1995). Anaerobinen suorituskyky on olennainen osa lentäjältä vaadittavaa G-sietokykyä (Burton ym. 1987). G-altisteen vaatiman anaerobisen lihastyön kannalta suomalaisten lentäjien kuntotaso oli huolestuttava: kaartotaistelussa tarvittava suorituskyky oli alimmillaan juuri silloin, kun sitä ammatin puolesta eniten valmiusohjaajan työssä tarvittaisiin.

Lentäjien vartalon absoluuttinen isometrinen koukistusvoima oli valintavaiheessa keskimäärin tasolla 66 kg. Valmiusohjaajavaiheessa tasot näyttivät olevan pienempiä kuin valintaikäisillä. Yllätys oli, että yli 40-vuotiaat pystyivät ylläpitämään suorituskykyään paremmalla tasolla kuin nuoremmat lentäjät. On mahdollista, että työperäisten oireitten ilmaantuminen on motivoinut keskivartalon lihasten harjoittamiseen koetun haitan pienentämiseksi. Oman kehon painoon suhteutetussa voimantuotossa lentäjät jäivät keskimäärin 90 %:n tasoon, joka Ahtiaisen ja Häkkisen (2004) mukaan vastaa lähinnä suomalaisten kuntoilijamiesten

keskimääräistä ja voimalajiturheilijoiden heikkoa tulostasoa. Sama suorituskyvyn trendi kuin absoluuttisissakin arvoissa näkyi tulostasossa. Lopputoteamus on täysin identtinen kestävyystasopohdinnan kanssa: tulostaso jäi jopa istumatyöntekijöiden kaltaiseksi (Kauhanen 1993, Kauhanen ym. 1997, Salo 2004, Teppo 2006). Vatsalihaksilla on olennainen merkitys vastaponnistustekniikassa, jolla tavoitellaan rintaontelon sisäisen paineen nostamista ja täten verenpaineen nousua silmätasolla. Vain tällä menetelmällä lentäjä voi tietoisesti parantaa G-sietokykyään ja ennaltaehkäistä taistelukaartojen aikaista, G-voimista johtuvaa tajunnan menetystä, joka aiheutuu veren pakkautumisesta päästä jalkoihin. Suihkuharjoituskoneohjaajilla tämä lihasryhmä yhdistettynä tottumukseen on olennaisin G-sietokykyä ylläpitävä tekijä nykyisessä hävittäjäkalustossa (F-18 Hornet) käytössä olevaa G-suojausta vanhanaikaisemman G-housun lisäksi. Vaikka hävittäjäkalustossa on käytännössä koko G-LOC:n välittömän uhkan poistava ylipainehengitys- ja laaja-alainen G-housu, lentäjä on täysin oman fyysisen suorituskykynsä varassa järjestelmän vikaantuessa, esimerkiksi vastustajan osuman ansiosta ilmataistelussa.

Vartalon maksimaaliset isometriset ojennus- eli selkävoimat asettuvat valintatilanteessa keskimäärin 90 kilogramman tasolle. Virkauran aikana lentäjien taso oli keskimäärin vajaa 100 kilogrammaa. Suhteellinen voimantuotto eri ikäryhmissä oli noin 130 %:a oman kehon painosta, vaikka valmiusohjaajavaiheessa noin 30. ikävuoden jälkeen näkyi jälleen matalampia lukemia. Voimataso ei tässäkään testissä ole kovin korkea, mutta edustaa kuitenkin suomalaisten kuntoilevien miesten hyvää ja voimalajiturheilijoiden välttävää tai keskimääräistä tasoa (Ahtiainen ja Häkkinen 2004). Selkälihasten merkitys korostuu selkärangan tukemisessa ja näin työperäisten TULE-oireitten ennaltaehkäisyssä. Suorituskykyinen lihaksisto jaksaa toimia G-altisteen alaisena menettämättä toimintakykyään. Matala voimataso kertoo harjoittamattomasta ja täten myös ylikuormitukselle alttiista lihaksistosta. Lisätutkimusta kuitenkin tarvittaisiin selvittämään, olisiko vartalolihasvoimatasapainolla merkitystä esimerkiksi alaselkäoireilun esiintyvyyteen ja ennaltaehkäisyyn.

Lentäjän niskan ojentajalihasten isometriset maksimaaliset voimatasot ovat valintatesteissä hieman 25 kg:n paremmalla puolella. Nuorten lentäjien viitearvojen (Oksa ym. 1997) mukaan kyseisten lihasten voimataso on välttävän ja keskimääräisen rajalla. Voimataso oli vanhemmilla ikäryhmillä työuran edetessä keskimäärin 30 kg:n tietämällä, jossa se säilyi eri ikäryhmillä hyvin virkauran loppuun asti. On huomioitavaa, että valmiusohjaajavaiheen aikana jo 25. ikävuoden jälkeen keskimääräisessä suorituskyvyssä mitattiin nuorimpia ikäryhmiä alempia lukemia. Edelleen on todettava, että niissä ikäryhmissä, joissa työ on kuormittavimmillaan,



suorituskyvyn taso on alimmillaan ( $p < 0,05$ ). Tulostaso ei myöskään kuvasta niskaa kuormittavien lajien urheilijoiden kuten painijoiden tasoa, vaikka lennonaikainen kuormitus teoreettisesti jopa ylittää kyseisen urheilumuodon voimatasovaatimukset (Oksa ym. 1996, Rezazoltani ym. 2005, Karma ym. 2011).

Kaulan koukistajalihasten voimatasot ovat valintavaiheessa testattuna muutaman kilon vähemmän, noin 22 kilogramman luokkaa, joka vastaa Oksan ym. (1997) luokituksessa hyvää tasoa. Vanhempien lentäjien kaulalihasten voimat ovat alemmat kuin nuoremmilla, ja keskimääräisen voimantuoton taso on vanhimmilla nuorimpia lentäjiä huonompi virkauran loppuun asti. Tulostason yksilöerot ovat suuria. Tuotettua voimatasoa ei voi etenäkään lentouran edetessä pitää korkeana työn kuormitukseen nähden (Oksa ym. 1996). Tulos on huolestuttava, koska tässä tutkimuksessa juuri kaulan koukistajien hyvällä voimatasolla näytti olleen työperäistä TULE-riskiä pienentävä vaikutus.

Niskan ja kaulan lihaksistolla on olennainen merkitys ilmatilan tarkkailussa. Päätä joutuu liikuttamaan suurten ulkoisten voimien alaisena vastustajaa tähytettäessä. Uusin näitä lihasryhmiä kuormittava tekijä on uudenaikainen kypärätähtäin (Joint Helmet Mounted Cueing System, JHMCS). JHMCS:ää käytettäessä lentäjä joutuu työskentelemään aiempaa aktiivisemmin kaula- ja niskalihaksilla kaularangan lihaksiston ääripäissä, joissa voimantuotto ja hallinta ovat tunnetusti heikkoja. Riskit vakavillekin kaularangan alueen oireille ovat ilmeiset, mikäli kuormat ylittävät lentäjän suorituskyvyn (vrt. Oksa ym. 1996). Korkea absoluuttinen voimataso ei kuitenkaan välttämättä ole tae lihaksiston ylikuormittumisen ehkäisemiseksi, koska alue on monimutkaisten luu-sidekudosrakenteiden yhdistelmä. Tuloksissa havaittiin myös ristiriitaisuuksia: korkea kaulan voimataso vähensi TULE-käyntejä, mutta korkea niskan taso puolestaan lisäsi työterveyshuoltokontakteja. Voikin olla mahdollista, että ojentaja- ja koukistajalihasten voimantuoton tasapainotekijöillä olisi absoluuttisia tasoja suurempi merkitys TULE-oireiden ennaltaehkäisyssä kuin on toistaiseksi osattu arvioida, toisin sanoen päätä liikuttelevien agonisti- ja antagonistivoimien samantasoisuudella olisi suojaavaa vaikutusta, mm. paremman hallinnan kautta. Asia vaatisi lisätutkimuksia. On näyttöä, että myös ns. syvät lihakset (Ylinen 2004, Sovelius ym. 2008a, Karma ym. 2011), joiden tehtävänä on ylläpitää neutraalia asentoa, ovat olennaisessa osassa kaularangan lihaksiston sekä mahdollisesti myös alaselän lihasten suorituskyvyssä. Ensimmäisiä askeleita lentäjien kognitiivisen tietoisuuden kasvattamiseksi kaularangan alueen erityiskysymyksissä on jo otettu (Kokkonen 2009).

Ylävartalon toiminnallista kokonaisuutta mitattiin räjähtävää voimaa ja tasapainoa mittaavalla pallonheittotestillä. Lentäjien tuottamat tulokset olivat eri ikäryhmissä lähes samantasoiset aina 40:een ikävuoteen asti. Taso vastaa keskimääräisiä tai hieman parempia normaaliväestön tuloksia, ja kertoo lentäjien hyvistä koordinaatiivisista ominaisuuksista ja vartalon hallinnasta aina aktiivisen lentouran loppumiseen asti ennen esikuntatehtävien aloittamista (Oksa ym. 1997). Tässä testissä lentävä pallo toimi hyvänä testimotivaattorina. Sotilaslentäjällekin on olennaista ylävartalonsa ja raajojensa hallinta ulkoisten voimien alaisena: vartaloa on pystyttävä usein hieman kiertämään ja raajojen on varmasti tavoitettava kojetaulun erilaiset vivut ja painikkeet G-voimien vaikutuksesta huolimatta. Myös muitten ilmavoimien käytössä on ylävartalon toiminnallisuutta mittaavia testejä (esim. RAAF 2009).

Fyysisen suorituskyvyn mittausten rinnalla tarkasteltiin lentäjien painoindeksiä (BMI) virkauran aikana. Kaiken kaikkiaan lentäjät näyttivät olevan varsin hyvin terveyssuositusten mukaisessa kehon koostumuksessa koko aktiivisen lentouransa ajan, sijoittuen muuhun väestöön nähden luokkaan normaali (ks. Liite 3; myös Santtila 2004, Häkkinen ym. 2010).

Sotilaslentäjiä ei voida pitää huonokuntoisina etenkin normaaliväestöön verrattuna. Lentäjien selvästi heikompi kuntotaso urheilijoihin nähden, aktiivisimman lentopalveluksen aikana, ei kuitenkaan anna täysin vakuuttavaa kuvaa fyysisen suorituskyvyn riittävydestä (vrt. esim. Parkhurst ym. 1972, Burton ym. 1987, Whinnery 1987, Wiegman ym. 1995, Oksa ym. 1996, Balldin ym. 2003). Ristiriita korostuu erityisesti suhteutettaessa tätä havaintoa suomalaisen sotilaslentokoulutuksen moninkertaisesti muita ilmavoimia suurempaan fysikaaliseen kuormitukseen (Kahila 2001, BAe Systems 2004). Tätä taustaa vasten, aktiivisimman työn ja suurimman fyysisen kuormittumisen aikana kuntotasojen voisi olettaa olevan korkeimmillaan. Näin ollen voidaan tulkita, että lentäjän fyysistä suorituskykyä ylläpitäviä fyysisen harjoittelun ohjeita ja suosituksia (mm. Naval Aerospace Medical Research Laboratory 1987, Neuvostoliiton ilmavoimien henkilöstön liikuntakasvatus 1990, AGARDOGRAPH N:O 322 1991, Hämäläinen 1993, Oksa ym. 1996, Oksa ym. 1999, Ilmavoimat 1996, Rintala ym. 1998, Harms-Ringdahl ym. 2002 ja Rintala ym. 2005, AFI 36-2905 2010, RAF 2002, OPNAVINST 6110.1F 2000) ei ole joko haluttu, ehditty tai osattu päätehtävän eli lentämisen ohella soveltaa ja toteuttaa riittävän tehokkaasti Suomen ilmavoimien lentokoulutuksessa.

Vaikka Ilmavoimilla on puolustushaaraesikunnassa oma liikuntapäällikkö ja jokaisessa joukko-osastossa pää- tai sivutoiminen liikuntakasvatusupseeri, voi lentäjien käytännön liikuntakasvatuksen vähäisyys johtua siitä,

että Ilmavoimiin ei ole sijoitettu päätoimista tehtävää tai virkaa pelkästään lentäjien liikuntaa varten, kuten kansainvälisesti on poikkeuksetta ohjeistettu (AFI 36-2905 2010, Attachment 1, 42-43; RAF 2002, Leaflet 201, 208 ja 401; OPNAVINST 6110.1F 2000, Enclosure 1; RAF 2011, Eklöf 2011). Vaikuttaa siltä, että lentäjien suhteen Ilmavoimien lentokoulutusjärjestelmä on luottanut pääasiassa siihen, että ilmailulääketieteellinen valintajärjestelmä valikoi kurseille sellaisen oppilasaineksen, jonka oletetaan suoriutuvan myös fyysisesti lentokoulutusohjelmista ja jonka arvellaan säilyttävän valintavaiheen fyysisen suorituskykynsä riittävän pitkään omaehtoisesti lentouran aikana. Operatiivisen fyysisen suorituskyvyn kannalta olennaista olisi lentäjän fyysisen suorituskyvyn säilyminen vähintään valintavaiheen tasolla aktiivisen lentopalveluksen loppuun asti.

## 7.2 Työperäinen tuki- ja liikuntaelinoireilu

Kyselytutkimukseen vastanneiden perusteella kolme neljästä lentäjästä oli kokenut vastaamisajankohtaansa mennessä lentotoiminnasta johtuvaa TULE-oireilua. Kyselyssä vastaajia pyydettiin kuvaamaan lentotoimintaan liittyvää oirettaan (esiintynyt lennon aikana tai välittömästi sen jälkeen) ja erottelemaan oireet muista TULE-oireista. Potilasasiakirjoista lentotoimintaperäisyys eroteltiin huolellisesti esimerkiksi muista TULE-ongelmista joko sanallisen kuvauksen (esim. Lentäjä X tulee vastaanotolle aamupäivän lentokierroksella venähtäneen niskansa vuoksi) tai selvän diagnoosin (esim. Torticollis; kipeytynyt lennolla) perusteella. Vajaa 20 % lentäjistä oireili jatkuvasti niska-hartiaseudun ja alaselän osalta. Vain nuorimmat kohortit olivat oireettomia, ja suihkuharjoituskonevaiheen ohittaneista 93 % oli oireillut lentotoiminnasta johtuen. Ammattitautidiagnoosi kaularangan TULE-ongelmille oli 4 %:lla kaikista vastaajista, mutta on muistettava, että aktiivisen lentouran jo jättäneistä esikuntalentäjistä joka kymmenennellä oli ammattitautistatus. Tukirangan eri osien kipuilun esiintyvyys oli varsin samankaltaista eli työperäisiä oireita koettiin myös niissä rangan osissa (erityisesti alaselkä, lanneranka), joiden osalta ei ammattitautidiagnoosia ole olemassa. Poikkileikkaus osoitti työperäisen TULE-oireilun esiintyvyyden lisääntyvän uhkaavasti lentotuntien kertyessä, joten ongelman ennaltaehkäisyyn olisi ryhdyttävä välittömästi ja tehokkaasti. Suomen ilmavoimien lentäjien työperäinen tuki- ja liikuntaelinoire-esiintyvyys, 75 % kaikista ja 93 % suihkuharjoituskonekoulutukseen ehtineistä, vastaa kansainvälisessä kirjallisuudessa (ks. luku 3.3) julkaistua tasoa, ollen jopa täysin sama kuin jo 1980-luvun puolivälissä Yhdysvaltain laivaston F-18 Hornet-lentäjien niskaoirestatus (Naval Aerospace Medical Research laboratory 1987). On lisäksi huomattava, että julkaistuihin korkeimpiinkin prosentuaalisiin

esiintyvyytasoihin (>90 %) nähden Suomen Ilmavoimien esiintyvyytaso on samaa luokkaa (Kikukawa ym. 1994, Netto ym. 2011).

Oireita kokeneiden kivut ovat lähes 80 %:sti ilmenneet joko työn aikana, illalla työn jälkeen tai kuormitusta sisältäneen viikon aikana. Vähintään joka kymmenes lentäjä ilmoitti kärsivänsä jatkuvaa lentotoimintaperäistä kipua, mutta raajoihin suuntautuvaa kipuheijastetta koki vain muutama prosentti vastaajista. Erityisoireita koettiin eniten kivun aiheuttamasta silmä-käsi-koordinaation (10 % lentäjistä), asentotajun (3 %) ja virtsan/suolen pidätyskyvyn (2 %) heikentymisestä johtuen. Näillä löydöksillä voi olla myös lentoturvallisuuden kannalta välitöntä merkitystä. Vastaavia erityisoireita ei ole kirjallisuudessa aiemmin raportoitu, vaikka lentäjän tilannetietoisuuden heikkenemistä onkin kuvattu (Hansen ym. 2001).

Vastaajista 11 %:lle oli asetettu henkilökohtainen G-rajoitus, jolla rajoitettiin lentäjän fyysistä kuormittumista lentotehtävissä ja täten lisävaurioille altistumista. Heistä kahdella kolmesta rajoitus oli kestänyt kolmesta viikosta kolmeen kuukauteen ja vajaalla kolmanneksella puolesta vuodesta vuoteen. Yhdellä kymmenestä G-rajoitus oli asetettu vähintään yhden vuoden ajaksi tai jopa pysyvästi. Mitä enemmän ohjaaja oli toiminut taktisena lennonopettajana ja lentänyt liikehtimiskykyisellä konekalustolla, sitä enemmän hänellä oli työperäisiä TULE-oireita. Esikuntiin ehtineillä oli eniten ammattitautidiagnooseja (10 %:lla ”esikuntalentäjistä”), joka kertoo oireen pysyväisluonteesta. Kankaiston (2008) mukaan 13 %:lla eläköityneistä oli ammattitautidiagnosi eli pysyvästi vammautuneiden lentäjien määrä näyttää kasvavan uran edetessä. Eläköityneillä ohjaajilla oli myös niukasti enemmän TULE-oireita kuin verrokeilla, mutta haittataso oli merkittävästi verrokkeja pienempi (Kankaisto 2008). Valmiusohjaajat kärsivätkin eniten työperäisen oireen kokonaishaittaa, joka oli yhteydessä liikehtimiskykyisellä konekalustolla lennettyyn määrään. Työperäisen TULE-oireen esiintyvyys lisääntyi 4 % jokaista 100:aa lennettyä HW-tuntia kohden. Määrä vastaa kirjallisuudessa esitettyä runsaan 6 %:n tasoa (Albano ja Stanford 1998).

Työperäiset TULE-oireet alkavat merkittävästi ilmaantua kolmen ja puolen vuoden kohdalla lentokoulutusta eli HW2-vaiheen aikana. Tässä pisteessä saavutetaan sellainen suihkuharjoituskoneen taktisen liikehtelyn taso, joka ei käytännössä enää muuta työn hetkittäistä maksimikuormittavuutta. Oireen ilmaantumista kuvaaviin riskitekijöihin liittyy jo aiemmin kuvattua ristiriitaisuutta: yksittäiset hyvät fyysisen kunnon osatekijät saattoivat jopa hieman kohottaa riskiä, mutta kyse voi olla lihasvoiman vaikuttaja-vastavaikuttaja-epäsuhteesta johtuvaa, kuten fyysisen suorituskyvyn osuudessa on pohdittu. Toisaalta taas esimerkiksi raajojen

hyvät ulottuvuudet näyttäisivät pienentävän ilmaantuvuutta, vaikka voisi olla ymmärrettävämpää, että pitkä selkä ja raajat altistaisivat oireille. Tämä kertonee ehkä siitä, että ulottuvan ohjaajan ei tarvitse kurkotella lentokoneen ohjaimiin tai muihin laitteisiin, vaan hän saattaisi pystyä pitämään tukirangan lähellä neutraaliasentoja, jolloin G-altiste ei lisäisi rangan kuormittumista haitallisesti. Asia tarvitsisi lisäselvityksiä. Valintapisteiden ennustearvo voisi selittyä sillä, että kognitiivisesti lahjakkaat lentäjät tiedostavat työperäiset riskit, ovat perehtyneet vastatoimiin ja yrittävät tietoisesti välttää fysiologista ylikuormittumista.

Sotilaslentäjien työperäisen TULE-oireilun esiintyvyyden jyrkkä nousu kertoo kahdesta asiasta: ensinnä, lentotoiminnan fyysinen kuormitus kohoa hyvin nopeasti ja pysyy yllä hyvin pitkään, kun suihkuharjoituskoneen liikehtimiskykyä aletaan ilmataistelukoulutuksessa hyödyntää. Toiseksi, Ilmavoimien ohjaajien lentokoulutus etenee ajallisesti varsin nopeasti (Puolustusministeriö 2009, 6). TULE-oireen voi kuitenkin saada missä tahansa vaiheessa lentokoulutusta, kun edellä mainittu taso on kertaalleen ylitetty eli kukaan ohjaaja ei ole turvassa silloin, kun koneen koko liikehtimiskyky on vapaasti käytettävissä (ks. Kuvio 17). ROC-käyräanalyyseissä käytetty 250 lentotunnin tarkastelupiste osoittautui erottelultaan vain välttäväksi. Suihkuharjoituskoneella lennettävästä lentokoulutusohjelmasta valittu ajankohta oli todennäköisesti lentotunteihin ja tuotettuun G-kertymään nähden hieman liian korkea tarkan taitekohdan määrittämiseksi eli työperäinen oireilu alkanee lisääntyä merkittävästi jo tätä ennen, mahdollisesti jopa ennen 200 lentotunnin rajan saavuttamista. TULE-oiereriski säilyy ilmeisenä koko lentouran ajan, joten ennalta ehkäiseviin toimiin fyysisen erityisharjoittelun käynnistämiseksi haittaa rajoittamaan sekä riittävän suorituskykyreservin aikaansaamiseksi olisi ryhdyttävä huomattavasti ennen G-altisteen syntymistä. Toimivia menetelmiä olisivat työpaikalla virka-aikana tapahtuva fyysinen harjoittelu sekä tiedollinen opetus, johon johto olisi näkyvästi sitoutunut (vrt. Sovelius 2006; muissa ammateissa Shephard 1996, Proper ym. 2003, Schaafsma ym. 2003, Proper ym. 2004a, Heymans ym. 2004, Blangsted ym. 2008, Andersen ym. 2010).

Seurantajoukosta kaikki kävivät työterveyshuollossa työperäisen TULE-oireen vuoksi. Työterveyshuoltokäynnit näyttivät hieman lisääntyvän kymmenettä palvelusvuotta kohti, ja joinakin vuosina lähes 20 % lentäjistä kävi TULE-oireitten vuoksi työterveyshuollossa. Henkilötyövuosi-perustaisesti tarkasteltuna tämä tarkoittaa keskimäärin 0,48 käyntiä / henkilötyövuosi, joka on noin kolme kertaa vähemmän kuin saman populaation perinteisten ylähengitystieoireitten aiheuttamat käynnit. Suurimmillaan lentotoimintaan liittyvien TULE-oireikäyntien määrä oli kaksinkertainen. Seuranta-aikana työterveyshuollossa kävi vuosittain

henkilötyövuosiperustaisesti laskettuna lentotoiminnasta johtuvan TULE-oireen vuoksi keskimäärin 7 % lentäjistä. Määrä on huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi De Loosen ym. (2008) F-16 sotilaslentäjätutkimuksissa raportoitu vajaan 25 %:n taso, jota pidettiin jo tuolloin alhaisena, ja jopa pienempi kuin samanikäisen suomalaisen normaaliväestön vuotuiset terveydenhuoltokontaktit (noin 13-14 %) TULE-oireista johtuen (Heliövaara ym. 2007, 58). Johtopäätöksenä voidaan todeta, että suomalaiset sotilaslentäjät raportoivat hyvin vähän työperäisiä TULE-oireitaan työterveyshuoltoon ja esimiehille, mahdollisesti vasta silloin, kun TULE-oire jo haittaa merkittävästi toimintakykyisyyttä. Sotilaslentäjäkulttuuriin ei kuulu oireista valittaminen, mutta vallitseva käyttäytymismalli lentämiseen liittyvissä TULE-oireissa ei ole sotilaan toimintakyvyn ylläpitämisen kannalta järkevää (Rintala 2002a ja 2008b).

Lentotoiminnan fyysisen kuormituksen G-indeksi saavuttaa maksiminsa samaan aikaan kuin työperäisen oireilun esiintyvyys alkaa merkittävässä määrin kohota. Osaavan ohjaajan G-indeksi voi kuitenkin jopa visuaalisesti tarkasteltuna hieman laskea, koska taitojen ja taktisen osaamisen kehittyessä ei enää tarvita kokemattomaan ohjaajaan verrattavissa olevaa liikehtimistä saman ilmataisteluaseman- ja -menestyksen saavuttamiseksi. Ilmiö tunnetaan urheilussakin: kokeneet ja taitavat pelaajat loukkaantuvat vähemmän kuin tulokkaat (McIntosh ym. 2005).

Seuranta-aikana työperäisen TULE-oireen esiintymisriski kasvoi lähes nelinkertaiseksi. Oireitten esiintyvyys lisääntyi jyrkästi vajaan neljästä lentopalvelusvuodesta alkaen aina seuranta-ajan loppuun asti, jolloin käytännössä kaikki olivat kokeneet työperäisen TULE-oireen. Seuranta-aikana lentopalvelus jouduttiin keskeyttämään keskimäärin 0,02 kertaa/henkilötyövuosi ja koko lentoura 0,002 kertaa henkilötyövuotta kohti. Myös työperäisen oireen aiheuttama lentokelvottomuus aika oli hyvin pieni, käytännössä vain kyseisen työpäivän tai muutaman sen jälkeisen vuorokauden luokkaa. Lähes kaikissa tapauksissa, jossa oireen aiheuttama haitta oli dokumentoitu viikkokausina, ongelma pitkittyi ja alkoi muuttua ammattitautiluonteiseksi. Australian ilmavoimien vastaavanlaisessa tutkimuksessa saavutettiin yhtäläisiä tuloksia: kolmannes oireisista kärsi yhdestä muutamaan työpäivään, toinen kolmannes runsaat neljä vuorokautta (Netto ym. 2011). Keskeyttäneiden suomalaisten lentäjien joukko on hyvin pieni työperäisen oireilun haittoihin (mm. oireen yhteys lentopalveluksesta suoriutumiseen, oireen jatkuvuus, oireen yhteys uneen, oireen yhteys vapaan ajan toimintoihin) ja kokonaisesiintyvyyteen nähden.

Kokonaisuutena voidaan todeta tämän tutkimuksen tulosten perusteella työperäisen eli lentotoiminnasta johtuneen TULE-oireen esiintyvyyden olevan suomalaisella sotilaslentäjäjoukolla hyvin korkea, koska

seurantaryhmässä kaikki kävivät työterveyshuollossa oireensa vuoksi. Esiintyvyys kuitenkin kuvastaa kansainvälisessä kirjallisuudessa raportoitua tasoa muissa nykyaikaisissa ilmavoimissa (mm. Kikukawa ym. 1994, Newman 1997, Netto ym. 2011). Huolimatta korkeasta lentotoimintaperäisestä esiintyvyydestä oireilevan ohjaajan lentopalvelusta tai jopa lentouraa ei ole tarvinnut kovin usein Suomen ilmavoimissa keskeyttää. Ammattitautia muistuttavien, työperäisesti oireilevien TULE-tapausten epäily määrä ilmavoimien työterveyshuollossa on kuitenkin moninkertainen nykyiseen 1-2 vuosittain toteutuneen ammattitautidiagnoosin prevalenssiin nähden (Frilander 2011), joten vallitsevaan tilanteeseen Suomen ilmavoimissa ei ole syytä suhtautua terveystarpeita aliarvioiden tai hyväksyen kansainvälinen samankaltaisuus.

VAS-väittämien perusteella lentäjien työperäisestä TULE-oireesta kokema haittataso on keskimäärin lievää tai korkeintaan kiusallista (VAS-taso alle 30 mm), joka on hieman keskimääräistä pienempi verrattuna kansainväliseen kirjallisuuteen (esim. Netto ym. 2011) ja edustaa suunnilleen samaa tasoa kuin suomalainen normaaliväestö (Taimela ym. 2007). Lentäjät kokivat oireesta johtuvat haitat pahemmiksi vapaa-aikanaan kuin lentopalveluksessa. Täten on pääteltävissä, että korkea ammatillinen motivaatio ja mielenkiintoinen työ saattavat olla yhteydessä koettuun vähäiseen haittaan, eikä oireesta tai haitasta helposti kerrota esimiestasolle.

Tupakointistatuksen tarkastelu korostui muiden tyypillisten riskitekijöiden asemasta. Lentäjät ovat kuitenkin ammattinsa aktiivisessa vaiheessa nuoria työntekijöitä, heillä ei ole käytännössä ylipaino-ongelmia ja joukko on karsittu vaativien psyykkisten kriteerien perusteella. Näin ollen nämä tekijät eivät normaaliväestöön nähden muodostune olennaisiksi. Ikä ja BMI eivät olleet monimuuttujamalleissa tilastollisesti merkittäviä tekijöitä, eikä henkilökohtaisen psyykkisen kuormittumisen mittaria ollut käytettävissä. Sen sijaan tupakointi on lentäjäpopulaatiossa näkyvä käyttäytymispiirre. Hyvin ristiriitainen tulos terveystietämisen kannalta on, että tupakoitsijat ja nuuskaajat kokivat oireistaan pienempää haittaa ja joutuivat käymään harvemmin työterveyshuollossa valittamassa työperäisiä oireita kuin nikotiinituotteita käyttämättömät. Samantyyppisiä tuloksia raportoidaan kuitenkin kirjallisuudessa, erityisesti nivelten kulumamuutosten yhteydessä (mm. Felson ym. 1989, Kivimäki ym. 1992 ja Sandmark ym. 1999), joten tulos on siinä mielessä ymmärrettävä. Haitan lieventämisen tavoittelu voisi toisaalta selittää lentäjäkulttuurin korkea tupakoitsija- tai nuuskaajastatusta (yli 40 % jossain vaiheessa lentouraa) eli nikotiinituotteita käytettäisiin myös kivun lievittäjänä ja relaksanttina (vrt. Severson ym. 2003). Tupakointistatus vastaa kirjallisuudessa sotilaslentäjäpopulaatioista esitettyä (mm. Oliveira ym. 1993, Rios-Tejada

ym. 1993), ja suomalaisten lentäjien tupakointitavat saavat tukea kirjallisuudesta, jossa kerrotaan nuuskan olevan voimakkaan riippuvuuden aiheuttama huume johtuen savukkeita merkittävästi suuremmasta nikotiinimäärästä (Walsh ym. 1994). Tupakoinnin ääreisverenkiertoa heikentävistä ja sitä kautta vamma-alttiutta lisäävistä sekä tukirangan terveyttä uhkaavista vaikutuksista on kuitenkin runsaasti näyttöä (esimerkiksi Brage ym. 1996, Andersson ym. 1998, Leino-Arjas ym. 1998), eikä G-kuormitus suinkaan vähentäne kuormittumista. Tupakkatuotteiden käytön haitat ylipäättään TULE-oireilun riskitekijänä (Ernst 1992, Jones ym. 1994, Reynolds ym. 1994, Heir ja Eide 1997, Jones ja Knapik 1999, Knapik ym. 2001, Porter ym. 2001, Iwahashi ym. 2002, Palmer ym. 2003) ovat siinä määrin tunnettuja, että lentäjien tupakointi olisi yksiselitteisesti estettävä. Lentäjillä tukirankaa kuormittava G-altiste, yhdistettynä tupakoinnin aiheuttamiin fysiologisiin vaikutuksiin kiihdyttää rangan välilevyn rappeumaprosessia (vrt. Fogelholm ym. 2001), on äärimmäisen epätoivottava yhdistelmä lentäjän tukirangan oireilun kannalta. Tupakoinnin TULE-oireiden esiintymistä kasvattava ominaisuus korostuu entisestään, kun Haaviston ja Oksaman (1997) mukaan sotilaslentämisen psyykkinen kuormittavuuskin on korkea. Yhtäaikaa tulisi tarmokkaasti etsiä tupakoinnin sijasta terveyden kannalta tehokkaampia keinoja sotilaslentotoiminnan psykofysiologisen stressin määrittämiseen, purkamiseen ja työperäisen TULE-kivun lievitykseen (vrt. esimerkiksi Miranda ym. 2011).

Lentotoiminnasta johtuvan oireen aiheuttamaa haittaa hallittiin marginaalisesti parhaiten tulehduskipulääkkeitä käyttäen, mutta muitten menetelmien käytön (fysioterapia, hieronta, manipulaatio jne.) määrästä ja tehokkuudesta ei ollut saatavissa täysin vertailukelpoista tietoa. Kipulääkityksen ensisijaisuus kuitenkin näkyi tuloksissa, mahdollisesti myös muitten keinojen huomattavasti huonomman saatavuuden vuoksi. Tulos on päinvastainen verrattuna esimerkiksi tuoreeseen Australian ilmavoimien tutkimukseen, jossa fysioterapeuttiset hoidot näyttivät kivun hallinnassa toimivan lääkitystä paremmin (Netto ym 2011).

### **7.3 Sairauspoissaolon teoreettiset kustannuskysymykset**

Tämän tutkimuksen kirjallisuuskatsauksessa kuvattiin 2000-luvun alun Ilmavoimien valmiusohjaajakoulutuksen hintaa. Ilmavoimien esikunnan talousasiantuntijoiden arviot päättyivät runsaan 10 miljoonan euron kokonaissijoitukseen (Paanila 2006), josta oli teoreettisesti laskettavissa lähes 5000€:n keskimääräinen lentokoulutuspäivän hinta hävittäjäkoulutetulle ohjaajalle. On kuitenkin muistettava, että käytetyn kaluston käyttökustannukset ovat aivan erilaisia VN-, HW- ja HN-vaiheissa, joten



mainittu päivän hinta ei liene lineaarisesti, vaan eksponentiaalisesti kohoava. Kullekin koulutusajalle lienee laskettavissa myös itsenäinen hintataso, mutta tässä tutkimuksessa käytetyn käyttökustannus- ja sosiaalikulustannustiedon perusteella se olisi ollut huomattavan hankalaa. Lienee ilmeistä, että kustannuksissa tapahtuu voimakas käänne suihkukonekalustoon siirryttäessä, ja sairauspoissaolon hinta ennen tätä vaihetta pysynee kohtuudessa.

Vaikka arvio ei perustu tutkitun populaation terveystaloustieteellisiin analyyseihin, on valmiusohjaajan teoreettisen keskimääräisen palveluspäivän hinta kuitenkin sellainen aiemmin julkaisematon tieto, joka antanee edes välttävän käsityksen sotilaslentämisen osittaiskustannuksista. Näin ollen valmiusohjaajan päivän poissaolo maksaa suomalaiselle yhteiskunnalle keskimääräiseen suomalaiseen työntekijään verrattuna 20-50-kertaisesti, mikäli keskimääräistä suomalaista 100 – 300 €:n sairauspoissaolopäiväkustannusta käytetään vertailukohtana (Perho 2008, Satakunnan sairaanhoitopiiri 2008, Elinkeinoelämän keskusliitto 2009).

#### **7.4 Fyysisen kasvatuksen rooli Ilmavoimien sotilaslentäjäkoulutuksessa**

Lentoreserviupseerikurssilaisten ja -kadettien nykyisen fyysisen kasvatuksen noin kolmen viikkotunnin oppituntimäärillä (Päeesikunnan koulutusosaston pysyväismääräys 2004) ei liene mahdollista saavuttaa merkittävää fyysisen suorituskyvyn paranemista ennen suurta G-kuormitusta sisältäviä lentotehtäviä, eikä määrä riittäne edes valintavaiheen tason ylläpitämiseen. Vastaavanlaisiin tuloksiin on tultu myös muissa sotilaspopulaatioissa (vrt. Vähätalo 2005, Dyrstad ym. 2006, Salasuo 2009).

Suomen ilmavoimien sotilaslentäjän erityisvalmennukseen kohdennetut fyysisen kasvatuksen henkilöresurssit, fyysisen kasvatuksen kokonaistuntimäärä, suorituskykyä suunnitellusti parantavat valmentautumistoimet ja palauttavien toimenpiteiden aktiivinen käyttö ovat käytännössä kirjallisuuden perusteella hyvin rajalliset, erityisesti suhteessa työn fyysiseen kuormittavuuteen (Maanpuolustuskorkeakoulu 2009, Sotilaslääketieteen keskuksen työjärjestys 2009, Ilmavoimat 2011). Fyysisen kasvatuksen toiminta tapahtuu pääasiassa lentokoulutusjärjestelmän kylkiäisenä, ei sen aitona ja elimellisenä osana ohjelmiin kirjattuna (PAK I 4:14 2005).

Sotilaslentäjien fyysiseen suorituskyyn liittyviä keskeisiä tekijöitä on viime vuosina ulkoistettu Ilmavoimista Sotilaslääketieteen keskuksen

palveluneuvonnaksi (Sotilaslääketieteen keskus 2009). Kuitenkin aivan tuoreessa työikäisten selkäoireita käsittelevässä fysioterapian väitöskirjassaan Paatelma (2011) toteaa pelkän ennaltaehkäisevän neuvonnan olevan tehotonta verrattuna aktiiviseen kuntoutus- ja ryhmätoimintaan, ja että pelkästään itsehoito-ohjeistusta saaneet olivat TULE-oireiden vuoksi muita enemmän sairauslomilla (Paatelma 2011).

Sotilaslentäjäkoulutuksen fyysisen kuormituksen kertymä vaikuttaa hallitsemattomalta, eikä työperäisiä TULE-oireita aiheuttavaa fyysistä kuormitusta ole Ilmavoimissa pyritty lentäjän tasolla hallitsemaan esimerkiksi lentokonetekniikkaan ja koneyksilöiden seurantaan verrattavalla tavalla. Liikunnan avulla voitaisiin kuitenkin hallita lentokoulutuksen kokonaiskuormittavuutta lentäjän fyysistä suorituskykyä optimoimalla, työstä aiheutuvaa väsymistä vähentäen sekä aktiivisesti lentokoulutuksen psykofysiologisista kuormitteista palauttaen.

Ennaltaehkäisevän fyysisen harjoittelun ammattimaiseen toteuttamiseen ei kuitenkaan näyttäisi olevan olemassa toimivaa henkilöstö- ja virkarakennetta eikä lentokoulutuksen ajalliseen etenemiseen sisältyne toistaiseksi todellista ja merkittävää sijaa fyysisen komponentin toteuttamiselle. Tilanteeseen lienee johtanut se, että fyysistä kasvatusta ja sen asiantuntijoita ei enää Ilmavoimien nykyisen teknologiakeskeisen johtamiskulttuurin (vrt. Sivusuo 2006) näkemyksen mukaan ilmataistelussa menestymiseksi tarvita tehokkaan G-suojausvarustuksen, nykyaikaisen maalinosoitusteknologian ja kehittyneen aseistuksen myötä. Toimintatapa nostaa kysymyksen, onko jatkuvalla teknisellä taisteluvälinekehityksellä lentäjästä muodostumassa jonkinlainen kyborgi, ”koneella jatkettu” ihminen, joka on vaarassa muuttua inhimillisestä yksilöstä vain varaosaksi tai tarvikkeeksi, vaihdettavaksi osaksi teknistä taistelujärjestelmää (Gray 1997)? Holthoer (2005) lienee tässä suhteessa samoilla jäljillä pohtiessaan selityksiä työnantajien suhtautumisessa liikuntatoimeen ja sen ammattilaisiin: alaa ja sen osaajia saatetaan jopa jossain määrin pitää liian vapaa-aika-orientoituneina organisaatioiden ”koviin” tavoitteisiin nähden (Holthoer 2005).

Tiivistetysti todettakoon vielä tässä yhteydessä, että Suomen ilmavoimien strategisen suorituskyvyn tunnuslukuja ja taistelukestävyyttä ei ole julkaistu (vrt. Stillon ja Orletsky 1999). Työperäisen oireilun ja lentäjien fyysisen kunnan merkityksestä Ilmavoimien sotilaalliseen suorituskykyyn on näin ollen pelkästään sotilaspedagogiikan viitekehityksessä mahdotonta tehdä kattavaa analyysiä, saatika johtopäätöksiä. Tällainen analyysi jääköön johtamisen ja taktiikan asiantuntijoiden pohdittavaksi ja tehtäväksi, jota tämä tutkimus osaltaan tukee.

## 7.5 Tutkimuksen luotettavuus ja rajoitukset

Käsitys sotilaslentäjien fyysisestä kuormittumisesta kumpuaa jo runsaan puolen vuosisadan takaisista tutkimuksista (esim. Hallenbeck ym. 1946, Wood 1987). Silti sotilaslentäjien fyysisen suorituskyvyn, liikunnan ja TULE-ongelmien yhteyteen liittyvien julkaisujen määrä on hyvin niukka. Perinteisen ja tunnetun ilmailufysiologisen kirjallisuuden ohella raporttiin on siksi koottu huomattava määrä tutkimuksia, jotka koskettavat aivan muuta kuin sotilaslentäjäpopulaatiota. Tässä työssä viitataan lisäksi paikoitellen Puolustusvoimissa tuotettuun ja Puolustusvoimien fyysistä kasvatusta koskevaan tutkimukseen tai ilmailun erityiskysymyksiin liittyvään lähdemateriaaliin, jotka ovat esimerkiksi kongressiesityksiä, opinnäytetutkimuksia tai jotka eivät ole tieteellisiä. Vaikka toimintamalla voi ja saa tiukkaan väitöskirjatasoiseen perinteeseen nähden syystä kritisoida, on sille juuri tässä tutkimuksessa erityisen vankat perusteet: 1) vähäinen substanssiin liittyvä kansainvälinen julkinen kirjallisuus, jota on välttämätöntä täydentää saatavissa olevalla julkisella tiedolla ja 2) eri maiden puolustusvoimien turvaluokittelutarpeet, joiden vuoksi esimerkiksi joitain vertailuja voisi olla mahdoton toteuttaa muuta kuin rajallisen kirjallisuuden puitteissa. Edellä mainitut tieteelliset rajoitukset on syytä huomioida tulosten tulkinnassa. Keskustelun herättäminen ja avaaminen ovat kuitenkin tieteen perustavoitteita, ja sotilaslentäjien fyysisestä toiminta- ja suorituskyvystä ei ole Suomessa aiemmin tehty näin laajaa tutkimusta.

Tutkimusasetelmaan liittyy joitakin rajoituksia. Ensinnä, TULE-esiintyvyyden määrittäminen kärsii jossain määrin erityisesti G-altistumattomien lentäjien tai samanikäisten muiden sotilaiden eli kontrolliryhmien täydellisestä puutteesta. Toisaalta Suomen ilmavoimissa ei ole lentäjäryhmää, joka alusta alkaen lentäisi vain 1G:n altistetta sisältäviä lentoja uran alusta loppuun asti. Toiseksi, kuntotestien perusteella otantaryhmään (n=195) valittujen kokonaismäärää olisi mahdollisesti voinut kasvattaa esimerkiksi ylimääräisen testausjärjestelyn kautta, mutta kaikkien TULE-kyselyyn vastanneiden koehenkilöiden N:ään verrattuna nykyistä suuremman otos-N:n tilastollinen hyöty olisi saattanut olla marginaalinen käytettyihin ponnistuksiin nähden. Käytännössä asetelmassa ei lääketieteen tutkimusasetelmana ajatellen ylletty edes tapaus-verrokki-asteelle, saatiikka kontrolloituun ja / tai satunnaistettuun koehenkilöjoukkoon, mutta sotilaslentäjien (oire)käyttäytymistä kyettiin kuvaamaan sotilaan fyysisen toimintakyvyn rajoittumisen uhan arvioinnin mielessä kohtalaisen perusteellisesti. Kolmanneksi, TULE-kyselyn ja lentäjien erityistestien yhtäaikainen järjestäminen ei toteutunut alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Alustavana tarkoituksena oli yhdistää oirekysely poikkileikkausdatana sotilaslentäjien fyysisten

erityistestien aineistoon sekä aloittaa vuosittainen fyysisen suorituskyvyn muutoksia seuraava testaus- ja palautetoiminta. Kyselytutkimusta ja fyysisen kunnon seuranta ei kuitenkaan pidetty tuolloin ajankohtaisena sotilasilmailulääketieteen alalla. Lentouran eri vaiheiden aikaisten kuntomuutosten ja lentotoimintaperäisen tuki- ja liikuntaelinoireilun yhteyksien tilastollisen näytön sijasta, tässä tutkimuksessa voidaan täten julkaista vain pelkkä fyysisten erityistestien poikkileikkaustestidata lentäjien ikäjakautuneena viitearvostona, jota on pidettävä puutteena tutkimusasetelman kannalta. Erillisotoksessa vasta kyetään rakentamaan analyysi kuntotestitulosten yhteydestä oireisiin.

Seurantajoukon (n=67) asetelma toimi käytettyjen aineistojen puitteissa moitteettomasti. Aineisto koostui lähes kaikista vuoden 1995 jälkeen aloittaneista suihkuharjoituskoneella lentäneistä sotilaslentäjistä. Seurattavat kuuluivat myös poikittaisjoukkoon ja vastasivat TULE-oirekyselyyn muiden mukana. Seurantajoukon kyselytieto oli aukotonta, ja siihen kytkettiin aito henkilökohtainen lentotuntikertymä Hawk-suihkuharjoituskonekalustolla Suomen ilmavoimissa (LSI-tietojärjestelmästä). Lisäksi käytettävissä oli jokaisen seurantaan kuuluvan henkilökohtainen G-ylityskertymä, jolloin työn kuormitusaltisteen kuvaamiseksi oli käytössä kaikki mahdollinen Ilmavoimista saatava data. Virkauran aikaisen oireilun alkamista ja esiintyvyyttä kuvattiin lentäjien aidoilla lentotoimintaperäisten TULE-oireitten aiheuttamilla työterveyshuoltokontakteilla, ja jokaisesta lentäjästä kerättiin aukoton kronologinen työterveyshuoltokäyntiaineisto kaikista terveystapahtumista. Kumulatiivinen työperäisten TULE-oireiden esiintyvyys muodostui täsmälleen samaksi kuin kyselyssäkin, joten subjektiivisen kyselyn luotettavuus saa täten tukea analyysistä. Seurantajoukolle pystyttiin laskemaan tilastollisesti edistyneisempiä analyysejä, vaikka täälläkin verrokkien puuttumista on pidettävä koeasetelmaan liittyvänä rajoituksena. Toinen puute seuranta-asetelman osalta on rajallinen koehenkilömäärä, joka tosin on hyvin vertailukelpoinen kansainväliseen sotilasilmailututkimukseen verrattuna (vrt. Taneja ym. 2005, De Loose ym. 2008, Netto ym. 2011), mutta tuloksen arvoa kohottaa kuitenkin merkittävästi se, että seurantajoukko oli huomattava otanta suihkuharjoituskoneella lentäneistä ohjaajista. Asetelmaa olisi edelleen vahvistanut koko seuranta-ajan kestävä kuntotestitulosten ja TULE-oireilun rinnakkainen tarkastelu, nyt kuntotasotieto oli käytössä vain seurannan alkumittauksista. Analyyseissä jää selvittämättä, olisiko lentouran aikaisilla kuntomuutoksilla ollut yhteyttä TULE-esiintyvyyteen, eikä seurannassa ole tarkasteltu oireiden pysyvyyttä, johtuen edelleen melko pienestä koehenkilömäärästä. Neljäs huomioitava virhelähteen mahdollisuus on puhtaasti inhimillinen virhe potilastietojen keruussa. Tiedot olivat hyvin hajallaan Ilmavoimissa sekä paperisissa että sähköisissä potilasjärjestelmissä, joten ainoaksi järkeväksi

keinoksi kerätä TULE-esiintyvyys oli analysoida koko seurantajoukon henkilökohtaiset potilaskansiot. Tämän tiedonkeruun virhelähdettä pyrittiin hallitsemaan suorittamalla jokaisella paikkakunnalla käynnin yhteydessä 3-5 satunnaista kaksinkertaisen datan keruuta, jolla pyrittiin varmistamaan raakadatan tallentamisen luotettavuutta. Luotettavuutta lisäsi myös se, että dataa keräsi aina sama henkilö koko prosessin ajan.

Viitearvot erityistesteihin (n=214) on tuotettu samassa testausympäristössä neljän samalla tavalla koulutetun testajaan toimesta puolentoista vuoden aikana. Testivälineet olivat yleisesti kuntotestauksessa käytettäviä ja tieteellisissä julkaisuissa raportoituja laitteita, ja niitä on kalibroitu vähintään kerran viikossa samoilla mittavälineillä. Kestävyystestien osalta on mahdollista, että kaikki lentäjät eivät ole polkeneet ergometria kuin laskennalliseen minimisuoritusasteeseen asti, joka voi marginaalisesti pienentää populaation keskimääräistä suorituskyvyn tasoa ja täten aiheuttaa virhettä kestävyyspohdintoihin. Teoreettinen lentäjien työn kuormittumista kuvastava MET-arvo perustuu lennonaikaiseen sykkeeseen, jonka yhteyttä todelliseen hapenkulutukseen ei ole määritetty, joten energettisen kuormittumisen tasoa on pidettävä viitteellisenä. Tietoa ei myöskään ole kirjallisuudessa vartalolihasien suorituskyvyn yhteydestä esimerkiksi vastaponnistuksen tehokkuuteen ja tukirangan mekaaniseen suojaukseen, joten minimitasosuosituksia ei voida yksiselitteisesti asettaa vain näillä perusteilla. Viitearvot yleissotilaisiin PAK-kuntotesteihin on puolestaan saatu valmiina Pääesikunnan tietokannoista sotilaiden pakolliseen ja ohjeistettuun kenttäkelpoisuusseurantaan liittyen (ks. Liite 4), eikä niihin ole voitu tehdä tämän tutkimuksen analyyseissä mitään muutoksia. Aineistojen välinen vertailu näiltä osin perustuu vain eri testien koko virkauran aikaisten keskiarvojen (testien keskiarvot, ikäryhmien keskiarvot) vertailuun. Sekä erityiskuntotestidatan että PAK-testien datan luotettavuus on kokonaisuutena mitä todennäköisimmin vähintään tyydyttävä. Erityisdatan luotettavuutta ylläpitää ilmailulääketieteellinen testausympäristö, ja PAK-datan luotettavuutta testaustoiminnan vakiointipyrkimys koko Puolustusvoimissa.

Kyselylomaketta testattiin vajaan viidenkymmenen sotilaslentäjän esitutkimuksella välittömästi ennen varsinaista kyselyä. Esitutkimuksen lomakeluonnosta kehitettiin kipupiiroksen ohjetekstien ja haittaa kuvaavien väittämien osalta ennen lopullisen lomakkeen käyttöön ottamista Ilmavoimissa runsaat 10 vuotta aiemmin käytetyn kyselylomakkeen pohjalta (Rintala 1994). Tällöin myös avoimet vastaukset lisättiin lomakkeen loppuun. Pienenä puutteena on mainittava, että käytetty lomake on vain suuntaa antavasti yleisesti normaaliväestöön käytettyjen lomakkeiden mukainen (vrt. esimerkiksi Kuorinka ym. 1987). Tutkimuksessa haluttiin kuitenkin korostaa lentäjäpopulaatiosta aiemmin hankitun

tiedon yhteneväisyyden ja vertailtavuuden tarpeita. Lomakkeeseen vastaamista pystyttiin näillä toimilla vakioimaan, jolloin tulkinnanvaraisuus muutamissa kysymyksissä voitiin poistaa. Keskeisenä aineistolähteenä toimiva tuki- ja liikuntaelinoirekysely (TULE) toteutettiin poikkileikkauksena, rajattuna aikana samassa tilanteessa olevalle henkilöstölle, hyödyntäen malleina aiemmin käytettyjä TULE-oireiden kyselyjä (Ketovuori ym. 1981, Dixon ym. 1981, Kuorinka ym. 1987, Rintala 1994, Collins ym. 1997, Tiplady ym. 1998), joiden sisäinen validiteetti on aiemmissa yhteyksissä asetettu julkisen tieteellisen kritiikin kohteeksi. Vaikka kyselyyn vastattiin määrällisesti erittäin hyvin, operatiivisten salattavuusnäkökohtien (Liite 8) vuoksi ei ollut täysin mahdollista raportoida niin kyselyaineiston kuin seurantajoukon absoluuttista suuruutta. Samasta syystä johtuen myös altisteen eli lentotuntien absoluuttista määrää ei ole kuvattu, eikä diskussiossa näin ollen pohdita tulosten yleistettävyyttä, vaikka yksityiskohtainen tieto kaikkien koehenkilöiden osalta on ollut käytettävissä tilastollisissa analyyseissä (vrt. Liite 8).

Lentäjät vastasivat lähes poikkeuksetta huolellisesti kaikkiin kysymyksiin, ainoastaan nuuskan käyttöön liittyvissä kysymyksissä esiintyi kymmeniä puutteita. TULE-oireita on tässä tutkimuksessa tarkasteltu vain sotilaslentotoimintaan liittyen. Tälle valinnalle on perusteena se, että intressi oli nimenomaisesti tarkentaa kuvaa työperäisestä esiintyvyydestä ja että tarkkaa tietoa työperäisten oireiden esiintymisestä ei ole tässä laajuudessa ollut aiemmin saatavissa. Toiseksi, laajan elinkaaren mittaisen TULE-esiintyvyyksikatsauksen tekeminen nykyresurssein lienee Ilmavoimissa mahdotonta, vaikka lentäjien lapsuudenaikaisilla oireilla voisikin olla ennuste- ja mielenkiintoarvoa. Oirekyselyyn liittyy kuitenkin myös inhimillisen muistamisen virheellisuuden mahdollisuus, jota on mahdoton täysin kontrolloida. Kipupiirroksella kuvatun ja sanallisesti kuvatun työperäisen TULE-oire-esiintyvyyden prosentuaalinen osuus kaikista vastanneista oli kuitenkin sama, lisäten tuloksen luotettavuutta.

Fyysisen kuormituksen määrää eli altistetta kuvattiin lentokokemuksen ja eri kalustolla lennettyjen lentotuntien määrillä, jotka huolimatta numeerisesta tarkkuudestaan edustavat koehenkilöiden subjektiivisin perustein laadittuja jatkuvia muuttujia. Tämän tiedon heikkoutena on myös muistinvaraisen tiedon epätarkkuus, mutta sotilaslentäjäkulttuurin peruspiirteisiin on aina kuulunut varsin tarkka tietoisuus omasta lentotuntimäärästä. Tuntihajonnan arvioidaan olevan <5 % todellisesta toteumasta henkilökohtaisella tasolla, joka on riittävä tarkkuus kuvaamaan henkilökohtaista altistetta. Satunnaistarkistus esimerkiksi joka kymmenennen lentäjän lentopäiväkirjan absoluuttisesta tuntikertymästä suhteessa itse ilmoitettuun olisi kuitenkin vahventanut luotettavuutta näiltä osin.

Menetelmällisesti puutteena voidaan pitää sitä, että yleissotilaallisiin PAK-kuntotesteihin liittynyttä sotilasryhmien ikäryhmien välisiä eroja ei voitu tilastollisesti testata yksittäisten ikäluokkien välillä (post hoc), vaikka tulokset osoittivat ikäryhmien keskiarvojen eroavan tilastollisesti. Työ voisi olla kuitenkin periaatteessa mahdollista mielenkiintoisuutensa vuoksi toteuttaa erillisraporttina jälkikäteen, jolloin nähtäisiin, tukevatko esimerkiksi erityistestien ikäryhmien väliset erohavainnot myös yleissotilaallisten testien tuloksia. Toiseksi, työterveyshuoltokäyntimäärä henkilötyövuotta (htv) kohti näyttäisi graafiselta trendiltään nousevalta. Käyntimäärä on kuitenkin koko seuranta-ajan niin matala (<1 käynti/htv), että vuotuisia tilastollisia eroja ei ole katsottu tarpeelliseksi laskea, etenkin, kun absoluuttinen kävijämäärä tässä tutkimuksessa on tilastollisten analyysien kannalta hyvin pieni. Asialla olisi kuitenkin todennäköisesti mielenkiintoa, joten käyntien tilastollisen eron selvittäminen voisi olla hyödyllistä, mutta mahdollisesti vasta selvästi suuremman populaation keräytymän jälkeen. Kolmas menetelmällinen huomio kohdistuu monimuuttujamallien käyttöön. Työperäisen oireen ilmaantuvuutta tarkasteltiin askeltavalla regressiomallilla, jonka käyttöön liittyy heikkouksia mm. malliin kelpuutettujen muuttujien valinnan suhteen. Mallin ”hyvyyttä” voi rajoittaa eräänlainen harkinnanvaraisuus eli käyttämällä eri muuttujia voivat riskitasot ja merkitsevyydet muodostua erilaisiksi. Tässä tutkimuksessa päädyttiin valittujen muuttujien käyttöön sillä perusteella, että valituilla muuttujilla näytti työperäisen oireen esiintyvyyttä selvittävässä mallissa olevan tilastollinen merkitsevyys.

Väitöskirjan käsikirjoitus on poikkeuksellisesti käynyt valmistuttuaan ennen esitarkastusta lausunnolla Ilmavoimien esikunnan operatiivisella osastolla marras-joulukuussa 2011. Ammatillisen foorumin tukea akateemisessa tutkimuksessa on käytetty tietojen oikeellisuuden ja julkisuusasteen tarkistamiseen, korostaen tämän tutkimuksen monitieteellistä lähestymistapaa, verkostoissa auktorisointia ja pyrkimystä moniammatilliseen yhteistyöhön (vrt. Gibbons 1994).

## 8 KÄYTÄNNÖN TOIMENPIDESUOSITUKSET JA JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET

### 8.1 Suositukset

#### 8.1.1 Kuntotasot ja testaaminen

Sotilaslentäjän fyysisen suorituskyvyn taso erityisesti liikehtimiskykyisellä kalustolla lentävillä ohjaajilla ei saisi aktiivisen lentouran aikana (ikävuodet noin 20-37 vuotta) laskea valintavaiheen tasosta. Aktiivisen lentouran aikana PAK-lihaskuntotesteissä tulisi siis saavuttaa mieluiten erinomainen taso lihaskuntoindeksillä mitattuna ja erityistesteissä kaulavoimien osalta >23 kilogrammaa sekä selkävoimissa >94 kilogramman tasot. Kestävyystestissä tulisi saavuttaa vähintään 4,2 W/kg aerobisen tehon tai 55 ml/kg/min maksimaalisen hapenottokyvyn taso. Kansainvälisessä kirjallisuudessa on yksityiskohtaisesti ohjeistettu fyysisissä testeissä hylätyn henkilön kuntoutus, uusintatestaus, kuntouttava henkilöstö, kuntoutusaika ja mahdollinen sotilaslääketieteellinen konsultaatio sekä henkilöstöpoliittiset toimenpiteet (RAF 2002, Section 4; AFI 36-2905 2010, Attachment 19, 103), joista olisi syytä ottaa vaikutteita suomalaisten lentäjienkin testaustoimintaan, harjoittelupalautteen antoon ja fyysisen kunnan seurantaan.

Niska- ja vartalolihasvoimia, agonisti-antagonistilihasten voimatasapainoa sekä hyppelykoordinaatiota voisi olla tarpeellista tarkastella vuosittain joko vuosi- tai puolivuotistarkastuksen yhteydessä. Lentäjän erityistestauksen kehittämissuosituksena tulisi olla kestävyyttä mittaavan polkupyöräergometritestin ohella vähintään kaularangan lihaksiston ja vartalolihasiston isometrisen maksimivoimatason ja lihastasapainon mittaus sekä anaerobinen hyppelytesti. Isometrisen maksimivoiman mittauksen ohella voisi toteuttaa kaularangan ja lannerangan staattisia pitotestejä selin- ja päinmakuulla. Ilmailulääketieteen keskus on tätä jo alustavasti selvittänyt (Honkanen ym. 2010; vrt. myös Hannola 2005). Lihastasapainon mittaukset yhdessä fyysisen suorituskyvyn mittausten kanssa voisivat antaa nykyistä syvempää näkemystä lentäjän toimintakyvyn riittävään tasoon.

Ilmailulääketieteen keskus voisi toimia testaus- ja palautepaikkana sotilaslentäjien vuositarkastusten yhteydessä, mutta tämä edellyttäisi testaukseen, -välineiden ja -henkilöstön sekä toimintaan tarvittavan päivittämisen ajankäytön kehittämistä. Lentoyksiköitten rooli lentävän henkilöstön erityistesteissä ja erityisesti testipalautteen annossa voisikin olla nykyistä merkittävämpi. Puolivuotistarkastukset tehdään jo nyt Ilmavoimien joukko-osastoissa, joissa testitilat ovat jo olemassa tai ne



voidaan tarpeellisin osin täydentää, ajankäyttö on joustavaa ja joissa on jo käytettävissä liikuntahenkilöstöä. Optimitilanteessa liikunta-ammattilaiset voisivat tarjota harjoitusohjelmia ja testausta niin usein kuin siihen on tarvetta.

Lentäjien fyysiseen kuntoon ja toimintakykyyn liittyvän tiedon käyttöä tulisi tehostaa. Suosituksena lentäjien toimintakykyyn liittyvän tiedon tallentamiseen ja seurantaan olisi kattavan tietojärjestelmän luominen, jolloin se palvelisi sekä yksilöä että ennen kaikkea ilmataistelutehtävien operatiivista suunnittelua, ja jonne tarkastustoimintaa toteuttavat tallentavat ohjatusti kerättyä dataa. Lentävän henkilöstön terveyden ja toimintakyvyn tilannekuvan luomiseen vaadittavat elementit tulisi selvittää sekä operatiivisen johdon odotusten tasolta että lääkintähuollon ja liikunta-alan tarjoamien mittausten perusteella. Tietotekniikan sovellukset ovat kuitenkin liian usein, kuten tämänkin tutkimuksen taustadatan keruussa huomattiin, sirpaleisia, keskeneräisiä ja puutteellisia, jopa teknisesti toimimattomia kokonaistavoitteen kannalta (Nykänen 2003; myös Valtiontalouden tarkastusvirasto 2011, 125), eikä tässäkään tutkimuksessa suositella varauksettomasti uuden järjestelmän kritiikitöntä käyttöönottoa. Myös Puolustusvoimien henkilökorttiin liittyvän mikrosirun käytettävyyttä henkilökohtaisen seurannan välineenä voisi tarkastella.

### ***8.1.2 Koulutus fyysisen suorituskyvyn olennaisena kehittäjänä ja työperäisten TULE-oireiden ennaltaehkäisijänä***

Sotilaspedagogisen tutkimuksen yksi tehtävistä on osoittaa sotilaskoulutuksessa esiintyviä ongelmia ja esittää niihin korjaavia ratkaisuja sotilaan toimintakyvyn ylläpitämiseksi ja humanin hyvinvoinnin edistämiseksi (vrt. Schnack 2003). Koulutuksen kehittäminen on näin ollen avainasemassa lentäjienkin toimintakyvyn kysymyksissä.

Ensiksi, suomalaisten sotilaslentäjien fyysisen kasvatuksen tulisi rakentua ammattimaisen valmennuksen perustalle rekrytointivaiheesta lähtien. Ennen kuin tiedämme varmasti, kuinka suuret suorituskyvyn tasot olennaisesti suojaisivat kuormittumisen aiheuttamilta lentotoimintaperäisiltä oireilta, onkin suosituksena, että tavoitteellista valmentautumista päästäisiin edes kokeilemaan sotilaslentäjän koulutuksessa. Vasta useamman (5-7) fyysiseltä suorituskyvyltään nykyistä merkittävästi paremman kohortin lentokoulutushistorian ja oireinsidenssin uudelleenanalysoinnin jälkeen voitaisiin saavuttaa näyttöä siitä, suojaisiko esimerkiksi hyvin korkea, urheilijatasoinen kuntotaso erityisominaisuuksissa lentotoimintaperäisiltä oireilta. Yksittäinen lentäjä ei saisi muodostaa oman fyysisen suorituskykynsä tason johdosta

operatiivista suorituskyyä rajoittavaa tekijää Ilmavoimien taistelujärjestelmässä (Ahola 1999). Ammattimaisen valmennuksen suunnittelun kannalta olisi myös täysin olennaista tietää, mihin koulutuksella tähdätään ja millainen on nykyaikaisen ilmataistelun kuva fyysisen suorituskyyyn kannalta. Moniammatillinen yhteistyö sotilaslentäjän fyysisen toimintakyyyn ylläpitämiseksi liikunta-alan, ilmailulääketieteen, lentoturvallisuusalan ja lentokoulutusalan kesken tulisi olla luonnollinen tapa rakentaa nykyistä huomattavasti tehokkaampi fyysisen kasvatuksen kulttuuri Ilmavoimiin. Ilmavoimien lentokoulutusta suunnittelevilta edellytetään myös aktiivista ja myönteistä asennoitumista sekä käytännön johtamistoimia fyysisen kasvatuksen merkityksen vakiinnuttamiseksi lentokoulutusohjelmissa ja toiminnan toteuttamiseksi lentoyksiköissä. Harjoittelun toteuttaminen tulisi sisällyttää ”Lentopalveluksen pysyväiskäsky”- eli LPK-materiaaliin olennaisena osana lentopalvelusta. Ehdoton edellytys ammattimaisen valmentautumisen toteutumiselle on Ilmavoimien johdon antama selkeä viesti lentäjien fyysisen suorituskyyyn tarpeellisuudesta sotilaslentäjän toimintakyyyn ylläpitämisessä.

Toinen suositus koskee lentäjien fyysisen kasvatuksen aikautusta, sisältöjä ja opetusresursseja. Lentävän henkilöstön liikunnan eriyttäminen tulisi aloittaa heti varusmieskurssin alusta, ja jatkua Maanpuolustuskorkeakoulun kadettikurssin aikana siten, että harjoittelu säilyy keskeytyksettömänä aktiivisen lentouran loppuun asti itse lentoyksiköissä. Olennaisin vaihe on VN-koulutusaika, joka tapahtuu Tikkakoskella, mutta väheksyä ei suinkaan tule kadettikurssivaihetta, jossa ohjaajalinjan kadetit opiskelevat Maanpuolustuskorkeakoululla, Ilmasotakoulussa ja lopuksi Lentosotakoulussa. Työkuormien edellyttämä fyysisen suorituskyyyn kasvattaminen olisi määrätietoisesti toteutettava jo ennen G-kuormitusta sisältävän lentopalveluksen alkua eli kolmen ja puolen vuoden aikana varusmieskurssin aloittamisesta. Varusmieskurssin alusta lähtien tulisi luoda sellainen koulutuskulttuuri, jossa lentäjän tarvitsemia fyysisen suorituskyyyn osa-alueita kehitetään tasapainoisesti kolmesta viiteen harjoituskertaa viikossa vähintään tunnin kerrallaan. Ilmavoimien tulisi mieluiten taata päivittäinen harjoittelumahdollisuus virka-aikana. Lentämisen ja liikunnan kokonaiskuormitusta tulisi säädellä siten, että ne tukevat toisiaan niin kunnan kehittämisessä kuin palautumisessakin.

Harjoitteiden tulisi tukea ammatissa kuormittuvien ja oireilevien lihasryhmien sekä ennen kaikkea peruskestävyyden kehittämistä. Lentäjiä olisi rohkaistava erityisesti telinevoimistelun, alppihiihdon, pyöräilyn ja jääkiekon tyyppisiin voimakestävyyttä ja taito-teho-ominaisuuksia kehittäviin liikuntamuotoihin sekä monipuoliseen voimaharjoitteluun, asentoa ylläpitäviä syviä, tukirankaa tukevia, lihaksia aktivoiden. Tämä

tulisi toteuttaa unohtamatta kohtuullista kestävyysharjoittelua, joka edesauttaisi ammatillisen suorituskyvyn ylläpitämistä ja nopeuttaisi lentotehtävistä palautumista. Olennaista yleisten kestävyys- ja voimaominaisuuksien harjoittamisen ohella on myös tietoisuuden lisääminen työperäisistä TULE-riskeistä. Fyysisessä kasvatuksessa olisi korostettava nykyistä huomattavasti pontevammin myös perinteisiä pedagogisia tekijöitä (oppimisilmapiiri, motivaatio, elämyksellisyys) tavoitteellisen fysiologisen valmentautumisen tukena. Tässä yhteydessä on perusteltua pohtia myös Ilmavoimien fyysisen kasvatuksen henkilöstöresursseja. Henkilöstökustannukset suhteessa valmiusohjaajan kouluttamisesta aiheutuneisiin kustannuksiin ovat minimaaliset: valmiusohjaajan yhden päivän keskimääräinen koulutuskustannus vastaa yhden liikunta-ammattilaisen kuukauden palkkaa. Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakasvatus tulisi olla Ilmavoimien koulutusalan (liikuntasektori) ammattilaisten hallinnassa. Sotilaslentäjien fyysisen harjoittelun suunnittelua, johtamista ja seuranta tulisi vahventaa Ilmavoimien Esikunnasta. Ilmavoimien keskeiseen sotilaskoulutukseen tulisi kohdentaa lisää liikunnan asiantuntijoita. Harjoittelua ohjaamassa pitäisi olla myös lentoyksikön tasalla liikunnan asiantuntija jokaisessa hävittäjälentolaivueessa, yhteistyössä lentotoiminnan kuormittavuuteen perehtyneen fysioterapeutin kanssa. Fyysiseen toimintakykyyn erikoistavien opintojen statusta tulisi korostaa myös lentokadettien opintovaihtoehtona, jotta alaan perehtyneitä ammattisotilaita saataisiin tulevaisuudessa Ilmavoimien erilaisiin johtotehtäviin.

Kolmas suositus käsittää Ilmavoimien liikuntapaikkojen ja harjoittelutilojen ylläpitämiseen liittyviä tekijöitä. Jokaiseen kouluttavaan sotilaslaitokseen ja lentoyksikköön (sekä Ilmailulääketieteen keskuksen) tulisi varustaa verryttelyyn, (voima)harjoitteluun ja palautumiseen tarkoitettu erityistila, joka olisi sotilaslentäjien välittömässä läheisyydessä lentoyksikön toimitiloissa. Lisäksi laivueen läheisyydessä toimivista liikunnan palvelukeskuksista tulisi etsiä lentäjän harjoittelua tukevia toimintoja, joiden käytettävyys olisi mahdollisimman vaivatonta. Näinhän on jo useissa yksiköissä toimittukin, muun muassa jääpelivuorojen ja kuntosalien suhteen. Virka-aikana toteutettavaa harjoittelua ei kuitenkaan pitäisi lähteä hakemaan virkapaikkaa kauempaa.

Neljäs suositus koskettaa lentäjien kuntovalmennustoiminnan rahoitusta. Ammattimainen valmentautuminen vaatii realistisen budjetoinnin. Rahoituskehys tulisi laatia sinne, missä koulutusrakenteellisesti on järkevin ja toimivin vastuualue hallinnoida sotilaslentäjän fyysisen kasvatuksen puitteita.

Viidenneksi suositellaan, että Ilmavoimat liittäisi rekrytointimateriaaleihin nykyistä selvästi yksityiskohtaisempaa tietoa ja ohjeita lentäjän työn kuormittavuudesta, ammatin TULE-riskeistä ja ennaltaehkäisevästä harjoittelusta nykyaikaisen median keinoja hyödyntäen (vrt. Jokinen 2005). Tähän tavoitteeseen liittyy osittain myös lentäjien fyysiseen kasvatukseen liittyvän oppimateriaalin nykyistä tehokkaampi käyttö sekä pitkän aikavälin tavoitteena kokonaisvaltainen materiaalien uudistaminen. Oppimateriaaleihin tulisi sisällyttää tuorein kognitiivinen tietämys ilmailun erityiskysymyksistä, täydennettynä fyysisen harjoittelun ja työperäisiä TULE-oireita ennalta ehkäisevän sekä oireita hoitavan kuntoutuksen menetelmistä (vrt. Rintala ym. 1998, Ilmavoimat 2005, Kokkonen 2009).

Sotilaslentäjien fyysinen kasvatus nivoutuu monin osin ilmailufysiologian alaan (PAK I 3:13 2000, Ilmavoimien esikunta 2008, Ilmavoimien lääkintähuollon toimintasuunnitelma 2009-2013 2009, 18). Täten kuudentena suosituksena esitetään ilmailufysiologian ja lentäjien fyysisen kasvatuksen kytkemistä sopivin osin sellaiseksi kokonaisuudeksi, jossa voidaan rakentaa toimivaa yhteistyötä liikunta-alan ja sotilasilmailulääketieteen kesken. Ilmailufysiologian oppisisältöjä voisi kehittää myös kaikille ilmailuammatteihin opiskeleville henkilöille soveltuvaksi kurssiksi, jota toteutettaisiin Maanpuolustuskorkeakoulun, Ilmasotakoulun ja Ilmailulääketieteen keskuksen yhteistyönä. Alan asiantuntijuutta, oppimista ja opettajuutta tukisi esimerkiksi Yhdysvalloissa järjestettävä muutamia viikkoja kestävä kansainvälinen lyhytkurssi, jossa koulutetaan sotilasilmailufysiologeja kansainvälisiin tarpeisiin (Brooks AFB 2003). Vastaaville kursseille tulisi lähettää myös suomalaisia opiskelijoita.

### **8.1.3 Muita tekijöitä**

Työperäistä TULE-oireilua voitaisiin pyrkiä hallitsemaan kattavalla lentäjän kuormittuneisuuden reaaliaikaisella tallentamisella, niin fysiologisten kuin fysikaalisten tekijöitten perusteella. Suosituksena on henkilökohtaisten kuormittumista mittaavien järjestelmien kehittäminen ja lentäjän kuormittuneisuus- sekä palautumisasteen jatkuva arviointi. Työterveyslaitoksen arkikäytössä olevia non-invasiivisia menetelmiä (endokrinologia ja sykevaste/variaatio; vrt. Työterveyslaitos 2009) voisi olla tarvittaessa hyödyllistä kokeilla. Endokrinologian suunnassa on jo vuosia sitten tehty väitöskirjatasoista tutkimusta lentäjien hormonaalisista kuormitusvasteista (mm. Leino 1999), mutta arkipäivän käytännön sovelluksia ei ole ollut toistaiseksi käytössä. Yksittäisen lentäjän ja tietyn lentokoulutusjakson G-eli kiihtyvyySKUORMITUKSEN mallintamiseen tulisi käyttää yksityiskohtaisempaa ja reaaliaikaisempaa seurantavälineistöä sekä suihkuharjoituskone- että hävittäjälentokoulutusohjelmissa. Lennon-

seurantajärjestelmät mahdollistavat jo nykyisin koneyksilö- ja lentäjäkohtaisen kuormittumisindeksin (FI eli Fatigue Index) keruun hävittäjä- ja suihkuharjoituskonekalustolla, joten FI:n tarjoamaa informaatiota lentäjän fyysisen kuormittumisen seurannassa tulisi tarkastella syvällisemmin.

Eettisesti kestävä ja nopea tapa tukea työperäisistä TULE-oireista kärsivää lentäjää voisi olla myös neuvotella ja hankkia jokaiselle sotilaslentäjälle nopealla aikataululla urheilujärjestöjen tapaan sellainen erityisvakuutus, joka kattaisi ennaltaehkäisevään harjoitteluun liittyviä tai työperäisistä oireista aiheutuneita hoito- ja kuntoutuskustannuksia, vaikka ammattitautikriteerit eivät täytyisikään. Tällainen työhyvinvointia ja yksittäisen sotilaan toimintakykyisyyttä välillisesti tukeva ratkaisu toisi myös työnantajalle valmistelu-aikaa kuormittumisen hallintaan tähtäävien toimien suunnittelussa. Toimenpide olisi myös hyvän työnantajan imagoa vahvistava ja luottamusta herättävä signaali sotilaslentäjäpopulaatiolle.

TULE-alttiutta voisi yrittää hallita myös teknisin innovaatioin, vaikka ongelmat ovat suuria ja usein materiaalilähtöisiä. G-housuvalmistajan kanssa voitaisiin kehittää sellaista housumallia, jossa olisi lanneselän alueella samantyyppinen ja yksinkertainen ilmatasku kuin itse raajojen osallakin, jolloin lannelordoosin normaalia kaartaa ja rankaa ympäröivien lihasten työtä tuettaisiin automaattisesti G-kuormituksen aikana. Lentäjän kaularangan alueelle voisi olla mahdollista kehittää sellaista suojakaulusta, joka toimii aktiivisesti kuormituksen mukaan tukien lentäjän niskaa automaattisesti suuren kuormituksen aikana sallien kuitenkin normaalit liikeradat. Viitteitä ja kehittämisajatuksia voisi kysellä esimerkiksi Formula 1- ja ralli-kilpa-autoilumaailmasta. Istuma-asentoa on jo nykyisin mahdollista yrittää parantaa henkilökohtaisella lannetuella (Sovelius ym. 2008b), jonka kokeilua voisi laajentaa HW-kalustosta muuallekin Ilmavoimiin jatkokehittelyin. Myös heittoistuimen ergonomiaa voisi yrittää parantaa, saatavilla on varsin moniin sotilaskoneisiin ilmailumääräykset täyttäviä korjaussarjoja (vrt. esim. Oregon Aero 2009), joiden sovittamista Suomen ilmavoimien eri konetyypeihin voisi kokeilla. Kypärän paino on jo pitkään tunnettu ongelma, joka koskettaa erityisesti HW:n vanhaa Alpha-varustusta. Mahdollisimman kevyt ja nykyaikainen kypärä sekä nykyistä uudenaikaisempi pelastusliivi- ja G-suojaus kaikkiin suihkuharjoituskoneisiin olisivat olennainen osa varusteiden kautta syntyvää kuormituksen hallintaa.

## 8.2 Jatkotutkimusehdotuksia

Lentäjien fyysisen erityisharjoittelun menetelmiä tulisi monipuolisesti vertailla. Kansainvälinen vertailu tutkimusyhteistyönä voisi olla rakentavaa, esimerkiksi Ruotsin ilmavoimien kanssa. Fyysiseen valmentautumiseen liitettävän lihastasapaino- ja liikkuvuusharjoittelun merkitystä pitäisi kokeilla ennaltaehkäisevän harjoittelun interventiotutkimuksissa, mieluiten satunnaistetuilla verrokkiasetelmilla. Perinnöllisten tekijöitten ja kehon rakenteellisen joustavuuden merkitystä kannattaisi myös tarkastella. Tässä tutkimuksessa käytetylle TULE-esiintyvyyssaineistolle voitaisiin retrospektiivisesti rakentaa näin uusia muuttujia, joiden merkitystä voitaisiin ajaa uudelleen tilastollisiin monimuuttujamalleihin ja arvioida esimerkiksi perimän, liikkuvuuden ja sidekudostyyppin yhteyttä työperäiseen oireiluun.

Nykyaikaisia kuormittuneisuuden ja palautuneisuuden astetta mittaavien menetelmien käyttöä tulisi kokeilla lentopalveluksen yhteydessä esimerkiksi tietyn lentokoulutusjakson sisällä, jotta opittaisiin tuntemaan paremmin jaksojen todellista kuormittavuutta. Vasta tämän perusteella pystyttäisiin arvioimaan niin fyysisen valmennuksen kuin lentokoulutuksen etenemisen järkevää suhdetta. G-vaihtelun merkitystä tulisi selvittää kumulatiivisten vaikutusten ohella. Lentäjän varusteisiin tulisi liittää esimerkiksi tukirangan eri osien G-vaihtelua mittaavia, jatkuvasti tallentavia järjestelmiä. Kaikkien lentokoulutusjaksojen yksittäisten lentojen G-kuormituksen aiheuttamaa lihasaktiivisuutta ja G-vaihtelua tulisi mallintaa, jotta tiedettäisiin varmasti fyysisen valmennuksen suunnittelun kannalta, kuinka suuriin kuormiin niin yksittäisissä kuormituspiikeissä kuin kumulatiivisestikin lentäjä altistuu.

Tutkimuksen tulokset nostavat kriittisen kysymyksen: eikö olisi järkevämpää tuottaa hitaammin, mutta hallitummin, terveitä ja toimintakykyisiä ohjaajia sodan ajan operatiivisiin tarpeisiin, kuin yrittää tuottaa joukkoa mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti, jolloin seurauksena on ilmiselvästi sotilaan ylikuormittuminen ja siten uhkaava toimintakyvyn heikkeneminen? Sen sijaan, että pyrittäneen mahdollisimman nopeaan valmiusohjaajatuotantoon (vrt. Puolustusministeriö 2009, 6), olisiko lentokoulutuksen hidastamisella kuitenkin vältettävissä ne kuormituspiikit, jotka näyttävät aiheuttavan ongelmia ja tuottavan jopa ”terveyshävikkinä” lisää haittaa? Voitaisiko varsinaiseen lentokoulutukseen kuulumattomien muiden opintojen huolellisella suunnittelulla nopeuttaa palautumista lentokoulutuksen ja oppimisen kärsimättä? Työ vaatisi Ilmavoimien lentokoulutusalan, Ilmasotakoulun, Lentosotakoulun ja Maanpuolustuskorkeakoulun tiivistä yhteistyötä ja ennakkoluulotonta moniammatillista, sotilaspedagogista lähestymistä.

Näihin kysymyksiin vastaaminen nostaisi todennäköisesti myös fyysisen kasvatuksen arvostusta Ilmavoimien operatiivisen suorituskyvyn ylläpitäjänä ja edesauttaisi sotilaspedagogiikan tavoitteiden toteutumista hyvän ja vastuuntuntoisen työnantajan imagoa rakentaen. Kaikki tämä kohentaisi eettisesti kestävän ja työntekijöistään huolta pitävän työnantajakuvan muodostumista sekä tukisi aidosti ja olennaisesti Ilmavoimien pyrkimystä kaikilla aloillaan toteuttaa tinkimätöntä laatuajattelua.

## LÄHTEET

ACSM (2000) Section II: Exercise testing. Cardiorespiratory fitness s.68-74, Muscular endurance s.83-85 ja Exercise protocols s. 97-99. In: ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (senior ed. Franklin B.) Lippincott Williams & Wilkins, 6<sup>th</sup> edition, Philadelphia, USA.

AFI 36-2905 (2010) Air Force Guidance Memorandum, Fitness Program. Headquarters United States Air Force/A1, 20<sup>th</sup> December, USA.

AGARDOGRAPH N:o 322 (1991) High G Physiological protection training. Advisory Group for Aerospace Research & Development (AGARD)-raportti, Neilly sur Seine, France.

Aghina J. (1985) Systematic examination of the spine for selection of F-16 pilots. Review-teoksessa AGARD conference proceedings No.396, NATO.

AG 4968 (2010) Päätös ilmailufysiologin virkapaikan siirrosta Ilmavoimien Esikunnasta Ilmailulääketieteen keskukseseen. Sotilaslääketieteen Keskuksen asiakirja 10.3.2010, Lahti.

Aho J., Hämäläinen O., Vanharanta O. (1990) Niskakivut suomalaisilla sotilaslentäjillä. Sotilaslääketieteellinen aikakauslehti, ilmailulääketieteen erikoisnumero 1990; 65:74-79.

Ahola M. (1996) Ilmavoimien komentajan saatesanat takakannessa. Teoksessa Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas, Kanninen P., Kuronen P., Rintala H., Eloranta V., Myllyniemi J., Santala E., Paalimäki H. (toim). Gummerus, Jyväskylä.

Ahtee L. (2003) Nikotiini. Teoksessa Päihdelääketiede, Salaspuro M., Kiiänmaa K., Seppä K. (toim). Duodecim, 132-140, Helsinki.

Airaksinen O., Lindgren K. (2005) Selkäkipu. Teoksessa TULES:Tuki- ja liikuntaelinsairaudet, Lindgren K. (toim). Duodecim, Gummerus, Jyväskylä.

Ahtiainen J., Häkkinen K. (2004) Maksimivoima. Teoksessa Kuntotestauksen käsikirja, Keskinen K., Häkkinen K., Kallinen M. (toim). Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro 156, Tammer-Paino, Tampere.

Akinbo SR., Odebiyi DO., Osasan AA. (2008) Characteristics of back pain among commercial drivers and motorcyclists in Lagos, Nigeria. West Afr J Med 27:87-91.



Alaranta H., Hurri H., Heliövaara M., Soukka A., Harju R. (1994) Non-dynamometric trunk performance tests: reliability and normative data. *Scand J Rehab Med* 26:211-215.

Albano JJ., Stanford JB. (1998) Prevention of minor neck injuries in F-16 pilots. *Aviat Space Environ Med* 69:1193-9.

Alperovitch-Najenson D., Santo Y., Masharawi Y., Katch-Leurer M., Ushvaev D., Kalichman L. (2010) Low back pain among professional bus drivers: Ergonomic and occupational-psychosocial risk factors. *IMAJ* 12:26-31.

Alricsson M., Harms-Ringdahl K, Larsson B., Linder J., Werner S. (2004) Neck muscle strength and endurance in fighter pilots: Effects of a supervised training program. *Aviat Space Environ Med* 75:23-28.

Altarac M., Gardner JW., Popovich RM., Potter R., Knapik JJ., Jones BH. (2000) Cigarette smoking and exercise-related injuries among young men and women. *Am J Prev Med* 18 (3 Suppl):96-102.

Andersen H. (1988) Neck injury sustained during exposure to high-G forces in the F16B. *Aviat Space Environ Med* 59:356-358.

Andersen LL., Christensen KB., Holtermann A., Poulsen OM., Sjøgaard G., Pedersen MT., Hansen EA. (2010) Effect of physical exercise interventions on musculoskeletal pain in all body regions among office workers: a one-year randomized controlled trial. *Man Ther* 15:100-4.

Anderson AD. (2007) The Air Force's transformation to an expeditionary culture. US Army War College strategy research project report 30 Mar 2007, s 5: "Leadership by example is a strong motivator for cultural change". Esikuntapäällikkö, kenraali Jumper näyttää esimerkkiä lentävän henkilöstön liikunnan välttämättömyydestä. Carlisle Barracks, Pennsylvania 17013, USA.

Andersson H., Ejlertsson G., Leden I. (1998) Widespread musculoskeletal chronic pain associated with smoking. An epidemiological study in a general rural population. *Scand J Rehabil Med* 30:185-91.

Aromaa A., Heliövaara M., Impivaara O., Knekt P., Maatela J., Joukamaa M., Klaukka K., Lehtinen V., Melkas T., Mälkiä E., Nyman K., Paunio I., Reunanen A., Sievers K., Kalimo E., Kallio V. (1989) Terveys, toimintakyky ja hoidontarve Suomessa. Mini-Suomi-terveystutkimuksen perustulokset. Kansaneläkelaitoksen sosiaaliturvan tutkimuslaitos, Helsinki ja Turku.

Aromaa A., Koskinen S. (toim) (2000) Terveys ja toimintakyky Suomessa. Terveys 2000-tutkimuksen perustulokset. Kansanterveyslaitos, Helsinki.

Backman J., Häkkinen K., Ylinen J., Häkkinen A., Kyröläinen H. (2005) Neuromuscular performance characteristics of open-wheel and rally drivers. *J Strength Cond Res* 19:777-784.

BAe Systems (2004) Hawk mk51/51A operational loads measurement programs HW-348 & HW-319. Final report. BAE-BSS-RP-HWK-STR-0543. Brough, East Yorkshire, HU15 1EQ. Patria Aviation.

Bain B., Jacobs I., Buick F. (1997) Respiratory muscle fatigue during simulated air combat maneuvering (SACM). *Aviat Space Environ Med* 68:118-25.

Balldin U. (1984) Physical training and +Gz-tolerance. *Aviat Space Environ Med* 55: 991-2.

Balldin U., Myhre K., Tesch P., Wilhelmsen U, Anderson H. (1985) Isometric abdominal muscle training and G-tolerance. *Aviat Space Environ Med* 56:120-124.

Balldin UI., Kuronen P., Rusko H., Svensson E. (1994) Perceived exertion during submaximal G exposures before and after physical training. *Aviat Space Environ Med* 65:199-203.

Balldin UI., Werchan PM., French J., Self B. (2003) Endurance and performance during multiple intense high +Gz exposures with effective anti-G protection. *Aviat Space Environ Med* 74:303-8.

Balldin UI., O'Connor RB., Isdahl WM., Werchan PM. (2005) Pressure breathing without a counter-pressure vest does not impair acceleration tolerance up to 9 G. *Aviat Space Environ Med* 76:456-62.

Balldin U., Annicelli L, Gibbons L., Kisner J. (2008) An electrical muscle stimulation suit for increasing blood pressure. *Aviat Space Environ Med* 79:914-8.

Bateman WA, Jacobs I., Buick F. (2006) Physical conditioning to enhance +Gz tolerance: issues and current understanding. *Aviat Space Environ Med* 77:573-80.

Battié M., Bigos S., Fisher L., Hansson T., Nachemson A., Spengler D., Wortley M., Zeh J. (1989) *Spine* 14:141-147.

Battié M., Videman T., Gibbons L., Manninen H., Gill K., Pope M., Kaprio J. (2002) Occupational driving and lumbar disc degeneration: a case-control study. *Lancet* 360:1369-1374.

Biesemans I., Ingels M., Vandenbosch P. (1990) A survey of cervical pain in pilots of a Belgian F-16 Air defence Wing. Neck injury in advanced military aircraft environments. Review-teoksessa AGARD conference proceedings No.471, NATO.

Blangsted AK., Sögaard K., Hansen EA., Hannerz H., Sjøgaard G. (2008) One-year randomized controlled trial with different physical-activity programs to reduce musculoskeletal symptoms in the neck and shoulders among office workers. *Scand J Work Environ Health* 34:55-65.

Bongers PM., Hulshof CT., Dijkstra L., Boshuizen HC., Groenhout HJ, Valken E. (1990) Back pain and exposure to whole body vibration in helicopter pilots. *Ergonomics* 33:1007-1026.

Brage S., Bjerkedal T. (1996) Musculoskeletal pain and smoking in Norway. *J Epidemiol Community Health* 50:166-9.

Bridger RS., Groom MR., Jones H., Pethydrige RJ., Pullinger N. (2002) Task and postural factors are related to back pain in helicopter pilots. *Aviat Space Environ Med* 73:805-811.

Brooks AFB (2003) US Air Force Aerospace Physiologist Course descriptions. United States Air Force School of Aerospace Medicine. Maaailmanlaajuinen tietoverkko, [wwwsam.brooks.af.mil/web/fp/apumain.htm](http://wwwsam.brooks.af.mil/web/fp/apumain.htm) 28.10.2003.

Buckle P., Devereux J. (1999) Work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. Report of European Agency for Safety and Health at work. Bilbao, Spain.

Burnett AF., Naumann FL., Burton EJ. (2004) Flight-training effect on the cervical muscle isometric strength of trainee pilots. *Aviat Space Environ Med* 75:611-5.

Burnett AF., Naumann FL., Price RS., Sanders RH. (2005) A comparison of training methods to increase neck muscle strength. *Work* 25:205-210.

Burns JW., Ivan DJ., Stern CH., Patterson JC., Johnson PC., Drew WE., Yates JT. (2001) Protection to +12 Gz. *Aviat Space Environ Med* 72:413-21.

Burton A. (1983) Back pain in Grand Prix drivers. *Br J Sports Med* 17:150-151.

Burton RR., Whinnery JE., Forster EM. (1987) Anaerobic energetics of the simulated aerial combat maneuver (SACM). *Aviat Space Environ Med* 58:761-7.

Burton RR. ja Whinnery JE. (1996) Kiihtyvyysoimien keski- ja maksimi-arvot kaartotaisteluluennoilla. Teoksessa DeHart RL (toim) *Fundamentals of Aerospace Medicine*. 2. uudistettu laitos. Lea & Febiger, Philadelphia, USA.

Canadian Forces (2011) Pilot:overview. Chapter Working Environment. Kanadan asevoimien rekrytointimateriaali. Maailmanlaajuinen tietoverkko [www.forces.ca/en/job/pilot-32](http://www.forces.ca/en/job/pilot-32) 8.6.2011.

Carrol C., Rick J., Pilgrim H., Cameron J., Hillage J. (2010) Workplace involvement improves return to work rates among employees with back pain on long-term sick leave: a systematic review of the effectiveness and cost-effectiveness of interventions. *Disabil Rehabil* 32:607-621.

Ceccarelli R. (2010) Formula One Drivers Fitness. Maailmanlaajuinen tietoverkko [www.f1complete.com/features/driver-features/2672-formula-one-drivers-fitness](http://www.f1complete.com/features/driver-features/2672-formula-one-drivers-fitness) 1.6.2010.

Chaffin D., Anderson G., Martin B. (1999) *Occupational Biomechanics*. 3<sup>rd</sup> edition. John Wiley & Sons Inc, USA.

Chen JC., Chang WR., Chang W., Christiani D. (2005) Occupational factors associated with low back pain in urban taxi drivers. *Occup Med (Lond)* 55:535-540.

Coackwell M., Bloswick D., Moser J. (2004) High-risk head and neck movements at high G and interventions to reduce associated neck injury. *Aviat Space Environ Med* 75:68-80.

Collins SL., Moore RA., McQuay HJ. (1997) The visual analog pain intensity scale: what is moderate pain in millimetres? *Pain* 72:95-97.

Cox MH., Miles DS., Verde TJ., Rhodes EC. (1995) Applied physiology of Ice hockey. *Sports Medicine* 19:326-331.

Crouter SE., Albright C., Basset JR. (2004) Accuracy of Polar S410 Heart Rate Monitor to estimate energy cost of exercise. *Med Sci Sports Exerc* 36:1433-1439.

Cunningham LK., Docherty S., Tyler AW., (2010) Prevalence of rotary wing aviation pilots. *Aviat Space Environ Med* 81:774-778.

DeHart RL. (Toim.) (1985) Preface. *Teoksessa Fundamentals of Aerospace Medicine*. Lea & Febiger, Philadelphia, USA.

De Loose V., Van den Oord M., Burnotte F., Van Tiggelen D., Stevens V., Cagnie B., Witvrouw E., Danneels L. (2008) Individual, work- and flight related issues in F-16 pilots reporting neck pain. *Aviat Space Environ Med* 79:779-83.

Dixon J., Bird H. (1981) Reproducibility along a 10-cm vertical visual analog scale. *Annals of Rheumatic Disease* 40:87-9.

Drew WE Sr. (2000) Spinal symptoms on aviators and their relationship to G-exposure and aircraft seating angle. *Aviat Space Environ Med* 71:22-30.

Duggil L., Brettle A., Hulme C., McCluskey S., Long AF. (2008) Workplace physical activity interventions: a systematic review. *Int J Workplace Health Management* 1:20-40.

Dyrstadt SM., Aanstad A., Hallén J. (2005) Aerobic fitness in young Norwegian men: a comparison between 1980 and 2002. *Scan Med Sci Sports* 15:298-303.

Eiken O., Kölegård R., Lindborg B., Aldman M, Karlmar KE., Linder J. (2002) A new hydrostatic anti-G suit vs. pneumatic anti-G system: preliminary comparison. *Aviat Space Environ Med* 73:703-8.

Eiken O., Kölegård R., Bergsten E., Grönkvist M. (2007) G protection: interaction of straining maneuvers and positive pressure breathing. *Aviat Space Environ Med* 78:392-8.

Eklöf L. (2011) Regler för Försvarsmaktens Fysiska Standard 2008-09-09. Högkvarteret. Försvarsmaktens Idrott och Friskvårdsenhet, Stockholm, Sverige.

Elinkeinoelämän keskusliitto (2009) Sairauspoissaolojen hallinta. Työkykyä ja hyvinvointia. Elinkeinoelämän keskusliitto, Helsinki.

Ernst E. (1993) Smoking a cause of back trouble? *Br J Rheumatol* 32:239-42.

Eskola T. (2006) Ilmavoimien ohjaajakurssille valittujen fyysisen suorituskyvyn lähtötaso ja sen muutokset vuodesta 1997 vuoteen 2004. Sotilaspedagogiikan Pro gradu-tutkimus,. Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki.

Felson DT., Anderson JJ., Naimark A., Hannan MT., Kannel WB., Meenan RF (1989) Does smoking protect against osteoarthritis? *Arthritis Rheum* 32:166-72.

Flygvapnet (1999) Stridspilotens fysiska testning i Flygmedicincentret (FMC). Flygvapnet, Stockholm, Sverige.

Fogelholm M., Malmberg J., Suni J., Santtila M., Kyröläinen H., Mäntysaari M. (2006) Waist circumference and BMI are independently associated with the variation of cardio-respiratory and neuromuscular fitness in young adult men. *Int J Obes* 30:962-3.

Fogelholm RR., Alho AV. (2001) Smoking and intervertebral disc degeneration. *Med Hypotheses* 56:537-9.

Forster EM., Whinnery JE. (1990) Dynamic cardiovascular response to +Gz stress in aerobically trained individuals. *Aviat Space Environ Med* 61:303-6.

Frilander H. (2011) Sotilaslentäjien vahvistetut ammattitaudit ja ammattitautiepäilyt viime vuosina. Työterveyslaitoksen asiasta vastaavan asiantuntijalääkärin haastattelu ja sähköpostikirjeenvaihto lokakuussa 2011.

Froom P., Barzilay J., Caine Y., Margaliot S., Forecast D., Gross M. (1986) Low back pain in pilots. *Aviat Space Environ Med* 57:694-5.

Froom P., Hanegbi R., Ribak J., Gross M. (1987) Low back pain in the AH-1 Cobra helicopter. *Aviat Space Environ Med* 58:315-318.

Frymoer JW., Pope MH., Clements JH., Wilder DG., MacPherson B., Ashikaga T. (1983) Risk factors in low back pain. *J Bone Joint Surg* 65:213-218.

Galanti M., Wickholm S., Gilljam H. (2001) Between harm and dangers. Oral snuff use, cigarette smoking and problem behaviours in a survey of Swedish male adolescents. *Eur J Public Health* 11:340-345.

Gibbons M., Limoges C., Nowotny H., Schwartzman S., Scott P., Trow M. (1994) *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. Sage Publications, London, UK.

Gillen M., Raymond D. (1990) Progressive cervical osteoarthritis in high performance aircraft pilots. Neck injury in advanced military environment. Review-teoksessa AGARD conference proceedings No.471, NATO.

Goldberg MS., Scott SC., Mayo NE. (2000) A review of the association between cigarette smoking and the development of nonspecific back pain and related outcomes. *Spine* 25:995-1014.

Goossens R., Snijders C., Fransen T. (2000) Biomechanical analysis of the dimensions of pilot seats in civil aircraft. *Applied Ergonomics* 31:9-14.

Gray, CH. (1997) *Postmodern war: the new politics of conflict*. Chapter 10: The cyborg soldier:Future/Present. The Guilford Press, New York, USA.

Green N.D.C, Brown L. (2004) Head positioning and neck muscle activation during air combat. *Aviat Space Environ Med* 75:676-680.

Guézennec CY., Louisy F., Portier H., Laude D., Chapuis B., Plésant J. (2001) Effects of aerobatics flight on oxygen consumption and heart rate control: influence on autonomic cardiovascular regulation during recovery. *Eur J Appl Physiol* 84:562-8.

Haavisto M-L., Oksama L. (1997) A task analysis of F/A-18 pilot in a radar attack mission. Tekninen raportti, Puolustusvoimien koulutuksen kehittämiskeskus. Puolustusvoimat, Tuusula.

Hallenbeck GA., Wood EH. (1946) Comparison of effects of positive G on subjects studied at both the Mayo and Air Technical Service Command centrifuges. *Fed Proc* 5 (1 Pt 2):40.

Hamberg-van Reenen H., Ariëns G., Blatter B., van der Beek A., Twisk J., van Mechelen W., Bongers P. (2006a) Is an imbalance between physical capacity and exposure to work-related physical factors associated with low-back, neck or shoulder pain? *Scand J Work Environ Health* 32:190-197.

Hamberg-van Reenen H., Ariëns G., Blatter B., van der Beek A., Twisk J., van Mechelen W., Bongers P. (2006b) Physical capacity in relation to low back, neck or shoulder pain in a working population. *Occup Environ Med* 63:371-377.

Hamberg-van Reenen H., Ariëns G., Blatter B., van der Beek A., van Mechelen W., Bongers P. (2007) A systematic review of relation between physical capacity and future low back and neck/shoulder pain. *Pain* 130:93-107.

Hampson G. (2009) G-Fit. Royal Australian Air Force High G Aircrew Exercise Information Booklet. RAAF Institute of Aviation Medicine, Edinburgh, Australia.

Hannola H. (2005) Motorinen suorituskyky sotilaslentäjillä. Kaularangan ja vartalon lihaksiston maksimaalinen voima, ryhti ja lihastasapaino, anaerobinen teho, aerobinen kunto, räjähtävä voima sekä Aerotrim-kuormituksen vaikutus seisomatasapainoon. Terveystieteiden lisensiaatintutkimus, Kuopion yliopisto, lääketieteellinen tiedekunta, Kuopio.

Hansen OB., Wagstaff AS. (2001) Low back pain in Norwegian helicopter aircrew. *Aviat Space Environ Med* 72:161-164.

Harger BS., Elis RP. (1975) Circulo-respiratory fitness in United States Air Force Academy cadets. *Aviat Space Environ Med* 46:1144-6.

Harms-Ringdahl K., Ekholm J., Schuldt K., Linder J. (1991) Neck problems in the Air Force: Cervical spine sagittal load and muscular strength. *Biomech* 5:9-21.

Harms-Ringdahl K., Ingesson-Thoor A., Spångberg C., Åkerstedt T. (2002) *Konsten at segra genom att må batter i huvud och kropp*. Försvarsmakten, Larsson Offset AB, Linköping, Sverige.



Hautala A., Tuominen H. (1996) Niska-hartiaseudun lihasten voimaharjoittelun vaikutuksia sotilaslentäjillä. Biomekaniikan Pro gradu-tutkimus. Jyväskylän yliopisto, Liikuntatieteellinen tiedekunta.

Hayden J., van Tulder MW., Malmivaara A., Koes BW (2000) Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. Cochrane database of systematic reviews 2005, Issue 3. Art. No CD000335.

Heikkilä V-M. (2008) Evaluation of driving ability of the disabled persons in the context of the psychological activity theory. Dissertation. Psychologicum, Studies 53:2008, University of Helsinki, Finland.

Heistaro S., Arokoski J., Kröger H., Leino-Arjas P., Riihimäki H., Nykyri E., Heliövaara M. (2007) Back pain and chronic low-back syndrome. Teoksessa Kangas-Kaila L. (edit) Musculoskeletal disorders and diseases in Finland. Results of the Health 2000 Survey. Publications of the National Public Health Institute B 25/2007. Hakapaino Oy, Helsinki.

Heir T., Eide G. (1997) Injury proneness in infantry conscripts undergoing physical training programme: smokeless tobacco use, higher age and low levels of physical fitness are risk factors. Scand J Med Sci Sports 7:304-311.

Helakorpi S., Patja K., Prättälä R., Uutela A. (2005) Suomalaisen aikuisväestön terveystiläytyminen ja terveys. Kansanterveyslaitos, Helsinki.

Heliövaara M. (1996) Tuki- ja liikuntaelinten sairaudet kansanterveysongelmana. Teoksessa TULES-työryhmä: Tuki- ja liikuntaelinten sairaudet Suomessa. Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki.

Heliövaara M., Arokoski J., Nykyri E., Kröger H. (2007) Use of health services. Teoksessa Kangas-Kaila L. (edit) Musculoskeletal disorders and diseases in Finland. Results of the Health 2000 Survey. Publications of the National Public Health Institute B 25/2007. Hakapaino Oy, Helsinki.

Hendriksen IJ., Holewijn M. (1999) Degenerative changes of the spine of fighter pilots of the Royal Netherlands Air Force. Aviat Space Environ Med 70:1057-63.

Heymans MW., van Tulder MW., Esmail R., Bombardier C., Koes BW. (2004) Back schools for non-specific low-back pain. Cochrane database of systematic reviews 1999, Issue 3. Art No CD000261.

Hildebrandt V., Bongers P., Dul J., van Dijk F., Kemper H. (2000) The relationship between leisure time, physical activities and musculoskeletal symptoms and disability in worker populations. *Int Arch Occup Environ Health* 73:507-518.

Hlobil H., Uegaki K., Staal JB., de Bruyne MC., Smid T., van Mechelen W. (2007) Substantial sick-leave cost savings due to a graded activity intervention for workers with non-specific sub-acute low back pain. *Eur Spine J* 16:919-924.

Hoffmann JR., Kahana A., Chapnik L., Shamiss A., Davidson B. (1999) The relationship of physical fitness on pilot candidate selection in the Israel Air Force. *Aviat Space Environ Med* 70:131-4.

Holthoer A. (2005) Onko brändi kunnossa? *Liikunta ja tiede* 42;(6):74. Liikuntatieteellinen seura, Helsinki.

Honkanen T., Rintala H., Mäntysaari M (2010) Suomalaisten sotilaslentäjien toimintakykytestien ja fyysisen suorituskyvyn yhteys ammattiperäiseen alaselkäoireiluun. *Liikunta ja tiede erikoisliite* 47;(5):37.

Huotari P. (2004) Kaikki kunnossa? Suomalaisten koululaisten fyysinen kunto vuosina 1976 ja 2001. Liikuntatieteiden lisensiaatintutkimus. Jyväskylän yliopisto, liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta, Jyväskylä.

Huotari P., Rintala H. (2006) Pedagogical views of endurance and Physical activity of young men in school and military service. Kongressiabstracti. Annual Association Internationale des Ecoles Superieures d'Education Physique (AIESEP) scientific meeting, Jyväskylä. AIESEP World Congress abstract book, ISBN 951-39-2550-1, s. 41.

Huotari P., Nupponen H., Mikkelsen L., Laakso L., Kujala U. (2011) Adolescent physical fitness and activity as predictors of adulthood activity. *J Sports Sci* 29:1135-41.

Hurri H. (2004) Toimintakyvyn mittaaminen tuki- ja liikuntaelinsairauksissa. Teoksessa *Toimintakyky - Arviointi ja kliininen käyttö*, Matikainen E., Aro T., Huunan-Seppälä A., Kivekäs J., Kujala S., Tola S. (toim). Duodecim, Jyväskylä.

Hurwitz E., Morgenstern H., Chiao C. (2005) Effects of recreational physical activity and back exercises on low back pain and psychological distress: Findings from the UCLA low back pain study. *Am J Public Health* 95:1817-1824.

Hämäläinen O (1993a) Fighter pilot's neck pain. Dissertation. *Acta universitatis Ouluensis, D Medica* 263. University of Oulu, Finland.

Hämäläinen O., Vanharanta H., Bloigu R. (1993b) Determinants of +Gz-related neck pain: a preliminary survey. *Aviat Space Environ Med* 64:651-2.

Hämäläinen O., Vanharanta H., Kuusela T. (1993c) Degeneration of cervical intervertebral disks in fighter pilots frequently exposed to high +Gz-forces. *Aviat Space Environ Med* 64:692-6.

Hämäläinen O., Vanharanta H., Bloigu R. (1994) +Gz-related neck pain: a follow-up study. *Aviat space Environ Med* 65:16-8.

Hämäläinen O., Vanharanta H., Hupli M., Karhu M., Kuronen P., Kinnunen H. (1996) Spinal shrinkage due to +Gz forces. *Aviat Space Environ Med* 67:659-61.

Hämäläinen O. (1999) Thoracolumbar pain among fighter pilots. *Mil Med* 164:595-6.

Ilmasotakoulu (2010) Ihmisen toimintakyky ja rajoitukset. Sotatieteiden kandidaatin ja maisterin koulutusohjelma, Ilmasotalinja, Tikkakoski.

Ilmavoimat (1989) Lentävän henkilöstön voimaharjoittelu. Oppimateriaali, Ilmavoimat, Tikkakoski.

Ilmavoimat (1996) Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas, Kanninen P., Kuronen P., Rintala H., Eloranta V., Myllyniemi J., Santala E., Paalimäki H. (toim). Gummerus, Jyväskylä.

Ilmavoimat (1998) "High G" - Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas CD-ROM. Tietovalta Oy, Tampere.

Ilmavoimat (2005) Erikoisharjoittelupaikat ja harjoitusohjekuvastot lentävän henkilöstön tukirankavaivojen ennaltaehkäisemiseksi. Ilmavoimien Esikunnan huolto-osaston asiakirja R1768/22.4/D/II 11.5.2005.

Ilmavoimat (2008) 95 Kadettikurssin ilmasotalinjan ohjaajakadettien fyysisen kasvatuksen leiri 1. Ilmasotakoulun käsky CE 22200 8.12.2008.

Ilmavoimat (2009) 95 Kadettikurssin ilmasotalinjan ohjaajakadettien fyysisen kasvatuksen leiri 2. Ilmasotakoulun käsky CE20998 9.12.2009.

Ilmavoimat (2011) Ilmavoimien liikunta-alan henkilöstö. Ilmavoimien liikuntapäällikkö kapteeni Mikko Viirretin Maanpuolustuskorkeakoulun Esiupseerikurssin tutkielman liite ja keskustelu Maanpuolustuskorkeakoululla 4.2.2011.

Ilmavoimien Esikunta (1986) Hawk g-laskinjärjestelmä Negretti & Zambra Series 3. HW 5-28-09S1, Ilmavoimien Esikunta, Teknillinen osasto 2/1986.

Ilmavoimien Esikunta (2004a) Esittely ja hyväksyntä tutkijan (ilmailufysiologi) sijoittamisesta Ilmavoimien Esikunnan huolto-osastolle 1.10.2004 alkaen. Ilmavoimien Esikunnan asiakirja R5295/2.6/D/II 26.9.2004.

Ilmavoimien Esikunta (2004b) Sotilaslentäjien fyysisen suorituskyvyn, lentotoiminnan fyysisen kuormittavuuden ja tuki- ja liikuntaelinvaivojen välinen yhteys. Tutkimuslupa, Ilmavoimien komentaja. Ilmavoimien esikunnan huolto-osaston asiakirja R3114/22.7/D/III 16.9.2004, Tikkakoski.

Ilmavoimien Esikunta (2007) Suomalaisen sotilaslentäjän lentokoulutusmäärät valmiusohjaajaksi. Hawk- ja Hornet-lentokoulutuksen aikautus ja lentotuntien karkea jakautuminen lentäjän virkauralla. Ilmavoimien Esikunnan lentoturvallisuustoimialan asiantuntijoitten haastattelu maaliskuussa, Tikkakoski.

Ilmavoimien Esikunta (2008) Ilmavoimien joukko-osastojen fyysikaalisen hoidon, MRI-tutkimusten ja ohjaajien silmälasihankintojen kustannukset vuonna 2007 sekä niiden järjestelyt v. 2009 alkaen. Ilmavoimien Esikunnan huolto-osaston asiakirja CE8075 30.4.2008.

Ilmavoimien Esikunta (2009) Sotilasilmailun lentoturvallisuusohjelma 2010. Sotilasilmailun ennakoivan lentoturvallisuustyön painopisteet. Ilmavoimien ”TOP 9”, liite 6: Ohjaajien tukirankavaivat. Ilmavoimien Esikunnan asiakirja CF22672 22.12.2009.

Ilmavoimien Esikunta (2010) Sotilaslentäjän koulutusjärjestelmän yleinen kuvaus. Henkilöstöosaston tiedotusalan materiaali, Tikkakoski.

Ilmavoimien lääkintähuollon toimintasuunnitelma 2009-2013 (2009)  
Ilmavoimien esikunnan huolto-osaston (A4) lääkintähuoltosektorin  
asiakirja CF10695 9.6.2009.

Inoue K., Kobayashi H. (1996) Operator's physical strain in operating the  
high proficient forestry machines. *J Forest Res* 1:111-115.

ItalAF (2005) Italian ilmavoimien fyysiset valintamenettelyt.  
Henkilökohtainen konsultaatio valintaorganisaatiolle.

Jacobs I., Bell DG., Pope J., Lee W. (1987) Effects of hydraulic resistance  
circuit training on physical fitness components of potential relevance to  
+Gz tolerance. *Aviat Space Environ Med* 58:754-80.

Jacobs P., Olvey S., Johnson B., Cohn K. (2002) Physiological responses to  
high-speed, open-wheel racecar driving. *Med Sc Sports Exerc* 34:2085-  
2090.

JAR FCL 3 (2006) Yleiseurooppalaiset ilmailuvaatimukset 1.12.2006  
(Muutos 5). Ohjeet ilmailuhallintoon lentäjien kelpoisuustarkastuksia  
varten 3.130 ja 3.200.

Johansson A., Paukku P., Rintala H. (2003) Lentokonemekaanikkojen  
työmotivaatio. Puolustusvoimien koulutuksen kehittämiskeskuksen  
tutkimusraportti, Tuusula.

Jokinen I. (2005) Multimediasta verkkomediaksi: High G-videomateriaalin  
siirto ja testaus Puolustusvoimien koulutusportaalissa. Erillisraportti  
Ilmavoimille. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Jyväskylä.

Jones JA., Hart SF., Baskin DS., Effenhauser R., Johnson SL., Novas MA.,  
Jennings R., Davis J. (2000) Human and behavioural factors contributing to  
spine-based neurological cockpit injuries in pilots of high-performance  
aircraft: recommendations for management and prevention. *Mil Med*  
165:6-12.

Jonsson B. (1982) Measurement and evaluation of local muscular strain in  
the shoulder during constrained work. *J Hum Ergol* 11:73-88.

Kahila L. (2001) HW-lentotehtävien kuormittavuus 1996-2000.  
Ilmavoimien esikunnan lentokoneteknisen osaston raportti 10.8.2001.  
Ilmavoimien esikunta, Tikkakoski.

Kankaisto M. (2008) Eläkkeellä olevien sotilaslentäjien tuki- ja liikuntaelinoireilu. Sotilaspedagogiikan Pro gradu-tutkimus. Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki.

Kapandji IA. (1997) Kinesiologia 3. Selkärangan, rintakehän ja lantion nivelten toiminta. Ranskalainen alkuperäisteos Kapandji IA (1995) Physiologie articulaire. Édition Vigot, Paris, France. Suomenkielinen käännös Medirehab/Jari Ylinen. Medirehab, Laukaa.

Karma K., Rintala H., Keskitalo M., Ylinen J., Sovelius R. (2011) Cervical rotation strength training intervention among military pilots. Submitted Aviat Space Environ Med.

Karvonen JS, Rimpelä AH, Rimpelä M. Do sports clubs promote snuff use? Trends among Finnish boys between 1981 and 1991. Health Education Research: Theory and Practice 10:147-54.

Kauhanen H. (1993) Sotilaslentäjän voimaominaisuudet. Erillisraportti, Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta (MATINE), julkaisusarja I/B/1995.

Kauhanen H. ja Rintala H. (1997) Strength characteristics among Finnish Air Force Fighter Pilots. Kongressiabstracti, 9<sup>th</sup> European Congress on Sports Medicine, Porto, Portugali, 1997. Fédération Internationale de Médecine du Sport (FIMS) Program and abstract book.

Keskinen K., Keskinen O., Takalo T., Häkkinen K. (2002) Comparison between straight measurement and two concurrent protocols to predict maximal oxygen uptake. Med Sc Sports Exerc 43:S271.

Ketovuori H., Pöntinen P. (1981) A pain vocabulary in Finnish - The Finnish pain questionnaire. Pain 11:247-253.

Kikukawa A., Tachibana S, Yagura S. (1994) G-related musculoskeletal spine symptoms in Japan Air Self Defence Force F-15 pilots. Aviat Space Environ Med 65:269-72

Kilki P. (2001) Lentoturvallisuuden takeena. Suomalainen ilmailulääketiede 1921-2001. Kirjapaino Raamattutalo, Pieksämäki.

Kim C., Kim DW., Lee SJ., Pyo JH., Kim CH., Ji JW., Ahn SC. (2001) Norm-referenced standard of health-related physical fitness of Republic of Korea Air Force pilots. Korean J Aerosp Environ Med 11:13-19.

Kivimäki J., Riihimäki H., Hänninen K. (1992) Knee disorders in carpet and floor layers and painters. *Scand J Work Environ Health* 18:310-6.

Knight J., Baber C. (2004) Neck muscle activity and perceived pain and discomfort due to variations of head load and posture. *Aviat Space Environ Med* 75:123-31.

Knudson R., Macmillan D, Doucette D., Seidel M. (1988) A comparative study of G-induced neck injury in pilots of the F/A-18, A-7 and A-4. *Aviat Space Environ Med* 59:758-60.

Kolb D.A. (1984) *Experiential learning. Experience as a Source of Learning and Development.* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

Kokkonen S. (2009) Hävittäjäohjaajien kypäräkoulutus. Ilmavoimien Esikunnan huolto-osaston käsky CF16742 20.10.2009 (liite).

Kolstad F., Myhre G., Kvistad K., Nygaard Ö., Leiseth G. (2005) Degeneration and height of cervical discs classified from MRI compared with precise height measurements from radiographs. *Eur J Radiol* 55:415-420.

Kujala U. (2005) Rasitusvammat. Teoksessa *Liikuntalääketiede (toim)*, Vuori I., Taimela S ja Kujala U. 3. uudistettu painos, Duodecim, Karisto, Hämeenlinna.

Kujala U., Taimela S., Viljanen T., Jutila H., Viitasalo JT., Videman T., Battié M. (1996) Physical loading and performance as predictors of back pain in healthy adults. *Eur J Appl Physiol* 73:452-458.

Kuorinka I., Jonsson B., Kilbom Å., Vinterberg H., Biering-Sørensen F., Anderesson G., Jörgensen K. (1987) Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon* 18:233-7.

Kuronen P. ja Myllyniemi J. (1996) Lentäjän työn kuormittavuus. Teoksessa *Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas*, Kanninen P., Kuronen P., Rintala H., Eloranta V., Myllyniemi J., Santala E. ja Paalimäki H. (toim). Gummerus, Jyväskylä.

Kyröläinen H., Häkkinen A., Kautiainen H., Santtila M., Pihlainen K., Häkkinen K. (2006) Puolustusvoimien palkatun henkilöstön fyysistä suorituskykyä mittaavan testimenetelmän viitearvoluokittelun ja kuntoindeksin validointitutkimus. Fyysisen kunnon ja sairauspoissaolojen väliset yhteydet. Pääesikunnan koulutusosaston raportti, Helsinki.

Källi J. (2005) Sykkeen mittaaminen HW-lentojen aikana. Sotatieteiden Pro Gradu-tutkimus. Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki.

Laine T. (2004) Ilmavoimien ohjaajalinjan kadettien kestävyyskunto HW1-koulutusvaiheessa Kuortaneen urheiluopistolla suoritettavan kestävyystestin perusteella. Maanpuolustuskorkeakoulun perustutkinto-osaston tutkielma, Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki.

Leböf-Yde C. (1999) Smoking and low back pain. A systematic literature of 41 journal articles reporting 47 epidemiologic studies. *Spine (Phila Pa 1976)* 24:1463-1470.

Leino-Arjas P., Hänninen K, Puska P. (1998) Socioeconomic variation in back and joint pain in Finland. *Eur J Epidemiol* 14:79-87.

Leino-Arjas P., Viikari-Juntura E., Kangas-Kaila L., Nykyri E., Riihimäki H. (2007) Neck pain and chronic neck syndrome. Teoksessa Kangas-Kaila L. (edit) *Musculoskeletal disorders and diseases in Finland. Results of the Health 2000 Survey. Publications of the National Public Health Institute B 25/2007.* Hakapaino Oy, Helsinki.

Leino T. (1999) Neuroendocrine responses to psychological workload of military flying. Väitöskirja *Acta Universitas Ouluensis Medica D 566*, Oulun yliopiston lääketieteellinen tiedekunta, Oulu.

Lentävän henkilöstön liikunta (1985) Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmän raportti, Ilmavoimien Esikunta, Tikkakoski.

Lentävän henkilöstön liikunta II (1988) Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmän raportti, Ilmavoimien Esikunta, Tikkakoski. Julkaistu myös osittain samansisältöisenä Maanpuolustuksen tieteellisen neuvottelukunnan (MATINE) raporttina A/89/2 Lentävän henkilöstön liikunta ja G-sietokyky. Puolustusministeriö, Helsinki.

Lentävän henkilöstön liikunta III (1996) Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmän raportti, Ilmavoimien Esikunta, Tikkakoski.



Levinson D. (1979) *The seasons of a man's life*. Alfred A. Knopf, New York, USA.

Liddle SD., Gracey JH., Baxter GD. (2007) Advice for the management of low back pain: a systematic review of randomized control trials. *Man Ther* 12:310-327.

Lis AM., Black KM., Korn H., Nordin M. (2007) Association between sitting and occupational LBP. *Eur Spine J* Feb;16(2):283-298.

Lusted M., Healey S., Mandryk J., (1994) Evaluation of seating of Qantas flight-deck crews. *Appl Ergon* 25:275-287.

Lyons T., Neel RL., Simpson CG. (1997) East meets west: a comparison of eastern block/western aeromedical practices. *Aviat Space Environ Med* 68:1150-1153.

Maanpuolustuskorkeakoulu (2009) *Opinto-opas 2009-2010*. Sotatieteiden kandidaatin ja maisterin tutkinnot. Edita Prima Oy, Helsinki.

Manninen P., Riihimäki H., Heliövaara M. (1995) Incidence and risk factors of low-back pain in middle-aged farmers. *Occup Med (Lond)* 45:141-6.

Mansfield N., Marshal J. (2001) Symptoms of musculoskeletal disorders in stage rally drivers and co-drivers. *Br J Sports Med* 35:314-320.

Malmivaara A., Liira J., Leino-Arjas P., Aro T., Matikainen E., Lunström S., Mutanen P., Kivekäs J. (1998) Liikuntaelinten toimintakyky työkykyä ennustavana tekijänä rakennusmiehillä. *Ihminen ja työ* 12:127-138.

McLellan SF., Olde BA., Freeman DH., Mann WF., Rotruck JR. (2010) Smokeless tobacco use among military flight personnel: a survey of 543 aviators. *Aviat Space Environ Med* 81:575-80.

Meeuwsen T. (2000) Royal Netherlands Air Force fitness program: task based physical fitness standards (Current status). Kongressiabstracti. 7<sup>th</sup> SAFE Europe annual meeting, Deauville, Ranska Maailmanlaajuinen tietoverkko <http://www.safeeurope.co.uk/symposium-archive/2000.aspx>.

Miranda H., Viikari-Juntura E., Martikainen R., Takala E-P., Riihimäki H. (2001) Physical exercise and musculoskeletal pain among forest workers. *Scand J Med Sports* 11:239-46.

Miranda H. (2002) Musculoskeletal pain in relation to physical exercise, occupational loading and individual factors. Väitöskirja, Helsingin yliopisto, lääketieteellinen tiedekunta. People and Work Reports 54, Finnish Institute of Occupational Health. Edita Prima, Helsinki.

Miranda H., Kangas-Kaila L., Ahola K. (2011) Särkyä ja alakuloa – tuki- ja liikuntaelinten kivun ja masentuneisuuden yhteisesiintyvyys Suomessa. Työterveyslaitos, Helsinki.

Montgomery DL (1988) Physiology of ice hockey. Sports Med 5:99-126.

Montgomery DL (2006) Physiological profile of professional hockey players – a longitudinal comparison. Appl Physiol Nutr Metab 31:181-5.

Morrison T., Sharpe R., Stork R. (1997) Air Education and Training Command's Fighter Aircrew Conditioning Program. Aviat Space Environ Med Mar 68:255.

Myers P. (1964) Disc disease in flying personnel. Aerospace Medicine 45:65-68.

Mäkinen J. (2009) Sotilaspedagogiikka tieteiden ja käytännön kentässä. Teoksessa Sotilaspedagogiikka: Sotiluuden ja toimintakyvyn teoriaa ja käytäntöä, Toiskallio J. ja Mäkinen J. (toim). Maanpuolustuskorkeakoulu, Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos. Julkaisusarja 1:No 3/2009. Edita Prima Oy, Helsinki.

Mutanen A. (2010) Arvoista, etiikasta ja toimintakyvystä. Teoksessa Toimintakykyä kehittämässä: Jarmo Toiskallion juhla kirja, Mäkinen J. ja Tuominen J. (toim) . Maanpuolustuskorkeakoulu, Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos. Julkaisusarja 1:No 6/2010. Edita Prima Oy, Helsinki.

Naval Aerospace Medical Research Laboratory (1987) Physical Fitness Program to Enhance Aircrew G-tolerance. US Navy ja US Air Force Joint Service G-tolerance conference report. Pensacola, Florida, Naval Air Station, USA.

Netto K., Hampson G., Oppermann B., Carstairs G., Aisbett B. (2011) Management of neck pain Royal Australian Air Force fast jet aircrew. Mil Med 176:106-9.

Neuvostoliiton ilmavoimien henkilöstön liikuntakasvatusohjelma (1990) Eesti Vabariik Kaitsejõudude Peastaap. Kirje Nro 571 Viron puolustusvoimien liikuntapäälliköltä 20.9.1993.

Newman D.G. (1997) +Gz-induced neck injuries in Royal Australian Air Force fighter pilots. *Aviat Space Environ Med* 68:520-4.

Newman DG., White SW., Callister R. (1999) Patterns of physical conditioning in Royal Australian Air Force F/A-18 pilots and the implications for +Gz-tolerance. *Aviat Space Environ Med* 70:739-44.

Norberg M., Lundqvist G., Nilsson M., Gilljam H., Weinehall L. (2011) Changing patterns of tobacco use in a middle-aged population – the role of snus, gender, age and education. *Glob Health Action* (4):10.3402/gha.v4i0.5613.

Nordin M., Frankel V.(2001) Basic biomechanics of the musculoskeletal system. 3<sup>rd</sup> edition. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia (PA), USA.

Nummela A. (2004) Anaerobisen kestävyuden testit. Hyppelytestin tulosten luokittelu s.119. Teoksessa Kuntotestaajan käsikirja Keskinen KL., Häkkinen K., Kallinen M. (toim) Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro 156, Tammer-Paino Oy, Tampere.

Nykänen P. (2003) Terveystieteiden tietojenkäsittelystä. Teoksessa Terveystieteiden tietojärjestelmät, Nykänen P. (toim). Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelytieteiden laitos, sarja B-2003-7.

Oksa J., Hämmäläinen O., Rissanen S., Myllyniemi J., Kuronen P.(1996) Muscle strain during aerial combat maneuvering exercise. *Aviat Space Environ Med* 67:1138-43.

Oksa J., Rintala H., Kuronen P (1997) Lentävän henkilöstön lihasvoimatestien viitearvot. *Sotilaslääkätieteellinen aikakauslehti* 72:165-169.

Oksa J., Hämmäläinen O., Rissanen S., Salminen M., Kuronen P., (1999) Muscle fatigue caused by repeated aerial combat maneuvering exercises. *Aviat Space Environ Med* 70:556-60.

Oksa J., Linja T., Rintala H. (2003) The effect of lumbar support on the effectiveness of anti-G straining maneuvers. *Aviat Space Environ Med* 74:886-90.

Oksama P. (1995) Selän toimintakyky selän oireiden ja työkyvyttömyyden ennustajana (metsäkonekuljettajilla). Työsuojelurahaston yhteenvetoraportti. Työterveyslaitos, Kuopio 27.9.1995.

Oliveira FB., Ribeiro NL., Silveira SR. (1993) Nutritional and Lifestyle status of 50 Pilots of PoAF's. NATO AGARD-CP-533. Advisory Group for Aerospace Research and Development, Neuville sur Seine, Ranska.

OPM (2007) Tilastoja koulutuksen kustannuksista. Opetusministeriön "Etusivu"-verkkolehti. Maailmanlaajuinen tietoverkko [www.minedu.fi/etusivu/arkisto/2007/2405/tilastot.html](http://www.minedu.fi/etusivu/arkisto/2007/2405/tilastot.html) 24.5.2007.

OPNAVINST 6110.1F (2000) Operational Naval Instruction PERS-601, 1<sup>st</sup> May 2000. Physical readiness program. Office of the chief of Naval operations. 2000 NAVY Pentagon, Washington DC 20350-2000, USA.

Oregon Aero (2010) Products: Seating systems (military). Oregon Aero Inc., Yhdysvallat. Maailmanlaajuinen tietoverkko [www.oregonaero.com](http://www.oregonaero.com) 13.9.2010.

Oxford RR., Silberman WS. (2008) Tobacco use. Teoksessa Davis JR., Johnson R., Stepanek J., Fogarty JA. (toim) *Fundamentals of Aerospace Medicine*, Chapter 11, Pilot health and aeromedical certification. Lippincott, Williams & Wilkins.

Paakkari I. (2005) Lääkehoito. Teoksessa Lindgren K. (toim) *TULES: Tuki- ja liikuntaelinsairaudet*. Duodecim, Gummerus, Jyväskylä.

Paanila H. (2006) Neuvottelu ilmavoimien esikunnan talouspäällikön kanssa lentäjäkoulutuksen kustannuksiin liittyen. Ilmavoimien esikunnan suunnittelutoimialan laskentamateriaali, helmikuu, Tikkakoski.

PAK I 3:13 (2000) Ilmailulääketieteen ja -psykologian koulutus Ilmavoimissa. Ilmavoimien Esikunta, huolto-osasto, Tikkakoski.

PAK I 4:14 (2005) Lentopalveluksen pysyväiskäsky. Ilmavoimien Esikunta, operatiivinen osasto, Tikkakoski.

PAK I 3:03 (2006) Sotilaslentäjien lääketieteellinen valintamenettely. Ilmavoimien Esikunta, huolto-osasto, Tikkakoski.

Palmer B., Constable S., Baumgartner N. (1997) Expanded Air Force Physical Fitness Battery: Muscle Strength, Muscle Endurance and Flexibility Considered. Crew System Ergonomics Information Analysis Center (CSERIAC) raportti PR-97-001. Armstrong Laboratory, Yhdysvallat.

Parkhurst MJ., Leverett SD. jr ja Shubrooks SJ jr (1972) Human tolerance to high sustained +Gz acceleration. *Aerospace Med* 43:708-12.

Patria Aviation (1996) Summary of HW51 usage. Ilmavoimien esikunnan lentokoneteknisen osaston raportti 69/27.12.5/D/II 20.9.1996. Ilmavoimien esikunta, Tikkakoski.

Pelham TW., White H., Holt LE., Lee SW. (2005) The etiology of low back pain in military helicopter aviators: prevention and treatment. *Work* 24:101-110.

Perho M. (2008) Työhyvinvoinnin taloudelliset ja terveydelliset ulottuvuudet: kustannusvertailua. Hallituksen politiikkaohjelma, terveyden edistäminen. Kansallinen työhyvinvointiseminaari: Uudet innovaatiot ja hyvät käytännöt 9.10.2008. Työterveyslaitos, Helsinki.

Petren-Mallmin M., Linder J. (2001) Cervical spine degeneration in fighter pilots and controls: a 5 year follow-up. *Aviat Space Environ Med* 72:443-6.

Pietilä K. (2003) Nikotiini. Teoksessa Päihdelääketiede, Salaspuro M., Kiiänmaa K., Seppä K. (toim). Duodecim, 419-429; Helsinki.

Pippig T., Kriebel J. (2000) Prevalence of cervical and lumbar disk disorders in pilots of the German armed forces. *Eur J Med Res Jan* 5:5-8.

Pohjolainen T. (2005) Tuki- ja liikuntaelinsairauksien yleisyys ja kustannukset. Teoksessa TULES: Tuki- ja liikuntaelinsairaudet, Lindgren K. (toim). Duodecim, Gummerus, Jyväskylä.

Powers R. (2011) Preparing for Air Force Basic Training. Physical fitness standards. Maailmanlaajuinen tietoverkko [www.usmilitary.about.com/cs/airforcejoin/a/afbasicpc.htm?p=1](http://www.usmilitary.about.com/cs/airforcejoin/a/afbasicpc.htm?p=1) 6.4.2011.

Proper K., Koning M., van der Beek A., Hildebrandt V., Boscher R., van Mechelen W. (2003) The effectiveness of worksite physical activity programs on physical activity, physical fitness and health. *Clin J Sports Med* 13:106-117.

Proper K., de Bruyne M., Hildebrandt V., van der Beek A., Meerding W., van Mechelen W. (2004a) Costs, benefits and effectiveness of worksite physical activity counseling from the employer's perspective. *Scand J Work Environ Health* 30:36-46.

Proper K., van der Beek A., Hildebrandt V., Twisk J., Mechelen W. (2004b) Worksite health promotion using individual counseling and the effectiveness on sick leave; results of a randomized controlled trial. *Occup Environ Med* 61:275-279.

Puolustusvoimat (2005) Määrärahojen kuvaus. Toimintakertomus 2005, s. 35. Pääesikunta, viestintäosasto, Helsinki.

Pääesikunnan koulutusosaston pysyvääsmääräys (2004) PEKOUL-OS PAK C 01:03 Varusmiesten fyysinen koulutus, 31.5.2004.

Pääesikunta (1998) Tutkijan virkaan nimittäminen (liikuntatutkija) 1.11.1998 alkaen Ilmavoimien Esikunnan henkilöstöosastoon Tikkakoskelle. Pääesikunnan henkilöstöosaston asiakirja 1286/2.5/D/I 27.10.1998.

Pääesikunta (2005) Tutkijan (ilmailufysiologi) viran siirtäminen ilmailufysiologiksi Sotilaslääketieteen keskuksen (Valintakeskus, AMC) Helsinkiin 1.1.2006 alkaen. Pääesikunnan henkilöstöosaston asiakirja 612/2.5/D/I 27.6.2005.

Pääesikunta (2006) Puolustusvoimien sotilaslääketieteellisen tutkimuksen tutkimussuunnitelma 2006-2012. Sotilaslääketieteen keskus, Lahti ja Pääesikunnan logistiikkaosasto, Helsinki.

Pääesikunta (2007) Puolustusvoimien liikuntastrategia 2007-2016. Pääesikunnan henkilöstöosasto. Edita Prima Oy, Helsinki.

Quarrie KL., Alsop JC., Waller AE, Bird YN., Marshall SW., Chalmers DJ. (2001) The New Zealand rugby injury and performance project. VI. A prospective cohort study of risk factors for injury in rugby union football. *Br J Sports Med* 35:157-66.

RAAF (2009) Australian kuninkaallisten ilmavoimien rekryointimateriaali. Maailmanlaajuinen tietoverkko [www.airforce.gov.au/ots/prospectiveStudents.aspx](http://www.airforce.gov.au/ots/prospectiveStudents.aspx) 12.6.2009.

RAAF (2011) Physical Fitness in the Royal Australian Air Force. PERS 53-13 AMDT NO 6. Maailmanlaajuinen tietoverkko [www.defence.gov.au/adfpcc/forms/RP53\\_13.pdf](http://www.defence.gov.au/adfpcc/forms/RP53_13.pdf) 6.4.2011.

RAF (2002) Management of Physical Education in the Royal Air Force AP3342 + RAF Fitness Strategy. Ministry of Defence PTC/571090/1/PEd. Headquarters Air Command, RAF Personnel Sectoriat, Lancaster Block, RAF, High Wycombe, Buckinghamshire HP14 4UE.

RAF (2009) Englannin kuninkaallisten ilmavoimien rekryointimateriaali. Maailmanlaajuinen tietoverkko [www.raf.mod.uk/careers/nextsteps/fitnesstests.cfm](http://www.raf.mod.uk/careers/nextsteps/fitnesstests.cfm) 12.6.2009.

RAF (2011) Want to join up? The Royal Air Force School of Physical Training rekryointimateriaali. Maailmanlaajuinen tietoverkko [www.raf.mod.uk/rafsopt/wanttojoinup](http://www.raf.mod.uk/rafsopt/wanttojoinup) 6.4.2011.

Red Bull Air Race (2010) Fitness Fanatics. Maailmanlaajuinen tietoverkko [www.redbullairrace.com/cs/Satellite/en\\_air/Article/Fitness-Fanatics](http://www.redbullairrace.com/cs/Satellite/en_air/Article/Fitness-Fanatics) 1.6.2010.

Rantamäki P. (2007) Ilmavoimien Esikunnan henkilöstöosaston osastopäällikön haastattelu maaliskuussa lentäjien koulutuksen etenemisestä karkeina tuntimäärinä. Ilmavoimien Esikunta, Tikkakoski.

Riihimäki H., Heliövaara M. (2002) Tuki- ja liikuntaelinten sairaudet. Teoksessa Terveys ja toimintakyky Suomessa, Aromaa A. ja Koskinen S. (toim). Terveys 2000-tutkimuksen perustulokset. Kansanterveyslaitos, Helsinki.

Rintala H. (1994) Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakäyttäytyminen. Erillisraportti, Maanpuolustuksen tieteellisen neuvottelukunnan julkaisusarja (MATINE) I/B/1995.

Rintala H. (1996a) Pedagoginen kehittämistyö Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakasvatuksen suunnittelusta. Liikuntapedagogiikan Pro gradu-tutkimus. Jyväskylän yliopisto, liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta, Jyväskylä.

Rintala H. (1996b) Lentävän henkilöstön liikunta. Ilmavoimat 1996, vuosikirja, s. 115-118. Kirjapaino Raamattutalo, Pieksämäki.

- Rintala H., Kanninen P. (1997) Kirjallinen arvio Valtiokonttoriin hävittäjälentäjän virkauran kustannuksista. Kuormittavuustutkimusrahoitus-hakemuksen liite Valtion Työsuojelurahastoon. Ilmavoimien Esikunta, Henkilöstöosasto. Ei diaaria. Tikkakoski.
- Rintala H. ja Kuronen P. (1998) CD-rom based physical exercise and anti-G training guide for Finnish Air Force aircrew. *Aviat Space Environ Med* 69:248.
- Rintala H. ja Korte M. (2001) Ilmavoimien ohjaajien kokemat työperäiset tuki- ja liikuntaelinvaivat. *Liikunta ja tiede erikoisliite* 38;(5):36-37.
- Rintala H. (2000a) Trampoline training as a possible tool to enhance fighter pilot's anaerobic performance. *Aviat Space Environ Med* 71:302.
- Rintala H. (2000b) "High G" - Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas. *Pilven Veikko*, Ilmavoimien kiltaliiton julkaisu 1/2000, s. 33-34. Vammalan kirjapaino, Vammala.
- Rintala H. (2002a) Terästä kone ja mies - lentopoikia miesten ruumiissa. Liikuntatieteiden lisensiaatintutkimus. Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskuksen julkaisusarja A/6/2002, Tuusula.
- Rintala H. (2002b) Occupational fitness standards for Finnish Air Force Aircrew. *Aviat Space Environ Med* 73:260.
- Rintala H., Skyttä J. (2003) Physical fitness characteristics among screened male and female pilot candidates in Finnish Air Force. 17<sup>th</sup> International Puijo Symposium, Kuopio, Finland. Maailmanlaajuinen tietoverkko [http://ffp.uku.fi/cgi-bin/edueitor/presenter.pl?slideshow\\_id=104&slide\\_id=1059&language\\_id=1](http://ffp.uku.fi/cgi-bin/edueitor/presenter.pl?slideshow_id=104&slide_id=1059&language_id=1) 19.9.2011.
- Rintala H., Simoinen A., Savolainen S., Kastarinen P. (2005) Tukirangan erityisharjoitukset. Lennolle valmistavat ja lentojen välissä/jälkeen suoritettavat harjoitteet. Harjoituskuvasto, Ilmavoimat, Tikkakoski.
- Rintala H. (2006) Experiences of information technology based learning devices on military pilot's aeromedical education. Kongressiabstractti. Association Internationale des Ecoles Superieures d'Education Physique (AIESEP) annual scientific meeting, Jyväskylä. Abstract book, ISBN 951-39-2550-1, s. 317.



Rintala H., Lyytikäinen T., Kinnunen H., Kyröläinen H. (2007a) Energetic work load of fighter pilot. Kongressiabstracti. 12th European College on Sports Science, Jyväskylä. Abstract book, ISBN 978-951-790-242-7, s. 651.

Rintala H., Eskola T., Väre H., Teräväinen J., Mäntysaari M., (2007b) Progression of reference values of occupational physical fitness for Finnish Air Force military pilots. Kongressiabstracti. 12th European College on Sports Science, Jyväskylä. Abstract book, ISBN 978-951-790-242-7, s. 476.

Rintala H. (2008a) Sotilaslentäjän ammatillisen fyysisen suorituskyvyn ylläpitäminen ilmailufysiologisena kehittämiskurssina. Liikunta ja tiede 43;(2-3):61-62.

Rintala H. (2008b) Taistelulentäjän terveyteen on satsattava. Työ, terveys ja turvallisuus 6: 14-15.

Rios-Tejada F., Alonso-Rodríguez C., Cantón-Romero JJ., Azofra-Garcia A. (1993) Survey of smoking habits in Spanish Air Force. NATO AGARD-CP-533. Advisory Group for Aerospace Research and Development, Neuville sur Seine, Ranska.

RCAF (1951) Five Basic Exercises (5BX). The Royal Canadian Air Force exercise plan by Dr. Bill Orban. The Royal Canadian Air Force HQ, Canada.

Robb MJ., Mansfield NJ. (2007) Self-reported musculoskeletal problems amongst professionals truck drivers. Ergonomics 50:814-827.

Robertson PB., Walsh MM., Greene JC. (1997) Oral effects of smokeless tobacco use by professional baseball players. Adv Dent Res 11:307-312.

Rochelt S., Schnüriger H. (2010). Trunk muscle endurance of military pilots: preliminary results of a standardized testing and training program. Aviat Space Environ Med 81:277.

Rudnjanin S., Arsic-Komljenovic G., Pavlovic M., Vujnovic J. (2006) Loss of consciousness as criterion of +Gz tolerance at Institute of Aviation Medicine MMA during +Gz acceleration selective test. Acta Physiologica Hungarica 93:371-376.

Ruff, S. (1950) Brief Acceleration: Less than One Second. Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt, Fliegerärztliche Abteilung. German aviation medicine in World War II, chapter VI-C, 1:584-599.

Rusko H., Havu M., Karvinen E. (1978) Aerobic performance capacity in athletes. Eur J Appl Physiol 38:151-159.

SAFE (1995) SAFE Association Award for Team Achievement: Finnish Air Force Aircrew Equipment Evaluation Team. Maailmanlaajuinen tietoverkko <http://safeassociation.com/awards.htm> 4.10.2011.

Salasuo M. (2009) Suomen suurin kuntokoulu. Teoksessa Tunnetut sotilaat. Varusmiesten kokemus ja terveystaju, Hoikkala T., Salasuo M. ja Ojajärvi A. (toim). Nuorisotutkimusverkosto, Julkaisuja 94, Helsinki.

Salo P. (2004) Niskan kuntoutus. Isometrinen maksimaalinen voima kilpa-autoilijoilla, sotilaslentäjillä, painijoilla ja terveillä kontroleilla. Keski-Suomen sairaanhoitopiirin alueellinen koulutus 16.12.2004. Keski-Suomen keskussairaala, fysiatrian poliklinikka, Jyväskylä.

Saltin B. (1969) Physiological effects of physical conditioning. Med Sci Sports Exerc 1:50.

Sandmark H., Hogstedt C., Lewold S., Vingård E. (1999) Primary osteoarthritis of the knee in men and women as a result of lifelong physical load from work. Scan J Work Environ Health 26:20-5.

Santtila M., Tiainen S. (2004) Kuntotestaus Puolustusvoimissa. Teoksessa Kuntotestauksen käsikirja. Keskinen KL., Häkkinen K., Kallinen M. (toim). Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro 156, Tammer-Paino Oy, Tampere, s. 204-208.

Santtila M., Kyröläinen H., Vasankari T., Tiainen S., Palvalin K., Häkkinen A., Häkkinen K. (2006) Physical fitness profiles in young Finnish men during the years 1975-2004. Med Sci Sports Exerc 38:1990-4.

Satakunnan sairaanhoitopiiri (2008) Henkilöstökertomus 2008, Rauma. Mailmanlaajuinen tietoverkko [www.satshp.fi/pls/wportal/docs/PAGE/TILASTOT/HENKILOSTO-KERTOMS/YHTYM%20C4VALT%208\\_6%20HENKIL%20D6ST%20D6KERTOMUS%20.PDF](http://www.satshp.fi/pls/wportal/docs/PAGE/TILASTOT/HENKILOSTO-KERTOMS/YHTYM%20C4VALT%208_6%20HENKIL%20D6ST%20D6KERTOMUS%20.PDF). 4.10.2011.

Schaafsma F., Schonstein E., Whelan KM., Ulvestad E., Kenny DT., Verbeek JH. (2003) Physical conditioning program for improving work outcomes in workers with back pain. Cochrane database of systematic reviews 2010, Issue 1. Art. No:CD001822.

Schall DG. (1989) Non-ejection cervical spine injuries due to +Gz in high performance aircraft. Aviat Space Environ Med 60:445-56.

Schall D. (1990) Non-ejection neck injuries in high performance aircraft. Neck injury in advanced military aircraft environments. Review-teoksessa AGARD conference proceedings No.471, NATO .

Schnack K. (2003) Action competence as an educational ideal. Teoksessa The Internationalization of Curriculum studies, Pinar WF., Trueit D., Wang H., Doll WE. Jr. (toim). Peter Lang, New York, USA.

Schneider A., Bennet JM., O'Connor DP, Mehlhoff T, Bennet JB. (2009) Bilateral ruptures of the distal biceps brachii tendon. J Shoulder Elbow Surg 18:804-7.

Schnüriger H. (2009) Grundkrafttest Rumpf, Trainingsempfehlungen, Jahresplanung. Fliegerärztliches Institut, Schweitzer Armee, Luftwaffe. Maaailmanlaajuinen tietoverkko  
[www.lw.admin.ch/internet/luftwaffe/de/home/diensleistungen/amc/training\\_scenter](http://www.lw.admin.ch/internet/luftwaffe/de/home/diensleistungen/amc/training_scenter) 15.9.2011.

Schonstein E., Kenny D., Keating J., Koes B., Herbert RD. (2003) Physical conditioning programs for workers with back and neck pain: a Cochrane systematic review. Spine (Phila Pa 1976) 1:E391-5.

Seng K-Y, Lam P-M, Lee V-S (2003) Acceleration effects on neck muscle strength: pilots vs. non-pilots. Aviat Space Environ Med 74:164-8.

Seversson HH., Klein K., Lichtenstein E., Kaufman N., Orleans CT. (2005) Smokeless tobacco use among professional baseball players:survey results, 1998 to 2003. Tobacco control 14:31-36.

Shaw R. (1948) Ruptured intervertebral disc from positive acceleration. Aviat Med 19:276-278.

Shakula AV., Varus VI. (1994) Lentävän henkilöstön ammatillisen terveyden ylläpitämisen tehokkuus valmiusyksikössä (venäjänkielinen). Lik Sprava 7-8:149-52.

Sheard SC., Pethydrige RJ., Wright JM., McMillan GH. (1996) Back pain in aircrew – an initial survey. *Aviat Space Environ Med* 67:474-477.

Shephard R. (1996) Worksite fitness and exercise programs: a review of methodology and health impact. *Am J Health Promot* 10:436-452.

Sherwin LM., Owende PM., Kanali CL., Lyons L., Ward SM. (2004a) Influence of tyre pressure on whole-body vibrations transmitted to the operator in a cut-to-length timber harvester. *Appl Ergon* 35:253-261.

Sherwin LM., Owende PM., Kanali CL., Lyons L., Ward SM. (2004b) Influence of forest machine function on operator exposure to whole-body vibration in a cut-to-length timber harvester. *Ergonomics* 47:1145-1159.

Shiri R., Karppinen J., Leino-Arjas P., Solovieva S., Viikari-Juntura E. (2010) The association between smoking and low-back pain: a meta-analysis. *Am J Med* 123;(1):87.e7-35.

Shvartz E., Reibold RC. (1990) Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years: A review. *Aviat Space Environ Med* 61:3-11.

Siitonen S. (2000) Effects of In-flight Gz Acceleration on Military Aviators Using Modern Anti-G Garments. Dissertation. University of Kuopio, Finland. *Kuopion yliopiston julkaisuja D Lääketiede* 204.

Simpson P., Porter J. (2003) Flight-related musculoskeletal pain and discomfort in general aviation pilots from the United Kingdom and Ireland. *Int J Aviat Psych* 13:301-318.

Sinivuo J., Rintala H. (1999) Siirtymishalukkuutta selittävät tekijät Ilmavoimien lentäjillä. Puolustusvoimien koulutuksen kehittämiskeskuksen raportti, Tuusula.

Sivusuo H. (2006) Laatuajattelun toteutus Suomen ilmavoimissa. Väitöskirja, tuotantotalous, Vaasan yliopisto.

Skyttä J., Rintala H., Kuronen P. (1999) Bicycle ergometer test in selection of military pilot candidates: Comparison of indirect maximal VO<sub>2</sub> and direct maximal performance test. *Aviat Space Environ Med* 70:387-388.

Sonoda T. (1962) Studies on the Strength for Compression, Tension and Torsion of the Human Vertebral Column. *J Kyoto Pref Med University* 71:659-702.

Sotilaslääketieteen keskuksen työjärjestys (2009) Sotilaslääketieteen henkilöstöosaston asiakirja, Sotilaslääketieteen esikunta, Lahti.

Sovelius R., Oksa J., Rintala H., Huhtala H., Ylinen J., Siitonen S. (2006) Trampoline exercise vs. Strength training to reduce neck strain in fighter pilots. *Aviat Space Environ Med* 77:20-5.

Sovelius R., Oksa J., Rintala H., Huhtala H., Siitonen S. (2008a) Neck muscle strain when wearing helmet and NVG during acceleration on a trampoline. *Aviat Space Environ Med* 79:112-6.

Sovelius R., Oksa J., Rintala H., Siitonen S. (2008b) Neck and back muscle loading in pilots flying high G(z) sorties with and without lumbar support. *Aviat Space Environ Med* 79:616-9.

Stillon J., Orletsky DT. (1999) Airbase vulnerability to conventional cruise-missile and ballistic missile attacks. Rand-raportti lentotukikohtien uhkakuvista, Santa Monica, California, USA.

Suni J., Oja P., Miilunpalo S. (1998) Health-related fitness test battery for adults: associations with perceived health, mobility and back function and symptoms. *Arc Phys Med Rehabil* 79:559-569.

Suni J. (2000) Health-related fitness test battery for middle-aged adults with emphasis on musculoskeletal and motor tests. Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto, Liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta.

SwissAF (2001) Fliegerärztliches Institut, Dr. H. Schnüriger: Neuer Fitnessstest für Luftwaffe? Dübendorf, Schweiz.

Szurovy G., Goulian M. (1997) Advanced aerobatics. McGraw-Hill, New York, USA.

Taanila HP., Suni JH., Pihlajamäki HK., Mattila VM., Ohrankämmen O., Vuorinen P., Parkkari JP. (2012) Predictors of low back pain in physically active conscripts with special emphasis on muscular fitness. *Spine J* 31 (Epub ahead of print).

Taimela S., Kaila-Kangas K., Nykyri E., Heliövaara M. (2007) Self rated disability due to musculoskeletal disorders at work and during leisure time. Teoksessa Kaila-Kangas K. (edit) Musculoskeletal disorders and diseases in Finland. Results of Health 2000 Survey. Publications of the National Health Institute B 25/2007. Hakapaino Oy, Helsinki.

Taistelija 2005 (2003) Fyysisen suorituskyvyn tutkimustoiminta. Maanpuolustuskorkeakoulu, Koulutustaidon laitos. Julkaisusarja 3: No 6/2003.

Takala EP. (1993) Liikuntaelinten terveydentila ja toimintakyky. Työ ja ihminen 7:4, 272-287.

Takala EP., Viikari-Juntura E. (2000) Do functional tests predict low back pain? Spine 25:2126-2132.

Takala EP., Ahola K., Hakkola M., Hopsu L., Lankinen T., Leino T., Oksa J., Sallinen M. (2008) Työn kuormituksen arvioinnista työn hallintaan. Työterveyslääkäri 2.

Taneja N., Pinto LJ. (2005) Diagnostic categories among 232 military aircrew with musculoskeletal disabilities. Aviat Space Environ Med 76:581-5.

Taneja N. (2008) Spinal disabilities in military and civil aviators. Spine (Phila Pa 1976) 33:2749-2753.

Teppo M. (2006) Lentokadettien isometrisen maksimivoiman ja dynaamisen kestovoiman viitearvot - testausta muodon vuoksi? Sotilaspedagogiikan Pro gradu-tutkimus. Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki.

Tesch P., Hjort H, Balldin U. (1983) Effects of strength training on G-tolerance. Aviation, Space and Environmental Medicine 54:691-5.

Thalgot J., Albert T., Vaccaro A, Aprill C., Giuffre J., Drake J, Henke J (2004) A new classification system for degenerative disc disease of the lumbar spine based on magnetic resonance imaging, provocative discography, plain radiographs and anatomic considerations. The Spine Journal 4:167S-172S.

Thomae MK., Porteus JE., Brock JR., Allen GD., Heller RF. (1998) Back pain in Australian military pilots:a preliminary study. Aviat Space Environ Med 70:533-534.

Tiemessen IJ., Hulshof CT., Frings-Dresen MH. (2008) Low back pain in drivers exposed to whole body vibration:analysis of a dose-response pattern. Occup Environ Med 65:667-675.

Tiplady B., Jackson S., Maskrey M., Swift C. (1998) Validity and sensitivity of visual analog scales in young and older healthy subjects. *Age and ageing* 27:63-66.

Toiskallio J., Mäkinen J. (2009) *Sotilaspedagogiikka: Sotiluuden ja toimintakyvyn teoriaa ja käytäntöä*. Maanpuolustuskorkeakoulu, Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos. Julkaisusarja 1:No 3/2009. Edita Prima Oy, Helsinki.

Tolla P. (2007) *Sotilaslentäjän työnkuva*. Ilmavoimien Esikunnan lentokoulutuspäällikön esitelmä Ilmailuhallinnon virkamiehille ja Suomen ilmailulääketieteellisen yhdistyksen (SILY ry.) jäsenille. SILYN syyskoulutuspäivät, 13.10.2007, Vantaa.

Tomar SL. (2002) Snuff use and smoking in US men. *Am J Prev Med* 23:143-149.

Tong A., Balldin UI., Hill RC. ja Dooley JW. (1998) Improved anti-g protection boosts sortie generation ability. *Aviat Space Environ Med* 69:117-20.

Trivelloni P., Berrettini U. (2010) Cardiovascular consequences of aerobic maneuvers (italiankielinen). *G Ital Cardiol (Rome)* 11:126S-129S.

*Träningshandbok för Flygvapnets flygande personal* (1996) Den första svenska upplagan. Det finska originalvärdet Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas, Kanninen P., Kuronen P., Rintala H., Eloranta V., Myllyniemi J., Santala E., Paalimäki H. (red) Gummerus, Finska Flygvapnet, Jyväskylä.

TULES-vuosikymmen (2009) ”Kantavista rakenteista kannattaa pitää huolta”. Ns Tules-liigan (Orton/invalidisäätiö, Reumasäätiö, Societas Medicinæ Physicalis et Rehabilitationis Fenniae, Suomen fysioterapeutit, Suomen ortopediyhdistys, Suomen reumaliitto, Suomen reumatologinen yhdistys, Suomen työterveyslääkäriyhdistys ja Työterveyslaitos) yhteenveto kansainvälisen TULES-vuosikymmenen 2000-2010 ennaltaehkäisevään toimintaan liittyen. Suomen Reumaliitto, Helsinki.

Työterveyslaitos (1995). Lausunto Ilmavoimien esityksestä koskien sotilaslentäjien kaularangan rappeumamuutosten hyväksymisestä ammattitautina. Työterveyslaitoksen vastaus asiakirjaan Pyyntö 33/Dab 5.1.1995 IlmavE h-os. Ilmavoimat, Tikkakoski.

Työterveyslaitos (2009) Rock musician's work is heavy. Työterveyslaitoksen tutkimushanke, tiedote 21, Helsinki.

USAF (2009) BMT PFT: Air Force Basic Military Physical Fitness Test. Yhdysvaltain ilmavoimien rekrytointimateriaali. Maailmanlaajuinen tietoverkko [www.military.com/military-fitness/air-force-fitness-requirements](http://www.military.com/military-fitness/air-force-fitness-requirements) 12.6.2009.

USAF (2011) US Air Force fitness program. Maailmanlaajuinen tietoverkko [www.military.com/military-fitness/air-force-fitness-requirements/](http://www.military.com/military-fitness/air-force-fitness-requirements/) 6.4.2011.

Vaara J., Ohrankämmen O., Vasankari T., Santtila M., Fogelholm M., Kokkonen E., Suni J., Pihlajamäki H., Mäntysaari M., Häkkinen A., Häkkinen K., Kyröläinen H. (2009) Reserviläisten fyysinen suorituskyky 2008. Pääesikunnan henkilöstöosasto, Edita Prima Oy, Helsinki.

Valenti M., Prosperini V., Falzano P., Hendel M., Raimondi P. (2004) Vibration, back pain and physical exercise in high risk professionals: a cross-sectional study. *G Ital Med Lav Ergon* 26:180-182.

Valtiontalouden tarkastusvirasto (2011) Ruokahuollon ja terveydenhuollon rakennemuutokset Puolustusvoimissa. Tuloksellisuustarkastuskertomus 218/2011. Edita Prima, Helsinki.

Vanderbeek RD. (1988) Period prevalence of acute neck injury in U.S Air Force pilots exposed to high G forces. *Aviat Space Environ Med* 59:1176-80.

Vanderbeek RD. (1990a) Period prevalence of acute neck injury in U.S. Air Force pilots exposed to high G forces. *Aviat Space Environ Med* 59:1176-80.

Vanderbeek R. (1990b) Prevalence of G-induced cervical injury in US Air Force pilots. Neck injury in advanced military aircraft environments. Review-teoksessa AGARD Conference Proceedings No.471, NATO.

Vapaavuori E., Sorsa M., Nurmi L. ja Kuronen P. (1992) Lentävä ihminen. Valtion painatuskeskus, Helsinki.

Videman T., Simonen R., Usenius J., Österman K., Battié M. (2000) The long term effects of rally driving on spinal pathology. *Clin Biomech* 15:83-6.



Voitenko AM., Ponomarenko KV. (1993) Lentäjän ammatillinen kunto (venäjänkielinen). *Voen Med Zh* 5:51-3.

Vuori I. (2005) Liikuntalääketiede. Teoksessa *Liikuntalääketiede*, Vuori I., Taimela S ja Kujala U. (toim). 3. uudistettu painos, Duodecim, Karisto, Hämeenlinna.

Vähätalo S. (2005) Liikuntakoulutuksen toteutuminen Puolustusvoimissa. Liikuntapedagogiikan Pro gradu-tutkimus. Liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta, Jyväskylän yliopisto.

Walsh MM., Hilton JF., Ernster VL., Masouredis CM., Grady DG. (1994) Prevalence, patterns and correlates of spit tobacco use in a college athlete population. *Addictive Behaviors* 19:411-427.

Whinnery JE. (1987) Fighter pilots are world class athletes. *JACC* 3:718.

Whinnery JE., Parnell MJ. (1987) The effects of long-term aerobic conditioning on +Gz-tolerance. *Aviat Space Environ Med* 58:1999-204.

Wickholm S. (2008) Nuuskan käyttö ja vaikutukset. Vastuullinen aikuisuus - III valtakunnallinen tupakka ja terveystapaaminen 2.12.2008. Dipoli, Espoo.

Wiegman JF., Burton RR., Forster EM. (1995) The role of anaerobic power in human tolerance to simulated aerial combat maneuvers. *Aviat Space Environ Med* 66:938-42.

Williamson WM., Hamley EJ. (1984) Fitness and health measurement in air crew. *Brit J Sports Med* 18:110-5.

Winfield DA. (1999) Aircrew lumbar supports: an update. *Aviat Space Environ Med* 70:321-4.

Wood EH. (1987) Some effects of the force environment on the heart, lungs and circulation. *Clin Invest Med* 10:401-27.

Wuolijoki E. (1976) Metsäkoneiden heilunnan ergonomiset haitat. *Silva Fennica* 10:87-93.

Ylinen J. (2004) Treatment of Chronic Non-specific Neck Pain with Emphasis on Strength Training. Dissertation, University of Kuopio, Finland. Kuopion yliopiston julkaisuja D. Lääketiede 344, Kuopio.

Yoganandan N., Pintar F., Maiman D., Cusick J., Sances A. jr., Walsh P. (1996) Human head-neck biomechanics under axial tension. *Med Eng Phys* 18:289-94.

Äng B., Linder J., Harms-Ringdahl K. (2005) Neck strength and myoelectric fatigue in fighter and helicopter pilots with a history of neck pain. *Aviat Space Environ Med* 76:375-80.

Äng B., Harms-Ringdahl K. (2006) Neck pain and related disability in helicopter pilots: a survey of prevalence and risk factors. *Aviat Space Environ Med* 77:713-719.

## **LIITTEET**

- 1.Sotilaslentäjien lääketieteellinen valintamenettely (PAK I 3:03):Kuntotestit
- 2.Sotilaslentäjien TULE-oirekyselylomake
- 3.Sotilaiden kenttäkelpoisuustestit (HE 108)
- 4.Puolustusvoimien sisäisten kuntotestitulosten yhdistäminen
- 5.Sotilaslentäjien ammatillisten fyysisen suorituskyvyn erityistestien tietojenkeruulomake (PAK 1 3:03, s. 122)
- 6.Hyppely- ja heittomotoriikan prosessiarviointiperusteet
- 7.BAe Hawk-suihkuharjoituskoneella tuotetun kiihtyvyyuskertymän mallintaminen G-indeksinä
- 8.Sotilaslentäjien tuki- ja liikuntaelinoiretutkimuksen salattavuuslausunnot

## **PUOLUSTUSVOIMAT**

### **PAK I 3:03 SOTILASLENTÄJIEN LÄÄKETIETEELLINEN VALINTAMENETTELY**

03:03.Liite 06.1

Kuntotesti ergometrillä

### **KUNTOTESTI ERGOMETRILLÄ PIENIPORTAINEN TESTIMALLI (15-20 W/MIN)**

#### **1. KÄYTTÖ**

Ilmavoimien Lentoreserviupseerikurssin oppilasvalinta.

#### **2. TESTIN TARKOITUS**

Tarkoituksena on arvioida testattavan maksimaalista suorituskyykyä polkupyöraergometrillä. Testissä mitataan teho, jota testattava pystyy polkemaan kuormaa nostettaessa pienin portain minuutin välein.

#### **3. YLEISTÄ**

Maksimaalinen suorituskyykytesti kuvaa tutkittavan liikunnallisuutta ja liikunnallista elämänsäntettä. Liikuntaa harrastaneiden hakijoiden suorituskyyky on luonnollisesti parempi kuin hakijoiden, jotka suhtautuvat liikuntaan kielteisesti. Liikunnalliset hakijat on helpompi motivoida jatkossa liikuntakoulutukseen sekä ylläpitää että kehittää lentämisen kannalta tärkeitä fyysisiä ominaisuuksia.

#### **7. TESTIN SUORITTAMINEN**

1. Polkeminen aloitetaan miehet 20 W ja naiset 15 W kuormalla
2. Sykemittari ja pyörän kello käynnistetään samanaikaisesti.
3. Kierrosluku pidetään välillä 50 - 70 /min.
4. Joka minuutin lopulla (58 sekunnin kohdalla) lisätään kuormaa miehille 20 W ja naisille 15 W kerrallaan.
5. Verenpaine mitataan 4, 8, 12, ja 15 minuutin kohdalla (riippuen testin kestosta)
6. Subjekttiivinen rasitusaste (Borg) kysytään joka 3. minuutti ja testin loppuvaiheessa joka minuutti.
7. Syke kirjataan joka 3. minuutti sekä testin loppuhetken syke. Maksimisyke tarkistetaan vielä "testeristä" ja kirjataan työkaavakkeelle.
8. Testiä jatketaan niin kauan kun tutkittava jaksaa pitää kierrosluvun 50-60/min. tai sanoo lopettavansa (Borgin

asteikolta 20).

9. Kun testi loppuu, kirjataan testin TARKKA kesto aika ja viimeinen kuorma.

10. Testattava avustetaan istumaan sängylle.

11. Testattavan vointia ja sykettä seurataan 5 minuutin palautumisen aikana.

12. PEF- puhallukset mitataan 4 minuutin levon jälkeen.

13. Palautumisvaiheen lopulla kirjataan syke ja mitataan verenpaine.

14. Mikäli vointi on hyvä, viimeiset PEF -puhallukset mitataan suihkun jälkeen 10 - 15 minuuttia rasituksesta.

## 9. TULOSTEN LASKEMINEN

1. Lasketaan viimeisen *testi*minuutin kuorma = *maksimi työteho / min* = **W<sub>max1</sub>**

Kaava:

**W<sub>max1</sub>** = Viimeisen koko min:n kuorma W+(vajaan kuorman polkuaika sekunteina : 60 x W-lisäys (15 tai 20 W))

**Esim. 1:** Testattava mies polkee 340 W 46 sekuntia.

**W<sub>max1</sub>** = 320 + ( 46 : 60 x 20 ) = 320 +15 = **335 W**

**Esim 2:** Testattava nainen polkee 180 W 14 sekuntia.

**W<sub>max1</sub>** = 165 + (14 : 60 x 15 ) = 165 + 4 = **169 W**

2. Lasketaan maksimityöteho (**W<sub>max1</sub>**) painokiloa kohden ( = **W<sub>max1</sub>/ kg** ).

Tämä on testin tulos ja vertailtava muuttuja.

Kaava: Maksimi työteho : testattavan paino

**Esim 1:** Testattavan miehen paino on 82.5 kg.

**W<sub>max1</sub>/kg** =335 W : 82.5 kg = **4.06 W/kg**

**Esim 2:** Testattavan naisen paino on 58 kg.

**W<sub>max1</sub>/kg** =169 W : 58 kg = **2.91 W/kg**

**10. VAATIMUS**

**MIEHET JA NAISET: Testin tuloksen on oltava vähintään 3.5 Wmax1/kg**

**Wmax1 laskeminen**

<b>Miehet</b>		<b>Naiset</b>	
<b>Aika (s)</b>	<b>W</b>	<b>Aika (s)</b>	<b>W</b>
3	1	4	1
6	2	8	2
9	3	12	3
12	4	16	4
15	5	20	5
18	6	24	6
21	7	28	7
24	8	32	8
27	9	36	9
30	10	40	10
33	11	44	11
36	12	48	12
39	13	52	13
42	14	56	14
45	15	60	15
48	16		
51	17		
54	18		
57	19		
60	20		

Edellisen täyttyneen minuutin kuormaan lisätään yllä olevan taulukon sekuntien mukaan watit (W).

Esimerkki:

Mies polki 13 min 28 sek =>  $W_{max1} = 260 \text{ W} + 9 \text{ W} = 269 \text{ W}$

Nainen polki 14 min 18 sek =>  $W_{max1} = 210 \text{ W} + 4 \text{ W} = 214 \text{ W}$

**PUOLUSTUSVOIMAT****PAK I 3:03 SOTILASLENTÄJIEN LÄÄKETIETEELLINEN  
VALINTAMENETTELY**

03:03.Liite 06.2

Lihaskuntotestit ja ammatilliset lihasvoimamittaukset sekä tarkennettu liikunnallisen elämäntavan kartoitus

**LIHASKUNTOTESTIT JA AMMATILLISET  
LIHASVOIMAMITTAUKSET SEKÄ TARKENNETTU  
LIKUNNALLISEN ELÄMÄNTAVAN  
KARTOITUS**

(VIITE: PE Koulos PAK C 1:3, luku 7, muokattu tätä asiakirjaa varten)

**1. Lihaskuntotestit (2. valintavaiheessa)**

Lihaskunnan mittaamisessa sovelletaan em. PAK:ia. Testimenetelminä käytetään käsinkohontaa (leuanveto), etunojapunnerrusta, selkälihastestiä ja vatsalihastestiä sekä vauhditonta pituushyppyä.

Suoritus aika leuanvetoa ja vauhditonta pituushyppyä lukuunottamatta on 60 sekuntia.

Lihaskuntotestit suoritetaan urheiluhallissa, varuskuntasairaalassa / terveysasemalla tai muussa vastaavassa paikassa, missä ovat käytettävissä rekkitangot, penkit ja matot. Varustuksena on urheiluasu.

Testit on tarkoituksenmukaisinta suorittaa pienenä ryhmänä. Tulos toistotesteissä on hyväksytyjen liikkeiden lukumäärä käsketyssä ajassa. Vauhdittomassa pituushypyssä tulos mitataan senttimetrin tarkkuudella ja käsinkohonnassa lasketaan yhtäjaksoisesti suoritettujen nostojen määrä.

**1.3 Kuntoluokat**

Arvio tehdään lihaskuntotuloksen yhteistuloksesta. Ilmavoimien valinnoissa käytetään lihaskuntotesteissä miesten kriteerejä.

Lihaskuntotestien osasuorituksesta saa pisteitä 0 - 3.

Huono (Hu) = 0 p, tyydyttävä (T) = 1 p, hyvä (H) = 2 p ja kiitettävä (K) = 3p.

Osasuoritusten pisteet lasketaan yhteen. Näin saatu lihaskuntoluokan taso määritetään seuraavan taulukon perusteella.

## TESTIT TEHDÄÄN SEURAAVASSA JÄRJESTYKSESSÄ:

### 1. Lihaskuntotestit aamupäivällä taulukossa näkyvässä järjestyksessä

### 2. Polkupyöräergometritesti myöhemmin päivällä

Testi	Huono(Hu) = 0p Tyydyttävä(T) = 1p Hyvä(H) = 2p Kiitettävä(K) = 3p			
Vauhditon pituus	alle 2,00 m	2,00m	2,20 m	2,40 m
Käsinkohonta	alle 6	6	10	14
Vatsalihastesti	alle 32	32	40	48
Etunojapunnerrus	alle 22	22	30	38
Selkälihastesti	alle 40	40	50	60
Lihaskuntoluokka	<b>0 – 4 pistettä</b>	<b>5 - 8pistettä</b>	<b>9 - 12pistettä</b>	<b>13 - 15pistettä</b>

## 2. Ammatillinen lihasvoimatestausta ja tarkennettu liikunnallisen elämäntavan kartoitus

Tarkennetun liikunnallisen elämäntavan kartoitus ja ammatilliset lihasvoimatestit tehdään 5. valintavaiheessa Valintakeskuksessa. Testit ja kartoituksen tekee ilmailufysiologi ja/tai Valintakeskuksen fysioterapeutti.

Koska testit ovat vielä kokeiluvaiheessa, ei näitä tuloksia käytetä vielä poissulkevinä tekijöinä, vaan lisänä tehtäessä lopullista kokonaisarviota hakijan liikunnallisista kyvyistä. Tärkeätä on kirjata havainnot testattavan asenteesta, ruumiinrakenteesta, koordinaatiosta ja mahdollisista poikkeavuuksista testien aikana.



**Testi ja suositeltava vähimmäistulos, jonka perusteella tehdään arvio:**

1. Anaerobinen suorituskyky (hyppymattotesti): 18 W/kg

2. Isometrinen maksimilihasvoima (vartalo- ja niskavoimadynamometri):

- kaulan koukistus: 15 kg

- kaulan ojennus: 22 kg

- vartalon koukistus: 70% oman kehon painosta (kg)

- vartalon ojennus: 95 % oman kehon painosta (kg)

3. Ylä- ja keskivartalon koordinaatio/voima (heittoportti):

- alle 240 ms

Tulokset kirjataan oheiselle kaavakkeelle (**Liite 6.3**). Suoritustavat on yksityiskohtaisesti kuvattu Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntatyöryhmän tuottamassa HIGH-G CD-ROM – ohjelmistossa.

Ilmavoimien Esikunta  
Huolto-osasto  
Terveydenhuolto  
Tikkakoski

SAATE

19.10.2004

## **LENTÄVÄN HENKILÖSTÖN TUKI- JA LIIKUNTAELINVAIVAT**

### **Tausta**

Yli 20 vuoden kokemukset ovat Ilmavoimissa osoittaneet, että liikehtimiskykyinen konekalusto kuormittaa ihmisen tukirankaa huomattavasti normaalia enemmän. Niskan kulumamuutokset saatiin virallisesti luokiteltua ammattitaudiksi 1990-luvun puolivälissä pitkien tutkimusvaiheiden jälkeen. Vuositarkastuksissa ja terveydenhuoltohenkilöstön kanssa käydyissä keskusteluissa on todettu lentämiseen liittyvien TULE- eli tuki- ja liikuntaelinvaivojen kokemisen pysyneen yhä merkittävänä ongelmana ja jopa siirtyneen yhä nuorempiin sukupolviin.

LitL H Rintala (IlmavE) ja LL J Skyttä (SotLL/Ilmav-os) kiersivät vuosina 2002 ja 2003 Koelentokeskusta lukuun ottamatta kaikki lentoyksiköt antamassa palautetta vuositarkastuksissa 1999-2002 tehdyistä ammatillisista fyysisen suorituskyvyn mittauksista. Samassa yhteydessä informoitiin alustavasti tulevasta vaiva- ja kipukyselystä vuositarkastuksessa ja keskusteltiin aineiston hankinnasta.

### **Tarkoitus**

Vaivakyselyn tavoitteena on täydentää tietoa fyysisen suorituskyvyn tasosta kokonaiskäsitteksen saamiseksi lentotuntimäärän, tehtävän, kuntotekijöiden ja koettujen vaivojen välisistä yhteyksistä sekä edelleen antaa tarvittaessa jokaiselle lentäjälle henkilökohtainen palaute, jopa ennuste tuki- ja liikuntaelimistön työssä kuormittumisesta. Kyselyn tarkoituksena on ennen kaikkea työterveyden edistäminen ja lentämiseen liittyvien vaivojen ennaltaehkäiseminen sekä vähentäminen.

### **Kohde**

Ilmavoimissa palveleva lentävä henkilöstö ja vuosien 2000-2004 aikana eläkkeelle jäänyt lentävä henkilöstö.

**Tietosuojaja**

Palautepalaverien yhteydessä kerrottiin, että tarvittavat tiedot yhdistetään henkilön nimen perusteella. Näin saatavia tietoja tullaan käyttämään kuitenkin vain tutkimustarkoitukseen eikä esimerkiksi henkilökohtaisen lentokelpoisuuden määrittämiseen. Tietoja ei talleteta normaaliin potilaskansioon vuositarkastuksen yhteydessä. Kerätty tieto jää ainoastaan tutkimuskäyttöön koodattuina numeroina. Tulokset julkaistaan yleisellä tasolla koko sotilaslentäjäjoukkoa koskien. Yksittäinen ihminen ei tule missään tapauksessa esille.

**Tutkimuksen tekopaikka, aikataulu ja tekijät**

Tutkimus tehdään virkатыönä Ilmavoimien Esikunnan terveydenhuollon vastuualueella ja Sotilaslääketieteen laitoksen Ilmavoimaosastolla normaalin vuositarkastuksen yhteydessä vuosina 2004-2005. Ne henkilöt, jotka tarkastuksessa ovat jo käyneet eivätkä kyselyä ole saaneet vastattavakseen pyritään tavoittamaan postitse.

Tutkimusryhmänä toimii: LitL Harri Rintala, IlmavE, 014-181 4328 (päävastuu), LL Roope Sovelius, IlmaSK, 06-181 3080, LL Jarmo Skyttä SotLL, 09-181 25823, LT Simo Siitonen, IlmavE, 014-181 4069

**LENTÄVÄN HENKILÖSTÖN TUKI- JA  
LIIKUNTAELINVAIVAKYSELY 2004-2005**

NIMI: \_\_\_\_\_

SYNTYMÄAIKA (mutta ei henkilötunnusta!):00p 00kk 00v  
\_\_\_\_\_

Vastaa seuraaviin kysymyksiin numerolla ja täydennä sanallisesti tarvittaessa:

1. Ikä vuosina  
\_\_\_\_\_

2. Lentokokemus vuosina  
\_\_\_\_\_

3. Lentotuntimäärä Ilmavoimissa kokonaisuudessaan ja viimeisen kuuden kk:n aikana  
\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

4. Karkea lentotuntimäärä eri konekalustolla Ilmavoimissa kokonaisuudessaan ja viimeisen 6 kk:n aikana :

-hävittäjä \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
-suihkuharjoituskone \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
-yhteyskone \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
-alkeiskoulukone \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
-helikopteri \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
-kuljetuskone \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

5. Muu mahdollinen lentotuntimäärä (konetyyppi ja tunnit):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. Lentämiseen liittyvät työtehtävät Ilmavoimissa vuosina ja kuukausina:

-päivystysohjaaja \_\_\_\_\_  
-lennonopettaja(alkeis) \_\_\_\_\_  
-lennonopettaja(laivue) \_\_\_\_\_  
-yhteys/kuljetus/tukilent. \_\_\_\_\_  
-koelentäjä \_\_\_\_\_  
-”esikuntalentäjä”=2h/kk \_\_\_\_\_

-helikopteriohjaaja \_\_\_\_\_  
 -muu? \_\_\_\_\_

Valitse seuraavista ympäröimällä ja täydentämällä tilannettasi kuvaava vaihtoehto:

7. Nykyinen tehtävä

- 1 kadetti
- 2 päivystysohjaaja
- 3 alkeislennonopettaja
- 4 lennonopettaja kone? \_\_\_\_\_
- 6 koelentäjä
- 7 ”esikuntalentäjä” (lepa=lentolisätunnit)
- 9 helikopteriohjaaja

8. Tupakointi

- 1 kyllä; n \_\_\_\_\_ savuketta/vrk
- 2 olen lopettanut, sitä ennen poltin \_\_\_ vuotta
- 3 en tupakoi

9. Nuuskan käyttö

- 1 kyllä, n \_\_\_\_\_ krt/vrk
- 2 olen lopettanut, sitä ennen käytin  
 \_\_\_ vuotta
- 3 en käytä

10. Onko Sinulla jo todettu Valtiokonttorin ammattitaudiksi luokittelemaa niskan kulumasairaus?

- 1 kyllä
- 2 ei ole

11. Koetko, että Sinulla olisi ollut mielestäsi lentämisen aiheuttamia tuki- ja liikuntaelinvaivoja?

- 1 usein
- 2 joskus
- 3 ei koskaan

12. Jos vastasit edellisessä usein tai joskus, missä vaiheessa palvelusta vaiva yleensä ilmenee?

- 1 heti vyöttäytyessä

- 2 lentotehtävän aikana
- 3 tehtävän jälkeen samana päivänä
- 4 viikon sisällä

13. Onko Sinulla lentäjänurasi aikana ollut vaivaa niskahartiaseudulla?

- 1 ei koskaan
- 2 vähemmän kuin kerran kuussa
- 3 kerran pari kuussa
- 4 viikoittain
- 5 päivittäin

14. Onko Sinulla lentäjänurasi aikana ollut vaivaa yläselässä?

- 1 ei koskaan
- 2 vähemmän kuin kerran kuussa
- 3 kerran pari kuussa
- 4 viikoittain
- 5 päivittäin

15. Onko Sinulla lentäjänurasi aikana ollut vaivaa alaselässä?

- 1 ei koskaan
- 2 vähemmän kuin kerran kuussa
- 3 kerran pari kuussa
- 4 viikoittain
- 5 päivittäin

16. Onko Sinulla lentäjänurasi aikana ollut vaivaa yläraajoissa?

- 1 ei koskaan
- 2 vähemmän kuin kerran kuussa
- 3 kerran pari kuussa
- 4 viikoittain
- 5 päivittäin

17. Onko Sinulla lentäjänurasi aikana ollut vaivaa alaraajoissa?

- 1 ei koskaan
- 2 vähemmän kuin kerran kuussa
- 3 kerran pari kuussa
- 4 viikoittain
- 5 päivittäin

18. Onko Sinulle määrätty G-rajoitus lentotehtävässä?

- 1 ei ole

- 2 on ollut yhteensä \_\_\_\_\_ kuukauden tai  
 \_\_\_\_\_viikon ajan, mutta ei enää  
 3 kyllä, parasta aikaa \_\_\_\_\_ viikon ajan

19. Onko Sinulla ollut tukirankavaivan aiheuttamia tasapainohäiriöitä?

- 1 ei koskaan  
 2 joskus  
 3 jatkuvasti

20. Onko Sinulla ollut tukirankavaivan aiheuttamia käden taitojen häiriöitä (motoriikka)?

- 1 ei koskaan  
 2 joskus  
 3 jatkuvasti

21. Onko Sinulla ollut tukirankavaivan aiheuttamia virtsan/ulosteenpidätyskyvyn häiriöitä?

- 1 ei koskaan  
 2 joskus  
 3 jatkuvasti

Arvioi seuraavassa omaa fyysistä aktiivisuuttasi viimeisen kuuden kuukauden ajalta arkiaktiiviteettien eli ns hyötyliikunnan (=esim metsästys/kalastus, polttopuusavotta/metsänhoitotyöt, rakennustyö, työmatka jalan jne. näkökulmasta):

22. Fyysinen aktiivisuus tuntia/viikko ns hyötyliikunnassa (laji ja tunnit):

Esim puusavotta	2 h
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Arvioi seuraavissa omaa fyysistä aktiivisuuttasi viimeisen kuuden kuukauden ajalta sillä perusteella, että harjoittelusi on ollut tarkoituksellista pitääksesi itsesi kunnossa ja tekeminen kuormittaa selvästi (kesto yli 20 min, seurauksena hikoilu, hengästyminen, väsyminen jne.)

23. Fyysinen aktiivisuus tuntia/viikko kestävyysliikunnassa (laji ja tunnit):

Esim kävely, hiihto	1,5 h
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

24. Fyysinen aktiivisuus tuntia/viikko voima- ja teholiikunnassa (laji ja tunnit):

Esim jääkiekko, puntti	0,5 h
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

25. Fyysinen aktiivisuus tuntia/viikko taitoliikunnassa (laji ja tunnit):

Esim ammunta, golf	3 h
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____



Piirrä tällä sivulla olevaan ihmishahmoon sopivalle kohdalle koko kipeä alue (myös ns kipuheijasteet) ja kaikki ne kehosi paikat, joissa olet kokenut omasta mielestäsi lentämisen aiheuttamaa vaivaa tai kipua viimeisen 6 kk:n ajalta. Käytä seuraavia merkkejä (tarkenna piirroksen sivuun sanallisesti tarvittaessa esimerkiksi vaivan kesto, jos se on mennyt jo ohi):

-särky, jomotus	XXXXXXXXXX
-puutuneisuus, turtuminen	IIIIIIIIIIIIIIIIIIII
-jäykkyys, väsymys	OOOOOOOOO
-pistävä, vihlova kipu	+++++
-muu; mikä? _____	??????????

(tässä vartalokuva edestä)

(tässä vartalokuva takaa)

Seuraavassa on muutamia tyypillisiä tuki- ja liikuntaelinvaivoihin liittyviä toteamuksia. Arvioi piirtämällä poikkiviiva kipujanalle kuvaamaan mahdollisesti edellä piirtämäsi vaivan/vaivojen **haittavaikutusta** elämässäsi, niin työssä kuin kotonakin (tarvittaessa voit tarkentaa sanallisesti väittämän sivuun) viimeisen 6 kk:n ajalta.

26. Haitta itse lentämiseen liityen:

Ei haittaa	Estää täysin
I-----I	

27. Haitta yleensä työssä:

Ei haittaa	Toimintakyvyn
I-----I	

28. Haitan esiintyminen:

Ei lainkaan	Jatkuva haitta
I-----I	

29. Haitan voimakkuus:

Ei lainkaan	Sietämätön
I-----I	

30. Haitta kotona valveilla:

Ei lainkaan	Toimintakyvyn
I-----I	

31. Haitta nukkuessa:

Nukun ja nukahdan	Estää nukkumisen normaalisti
I-----I	

32. Vaikutus vapaa-aikana:

Ei mitenkään	Vaikuttaa kaikissa tilanteissa
I-----I	

33. Kipulääkityksen vaikutus, jos on kokeiltu:(rasti tähän\_\_\_\_, jos ei ole kokeiltu)

Poistaa vaivan täysin

Ei  
auta mitenkään

I-----I

34. Fysioterapian **passiivisten** hoitojen (kylmä, kuuma, hieronta, ultraääni, interferenssi jne.) vaikutus, jos on kokeiltu:(rasti tähän\_\_\_\_, jos ei ole kokeiltu)

Poistaa vaivan täysin

Ei  
auta mitenkään

I-----I

35. Oman **aktiivisen** harjoittelun vaikutus, jos on kokeiltu: (rasti tähän\_\_\_\_, jos ei ole kokeiltu)

Pitää vaivan poissa

Ei  
auta mitenkään

I-----I

36. Vaikuttaako vaiva mielialaasi:

Ei lainkaan

Mielestäni pahimmalla  
mahdollisella tavalla

I-----I

Avoimet vastaukset:

Mikä konetyyppi ja minkälaiset lennot mielestäsi kuormittavat eniten tuki- ja liikuntaelimestöä ja mistä syystä (voi olla useampikin vaihtoehto)? Millaisten muiden tekijöiden arvelet lisäävän tuki- ja liikuntaelimestön kuormitusta?

Mikäli haluat, voit kirjoittaa kääntöpuolelle niitä asioita, jotka eivät edellä tulleet ilmi ja/tai jotka koet tärkeäksi itsesi tai ammatin kannalta.

KIITOS HENKILÖKOHTAISESTA JA AINUTLAATUISESTA PANOKSESTASI SOTILASLENTÄJIEN TYÖTERVEYDEN EDISTÄMISEKSI!

## PUOLUSTUSVOIMIEN PALKATUN HENKILÖSTÖN KESTÄVYYSTESTIT

Pääesikunta Koulutusosasto PAK A 04:03.01

### 1 12 minuutin juoksutesti (m)

#### **Tarkoitus**

12 minuutin juoksutestillä mitataan juostua matkaa ja voidaan arvioida epäsuorasti maksimaalista aerobista kapasiteettia.

#### **Testin suorittaminen**

Juoksutesti suoritetaan 10 metrin välein merkityllä tasaisella radalla (mieluiten urheilukentän juoksurata), joka alustaltaan on sopivan joustava (ei liian pehmeä tai kova). Testausvälineinä tarvitaan sekuntikello, pilli, tasaisen vauhdin taulukko ja varomääräykset. Lisäksi testin johtajalla tulee olla käytössään puhelin sekä henkilökuljetukseen sopiva ajoneuvo.

Testattava täyttää ja vahvistaa ennakkokyselylomakkeen ennen juoksutestin aloittamista.

Ennen testin aloittamista testattaville luetaan lisäksi turvamääräykset (käsikirjan kohta 3.5) ja varmistetaan, ettei kenelläkään osallistujalla ole turvamääräyksiin tai terveydellisiin syihin perustuvaa estettä testaamiselle. Samalla korostetaan, että jokainen suorittaa henkilökohtaisen testin eikä kilpaile toisten kanssa.

Testisuoritusta edeltää matalatehoinen 10–15 minuuttia kestävä lämmittävä verryttely

venytyksineen. Testijuoksu on turvallisinta aloittaa hyvin verrytelleenä rauhallisella tempolla rauhallisesti nopeutta kiihdyttäen. Todenmukaisimpaan tulokseen päästään, kun suoritus

tehdään anaerobisen kynnyksen yläpuolella lähellä henkilökohtaista maksimitasoa.

Testin jälkeen testaaja antaa palautteen testin onnistumisesta ja ohjeet loppuverryttelystä sekä käynnistää muut palautumista edistävät toimenpiteet, esimerkiksi lihashuolto ja nestetasapaino.

#### **Tuloksen määrittäminen**

12 minuutissa juostu metrimäärä 5 metrin tarkkuudella alaspäin pyöristäen.

Mikäli tulosta halutaan verrata polkupyöräergometritestin tulokseen, juostu matka voidaan muuttaa maksimaaliseksi hapenottokyvyn arvioksi seuraavalla kaavalla: (juostu matka metreinä - 504,9) / 44,73. Näin saatu tulos ilmaistaan millilitroina kiloa kohden minuutissa (ml/kg/min). Puolustusvoimissa käytetään kuitenkin viitearvotaulukon mukaisia luokituksia.

## **2 Moniportainen ergometritesti (Milfit/Fitware, max VO2 ml/kg/min)**

Moniportaista ergometritestiä koskevan osuuden lähteenä on käytetty FitWare Oy:n MILFIT4 pikaohjetta sekä MILFIT testaus ja analysointi -opasta.

### **Tarkoitus**

Moniportainen ergometritesti on koko kehon toimintakyvyn testi, joka arvioi sydämen ja verenkiertojärjestelmän, keuhkojen, työskentelevien lihasten ja niitä huoltavien järjestelmien toiminnan tehokkuutta. Testin tulosta käytetään henkilökohtaisen harjoitusohjelman laatimiseen. Maksimihapenottokyky ennustaa joissain määrin sydän- ja verisuonitautiriskiä sekä muita terveystarpeita.

### **Testin suoritustapa**

Terveet sotilaat suorittavat testin maksimaalisena ja siviilit submaksimaalisena. Testiin osallistuvalla sotilaalla on aina ilmoitettava, että testi suoritetaan maksimaalisena ja että tulos määritetään suoraan testin päättymishetkestä. Maksimaalisena suoritettu testi päättyy normaalitilanteessa siihen, kun testattava ei enää jaksaa ylläpitää vaadittua poljentakierrosnopeutta. Submaksimaalisessa menetelmässä testi voidaan päättää anaerobisen kynnyksen ylittyttyä, kun testattavan syke on noin 10 lyöntiä laskennallisen tai edellisestä testistä saadun maksimisykkeen alapuolella. Sotilas, jonka edellisessä kestävyystestissä saavuttama tulos on luokassa heikko, voi suorittaa lääkärin määräyksestä ergometritestin submaksimaalisena.

## PUOLUSTUSVOIMIEN PALKATUN HENKILÖSTÖN LIHASKUNTOTESTIT

### *1 Lihaskunto ja oheismittaukset*

Lihaskuntotestit suoritetaan liikuntasalissa tai muussa tähän tarkoitukseen sopivassa tilassa.

Lihaskuntotestien aluksi oheismittauksina mitataan testattavien pituus, paino sekä vyötärön ympäryys. Nämä mittaukset pyritään suorittamaan testattavan yksityisyyttä kunnioittaen

ulkopuolisilta eristetyssä tilassa. Lihaskuntotestien eri osioiden välille on varattava palautumisaikaa 5–10 minuuttia.

Testaaja näyttää ja selittää jokaisen testisuorituksen yksityiskohtaisesti testattavalle ryhmälle, jonka jälkeen testattavat kokeilevat ja harjoittelevat testiä annettujen ohjeiden mukaan.

Lihaskuntotestien suoritusohjeet luetaan yhdenmukaisuuden varmistamiseksi testattaville suoraan allaolevista ohjeista. Laadukkaan testauksen periaatteiden mukaisesti testauksessa pyritään välttämään kilpailullisuutta, minkä vuoksi testattavia ei varsinaisesti kannusteta testien aikana.

Lihaskuntotesteissä välineinä tarvitaan pituuden ja painon mittauslaitteet, vyötärön ympärysmittanauha, sekuntikello, viitearvotaulukko, voimistelumattoja ja puristusvoimamittari.

Lihaskuntotestien viitearvot on esitetty liitteessä 9.

### **1.1 Painoindeksi (BMI)**

#### **Tarkoitus**

Painoindeksi kuvaa painon sopivuutta ja myös rasvakudoksen määrää.

Lihaksikkaan henkilön

painoindeksi voi ylittää 25 ilman, että siihen sisältyy terveydellistä riskiä.

#### **Tuloksen määrittäminen**

Painoindeksi lasketaan **paino jaettuna pituuden neliöllä** ( $65 \text{ kg} : 1,72 \text{ m}^2 = 21,9$ ). Käsikirjan

sähköisissä liitteissä on painoindeksin arviointiin tarkoitettu taulukko. Painoindeksin viitearvoluokat ja selitteet WHO:n (2000) ja Kuntotestauksen käsikirjan (2004) mukaisesti ovat miehille ja naisille seuraavat:

### **BMI Selite**

alle 18,5

Alipaino. Paino on normaalia pienempi. Sairastuvuusriski on suurentunut. Usein laihuus on kuitenkin seuraus sairaudesta, ei sen syy.

18,5–24,9

Normaali paino. Laihduttamiseen ei ole mitään terveydellistä syytä.

25–29,9

Lievä ylipaino. Sairastuvuusriski on hieman suurentunut. Riskiä voidaan pienentää elintapoja muuttamalla ilman selvää laihduttamista, lisäämällä liikuntaa ja muuttamalla ruokavaliota vähärasvaisemmaksi.

30–34,9

Merkittävä ylipaino. Sairastuvuusriski on selvästi suurentunut ja myös kuolleisuusriski on tavallista suurempi. Laihtuminen (5-15 % kehon painosta) saattaa olla hyödyllistä terveydelle.

35–39,9

Vaikea ylipaino. Riskit ovat edellistä suuremmat. Laihtuminen (10–20 % kehon painosta) on hyödyllistä terveydelle.

40 tai yli

Sairaalloinen lihavuus. Laihtuminen (10–20 % kehon painosta) on erittäin hyödyllistä terveydelle.

## **1.2 Vyötärön ympäryys (waist circumference)**

### **Tarkoitus**

Lihavuuden (rasvakudoksen) aiheuttama terveysvaara riippuu rasvan anatomisesta sijainnista.

Suurin sairastumisvaara on yhteydessä keskikehon sisäosiin kertyvään rasvaan. Tätä arvioidaan epäsuorasti vyötärön ympärysmittalla.

**Suoritustekniikka**

Vyötärön ympärys mitataan Pääesikunnan hankkimalla virallisella Seca-mittanauhalla paljaalta

iholta testattavan henkilön seisoessa alimman kylkiluun ja suoliluun puolesta välistä.

Mittanauha on tiiviisti kehossa kiinni, mutta se ei saa kiristää niin, että nauha "uppoaa".

Mittanauhan on pysyttävä mittauksen ajan vaakatasossa.

**Tuloksen määrittäminen**

Tulos luetaan normaalin uloshengityksen lopussa. Mittaus toistetaan kolme kertaa ja tulokseksi kirjataan mittausten keskiarvo puolen senttimetrin tarkkuudella.

Vyötärön ympärysmittan viitearvoluokat ja selitteet WHO:n mukaisesti ovat miehille ja naisille seuraavat:

**Vyötärön ympärysmitta****Selite**

Miehet alle 94 cm

Naiset alle 80 cm Ei terveystriskiä.

Miehet 94–102 cm

Naiset 80–88 cm Lievästi suurentunut terveystriski.

Miehet yli 102 cm

Naiset yli 88 cm Huomattavasti suurentunut terveystriski.

**2 Puristusvoima (grip strength)****Tarkoitus**

Testi mittaa käden isometristä puristusvoimaa, joka samalla osoittaa yläraajojen, niskan ja hartianseudun toimintakyvyn tasoa sekä niissä tapahtuvia muutoksia.

**Suoritustekniikka**

Puristusvoima mitataan puristusvoimamittarilla oikean ja vasemman käden parhaiden tulosten

(kaksi puristusta molemmilla käsillä vuorotellen) keskiarvona. Testattavalle kerrotaan mittarin



kahvan säätömahdollisuudesta sekä annetaan mahdollisuus kokeilla puristusotetta eri säädöillä. Puristus suoritetaan istuma-asennossa selkä suorana ja irti selkänojasta siten, että puristava käsi muodostaa 90 asteen kulman kyynärnivelistä, olkavarsi on kiinni vartalossa ja kyynärvarsi on reiden suuntaisesti. Vapaa käden kämmen pidetään suorituksen ajan vapaan käden puoleisella polvella. Suoritus tapahtuu lyhytkestoisena, maksimaalisena ja yhtäjaksoisena puristuksena.

### **Tuloksen määrittäminen**

Tulos on molempien käsien parhaiden puristusten (kg) keskiarvo. Puristusvoimatestin maksimitulos on 90 kilogrammaa.

### **Tavallisimpia virheitä**

Käsivarren asennon irtoaminen vartalosta, kulman oikeneminen, vapaan käden tukeminen tuoliin tai jalkaan sekä käsivarren/ylävartalon/ranteen kiertyminen, Mittarin painaminen esimerkiksi jalkaa vasten, repivä, riuhtaiseva suoritus.

## **3 Istumaannousu (sit up)**

### **Tarkoitus**

Testin tarkoituksena on arvioida vartalon koukistajalihasten dynaamista kestävyyttä.

### **Suoritustekniikka**

Lähtöasennossa testattava makaa selinmakuulla polvikulman ollessa noin 90 astetta. Nilkat ovat suorituksen aikana tuettuina (avustaja). Sormet ovat takaraivon (ei niskan) kohdalla ristissä. Lähtöasennosta nousee istumaan siten, että kyynärpäät koskettavat polvia tai käyvät polvien tasolla. Ala-asennossa lapaluiden alaosa koskettaa alustaa. Yksi suoritus täyttyy, kun kyynärpäät koskettavat polvia ja on palattu ala-asentoon. Kädet pidetään suorituksen ajan vakioidussa asennossa sormet ristissä ja kyynärpäät eteenpäin.

### **Tuloksen määrittäminen**

Tulos on maksimitoistomäärä 60 sekunnissa ilman lepotaukoja. Puhtaasti suoritettujen

istumaannousujen teoreettinen maksimimäärä 60 sekunnissa on noin 90 toistoa.

### **Tavallisimpia virheitä**

“Lyödään” käsillä vauhtia, lyödään vartalolla (lavat alustaan, selkää notkistaen) vauhtia, sormet eivät pysy ristissä ja kämmenet takaraivolla.

## **4 Etunojapunnerrus (push up)**

### **Tarkoitus**

Testin tarkoituksena on arvioida hartian alueen ja yläraajojen lihasten dynaamista voimaa ja kestävyyttä sekä liikettä tukevien vartalonlihasten staattista kestävyyttä.

### **Suoritustekniikka**

Ennen testiä käsien oikea sijainti määritetään päinmakuulla asettamalla kämmenet hartioiden leveydelle ja tasolle siten, että sormet osoittavat eteenpäin. Peukaloiden on yllettävä koskettamaan olkapäitä. Jalat ovat enintään lantion leveydellä. Lähtöasennossa kädet ovat hartioiden leveydellä suoriksi ojennettuina, vartalo suorana, varpaat ja kämmenet tukipisteinä. Lähtöasennosta vartalo lasketaan jännitettynä ala-asentoon, jossa olkavarret ovat vaakatasossa. Yksi suoritus täyttyy, kun ala-asennosta on palattu lähtöasentoon. Jalkoja ei saa tukea esimerkiksi seinään (liike tapahtuu vapaassa tilassa). Lantiokulman (160–180°) ja pään asennon on pysyttävä suorituksen ajan vakiona. HUOMIO: Siviilinaisilla suoritus tehdään polvet maassa.

### **Tuloksen määrittäminen**

Tulos on maksimitoistomäärä 60 sekunnissa ilman lepotaukoja. Puhtaasti suoritettujen etunojapunnerrusten teoreettinen maksimimäärä 60 sekunnissa on noin 90 toistoa.

### **Tavallisimpia virheitä**

Lantio ”putoaa” alas tai lantiokulma muuttuu havaittavasti, punnerrus ei tapahdu tarpeeksi

alhaalta (vartalo vaakatasoon olkavarren kanssa), kädet eivät ojennu suoraksi, jalkojen ja/tai käsien liian leveä haara-asento (hämähäkki), kädet eivät ole hartian leveydellä sormet eteenpäin, pään heiluminen.

## **5 Toistokyykistys (repeated squat)**

### **Tarkoitus**

Testin tarkoituksena on arvioida alaraajojen voimakestävyyttä ja anaerobista tehoa. Testi vaatii myös hyvää vartalon hallintaa sekä alaraajojen ja selän liikkuvuutta.

### **Suoritustekniikka**

Lähtöasennossa jalat ovat enintään hartianleveydellä, jalkaterät saavat olla hieman ulospäin auenneena. Olkapää, lantio, polvi ja nilkka ovat samalla pystysuoralla linjalla. Lähtöasennosta kyykistytään ala-asentoon niin, että sormenpäät koskettavat alustaa jalkaterän ulkosivun alueella. Reidet ovat ala-asennossa alustan suuntaisesti vaakatasossa. Yksi suoritus täyttyy, kun testattava on noussut edellä mainitusta ala-asennosta lähtöasentoon. Vartalon rakenteen ja nivelten liikkuvuuden vuoksi on syytä sallia tarvittaessa korokkeen käyttö kantapään alla.

### **Tuloksen määrittäminen**

Tulos on maksimitoistomäärä 60 sekunnissa ilman lepotaukoja. Puhtaasti suoritettujen toistokyykistysten teoreettinen maksimimäärä 60 sekunnissa on noin 90 toistoa.

### **Tavallisimpia virheitä**

Sormenpäät eivät kosketa alustaa, ylävartalo taittuu voimakkaasti eteen, jalat ja lantio jäävät yläasennossa koukkuun, reidet eivät käy ala-asennossa vaakatasossa.

### **Huomioitavaa**

Muistuta kiintopisteestä vastapäisessä seinässä - auttaa tasapainon säilyttämisessä. Varaa mattoja lähelle - niitä tarvitaan välittömästi testin päättyessä. Varoita sormien täydestä ojentamisesta - lyönnit lattiaan ja hartioiden turhasta jännitystilasta.

Sotilaat ikäluokittain, pisteet ja luokka, lihaskuntotestit

**Puristusvoima**

	<b>20-24</b>	<b>25-29</b>	<b>30-34</b>	<b>35-39</b>	<b>40-44</b>	<b>45-49</b>	<b>50-54</b>	<b>55-59</b>	<b>60-64</b>
<b>5</b>	72	71	70	69	68	67	66	65	64
<b>4,75</b>	70	69	68	67	66	65	64	63	62
<b>4,5</b>	68	67	66	65	64	63	62	61	60
<b>4,25</b>	66	65	64	63	62	61	60	59	58
<b>4</b>	64	63	62	61	60	59	58	57	56
<b>3,75</b>	62	61	60	59	58	57	56	55	54
<b>3,5</b>	60	59	58	57	56	55	54	53	52
<b>3,25</b>	58	57	56	55	54	53	52	51	50
<b>3</b>	56	55	54	53	52	51	50	49	48
<b>2,75</b>	54	53	52	51	50	49	48	47	46
<b>2,5</b>	52	51	50	49	48	47	46	45	44
<b>2,25</b>	50	49	48	47	46	45	44	43	42
<b>2</b>	48	47	46	45	44	43	42	41	40
<b>1,75</b>	46	45	44	43	42	41	40	39	38
<b>1,5</b>	44	43	42	41	40	39	38	37	36
<b>1,25</b>	42	41	40	39	38	37	36	35	34
<b>1</b>	40	39	38	37	36	35	34	33	32

**Istumaannousu**

	<b>20-24</b>	<b>25-29</b>	<b>30-34</b>	<b>35-39</b>	<b>40-44</b>	<b>45-49</b>	<b>50-54</b>	<b>55-59</b>	<b>60-64</b>
<b>5</b>	51	48	45	42	39	36	33	30	27
<b>4,75</b>	50	47	44	41	38	35	32	29	26
<b>4,5</b>	49	46	43	40	37	34	31	28	25
<b>4,25</b>	48	45	42	39	36	33	30	27	24
<b>4</b>	47	44	41	38	35	32	29	26	23
<b>3,75</b>	46	43	40	37	34	31	28	25	22
<b>3,5</b>	45	42	39	36	33	30	27	24	21
<b>3,25</b>	44	41	38	35	32	29	26	23	20
<b>3</b>	43	40	37	34	31	28	25	22	19
<b>2,75</b>	42	39	36	33	30	27	24	21	18
<b>2,5</b>	41	38	35	32	29	26	23	20	17
<b>2,25</b>	40	37	34	31	28	25	22	19	16
<b>2</b>	39	36	33	30	27	24	21	18	15
<b>1,75</b>	34	31	28	25	22	19	16	13	10
<b>1,5</b>	29	26	23	20	17	14	11	8	5
<b>1,25</b>	24	21	18	15	12	9	6	4	3
<b>1</b>	19	16	13	10	7	4	2	1	1

**Etunojapunnerrus**

	<b>20-24</b>	<b>25-29</b>	<b>30-34</b>	<b>35-39</b>	<b>40-44</b>	<b>45-49</b>	<b>50-54</b>	<b>55-59</b>	<b>60-64</b>
<b>5</b>	46	44	42	40	38	36	34	32	30
<b>4,75</b>	45	43	41	39	37	35	33	31	29
<b>4,5</b>	44	42	40	38	36	34	32	30	28
<b>4,25</b>	43	41	39	37	35	33	31	29	27
<b>4</b>	42	40	38	36	34	32	30	28	26
<b>3,75</b>	41	39	37	35	33	31	29	27	25
<b>3,5</b>	40	38	36	34	32	30	28	26	24
<b>3,25</b>	39	37	35	33	31	29	27	25	23
<b>3</b>	38	36	34	32	30	28	26	24	22
<b>2,75</b>	37	35	33	31	29	27	25	23	21
<b>2,5</b>	36	34	32	30	28	26	24	22	20
<b>2,25</b>	35	33	31	29	27	25	23	21	19
<b>2</b>	34	32	30	28	26	24	22	20	18
<b>1,75</b>	29	27	25	23	21	19	17	15	13
<b>1,5</b>	24	22	20	18	16	14	12	10	8
<b>1,25</b>	19	17	15	13	11	9	7	5	4
<b>1</b>	14	12	10	8	6	4	2	1	1

**Toistokyykistys**

	<b>20-24</b>	<b>25-29</b>	<b>30-34</b>	<b>35-39</b>	<b>40-44</b>	<b>45-49</b>	<b>50-54</b>	<b>55-59</b>	<b>60-64</b>
<b>5</b>	64	62	60	58	56	54	52	50	48
<b>4,75</b>	62	60	58	56	54	52	50	48	46
<b>4,5</b>	60	58	56	54	52	50	48	46	44
<b>4,25</b>	58	56	54	52	50	48	46	44	42
<b>4</b>	56	54	52	50	48	46	44	42	40
<b>3,75</b>	54	52	50	48	46	44	42	40	38
<b>3,5</b>	52	50	48	46	44	42	40	38	36
<b>3,25</b>	50	48	46	44	42	40	38	36	34
<b>3</b>	48	46	44	42	40	38	36	34	32
<b>2,75</b>	46	44	42	40	38	36	34	32	30
<b>2,5</b>	44	42	40	38	36	34	32	30	28
<b>2,25</b>	42	40	38	36	34	32	30	28	26
<b>2</b>	40	38	36	34	32	30	28	26	24
<b>1,75</b>	38	36	34	32	30	28	26	24	22
<b>1,5</b>	36	34	32	30	28	26	24	22	20
<b>1,25</b>	34	32	30	28	26	24	22	20	18
<b>1</b>	32	30	28	26	24	22	20	18	16



PÄÄESIKUNTA	PÄÄTÖS
Koulutusosasto	AC7721
<u>HELSINKI</u>	<u>13.6.2006</u>

ILMAVE:N esitys CC1945/71.01/5.6.2006

PEKOULOS:n PAK A 01:02.23

## **PUOLUSTUSVOIMIEN SISÄISTEN FYYSISEN SUORITUSKYVYN TUTKIMUSTEN TULOSTEN YHDISTÄMINEN**

Pääesikunnan koulutusosasto on hyväksynyt viiteesityksen mukaisen ilmavoimien lentäjien ja puolustusvoimien henkilökunnan kenttäkelpoisuustestien tutkimustulosten yhdistämisen.

Pysyväisasiakirjan mukaista erillistä tutkimuslupaa ei tarvita, koska kysymyksessä on lupamenettelyllä hyväksytyjen puolustusvoimien sisäisten tutkimuksen tulosten tilastollinen yhdistäminen.

Koulutusosaston päällikkö  
Eversti

Erkki Nordberg

Päävalmentaja  
LitM

Jouni Ilomäki

**Tämä asiakirja on sähköisesti allekirjoitettu.**

### **LIITTEET**

#### **JAKELU**

IlmavE  
IlmavEh-os  
Harri Rintala, Sotilaslääketieteen Keskus Valintakeskus (AMC)

#### **TIEDOKSI**

IlmavEhenk-os

## FYYSINEN SUORITUSKYKY JA LIIKUNNALLINEN ELÄMÄTAPA

PVM: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ - \_\_\_\_

NIMI: \_\_\_\_\_

SYNTYMÄAIKA: \_\_\_\_\_ IKÄ: \_\_\_\_\_

PITUUS: \_\_\_\_\_

PAINO (BW) \_\_\_\_\_

BMI: \_\_\_\_\_

VYÖTÄRÖN YMPÄRYSMITTA: \_\_\_\_\_

### LIHASKUNTO:

ANAEROBINEN TEHO \_\_\_\_ W/kg

- (ka 23.3 W/kg)

PALLONHEITTO (1 kg) 1. \_\_\_\_\_ ms

- (ka. 197 ms) 2. \_\_\_\_\_ ms

3. \_\_\_\_\_ ms

### VARTALO:

FLEKSIO (VATSA) \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ kg => \_\_\_\_ %

- (ka. 73)

EKSTENSIO (SELKÄ) \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ kg => \_\_\_\_ %

- (ka. 97 KG)

### NISKA:

FLEKSIO (KAULA) \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ kg

- (ka. 21.7 kg)

EKSTENSIO (NISKA) \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ kg

- (ka. 29.4 kg)

LIHASKUNTOLUOKKA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ KUNTOTESTI PP-ERGO: \_\_\_\_ wmax1 /kg PIST TULOS  
\_\_\_\_ (ka. 4.0 W/kg)

### HAVAINNOT:

1. MOTORIIKKA:HYPPY: KANKEA NORMAALI ERITTÄIN SUJUVA  
PALLONHEITTO: KANKEA NORMAALI ERITTÄIN SUJUVA

2. LIIKUNNANHARRASTAJATYYPPI: KESTÄVYYS TAITO-TEHO TAITO

### 3. TAITO:

UIMATAITO - EI OSAA  
-ALLE 50 M  
-HYVÄ

SUUNNISTUSTAITO - EI OSAA  
-TUNTEE KARTAN/KOMPASSIN PERUSTEET  
-SUORIUTUU TUTUSTA VAIHTELEVASTA MAASTOSTA  
-SUORIUTUU VIERAASTA MAASTOSTA

### HIIHTOTAITO-EI OSAA

-PYSYY PYSTYSSÄ JA LIIKKUU SUKSILLA  
-HARRASTAA LIIKUNTAMUOTONA

VARTALOVOIMADYNAMOMETRIN ASETUKSET (NEWTEST):MERKITSE KUVAAN ASEMA  
>NISKA YLÄVARTALO LANTIO SÄÄRI  
HUOMIOI LANTIOTUEN ASEMA:14 CM FLEX, 20 CM EXT!



MOTORISEN TAITAVUUDEN PROSESSI-  
ORIENTAATIOPERUSTAINEN ARVIOINTIMALLI HEITTO- JA  
HYPPELYTESTIIN: suoritukselle tyypilliset tekijät

HEITTO	TAITOTASO	HYPPY
-taakse kaatuminen -yliastuminen pienelläkin heittoteholla -epäsymmetrinen välineen käsittely -ohiheitto -lyhyt liikerata, rajoittunut liikkuvuus (kädet/ylävirtalo) -välineen pudottelu -vaikeus heittää jalkaterät rinnakkain seisoen -testattava kaatuu	KANKEA/KÖMPELÖ -2 tai useampi kriteeri toteutuu -maksimissaan 1 sujuvuustekijä toteutuu	-vaikeus tunnistaa ohjattua polvikulmaa kyykyssä -ylävirtalo ”soutaa” eli tekee liikaa työtä jalkojen sijaan -kädet irtoavat hypyn aikana lanteilta -jalat eivät ojennu hypyn yläkuolokohdassa -kantapäät pyrkivät pakaroihin -testattava ”vaelttaa” matolla tai ei pysy kontaktimaton kehysten sisällä -hyppelyrytmi hajoaa jatkuvasti -jatkuvan liikkeen ylläpitäminen ei onnistu -testattava kaatuu -kahdella jalalla ponnistaminen ei onnistu -testattava ei pysty korjaamaan suoritustaan testaajan puhepalautteen myötä
	NORMAALI -maksimissaan 1 kömpelyystekijä toteutuu -2 tai useampi sujuvuustekijä toteutuu	
-ei yliastumista eikä taakse kaatumista -huolellinen ja symmetrinen välineen käsittely -heitto osuu varmasti kontaktimattoon seinällä -hyvä liikkuvuus (kädet/ylävirtalo) taaksetaivutuksessa -liike silminnähdessä tehokas ja hallittu	ERITTÄIN SUJUVA -yksikään kömpelyystekijä ei toteudu	-kykyt tasavyöisiä -tasainen ja hallittu rytmi -ylävirtalo pysyy jämäkästi hyppylinjassa -sääret ja jalkaterät heilahtavat eteen ilmalennossa -olematon tai pieni laskeutumisalueen muutos hypymatolla -tasainen hyppelyrytmi

## G-INDEKSIN LASKENTAKAAVA HW-KALUSTOLLA

1. Periaate: Mitä rajumpi liikehtely, sen enemmän absoluuttisia G-tasoylityksiä (=”liikehtimisen spektri”) suhteessa lennettyihin tunteihin ja sitä suurempi indeksi.

- G-spektrin laskennassa **ei käytetä tason** +0,25 Gz ylityksiä
- negatiivisten tasojen kumulatiivinen itseisarvo lasketaan ylityksistä tasoilla -1,5 ja -0,5
- positiivisten tasojen kumulatiivinen itseisarvo lasketaan ylityksistä tasoilla +2,5, +3,5, +4,5, +5,5, +7 ja +8

2. Kaava: tasoylitysten kumulatiiviset itseisarvot lasketaan yhteen sekä negatiivisella että positiivisella G-ylitysalueella. Molemmat kumulaatiot jaetaan havaintoperusteena olevien tasojen määrällä (negatiivisissa 2 kpl ja positiivisissa 6 kpl). Näin saadut jakotulokset lasketaan yhteen ja summa jaetaan toteutuneitten HW-tuntien määrällä.

$$\frac{(-Gz-tasoylitysten\ kumulat.\ itseisarvo)}{\text{Rekisteröintitasojen määrä eli 2}} + \frac{(+Gz-tasoylitysten\ kumulat.\ itseisarvo)}{\text{Rekisteröintitasojen määrä eli 6}}$$


---

Rekisteröinnissä toteutuneiden lentotuntien määrä

ILMAVOIMIEN ESIKUNTA  
Suunnitteluosasto

LAUSUNTO

TIKKAKOSKI

CE18011  
13.10.2008

---

Ilmavoimien Esikunta  
Henkilöstöosasto  
IlmavEhenk-os  
PL 30  
41161 TIKKAKOSKI

Lausuntopyynnöt CE17981 ja CE 9044 sekä Sotilaslääketieteen keskuksen pyyntö  
AE9269

## VASTAUS H RINTALAN TUTKIMUSTA KOSKEVAAN LAUSUNTOPYYNTÖÖN

Ilmailufysiologi, LitL Harri Rintalan tutkimustyö on merkittävä ja hyödyllinen. Tuloksena saadaan varmasti rekrytoinnin tehostamista ja tukielinongelmien ratkaisua tukevia tuloksia. Tutkimusaineisto pitää sisällään tietoja jotka yksinään ja varsinkin yhdisteltynä on luokiteltava salassa pidettäväksi. Liitetiedostona on taulukko, johon on koottu tutkimuksessa kerättävien tietojen julkisuus/salassa pidettävyys.

Valmiuspäällikkö  
Everstiluutnantti

Jari Mikkonen

Operaatiokeskuksen päällikkö  
Kapteeni

Pasi Tammi

**Tämä asiakirja on sähköisesti allekirjoitettu.**

LIITTEET

JAKELU

TIEDOKSI

IlmavE SUUNNOS

ILMAVOIMIEN ESIKUNTA  
Operatiivinen osasto

VASTAUS

CE20509

TIKKAKOSKI

12.11.2008

---

Ilmavoimien Esikunta  
Henkilöstöosasto  
IlmavEhenk-os  
PL 30  
41161 TIKKAKOSKI

Sotilaslääketieteen keskus lausuntopyyntö AE9269

ILMAVE- henk-os lausuntopyyntö CE9044

### **SOTILASLENTÄJIÄ KOSKEVA TUTKIMUS (RINTALA)**

Ilmavoimien esikunnan suunnitteluosaston lausunto sotilaslentäjien selkäongelmia koskevassa tutkimuksessa käytettyjen muuttujien julkisuuteen ja salassa pidettävyyteen löytyy liitetiedoston asiakirjasta.

Huomioitavaa on se, että yksittäiset muuttajat eivät sinällään aiheuta tutkimuksen salassa pidettävyyttä, vaan sen aiheuttaa tutkimustuloksista saatavat mahdolliset suorituskykyanalyysit Suomen ilmavoimien ohjaajien operatiivisesta toimintakyvystä.

Suunnitteluosaston lausunnossa ei oteta kantaa lakiin perustuvien henkilötietojen julkisuuteen, vaan lausunto kattaa ainoastaan lentotoiminnan ja operatiivisen näkökulman tutkimuksen salassa pidettävyydestä.

Osastopäällikön sijainen  
Majuri

Timo Herranen

**Tämä asiakirja on sähköisesti allekirjoitettu.**

LIITTEET

JAKELU

TIEDOKSI

Veli-Pekka Paananen, Ilmavoimien Esikunta Henkilöstöosasto  
Harri Rintala, Sotilaslääketieteen Keskus Ilmailulääketieteen keskus (AMC)



**Maanpuolustuskorkeakoulu**  
Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos  
00860 Helsinki  
Suomi ▶ Finland

**Puh.** +358 299 530 411  
[www.mpkk.fi](http://www.mpkk.fi)

**ISBN: 978-951-25-2374-0**  
**ISSN: 1798-0399**  
**PDF ISBN: 978-951-25-2375-7**  
**NRO 10 / 2012**