

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

SOTILASLENTÄJÄN FYYSINEN HARJOITTELU ERI LENTOKOULUTUSVAIHEISSA

Tutkielma

Kapteeni
Pasi Pekkanen

Esiupseerikurssi 62
Ilmasotalinja

Huhtikuu 2010

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Esiupseerikurssi 62	Linja Ilmasotalinja
Tekijä Kapteeni Pasi Pekkanen	
Tutkielman nimi Sotilaslentäjän fyysinen harjoittelu eri lentokoulutusvaiheissa	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotilaspedagogiikka	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto)
Aika: Huhtikuu 2010	Tekstisivuja 37 Liitesivuja 11

TIIVISTELMÄ

Ilmavoimien yksi kriittisimmistä resursseista on hävittäjälentäjien määrä. Nykyiset resurssit ja koulutusjärjestelmä eivät mahdollista koulutettavien määrän lisäämistä. Samaan aikaan lentäjiä joudutaan siirtämään pois valmiusohjaajatehtävistä ja vielä koulutuksessa olevien koulutus keskeyttämään erilaisten tuki- ja liikuntaelinvammojen vuoksi.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää kirjallisuustutkimuksena, miten ilmavoimien lentäjän tulisi harjoitella työnsä kannalta kriittisiä fyysisiä ominaisuuksia lentokoulutuksen eri vaiheissa. Tarkoituksena on selvittää, mitkä ovat sotilaslentäjän työn kannalta kriittiset fyysiset ominaisuudet, miten poikkeukselliset vaatimukset on huomioitu koulutuksessa sekä miten ohjaajien terveydentilaa ja fyysisiä ominaisuuksia seurataan koulutuksen ja työuran aikana.

Nykyaikaiset hävittäjäkoneet ovat suorituskyvyiltään niin tehokkaita, että ne voivat aiheuttaa ohjaajalle vaikeita psykofysiologisia ongelmia. Lentämiseen liittyvien kiihtyvyysoimien merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat hengitykseen, verenkiertoon, lihaksistoon ja tukirankaan. Verenpaineen laskemista estetään vastaponnistustekniikalla, johon kuuluu vartalon lihasten jännittäminen, kyyristynyt asento ja tietty hengitystekniikka. Tehokas vastaponnistus edellyttää lentäjältä hyvää lihaskuntoa. Vallitsevan käsityksen mukaan vastaponnistuksen kannalta tärkeimmät lihakset ovat alaraajojen lihakset, vatsalihakset ja rintakehän lihakset. Lihasten ja tukirangan kuormittuminen aiheuttaa lentäjien toimintakyvyn heikkenemistä pidemmällä aikavälillä tarkasteltuna, minkä vähentämiseksi lentäjän voimaominaisuuksien kehittämisen on todettu olevan tärkeää. Erityisen tärkeäksi on havaittu niskalihasten kunto. Tutkimusten perusteella lentäminen itsessään ei vahvista kaularangan alueen lihaksia, joten lentäjien tulee parantaa voimatasoja erikoisharjoitteilla.

Lentäjän koulutuksessa fyysisesti rasittavin vaihe alkaa noin 3,5 vuoden kuluttua koulutuksen alkamisesta. Ammatin edellyttämien fyysisten ominaisuuksien kehittäminen tulisikin aloittaa heti koulutuksen alussa, koska rasittavimpien vaiheiden aikana lentämisen aiheuttama rasitus ei mahdollista tehokasta harjoittelua.

Tarkempaa tutkimusta lentämisen aiheuttaman rasituksen ja fyysisen harjoittelun välisestä suhteesta ei ole tehty. Tätä voitaisiin tutkia analysoimalla tarkemmin eri lentolajien aiheuttamaa G-kuormitusta ja lennonaikaisia syketasoja. Näistä tutkimuksista saatavia tietoja ja lentäjän testitietoja käyttämällä voitaisiin laatia henkilökohtainen harjoitusohjelma fyysisen valmennuksen asiantuntijan avustuksella. Lisäksi Hawk-kaluston parantunut lennontaltiointijärjestelmä mahdollistaa aikaisempaa tarkemman lennonaikaisen G-voimien analysoinnin. Tähän voitaisiin yhdistää myös lentäjän ohjaamotyöskentelyn kuvaaminen ja lihasaktiivisuuden mittaaminen lennon aikana.

AVAINSANAT

Toimintakyky, fyysinen suorituskyky, liikuntakasvatus, sotilaslentäjät

SOTILASLENTÄJÄN FYYSINEN HARJOITTELU ERI LENTOKOULUTUSVAIHEISSA

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	1
2	LENTÄJÄN TOIMINTAKYKY JA FYYSINEN HARJOITTELU	3
3	SOTILASLENTÄJÄN TYÖN FYYSINEN KUORMITTAVUUS.....	6
3.1	KIIHTYVYYSVOIMIEN VAIKUTUS HENGITYKSEEN JA VERENKIERTOON.....	9
3.2	G-SIETOKYKY	10
3.2.1	<i>Luontainen G-sietokyky.....</i>	<i>11</i>
3.2.2	<i>Vastaponnistus</i>	<i>12</i>
3.2.3	<i>Fyysisen harjoittelun vaikutus G-sietokykyyn</i>	<i>13</i>
3.3	KIIHTYVYYSVOIMIEN VAIKUTUS LIHAKSIIN JA TUKIRANKAAN	15
3.3.1	<i>Vaikutus lihaksiin</i>	<i>16</i>
3.3.2	<i>Vaikutus tukirankaan.....</i>	<i>17</i>
4	KUORMITTAVUUDEN VÄHENTÄMINEN FYYSISIÄ OMINAISUUKSIA KEHITTÄMÄLLÄ	19
4.1	VOIMA	20
4.2	LIHASHUOLTO	23
4.3	KESTÄVYYS	23
5	LENTÄJÄN FYYSISTEN OMINAISUUKSIEN SEURANTA	25
6	LENTÄJÄN TOIMINTAKYVYN KEHITTÄMINEN FYYSISELLÄ HARJOITTELULLA.....	28
6.1	SOTILAAN TOIMINTAKYKYMALLI.....	29
6.2	LENTÄJÄN FYYSINEN SUORITUSKYKY OSANA SOTILAAN TOIMINTAKYKYMALLIA	32
7	TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS	35
8	SUOSITUKSET JA JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET	36
	LÄHTEET	38
	LITTEET.....	44

SOTILASLENTÄJÄN FYYSINEN HARJOITTELU ERI LENTOKOULUTUSVAIHEISSA

1 JOHDANTO

Ilmavoimien yksi kriittisimmistä resursseista on hävittäjälentäjien määrä. Nykyiset resurssit ja koulutusjärjestelmä eivät mahdollista koulutettavien määrän lisäämistä. Samaan aikaan lentäjiä joudutaan siirtämään pois valmiusohjaajatehtävistä ja vielä koulutuksessa olevien koulutus keskeyttämään erilaisten tuki- ja liikuntaelinvammojen vuoksi.

Sotilaslentäjillä on maamme kallein ammattikoulutus. Yhden lentäjän kouluttaminen kahdeksan vuoden aikana hävittäjäkaluston valmiusohjaajaksi maksaa valtiolle noin kymmenen miljoonaa euroa. Siitä huolimatta tämän kriittisen resurssin työkyky rapistuu pahimmillaan jo parin vuoden koulutuksen jälkeen. Jopa 90 % lentokoulutuksessa olevista kadeteista on kokenut niska- hartiaseudun lihasten venähdyksiä revähdyksiä ja kipujäykkyyttä. (Rintala 2008, 14-15.)

Lentäjien työn kuormittavuutta ja fyysisiä vaatimuksia on tutkittu paljon. Taistelija 2005-teoksessa on esimerkiksi listattu 202 ilmavoimien liikuntatieteelliseen tutkimus- ja kehittämistoimintaan liittyvää julkaisua. Työn fyysinen kuormittavuus asettaa hävittäjälentäjän fyysiselle suorituskyyvälle suuria vaatimuksia. Tutkimuksissa on tutkittu mm. kiihtyvyyksien vaikutuksia verenkierto- ja hengityselimistöön sekä tuki- ja liikuntaelimistöön. Vuonna 1979 ilmavoimien komentajan käskyllä perustettiin ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutus-työryhmä tutkimaan hävittäjälentämisen kuormittavuutta ja sotilaslentäjän fyysistä suorituskyykyä. Tutkimustyö on ollut jopa maailmanlaajuisesti katsoen tasokasta ja kattavaa. Työryhmän tutkimuksien Lentävän henkilöstön liikunta II ja III tuloksista on pidetty esitelmiä kansainvälisissä alan konferensseissa ja julkaistu artikkeleja Aviation, Space and Environmental Magazine:ssa. (Ilmavoimat 1988 & Kanninen 1996.) Viimeisimmän Ilmavoimien ja Työterveyslaitoksen tutkimushankkeen tuloksien perusteella on julkaistu viisi artikkelia Aviation, Space and Environmental Magazine:ssa (Ilmavoimat 2007). Tutkimustoiminta on pyrkinyt käytännön sovellutuksiin ja turvaamaan sotilaslentäjän fyysistä työssä selviytymistä ja työterveyttä.

Laajoista tutkimuksista ja tarkasta tiedosta ei kuitenkaan ole hyötyä, jos niiden avulla ei pystytä vähentämään lentäjien toimintakykyä rajoittavia tekijöitä. Tutkimuksissa hankitusta tiedosta ja toimenpiteistä huolimatta on nimittäin havaittu, että esim. ohjaajien voimaominaisuudet eivät kehity valintatesteistä Hawk-lentokoulutuksen aloittamiseen mennessä (Väre 2006). Tämän vuoksi on oleellista tarkastella myös koulutusjärjestelmää ja sitä, miten tutkimustulokset ja niiden mukaiset suositukset on huomioitu lentäjien koulutuksessa. Aiempien tutkimusten perusteella on ilmavoimissa asetettu tavoitteeksi täydellinen lajiansalyysin laatiminen. Tämän tulisi sisältää virkauran vaiheet, kuntotekijät, testaus, harjoittelu ja seuranta. (Mäkinen 2007.)

Rekrytoitaessa henkilöitä ammattiin on tärkeää antaa kohderyhmälle realistinen kuva tulevasta työstä. Tämän vuoksi Ilmavoimissa ollaan laajemmin tarkastelemassa, miten yleiset mielikuvat ja odotukset vastaavat sotilaslentäjän todellisuutta. Rekrytoinnin kannalta on myös tärkeää, että Ilmavoimissa panostetaan toimintakyvyn säilyttämiseen läpi työuran ja sen jälkeenkin nykyistä enemmän.

2 LENTÄJÄN TOIMINTAKYKY JA FYYSINEN HARJOITTELU

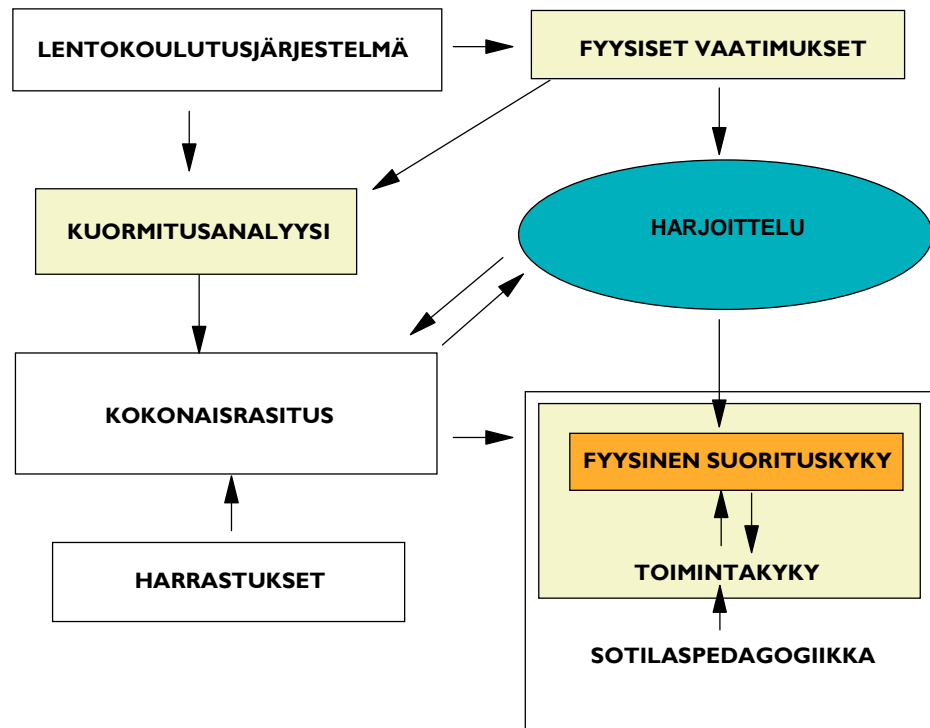
Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää kirjallisuustutkimuksena, miten ilmavoimien lentäjän tulisi harjoitella työnsä kannalta kriittisiä fyysisiä ominaisuuksia lentokoulutuksen eri vaiheissa. Tarkoituksena on selvittää, mitkä ovat sotilaslentäjän työn kannalta kriittiset fyysiset ominaisuudet, miten poikkeukselliset vaatimukset on huomioitu koulutuksessa sekä miten ohjaajien terveydentilaa ja fyysisiä ominaisuuksia seurataan koulutuksen ja työuran aikana.

Tutkielma on menetelmältään perinteinen kirjallisuuskatsaus, vaikka materiaalin hankinnassa onkin käytetty tiettyjä systemoidun kirjallisuuskatsauksen menetelmiä. Tutkielmaa varten on pyritty keräämään mahdollisimman paljon alkuperäistutkimuksia. Tärkeimpinä lähteinä tässä tutkielmassa käytetään Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmän tutkimuksia ja julkaisuja. Työryhmän toiminta on jaettavissa kolmeen vaiheeseen. Vuonna 1979 perustetun työryhmän ensimmäinen tehtävä oli kartoittaa Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntatottumuksia ja luoda harjoitusohjelma, joka tukee ammatillisia vaatimuksia. Vuosina 1982-1988 työryhmä paneutui tarkemmin ilmailufysiologian ja lentäjän fyysisen suorituskyvyn tutkimukseen. Tutkimuksen perusteella julkaistiin raportti: Lentävän henkilöstön liikunta II. Tämän lisäksi tutkimustulosten perusteella on pidetty useita esitelmiä kansainvälisissä ilmailufysiologian tapahtumissa ja julkaistu artikkeleja mm. *Aviation, Space and Environmental Medicine*:ssä. (Ilmavoimat 1998.) Kolmannessa vaiheessa työryhmä tuotti tietoa sotilaslentäjän lihaskunto-ominaisuuksista ja liikuntakäyttäytymisestä sekä oppimateriaalia lentävän henkilöstön liikunnan opetukseen (Hiltunen 2001, 14).

Vuodesta 2005 alkaen Ilmavoimien kadettien maisteriopintojen Pro gradu -työt (liite 1) ovat tuottaneet huomattavaa lisäarvoa tämän alan tutkimukseen. Työt on tehty alan ammattilaisen (Ilmavoimien esikunnassa/ Sotilaslääketieteen Keskuksessa palvelevan ilmailufysiologin) ohjauksessa ja niissä on tutkittu juuri Suomen Ilmavoimissa esiintyviä ilmiöitä. Tämä on tärkeä huomioitava tekijä, koska pienetkin erot toimintaympäristössä (esim. konekalusto ja koulutusjärjestelmä) voivat vaikuttaa tutkimustuloksiin.

Pelkästään fyysisen suorituskyvyn tutkiminen luokitellaan yleensä liikuntatieteelliseksi tutkimukseksi. Tässä tutkielmassa tutkitaan fyysistä harjoittelua osana suurempaa kokonaisuutta, johon kuuluu oleellisesti lentäjän (sotilaan) toimintakyky ja koulutusjärjestelmä. Näkökulma onkin sotilaspedagoginen, jonka pohjana on sotatieteellinen tutkimuskenttä.

Toimintakyky tarkoittaa yksilön valmiutta erilaisiin suorituksiin. Tehokkaiden suoritusten edellytyksenä on hyvä toimintakyky, joka tarkoittaa myös kykyä soveltaa ja taitoa oppia kokemuksista. Toimintakyky koostuu fyysisestä, psyykkisestä, sosiaalisesta ja eettisestä osa-alueesta. Fyysisessä toimintakyvyssä, jota tämä tutkielma käsittelee, on kyse yksilön kunnosta eli fyysisistä kyvyistä toimintojen suorittamiseksi. (Toiskallio 1998, 9.) Alla olevassa kuviossa on esitelty tässä tutkimuksessa käsiteltyjä fyysiseen harjoitteluun liittyviä tekijöitä.



Kuvio 1

Lentäjän fyysiseen harjoitteluun vaikuttavat tekijät

Suomen ilmavoimissa sotilaslentäjän koulutus alkaa varusmiehenä vuoden mittaisella Lento-reserviupseerikurssilla, jonka jälkeen halukkaat ja sopivimmat jatkavat opiskelua sotatieteen maisteriksi. Sotatieteen kandidaatin opintojen aikana kadetit opiskelevat lentokoulutuksen lisäksi yleisiä sotatieteellisiä aiheita Santahaminassa, Tikkakoskella ja Kauhavalla. Lentokoulutus etenee kadettikurssilla noin 2,5 vuodessa siihen vaiheeseen, jolloin aloitetaan lentäminen Hawk–suihkuharjoituskoneella. Tätä ennen lennetään Lento-reserviupseerikurssi mukaan lukien vajaa 100 tuntia alkeiskoulukone Vinkalla. (Koskinen 2010.)

Hawk-koulutuksessa lennetään ensimmäisen vuoden aikana noin 90 tuntia, jolloin opetellaan peruslentämistä suihkukonekalustolla. Tässä vaiheessa taitolentokoulutus on fyysisesti rasittavinta kiihtyvyyden ollessa maksimissaan 5 G_z. Vaihe III eli HW1-lentokoulutusohjelma on yleensä lennetty, kun kadetit valmistuvat sotatieteen kandidaateiksi. Tämän jälkeen lentäjät jatkavat sotatieteen maisterin opintoja, joiden suorittamiseen on aikaa kuusi vuotta. Samaan aikaan lentokoulutus jatkuu taktisella koulutuksella, joka sisältää ilmataistelukoulutuksen, fyysisesti rasittavimman koulutusvaiheen. (Koskinen 2010.)

Noin vuoden mittaisen HW 2-lentokoulutusvaiheen jälkeen lentäjät siirtyvät Lennostoihin ja aloittavat Hornet-koulutuksen. Kahden vuoden koulutuksen jälkeen lentäjät saavuttavat valmiusohjaajan kelpuutuksen, jonka jälkeen lentäjää voidaan pitää sotakelpoisena. Tämän jälkeen koulutus jatkuu kohti parin- ja parvenjohtajakelpoisuuksia. Lentäjän voidaankin sanoa olevan jatkuvassa koulutuksessa ainakin aktiivisen lentouran ajan. (Koskinen 2010.)

Kaikki lentäjät aloittavat lentokoulutuksen samalla tavalla tavoitteena Hornet-valmiusohjaajan kelpoisuus. Koulutuksen aikana osa ohjaajista kuitenkin jää eri syistä Hawk- tai kuljetuskoneohjaajiksi. Kuljetuskoneiden lentäminen on fyysisesti vähemmän rasittavaa kuin hävittäjälentäminen, joten niihin siirrytään yleensä terveydellisistä syistä. Yhtenäisen koulutuksen vuoksi tässä tutkimuksessa ei erikseen käsitellä Hornet-, Hawk- tai kuljetuskoneelentämistä. Tässä tutkimuksessa ei tarkastella myöskään helikopterilentäjien työn erityispiirteitä ja niiden aiheuttamia vaatimuksia lentäjän fyysiseen harjoitteluun. (Koskinen 2010.)

VALINTA	Ilmasotakoulu Tukilentoiluvue		Lentosotakoulu Hävittäjälentolaivue 41		Operatiivinen valmius Lennostojen hävittäjälentolaivueet			
								
	Alkeis- ja peruskoulutus Tikkakoski		Jatko- ja taktinen koulutus Kauhava		HN5 Harjoitukset			
	Varusm.	Kadettikurssi		Vaihe IV Taktinen koul. 130 h	HN1 Tyyppi 55 h	HN2 Valmiusohjaaja	HN3 Parinjohtaja	HN4 Parvenjohtaja
	Vaihe I Alkeiskoul. 40 h	Vaihe II Peruskoul. 50 h	Vaihe III Jatkokoul. 90 h		1 vuosi			
	1 vuosi	4 vuotta			1 vuosi	Hawk-parvenjohtaja, ilmataisteluopettaja, harjoitukset Lentosotakoulu		

Kuvio 2

Ilmavoimien lentokoulutusjärjestelmä (Lentosotakoulu 2009)

3 SOTILASLENTÄJÄN TYÖN FYYSINEN KUORMITTAVUUS

Kiihtyvyysoimat aiheuttavat suurimmaksi osaksi lentäjään lennon aikana kohdistuvat fyysiset rasitukset. Suuret kiihtyvyydet heikentävät psykomotorista suorituskykyä ja voivat aiheuttaa jopa äkillisen tajunnan menetyksen. Kiihtyvyysoimiin liittyvät peruskäsitteet ovat nopeus, kiihtyvyys, hidastuvuus ja inertia. Kiihtyvyys ja hidastuvuus kuvaavat nopeuden muutoksia tietyssä aikayksikössä. Inertia tarkoittaa kiihtyvyydelle vastakkaisuuntaista ja yhtä suurta voimaa, joka pyrkii vastustamaan alkuperäistä kiihtyvyyden aiheuttamaa voimaa (Newtonin III laki, voiman ja vastavoiman laki). (Kuronen ym. 1996, 11.)

	INERTIAVOIMAN SUUNTA	LENTOLIIKE
	+Gz Päästä jalkoihin	Oikaisu työksystä, silmukka, kaarot
	-Gz Jaloista päähän	Oikaisu noususta ulkopuoliset liikkeet
	+Gx Rinnasta selkaan	Lahtokiihdytys nopeuden lisäys
	-Gx Selasta rintaan	Nopea jarrutus jarrusivrekkeen käyttö
	+/- Gy Sivulta toiselle	Sivuttaisliikkeet

Kuvio 3

Elimistöön vaikuttavien kiihtyvyysoimien ja hidastuvuusvoimien merkintätapa vaikutussuunnan mukaan (Vapaavuori ym. 1992)

Nykyaikaiset hävittäjäkoneet ovat suorituskyvyiltään niin tehokkaita, että ne voivat aiheuttaa ohjaajalle vaikeita psykofysiologisia ongelmia. Puhuttaessa sotilaslentämiseen liittyvistä G-voimien aiheuttamista ongelmista tarkoitetaan yleensä jaloista päähän suuntautuvan kiihtyvyyden vaikutuksia. Tämä kiihtyvyys, joka aiheutuu lentokoneen suunnan muutoksista, aiheuttaa ohjaajan päästä jalkoihin suuntautuvan voiman. (Kuronen ym. 1996, 12.) Kiihtyvyysoimien merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat hengitykseen, verenkiertoon, lihaksistoon ja tukirankaan.

Kiihtyvyysoimien aiheuttamaa välitöntä rasitusta on tutkittu mm. mittaamalla ohjaajien syketasoa (Källi 2005), lihasaktiiviteettia (Oksa ym. 1996) ja selkärangan kokoonpuristumista (Hämäläinen ym. 1996) lentojen aikana.

Lihastyötä tehdään suurten kiihtyvyysoimien aikana vastaponnistuksen yhteydessä ja asennon ylläpitämiseksi. Myös liikkuminen vaikeutuu huomattavasti, kun esimerkiksi raajojen lisääntynyt paino aiheuttaa huomattavia lihaskoordinaatio-ongelmia. Kiihtyvyysoimien vaikutusta liikkumiseen voidaan kuvata seuraavasti. Istuma-asennosta on mahdotonta nousta ylös +3 G_z-tasolla. Tuettoman raajan kohottaminen muuttuu mahdottomaksi +6-8 G_z:ssä. Suurimmat suhteelliset lihaskuormitukset aiheutuvat niska- ja hartiaseudun lihaksille päätä liikuttaessa suurten kiihtyvyysoimien alaisena. Pään ja kypärän kokonaispaino 7 G_z:n alaisena vastaa 50 kg massan painoa normaaliolosuhteissa (1 G). Tällöin esimerkiksi alas laskettua päätä ei voida nostaa takaisin ylös. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 16-17.) Taulukossa 1 on esitetty Työterveyslaitoksen suosittamat lihasaktiivisuuden tasot, joiden ylittäminen voi aiheuttaa työntekijän loukkaantumisen. Taulukossa 2 on puolestaan esitetty kahdella peräkkäisellä samana päivänä lennetyllä ilmataistelulennoilla ohjaajilta mitattuja lihasaktiivisuusarvoja.

Taulukko 1

Suositellut lihasaktiivisuustasot

	Staattinen	Staattinen/ dynaaminen	Huippu
Ei saa ylittää jatkuvana	<2 %	<10 %	<50 %
Ei saa ylittää lainkaan	5 %	14 %	70 %

(Oksa ym. 1996)

Taulukko 2

Ohjaajan lihasaktiivisuus ilmataistelulennolla

Lihasuryhmä	Vaihteluväli [%]	1. lennon keskiarvo	2. lennon keskiarvo
Reisi	3 – 170	10	21
Vatsa	2 – 142	9	17
Selkä	2 - 255	20	23
Niska	50 - 257	66	85

(Oksa ym. 1996)

Kun lihastyötä tehtäessä ylitetään raja, jolloin hapen avulla saatu energia ei enää riitä, kasvaa energiankulutus moninkertaiseksi. Tästä johtuu se, että kun tehdään nopeasti työtä maksimaalisella teholla, kuluttaa se enemmän energiaa kuin vähäisellä teholla tehty pidempikestoinen työ. Intervallityyppinen työ on kaikista kuluttavinta. Se on paljon raskaampaa kuin tasaisella tahdilla tehty työ. Tämä intervallityyppinen työ muistuttaa paljon sotilaslentäjän tekemää työtä ilmataistelulennon aikana. (Lyytikäinen 2007, 19.)

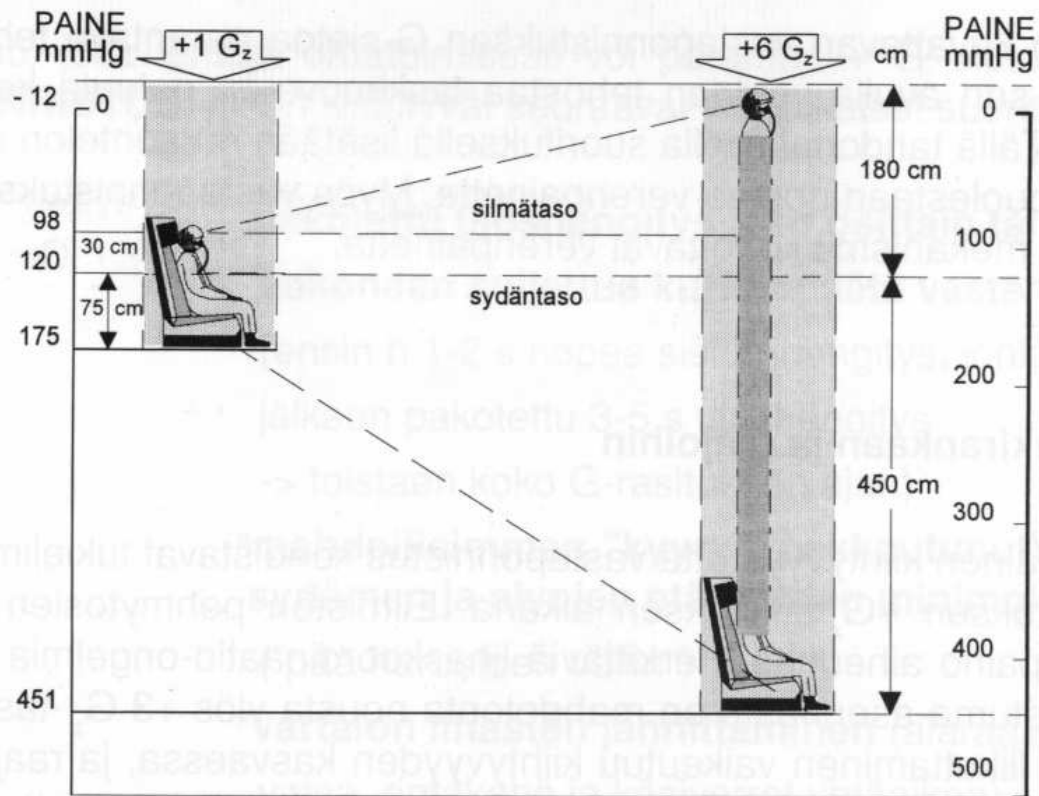
Tutkittaessa lentäjien sykkeitä ilmataistelulennolla havaittiin tyypillisessä HW2-lentokoulutusohjelman mukaisessa liikehtelyssä maksimisykkeen nousevan jopa 83 %:iin henkilökohtaisesta polkupyöräergometritestissä määritellystä maksimisykkeestä (Källi 2005, 52). Källin tutkimuksessa mitattujen syketasojen perusteella Lyytikäinen (2007) laski lennolla kulutetun energian. Energian kulutuksen perusteella kyseiset 35-55 minuuttia kestäneet lennot vastasivat ohjausvastuussa olleen lentäjän osalta tehokasta kuntopiiriharjoitusta (Lyytikäinen 2007, 51-52). HW2-lentokoulutuksessa tällaisia rasittavia ilmataistelukoulutuslentoja lennetään päivittäin 1-2. Sotaharjoituksissa lentoja voi kuitenkin tulla jopa kolme samana päivänä.

Suurten kiihtyvyysoimien lisäksi ohjaajan fyysistä raskautta lisää huono ohjaamoergonomia ja henkisen kuormituksen aiheuttamat fyysiset reaktiot. Henkisen kuormittavuuden vaikutuksia on tutkittu mm. simulaattorilentoilla, jolloin ohjaaja ei altistu kiihtyvyysoimille. Näissä kokeissa havaittiin ohjaajilla keskimääräisen syketiheyden olleen 97 ± 4 lyöntiä/min. (Lindqvist ym. 1983, 685-687.) Henkisen kuormittavuuden sykettä nostava vaikutus on havaittavissa myös Källin (2005) tekemässä tutkimuksessa, jossa mitattiin Hawk-ohjaajien syketasoja lennon aikana. Sykkeen todettiin olevan kohonnut jo rullausvaiheessa ja lennon alussa, jolloin ei vielä ollut altistuttu merkittäville kiihtyvyysoimille. Lisäksi erot lento-oppilaan ja lennonopettajan välillä olivat selkeät. (Källi 2005, 45-47.)

Huonon ohjaamoergonomian vuoksi mm Hawkilla lentävistä sotilaslentäjistä valtaosa kärsii lennolla selän väsymisestä ja puutumisesta. Hawkin heittoistuimen asento on liian pysty ja selkänoja liian suora. Tämä aiheuttaa sotilaslentäjälle hartioiden ja ristiselän irtoamisen selkänojasta. Eteenpäin kumartuneesta asennosta johtuen lentäjä ei näe kunnolla ohjaamosta ulos ilman niskan taivuttamista taaksepäin. Tämä asento aiheuttaa selän ergonomisesti huonon asennon lisäksi niskan ergonomisen asennon heikkenemiseen. (Elonen 2007, 14.)

3.1 Kiihtyvyysoimien vaikutus hengitykseen ja verenkiertoon

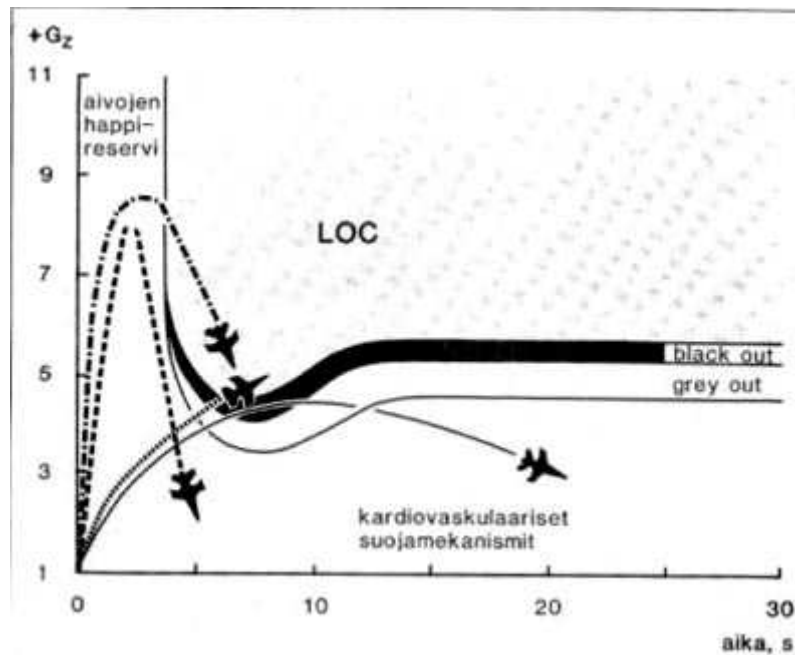
Päästä jalkoihin suuntautuvan voiman kasvaessa hydrostaattisen painegradientin muutos korkeuden suhteen kasvaa. Tällöin paine vartalon yläosissa laskee ja vastaavasti alaosissa kasvaa, kun laskimoveri kerääntyy alaraajoihin ja vatsaontelon suoniin. Tämän seurauksena keuhko-verenkiertoon ja sydämen vasemmalle puolelle palaavan veren määrä vähenee. Keuhkojen alaosat painuvat osittain kasaan ja verenkierto painottuu tälle huonosti ilmastoidulle alueelle. Kiihtyvyyden aikana verenpaine sekä valtimoveren happiosapaine laskevat, jolloin kudosten hapensaanti huononee. Lentäjän toimintakyvyn kannalta erityisen haitallista on aivojen hapensaannin heikkeneminen. (Kuronen ym. 1996, 15-16.)



Kuvio 4

Hydrostaattisen valtimoveripylvään muutos +1 - +6Gz – kiihtyvyyksillä lennettäessä. (Vapaavuori ym. 1992)

Merkkinä aivojen hapenpuutteesta esiintyy näkökentän harmaantumista ja hämärtymistä (grey out) sekä pimenemistä (black out) ennen lopullista tajuttomuutta. Kiihtyvyysoimien aiheuttamasta tajunnan menetyksestä käytetään nimitystä G-LOC (G induced Loss of Consciousness). Kuviossa 5 on esitetty näiden oireiden riippuvuutta kiihtyvyyden voimakkuudesta, kestosta ja kasvunopeudesta. (Kuronen ym. 1996, 15-16.)



Kuvio 5

G-LOC ja siitä varoittavat oireet (Kuronen ym. 1996)

Vielä näkökentän pimenemisen aikana ohjaaja kykenee reagoimaan mielekkäästi ja pystyy esimerkiksi suorittamaan ohjaintoimenpiteitä, jotka alentavat kiihtyvyyttä. Näkökenttäm muutokset toimivatkin hyvänä varoitusmerkkinä uhkaavasta tajuttomuudesta. (Kuronen ym. 1996, 15-16.)

3.2 G-sietokyky

Ihmisen G-sietokyky on yksilöllinen ja muuttuva ominaisuus. Suurille kiihtyvyyksille altistuttaessa saattaa aiheutua yllättäviä reaktioita, ellei ohjaaja ole tietoinen fysiologisista perusteista ja erilaisista yhteisvaikutuksista. G-sietokykyyn vaikuttavat kiihtyvyyden suuruus, kesto-aika ja muutosnopeus. G-sietokyky voidaan jakaa kahteen osaan. G-tason sieto kuvaa lyhytaikaisen maksimikiihtyvyyden kestämistä ja kun taas pitkään jatkuvan kiihtyvyyden sietämistä kuvaa G-keston sieto. Kiihtyvyyden nopea kehittyminen altistaa ohjaajan tajunnan häiriöille, koska elimistön suojarahkiot eivät ehdi suojata ohjaajaa. (Kuronen & Myllyniemi 1998, 17.) G-sietokyky voidaan määrittää elimistön kyvyksi tuottaa G-rasituksen alaisena aivojen ja silmien toiminnalle riittävä verenpaine.

Kappaleessa 3.1 kuvattuja oireita havaittiin lentäjillä jo vuonna 1918. Aluksi näihin tapauksiin ei kiinnitetty kuitenkaan suurta huomiota. Ilmiötä alettiin kuitenkin tutkia ja 1930-luvulla tehtiin sentrifugikokeita jo useissa maissa. Toisen maailmansodan alkaessa ja lentokoneiden suorituskyvyn parantuessa alettiin intensiivisesti kehittää lentäjien G-sietokykyä parantavia menetelmiä, koska G-sietokyvyn havaittiin muodostavan merkittävän tekijän ilmataistelussa. Lentokoneiden suorituskyvyn edelleen parantuessa havaittiin lentäjän fyysisen suorituskyvyn asettavan jopa rajoituksia koneiden käytölle. Aiempaa suuremmat ja pidempään kestävät kiihtyvyysoimat aiheuttivat lentäjille yllättäviä tajunnan menetyksiä, jotka johtivat onnettomuuksiin. Tämän seurauksena alettiin uudestaan tutkia ja kehittää menetelmiä lentäjien G-sietokyvyn parantamiseksi. (Green 2006, 159.)

3.2.1 Luontainen G-sietokyky

Luontainen tai rentoutuneen tilan G-sietokyky kuvaa ihmisen kykyä sietää kiihtyvyysoimien vaikutusta ilman aktiivisia vastatoimenpiteitä. Kuviossa 4 esitetty G-sietokyky kuvaa juuri tätä ominaisuutta. Vaikka kiihtyvyysoimalle altistuttaessa ei tehtäisi aktiivisia vastatoimenpiteitä, aktivoituvat elimistön sisäiset vastatoimenpiteet (Green 2006, 148). Jos ihmisen luontainen G-sietokyky määräytyisi pelkästään hydrostaattisen painegradientin aiheuttaman verenpaineen muutosten mukaisesti, voitaisiin se laskea systolisen verenpaineen sekä sydämen ja aivojen välisen etäisyyden perusteella. Käytettäessä arvoja 120 mmHg ja 30 cm vastaavasti alkavat ensimmäiset näköoireet 3,2 G:n tasolla, näkökenttä mustenee 4,1 G:n tasolla ja 4,8 G:n tasolla aiheutuu tajuttomuus. (Marjamaa 1998, 15.) Sydän- ja verenkiertoelimistön autonomiset kompensaatiomekanismit parantavat kuitenkin luontaista G-sietokykyä, jos kiihtyvyyden kehittyminen on riittävän hidasta. Kiihtyvyyden kasvaessa 0,1 G/s on G-sietokyky tämän vuoksi noin 1 G korkeampi kuin kiihtyvyyden kasvaessa 1 G/s. Nykyaikaiset hävittäjät kykenevät kuitenkin kehittämään kiihtyvyyttä jopa 10 G/s, jolloin kompensaatiomekanismit kehittyvät epätäydellisesti. Tämän vuoksi elimistön autonomisilla kompensaatiomekanismeilla ei ole merkittävää vaikutusta G-sietokykyyn ilmataistelun mukaisessa liikehtelyssä. (Green 2006, 148.)

G-sietokykyä voidaan parantaa lentäjien suorittamalla toimenpiteillä ja apuvälineillä kuten G-puku. Ensimmäiset suojavarusteet kehitettiin toisen maailmansodan aikana ja 1950-luvulta lähtien ne ovat olleet yleisesti käytössä (Green 2006, 159). Varusteita on kehitetty lentokoneiden suorituskyvyn parantuessa ja viimeisimpiä apuvälineitä on mm. Suomen ilmavoimien F-18-koneissa käytetty ylipainehengitys. Apuvälineet eivät ole riippuvaisia lentäjän fysiikasta, joten tässä tutkielmassa niitä ei tarkastella tämän tarkemmin. Apuvälineitä suurempi merkitys on lentäjän suorittamalla toimenpiteillä, joilla voidaan saavuttaa jopa 4 G:n parannus G-sietokykyyn. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 18.)

3.2.2 Vastaponnistus

Kuten G-sietokykyä parantavien apuvälineiden kehittäminen, myös lentäjän aktiivisten toimenpiteiden kehittäminen käynnistyi toisen maailmansodan aikana. Tällöin havaittiin mm. lihasten jännittämisen, jalkojen nostamisen ja eteenpäin kumartumisen parantavan lentäjän G-sietokykyä. Vartalon lihaksia jännitettäessä paine niissä kasvaa, ja verisuonet supistuvat. Tämä estää veren pakkautumisen raajoihin ja vatsaontelon suoniin, jolloin sydän- ja verenkiertoelimistön on helpompi säilyttää riittävä verenpaine aivoissa. Vartalon lihasten jännittäminen ja eteenpäin kyyristynyt asento yhdistettynä ns. Valsalvan menetelmään muodostavat nykyään länsimaissa käytetyn vastaponnistustekniikan (Anti-G Straining Manoeuvre, AGSM). Valsalvan menetelmä tarkoittaa pakotettua uloshengitystä kokonaan tai osittain suljettua kurkunpäättä vasten. Vastaponnistuksessa pyritään hengittämään sisään mahdollisimman nopeasti (1-2 s), jonka jälkeen suoritetaan 3-4 s pakotettu uloshengitys. Pakotetun uloshengityksen verenpainetta ylläpitävä vaikutus alkaa pienentyä jo muutaman sydämenlyönnin jälkeen, jonka jälkeen syke ja verenpaine alkavat laskea. Tämän vuoksi on tärkeää säilyttää hengitysrytmi koko kiihtyvyysoimalle altistumisen ajan. Lihasjännitys sen sijaan pyritään säilyttämään koko altistumisen ajan, mikä on huomioitava etenkin sisään hengitettäessä. (Green 2006, 160.)

Vastaponnistuksella saavutettava merkittävä G-sietokyvyn parantaminen on johtanut siihen liittyvien tekijöiden tutkimiseen. Merkittävä tekijä on lentäjän fyysinen suorituskyky, jonka vaikutusten tutkimiseksi ja parantamiseksi perustettiin mm. Suomen ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä vuonna 1979 (Ilmavoimat 1988).

3.2.3 Fyysisen harjoittelun vaikutus G-sietokykyyn

Fyysisen harjoittelun vaikutusta tutkittaessa on havaittu voimaharjoittelun yleensä parantavan G-sietokykyä. Aerobisella kestävyysharjoittelulla puolestaan ei ole havaittu olevan merkittäviä vaikutuksia. Eräiden tutkimusten mukaan yksipuolisella aerobisella harjoittelulla voi olla jopa G-sietokykyä heikentävä vaikutus.

Epperson ym. (1982) tutkivat harjoittelun vaikutuksia 24 henkilöllä, jotka oli jaettu kolmeen ryhmään: kontrolliryhmä (ei harjoittelua), juoksuryhmä ja voimaharjoitteluryhmä. 12 viikon tutkimusjakson aikana koehenkilöiden G-sietokykyä mitattiin sentrifugissa SACM profiilin mukaisessa rasituksessa seitsemän kertaa. Voimaharjoitteluryhmän tulokset paranivat keskimäärin 15 s/viikko, kun kontrolli- ja juoksijaryhmän tulokset paranivat vain 4s/viikko. (Epperson ym. 1982, 1091-1097.) Vuonna 1985 sama ryhmä tutki voimaharjoittelun vaikutuksia seitsemän hengen ryhmällä. Tavoitteena oli selvittää, miten eri lihasryhmien harjoittelu vaikuttaa G-sietokykyyn. Yksiselitteisiä tuloksia eri lihasryhmien välisestä merkityksestä ei kyetty määrittämään, mutta 12 viikon tutkimuksen aikana koehenkilöiden G-keston sietokyky parani 53 % sentrifugikokeissa. (Epperson ym. 1985, 534-539.) Tesch ym. päätyivät samansuuntaisiin tuloksiin vuonna 1983. 11 viikon voimaharjoittelun aikana saavutettiin 39 %:n parannus G-keston sietokyvyssä (Tesch ym. 1983, 691-695).

Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä tutki yhteistyössä ruotsalaisen Karoliinisen Instituutin ilmailulääketieteen laitoksen kanssa vuosina 1983-1985 suomalaisten lentäjien G-sietokykyä. Samaan aikaan tehtyyn fyysisen suorituskyvyn tutkimukseen osallistui 30 lentäjää, joista 20 osallistui sentrifugikokeisiin. Näistä 20 lentäjästä kuusi harrasti aktiivisesti ilmailu 5-ottelua, jonka lajeja on ammunta, koripallon heitto, miekkailu, esteuinti sekä yhdistetty esterata ja suunnistus. (Ilmavoimat 1988, 6.) Ilmailu 5-ottelua harrastaneilla oli selvästi paremmat arvot kaikissa kuntomuuttujissa ja G-sietokyvyssä sekä tutkimuksen alussa että lopussa. Tutkittavia kuntomuuttujia oli jalkojen voima-teho, vartalon voima ja kestävyys. G-sietokykyä mitattiin SACM profiililla, jossa kiihtyvyys vaihteli 3,5 ja 5,5 G:n tasolla 15 sekunnin jaksoissa. Koehenkilöillä ei ollut yllään G-housuja eikä muuta G-sietokykyä parantavia apuvälineitä. Tutkimuksissa havaittiin voimaharjoittelun parantavan G-sietokykyä paremmin kuin kestävyysharjoittelun. (Ilmavoimat 1988, 12-27.)

G-sietokyvyn parantamiseksi vastaponnistuksen aikana tehtävä lihastyö perustuu lihasten jännittämisen aiheuttamaan verenpaineen nousuun. Voimaharjoittelun vaikutuksia analysoitaessa täytyy kuitenkin muistaa, että verenpaineen nousu riippuu suhteellisesta voiman tuotosta pikemminkin kuin absoluuttisesta voiman tuotosta. Suhteellinen voiman tuotto tarkoittaa tuotetun voiman ja henkilökohtaisen maksimivoiman välistä suhdetta. (Bateman ym. 2006, 574.)

Ilmataistelun rasitusta simuloivissa sentrifugikokeissa on havaittu vastaponnistuksen jälkeen korkeita veren maitohappotasoja, mikä osaltaan osoittaa vastaponnistuksen olevan fyysisesti vaativa anaerobinen suoritus. Vallitsevan käsityksen mukaan vastaponnistuksen kannalta tärkeimmät lihakset ovat alaraajojen lihakset, vatsalihakset ja rintakehän lihakset. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 18-19.)

Aerobisen kestävyysharjoittelun on todettu parantavan sydän- ja verenkiertoelimistön suorituskykyä, jonka on todettu olevan merkittävä tekijä G-sietokyvyn kannalta. Tutkimuksissa ei ole kuitenkaan havaittu kestävyysharjoittelun parantavan G-keston sietokykyä ilmataistelun mukaisessa liikehtelyssä. Aerobisen kestävyysharjoittelun hapenottokykyä parantava vaikutus aiheutuu pääasiassa sydämen iskutilavuuden kasvusta. Kiihtyvyysoimille altistuttaessa veri pakkautuu vartalon alaosiin, jolloin sydämen minuuttitilavuus pienenee paluuvirtauksen pienentyessä. Tällöin tilavuudeltaan suurempi sydän ei voi hyödyntää ns. Frank-Starlingin mekanismia, joka perustuu sydämen venymiseen sinne tulevan veren vaikutuksesta. Tämän vuoksi tilavuudeltaan suuri sydän joutuu tekemään enemmän painetyötä G-rasituksen alaisena. (Marjamaa 1998, 46-53.)

Maksimikestävyiden harjoittaminen kehittää sydämen supistusvoimaa samoin kuin voimaharjoitukset. Supistusvoiman parantumisesta johtuva kyky tuottaa enemmän verenpainetta ei kuitenkaan tutkimustulosten perusteella paranna G-sietokykyä. (Marjamaa 1998, 53-54.)

3.3 Kiihtyvyysoimien vaikutus lihaksiin ja tukirankaan

Tuki- ja liikuntaelimet (luut, rustot, ligamentit, jänteet ja lihakset) tarvitsevat räsitusta sopivissa rajoissa. Räsitus on luonnollinen ärsyke, joka ylläpitää rakenteiden lujuutta. Ilman ärsykeitä elimistö heikkenee ja on alttiimpi vaurioille. Tuki- ja liikuntaelimiä voidaan vahvistaa harjoituksilla, joilla tuotetaan haluttuja ärsykeitä. Harjoitusvaste on välittömin lihaksilla, mutta muutkin kudokset lujittuvat sopivalla harjoittelulla. Räsituksen kasvaessa liian suureksi kudoksiin aiheutuu vaurioita. Liiallinen räsitus voi olla kertaluontoinen kestokyvyn ylitys tai pitkään jatkuva räsitus, joka saa kudoksen väsymään. Terve kudosis kestäää kertaluonteisesti suhteellisen suuria voimia, mutta väsymisvammoja syntyy runsaiden toistojen seurauksena selvästi tätä pienemmillä kuormilla. (Vuollet 2004, 30.) Vaikka väsymisvammat ovat lentäjilläkin yleisempiä kuin kertakuormituksen aiheuttamat vammat, esiintyy jälkimmäisiä esimerkiksi lihasrevähtymien (Oksa ym. 1996) ja kaularangan välilevyvaurioiden (Hämäläinen ym. 1994, 144) muodossa. Yleisimmin lentäjillä kuvatut vammat ja kiputilojen aiheuttajat ovatkin lihas- ja tukisiderepeämät, nikamien kasaan painumismurtumat, okahaarakkeiden murtumat sekä välilevyjen repeämät ja pullistumat (Hämäläinen ym. 1999, 330-334).

Suorituskykyisten hävittäjien ja harjoituskoneiden käytön jatkuessa pidempään havaittiin lentämisen vaikuttavan myös yleiseen toimintakykyyn ja terveyteen. Sotilaslentäjien tuki- ja liikuntaelinsairaudet ovat johtaneet myös pidempikestoisten vaikutusten tutkimiseen. Suomen ilmavoimissa 1980-luvun alussa koulutuskäyttöön otettu Hawk-suihkuharjoituskone osoittautui fyysisesti vaativaksi koneeksi. Vähitellen saatiin näyttöä tajunnan menetyksen uhkan lisäksi erilaisista tukirankaan liittyvistä terveysongelmista. (Rintala 1996, 8.) Tämän seurauksena Suomessa toteutettiin 1990-luvun alussa useita lentäjien tukirankaoireisiin kohdistuvia tutkimuksia. Näiden tutkimusten perusteella Työterveyslaitos tietyin edellytyksin luokitteli lentäjien kaularankavammat ammattitaudiksi vuonna 1995. Kattavasta tutkimustiedosta huolimatta tukirankaoireilu on jäänyt merkittäväksi pysyvän työterveyshaitan aiheuttajaksi lentäjillä. Työperäinen tuki- ja liikuntaelinoireilu aiheuttaa edelleen yksilötasolla lentokoulutuksen keskeyttämisii tai G-rajoitusten määräämisii. (Honkanen 2008.)

3.3.1 Vaikutus lihaksiin

Lentojen aikaisia lihaskuormituksia on tutkittu lähinnä EMG-mittauksilla. EMG eli elektromyogrammi kuvaa lihasten sähköistä toimintaa ja elektromyografia on tämän sähköisen aktiivisuuden mittaamista ja analysointia. Lihaskäyttöä voidaan mitata pintaelektrodeilla ihon pinnalta ja tallentaa tiedot esimerkiksi lennon ajalta tallentimelle. Lennon aikaisia lihaskäyttöä verrataan ennen lentoa mitattuun maksimaaliseen lihaskäyttöön. (Oksa ym. 1999, 556-560 ja Sovelius ym. 2008, 616-619.)

Oksan ym. (1996) tutkimuksissa mitattiin yhden kaartotaistelulennon aikaisia lihaskäyttöä reisi-, vatsa-, selkä- ja niskalihaksista. Luvun 3 taulukossa 2 on esitetty tuloksia näistä mittauksista. Keskimääräiset käyttötasot eivät vaikuta kovin suurilta, mutta ylittävät kuitenkin Työterveyslaitoksen staattiselle työlle esitetyt rajoitukset. Keskimääräistä käyttöä merkittävämpi tekijä on kuitenkin kuormitushuiput. Kuormitushuipun rajana pidetään 50 % käyttöä. Kyseisessä tutkimuksessa jokaisen lihaskäyttöä osalta mitattiin yli 100 % käyttöä. Selän ja niskan osalta korkeimmat käyttötasot ylittivät 250 %. Niskalihasten todettiin tutkimuksessa joutuvan selkeästi kovimmalle kuormitukselle sekä keskimääräisesti että kuormitushuippujen osalta. (Oksa ym. 1996, 1138-1143.)

Sama ryhmä tutki vuonna 1999 useiden peräkkäisten lentojen vaikutusta vatsa-, selkä- ja niskalihasten väsymiseen. Tutkimuksissa havaittiin lihaskäyttöä nousevan lentojen toistuksessa saman päivän aikana. Lisäksi merkittävä tekijä niskalihasten osalta oli lentojen jälkeisissä mittauksissa havaittu maksimivoiman aleneminen. Väsyminen heikentää lihasten koordinaatiota ja altistaa ne vaurioille. (Oksa ym. 1999, 556-560.) Tutkimus vahvisti aiempaa suositusta lentäjien niska- ja kaulalihasten vahvistamisesta niskakipujen ehkäisemiseksi (Hämäläinen ym. 1994, 330-334).

3.3.2 Vaikutus tukirankaan

Selkärangan kantavat rakenteet kannattelevat tarkastelun kohteena olevan tason yläpuolisen kehon painoa. Pelkän kehon osan painon lisäksi ylhäältä alas puristavaa voimaa lisää merkittävästi asennon ylläpitämiseen tarvittava lihastyö. Luonnollisessa ympäristössä suurimmat voimat nivelten rustopinnoille aiheutuvatkin niveltä liikuttavien ja stabiloivien lihasten supistumisesta. Mitä enemmän painopistettä poikkeutetaan pystyakselilta (esim. eteenpäin nojautuminen lennettäessä), sitä suurempi on vastavaikuttava lihassupistus. (Vuollet 2004, 41.) Lisäksi kiertoliikkeet lisäävät tukirankaan kohdistuvaa rasitusta. Suuren G-kuormituksen alaisena pään kääntäminen taakse voi aiheuttaa kaularankaan jopa 21-kertaisen rasituksen normaali-tilaan verrattuna. (Oksa ym. 1999, 558-559.) Tällaisissa tilanteissa esiintyykin useimmiten lennon aikaisia akuutteja niskakipuja (Kikukawa ym. 1995, 269-272 ja Newman 1998, 322).

Selkärangan rasittumista on tutkittu mm. mittaamalla rangon kokoonpuristumista lennon aikana, koska lentäjät valittavat usein niskakipujen lisäksi myös alaselän kivuista. Tutkimuksessa lennetyn ilmataistelulennon keskimääräinen kesto oli 41 minuuttia (33-50) ja suurin pitkäkestoinen kuormituskerroin $7,2 G_z$ (6,2-7,8). Lennon aikana lentäjien mitattiin lyhentyneen keskimäärin 4,9 mm. Lyheneminen johtuu välilevyjen madaltumisesta rasituksen alaisena. Tässä tutkimuksessa tutkittiin vain yhden lennon aikana tapahtunutta muutosta, mutta rasituksen voidaan olettaa lisääntyvän, jos lennetään useita lentoja, joiden välillä välilevyt eivät ehdi palautua aiemmasta rasituksesta. (Hämäläinen ym. 1996, 659-661.)

Ällä on merkittävä vaikutus tukirangan kulumamuutoksille. Nikamanvälilevyjen nestepitoisuus alkaa vähetä 20 ikävuoden jälkeen, pieniä repeämiä alkaa esiintyä ja välilevyn pullistumat yleistyvät. Muutkin vammat alkavat yleistyä samaan aikaan. Vauriot ovat yleensä pieniä, mutta suuremmissa määrässä voivat altistaa myös vakavammille vammoille. (Vuollet 2004, 28.) Tutkittaessa 1990-luvun alussa sotilaslentäjien niska- ja selkäkipuja havaittiin kaularangan välilevyissä degeneratiivisia muutoksia. Hämäläisen (1993) tutkimuksessa havaittiin lentäjillä enemmän vaurioita kuin vastaavan ikäisillä verrokeilla. Tämän lisäksi ruotsalaisten Petren-Mallmin & Linderin (1999 & 2001) tutkimuksissa havaittiin lentäjillä kulumamuutosten ilmenevän muuta väestöä varhaisemmin ja kulumamuutoksia havaittiin myös lentäjillä, joilla ei ollut esiintynyt niskakipuja.

Toisaalta verrattaessa 13 vuoden aikana (1992-2005) lentäjiä maa- ja merivoimien samanikäisiin upseereihin ei havaittu merkittäviä eroja kaularangan muutoksissa. Molemmissa ryhmissä suurimmalla osalla oli lieviä degeneratiivisia muutoksia havaittavissa. Tuloksia arvioitaessa on epäilty, etteivät kaikki lentäjien raportoidut vaivat olisi aiheuttaneet kuvantamislöydöksiä. (Sovelius ym. 2008, 685-688.)

4 KUORMITTAVUUDEN VÄHENTÄMINEN FYYSISIÄ OMINAISUUKSIA KEHITTÄMÄLLÄ

Koska kiihtyvyysoimien on todettu olevan merkittävin lentäjän fyysisen kuormittavuuden aiheuttaja, helpoin tapa vähentää lentäjien kuormittavuutta lennolla olisi alentaa kiihtyvyysoimia. Tähän voidaan kuitenkin vaikuttaa hyvin vähän lentokoulutusohjelmia muuttamalla, koska taistelutilanteessa alhaisella kuormituskertoimella lentäminen johtaa lähes varmaan tappioon. Tämän vuoksi koulutuksessakin on lennettävä koneen maksimisuoritusarvoilla. Erilaisia teknisiä apuvälineitä on yritetty kehittää lentäjien kuormittavuuden vähentämiseksi. G-sietokykyä parantavia järjestelmiä onkin mm. G-puku ja ylipainehengitys, joiden on todettu vähentävän ohjaajan suorittaman vastaponnistuksen tarvetta (Green 2006, 165-166). Lisäksi fyysistä kuntoa merkittävämpi tekijä vastaponnistuksen tehokkuudessa on oikea tekniikka. Tämän vuoksi sentrifugiharjoittelun on todettu olevan tärkeä tekijä nuorten lentäjien G-sietokykyä parannettaessa. (ILMAVE H-OS PAK I 3:17.)

Kiihtyvyysoimien vaikutusta tukirangalle sekä niska- ja selkälihaksille ei ole kuitenkaan voitu juurikaan vähentää. Lentäjän täytyy kyetä käyttämään hallintalaitteita ja tähystämään ilmatilaa, joten hänen liikkuvuuttaan ei voida rajoittaa, mikä estää erilaisten tukien käytön. Tällöin lihasten ja tukirangan kuormittumisen vähentämiseksi ainoan keinon on todettu olevan voimaominaisuuksien kehittäminen. Erityisen tärkeäksi on havaittu niskalihasten kunto. (Sovelius 2010.)

Lentäjän toimintakyvyn ylläpitämisen kannalta on oleellista riittävä lepo, jotta elimistö palautuu fyysisestä rasituksesta eikä joudu uupumistilaan. Lentäjä ei voi kuitenkaan vapaasti säädellä rasitustaan, vaan joutuu lentämään jopa useita rasittavia lentoja päivittäin. Tämän vuoksi fyysisessä harjoittelussa täytyy keskittyä myös palautumista kehittävään harjoitteluun. Palautumisen kannalta tärkeää on riittävä aerobinen peruskestävyys. Palautumista voidaan nopeuttaa myös kevyellä dynaamisella harjoittelulla, jonka teho on aerobisen kynnyksen alapuolella. Tällaista harjoittelua kutsutaan myös aktiiviseksi palautumiseksi. (Marjamaa 1998.)

4.1 Voima

Kuten aikaisemmissa kappaleissa on todettu, lihaskunnolla on merkittävä vaikutus G-sietokykyyn sekä tuki- ja liikuntaelinten kunnossa pysymiseen. Lihasten tehtävänä on tukea ja suojata luustoa niveliä ja hermokudosta sekä saada aikaan liikettä. Voimaharjoittelulla voidaan kehittää lihaskuntoa, ja lisäksi se ehkäisee tuki- ja liikuntaelimistön sairauksia, koska harjoitettu elimistö kestää paremmin fyysistä kuormitusta. (Rintala & Kanninen 1996, 28.)

Lihasten voima kehittyy, kun ne joutuvat työskentelemään rasituksen alaisena. Voima lisääntyy lihasten koon kasvaessa tai lihasten ja hermojen yhteistoiminnan parantuessa. Lihaskunnan paraneminen edellyttää säännöllistä harjoittelua, riittävää ja monipuolista ravintoa sekä lepoa. Lihaksen voimantuotto-ominaisuudet voidaan jakaa maksimivoimaan, nopeusvoimaan ja kestovoimaan. Voimaa tuotetaan eri tilanteissa eri tavoin. Voimantuottoa vaaditaan erilaisissa asennoissa ja liikkeissä vaihtelevilla liikenopeuksilla. (Rintala & Kanninen 1996, 30-31.) Tämän vuoksi pitääkin ennen harjoittelun aloittamista määritellä millaisia voimaominaisuuksia halutaan saavuttaa.

Staattisessa, eli isometrisessä lihassupistuksessa lihas tekee työtä ja on supistuneena, mutta työ ei aiheuta liikettä. Isometrinen lihastyötapo liittyy sekä jokapäiväisiin toimintoihin että liikuntaan. Istuessamme tai seisoessamme liikkumatta, supistuvat useat lihaksemme, kuten selkälihakset, staattisesti. Myös sotilaslentäjän lennolla tekemä vastaponnistus vaatii voimakkaita staattisia lihassupistuksia. Tällöin hermolihasjärjestelmän tehokkaan toiminnan kannalta merkitykselliseksi tulee se, että jo varsin matalilla isometrisillä lihasjännitystasoilla työskentelevän lihaksiston verenkierto vaikeutuu tai pysähtyy jopa kokonaan. Verenkierron pysähtyminen tai hidastuminen puolestaan aiheuttaa sen, että hapen ja ravinteiden kulku lihassoluille estyy estäen samalla palamistuotteiden poistumisen lihaksista. Tästä on seurauksena anaerobinen aineenvaihdunta ja maitohapon kasautuminen lihaksiin, mikä aiheuttaa paikallista väsymistä. Ihmisen luonnollinen pyrkimys välttää pitkäaikaista isometristä lihastyötä voidaan havaita esimerkiksi siinä, että istuttaessa vaihdetaan asentoa tietyin väliajoin ja näin lisätään työskentelevien lihasten verenkiertoa ja ehkäistään palamistuotteiden ylenmääräinen kasautuminen lihaksiin. (Eskola 2006, 40.)

Jokapäiväisessä elämässä ihmisen tärkein voimaominaisuus on kestovoima. Lentäjän voimaharjoittelun suositellaan sisältävän kuitenkin monipuolisesti kaikkia voimaominaisuuksia kehitettäviä harjoitteita. (Kanninen ym. 1996, 44-46.) Vaikka lentäjän työssä vaaditaan tietyiltä erityislihasuryhmiltä poikkeuksellisia voimaominaisuuksia, on tärkeää, että perusominaisuuksienkin ovat kunnossa. Koko kehon eri voimaominaisuuksia voidaan kehittää normaaleilla kuntopiiri- ja kuntosaliharjoitteilla. Kuntopiiriharjoittelu kehittää lihaskestävyyden ja kestovoiman lisäksi myös yleiskestävyyttä ja se soveltuu hyvin elimistön totuttamiseen ennen varsinaisen voimaharjoituskauden aloittamista. Kuntosaliharjoittelussa painoja käyttämällä voidaan kehittää perus-, kesto-, maksimi- ja nopeusvoimaominaisuuksia. (Kanninen ym. 1996, 62-66.) Erityyppiset harjoitteet ovat välttämättömiä, jotta elimistö saa riittäviä ärsykevaihtelua. Tämän vuoksi lentäjän kannattaa tehdä ajoittain myös maksimi- ja nopeusvoimaharjoitteita vaikka perus- ja kestovoimaominaisuudet ovat työn kannalta tärkeimpiä. (Kanninen ym. 1996, 47.)

Erityisesti niskan, kaulan ja hartia-alueen voimaharjoittelua on suositeltu lentäjille useiden tutkimusten tuloksena (Mäkinen 2007, 61). Tämän alueen lihasten hyvän kunnon katsotaan tällä hetkellä olevan ainoa lentäjän fyysinen ominaisuus, jolla voidaan ehkäistä kaularangan alueen vammoja (Sovelius 2010). Tutkimusten perusteella lentäminen itsessään ei vahvista kaularangan alueen lihaksia, joten lentäjien tulee parantaa voimatasoja erikoisharjoitteilla (Karma 2008, 11). Useita erilaisia harjoitusmenetelmiä onkin kehitetty lennolla kuormittuvien lihasten vahvistamiseksi.

Hämäläinen ym. (1994) vertailivat kahden erilaisen harjoitusmenetelmän vaikutusta sairauslomapäiviin ja niskalihasten voimakkuuteen. Sekä dynaamisen niskahartiaharjoittelun että painokypäräharjoittelun todettiin vähentävän sairauslomapäivien määrää ja lisäävän niskalihasten isometristä voimaa. Hautala & Tuominen (1996) tutkivat dynaamisen harjoittelun vaikutuksia Davidin 140-laitteella. Tässä tutkimuksessa saavutettiin huomattavia voimatasojen nousuja, mutta samaan aikaan tutkittavat kokivat lisääntyneitä niskakipuja.

4.2 Lihashuolto

Lihashuolto kuuluu olennaisena osana kaikkeen liikuntaan ja siten myös lentopalvelukseen. Lihashuollon avulla voidaan nopeuttaa palautumista lentotehtävän aiheuttamasta rasituksesta ja ennaltaehkäistä G-kuormituksen aiheuttamia tuki- ja liikuntaelimistön vammoja. Lihashuollollisia toimenpiteitä tulee tehdä lentoa ennen ja sen jälkeen. Lentoa edeltävän verryttelyn tarkoitus on lämmittää elimistö ja parantaa lihasten aineenvaihduntaa, jolloin ne ovat valmiita lennon aikaisiin rasituksiin, eivätkä väsy niin helposti kuin valmistautumattomina. Lämmittelyn lisäksi lihaksia voidaan valmistella suoritukseen lyhyillä 5-20 sekuntia kestäväillä venytyksillä. Lentotehtävän jälkeen elimistön palautumista voidaan nopeuttaa loppuverryttelyllä. Tämän tarkoituksena on pitää verenkierto aktiivisena, jolloin haitalliset aineenvaihduntatuotteet (esim. maitohappo) poistuvat tehokkaammin elimistöstä. Aktiivinen lihashuolto edistää palautumista, lisää lihasvoimia, ehkäisee vammojen syntymistä ja nopeuttaa vammojen paranemista. (Myllyniemi & Rintala 1996, 37-39.)

Aktiivista lihashuoltoa voidaan tehostaa passiivisella huollolla, kuten hieronnalla. Hieronnalla voidaan saada tietyille lihasalueille huomattavaa lisäapua, mutta sen tarve ja vaikutus ovat kuitenkin yksilöllisiä. Riippumalla nilkoista voidaan rentouttaa tukirangan alueen lihaskireyksiä sekä vähentää painetta välilevyistä ja nikamia toisiinsa liittävästä nivelistä. (Myllyniemi & Rintala 1996, 39-40.)

4.3 Kestävyys

Kirjallisuudessa on mainittu, että liiallinen aerobinen kestävyysharjoittelu voi heikentää lentäjän G-sietokykyä. Bateman ym. (2006) toteavat tutkimuksessaan, että tästä ei ole kuitenkaan todellisuudessa näyttöä. He toteavat samoin kuin Marjamaa (1998), että hyvä aerobinen kunto on pikemminkin tärkeä ominaisuus lentäjälle, koska sen ansiosta palautuminen fyysisestä rasituksesta on nopeampaa.

Lentäjän toimintakyvyn kannalta tärkeintä kestävyiden osa-alueita eli peruskestävyyttä voidaan kehittää pitkäkestoisilla ja matalatehoisilla harjoituksilla. Harjoituksen tulee kestää yli 40 minuuttia, ja tehon on oltava niin alhainen, ettei veren maitohappopitoisuus nouse lepotilan arvoa suuremmaksi. Sopivan tehon määrittelyssä voidaan käyttää sydämen syketiheyttä apuna. Sopiva syketiheys on kuitenkin yksilöllinen vaihdellen yleensä välillä 120-150 lyöntiä minuutissa. Tarkat yksilölliset sykerajat eri kestävyystasojille voidaan määrittää testillä, jossa rasitusta kasvatetaan vaiheittain ja mitataan maitohappopitoisuuksia veriarvoanalyysillä. Riittävän harjoitusvaikutuksen saavuttamiseksi peruskestävyyttä tulisi harjoitella vähintään kuuden viikon jaksoissa. Tällaisen harjoitusjakson aikana peruskestävyys harjoituksia tulisi olla vähintään kolme viikossa. (Marjamaa 1998, 32-33 ja Rintala ym. 1996, 24.)

5 LENTÄJÄN FYYSISTEN OMINAISUUKSIEN SEURANTA

Tällä hetkellä Lentoreserviupseerikurssin valinnoissa käytetään yleisesti varusmiesten testaamiseen käytettävää lihaskuntotestiä. Testit ja minimivaatimukset on esitetty liitteessä 2. Lisäksi mitataan maksimihapenottokykyä polkupyöraergometritestillä. Tämä testi eroaa kuitenkin hieman palveluksessa olevan henkilöstön testistä. Aloitusvastus on 20 wattia ja vastus kasvaa 20 wattia minuutin välein. Tulos määritellään samoin kuin palveluksessa olevien testissä. Minimivaatimus kurssille valittaville on 3,5W/kg. (Ilmavoimat 2010.)

Vuosina 1997-2004 ohjaajakurssin valinnoissa mitattiin lisäksi jalkojen, vartalon ja niskan lihasvoimia ilmavoimien liikuntakoulutustyöryhmän kehittämällä testistöllä. Testit sisälsivät anaerobista tehoa mittaavan hyppytestin, vartalon ja niskan maksimivoimaa mittaavat isometriset dynamometritestit sekä käsien ja ylävartalon dynaamista voimaa ja koordinaatiota mittaavan heittoporttitestin. Eskola (2006) tutki näiden testien perusteella ohjaajakurssille valittujen fyysisen suorituskyvyn lähtötasoa. Tutkimuksessa havaittiin, että näiden vuosien aikana kurssille valittujen lähtötasoissa ei tapahtunut merkittävää muutosta. Lähtötasolle määritettiin viitearvot, joita verrattiin normaaliväestön ja eräiden urheilulajien harrastajien vastaaviin viitearvoihin. Huomattavaa testituloksissa on ero vartalon ojentajien ja koukistajien välillä. Vartalon ojentajien osalta lentäjien viitearvot olivat selvästi korkeammat kuin normaaliväestöllä ja lähes samalla tasolla jääkiekkoilijoiden viitearvojen kanssa. Vartalon koukistajien osalta lentäjien lähtötaso on kuitenkin normaaliväestön tasalla ollen selvästi jääkiekkoilijoita heikompi. Anaerobisen tehon osalta lentäjien lähtötaso oli selvästi parempi kuin palveluksessa olevien lentäjien taso.

Tällä hetkellä lentävän henkilöstön fyysistä kuntoa mitataan vuosittain palkatun henkilöstön kenttäkelpoisuustesteillä (Liite 3). Lisäksi ns. puolivuotistarkastuksessa mitataan kerran vuodessa maksimihapenottokykyä polkupyöraergometritestillä. Testissä poljetaan kuntopyörää vastuksen noustessa 25 wattia kahden minuutin välein aloitusvastuksen ollessa 50 wattia. Testitulokset lasketaan jakamalla saavutettu maksimivastus testattavan massalla. Taulukossa 3 on esitetty eri konekalustolla lentävälle henkilöstölle määritetyt minimivaatimukset.

Taulukko 3

Hävittäjäkalusto (HW, HN)	3,4 W/kg
Kuljetuskoneet (CC, FF, LJ)	2,9 W/kg
Yhteyskoneet (RG, VN)	2,7 W/kg

(Ilmavoimat 2006)

Ilmavoimissa oli 1980-luvun loppupuolella käytössä lentävälle henkilöstölle suunniteltu dynaamisen voiman kenttätesti. Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä oli kehittänyt kyseisen testin, jonka tarkoituksena oli seurata lentäjien ammatissa vaadittavia fyysisiä ominaisuuksia. Jatkotutkimuksissaan työryhmä havaitsi dynaamisen voiman mittaamiseen perustuvan testipatterin olevan epäluotettava johtuen muun muassa eroista testipaikkojen välillä. Vuonna 1992 testipatteri poistettiin käytöstä. (Väre 2006, 27.)

Dynaamisten lihasvoimatestien poistamisen jälkeen lentävän henkilöstön fyysistä kuntoa mitattiin kenttäkelpoisuustestien lisäksi vain 12 minuutin polkupyöraergometritestillä. Testiä käytettiin sekä uusia ohjaajia valittaessa että seurattaessa fyysisen kunnan kehitystä. Kyseinen testi ei kuitenkaan huomionnut lainkaan lihasvoimaa, joka on ohjaajien työssä selviytymisen kannalta erittäin oleellista. Tästä johtuen Ilmavoimat kehitti uuden testijärjestelmän, joka otettiin kokeilukäyttöön vuonna 1997. Ensimmäisenä vuonna määritettiin yhdelletoista lihasvoimaa mittaavalle testille viitearvot. (Oksa ym. 1997, 165-169.) Koekäytön perusteella valittiin jatkuvaan testauskäyttöön seuraavat testit:

- anaerobinen teho 16 sekunnin hyppysarjana (W/kg)
- vartalon isometrinen maksimivoima fleksiossa ja ekstensiossa (kg)
- niskan isometrinen maksimivoima fleksiossa ja ekstensiossa (kg)
- 1 kg pallon lentoaika heittoporttitestissä (ms). (Eskola 2006, 14-15)

Testiä käytettiin vuoteen 2004 asti ohjaajakurssin valinnoissa, mutta palveluksessa olevia lentäjiä testattiin vain vuoden ajan. Testejä ei otettu pysyvään käyttöön, koska Pääesikunta ei hyväksynyt uutta testausjärjestelmää korvaamaan sotilaiden yleisiä kuntotestejä (Teppo 2006, 11).

Tämän hetkistä lentäjien testausta voidaan pitää puutteellisena, koska palkatun henkilöstön kenttäkelpoisuustestit eivät mittaa lentäjän työn kannalta kriittisiä ominaisuuksia. Puutteellinen testaus ei mahdollista tavoitteellista harjoittelua ammatillisten ominaisuuksien kehittämiseksi. Kadettien liikuntaleirillä suorittamat testit tulisi kaikkien lentäjien suorittaa vuosittain esimerkiksi vuositarkastuksen yhteydessä.

6 LENTÄJÄN TOIMINTAKYVYN KEHITTÄMINEN FYYSISELLÄ HARJOITTELULLA

Ilmailufysiologiaa opetetaan lentäjille Lentoreserviupseerikurssin aikana kuusi oppituntia ennen lentokoulutuksen aloittamista. Yhdellä oppitunnilla käsitellään kiihtyvyyssympäristöä, sen aiheuttamia akuutteja vaikutuksia elimistöön ja terveydellisiä riskejä sekä niiden ennaltaehkäisyä. Lisäksi yhdellä oppitunnilla käsitellään fyysisen kunnon perusteita. (Sovelius 2010.) Liikuntakoulutuksessa pyritään huomioimaan lentäjän ammatillisten ominaisuuksien kehittäminen. Ilmavoimien Esikunta ei ole antanut muusta varusmieskoulutuksesta poikkeavia ohjeita Lentoreserviupseerikurssin liikuntakoulutuksen tavoitteista. Liikuntakoulutusta pyritään järjestämään mahdollisimman monipuolisesti, mutta ainoa varsinainen tavoite liikuntakoulutuksen osalta on Cooperin testin keskiarvon säilyttäminen yli 3000 metrin. (Rosenlund 2010.) Tältä osin ammatillisten vaatimusten opettamista tulisi lisätä ja ohjatussa liikuntakoulutuksessa painottaa peruskestävyyttä ja lihastasapainoa parantavaa harjoittelua. Nämä jo itsessään lentäjälle tärkeät ominaisuudet mahdollistavat jatkossa tehokkaamman ammattispesifin voimaharjoittelun.

Upseerin perusopinnoissa fyysisen kasvatuksen teemoja ovat liikunnan teorian opiskelu, varusmiesten ja muiden kadettien kunnon kehittämiseen tähtäävä opiskelu, oman kunnon kehittäminen, harjoitusten suunnittelu ja johtaminen sekä pysyväisasiakirjojen määräämät liikunta-suoritteet. Sotilaspedagogisen käsityksen mukaan opetussuunnitelmat onkin laadittu oikein siten, että pääpaino on fyysisen kasvatuksen kouluttamisen opetuksessa, ohjaajalinjan ammatillisen kunnon kehittymisen kannalta tämä ei ole paras mahdollinen ratkaisu. Rintala totesi jo 1996 tutkimuksessaan, että Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikunta on niin erilaista muiden puolustushaarojen koulutustarpeisiin nähden, että se tulisi eriyttää itsenäisen opetussuunnitelman avulla. (Airikka 2006.) Tähän onkin saatu parannusta viimeisten vuosien aikana, sillä nykyään kadettien fyysisen kasvatuksen kurseihin kuuluvat liikuntaleirit I ja II järjestetään ohjaajalinjalle eriytyvänä Kuortaneen urheiluopistolla. Liikuntaleiri I:n teema on kestävyys- ja II:n voimaominaisuudet. Näiden leirien aikana lentäjille opetetaan ammattiin liittyviä erityisvaatimuksia ja testataan näitä ominaisuuksia. Lisäksi kurssiin kuuluu henkilökohtaisen harjoitussuunnitelman laatiminen. (Suomalainen 2010.)

Ohjatun liikuntakoulutuksen järjestäminen kadettikursseille on ollut vähäistä resurssien puutteesta johtuen jääden usein kurssinjohtajan vastuulle. Ilmavoimien joukko-osastojen terveysasemille on kuitenkin saatu palkattua fysioterapeutteja, joiden tehtäviin kuuluu kadettien ja muun henkilöstön lihahuollon ohjaus, erityispiirteenä lentävän henkilöstön lihahuolto. Aluksi tämä toiminta painottui ainakin Lentosotakoulussa yksilöhoitoihin, mutta nykyään painopisteenä on ennaltaehkäisevän aktiivisen lihahuollon ohjaus. (Koskinen 2010.)

6.1 Sotilaan toimintakykymalli

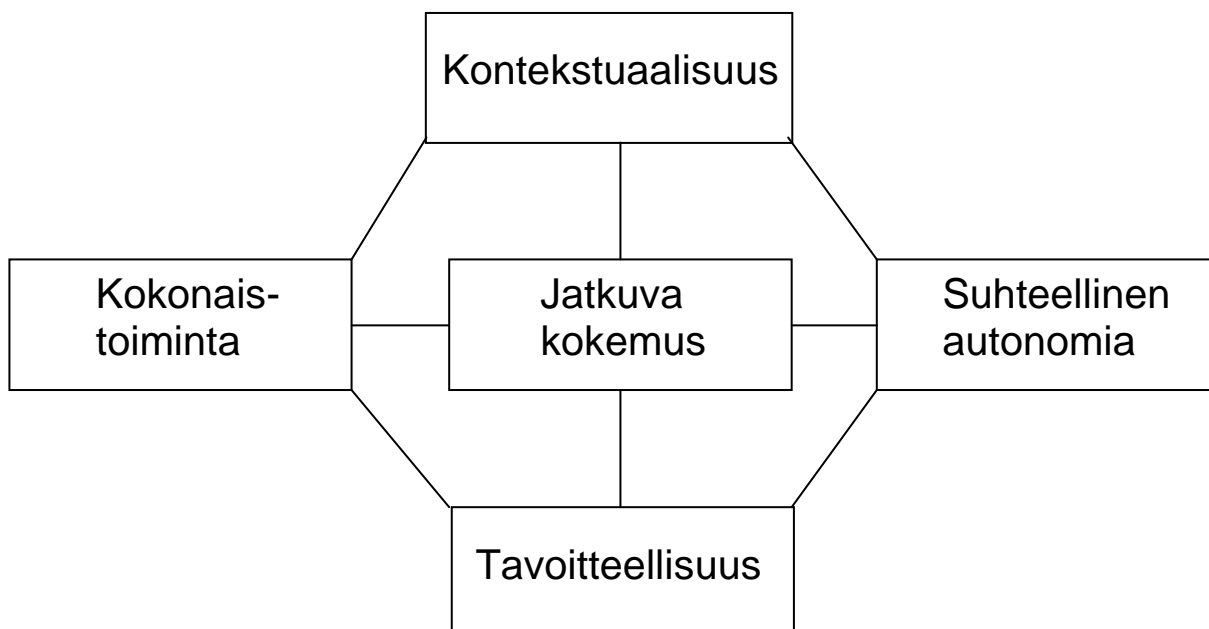
Sotilaspedagogiikan erityisaluetta on sotilaiden toimintakyvyn kehittäminen oppimisen avulla. Sotilaspedagogiikan tehtävänä on luoda kokonaiskuva ja tuottaa käytännön malleja siitä, kuinka toimintakyvyn kokonaisuutta voidaan kehittää oppimisen keinoin sotilaiden eri tehtävissä ja ympäristöissä. Koulutus on järjestelmä, joka koostuu kasvatuksesta ja opetuksesta. Koulutusjärjestelmässä fyysinen koulutus ja liikuntakoulutus ovat osa sotilaspedagogiikkaa. Fyysisen koulutuksen tehtävänä on kehittää sotilaiden ja varusmiesten fyysistä suorituskkyä sekä yleistä toimintakykyä. (Toiskallio 1998, 7-13.)

Toimintakyvyn käsite vaihtelee lähestymistavan mukaan. Perinteisesti toimintakykyä on pidetty fyysisenä suorituskkyynä ja selviytymisenä päivittäisissä toiminnoissa. Lääketieteessä toimintakyvyn määritelmä nähdään terveyden ja sairauden käsitteistä lähtien. Työssä tarvittava toimintakyky taas riippuu lukuisista fyysisistä ja psyykkisistä tekijöistä. Ammatillisesta toimintakyvystä puhuttaessa tarkoitetaan kykyä selviytyä ammattiin liittyvistä tehtävistä ja ammatin asettamista haasteista. (Kyröläinen 1998, 25.) Kokonaisvaltaiseen lähestymistapaan pyrittäessä ihmistä tulisi tutkia biopsykososiaalisena olentona unohtamatta eettis-moraalisen ulottuvuuden tarkastelua (Mäkinen 2009, 100). Tämä tarkoittaa esimerkiksi lentäjän toimintakykyä tarkasteltaessa vaivan, sairauden tai vastaavan aiheuttaman toimintakyvyn alenemisen ja tietynasteisen palauttamisen sijasta keskittymistä oppimisen, opettamisen ja kasvatuksen keinoin tapahtuvaan toimintakyvyn kehittämiseen ennen sitä alentavien tekijöiden ilmenemistä.

Puolustusvoimien palkatun henkilöstön kehittämisen strategian (OSTRA 2004-2017) mukaan kokonaisvaltaiseen toimintakykyyn tähtäävä oppimiskäsitys on tulevaisuudessa osaamisen kehittämisen lähtökohta. Henkilöstön on kyettävä itsenäisesti kehittämään toimintaansa saatujen havaintojen perusteella. Yksilön tulee pystyä havainnoimaan omaa tiedon tarvettaan sekä hakemaan tarvitsemaansa tietoa tarkoituksenmukaisimmalla tavalla. Järjestelmän täytyy kuitenkin varmistaa, että henkilöllä on mahdollisuus hankkia riittävät tiedot itsenäisen toiminnan toteuttamiseksi. Ammatillisen toimintakyvyn säilyttäminen ja kehittäminen ovat niin tärkeitä asioita, että järjestelmän tulee tukea yksilöitä kaikilla käytettävissä olevilla keinoilla.

Lisäksi työterveyshuoltolaki (2001) edellyttää, että työntekijöille annetaan neuvoja, tietoja ja ohjausta työn terveellisyyttä ja turvallisuutta sekä hänen omaa terveyttään koskevista asioista. Työturvallisuuslain (2002) mukaisesti työntekijä ja työnantaja yhteistoiminnassa ylläpitävät ja parantavat työturvallisuutta. Työturvallisuus sisältää toimintakyvyn ylläpitämiseen ja työympäristön fyysisten ja henkisten haittojen vähentämiseen tähtäävät toimet, jotka tukevat työssä jaksamista ja vähentävät ylikuormituksen vaaraa. (Teppo 2006, 24.)

Tarkasteltaessa lentäjän fyysistä kuormittumista ja harjoittelua sotilaan toimintakykymallin kannalta on pääpaino luonnollisesti bioelementissä. Kokonaisuutta tarkasteltaessa on selkeästi havaittavissa muutkin osa-alueet. Psykoelementti on yleensäkin tärkeä osa kaikissa fyysisissä suorituksissa motivaation muodossa. Opiskeluaikana kurssilaiset toimivat tiiviinä ryhmänä, jolloin harjoitteluun voi syntyä ryhmän sisäistä kannustusta, mitä voidaan pitää positiivisena sosioelementin ilmenemismuotona. Niin kauan kuin käytössä ei ole riittävän korkeita suorituskyvyn rajoja lentokelpoisuuden säilyttämiseksi, joita säännöllisesti testataan, säilyy jokaisella yksittäisellä lentäjällä eettismoraalinen vastuu omasta kunnosta ja harjoittelusta.



Kuvio 6

Sotilaan toimintakykymallin viisi pääperiaatetta ja niiden väliset suhteet (Toiskallio 1998)

Kontekstuaalisuus tarkoittaa, että toiminta ei tapahdu milloinkaan tyhjiössä vaan siihen vaikuttaa erilaisia ympäristötekijöitä. Kontekstuaalisuus ilmenee esimerkiksi oppimisympäristön vaikutuksena yksilön toimintaan. Oppimisympäristöjen avulla pyritään siihen, että koulutettava lopulta pystyy itse ohjaamaan omaa toimintaansa oppimisen edistämiseksi. Tähän pyritään oppimistavoitteiden itsenäisellä asettelulla ja antamalla palautetta siten, että oppija pystyy jatkuvasti parantamaan suoritustaan yhä tehokkaammaksi. (Toiskallio 1998.)

Havaintojen tekoa ja tiedon käsittelyä ajattelussa ohjaa psyykinen ympäristö. Konstruktiivisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen tapahtuu oppilaan tekemien havaintojen pohjalta, eli ajattelu ja toiminta ohjaavat havainnointia, joka taas kehittää ajattelua. Näin oppilas käsittelee uutta tietoa aiempien tietojensa pohjalta. Sosiaalinen ympäristö rakentuu ihmisten välisistä suhteista ja yhteistyöstä. Yksilön tiedon rakentumista tapahtuu tehokkaasti, konstruktivismin periaatteiden mukaisesti, kun oppilaat ovat keskenään vuorovaikutuksessa. (Kalliomaa 2002, 74-75.)

Konteksti ei suoraan määrää ihmisen toimintaa. Olennaista on, millaisia tavoitteita hän itse asettaa. Tähän vaikuttaa kuitenkin se, mihin kontekstin tekijöihin yksilö kiinnittää huomiota, miten hän niitä tulkitsee ja miten hän tulkitsee itseään suhteessa tilanteeseen. Tavoitteet luovat perustan toiminnan kaikilla osa-alueilla tehtäville valintaoperaatioille. Tästä syystä kaikessa opetuksessa on erittäin tärkeitä ohjata tavoitteiden ymmärtämistä, luomista ja säätelyä. (Toiskallio 1998, 180.)

Toimintakykyä ja sen kehittämistä arvioitaessa on huomioitava tietyn toiminnan muodostavan kokemuksen toimintakykyä kasvattava vaikutus. Jatkuva kokemuksellisuus tarkoittaa aieman kokemuksen toimimista uuden toiminnan pohjana. (Toiskallio 1998, 181.)

Autonomia on kykyä harkintaan, päätösten perustelemiseen ja vastuun ottamiseen. Mitä enemmän toiminta edellyttää itsenäistä harkintaa ratkaisujen pohjaksi sekä ratkaisujen perustelua ja testaamista käytännössä, sitä vaikuttavampia kokemuksia syntyy tulevan toiminnan varalle. Autonomia liittyy ihmisen kykyyn harkita tekojaan ja kykyyn ohjata ratkaisujensa pohjalla olevia pyrkimyksiä. Autonomiset henkilöt ovat itse vastuussa teoistaan. (Toiskallio 1998, 181-182.)

6.2 Lentäjän fyysinen suorituskyky osana sotilaan toimintakykymallia

Sotilaslentäjän fyysistä harjoittelua tarkasteltaessa tavoitteena tulee olla ammatin kannalta riittävä suorituskyky, joka takaa täyden toimintakyvyn työuran aikana ja sen jälkeen. Tavoitteiden asettelun kannalta on tärkeää, että lentäjille kerrotaan jo Lentoreserviupseerikursilla riittävän tarkasti työn asettamat fyysiset vaatimukset ja keinot rasitukselta suojautumiseen. Oppimisympäristön tulee mahdollistaa riittävät harjoitteluolosuhteet ja harjoittelun ohjaus. Fyysisessä harjoittelussa korostuu itsenäinen toiminta, koska kaikki yksilöt ovat erilaisia ja sen vuoksi harjoittelunkin tulee olla yksilöllistä. Lisäksi harjoittelu on suurimmaksi osaksi vapaaehtoista, jolloin korostuu yksilön vastuu itsestään. Henkilökohtaisen harjoitussuunnitelman laatiminen osana sotilaspedagogisia opintoja tukee nykyistä itseohjautuvaa oppimiskäsitystä. Vaikka oppimisessa korostetaan nykyään yksilön omaa ajattelua sekä toimintaa, ja fyysisessä harjoittelussa tulee seurata omia kehon tuntemuksia, on ohjattu harjoittelu tietyissä tilanteissa perusteltua. Ohjatulla toiminnalla on lentäjien harjoittelussa todettu saavutettavan huomattavasti parempia tuloksia kuin ilman ohjausta (Alricsson 2004, 23-28). Asiantuntevan ohjaavan valvonnassa harjoitteet tulee suoritettua oikein, mikä korostuu varsinkin erikoisharjoitteita suoritettaessa. Niskan ja kaulan alueen lihaksia harjoitettaessa oikea suoritustekniikka korostuu, koska väärin suoritettuna liikkeet voivat jopa aiheuttaa vaurioita herkillä alueilla.

Opiskeluaikana olosuhteet sotilaslentäjän fyysisen suorituskyvyn kehittämiseksi ovat kokonaisuudessaan kohtalaiset. Valmistumisen jälkeen paljastuu kenties järjestelmän pahin puute. Ammatin kannalta kriittisten ominaisuuksien testaamisen puuttuminen estää jatkuvan kokemuksellisuuden ja oppimisen. Ilman testejä harjoittelusta ei saa minkäänlaista palautetta, eikä täten voida analysoida harjoittelun vaikutuksia, eikä asettaa uusia tarkennettuja tavoitteita. Jatkuva palautteen saaminen on tärkeää, koska aiemmissa tutkimuksissa on havaittu, että fyysiset ominaisuudet alkavat oleellisesti heiketä jo 30 ikävuoden jälkeen (Rintala & Kanninen 1996, 29).

Lentämisen kuormittavuutta ja lentäjiltä vaadittuja ominaisuuksia on tutkittu paljon. Tästä huolimatta lentämisen aiheuttaman rasituksen ja fyysisen harjoittelun yhteyttä ei ole tutkimuksissa kovin paljon käsitelty. Yleisesti on todettu, että lentäjän fyysinen suorituskyky tulisi olla parhaimmillaan taktisen lentokoulutuksen alkaessa suihkukonekalustolla (Eskola 2006 & Väre 2006).

Lentotoiminnan aiheuttaman kuormittumisen on arvioitu olevan suurinta lentouran aktiivisimmassa vaiheessa Hawk- ja Hornet-kalustolla. Erityisen rasittavaa on Hawk:lla lennettävä ilmataistelukoulutus, joka sisältää suuria kiihtyvyysoimia ja tapahtuu näköetäisyydellä vastustajasta. Tällöin lentäjä joutuu kääntämään päätään pitääkseen vastustajan näkyvässä, mikä on kaikkein kuormittavinta kaularangan alueen lihaksille. Hornet-koulutuksessa painopiste on enemmän näköetäisyyden ulkopuolella tapahtuvassa ilmataistelussa, mikä ei ole niin kuormittavaa. Tällöin harjoittelua on helpompi rytmittää myös voimaominaisuuksien kehittämiseksi. Rasittavimpien lentovaiheiden aikana lentämisen vaatimien fyysisten ominaisuuksien kehittäminen on vaikeaa, jolloin harjoittelussa tulisi pyrkiä matalatehoiseen palauttavaan harjoitteluun ja voimaominaisuuksien ylläpitämiseen. Palauttavaa harjoittelumuotoa valittaessa tulee huomioida, että eräät lajit, kuten juokseminen, aiheuttavat yllättävän suurta rasitusta selkärangalle.

Lentämisen aiheuttamaa kuormittavuutta tutkittaessa on keskitytty kaikkein rasittavimpaan ilmataistelukoulutukseen. Tarkkaa tutkimuksista eri lentolajien kuormittavuudesta ei ole tehty, mikä vaikeuttaa harjoitussuunnitelmien laatimista. Muutenkin lentotoiminnan aiheuttamaa rasitusta on vaikea arvioida. Vaikka jonain päivänä kuormitus olisi vähäistä ja energiaa olisi harjoitteluun, tulee huomioida seuraavan päivän mahdolliset fyysisesti vaativat lennot. Raskas fyysinen harjoittelu voi helposti johtaa seuraavana päivänä alentuneeseen suorituskykyyn, joka altistaa erilaisille vammoille.

Lentäjän kokonaiskuormittumisen kannalta voidaan todeta, että lentäjä kuormittuu huomattavissa määrin lähes päivittäin. Toimintakyvyn ylläpitämisen kannalta on keskeistä, että syntynyt kokonaiskuormitus on selvästi elimistön kuormituskestävyyttä alhaisemmalla tasolla. Muuten liian suuri kuormittuminen voi aiheuttaa kasaantuvaa väsymystä ja suorituskyvyn laskua. (Marjamaa 1998, 64.)

7 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS

Lentämisen aiheuttamaa fyysistä kuormittumista on tutkittu paljon. Aiheesta on julkaistu useita tutkimuksia, joiden mukaan fyysinen harjoittelu parantaa G-sietokykyä ja pitkäaikaista lentämisen aiheuttaman rasituksen sietoa. Aiheen tutkimiseen liittyy kuitenkin tekijöitä, joiden perusteella tutkimustuloksia voidaan kyseenalaistaa. Bain ym. (1992) ja Bateman ym.(2006) ovat kritisoineet alan tutkimuksia mm. seuraavista asioista:

- puutteellinen valvonta
- puutteelliset tai virheelliset tutkimusasetelmat
- mittaustulokset eivät ole toistettavissa
- mittaustulosten suuri hajonta
- pitkäaikaisia harjoitusvaikutuksia ei ole tutkittu
- laboratorio-olosuhteissa saadut tulokset eivät ole välttämättä sovellettavissa käytännön lentotoimintaan
- tutkittavien populaatioiden pieni koko
- sopivien kontrolliryhmien puute

Osa näistä asioista on tunnistettu myös kritisoiduissa tutkimuksissa, joita on tässäkin tutkielmassa käytetty lähteinä. Valitettavasti esimerkiksi luettelon kolmea viimeistä kohtaa on hyvin vaikea välttää.

Tämän tutkielman luotettavuus arvioidaan face-validiteetilla. Face-validiteetti tarkoittaa tutkimustulosten esittämistä henkilölle tai henkilöille, jotka tuntevat tutkittavan ilmiön ja arvioivat vastaavatko tulokset todellisuutta. Tutkielman toinen ohjaaja työskentelee Sotilaslääketieteen Keskuksessa ja on tutkinut ilmailufysiologiaan liittyviä ilmiöitä yli 20 vuotta.

Tämän tutkielman tekijä on itse kärsinyt erilaisista lentämisen aiheuttamista niska- ja selkävaivoista yli kymmenen vuoden ajan. Tutkimusta tehdessäni olen kuitenkin pyrkinyt suodattamaan omat mielipiteet sekä tuntemukset pois. Raportin laadinnassa on käytetty aikaisempia tutkimuksia aiheesta ja nykytilan kartoittamiseksi on lisäksi haastateltu koulutuksesta vastaavia henkilöitä.

8 SUOSITUKSET JA JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET

Ammatin edellyttämien fyysisten ominaisuuksien kehittäminen tulisi aloittaa heti koulutuksen alussa, koska rasittavimpien vaiheiden aikana lentämisen aiheuttama rasitus ei mahdollista tehokasta harjoittelua. Ammatillisten vaatimusten opettamista tulisi lisätä ja ohjatussa liikuntakoulutuksessa painottaa peruskestävyyden ja lihastasapainoa parantavaa harjoittelua. Nämä jo itsessään lentäjälle tärkeät ominaisuudet mahdollistavat jatkossa tehokkaamman ammattipesifin voimaharjoittelun.

Lentoa edeltävä ja lennon jälkeinen verryttely tulisi määrätä pakolliseksi lentotehtävään liittyväksi toiminnaksi, kuten esimerkiksi lentotehtävän läpikäyminen on määritelty lentopalveluksen pysyväiskäskyssä (LPK).

Ohjattua lihastasapainoa ja kaularangan alueen lihaksia kehittävää harjoittelua tulisi määrätä pakolliseksi kaikille lentäjille 1-2 tuntia viikossa. Lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä esitti jo 1988, että suihkukonekalustolla lentävien ohjaajien tulisi harjoitella ammatin vaatimia fyysisiä ominaisuuksia enemmän kuin viikkoliikuntaan varatut kaksi tuntia viikossa. Tällöin Pääesikunta hylkäsi ehdotuksen, koska ei halunnut antaa tietylle henkilöstöryhmälle tällaista erityisetua. (Ilmavoimat 1998.) Lentäjien fyysinen harjoittelu ei ole mielestäni kuitenkaan mikään erikoisetu vaan edellytys toimintakyvyn säilyttämiseksi läpi työuran, mikä ei ole ainoastaan yksilön vaan myös työnantajan etu. Työajalla tapahtuvan harjoittelun lisäksi lentäjien tulisi sitoutua käyttämään myös vapaa-aikaa harjoitteluun yksilöllisesti laaditun harjoitusohjelman mukaisesti. Henkilökohtaisen harjoitusohjelman noudattaminen ja fyysinen suori-tuskyky tulisi huomioida lentäjien osalta arvioitaessa työtehtävissä suoriutumista kehityskusteluiden yhteydessä tehtävässä suoritusarvioinnissa.

Tällä hetkellä lentäjien fyysisten ominaisuuksien testaaminen on puutteellista, eikä mahdollista ammatin vaatimien fyysisten ominaisuuksien seuranta ja kehittämistä. Testaus tulisi olla kattavaa koko uran ajan. Kadettien liikuntaleirillä suorittamat testit tulisi kaikkien lentäjien suorittaa vuosittain esimerkiksi vuositarkastuksen yhteydessä. Nämä testit voitaisiin ottaa käyttöön myös Lentoreserviupseerikurssin valintakokeissa tai viimeistään kurssin aikana.

Vaikka aihetta on tutkittu paljon sekä kotimaassa että ulkomailla, esitän lopuksi jatkotutkimusehdotuksia, jotka voivat tuottaa lentäjien toimintakyvyn ylläpitämisen kannalta hyödyllistä lisätietoa. Nämä ehdotukset kohdistuvat lähinnä Suomen ilmavoimien koulutusjärjestelmään. Lentämisen rasittavuutta voidaan tutkia analysoimalla tarkemmin eri lentolajien aiheuttamaa G-kuormitusta ja lennonaikaisia syketasoja. Näistä tutkimuksista saatavia tietoja ja lentäjän testitietoja käyttämällä voidaan laatia henkilökohtainen harjoitusohjelma fyysisen valmennuksen asiantuntijan avustuksella. Lisäksi Hawk-kaluston parantunut lennontaltiointijärjestelmä mahdollistaa aikaisempaa tarkemman lennonaikaisen G-voimien analysoinnin. Tähän voidaan yhdistää myös lentäjän kuvaaminen ja lihasaktiivisuuden mittaaminen lennon aikana.

LÄHTEET

1 JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET

Ilmavoimien esikunta 2007 Hankkeen loppuselvytyk. Hävittäjälentäjien niska-hartiaseudun tarkennettu kuormittumisanalyysi, kuormitusta vähentävät tekijät ja vaikutusten pysyvyys.

Ilmavoimien esikunnan huolto-osaston pysyväisasiakirja I 3:4: Terveystarkastukset lentopalvelukseen osallistuvalle henkilöstölle. 02/2000

Ilmavoimien esikunnan huolto-osaston pysyväisasiakirja 3:17: Lentävän henkilökunnan sentrifugikoulutus. 9.8.2004

Ilmavoimien esikunnan käsky 20.12.2006 Puolustusvoimien lentävän henkilöstön polkupyöräergometritestin suoritus MILFIT4-testiohjelmalla.

Lentosotakoulun esittelymateriaali. 1.10.2009

Pääesikunnan henkilöstöosaston määräys: Palkatun henkilöstön kenttäkelpoisuus ja fyysinen työkyky

Rintala, H. 16.3.2009 Muistio.Sotilasilmalufysiologian alalta valmistuneiden sotatieteiden pro gradu-tutkielmien keskeiset tulokset ja toimenpide-ehdotukset.

2 JULKAISTUT LÄHTEET

Alricsson, M. Harms-Ringdahl, K. Larsson, B. Linder, J. & Werner, S. Neck muscle strength and endurance in fighter pilots: effects of a supervised training program. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 2004; 75:23–28.

Bateman, W.A. Jacobs, I. & Buick, F. Physical Conditioning to Enhance +Gz Tolerance: Issues and Current Understanding. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 2006; 77:573-580.

Epperson, W.L. Burton, R.R.& Bernauer, E.M. The influence of differential physical conditioning regimens on simulated aerial combat maneuvering tolerance. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1982; 53:1091–7.

Epperson, W.L. Burton, R.R.& Bernauer, E.M. The effectiveness of specific weight training regimens on simulated aerial combat maneuvering G tolerance. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1985; 56:534 –9.

Green, N.D.C. 2006 Effects of long-duration acceleration. Kirjassa Ernsting's *Aviation Medicine*. 137-158

Green, N.D.C. 2006 Protection against long-duration acceleration. Kirjassa Ernsting's *Aviation Medicine*. 159-168

Hämäläinen, O. 1993 Väitöskirja. Fighter pilot's neck pain. Oulun yliopisto

Hämäläinen, O. Visuri, T. Kuronen, P. & Vanharanta, H. Cervical disc bulges in fighter pilots. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1994; 65: 144-146

Hämäläinen, O. Heinijoki, R. & Vanharanta, H. Hävittäjälentäjien niskahartiavaivojen ennaltaehkäisy. *Sotilaslääketieteellinen aikakauslehti* 1994; 70:330-334

Hämäläinen, O. Vanharanta, H. Hupli, M. Karhu, M. Kuronen, P. & Kinnunen, H. Spinal Shrinkage Due to +Gz Forces. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1996; 67:659-661

Hämäläinen, O. Toivakka-Hämäläinen, S.K. & Kuronen, P. +Gz associated stenosis of the cervical spinal canal in fighter pilots. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1999; 70: 330-334

Ilmavoimat 1998 Työryhmämietintö. Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikunta II

Kalliomaa, M. Sotilasorganisaation oppimisympäristöt. Teoksessa Toiskallio, J., Kalliomaa, M., Halonen, P. & Anttila, J. 2002. *Sotilaspedagogiikkaa kouluttajille*. Vaasa. Ykkös-Offset Oy.

Kanninen, P. Lentävän henkilöstön liikunta III. Työryhmän loppuraportti. 25.11.1996

Kikukawa, A. Tachibana, S. & Yagura, S G-related musculoskeletal spine symptoms in Japan Air Self Defense Force F-15 pilots. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1995; 66:269-272

Lindqvist A., Keskinen E., Antila K., Halkola L., Peltonen T. & Välimäki I. Heart Rate Variability, Cardiac Mechanics, and Subjectively Evaluated Stress During Simulator Flight. *Aviation Space and Environmental Medicine* 1983;54: 685-687

Kuronen, P. & Myllyniemi, J. Lentäjän työn kuormittavuus. Kirjassa Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas. 1996

Kyröläinen, H. Liikuntabiologinen näkökulma toimintakykyyn. Kirjassa Toimintakyky sotilaspedagogiikassa. Toiskallio. Julkaisusarja 2 N:o 4 Maanpuolustuskorkeakoulu, koulutustaidon laitos. 1998

Myllyniemi, J. & Rintala, H. Lihashuolto. Kirjassa Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas. 1996

Mäkinen, J. Sotilaspedagogiikka tieteiden ja käytännön kentässä. Kirjassa Sotilaspedagogiikka: Sotiluuden ja toimintakyvyn teoriaa ja käytäntöä. Toiskallio & Mäkinen. Maanpuolustuskorkeakoulu. Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos. Julkaisusarja 1, n:o 3. Helsinki 2009

Newman, D.G. +Gz-induced neck injuries in Royal Australian Air Force fighter pilots. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1998; 69:322

Netto, KJ. Burnett, AF & Coleman, JL. Neck Exercises Compared to Muscle Activation During Aerial Combat Maneuvers. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 2007; 78: 478-484

Oksa, J. Hämäläinen, O. Rissanen, S. Salminen, M. & Kuronen, P. Muscle strain during aerial combat maneuvering exercises. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1996; 67: 1138-1143

Oksa, J. Rintala, H. & Kuronen, P. Lentävän henkilöstön lihasvoimatestien viitearvot. Sotilaslääketieteellinen aikakauslehti 1997; 72: 165-169

Oksa, J. Hämäläinen, O. Rissanen, S. Salminen, M. & Kuronen, P. Muscle fatigue caused by repeated aerial combat maneuvering exercises. Aviation, Space and Environmental Medicine 1999; 70: 556-560

Petren-Mallmin, M. Linder, J. Cervical spine degeneration in fighter pilots and controls: a 5-yr follow-up study. Aviation, Space and Environmental Medicine 2001; 72: 443-446

Petren-Mallmin, M. Linder, J. MRI Cervical Spine findings in asymptomatic fighter pilots. Aviation, Space and Environmental Medicine 1999; 70: 1183-1188

Päeesikunta 17.12.2002 Raportti. Taistelija 2005 – fyysisen suorituskyvyn tutkimustoiminta. Julkaisusarja 3 N:o 6 Maanpuolustuskorkeakoulu, koulutustaidon laitos.

Rintala, H Taistelulentäjien terveyteen on satsattava. Artikkelit Työ, Terveys ja Turvallisuuslehdessä 6/2008 14-15

Rintala, H. Paalimäki, H. & Santala, E. Lentäjän tarvitsema suorituskyky. Kirjassa Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas. 1996

Rintala, H & Kanninen, P. Voima. Kirjassa Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas. 1996

Sovelius, R. Oksa, J. Rintala, H. Huhtala, H. Ylinen, J. & Siitonen, S. Trampoline Exercise vs. Strength Training to Reduce Neck Strain in Fighter Pilots. Aviation, Space and Environmental Medicine 2006; 77:20-25.

Sovelius, R. Oksa, J. Rintala, H. & Siitonen, S. Neck and Back Muscle Loading in Pilots Flying High G_z Sorties With and Without Lumbar Support. Aviation, Space and Environmental Medicine 2008; 79:616-619.

Sovelius, R. Salonen, O. Lamminen, A. Huhtala, H. & Hämäläinen, O. Spinal MRI in fighter pilots and controls: a 13-year longitudinal study. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 2008; 79: 685-688.

Tesch, P.A. Hjort H. & Balldin U.I. 1983 Effects of strength training on G tolerance. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1983; 54:691–5.

Toiskallio, J. 1998 Toimintakyky sotilaspedagogiikassa. Julkaisusarja 2 N:o 4 Maanpuolustuskorkeakoulu, koulutustaidon laitos

Vapaavuori, E., Sorsa, M., Nurmi, L. & Kuronen, P. 1992. Lentävä ihminen. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

3 OPINNÄYTTEET

Airikka, A. 2007 Pro gradu –työ. Ohjaajalinjan fyysisen kasvatuksen suunnittelua ohjaavat tekijät ilmavoimien kadettikurssin opetussuunnitelmissa. Maanpuolustuskorkeakoulu. Sotilaspedagogiikan laitos

Eskola, T. 2006 Pro gradu –työ. Ilmavoimien ohjaajakurssille valittujen fyysisen suorituskyvyn lähtötaso ja sen muutokset vuodesta 1997 vuoteen 2004. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos

Honkanen, T. 2008 Kandidaatin tutkielma. Sotilaslentäjien tukirankaoireilu ja sen ennaltaehkäisy. Jyväskylän yliopisto. Liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta.

Källi, J. 2005 Pro gradu –työ. Lentäjän fyysinen kuormittuminen: Hawkilla lennettävien ilma- taistelulentojen aikainen syketaso ja sen mittaaminen. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos

Lyytikäinen, T. 2007 Pro gradu –työ. Sotilaslentäjän energiankulutus kaartotaistelulennon aikana. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos

Marjamaa, P. 1998 YE-kurssin diplomityö. Fyysisen kestävyuden ja kestävyysharjoittelun merkitys hävittäjäohjaajalle. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos

Rintala, H. 1996 Liikuntapedagogiikan tutkielma. Pedagoginen kehittämistyö Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakasvatuksen suunnittelusta.. Jyväskylän Yliopisto

Teppo, M. 2006 Pro gradu -työ. Lentokadetin isometrisen maksimivoiman ja dynaamisen kestovoiman viitearvot – testausta muodon vuoksi? Maanpuolustukorkeakoulu. Koulutustaidon laitos

Vuollet, K. 2004 Syventävien opintojen opinnäytetyö. Hävittäjälentäjien työperäiset rasitusvammat tutkimuksissa. Kuopion yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta.

Väre, H. 2006 Pro gradu –työ. Lentokadettien ammatillisten kunto-ominaisuuksien kehittymisen opiskeluaikana. Maanpuolustukorkeakoulu. Koulutustaidon laitos

4 HAASTATTELUT

Kapteeni Mika Koskinen. 27.1.2010 Koskinen toimii Lentosotakoulussa ilmavoimien kadettikurssin ohjaajalinjan johtajana.

Kapteeni Ville Rosenlund. 2.2.2010 Rosenlund on toiminut Lentoreserviupseerikurssien 80-82 ja 84 johtajana.

Lääkintäkapteeni Roope Sovelius. 25.2.2010 Sovelius toimii Kauhavan terveysaseman lääkärinä.

Kapteeni Matti Suomalainen. 8.2.2010 Suomalainen toimii Ilmasotakoulussa kadettien liikuntakoulutusvastaavana

5 MUUT LÄHTEET

Ilmavoimat, www.ilmavoimat.fi/index.php?id=247. Valintojen kulku Lentoreserviupseerikurssille. Lainattu 27.12.2009

LIITTEET

LIITE 1: Ilmailufysiologian alalta valmistuneet sotatieteiden maisterin pro gradu-tutkielmat

LIITE 2: Lentoreserviupseerikurssin valintakokeiden fyysisen kunnon testit

LIITE 3: Palkatun henkilöstön kenttäkelpoisuuden ja fyysisen työkyvyn testit

Ilmailufysiologian alalta valmistuneet sotatieteiden maisterin pro gradu-tutkielmat

TEKIJÄ	AIHE	TULOKSET
Airikka Antti	Ohjaajalinjan fyysisen koulutuksen järjestelyt kadettikurssin aikana	1.Ammatillista toimintakykyä edistävä fyysinen harjoittelu liikaa kadetin omatoimisuuden varassa 2.Opetussuunnitelman tuntimäärät täysin riittämättömiä valmennuksellisten vaikutusten saavuttamiseen nähden 3.LPK (lentopalveluksen pysyväiskäskey) ei ota minikäänlaista kantaa fyysisen toimintakyvyn ylläpitämiseen
Elonen Teemu	Istuma-asennon teoreettinen biomekaaninen kuormittavuus Hawk:in heittoistuimessa	1.Ohjaajan istuma-asento lysähtänyt, kaularanka kyfoosissa ja ekstensiossa, lanneranka pyörästynyt 2.Teoreettinen kuormittavuus ilman intra-abdominaalista lihastyöllä aikaansaatavaa painetta saattaa ylittää rangan kestävyuden suurilla G-tasoilla tai kumulatiivisesti aiheuttaa ennen aikaista rangan rakenteiden degeneraatiota 3.Vammautumisriski huonossa istuinergonomiassa G-altistuksessa kuten seisten painavaa taakkaa kaukaa edestä nostettaessa
Eskola Tommi	Sotilaslentäjän ammatillisten fyysisien suorituskykytestien viitearvot ohjaajan valintajärjestelmässä	1.Viitearvot luotu 18-23-vuotiaille maksimi-ppergometriaan, anaerobisen tehon hyppytestiin, maksimaalisiin isometrisiin vartalo- ja niskavoimiin sekä koordinaatiotesteihin vuosien 1996-2004 väliltä (H Rintalan mittaukset) 2.Ei muutosta baseline-tasossa lähes kymmenen viime vuoden aikana
Källi Janne	Sykkeen mittaminen HW-lentojen aikana Polar-rannelaitteella	1.Lentotekniikkalaitoksen kautta lentotoimintaan hyväksytetty sykemittari toimii hyvin lennoilla eikä häiritse ohjaajaa tai lentokoneen järjestelmiä 2.Ilmatähtelun aikaiset sykevasteet eroavat etu- ja takaohjaamossa
Lempinen Mikko	Sotilaslentäjän niska/hartiaseudun vahvistaminen telinevoimistelun erityistaitoharjoitteilla jättiläistrampoliinilla	1.Koeryhmän niska-hartiaseudun voimatasot eivät nousseet kontroleihin nähden 6 vko:n aikana, mutta submaksimaalisen n 60%:n kesto voiman tuottoaika kaksinkertaistui kaulan koukistuksessa ja ojennuksessa 2.Erittäin motivoiva harjoitteluväline jo perusharjoitteidenkin osalta 3.Fyysisesti huomattavan kuormittava harjoittelulaitte (intervalliharjoittelua) 4.Ennakkokäsityksistä huolimatta trampoliiniharjoittelun riskit hyvin hallinnassa 5.Mahdollisesti suotuisa vaikutus myös lentäjän asentotajun kehittymiseen vaativien motoristen haasteiden kautta
Louhela Lasse	Varusmiesten fyysisen kunnon tila	1.Lentäjät ainakin toistaiseksi parempikuntoisia kuin muut varusmiehet eli kestävyyskunnan yleinen

	LentoSK:ssa	heikkeneminen ei näy vielä; erot eivät kuitenkaan erityisen suuret 2.Tulovaiheen kunto-ominaisuudet melko pysyviä eikä nykyinen koulutustuntikehys pysty sitä paljoo muuttamaan
Luoma Ville	Rajavartiolaitoksen kevyen AB 206 ”Jet Ranger” helikopterin aiheuttama fyysinen kuormittuminen	1.Istuma-asento erittäin huono ohjaamoergonomian puutteista johtuen 2.Sähköiset lihasaktiivisuusmittaukset (EMG) osoittivat lennonaikaisen kuormittumisen kohoavan selvästi Työterveyslaitoksen suositusten yläpuolelle koskien staattista istumatyötä 3.Tuki- ja liikuntaelinoireita kaikilla ohjaajilla
Luoma-aho Pasi	Ohjaajien käsityksiä HW-heittoistuimen istuma-asennosta ja sen parantamisesta lannetuella	1.Kaikki vastaajat kokeneet tuki- ja liikuntaelinoireita HW-lentämisestä johtuen 2.Tuen kokeiluun poikkeuksetta halukkuus ”kurjan” istuma-asennon parantamiseksi 3.Käyttömukavuuden ja helppouden arveltiin muodostuvan merkittäväksi tekijäksi
Lyytikäinen Tero	HW-lentojen energettinen kuormittavuus Polar-rannelaitteeseen kerätyn datan perusteella	1.Janne Källin lennonaikkeisten syketasojen primääriaineiston analysointi Crouterin et al (2004) DLW (Double Labelled Water)- ja sykereaktiosuhdemenetelmällä toimi hyvin 2.Etuohjaamon kuormitus kaartotaistelussa oli keskimäärin 543 kcal/h (7,3 MET) ja takaohjaamon 231 kcal/h (2,7 MET) 3.Keskimääräinen päivittäinen kuormitus neljän lentotehtävän ja kevyen liikunnan myötä olisi teoreettisesti n 2,5 MET, joka vastaa kestävyyslajiuurheilijan kuormittumistasoa
Malm Mika	Lentäjävalinnoissa käytettävän isometrisen NEWTEST-niskavoimamittauslaitteen prototyypin luotettavuus	1.Saman mittajaan käyttämänä hyvin luotettavat ja vertailukelpoiset tulokset 2.Useitten mittaajien myötä yhdenmukainen koulutus ja jatkuva kertaus mittausvirheriskin eliminoinemiseksi 3.Voimavahvistimen virransyöttö varmistettava vahvistimen alijännitteellä tapahtuvan ”ryöminän” ja täten mittausvirheiden eliminoinemiseksi 4.Mekaaninen rakenne hyvin kestävä, mutta raskas-kokoinen ja kankea käyttää (erityisesti pienikokoinen testaaja) 5.Ei mahdollisuutta rotaation mittaamiseen
Mäkinen Lauri	Sotilaslentäjän fyysinen suoritusanalyysi	1.Kirjallisuudesta kooten syntyivät perusteet myöhempää perusteellisempaa ”lajianalyysiä” varten 2.G-kuormituksen aikaiset syketasot nousevat anaerobiselle kynnykselle, jopa maksimikestävyysalueelle ja laktaatti n 7 ään mmol:iin/l 3.eri lentolajeissa erilainen kuormittavuus:aerobiset, anaerobiset, voimantuottoon ja koordinaatioon perustuvat lentotyön kuormitukset määritettiin
Pääkkönen Ilkka	Urheilevan kadetin ravitsemus Lentosotakoulussa	1.Ravinto ja energiamäärät riittävät nykyisellään juuri ja juuri, jos kadetti syö säännöllisesti kaikissa ruokailuissa

		2.Kohtalaisestikin harjoitteleva kestävyysurheilija tarvitsee muutamilta osin lisää, mikäli kuormitus lentopalveluksessa on korkea
Saukko Atro	Lentokadettien psykofyysinen stressi	1.Lentopalveluksen ja tutkielmaopintojen yhtäaikaisuus ylivoimaisesti kuormittavinta 2.Opiskelu melko lukemispainotteista, jolloin helposti fyysisestä aktiivisuudesta tingitään 3.Yöllä työskentely tiukoissa aikatauluissa nostanee lentoturvallisuusriskiä
Sorvari Jari	Asentotaju lentämisessä	1.Asentotajun fysiologisten käsitteiden koonti opimateriaaliksi 2.Aistiharhasimulaattorin merkitysten pohdinta lentokoulutuksessa 3.Simulaattorin ja muutaman yksinkertaisen asentotajulaitteen käyttötapoja
Teppo Miika	Testaustoiminta ja ilmailufysiologian opetus ilmavoimissa	1.Kuortaneen urheiluopiston lentokadettileirin erityisvoimatestien viitearvoston laadinta 2.Ilmavoimien panostus ammatilliseen fyysiseen koulutukseen ja testaukseen ei ole ollut johdonmukaista eikä riittävästi arvostettua keskeisenä operatiivisena toimintakykytekijänä 3.Ilmailufysiologian harvoja osaajia on käytetty toisarvoisiin tehtäviin ilmavoimissa eikä alan nimikkeissä ole jatkuvuutta 4.Ilmavoimien testaustoiminta fyysisen suorituskyvyn alueella ei toimi ohjaavana tekijänä, koska seurantajärjestelmää ei ole olemassa ja spesifimmät testit ovat kymmenen vuodenkin jälkeen käyttöönotosta edelleen ”koekäytössä”
Teräväinen Jarmo	Ammatillisten suorituskykyominaisuuksien pysyvyys ilmavoimien lentävällä varusmieskurssilla	1.Varusmieskurssilla ominaisuudet joko pysyvät tai jopa hieman paranevat valintojen lähtötasosta 2.Seurantaa ei ole virallistettu
Timonen Pekka	”Poltto päällä” – tupakointivalistus ilmavoimissa	1.Tupakointi ja nuuskaaminen hyvin yleistä sotilaslentäjien keskuudessa 2.Tupakoinnin ammatilliset riskit tuki- ja liikuntaelinoireiluun nähden eivät ehkä ole ammatin kuormittavuuteen nähden riittävän selvästi opetettuja, vaikka muut riskit tiedostetaankin lentäjäjoukossa
Vartia Liina	Naislentäjien fyysisten ominaisuuksien testaaminen lentäjävalinnoissa	1.Perinteinen varusmiesten lihaskuntotesti lentäjävalinnoissa miesten testimallilla ei mittaa lentäjäominaisuuksia 2.Testijärjestelmän kehittämistä ammatillisempaan suuntaan ei ole tapahtunut huolimatta yksittäisten asiantuntijoiden näkökannoista
Vormisto Henri	Ilmailufysiologian opetus ilmavoimissa	1.Opetusaiheet perustuvat temaattisesti IlmavE:n lääkintähuollon pysyväisasiakirjaan 2.Usein opetus on toteutettu ns huonon sään (HSP) palveluna esim kurssinjohtajan kutsusta, jolloin asialle jää käytännössä ”täyteohjelman” rooli

		<p>3.Opettajana toimii lähinnä Kauhavan lääkäri LentoSK:lla/IlmaSK:lla järjestettävässä koulutuksessa. Laivueiden lentoturvallisuuspäivillä on käynyt viime vuosina esiintymässä ”Psykon” ja lennostojen ilmailulääkäreitä sekä vuosituhannen vaihteesta lähtien ent. IlmaE:n liikuntatutkija (nyk ilmailufysiologi/AMC), joka opettaa myös kadettien Kuortaneen liikuntaleirin sisältöjä</p> <p>4.IlmaSK:n akateemisessa opetussuunnitelmassa ei ole nykyisellään virallista tuntikehystä ilmailufysiologian aineopintoihin</p>
Väre Henrik	Lentokadettien ammatillisten suorituskykyominaisuuksien kehityminen kadettikurssin aikana	<p>1.Kadettien fyysiset ominaisuudet eivät enää kohoa varusmieskurssin jälkeen, vaan pysähtyvät harjoittelun vähäisyydestä johtuen vm-aikaiselle tasolle</p> <p>2.HW2-vaiheen eli raskaimman koulutusvaiheen alkuun mennessä viimeisenä kadettivuonna on näkyvissä suorituskykyominaisuuksien lasku</p>
Hokkanen Justus	Kadettien kokema stressi ja käytettävissä olevat voimavarat HW-1 lentokoulutusvaiheessa	<p>1.Merkittävimmät stressitekijät hajanainen ja liian nousujohteisesti etenevä uusimuotoinen upseerinkoulutus, opettajien toiminta ja väsymys. Lentolajeista stressaavin oli simulaattorivaihe</p> <p>2.Stressi ilmenee psyykkisinä oireina, kuten ärtymyksenä ja jännittyneisyytenä. Psyykkisiä oireita lähes kaikilla, fyysisiä kolmanneksella; muutoksia elämäntapoihin viidenneksellä.Hallintakeinot epäselviä</p> <p>3.Tärkeimmät voimavarojen hankintakeinot liikunta ja riittävä lepo</p>
Järvinen Juha	Hypoksiakoulutus Suomen ilmavoimissa	<p>1.Oppimateriaalitasoinen teoreettisen tiedon keruu samaan raporttiin. Käyttökelpoinen kaikille sotilas-ilmailun piirissä toimiville</p> <p>2.Suomalainen hypoksiakoulutus sisällöltään toimiva, mutta aikataulutusta ei ole vakiintunut</p> <p>3.Ammattitaitoisten kouluttajien määrä liian vähäinen</p>
Fuss Marc	Taisteluväsymys toisen maailmansodan sotilasilmailukirjallisuudessa	<p>1.Lentäjien taisteluväsymys alkuvaiheessa fyysistä, mutta sotatoimien edetessä yhä enenevässä määrin lisäksi psyykkistä</p> <p>2.Fyysisiä oireita lihaskivut, puheen kangertelu, kehon värinä ja psyykkisinä oireina masentuneisuus, unihäiriöt, tunnetilojen nopea vaihtelu</p> <p>3.Edellä mainitut ilmenivät käyttäytymisessä lisäksi runsaana alkoholinkäyttönä, inhimillisinä erehdyksinä, heikentyneenä päätöksentekokykyinä. Pakkolepoakin käytettiin</p>
Kankaisto Mikko	Eläkkeellä olevien sotilaslentäjien tuki- ja liikuntaelinoireilu	<p>1.13%:lla ammattitautiluokitus, 75%:lla lentämisen aiheuttamia oireita</p> <p>2.sotilaslentäjillä verrokkeja enemmän TULE-oireita, mutta pienempi psyykinen haitta</p> <p>3.TULE-oireilun erot tasoittuivat ikääntymisen myötä</p> <p>4.Niskakivut vähentyneet, mutta alaselkävaurio lisääntyneet uralla koettuun verrattuna</p>

Karma Karri	Niska-hartiaseudun rotaatioharjoittelu sotilaslentäjillä	<ol style="list-style-type: none"> 1.Harjoitteluryhmän maksimivoimat kasvoivat kaikissa kaularangan liikesuunnissa moninkertaisesti verrokkeihin nähden 2. Harjoitteluryhmän kestovoimaominaisuudet kehittivät rotaatiossa ja fleksiassa
Kokko Ari	Stressiä aiheuttavat tekijät ja niiden opetus ilmavoimien sotilaslentäjäkoulutuksessa	<ol style="list-style-type: none"> 1.Fyysisistä tekijöistä suurimmat toimintaympäristön ahtaus, lämpötilan vaihtelu, g-voimat, melu ja värinä 2.Psyykkisistä tekijöistä merkittävimmät kiire, työn korkeat vaatimukset ja menestymispaine
Koskinen Tuomas	Fyysisen kunnan ja suunnistustaidon merkitys ilmavoimien kesäpelastautumisharjoituksesta selviytymiseen	<ol style="list-style-type: none"> 1.Suunnistustaidosta enemmän hyötyä kuin hyvästä fyysisestä kunnosta 2.Harjoitus oli peruskestävyysharjoitusta vastaava sykevasteiden perusteella arvioituna 3.Energiankulutus maksimissaan n 9000 kcal/vrk
Polso Jonas	Fyysinen kunto tuki- ja liikuntaelinsairauksien ennustajana maavoimien helikopteriohjaajalinjalla	<ol style="list-style-type: none"> 1.76%:lla lentotoiminnasta aiheutuneita TULO-oireita, niskan ja alaselän osalta jopa 83%:lla 2.Yleissotilaallisella ns PAK-kuntotasolla ei yhteyttä oireisiin
Pusa Harri	Ilmavoimien fyysisen kasvatuksen resurssianalyysi	<ol style="list-style-type: none"> 1.Aineelliset resurssit (tilat, välineet) kohtalaisen riittävät 2.Henkilöstöresurssit heikot ja osittain väärin kohdennetut 3.Kadettien opetussuunnitelmassa merkittävän vähän ammatillista fyysistä kasvatusta 4.Yleisesti lentävän henkilöstön opetuksessa ei oteta huomioon riittävällä vakavuudella hävittäjälentämisen fyysisen kuormittavuuden haasteita ja riskejä
Rajamäki Markus	Oppimiskäsityksiä ilmavoimien lentokoulutuksessa	<ol style="list-style-type: none"> 1.Alkeislentokoulutuksessa käytössä pääosin konstruktivistinen oppimiskäsitys 2.Alkeislentokoulutuksen arvioinnissa käytössä behavioristinen oppimiskäsitys 3.Ydinkeskeinen motorinen oppiminen näyttäytyy itse lennonopetuksen oppimistilanteissa
Westling Ilkka	Kuvaus alkoholinkäyttökulttuurista ilmavoimissa 1940-luvulta nykypäivään - lentäjien kertomuksia	<ol style="list-style-type: none"> 1.Juomatavat noudattavat pääpiirteissään suomalaisen humalahakuisen miehen tapoja, mutta ns arkijuominen ei onnistu 2.Vertaispaine alkoholinkäyttöön lentäjäjoukossa on merkittävän suuri, vähemmän juovat ja raittiit erotuvat joukosta 3.Yksittäiset ongelmatapaukset nostavat prosentuaalisen osuuden pienessä populaatiossa suureksi, ja tapauksia on peitelty 4.Alkoholinkäyttöä kontrolloidaan työtehtäviin liittyen nykyisin merkittävästi menneitä vuosia tiukemmin 5.Itsemurha-alttiuden lisääntymisen mahdollisuus ammatillisesta kuormittumisesta johtuen nousi esille

		haastatteluista
Kinnunen Otto	Lento-oppilaiden motoristen kykyjen ja Hawk-lentomenestyksen välinen yhteys	1.Motorisilla kyvyillä ja lentomenestyksellä on yhteyttä HW1-vaiheessa 2.Yhteyttä ei enää HW2-vaiheessa 3.HW-menestyksellä ja ylä/alavartalon liikehallintatekijöillä ei yhteyttä
Niemi Eero	Kestääkö kenttäarmeija? - Nyky-yhteiskunnalle ominaisten piirteiden yhteys varusmiespalvelusikäisten nuorten kuntoominaisuuksiin	1.Suomalaiset nuoret aktiivisia, mutta kuntotaso alhainen 2.Mukavuudenhalu määrittää myös aktiivisuuden valintoja 3.Nuoret tiedostavat hyvin terveysasioita, mutta eivät ole halukkaita toimimaan niiden mukaisesti 3.Sosiaaliset suhteet vaikuttavat merkittävästi terveysvalintoihin 4.Suorituskykyisen reservin ylläpitäminen tulee olemaan varsin haasteellista nuorten nykymentaliiteilla

(Rintala 2009)

LENTORESERVIUPSEERIKURSSIN VALINTAKOKEIDEN FYYSISEN KUNNON TESTIT

Lihaskuntotestissä arvio tehdään tuloksen yhteistuloksesta. Ilmavoimien valinnoissa käytetään lihaskuntotesteissä miesten kriteerejä.

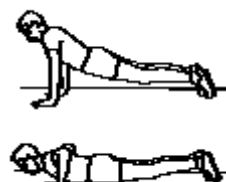
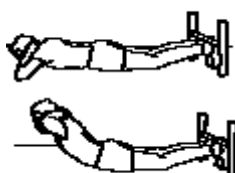
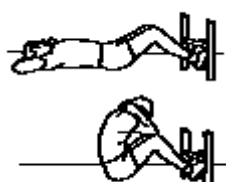
Lihaskuntotestien osasuorituksesta saa pisteitä 0 - 3.

Huono (Hu) = 0 p, tyydyttävä (T) = 1 p, hyvä (H) = 2 p ja kiitettävä (K) = 3 p.

Osasuoritusten pisteet lasketaan yhteen. Näin saatu lihaskuntoluokan taso määritetään seuraavan taulukon perusteella. Lihaskuntotestien minimivaatimustaso on 8 pistettä.

Kuntotestit

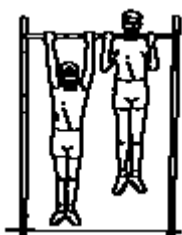
Testi	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Kiitettävä
	(Hu) = 0p	(T) = 1p	(H) = 2p	(K) = 3p
Vauhditon pituus	alle 2,00 m	2,00 m	2,20 m	2,40 m
Käsinkohonta	alle 6	6	10	14
Vatsalihastesti	alle 32	32	40	48
Etunojapunnerrus	alle 22	22	30	38
Selkälihastesti	alle 40	40	50	60
Lihaskuntoluokka	0 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 15
	pistettä	pistettä	pistettä	pistettä



VATSALIHASLIIKE	SELKÄLIHASLIIKE	ETUNOJAPUNNERRUS
<p>Lentävän henkilöstön valinnoissa mitataan vatsalihas-ten toimintakykyä dynaamisella kenttätestillä. Tulos on suoritusten lukumäärä 60 sekunnissa.</p>	<p>Lentävän henkilöstön valinnoissa mitataan selkälihas-ten toimintakykyä dynaamisella kenttätestillä. Tulos on suoritusten lukumäärä 60 sekunnissa.</p>	<p>Lentävän henkilöstön valinnoissa mitataan ylävartalon toimintakykyä dynaamisella kenttätestillä. Tulos on suoritusten lukumäärä 60 sekunnissa.</p>
<p>Lähtöasento</p> <ul style="list-style-type: none"> • suorittaja selinma-kuulla kädet niskan takana • sormet ristissä, kyynärpäät edessä • polvet 90 asteen kulmassa jalat hieman erillään • nilkat tuettuina (puolapuut tai avustaja) 	<p>Lähtöasento</p> <ul style="list-style-type: none"> • suorittaja asettuu päinmakuulle latti-alle kuminauhaa (vast.) kannatta-van telineen alle • kädet niskan taka-na sormet ristissä • jalat tuettuina (puolapuut, avus-taja) 	<p>Lähtöasento</p> <ul style="list-style-type: none"> • suorittaja päinma-kuulla • kämmenet hartioi-den leveydellä ja tasolla, sormet eteenpäin • jalat yhdessä
<p>Suoritus</p> <ul style="list-style-type: none"> • nouseaan istumaan • kosketetaan kyy-närpäillä polvia • laskeudutaan ta-kaisin, siten että hartiat koskettavat alustaa 	<p>Korkeustason asetus</p> <ul style="list-style-type: none"> • nostetaan ylävar-taloa käsin punnertaen kunnes suoliluun harjat ir-toavat lattiasta. Asetetaan kumi-nauha poikittain lapojen yli tälle ta-salle. Lasketaan ylävartalo alas ja lasketaan kumi-nauhaa 10 cm täs-tä tasosta alas-päin. 	<p>Suoritus</p> <ul style="list-style-type: none"> • ojennetaan käsi-varret vartalon py-syessä suoraksi jännitettyinä • laskeudutaan ta-kaisin kunnes rinta koskettaa avusta-jan nyrkkiä tai vast.
<p>Virheet</p> <ul style="list-style-type: none"> • kädet irtoavat nis-kan takaa • kyynärpäillä lyö-dään vauhtia • hartiat eivät osu lattiaan tai kyynär-päät polviin 	<p>Suoritus</p> <ul style="list-style-type: none"> • nostetaan ylävar-taloa, kunnes lapa-luut koskevat har-tian tason yläpuo-lella olevaan merkkiin (esim. 	<p>Virheitä</p> <ul style="list-style-type: none"> • vartalo taipuu se-lästä tai lantiosta • polvet koukistuvat • kädet eivät ojennu täysin suoriksi • pään heilutus

kuminauhaan).

- laskeudutaan ta-
kaisin niin, että rin-
ta koskettaa latti-
aa.



KÄSINKOHONTA

Lentävän henkilöstön valin-
noissa mitataan ylävartalon
toimintakykyä dynaamisella
kenttättestillä. Tulos suori-
tusten määrä 60 sekunnissa.

Lähtöasento

- riipunta rekillä vas-
taotteella
- vartalo ja jalat suo-
rana

Suoritus

- koukistetaan kä-
siä, kunnes leuka
on rekin yläpinnan
tasolla ja
- lasketaan kädet
jälleen suoriksi
- liike toistetaan yh-
täjaksoisesti
- avustaja voi pitää
ojennettua kättä
reisien tasalla var-
talon heilumisen
estämiseksi

Virheet

- vartalon heilunta
- reisien ja säärtien
koukistaminen
- nykäys ja lyönti

VAUHDITON PI- TUUSHYPPY (2 suoritusta)

Lentävän henkilöstön testis-
sä mitataan alavartalon
voimaa dynaamisella kenttä-
testillä. Tulos on hypyn pi-
tuus (cm).

Suoritus

- jalat rinnakkain,
tukevalta tasaisel-
ta ponnistuspaikal-
ta, viivan takaa
(esim. urheiluhallin
lattia)
- tasaponnistus
- alastulo lattialle tai
voimistelumatolle
(verkkomaisen jar-
rumaton käyttö
suotavaa)

Virhe

- kantapään-päkiän
välinen keinumi-
nen

Tulos

- ponnistuspaikan ja
alastulon välinen
metrimäärä (esim.
2,20)
- tulos mitataan
cm:n tarkkuudella
ponnistuspaikkaa
lähimpänä olevan

(kipperiaate) koukistuksen alka- essa	kehonosan alastu- lopaikasta (esim. kantapään, käsien jne.) • kahdesta suorituk- sesta parempi ote- taan huomioon
---	---

Ergomertitestissä tarkoituksena on arvioida testattavan maksimaalista suorituskykyä polku-
pyöräergometrillä. Testissä mitataan teho, jota testattava pystyy polkemaan kuormaa nostet-
taessa 20W minuutin välein. Vähimmäisvaatimustaso on 3,5W/kg. (Ilmavoimat 2010)

