

**MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU**

**PAINI ILMAVOIMIEN OHJAAJAN HARJOITUSMUOTONA**

Kandidaatin tutkielma

Kadetti  
Kankare Tuomas

Kadettikurssi 94  
Ilmavoimien ohjaajalinja

Huhtikuu 2010

**MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU**

Kurssi <b>Kadettikurssi 94</b>	Linja <b>Ilmavoimien ohjaajalinja</b>
Tekijä <b>Kadetti Tuomas Kankare</b>	
Tutkielman nimi <b>Paini ilmavoimien ohjaajan harjoitusmuotona</b>	
Oppiaine johon työ liittyy Sotilaspedagogiikka	Säilytyspaikka Kurssikirjasto ( MPKK:n kirjasto )
Aika Huhtikuu 2010	Tekstisivuja 24
<b>TIIVISTELMÄ</b> <p>Hävittäjälentäjän tukirankaongelmat ovat olleet pitkään huolenaiheena ilmavoimissa. Tutkielman tarkoituksena oli selvittää voitaisiinko painiharjoittelun avulla ehkäistä selkärangan kohdistuvia vammoja. Tutkielma on laadullinen tutkimus, jossa menetelmänä on kirjalliseen aineistoon perustuen koota tarvittavat tiedot tutkimusongelmien selvittämiseksi.</p> <p>Painijoiden selkärankaa tukeva lihaksisto on hyvin kehittynyt ja sellainen olisi hyvä myös hävittäjäkalustolla lentävälle henkilöstölle. Ilmavoimien ohjaajille ei saada samanlaista tukevaa lihaksistoa kuin painijat omaavat, mutta heidän tekemät oheisharjoitteet sopivat todella hyvin myös lentävälle henkilöstölle. Näiden harjoitteiden avulla ohjaajien lihaksisto kehittyisi oikeaan suuntaan, jolloin harmilliset tukirankavammat vähenisivät. Kuitenkaan tiiviiseen lentorytmiin ei painiharjoittelu sovi sen kuormittavuuden takia. Painiharjoittelu tulisi aloittaa hyvissä ajoin ennen raskaiden lentokoulutusvaiheiden alkua, jolloin fyysinen kuormitus lennoilla on vielä vähäistä. Painiharjoittelu yhdistettynä intensiiviseen lentorytmiin ainoastaan heikentää lihaksiston antamaa tukea, koska palautuminen liiallisen rasittamisen kautta heikkenee. Paini on hyvä lisä lentäjien liikuntatottumuksiin, koska se kehittää tukirangan lihaksistoa hyvin. Kuitenkin on syytä muistaa monipuolisen liikunnan merkitys fyysisen toimintakyvyn ylläpidon kannalta. Paini tulisi aloittaa hyvissä ajoin ennen HW2-lentokoulutusohjelmaa, jolloin lihaksilla ja tukiosilla olisi myös aikaa kehittyä vastaamaan hävittäjälentäjien lihaksiston vaatimustasoja.</p>	
<b>AVAINSANAT</b> Painiharjoite, fyysinen toimintakyky, hävittäjälentäjä, tukirankaongelmat	

<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 TUTKIMUKSEN TAUSTAT.....</b>	<b>2</b>
2.1 YLEISTÄ.....	2
2.2 TUTKIMUSMENETELMÄ JA VIITEKEHYS.....	2
2.3 TUTKIMUSONGELMA.....	3
2.4 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET.....	4
2.5 SOTILASPEDAGOGIIKKA.....	4
2.5.1 <i>Sotilaan toimintakyky</i> .....	4
2.5.2 <i>Fyysinen toimintakyky</i> .....	6
2.5.3 <i>Voimaominaisuudet</i> .....	6
2.5.3.1 <i>Kestovoima</i> .....	7
2.5.3.2 <i>Maksimivoima</i> .....	7
2.5.3.3 <i>Nopeusvoima</i> .....	8
<b>3. SELKÄRANGAN ANATOMIA.....</b>	<b>8</b>
3.1. NIKAMAT.....	8
3.2 LIHAKSISTO.....	10
<b>4. TAISTELULENTÄMISEN ASETTAMAT FYYSISET VAATIMUKSET.....</b>	<b>11</b>
4.1. YLEINEN TYÖN KUVAUS.....	11
4.2 KIIHTYVYYSVOIMIEN VAIKUTUS TUKIRANKAAN.....	12
4.3 SOTILASLENTÄJÄN FYYSISEN TOIMINTAKYVYN VAATIMUKSET.....	13
<b>5 ILMAVOIMIEN OHJAAJIEN TUKIRANGAN OMINAISUUDET.....</b>	<b>15</b>
5.1 OHJAAJIEN KAULARANGAN LIHAKSISTON ERITYISPIIRTEET JA VAATIMUKSET.....	15
5.2 OHJAAJIEN SELKÄRANKAA TUKEVIEN LIHASTEN ERITYISPIIRTEET JA VAATIMUKSET.....	16
<b>6 PAINIJOIDEN TUKIRANGAN OMINAISUUDET.....</b>	<b>18</b>
6.1 PAINIJOIDEN FYYSISTEN OMINAISUUKSIEN YLEISKUVAUS.....	18
6.2 PAINIJOIDEN NISKA JA KAULA-ALUEIDEN LIHAKSISTON ERITYISPIIRTEET.....	19
6.3 PAINIJOIDEN SELKÄ JA VATSA-ALUEEN LIHAKSISTON ERITYISPIIRTEET.....	20
<b>7 PAINIHARJOITTELU ILMAVOIMIEN OHJAAJALLA.....</b>	<b>21</b>
7.1 PAINIHARJOITTELUUN HYÖTY ILMAVOIMIEN OHJAAJALLE.....	21
7.2 MITEN PAINIHARJOITTELU ALOITETAAN?.....	22
<b>8 POHDINTA JA JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET.....</b>	<b>23</b>
<b>9 LÄHTEET.....</b>	<b>25</b>

# PAINI ILMAVOIMIEN OHJAAJAN HARJOITUSMUOTONA

## 1 JOHDANTO

Suomen ilmavoimien huolenaiheena on ollut ohjaajien suuri työn kuormittavuus, joka pakottaa joskus jopa nuoretkin ohjaajat lääkärin vastaanotolle. Selkä- ja niskakivut ovat valitettavan yleisiä. Sotilaan toimintakyky on sotilaspedagogiikassa yksi keskeisimmistä käsitteistä, mikä hävittäjälentäjän tapauksessa tarkoittaa kykyä taistella ilmassa vihollisen koneita vastaan. Jos hävittäjälentäjän ura päättyy lentämisen osalta tukirankavaivoihin, on hänen toimintakykynsä laskenut olemattomiin, eikä hän pysty jatkamaan työtään, johon hänet on koulutettu. Kallis koulutus on tällöin ollut turhaa. Uran alku vaiheessa on lähes mahdotonta sanoa, kuka selviää rasittavista lennoista kerta toisensa jälkeen. Toisaalta elämä ei lopu eläkkeelle jäämiseen, vaan sen jälkeenkin pitäisi pystyä vielä toimimaan normaalisti. Vaikka kadettilupauksessa vannotaan oman elämänsä uhraaminen isänmaalle, sillä tuskin on tarkoitettu lentoupseerin vartalon täydellistä väsymistä, joka nykypäivän kehittyneellä hävittäjäkoneella on äärimmäisen helppoa.

Ilmavoimien yksi tärkeimmistä rauhanajan tehtävistä on koulutus. Tutkimuksien perusteella ohjaajien koulutusta ja suorituskykyä pyritään kehittämään parempaan suuntaan tehokaan ilmapuolustuksen takaamiseksi. Tehokkuus lähtee yksilöiden toimintakyvystä, joka hävittäjäohjaajalla tarkoittaa lentotehtävien onnistunutta suorittamista. Erilliset vammat hidastavat tai pahimmassa tapauksissa lopettavat ohjaajien koulutuksen. Tutkimuksia on valmistunut paljon tämän ongelman voittamiseksi, mutta vielä ei autuaaksi tekevää keinoa ole löydetty. Hyviä viitteitä vammojen ehkäisemiseksi ja eläkeiän särkyjen helpottamiseksi on kuitenkin jo havaittu. (Toiskallio 1998, 9.)

Painijoiden keskivartalo ja niskanseutu ovat todella vahvarakenteisia, mikä on lihaksiston pitkäaikaisen harjoittelun tulos. Lentävänhenkilöstön tukirankaan kohdistuvien g-voimien aiheuttamat yksittäiset kuormitustasot vaativat lihaksistolta hyvää kuntoa, joten miksei painihar-

joittelu voisi taata ilmavoimien ohjaajille pitkän uran hyvän lihastasapainon ja korkeiden voimatasojen kautta? Tutkimuksessa pyritään selvittämään painijoiden ja hävittäjäohjaajien lihaksiston vaatimusten eroja, sekä saadaanko painiharjoitteista hyötyä ilmavoimien lentäjien kohtaamiin tukirankavaivoihin.

## 2 TUTKIMUKSEN TAUSTAT

### 2.1 Yleistä

Ilmavoimien kadetit ja henkilökunta ovat tehneet paljon tutkimusta taistelulentäjän fyysisiin ominaisuuksiin ja niiden kehittämiseen liittyen. Hyviä harjoitusmuotoja on löytynyt, mutta painijoiden tukirankaharjoittelua ei vielä ole tutkittu ohjaajan lihaksiston kehittämiskeinona. Vaikka paini onkin pääosin tekniikkalaji, on voimalla kuitenkin tärkeä merkitys. (Salimäki 1986, 9) Kehittyminen painijaksi on pitkä prosessi, jolloin kadetilla ei ole mahdollista ajatella samaanlaista harjoittelua kuin huippupainijoilta, jotka ovat valmistautuneet useita vuosia, jotta pystyvät edes harjoittelemaan painia. Painin oheisharjoitukset kuitenkin saattavat olla hyviä myös ohjaajalle tärkeän tukirankalihaksiston luomisessa, joten tutkimuksen tavoite on selvittää sopivatko harjoitteet ilmavoimien ohjaajille ja millä tavalla. (Salimäki 1986, 10–12.)

Ilmavoimien ohjaajilla on ollut niska- ja selkävaivoja hyvin usein. Rintalan, Häkkisen, Kautiaisen ja Siitosen (2004) tutkimuksen mukaan 75 prosentilla koehenkilöistä on ollut tukiranka-oireita ja 65 prosentilla niskakipuja uransa aikana. Päivittäin niskakivuista kärsii 10 prosenttia koehenkilöistä. Prosentit ovat suuria pieniin resursseihin nähden. Tutkimusta näiden ongelmien pienentämiseksi on edelleen tehtävä. Lentäjien pitäisi pystyä säilyttämään fyysinen toimintakykynsä läpi koko uran, mutta harvat tähän kykenevät. (Häkkinen, Rintala, Kautianen & Siitonen 2005, Mäkisen 2007, 41 mukaan)

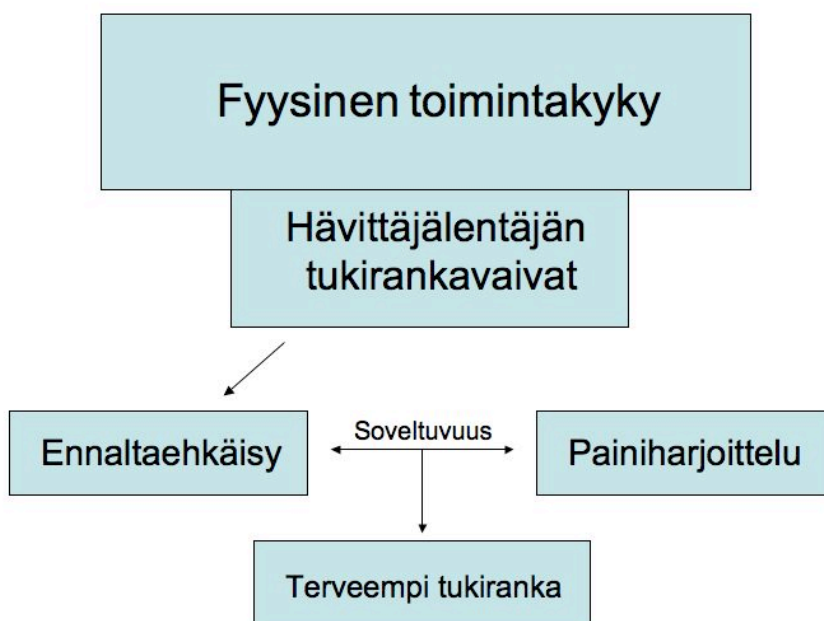
### 2.2 Tutkimusmenetelmä ja viitekehys

Tutkimus käsittelee painijoiden tukirankaharjoittelun sovittamista hävittäjälentäjien omaan harjoitteluun. Lisäksi tarkoituksena on myös tarkastella, miltä osin harjoitteista saataisiin mahdollisimman paljon hyötyä. Tutkimus on kvalitatiivinen, jonka menetelmänä on kirjallisuuskatsaus. Aineistona on lääke- ja liikuntatieteiden perusteoksia, hävittäjälentäjän fyysisen toimintakykyyn liittyviä tutkielmia ja tutkimuksia sekä painijoiden selkärangan rasittumiseen viittaavia lähteitä. Aineiston perusteella pyritään luomaan hyvä käsitys ilmavoimien ohjaajan

fyysisen suorituskykyyn vaikuttavista tekijöistä, jonka avulla voidaan tarkastella, millä tavoin vahva tukirankalihaksisto auttaa lentäjän urasta selviämässä.

Tutkimus kuuluu sotilaspedagogiikan tieteenalaan, jossa tarkempana alakohtana on sotilaan toimintakyvyn kehittäminen. Tässä tutkimuksessa käytetään ilmailu- ja yleislääketieteen, ilmailufysiologian, sekä liikuntakoulutuksen, jossa etenkin painiin ja kamppailulajeihin pohjautuvaa tietoa. Tutkimuksella pyritään luomaan uusi näkökulma ilmavoimien ohjaajien liikuntakoulutukselle ja harrastuksille. Tutkimus palvelee mahdollisesti myöhemmin tehtävää tutkielmaa.

Tutkimuksen tavoitteena on luoda keinoja ennaltaehkäistä sotilasilmailussa usein esiintyviä niska- ja selkävammoja, joita kuormittavat lennot ja huono istuinergonomia aiheuttavat. Tutkimuksia on tehty laajasti koskien lentäjien tukiranka ongelmia. Painiharjoittelu saattaisi kasvattaa suojaavaa lihaksistoa, jolloin lentäjät pääsisivät viettämään eläkepäiviään terveenä.



Kuvio 1. Tutkielman viitekehys

### 2.3 Tutkimusongelma

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää voitaisiinko painijoiden tekemillä tukirankaharjoitteilla vahvistaa myös hävittäjälentäjien vartaloa niin, että loukkaantumisilta välttyttäisiin. Tutkimuksessa avataan muutamia käsitteitä, mutta kaikki kappaleet liittyvät kuitenkin tutkimusongelmien ratkaisemiseen. Tutkimuskysymykset ovat seuraavat.

1. Miten painiharjoitteet vaikuttavat selkärankaa tukevaan lihaksistoon?

## 2. Millä tavalla paini harjoittelu voisi sopia lentäjälle?

### 2.4 Aikaisemmat tutkimukset

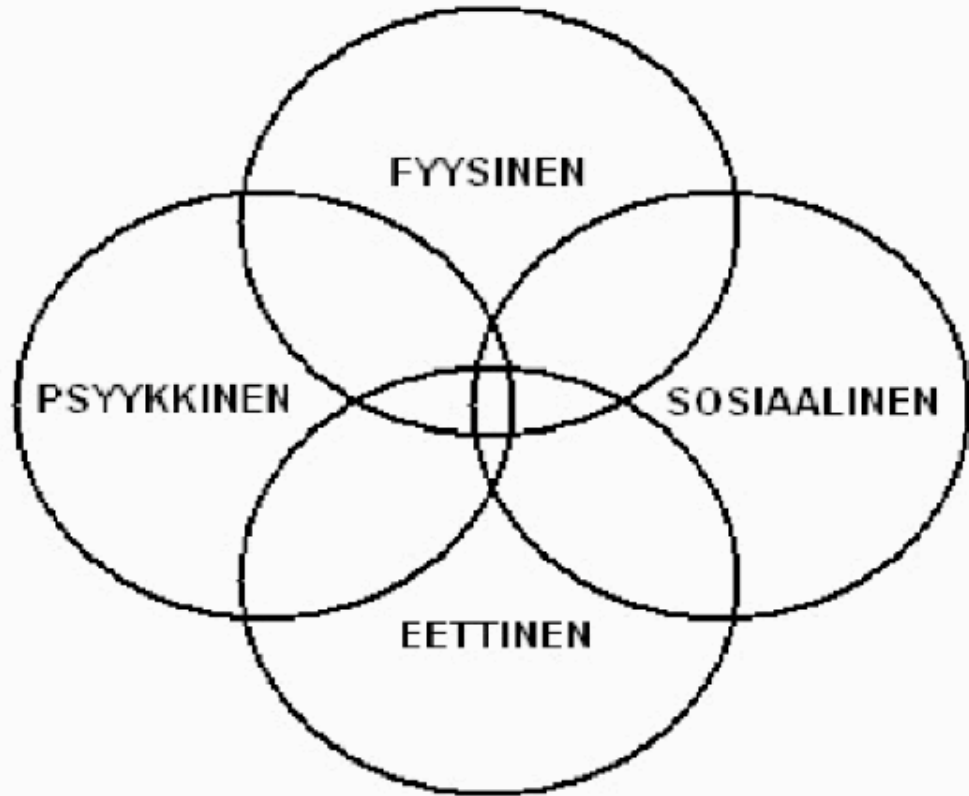
Suomessa ei olla aikaisemmin tutkittu painiharjoittelun vaikutusta ilmavoimien ohjaajien vammojen ennaltaehkäisemiseksi. Kuitenkin monia muita urheilulajeja ollaan vertailtu lentäjien fyysiseen suorituskyykyyn. Esimerkiksi trampoliiniharjoittelun vaikutusta lentäjien niskan alueen vammojen ehkäisyyn on tutkittu aikaisemmin. Karma (2008) pro gradu -tutkielmassaan ottaa esille painissa käytettäviä kaularangan lihaksiston harjoitteita.

### 2.5 Sotilaspedagogiikka

Sotilaspedagogiikka oppiaineena tutkii sotilaisiin liittyvää koulutusta ja sen kehittämistä. Nykypäivän sotilasorganisaatio ei saa haluamaansa tehokkuutta miesvahvuutta nostamalla vaan laatua kasvattamalla, joka tarkoittaa koulutukseen kehittämistä. Sotilaspedagogiikan tarkoitus on kehittää jatkuvaa oppimista ja sen laatua. Nousujohteinen lentokoulutus vaatii myös muiden sotilastieteenalojen mukautumista sotilasorganisaatioiden muutokseen. Vaikka sotilaspedagogiikan tarkoitus on tuottaa perusteltua tietoa hyvän koulutustuloksen saavuttamiseksi, on sen yksi tärkeimpiä tehtäviä kuitenkin yksilön toimintakykyyn vaikuttavien oppien kehittäminen. Puolustusvoimien koulutuksen tarkoituksena on tuottaa suorituskyykyisiä sodan ajan joukkoja, mutta ne muodostuvat ainoastaan toimintakykyisistä yksilöistä. (Toiskallio 1998, 8.)

#### 2.5.1 Sotilaan toimintakyky

Sotilaan toimintakyky on sotilaspedagogiikan tärkeimpiä käsitteitä. Toimintakyky viittaa yksilöihin, mutta se on sotilaspedagogiikassa ymmärrettävä huomattavasti laajempaan ympäristöön, sillä toimintakykyyn vaikuttavat huomattavasti yhteiskunnalliset ja kulttuurilliset taustat. Toimintakyky saatetaan liittää yksittäisen suoritukseen, mutta sen voi käsittää myös valmiutena. Sotilaan on kyettävä soveltamaan oppimiaan tietoja ja taitoja kulloiseenkin toimintaympäristöön, sekä hänen on opittava kokemuksien kautta koko ajan lisää. (Toiskallio 1998, 9.)



Kuvio 2. Sotilaan toimintakyvyn osa-alueet. (Tosikallio 1998, 27.)

Sotilaan toimintakyky koostuu neljästä osa-alueesta, jotka ovat fyysinen, psyykkinen, sosiaalinen ja eettinen. Fyysinen toimintakyky viittaa yksilön fyysisiin valmiuksiin suorittaa toimintoja. Psyykkisessä toimintakyvyssä on kyse informaation käsittelystä. Nämä kaksi toimintakyvyn osa-aluetta liittyvät toisiinsa usein hyvinkin vahvasti, sillä omasta kehosta saatavat tuntemukset vaativat tiettyjä toimenpiteitä, joilla toimintakykyä voidaan ylläpitää. Sotilaan on kyettävä huolehtimaan omista peruselintoiminnoista, jotka vastaavat psyykkisen ja fyysisen toimintakyvyn yhteisiä alueita. Sotilas käsittelee kehon antaman informaation ja pyrkii toimimaan sen jälkeen toimintakyvyn ylläpitämiseksi oikealla tavalla. Sosiaalinen toimintakyky tarkoittaa ihmissuhteita ja vuorovaikutustaitoja, joita sotilasjoukko tarvitsee päästäkseen parhaaseen mahdolliseen toimintakykyyn. Hyvät vuorovaikutustaidot ovat osa tehokkaan sotilaan toimintakykyä. Viimeinen toimintakyvyn osa-alue on eettinen toimintakyky, jolla tarkoitetaan ihmisen vastuullisuudentajua ja päätöksenteon oikeellisuutta. Sosiaalinen ja eettinen toimintakyky liittyvät toisiinsa vahvasti. Kaikki osa-alueet liittyvät toisiinsa, joten sotilaan toimintakykyyn liittyvää tutkimusta tehtäessä on tutkijalla itsellään oltava kattava usean tieteenalan kokemus. Tämä tutkimus keskittyy ainoastaan fyysisen toimintakyvyn kehittämiseen. (Toiskallio 1998, 9–10.)



### 2.5.2 Fyysinen toimintakyky

Fyysinen toimintakyky viittaa ihmisen fyysisiin valmiuksiin, joita mitataan usein kestävyys-, voiman ja nopeuden osa-alueilla. Fyysisen toimintakyvyn tutkimuksissa pyritään arvioimaan henkilön kuormittumista tietyissä fyysisissä suoritteissa. (Kyröläinen 1998, 25) Fyysinen toimintakyky on tärkeä osa hävittäjälentäjän suorituskykyä ja tämä tutkimus pyrkii ennaltaehkäisemään hävittäjälentäjien keskuudessa usein esiintyviä tukirankavammoja.

Kestävyys on ihmisen kyky vastustaa väsymystä. Lihakset kuluttavat tehdessään työtä energiaa, jonka riittävyys lihaksistossa määrittelee usein kestävyys. Kestävyys jaetaan eri osa-alueisiin lihaksen energia-aineenvaihdunnan perusteella. Aerobinen kestävyys viittaa lihaksen kykyyn tuottaa hapen avulla energiaa, jolloin sitä syntyy hiilihydraattien ja rasvojen hapettumisella. Lihaksen tekemän työn teho on tällöin alhainen. Kun tehoa kasvatetaan, tuottaa lihas energiansa anaerobisen glykolyysin kautta, jossa lopputuotteena on maitohappo. Anaerobinen kestävyys kuvaakin ihmisen kykyä sietää suuria maitohappopitoisuuksia elimistössä. Hyvät kestävyysominaisuudet ovat riippuvaisia henkilön hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyvystä. (Kyröläinen 1998, 25.)

### 2.5.3 Voimaominaisuudet

Tukirankalihaksiston voimaominaisuuksia kehittämällä vaikutetaan fyysisen toimintakyvyn osa-alueisiin. Hävittäjälentäjä tarvitsee työssään voimaa ja kestävyyttä vastaponnistuksen suorittamiseen ja liikkeidensä hallitsemiseen. Voimaominaisuudet jaetaan usein kolmeen alalajiin, jotka ovat kesto-, maksimi- ja nopeusvoima. Ominaisuudet eroavat toisistaan energiantuottotavan, lihastyön keston ja nopeuden välillä.

Lihasten tehtävänä on aikaan saada liikettä, mutta myös suojata ja tukea elimistöä. Voimaharjoittelun avulla kehitetään siis lihasvoimaa, mutta myös kehon kykyä kestää suurempaa rasitusta, ja tätä kautta vähentää tuki- ja liikuntaelimistön sairauksia. Lihaskunto on tärkeä osa lentäjän fyysisistä suorituskykyä. Vastaponnistus vaatii lähes koko kehon lihasten jännittämistä, jotta veri saadaan kiertämään myös aivoissa. Vastaponnistus on erittäin rasittava isometristä lihastyötä vaativa suoritus, joka nostaa veren maitohappotasoa huomattavasti. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 11.)

Voimaharjoituksien tavoite on kehittää lihaksia ja tukiosia. Jänteiden, sidekudosten ja luuston vahvistuessa loukkaantumisriskit pienenevät. Voimaharjoittelua suunniteltaessa on otettava huomioon, mitä harjoittelulla tavoitellaan. Esimerkiksi hävittäjälentäjien tapauksessa harjoittelun tulisi pohjautua selkärankaan tukevien lihasten harjoittelun ja painijoilla niskan vahvistamiseen. Lentäjillä voimaharjoittelu auttaa myös vastaponnistuksen hengitystekniikan oppimisessa. Usein kestovoima on tärkein ominaisuus arkipäiväisissä toimissa, mutta hävittäjälentäjä tarvitsee työssään kaikkia voimaominaisuuksia, joten harjoittelunkin tulee olla sen mukaista. (Kanninen, Paalimäki & Rintala 1996, 44; Häkkinen, Mero & Mäkelä 2004, 257–258.)

### 2.5.3.1 Kestovoima

Kestovoimalla tarkoitetaan pitkäkestoista voimantuottoa. Voimantuottoaika saattaa kestää jopa useita minuutteja. Itse kestovoima jaotellaan vielä kahteen erilliseen alakategoriaan riippuen lihaksen energiantuottotavasta. Jos lihassolu lataa adenosiniinitrifosfaatin (ATP) happimolekyylien avulla, on kyseessä aerobinen energiantuotto. Kun happimolekyyliä ei ole lihassolun saatavilla riittävästi, on kyseessä anaerobinen energiantuottotapa, josta lopputuotteena muodostuu maitohappoa. (Häkkinen ym. 2004, 251) Harjoitusvaikutukset kohdistuvat kestovoimaharjoituksissa riippuen energiantuottotavasta joko hermolihasjärjestelmään tai aineenvaihduntaan. Kestovoimaa harjoitellaan sarjoilla, joiden toistomäärät ovat kuudesta toistosta aina yli kolmeenkymmeneen toistoon. Kun toistojen määrä on lähellä kuutta ja palautusajat ovat lyhyitä, on kyseessä hypertrofinen harjoitus, jolloin lihaksen poikkipinta-ala kasvaa ja myös maksimaalinen voimantuotto kehittyy. Kun toistojen määrät ovat välillä 6–12, puhutaan yleisesti perusvoimaharjoittelusta. (Häkkinen ym. 2004, 263.)

### 2.5.3.2 Maksimivoima

Maksimivoimalla tarkoitetaan suurinta voimatasoa, jonka lihas tai lihasryhmä pystyy tuottamaan tahdonalaisena kertasuorituksena. Lihaksen maksimivoimantuottotasolle päästään noin 0,5–2,5 sekunnin kuluttua lihastyön aloittamisesta. Aikaan vaikuttaa lihastyötapaa, lihasryhmä, harjoitustausta, sukupuoli ja ikä. Maksimivoimaa testataan esimerkiksi yhden toiston maksimitestillä, joka tarkoittaa suurinta mahdollista kuormaa tietyssä liikkeessä. Suoritustekniikka pyritään pitämään vakiona, mutta kuormaa kasvatetaan sen verran, että testattava henkilö pystyy tekemään ainoastaan yhden toiston kyseistä liikettä. (Häkkinen ym. 2004, 285) Maksimivoimaa voidaan kehittää kasvattamalla lihaksen poikkipinta-alaa kestovoimaharjoituksilla, mutta myös kehittämällä hermostollisia ominaisuuksia, jolloin samasta lihasmassasta saadaan suurempi tahdonalainen voimantuotto esille.

Maksimivoima harjoituksen idea on, että lihaksessa tapahtuu hermostollinen adaptaatio. Käytettävät sarjapainot ovat suuria (noin 85–100 prosenttia ykköstoisto maksimista). Sarjojen toistomäärät ovat alle viisi. Lihasmassa ei näillä harjoituksilla juurikaan kasva, mutta voimaa tulee lisää. Suhteellinen voima siis lisääntyy. Toisaalta maksimivoimaa voidaan kehittää kasvattamalla lihaksen poikkipinta-alaa hieman pitempien sarjojen avulla, jolloin voimaatuottavat lihassolut laajenevat. (Häkkinen ym. 2004, 261.)

### 2.5.3.3 Nopeusvoima

Nopeusvoimassa voimantuotto on joko kertasuorituksellista tai useiden suoritusten kokonaisuus. Nimensä mukaisesti voimaa pyritään tuottamaan mahdollisimman nopeasti. Nopeusvoimaharjoitteissa tärkeintä on maksimaalinen yritys, jolloin kaikki mahdolliset lihassolut saadaan rekrytoitua käyttöön. Nopeusvoimaharjoitteiden pituus on rajattava niin, että maitohappoa ei energiantuotannossa pääsisi syntymään, vaan kaikki lihasaktiivisuus tapahtuu ATP ja kreatiinifosfaattivarastojen (KP) avulla. Lihas ei saa olla väsynyt, jotta sillä saadaan tehtyä maksimaalinen suoritus ja näin ollen kehitettyä lihas seuraavalle suorituskyvyn tasolle. Nopeusvoimaharjoituksen voi vielä jakaa harjoituskuormien mukaan, sillä kevyillä painoilla tehtävät harjoitteet kehittävät lihaksen nopeusominaisuuksia enemmän kuin hieman raskaammilla kuormilla, mutta kuitenkin maksimaalisella nopeudella tehdyt harjoitteet. Nopeusvoimaharjoituksen onnistumisen kannalta on tärkeää, että sarjojen välinen palautuminen on lähes täydellistä tarkoittaen, että ATP ja KP varastot ehtivät täyttyä. (Häkkinen ym. 2004, 251, 258–259.)

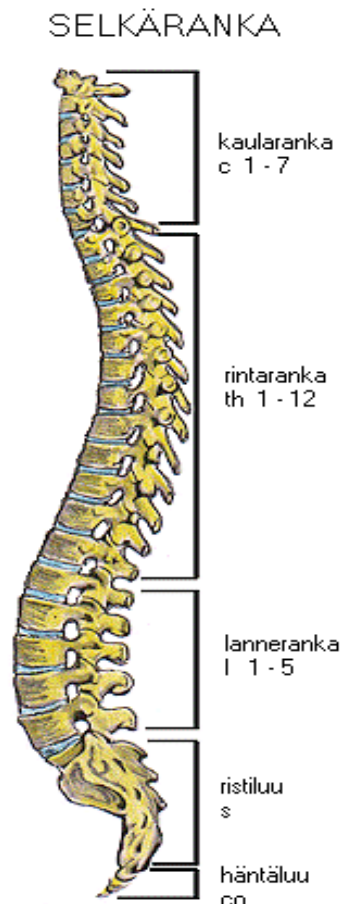
## 3. SELKÄRANGAN ANATOMIA

Tutkimuksessa puhuttaessa tukirangasta tarkoitetaan selkärankaa, joka useimmiten liittyy lentäjien kohtaamiin vammoihin. Selkärankaa tukeva lihaksisto on tärkeässä osassa kuormitus-kertoimien kasvaessa, koska tukiranka ei itsessään kestä, kun lentäjään kohdistuu suuria g-voimia. Seuraavassa on eritelty selkärankaan kuuluvia osia sillä tarkkuudella kuin tutkimuksen kannalta on oleellista ja tutkijan käsitys aiheesta riittävät.

### 3.1. Nikamat

Selkäranka on 32–34 nikaman muodostama vartalon tuki. Selkäranka on nikamiensa ansiosta taipuisa, mutta silti rakenteeltaan se on erityisen vahva. Selkärangan nikamat ylhäältä alaspäin

kuvattuna ovat 7 kaula- 12 rinta-, 5 lanne-, 5 risti- ja 3–5 häntänikamaa. Aikuisen rangassa ei kuitenkaan ole näin montaa luuta, sillä risti- ja häntänikamat ovat usein kasvaneet yhteen. Selkäranka on luonnollisessa asennossaan kaareva niin eteen kuin taaksepäinkin. Mutkaa eteenpäin kutsutaan lordoosiksi (esim. lannelordoosi) ja vastaavasti kyfoosi on mutka taaksepäin (esim. ristiluun kohdalla). Mutkat ovat täysin normaaleja, mutta sivuttainen mutka eli skolioosi on pysyvänä sairauden merkki. (Arstila, Björkqvist, Hänninen & Nienstedt 2004, 109.)



Kuva 1. Selkäranka sivusta kuvattuna. (Mukaiillen Timonen, H. Ladattu 13.3.2010.)

Jokaisen nikaman kantava osa on nikaman solmu, josta lähtee taaksepäin nikaman kaari. Peräkkäiset nikamakaaret muodostavat selkäydinkanavan, jossa itse selkäydin sijaitsee. Aikuisella ihmisellä selkäydin ulottuu kaularangasta ensimmäisen lannenikaman kohdalle. Jokaisesta nikaman kaaresta lähtee seitsemän haaraketta, jotka toimivat jänteiden ja siteiden kiinnittymiskohtina. Nikamien solmut kiinnittyvät naapurinikamiin joustavan nikamavälilevyn kautta. Välilevyn on kuin tyyny, jonka reunaosan muodostaa kollageenisyytä sisältävä syyrustoinen rengas. Sisus on pehmeämpää ainetta, joka vaimentaa nikamien välisiä tärähdyksiä. Nikamien koko kasvaa päästä jalkoja kohti, sillä niiden kantavan kuorman paino lisääntyy joka nivelellä. Ylimmät nivelet kannattelevat ainoastaan päätä, kun taas alimmat joutuvat kan-

nattelemaan lähes koko ylävartaloa. Lannenikamat ovatkin suurimmat kaikista nikamista. Lanneranka on näin ollen vahvin selkärangan osa. (Arstila ym. 2004, 110.)

Kaksi ylintä kaulanikamaa on erikoistunut pään liikkeisiin. Nyökkäysliike tapahtuu taka-  
raivonluun ja ensimmäisen kaulanikaman välissä ja kiertoliike ensimmäisen ja toisen kau-  
lanikaman välissä. Päästä sivulle kallistettaessa kaikki kaularangan nikamat toimivat samanai-  
kaisesti. Rintanikamat ovat liikkuvuudeltaan huonot ja jokaisen rintanikaman välistä lähtee  
kylkiluu. (Arstila ym. 2004, 110, 114.)

### 3.2 Lihaksisto

Selkärangan lihakset tuottavat selkärangan nikamille liikkeen, mutta myös tukevat sitä. Ran-  
gan ympärillä on syviä ja pinnallisia lihaksia, joiden pituus vaihtelee tehtävän mukaan. Lihak-  
set myös vilkastuttavat selkärangan alueen verenkiertoa, ja ne kiinnittyvät kylkiluihin sekä ni-  
kamiin. Syvät pikkulihakset, jotka ovat kiinnittyneet nikamiin, tukevat myös ryhtiä selän lii-  
kuttamisen lisäksi. Hyvät pinnalliset selkä- ja vatsalihakset eivät riitä ryhdin ylläpitoon, koska  
ne väsyvät nopeasti. Kantavat nivelet tarvitsevat lihaksiston tuekseen, koska pelkät tukiraken-  
teet eivät yksin kestä rankaan kohdistuvaa rasitusta. Rangan on pysyttävä luonnollisessa asen-  
nossaan, mutta yllättävissä tilanteissa rangan on pysyttävä asennosta riippumatta tukevana.  
(Haukatsalo 2002, 28–29.)

Tärkein ranganryhtiä ylläpitävä tekijä on tasapainoiset ja venyneet lihakset. Vartalon tukevien  
lihasten tulee olla tasapainossa keskenään, ja ne luovat niin sanotun sisäisen tukiliivin rangan  
ympäri. Lihaksien kireys saattaa vetää rankaa väärään asentoon, jolloin taas koko rankaa  
tukeva lihaksisto joutuu tekemään kovemmin työtä. Nikamien välissä on runsas pikkulihas-  
verkosto, joka osallistuu pääasiassa nikamien kiertoliikkeeseen. Nämä lihakset toimivat nope-  
asti ja lyhyin vipuvarsin, jolloin ne pystyvät tukemaan rankaa äkillisissä retkahduksissa. Mi-  
käli nämä lihakset kipeytyvät ja jäävät tällöin käyttämättömiksi, rankan tuki heikkenee ja al-  
tistaa rakenteen äkillisille vammoille. (Haukatsalo 2002, 30.)

## 4. TAISTELULENTÄMISEN ASETTAMAT FYYSISET VAATIMUKSET

### 4.1. Yleinen työn kuvaus

Hävittäjälentäjän työssä liikehtiminen aiheuttaa suurimmat rasitukset tukirankaan. Jotta tutkimuksen taustalta välittyisi viesti, miksi tukiranka on lentäjän työssä kovilla ja miksi sitä on harjoitettava säännöllisesti, on ohessa kuvaus työn fyysisestä kuormittavuudesta.

Lauri Mäkisen pro gradu -tutkielma Hävittäjälentäjän työn fyysinen kuormittavuus avaa lentämisen laajaa toimenkuvaa fyysisistä ominaisuuksista. Hävittäjälentäjän toimintakyky on rajoittava tekijä nykyaikaisilla hävittäjillä lennettäessä. Suuret kiihtyvyysoimat ovat suurin yksittäinen rasitusta lisäävä tekijä. Vastaponnistus vaatii ajoittain voimakasta staattista jännitystä kehon eri lihasryhmillä, mikä toistuessaan aiheuttaa lihasväsymystä. Toisaalta myös tukirangan rasitus on suuri toistuvien positiivisten g-voimien vaikutuksen alaisena. Kaularangasta on usein löytynyt kulumamuutoksia, jotka tietyin edellytyksin luetaankin nykyään hävittäjälentäjän ammattitaudiksi. (Työterveyslaitos 1995, Mäkinen 2007, 70 mukaan)

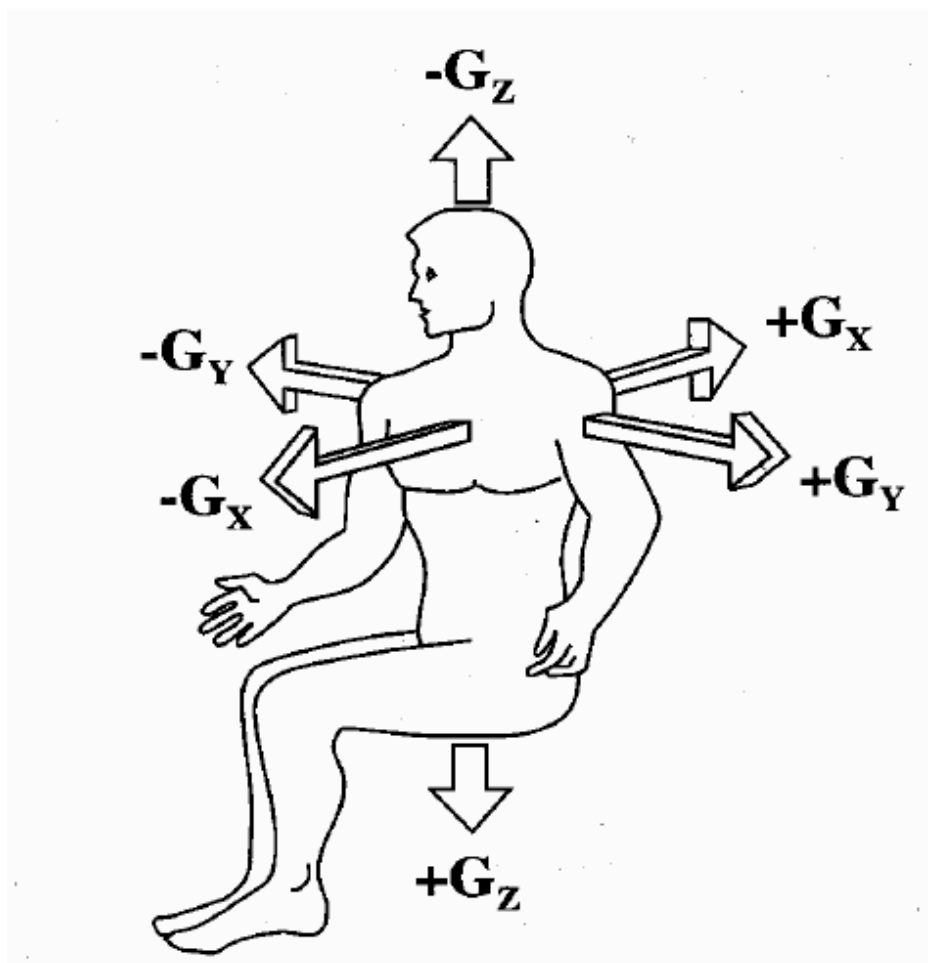
Hävittäjälentäjän työ on psyykkisesti ja fyysisesti erittäin rasittavaa ja vastuunalaista yksintyöskentelyä. Toisaalta hyvä yhteistyökyky on sotilaslentäjän yksi tärkeimmistä ominaisuuksista. Hävittäjälentäjän on oltava vastuuntuntoinen lentoturvallisuutta koskevissa asioissa, mikä käytännössä tarkoittaa järkähtämätöntä lentokuria. Ohjaamoergonomia ei ole paras mahdollinen, vaan kyseessä on joukko erinäisiä kompromisseja. Olosuhteet ohjaamossa ovat ahtaat ja meluisat. Myös lämpötila ja valaistus eivät ole optimaalisia ihmisten toimintoja tarkasteltaessa. Tukirankaergonomia on puutteellinen heittoistuimen rakenteen, hallinta- ja lennonseurantalaitteiden vaatimuksien vuoksi. Kyseessä on siis optimoitu kokonaisuus käytettävyyteen sitoen, eikä niinkään ohjaajien tukirankaa ajatellen. (Ahonen, Hämäläinen, Kuronen & Vapaavuori 1996, 704.)

Ohjaajan fyysinen kuormittuminen tapahtuu lentotehtävien aikana, joita on 2–3 kertaa päivässä 30–45 minuuttia kerrallaan. Sotaharjoituksien aikana kuormittuminen on vielä suurempaa. Henkinen kuormittuminen on myös suurta ase- ja lennonseurantajärjestelmien vuoksi, mutta ne eivät liity tähän tutkimukseen. Fysikaalisia kuormitustekijöitä ovat kiihtyvyysoimat, lämpökuormitus, kuiva hengitysseos ja pieni ilmanpaine ohjaamossa. Myös hävittäjäkalustolla liikehtiminen ja suuret kiihtyvyysoimat aiheuttavat aistiharoja, kun tasapainoaisesti antaa aivoille ristiriitaisen informaation verrattuna lentäjän oikeaan lentoasentoon. Samoin tukiranka sekä hengitys- ja verenkiertoelimistö rasittuvat liikehtimistä

sekä hengitys- ja verenkiertoelimistö rasittuvat liikehtimistä vaativien lentotehtävien aikana. (Ahonen ym. 1996, 704.)

#### 4.2 Kiihtyvyysoimien vaikutus tukirankaan

Kiihtyvyysoimat kuvataan kolmiulotteisessa avaruudessa akselien mukaan. Lentäjälle yleisin kiihtyvyysoima on positiivinen z-akselin suuntaisesti kulkeva kiihtyvyys eli  $G_z$ -voima. Rasitusta ei itsessään aiheuta G-voiman kasvaminen, vaan kiihtyvyydelle vastakkainen inertia-voima, joka aiheuttaa veren pakkautumisen jalkoihin ja selkärankaan kohdistuvan suuren paineen. (Ahonen ym. 1996, 709.)



Kuva 2. Elimistöön vaikuttavien kiihtyvyyso- ja hidastusvoimien merkintätavat vaikutussuunnan mukaan. (Kuronen, Nurmi, Sorsa & Vapaavuori 1992, 133.)

Äkilliset g-voimat saattavat joissain tapauksissa aiheuttaa selkärangan pehmytosien vaurioita. Toistuvina g-voimat aiheuttavat ennenaikaista rappeutumista, varsinkin jos pitkän lentouran varrella on tuntunut kiputiloja lentotehtävien aikana. Usein kivut ilmenevät, kun kiihtyvyysoimat ylittävät  $+4G_z$  ja niska on kiertynyt tai taipunut esimerkiksi säilytettäessä näköyhteys

viholliskoneeseen kaartotaistelussa. Ohjaamoergonomialla pystytään ehkäisemään tukiranka-vaivoja ohjaajilla, mutta koneen rakenteita on hankala muuttaa. (Ahonen ym. 1996, 713–714.)

Kiihtyvyysoimat ja lentäjien tekemä vastaponnistus rasittavat tukielimistöä huomattavasti. Elimistön painon kertautuessa positiivisen kiihtyvyysoimien vaikutuksen alaisena selkäranka joutuu ottamaan vastaan huomattavasti suuremman voiman kuin normaalisti. Suuret tai pitkät kiihtyvyydet saattavat aiheuttaa tukirangan välilevyjen pullistumista tai jopa repeämiä. Istuma-asennosta ei ole mahdollista nousta ylös, jos positiivinen kuormituskerroin nousee  $+3G_z$ -tasolle. Tämä kuvaa hyvin sitä valtavaa painetta, jota hävittäjälentäjän tukiranka ottaa vastaan normaalin taistelulennon aikana, jolloin G-voimien huiput ovat  $+7 G_z$ :ssä. Kaularangan kuormitus on myös erittäin kova, mikä saattaa aiheuttaa vaurioita tukirangan yläosissa. Erityisesti pään repsahtaminen lisää loukkaantumisen riskiä. Alas laskettua päätä on mahdoton nostaa normaaliasentoon yli  $+7 G_z$ :ssä, koska pää kypärineen painaa näin ollen 50 kg. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 16–17.)

#### 4.3 Sotilaslentäjän fyysisen toimintakyvyn vaatimukset

Hävittäjälentäjien toimintaympäristö altistaa suurelle fyysiselle ja henkiselle kuormitukselle. Tämän vuoksi kaikilta ohjaajilta edellytetään hyvää kuntoa. Kaikki lentotehtävät eivät ole yhtä kuormittavia keskenään, mutta kaikkeen on aina varauduttava. Sodanajan vaatimukset ovat kuitenkin selkeät, mutta myös rauhan aikana mahdolliset poikkeus- ja hätätilanteet aiheuttavat suurta kuormitusta. (Paalimäki, Rintala & Santala 1996, 23.)

Voimaa tarvitaan pitämään tukiranka oikeassa asennossa ja liikuttamaan niska, ylävartaloa sekä raajoja. Myös tehokas vastaponnistus vaatii hyvän lihasvoimatason. Lihaskunto on keskeisin osa lentäjän suorituskykyä. Lentäjän on selviydyttävä yksittäisestä vastaponnistuksesta niin, että suorituskyky ei laske, jolloin muihin lentoon liittyviin keskeisiin tehtäviin saadaan keskitettyä enemmän kapasiteettia. Teppo (2006) on pro gradu -tutkielmassaan luonut viitearvot, jotka olisi hyvä saavuttaa, jotta fyysinen toimintakyky säilyisi koko uran. (Kanninen & Rintala 1996, 28; Teppo 2006.)

Hyvä voimataso auttaa ohjaajaa hallitsemaan kehoaan suurten g-voimien alaisuudessa. Esimerkiksi pään asento on tärkeä hallita sen painon moninkertaistuesssa, jotta niin sanottuja retkahduksia ei pääse tapahtumaan. Näin voidaan ehkäistä kiihtyvyysoimien aiheuttamia vaurioita elimistölle. Toisaalta kova isometrinen jännitys aiheuttaa siihen tottumattomalle lihaski-pua ja venähdyksiä, joten voimaharjoittelu kuuluu olennaisena osana ohjaajan koulutukseen.



Työasento ei juurikaan muutu lennon aikana ja vastaponnistus on aina isometristä lihastyötä. Hyvä fyysinen toimintakyky perustuu suurelta osin voimakestävyyteen. (Rintala & Kanninen 1996, 28.)

Nykyaikaisen torjuntahävittäjän käyttö vaatii ohjaajalta paljon taitoa. Nopeasti kehittyvät tilanteet ja nopea päätöksentekoprosessi edellyttävät asioiden hallintaa monella eri osa-alueella. Taitavuus luo edellytyksiä liikkeiden ja taitojen oppimiselle sekä niiden tarkoituksen mukaiselle käyttämiselle. Kaartotaistelun taitavuus pohjautuu tiettyjen taitolentoliikkeiden hallitsemiselle sekä koneen koko suorituskyvyn käytön taidolle. Lentäjän on pystyttävä hyödyntämään taistelunjohtajan antamat ohjeet, minkä jälkeen hän valitsee sopivimman asevalinnan ja hyökkäysgeometrian. Taitava lentäjä pystyy tekemään nopeasti oikeita ratkaisuja tilanteissa, joissa elimistön reagoitukykyä koetellaan muutenkin ääriarjoilla sekä aistiharhat tuottavat vääriä toimintatapamalleja. Kaartotaistelutilanteessa on otettava huomioon viholliskoneen lentorata ja asento sekä mahdollisten muitten koneiden asema ja liikehdintä. Lentäjän on hallittava myös oma kone, sekä mahdolliset muut koneet. (Eloranta 1996, 32.)

Taitavuus näkyy lentäjän toimissa sujuvuutena, johon liittyy kokonaisvaltainen havainnointi, looginen päätöksenteko ja -toiminta. Taitava, hyvän koordinaation omaava hävittäjälentäjä kykenee tekemään oikea-aikaisen ja oikein rytmitetyn lihassupistuksen vastaponnistuksessa tarvittaville lihaksille ja näin ollen kykenee tehostamaan vastaponnistustaan ja vähentämään tarvittavaa lihasvoimaa. (Linja, Oksa & Rintala 2003; High-G 1998.)

Taitosuoritukset toteutetaan aina automaatioksi muodostuneilla liikkeillä, joita usein kutsutaan tottumuksiksi, mutta jotka todellisuudessa ovat opittuja refleksejä. Hyvän tiedonkäsitteilyntaidon avulla taitava lentäjä pystyy toimimaan pääosin automaattisesti, jolloin hänen rajallista simultaanikapasiteettiaan vapautuu muuhunkin toimintaan. (Eloranta 1996, 32.)

Lentäjä tarvitsee anaerobista kestävyyttä, jotta hän jaksaa tehdä vastaponnistuksen joka kerta tarpeeksi tehokkaasti. Aerobinen kestävyys auttaa palautumaan lennon jälkeen nopeasti taasuuteen kaartotaisteluun. Hyvä hengitys- ja verenkiertoelimistö auttaa lentäjää selviytymään yksittäisestä kohtaamisesta ja monesta peräkkäisestä lentotehtävästä sekä selviytymään poikkeus- ja hätätilanteissa. Sodan aikana kestävyysominaisuudet korostuvat, sillä lentotehtävien määrää kasvaa huomattavasti suuremmaksi, jolloin palautumiskyky korostuu. Hyvä kestävyys parantaa keskittymiskykyä ja informaation vastaanotto- ja tulkintakykyä, joka on lentämisessä tarvittavia ominaisuuksia. (Paalimäki ym. 1996, 23–24; High-G 1998.)

## 5 ILMAVOIMIEN OHJAAJIEN TUKIRANGAN OMINAISUUDET

Jotta tutkimuksessa voidaan vertailla painijoiden ja ohjaajien tukirangan vaatimuksia ja erityispiirteitä, on seuraavissa kappaleissa avattu ilmavoimien ohjaajien kaula- ja selkärangan lihaksiston vaatimuksia. Ohjaajien tukirankaongelmista on tehty kattava määrä tutkimuksia, jotka toimivat tässä työssä hyvinä suunnan antajina fyysisen toimintakyvyn erityisvaatimuksista.

### 5.1 Ohjaajien kaularangan lihaksiston erityispiirteet ja vaatimukset

Taistelulentäminen rasittaa tukirankaa erittäin paljon. Hämäläinen, Kuronen, Oksa, Rissanen ja Salminen (1999) tekivät tutkimuksen siitä, miten useat perättäiset taistelulennot aiheuttavat lihasväsymystä. Tutkimukseen osallistui kuusi lentoupseeria, jotka suorittivat kolme kaarto- taisteluharjoitusta päivässä. Heiltä mitattiin ennen ja jokaisen lennon jälkeen maksimaalinen isometrinen lihastyö selästä, vatsasta, kaulasta ja niskasta. Kaulan- ja niskanalueen lihakset väsyivät noin kaksinkertaisesti. Tämä voi lisätä loukkaantumiseriskiä suuresti. Tutkimuksen mukaan lihaksisto väsyi kaartotaistelulentojen aikana erittäin paljon, jolloin palautuminen on vammojen ehkäisemiseksi tärkeää. (Hämäläinen ym. 1999.)

Mikäli kaularanka on kierrettynä, kaulaa ja niskaa tukevat lihakset eivät pysty toimimaan parhaalla mahdollisella tavalla. Tällöin niska rasittuu entistä enemmän. Lihasten kuormitushuiput niskan seudulla ovat jo muutenkin korkeat, mutta ohjaaja pystyy itse vielä lisäämään kuormitustaan kääntämällä päätä, joka on luonnollista kaartotaistelussa viholliseen näköyhteyden säilyttämisen kannalta. Lihaskestävyys onkin avainasemassa kaularankaa tukevien lihasten osalta loukkaantumisten välttämiseksi. (Hämäläinen ym. 1999, 557.)

Niska vaatii tutkimuksen mukaan paljon harjoittelua, jotta väsyminen lentotehtävien aikana olisi mahdollisimman vähäistä. Nikamiin ja eteenkin välilevyihin kohdistuva paine taistelulentojen aikana ylittää sallitut suositukset. G-voimien aiheuttama lihasväsymys huonontaa kaularangan tukea, jolloin jopa kirurgisia toimenpiteitä vaativat loukkaantumiset ovat mahdollisia. (Mäkinen 2007, 72–73.)

Hämäläinen, Kuronen, Myllyniemi, Oksa ja Rissanen (1996) mittasivat lihaksen aktiivisuutta suhteessa maksimaaliseen kapasiteettiinsa hävittäjälentäjän työssä. Kuusi vapaaehtoista lentäjää lensivät kaartotaistelulennon aamulla ja iltapäivällä, joilla molemmilla mitattiin reiden, vatsan, selän ja niskan lihaksien sähköistä aktiivisuutta elektromyografian (EMG) avulla. Len-

tojen aikana saatuja lihassähköisiä arvoja suhteutettiin ennen lentoja otettuihin tuloksiin. Näin ollen tulokset ilmoitettiin prosentteina tahdonalaisesta lihasjännityksestä. (%MVC). Niskan alueen lihaksiston kuormittuminen oli keskimäärin välillä 18,7% MVC. Suurin kuormitus-huippu kaulan alueella oli 275 %MVC, joka aiheutti myös vamman lihaksistoon. Mittauksissa todettiin useita yli 50 %MVC kuormitushuippuja. Tällainen kuormittuminen ylittää staattisen työn suositusarvot. Kuormittuminen muodostaa itsessään terveys- ja tapaturmariskin, jonka kanssa on vain elettävä. Hyvät voimatasot ja viisas pään liikuttaminen kovien kiihtyvyyksien alaisuudessa vähentävät kuitenkin riskejä. (Hämäläinen ym. 1996.)

## 5.2 Ohjaajien selkärankaa tukevien lihasten erityspiirteet ja vaatimukset

Hämäläinen ym. (1999) mittasivat tutkimuksessaan lentäjien vartalon koukistajien isometristä maksimivoimaa yhden päivän ajan. Lentosuorituksia tuli jokaiselle kolme kaartotaisteluharjoitusta, joissa lentäjän fyysinen rasittuminen on suurinta. Testattavien päivän viimeisen lennon suoran vatsalihaksen keskimääräinen lihasjännitys oli noin kuusi prosenttia maksimaalisesta jännityksestä. Tämä mitattu arvo on siis koko lennon keskiarvo, vaikka itse lennot sisälsivät 5-7 ilmataistelukohtaamista. Mukana tuloksessa on myös hetkiä, jolloin g-voimien aiheuttama rasitus ei ole merkittävää. Kuitenkin lopputuloksena saatiin, että myös vartalon koukistajat väsyvät lennoilla, eivätkä palaudu täydellisesti seuraavan lentoon, mutta isometrinen maksimivoima ei heikentynyt juuri lainkaan. (Hämäläinen ym. 1999.)

Vatsalihasten tehtävä ei ole ainoastaan toimia selkärankaa tukevana elementtinä, vaan nostaa vatsaontelon painetta hyvän vastaponnistuksen onnistumiseksi. Vatsalihaksilla lentäjä kasvat-  
taa vatsaontelon painetta, joka vaikuttaa suoraan pallean kautta rintaontelon ylipaineen muodostumiseen, joka on myös hyvän vastaponnistuksen edellytys. Kurkunpää sulkeutuessaan pitää ylipaineen onteloissa, jolloin rintakehä pysyy loitolla lannerangasta, joka parantaa myös ryhtiä. Vatsalihaksilla on siis tärkeä osa g-voimien sietämisen kannalta. (Teppo 2006, 141.)

Ohjaajien olisi syytä tehdä vatsalisharjoitteita joka päivä monipuolisesti. Pääpaino on ehdottomasti oltava ryhtiä ylläpitävien lihasten harjoittelussa. Vatsalihasten on lentäjän työssä oltava harjoitettu niin, että ne toimivat nopeasti kuitenkin väsymättä. Vatsalihasten isometrinen harjoittelu on oltava maksimivoimaan tähtäävää, jolloin myös kesto-voimaominaisuudet pienemmillä kuormilla kehittyvät. Kun lihas saavuttaa voimakkaamman lihassupistuksen, se kestää pienempiä kuormia kauemmin. Lentäjälle tärkeää on myös oikeilla nivelkulmilla tehdyt isometriset harjoitteet, jotka vastaavat paremmin ohjaamon toimintaympäristöä. Vatsalihasten voimatason tulee olla vähintään 120kg staattisen maksimivoiman testauslaiteessa pys-

tysuorassa asennossa tehtynä. Lisäksi lentäjän tulisi saavuttaa puolitoista kertaa omaa kehon painoa vastaava arvo samaisessa testissä. (Teppo 2007, 144.)

Vatsalihasten tasoa hävittäjälentäjän työnkuvan vaatimuksia vastaavaksi on vaikea määrittää. Vatsan alueen lihakset, jotka suojaavat tukirankaa eniten ovat poikittainen ja vino vatsalihas. Näiden lihasten voimatasoja ja lennonaikaisia vaatimuksia ei ole juurikaan määritelty ja ohjaajien testaus rajoittuukin muihin lihaksiin ja niiden työskentelytapoihin. (Teppo 2007, 143.)

Tukirankaa ojentavien lihasten tarkoituksena on vakauttaa selkärankaa, suojata sisäelimiä ja tuottaa ylävartalon liike taaksepäin. Selkälihakset muodostavat vatsalihasten kanssa tärkeän selkärankaa tukevan lihaksiston ja ovatkin tärkeässä asemassa ryhdin ylläpidossa. Selkälihakset osallistuvat myös vastaponnistuksen aikaiseen rinta- ja vatsaontelon paineen nostamiseen, jolla on myös ryhtiä parantava vaikutus. Selkälihakset ovatkin g-kuormituksen kestämiseksi vähintäänkin yhtä tärkeässä roolissa kuin vatsalihaksetkin. (Teppo 2006, 144.)

Hämäläisen ym. (1999) mittasivat tutkimuksessaan vartalon ojentajien isometristä maksimi-voima yhden lentopalveluspäivän ajan. Lennot olivat kaartotaistelulentoja, jolloin vastaponnistus ja lihasjännitys ovat äärimmillään yleisesti lentosuorituksia ajatellen. Jokaisesta lennosta saatiin keskiarvo maksimaalisesta lihasjännityksestä ja se oli ensimmäisten lentojen jälkeen noin 8 prosenttia ja päivän viimeisten jälkeen noin 10 prosenttia. Vatsalihaksien vastaavaan testiin verrattuna selkälihakset väsyivät hieman enemmän. Vaikka tarvittava keskimääräinen isometrinen lihasjännitystaso onkin alhainen, saattaa jatkuvan jännityksen pitäminen koko lennon aikana olla hankalaa. (Hämäläinen ym. 1999.)

Vartalon ojentajien lihaksiston harjoittelun tulee myös olla maksimaaliseen isometriseen voimantuottoon tähtäävää. Selkälihakset ylläpitävät ryhtiä, ja suuren g-kuormituksen aikana ne ovat erittäin tärkeässä roolissa selkärangan oikean asennon säilyttämisessä. Selkälihasten isometrisen maksimi- ja kesto-voiman suoritustason vaatimukset ovat samankaltaisia kuin vatsalihastenkin. Selkälihasten työskentelytapa lentämisen aikana poikkeaa perinteisistä selkälihasharjoitteista, joten harjoittelun perustana tulee ollakin vastaponnistuksen ja g-voimien vaatimukset. Ohjaajien maksimaalisen isometrisen ojennusvoiman tukiranka pystyasennossa tulee olla 165kg, sekä harjoittelun avulla heidän tulisi saavuttaa kaksi kertaa kehon painoa vastaava arvo samaisessa asennossa. (Teppo 2006, 145-146.)

Vartalon ojentajien ja koukistavien lihasten voimatasojen suhteella on myös tärkeä rooli ryhdin ylläpidon kannalta. G-voimista aiheutuvien kuormitusten aikana keskivartalon pitää olla

tukeva kokonaisuus, jossa selkäranka itsessään ei ottaisi vastaan suuria kuormia väärässä asennossa. Kun g-voimat nousevat riittävän korkeaksi, selkälihasten on aktivoitettava, jotta ryhti säilyisi hyvänä. Samalla vatsalihakset keventävät lannerangan painetta lihasaktiivisuuden avulla. Jos kuormitukset jatkuvat, selkälihakset väsyvät, eivätkä enää pysty tukemaan selkärankaa riittävästi. Tällöin vatsalihaksilla on olennainen osa tukirangan tukemisessa. Tukeminen tapahtuu nostamalla vatsaontelon painetta. Selkälihasten väsyminen heikentää myös vastaponnistusta, jolloin mahdolliset verenpainehäviöt aivojen tasalta ovat mahdollisempia. Tällöin toimintakyky menetetään todella nopeasti ja seuraukset voivat olla kriittiset. Vartalon koukistajan ja ojentajan välisen voimasuhteen tulee olla 0,75, jolloin selkälihakset ovat vatsalihaksia hivenen vahvempia. (Teppo 2006, 147.)

## 6 PAINIJOIDEN TUKIRANGAN OMINAISUUDET

Ilmavoimien ohjaajien lihaskuntoharjoittelun tavoitteena on tukirankaa suojaavan lihaksiston kehittäminen ja tehokkaan vastaponnistuksen edellytysten luominen. Huippupainijoiden tukirangan lihaksisto on poikkeuksetta todella vahva. Koska tutkimuksen tarkoitus on selvittää auttaisiko painijoille ominainen lihaksisto myös ilmavoimien ohjaajia, pyrin avaamaan painijoiden tukirangan lihaksiston ominaisuuksia.

### 6.1 Painijoiden fyysisten ominaisuuksien yleiskuvaus

Painijat vaativat lajin yleisen luonteen takia hyviä fyysisiä ominaisuuksia lähes joka osalla. Paini on kamppailu-urheilumuotona fyysisesti kaikkia lihasryhmiä monipuolisesti kehittävä laji. Paini vaatii harrastajiltaan nopeutta, notkeutta, kestävyyttä ja hyvää koordinaatiokykyä. Painijoiden voimaominaisuudet hankitaan usein lajinomaisilla harjoitteilla ja se onkin tärkein voiman kehittämistapa painiharjoittelussa. Näitä ominaisuuksia usein vertaillaan kestävyuden ja nopeuden suhteen. On kuitenkin ilmeistä, että painissa maksimivoimalla on huomattavan suuri merkitys, jos se vain osataan ajoittaa suorituksen kannalta oikein. Lähes kaikki heittotilanteet vaativat oikea-aikaisuutta ja suurta maksimaalista voimantuottokykyä. Kuitenkin otteluiden luonteen vuoksi kesto-voiman ja nopeusvoiman tuottotavat muodostuvat myös tärkeiksi voimaominaisuuksiksi painijoiden kannalta. Lihastyötapa painissa on lähes aina dynaamista pois lukien tietyt väännöt ja puolustustilanteet, joissa staattinen voima on ratkaisevassa roolissa. Tämä tarkoittaa sitä, että myös lihasharjoittelun tulee olla pääosin dynaamista ja kaikkia voiman alalajeja kehittäviä. (Virtanen 2000, 3, 5-6.)

Painijat tarvitsevat kovaa kestävyyttä ja hyvää lihaskuntoa pärjätäkseen lajissaan. Ilman hyvää kestävyyttä voiman, nopeuden ja tekniikan säilyttäminen läpi ottelun ei onnistu. Tutkitut maksimaalisen hapenottokyvyn viitearvot ovat tällä hetkellä suomalaisilla huippupainijoilla 60-70ml/kg/min. Lajin luonne vaatii siis hyvää hapenottokykyä, vaikka pääasialliset lihasten energianmuodostustavat ovatkin lihasten fosfageenivarastojen käyttö ja anaerobisen glykolyysin kautta tuotettu ATP. Aerobisen kestävyuden merkitys on lähinnä palautumisen onnistuminen seuraavaa ottelua varten. (Virtanen 2000, 13-14.)

## 6.2 Painijoiden niska- ja kaula-alueiden lihaksiston erityispiirteet

Painijat aloittavat niskan alueen lihaksiston erityisharjoittelun heti nuoruusvuosista lähtien. Niska rasittuu painissa huomattavasti, mutta silti sitä harjoitellaan vielä erikoisharjoitteilla. Tarkoituksena tässä on niin fyysisen toimintakyvyn lisääminen, jotta menestyminen uralla olisi parempaa, kuin mahdollisten vammojen ennaltaehkäisykin. (Karma 2008, 25.)

Painijoiden niska- ja kaula-alueiden lihaksisto on kehittynyt lajinomaisen harjoittelun myötä vahvaksi. Vuonna 2000 tehty tutkimus painijoiden ja judokojen kaulan alueen isometrisestä voimantuotosta vahvisti sen, että painijoiden voimantuotto eteen taakse suunnassa on suhteellisen hyvää. Kamppailulajeissa niskavammat ovat yleisiä, ja tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella ehkäiseekö hyvä isometrinen lihastyö niskavammoja. Testiasetelmassa mitattiin 18 painijan ja 37 judoa harrastavan niskan ojennusvoimaa eri työskentelykulmilla, jotka vaihtelivat lähes koko kaularangan liikealueella. Painijat pystyivät tuottamaan enemmän voimaa jokaisella testatulla kaularangan kulma-asetuksella judon harrastajiin verrattuna. Myös lihasten koko oli painijoilla kaularangan alueella suurempi. Painijoiden niskan syvät ojentajalihakset, jotka ojentavat koko päätä, olivat tutkimuksen mukaan todella vahvoja. Hyvät niskan alueen lihakset vähentävät loukkaantumisen riskiä painissa. (Adachi, Fujimoto, Nakajima, Nakazato, Tsuyama & Yamamoto 2001.)

Niska on yksi herkimmistä loukkaantumisalueista painissa. Tilanteet, joissa niskaan kohdistuu suurta räsitusta, syntyvät heitettävän laskeutuessa maahan niska edellä, tai kun niskaan kohdistuu lujaa vääntöä. Niskan lihaksiston tulee tukea kaularankaa joka suunnassa, jolloin hyvä lihastasapaino niskan alueella korostuu. Huono lihastasapaino tai lihaksiston heikkous nostavat loukkaantumisen riskiä huomattavasti. Hyvä kestävyys ja maksimaalinen lihastyö laskevat loukkaantumisen riskiä joka osa-alueella, koska tällöin kehon koordinaatio ja maksimivoimatilat säilyvät paremmin läpi ottelun, jotka vähentävät virheliikkeiden mahdollisuutta, josta mahdolliset vammat saattaisivat syntyä. Painijoiden niskaharjoittelu on suunniteltava tehtä-

väksi kaikissa liikesuunnissa, jotka ovat kierto, eteen ja taakse suuntautuva, sekä päätä kallistava liike. Liikkeiden on oltava niin dynaamisia kuin staattisiakin, mutta kuitenkin muistutettava painissa tapahtuvia liikeratoja. (Grindstaff & Potach 2006, 22–24.)

Painijat tekevät niskaa kehittävää erikoisharjoittelua pääosin peruskuntokaudella. Tällöin harjoitusmäärät ovat usein suuria, koska kilpailukauden herkkyyttä ei niinkään tarvita. Kilpailukaudella harjoituksissa suurin osa ajasta kuluu tekniikan hiomiseen. Harjoittelun myötä lihasmassaa tulee lisää ja voimatasot kasvavat. Usein puhutaan perusvoimaominaisuuksien kehittamisestä, mikä tapahtuu lihaksen poikkipinta-alaa kasvattamalla. Painin luonteen vuoksi kaikki voimaharjoittelu ei voi perustua kesto- ja maksimivoimaan tähtäävillä menetelmillä. Myös nopeusvoiman kehittäminen on tärkeää ennen kilpailukauden alkua. Esimerkiksi rinnalleveto suurilla kuormilla on hyvä niska- ja hartiaseudun lihaksistoa kehittävä liike, jossa myös selän ja jalkojen lihakset vahvistuvat. Lajiharjoitusten yhteydessä tehdään lämmittelyn yhteydessä niskan alueen lihaksistolle suunnattuja erikoisharjoitteita myös kilpailukauden aikana. Näin niskan voimatasot pysyvät paremmin yllä ja lihakset lämpenevät itse lajisuoritusta varten. Painijoiden kaularangan alueen lihastasapaino on usein hivenen niskavoittoinen, koska lajissa kohdistuu niskaan huomattavasti enemmän rasitusta. Erikoisharjoitteilla saadaan tähän epätasapainoon myös apua. (Karma 2008, 25.)

Paini kuormittaa huomattavasti enemmän niskan kuin kaulan lihaksia. Siitä huolimatta myös kaulan alueen lihaksisto on hyvin kehittynyt, koska se joutuu paljon kovemmalle rasituksella arkielämään verrattuna. Painijat pyrkivät estämään lihassärkyjä kaularangan alueella venyttelemällä, mutta silti pään liikkuvuus on melko huono. Kiertoliike pienentyy, kun lihakset kasvaessaan jäykistyvät ja menettävät alkuperäistä pituuttaan. Yleisin painijoiden kohtaama vamma kaularangassa on välilevyn pullistuma. (Karma 2008, 26.)

### 6.3 Painijoiden selkä- ja vatsa-alueen lihaksiston erityispiirteet

Ainoastaan 4 prosenttia painin loukkaantumisista kohdistuu selän alueelle. Tähän on osa syyinä vahvat selkälihakset. Voimaharjoittelulla pyritään myös estämään loukkaantumisia, jolloin heikkojen alueiden lihaksistoa vahvistetaan eri tavoin. Harjoittelun tulee olla myös painille sopivaa, sekä vastata loukkaantumisiin johtaneiden syiden analysointia. Vaikka loukkaantumisista estävä harjoittelu olisi optimaalista, se ei poista vammojen riskiä kokonaan. (Grindstaff & Potach 2006, 23.)

Vuonna 2008 tehdyssä tutkimuksessa mitattiin painin ja judonharrastajien keskivartalon alueen lihasten kokoa ja voimaa. Neljätoista painijaa ja neljätoista judokaa osallistuivat tutkimukseen, jossa heidän keskimmäisten lannenikamien kohdalta otettiin magneettikuvat, josta pystyttiin analysoimaan heidän lihastensa poikkipinta-alaa. Tutkimuksessa mitattiin myös maksimaalista ja keskimääräistä ojennus- ja koukistusvoimaa keskivartalon alueelta. Suorien vatsalihasten poikkipinta-ala oli painijoilla merkittävästi suurempi kuin judon harrastajilla, kun taas judokojen vinot vatsalihakset ja kylkilihakset olivat painijoiden lihaksia suurempia. Painijat olivat keskimäärin vahvempia vartalon ojentamisessa ja koukistamisessa niin maksimivoimatasojen kuin kestovoimaominaisuuksienkin suhteen. Tutkimuksessa kävi myös ilmi, että jokaisen urheilijan täytyy harjoitella keskivartalon alueen lihaksistoa omaan lajiinsa sopivalla tavalla. Eri lajien vaatimukset määräävät, minkälaiseksi keskivartalo kehittyy lihasten ja voimaominaisuuksien osalta. Painijoiden on harjoiteltava nimenomaan keskivartalon ojentamista ja koukistamista, joita tarvitaan useimmiten heitoissa, kun taas judon harrastajien yleisempi liike lajissaan on keskivartalon kierto. Tästä syystä myös keskivartalon lihaksisto on muokkautunut erilaiseksi näiden kahden lajin välillä. (Fujimoto, Iwai, Nakazato, Okada & Yamamoto 2008, 350.)

Painija käyttää keskivartaloaan useimmiten eteen ja taakse liikesuunnissa. Vartalon ojennus ja koukistus toistuvat siis tässä lajissa usein. Kun painijat nojaavat toisiaan vasten, tarvitaan paljon vatsalihaksia asennon säilyttämiseen. Nostoissa vartaloa ojentavat selkälihakset tekevät taas enemmän työtä. Tällainen kullekin lajille ominainen liike kehittää keskivartalon niitä ominaisuuksia, jotka helpottavat suorituksen tekoa. Valmentajien on keskityttävä oman lajinsa tärkeisiin ominaisuuksiin, jotta parempi lajimenestyminen olisi taattu, sekä lajille yleiset vammat voitaisiin paremmin välttää. (Fujimoto ym. 2008.)

## 7 PAINIHARJOITTELU ILMAVOIMIEN OHJAAJALLA

Seuraavissa kappaleissa käsitellään painin soveltuvuutta ilmavoimien ohjaajille. Tutkimuksen päätelmät tulevat ilmi, jolloin tutkimusongelmiin löytyvät myös vastaukset.

### 7.1 Painiharjoittelun hyöty ilmavoimien ohjaajalle

Ilmavoimien ohjaajien tukirangan lihaksiston vaatimukset ovat kovia työn kuormittavuuden takia. Jotta vahvat ja hyvin rankaa tukevat lihakset saavutettaisiin, tulisi harjoittelun olla jatkuvaa ja säännöllistä. Painijoilla vuosia kehittyneet lihakset lajiharjoittelun yhteydessä ovat todellakin vahvat. Painijoiden harjoittelu on lähinnä dynaamista, joka taas ei vastaa hävittäjä-



ohjaajan rankaa tukevien lihasten käyttöperiaatteita. Toisaalta koneessakin tulee kiertoilikkeitä ja erilaisia selkärangan asentoja, jolloin loukkaantumiskasit ovat suuremmat. Tukevaa lihaksistoa ei voi harjoitella kuitenkaan pelkästään staattisilla harjoitteilla, joten tässä mielessä paini olisi oiva apu ilmavoimien ohjaajille.

Painijat tekevät erilaisia loukkaantumisia estäviä harjoitteita. Näistä liikkeistä osa on jo ilmavoimien ohjaajien käytössä fysioterapeuttien ohjeistusten kautta. Erityisesti kaularangan tukevat lihakset ovat tärkeässä asemassa hävittäjälentäjän fyysisen toimintakyvyn ylläpitämisen kannalta. Vaikka painia ja taistelulentämistä ei voi suoranaisesti verrata toisiinsa lajeina, ovat rankaa tukevat mekanismit samoja. Molemmissa vartalon syvät tukevat lihakset pitävät tarvittavan ryhdin ja tukevat vartaloa äärimmäisiltä rasituksilta. Painissa väännöt ja kiertoilikkeet rasittavat tukirankaa paljon, kun taas lentämisessä selkärankaan kohdistuu g-voimien aiheuttama paine.

Painiharjoittelulle tyypillinen kaularangan kierron pieneneminen ei ole hyväksi hävittäjäohjaajille. Lentäjä joutuu kiertämään päätään ja ylävartaloaan kaartotaistelulenkoilla paljon, jotta vihollinen saadaan pidettyä näkyvissä. Toisaalta rankaa ei ole hyvä kiertää koko liikelaajuuttaan yhdestäkään kohtaa, vaan käyttää jokaista nikamaa hyväksi kiertoilikkeen muodostamiseen. Jos ilmavoimien ohjaaja aloittaisi vaativan painiharjoittelun, voisi päänkiertäminen ääriasentoihin estyä, mutta se voisi olla hyväkin asia. Pään kiertäminen kovien G-voimien alaisuudessa ei ole suositeltavaa, koska ranka on tällöin haavoittuvaisempi. Painijoiden niskan lihaksiston tuki pienentää kiertoilikettä, mutta myös suojaa rankaa hyvin koko liikealueella.

Uusi kypärätähtäin (JHMCS) tuo niskalle suurta lisärasitusta, jolloin painista saatava hyöty olisi vielä suurempi. Rasitus kasvaa kypärän massan ja painopisteen vuoksi, jolloin niskaa tukeva lihaksisto on vielä tärkeämmässä asemassa kuin aikaisemmin. Tähän ongelmaan voitaisiin varautua painin avulla. Kypärätähtäin toisaalta vähentää tarvittavan kaartotaistelun määrää, kun viholliseen voi saada tutkalukituksen isommasta sektorista, mutta se pakottaa lentäjän käyttämään pään eri asentoja entistä enemmän kohtaamisten aikana, jolloin g-voimat ovat suuria.

## 7.2 Miten painiharjoittelu aloitetaan?

Painiharjoittelun aloittaminen tapahtuu yleensä jo ala-aste ikäisenä, jolloin pääpaino on leikkimielisessä urheilussa, jolla pyritään valmistamaan nuoria niin, että he pystyvät aloittamaan myöhemmin kunnollisen painiharjoittelun. Painijoiden vartalo on kehittynyt vuosien harjoitte-

lun myötä niin, että he kestävät suhteellisen suurta fyysistä kuormitusta. Tällainen lihaskunnon taso olisi hyvä myös hävittäjälentäjille. Ongelmaksi muodostuu aina kunkin lentäjän lähtötaso. Toisaalta ilmavoimien ohjaajista ei ole tarkoitus tehdä huippupainijoita, vaan omassa työssään riittävän fyysisen toimintakunnon omaavia ilmailun ammattilaisia.

Hävittäjälentolaivueiden omat fysioterapeutit käyvät pitämässä ohjaajille kaksi kertaa viikossa harjoitteita, jotka lämmittävät vartaloa lentosuorituksia varten, mutta myös vahvistavat tärkeitä tukirankaa suojaavia lihaksia. Näistä liikkeistä osa on käytössä myös painijoilla, vaikka heillä lihaskunto harjoittelu on hieman enemmän lajinomaista. Näistä fysioterapeuteilta saaduista liikkeistä saisi hyvän lihaskuntoa kehittävän ja vartalonhallintaa parantavan harjoituksen, mutta sen toteuttaminen on kuitenkin jokaisen omalla vastuulla työpäivän jälkeen. Ilmavoimien ohjaajille pitäisi saada hieman ammattimaisempi kuva fyysisen toimintakunnon kehittämistä ja ylläpitoa kohtaan. Yksi iltapäivä viikossa, joka laivueesta suodaan, ei riitä edes ylläpitämään kuntoa, joka voi muutenkin olla jo riittämätön hävittäjälentäjän ammattia ajatellen.

Tämän kappaleen aihetta voisi mainiosti tarkastella pro gradu –tutkielmassa, jolloin työhön liitettäisiin tiettyjen painiharjoitteiden vaikutus lihaksistoon. Kyseisistä liikkeistä voisi tehdä mittauksia, jonka jälkeen tutkimuksessa verrattaisiin voimatasojen eroja painijoiden ja hävittäjälentäjien välillä. Tutkimus antaisi myös tiedon siitä, mitkä painijoiden liikkeet olisivat kaikista tehokkaimpia hävittäjälentäjien kohtaamien tukirankavaivojen ennaltaehkäisyssä.

## 8 POHDINTA JA JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET

Lentäjää tarvitsee selkärangan suojaksi vahvan keskivartalon lihaksiston, joka olisi kehittynyt ohjaajan vaatimuksia ajatellen. Kuitenkin lentämiseen tarvittava fyysinen suorituskyky ei kasva pelkästään staattista työtä tekemällä lentokoneen ohjaamossa, vaan hävittäjälentäjä tarvitsee paljon oheisharjoitteita. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää auttaisiko paini ilmavoimien ohjaajia välttämään tukiranka ongelmia. Paini olisi oiva lisä lentäjien harjoitteluun. Toisaalta, jotta painista on jotain hyötyä, harjoittelun tulisi olla säännöllistä ja suhteellisen kauan jatkunutta. Ja jotta tällaista jatkumoa saataisiin, pitäisi harjoittelun olla käynnistyy paljon ennen kovien lentovaiheiden alkamista.

Nykyisessä koulutustilanteessa tukirankaa rasittavat lennot alkavat vasta HW-2 koulutusohjelmassa, joka ajoittuu noin 4 vuoden päähän varusmieskurssin alkamisesta. Tässä ajassa säännöllisestä painiharjoittelusta saadaan jo huomattava hyöty aikaiseksi. Tällöin keskivarta-

lon ja niskanseudun lihaksiston harjoittelu voi olla pääpiirteissään ylläpitävä, jotta liiallista kuormitusta ei lentämisen ja voimaharjoittelun tuloksena syntyisi. Silloin kun lentointensiteetti ei ole taas niin kovaa, kehittävän harjoittelun voisi aloittaa.

Painiharjoittelu sopisi myös lajin luonteen vuoksi ilmavoimien ohjaajille. Painierät ovat kestoltaan kuten kaartotaistelutilanteet lennolla. Kun ohjaajan lihaskestävyys on samanlainen kuin painijoille, hän jaksaa tuottaa riittävän määrän voimaa koko kohtaamisen ajan ja pystyy vielä palautumaan nopeammin seuraavaa kohtaamista varten.

Ongelma painin ja lentäjän harjoittelun yhdistämisessä on se, että painiharjoittelu kehittää lihaksistoa hieman väärällä tavalla. Toisaalta ei ole tarkoituskaan, että lentäjä harjoittelisi pelkästään painia, vaan liikunta olisi silti monipuolista. Paini kehittää lentäjälle tärkeitä keskivartalon ja niskahartia seudun lihaksia todella hyvin, joten paini olisi hyvä lisä lentäjän monipuolisiin urheilutottumuksiin. Vaikka paini vaatii hyvän lihaskuntotason, jotta sitä voidaan ylipäätään harjoitella, olisi se yksi varteenotettava laji ilmavoimien ohjaajille, kuitenkin pitäen silmällä itse päätarkoituksen eli lentämisen. Ilmavoimat eivät kaipaa yhtään loukkaantunutta lentäjää, joka painiharjoittelun yhteydessä olisi aivan mahdollista. Lisäksi paini rasittaa myös tukirankaa, mutta aivan eri tavalla kuin lentäminen.

Yksi suuri ongelma on se, että paini vaatii hyvää lihaskuntoa, eikä huonon lihaskunnan omaava voi sitä aloittaa kovinkaan intensiivisesti. Tällöin painin aloittaminen tapahtuisi samaan tapaan kuin nuoret lajiin perehtyvät. Tällöin ylimääräisiä lihaskipuja voitaisiin välttää, eikä lisäongelmia tukirankaan esiintyisi. Paini nuorille suunnattuina harjoitteina sopisi ilmavoimien ohjaajille mainiosti. Tutkimuksen lopputuloksena voidaan sanoa, että ilmavoimien tulisi rekrytoida painijoita alalle, sillä heidän lihaksiston vaatimustaso ylittää ilmavoimien ohjaajan vaatimukset. Kuitenkaan lajia harrastamattomasta ei tehdä hetkessä painijaa, mutta hyötyä siitä yleisimpien vammojen estäjäksi olisi.

Seuraavaksi tulisi tutkia mahdollistaako nykyinen koulutusjärjestelmä painin yhteensovittamista muutenkin vähäiseen ohjatun liikunnan määrään. Harjoittelun aloittamiseksi tarvittaisiin painivalmentaja, joka osaa suhteuttaa rasituksen lentämisen ja painiharjoittelun välillä oikeaksi. Myös tarkempi tutkimus painin aloittamisen mahdollisuuksista sekä siitä, miten se käytännössä toteutettaisiin olisi tarpeen ennen kuin painiharjoittelua suositellaan hävittäjäohjaajille.

## 9 LÄHTEET

- Adachi, T., Fujimoto, H., Nakajima, H., Nakazato, K., Tsuyama, K. & Yamamoto, Y. 2001. Comparison of the isometric cervical extension strength and a cross-sectional area of neck extensor muscles in college wrestlers and judo athletes. *Eur J Appl Physiol* 84: 487–491.
- Ahonen, J., Hämäläinen, O., Kuronen, P. & Vapaavuori, E. 1996. *Sotilasilmailulääketiede*, 703–721. Teoksessa *Sotilasterveydenhuolto*. Koskenvuo, K. Karisto OY: Hämeenlinna.
- Arstila, A., Björkqvist, S., Hänninen, O. & Nienstedt, W. 2004. *Ihmisen fysiologia ja anatomia*. WS Bookwell OY: Porvoo.
- Eloranta, V., Kanninen, P., Kuronen, P., Myllyniemi, V., Paalimäki, H., Rintala, H., & Santala, E. 1996. *Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas*. Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä.
- Eskola, T. 2006. *Ilmavoimien ohjaajakurssille valittujen fyysisen suorituskyvyn lähtötaso ja sen muutokset vuodesta 1997 vuoteen 2004*. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidonlaitos. Pro gradu –tutkielma.
- Fujimoto, H., Iwai, K., Nakazato, K., Okada, T. & Yamamoto, Y. 2008. Sport-specific characteristics of trunk muscles in collegiate wrestlers and judokas. *Journal of Strength and conditioning research* 22(2): 350-358.
- Grindstaff, T. L. & Potach, D. H. 2006. *Prevention of Common Wrestling Injuries*. National Strength and Conditioning Association 28: Number 4, 20–28. University of Virginia.
- Haukatsalo, K. 2002. *Hoida Selkääsi*. Gummerus Kirjapaino OY: Jyväskylä.
- High-G .Cd-rom, 1998. *Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntatyöryhmä*. Tietovalta Oy: Tikkakoski.
- Häkkinen, A., Kautiainen, H., Rintala, H. & Siitonen, S. 2005. Military pilot's neck and back pain: a preliminary study. ICSPP-kongressi, Jyväskylä.

- Häkkinen, K., Keskinen, K., Mero, A. & Nummela, A. 2004. Urheiluvalmennus. Kuormitusfysiologiset, ravintofysiologiset, biomekaaniset ja valmennusopilliset perusteet. VK-kustannus Oy: Jyväskylä.
- Hämäläinen, O., Kuronen, P., Myllyniemi, J., Oksa, J., & Rissanen, S. 1996. Muscle strain during aerial combat maneuvering exercises. *Aviation, space and environmental medicine* 67: 1138–1143.
- Hämäläinen, O., Kuronen, P., Oksa, J., Rissanen, S. & Salminen, M. 1999. Muscle fatigue caused by repeated aerial combat maneuvering exercises. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 70: 556–560.
- Karma, K. 2008. Niska-hartiaseudun rotaatioharjoittelu sotilaslentäjillä. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidonlaitos. Pro gradu –tutkielma.
- Kuronen, P., Nurmi, M., Sorsa, M. & Vapaavuori, E. 1992. Lentävä ihminen. Valtion painatuskeskus: Helsinki.
- Kyröläinen, H. 1998. Liikuntabiologinen näkökulma toimintakykyyn. Teoksessa Toiskallio, J. (toim.) 1998: Toimintakyky sotilaspedagogiikassa 25–41. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos. Julkaisusarja 2 N:o 4. Ykkös-offset Oy: Vaasa.
- Linja, T., Oksa, J. & Rintala, H. 2003. The effect of lumbar support on the effectiveness of anti- G straining manuevers. *Aviation, space and environmental medicine* 74: 886–890.
- Mäkinen, L., 2007. Hävittäjälentäjän työn fyysinen kuormittavuus. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidonlaitos. Pro gradu –tutkielma.
- Salimäki, J. 1986. Paini valmennus. Offset Parkkonen Oy: Lapua.
- Teppo, M. 2006. Lentokadetin isometrisen maksimivoiman ja dynaamisen kestovoiman viitearvot - testausta muodon vuoksi. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos. Pro gradu –tutkielma.
- Timonen, H. Internetlähde. Ladattu 13.3.2010. <http://www.timonen.fi/layout/selkaranka.gif>

- Toiskallio, J. (toim.) 1998. Toimintakyky sotilaspedagogiikassa. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos. Julkaisusarja 2 N:o 4. Ykkös-offset Oy: Vaasa.
- Virtanen, J., 2000. Viimeistelyharjoittelun kuormittavuuden mittaaminen seerumin hormonipitoisuuksien ja ortostaattisen kokeen avulla suomalaisilla huippupainijoilla. Jyväskylän yliopisto. Pro gradu –tutkielma.