

# **MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU**

## **FYYSINEN KUNTO TUKI- JA LIIKUNTAELINSAIRAUKSIEN ENNUSTAJANA MAA- VOIMIEN HELIKOPTERIOHJAAJILLA**

Pro Gradu -tutkielma

Kadetti  
Jonas Polso

Kadettikurssi 91  
Maavoimien helikopterioh-  
jaajalinja

Maaliskuu 2008

## MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

|  |   |                   |
|--|---|-------------------|
| Kurssi<br>Kadettikurssi 91   | Linja<br>Maavoimien helikopteriohjaajalinja |                   |
| Tekijä<br>Kadetti Jonas Polso  |   |                   |
| Tutkielman nimi<br><b>Fyysinen kunto tuki- ja liikuntaelinsairauksien ennustajana maavoimien helikopteriohjaajilla</b>   |   |                   |
| Oppiaine, johon työ liittyy<br>Sotilaspedagogiikka   | Säilytyspaikka<br>Kurssikirjasto            |                   |
| Aika<br>Maaliskuu 2008   | Tekstisivuja<br>64                          | Liitesivuja<br>14 |
| <b>TIIVISTELMÄ</b><br><br><p>Tutkimuksen pääongelma oli selvittää, miten maavoimien helikopteriohjaajien fyysinen kunto korreloi heidän tuki- ja liikuntaelinsairastavuuteensa. Tutkimuksen alaongelmia olivat seuraavat: mitkä tuki- ja liikuntaelimestön osat ovat herkimpiä kipeytymään maavoimien helikopteriohjaajilla ja poikkeavatko maavoimien helikopteriohjaajien oireet muiden organisaatioiden ohjaajien vastaavista. Tutkimuksen kohderyhmänä oli maavoimien virassa palvelevat helikopteriohjaajat, joita oli 35 kappaletta tutkimuksen aloitushetkellä. Tutkimukseen otti osaa 29 ohjaajaa, jotka olivat keski-ikältään 34-vuotiaita miehiä. Tutkimuksen aineistokeruumenetelmiä olivat kirjallisuuskatsaus ja lomakekysely. Niiden lisäksi kuntotesteihin liittyvää aineistoa saatiin Puolustusvoimien tietojärjestelmistä. Muina lähteinä tutkimuksessa on käytetty tieteellisiä artikkeleita, kirjoja, käsikirjateoksia ja puolustusvoimien julkisia pysyväisasiakirjoja. Kyselyn vastausprosentiksi muodostui 83 %, ja kuntotestitulokset saatiin heistä 27 ohjaajalta, jolloin analysointivaiheessa otos pieneni 77 prosenttiin perusjoukosta. Aineiston analysointimenetelmänä käytettiin ristiintaulukointia yhdistettynä khiin neliö -testiin. Kyselyn tuloksena peräti 76 %:lla ohjaajista oli ilmennyt lentotehtäviin liittyen erilaisia tuki- ja liikuntaelinoireita. Tulokset olivat hyvin samansuuntaisia aiemmin suoritettujen tutkimusten kanssa, joissa 67–82 %:lla tutkituista ohjaajista oli lentämiseen liittyen ilmennyt erilaisia tuki- ja liikuntaelimestön oireita. Fyysisen kunnon yhteydestä tuki- ja liikuntaelinsai-</p> |   |                   |

rastavuuteen ei kuitenkaan ainakaan tässä aineistossa ollut havaittavissa merkkejä. Tuki- ja liikuntaelimestön osista niska-hartiaseutu ja alaselän alue olivat herkimpiä kipeytymään. Molemmissa tapauksissa oireista kärsi 83 % ohjaajista. Maavoimien ohjaajien oireiden esiintyvyys oli melko samansuuruinen kuin Israelin ilmavoimien (78 %), Royal Navyn (82 %) ja Rajavartiolaitoksen helikopteriohjaajilla (67 %).

#### Avainsanat

Fyysinen kunto, tuki- ja liikuntaelinsairaudet, kuntotestaus, helikopteriohjaajat

## **SISÄLLYSLUETTELO**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 JOHDANTO</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2 TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN VIITEKEHYS</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2.1 Tutkimuskysymykset ja viitekehys</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2.2 Tutkimuksen hypoteesi</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2.3 Tutkimuksessa käytetyt käsitteet ja lyhenteet</b>                                | <b>5</b>  |
| <b>2.4 Tutkimusote ja aineistonkeruumenetelmät</b>                                      | <b>5</b>  |
| <b>2.5 Analysointimenetelmät</b>  | <b>6</b>  |
| <b>3 SOTILAAN FYYSINEN KUNTO JA TOIMINTAKYKY</b>  | <b>8</b>  |
| <b>3.1 Fyysisen kunnan määritelmä</b>   | <b>8</b>  |
| <b>3.2 Kestävyys</b>  | <b>9</b>  |
| <b>3.3 Voima</b>  | <b>10</b> |
| <b>3.4 Nopeus</b>   | <b>11</b> |
| <b>3.5 Notkeus</b>  | <b>11</b> |
| <b>3.6 Toimintakyky</b>   | <b>12</b> |
| <b>3.7 Taistelukelpoisuus</b>   | <b>12</b> |
| <b>4 HENKILÖKUNNAN FYYSISEN KUNNON TESTAUS PUOLUSTUSVOIMISSA</b>                        | <b>13</b> |
| <b>4.1 Henkilökunnan fyysisen kunnan testauksen perusteet</b>                           | <b>13</b> |
| <b>4.2 Henkilökunnan fyysisen kunnan testaaminen</b>                                    | <b>14</b> |
| <b>4.3 Lentävän henkilöstön fyysisen kunnan testaus</b>                                 | <b>15</b> |
| <b>4.4 Kuortaneen fyysisen kunnan testit Ilmavoimien ohjaajille</b>                     | <b>17</b> |
| <b>4.5 Kuntotestauksen problematiikka maavoimien helikopteriohjaajilla</b>              | <b>17</b> |
| <b>5 TUKI- JA LIIKUNTAELINSAIRAUDET SUOMESSA</b>  | <b>19</b> |
| <b>5.1 Tuki- ja liikuntaelimet</b>  | <b>19</b> |
| <b>5.2 Liikunnan vaikutukset tuki- ja liikuntaelimistölle</b>                           | <b>19</b> |
| <b>5.3 Fyysisen kunnan testitulosten vaikutus tule-sairastavuuteen</b>                  | <b>20</b> |
| <b>6 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET SOTILASLENTÄJIEN TULE-SAIRAUKSISTA</b>                     | <b>22</b> |
| <b>6.1 Lentosotakoulun Hawk-ohjaajille suoritettu tuki- ja liikuntaelinkysely</b>       | <b>22</b> |
| <b>6.2 RVL:n helikopterilentäjille suoritettu tutkimus tukirangan vaivoista</b>         | <b>23</b> |
| <b>6.3 Israelin ilmavoimien helikopterilentäjille suoritettu tutkimus selkäkivuista</b> | <b>24</b> |
| <b>6.4 Tutkimus Norjan ilmavoimien helikopterimiehistöille</b>                          | <b>24</b> |
| <b>6.5 Tutkimus Royal Navyn helikopterimiehistöille</b>                                 | <b>25</b> |
| <b>6.6 Tuki- ja liikuntaelinoireet sotilaslentäjillä</b>                                | <b>25</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>7 KYSELYN TULOKSET</b>                                  | <b>27</b> |
| <b>8 PAK- KUNTOTESTIEN TULOKSET</b>                        | <b>31</b> |
| <b>9 TILASTOLLISEN TUTKIMUKSEN PERUSKÄSITTEITÄ</b>         | <b>34</b> |
| <b>9.1 Mitta-asteikot</b>                                  | <b>34</b> |
| <b>9.2 Tunnusluvut</b>                                     | <b>35</b> |
| <b>9.3 Todennäköisyys</b>                                  | <b>36</b> |
| <b>9.4 Normaalijakauma</b>                                 | <b>38</b> |
| <b>10 TILASTOLLINEN ANALYYSI</b>                           | <b>39</b> |
| <b>10.1 Työn kuvaus</b>                                    | <b>39</b> |
| <b>10.2 Tutkimusaineiston käsittely</b>                    | <b>40</b> |
| <b>10.3 Kuntotestien ja kyselyn tilastollinen vertailu</b> | <b>40</b> |
| <b>10.4 Fyysisen kunnon yhteys niskaoireisiin</b>          | <b>42</b> |
| <b>10.5 Fyysisen kunnon yhteys yläselän oireisiin</b>      | <b>47</b> |
| <b>10.6 Fyysisen kunnon yhteys alaselän oireisiin</b>      | <b>50</b> |
| <b>10.7 Fyysisen kunnon yhteys yläraajojen oireisiin</b>   | <b>54</b> |
| <b>10.8 Fyysisen kunnon yhteys ajaraajojen oireisiin</b>   | <b>58</b> |
| <b>11 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>                                   | <b>62</b> |
| <br>   |           |
| <b>LÄHTEET</b>   | <b>65</b> |
| <b>LIITTEET</b>  | <b>69</b> |

# LENTÄVÄN HENKILÖSTÖN KUNTOTESTAUS TUKI- JA LIIKUNTAELIMISTÖN TERVEYDEN NÄKÖKULMASTA

## 1 JOHDANTO

Tuki- ja liikuntaelimestön (TULE) vammat ovat nousseet merkittäväksi yhteiskunnalliseksi ongelmaksi väestön ikääntyessä. Niistä aiheutuva työkyvyttömyys vaikuttaa yksilön tasolla kokonaisvaltaisesti jokapäiväiseen elämään ja ihmissuhteisiin. Yhteisölle tärkeämpää on vammoista aiheutuva kansantaloudellinen taakka ja kuormitus valtion terveydenhuollolle. Tuki- ja liikuntaelimestön vammojen täysimittainen ehkäiseminen on vaikeaa, ellei jopa mahdotonta, koska monien TULE-sairauksien syitä ja syntyperiä ei varmuudella tiedetä. Lentoupseerin työ puolustusvoimissa vaatii hyvää fyysistä ja psyykkistä kuntoa. Alkaneella vuosikymmenellä ilmavoimissa on kuitenkin enenevässä määrin diagnosoitu lentämisestä aiheutuneita tukirangan vammoja, jotka ovat merkittäviä työkyvyttömyyden ja työrajoittuneisuuden aiheuttajia. Siksi onkin perusteltua esittää, että näiden vammojen ehkäisemiseen ja kuntoutukseen on syytä löytää oikeat menetelmät ja riittävä rahallinen panostus.

Sotilaslentäjien tuki- ja liikuntaelinoireita kartoittavalle työlle on maassamme selkeästi tarvetta. Lentäjäkoulutuksen kustannukset ovat puolustusvoimille merkittäviä varsinkin, kun materiaalikustannukset lisääntyvät kaiken aikaa. Puolustusvoimilla ei ole varaa menettää yhtään koulutettua lentäjää sellaisten syiden johdosta, joita voidaan ennaltaehkäistä validilla tiedolla ja oikeilla toimenpiteillä. Tuki- ja liikuntaelinsairaudet kuuluvat kiistatta näiden syiden joukkoon. Koska tuki- ja liikuntaelinsairaudet ovat lisääntyneet, on niiden ehkäisemiseen kiinnitetty yhä enemmän huomiota tällä vuosikymmenellä. Esi-merkkinä kehityksestä on suihkuharjoitushävittäjän ohjaamoergonomian parantaminen asennettavalla henkilökohtaisella istuintyynyllä. Myös fyysisen kunnon merkitys tuki- ja liikuntaelinten terveydelle on tiedostettu ohjaajien keskuudessa entistä paremmin.

Tässä tutkimuksessa selvitetään, mikä on maavoimien helikopterilentäjien tuki- ja liikuntaelinsairastavuuden tilanne, ja voidaanko sairastavuutta ennakoida fyysisen kunnan testituloksilla. Luvuissa kolme ja neljä selvitetään, miten puolustusvoimissa testataan fyysistä kuntoa. Painopisteenä on kuitenkin lentäjien fyysisen kunnan testaus valintakoikeissa, kadettikoulun aikaisilla liikuntaleireillä sekä joka vuonna järjestettävillä PAK-testeillä. Luvussa viisi kartoitetaan, millä tasolla Suomessa yleisesti sairastetaan tuki- ja liikuntaelinpohjaisia sairauksia. Luvussa kuusi tarkastellaan tilannetta etenkin sotilaslentäjien kohdalla meillä ja maailmalla. Selvityskohteena ovat tuki- ja liikuntaelimestön sairaudet Ilmavoimien hävittäjälentäjillä, Rajavartiolaitoksen, Israelin ilmavoimien, Norjan Ilmavoimien ja Royal Navyn (Iso-Britannia) helikopteriohjaajilla. Luvussa seitsemän ja kahdeksan käydään läpi maavoimien helikopteriohjaajille suoritetun kyselyn ja PAK-kuntotestien tulokset. Lopuksi analysoidaan tulokset ja pureudutaan kyselyn vastausten ja kuntotestitulosten välisiin yhteyksiin tavoitteena löytää korrelaatioita ilmiöiden väliltä.

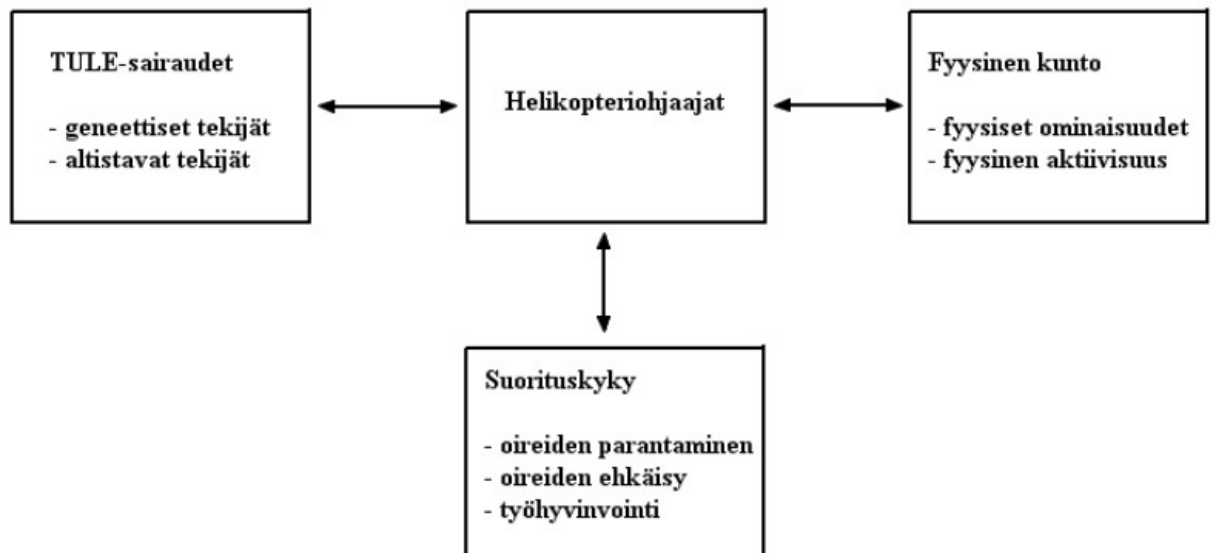
Oma ajautuminen aiheen pariin johtui kiinnostuneisuudesta ilmailufysiologiaan ja selkeästä ”sosiaalisesta tilauksesta” alan tutkimukselle puolustusvoimien lentäjien keskuudessa. Itse olen maavoimien helikopteriohjaajalinjan opiskelija, ja aihe on työterveyden kannalta ajankohtainen itsellenikin. Olen jo tässä vaiheessa uraa joutunut todistamaan vanhempien kurssien opiskelijoiden sekä lennonopettajien työuran katkeamista tai muuttamista tuki- ja liikuntaelinten vammojen vuoksi.

## 2 TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN VIITEKEHYS

### 2.1 Tutkimuskysymykset ja viitekehys

Tutkimuksen pääongelma on selvittää, miten maavoimien helikopteriohjaajien fyysinen kunto korreloi heidän tuki- ja liikuntaelinsairastavuuteensa. Ongelmaan pureudutaan kyselylomakkeella, jolla kartoitetaan ohjaajien lentotuntimääriä, aikaisempia kipuja ja fyysistä aktiivisuutta. Lentäjien fyysisen kunnon tasosta tietoa saadaan heidän PAK- lihas-kuntotesteistään. Alaongelmia tutkimuksessa ovat seuraavat:

- Mitkä tuki- ja liikuntaelimestön osat ovat oirekriittisiä maavoimien helikopteriohjaajilla?
- Poikkeavatko maavoimien ohjaajien oireet muiden organisaatioiden ohjaajien vastaavista?



**Kuvio 1.** Tutkimuksen viitekehys.



Sotilaspedagogisessa tutkimuksessa oleellista on löytää keinoja parantaa sotilaan toimintakykyä oppimisen kautta. Tässä tutkimuksessa helikopterilentäjän toimintakykyä heikentävien tuki- ja liikuntaelinoireiden taustaa pyritään selvittämään henkilökohtaisten fyysisten ominaisuuksien kautta. Oletuksena on, että sekä fyysiset ominaisuudet että TULE-sairaudet vaikuttavat helikopteriohjaajan suorituskykyyn erillisinä kokonaisuuksina. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, pystytäänkö fyysisen kunnon testiparametrien avulla selittämään ilmeneviä tuki- ja liikuntaelinsairauksia. Vastausten kautta olisi jatkotutkimusten avulla mahdollista selvittää, miten oireita kyettäisiin ehkäisemään kehittämällä ohjaajien fyysisiä ominaisuuksia tarvittavalla tavalla.

## 2.2 Tutkimuksen hypoteesi

Tutkija voi työnsä alkumetreillä ennakoida mahdollisia tuloksia asettamalla työlleen hypoteesin. Se on eräänlainen teoriaan pohjautuva, ja sen kautta perusteltu sivistynyt arvaus tutkimuksen ongelmien vastauksista. Yleisohjeena onkin, ettei hypoteesin käyttäminen ole suositeltavaa, ellei se pohjautu teoriaan, teoreettisiin malleihin tai aiempiin tutkimuksiin. Sen sijaan ihan uuden hypoteesin keksiminen vaatii tutkijalta paljon enemmän. On syytä tuntea tutkittava ala mahdollisimman perusteellisesti, sekä kyettävä arvioimaan, kuinka voisi hyödyntää muiden tieteenalojen metodologiaa ja tutkimuksia. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2003, 147–148.)

Hypoteesit voidaan myös käsittää eräänlaiseksi sillaksi teoreettisen asetelman ja tutkimuksen empiirisen vaiheen välillä. Teorian pohjalta luotu hypoteesi ikään kuin testataan tutkimustulosten kautta. Niiden tyypillinen esitystapa on väittämien muodossa, kuten ”*Naisten ansiotulot ovat pienemmät kuin miesten*”. (Heikkilä 2004, 24.)

Tämän tutkimuksen päähypoteesi on, että maavoimien helikopteriohjaajien fyysisen kunnon testituloksilla ja TULE-sairauksilla on yhteyttä. Hypoteesi pohjautuu aiempiin tutkimuksiin, joissa huomattiin että testitulosten parametrin kautta on mahdollista ennustaa tuki- ja liikuntaelinsairastavuutta aikuisiällä (ks. luku 5.3).

### 2.3 Tutkimuksessa käytetyt käsitteet ja lyhenteet

**TULE-sairaudet** = Tuki- ja liikuntaelinsairaudet.

**HKI** = Henkilökohtainen kuntoindeksi. Määräytyy neljän lihaskuntotestin, BMI:n ja kestävyystestin perusteella.

**LKI** = Lihaskuntoindeksi. Kuten HKI, mutta kestävyystesti jätetään huomioimatta.

**BMI** = Kehon painoindeksi. Lasketaan jakamalla paino (kg) pituuden (m) neliöllä.

### 2.4 Tutkimusote ja aineistonkeruumenetelmät

Tutkimus on kvantitatiivinen, eli määrällinen tutkimus. Sen alkujuuret linkittyvät luonnontieteisiin, ja se perustuu loogiseen positivismiin, jonka perustana on ajatus siitä, että kaikki tieto saadaan aisti-havainnoista loogisesti pääättelemällä. (Hirsjärvi ym. 2003, 129.) Kvantitatiivista tutkimusta kutsutaan myös tilastolliseksi tutkimukseksi, ja sen avulla pyritään selvittämään lukumääriin ja prosenttiosuuksiin liittyviä kysymyksiä ja ongelmia. Ilmiöitä pyritään havainnoimaan numeeristen suureiden ja muuttujien korrelaatioiden kautta. Kvantitatiivinen tutkimus on ennen kaikkea käytännöllinen tapa kartoittaa tutkittavan kohteen nykytila, mutta se ei välttämättä tarjoa riittäviä työkaluja selvittämään syitä, mistä kyseinen tila johtuu. (Heikkilä 2004, 16.)

Tutkimuksen aineiston keruussa käytettiin ensimmäisessä vaiheessa kirjallisuuskatsaus-ta. Se on tutkimuksen tieteellinen kivijalka, jonka avulla tutkija kartoittaa tutkimusongel-mien kannalta olennaista lähdekirjallisuutta eri muodoissa. Käytännössä tutkija käyttää kirjallisuuskatsausta selvittämään, mitä aiheesta on aiemmin tutkittu ja millaisilla tuloksil-la. Se on myös linkki aiempien tutkimusten ja suunnitteilla olevan työn välillä. Yksi tärkeimmistä asioista kirjallisuuskatsausta tehtäessä on olennaisen tiedon poimiminen omaa työtä varten. Tutkijan on kyettävä kytkemään työnsä lopussa olevassa tarkaste-lussa tutkimuksesta saamansa tulokset ja johtopäätökset aikaisempaan tietoon. Linki-tyksen onnistumiseksi tutkijan on luettava kattavasti lähdemateriaalia ja arvioitava kriitti-sesti sekä omaa että muiden tekemiä töitä. (Hirsjärvi ym. 2003, 108–109.)

Tämän tutkimuksen aineiston rungon muodostavat ensisijaisesti helikopteriohjaajille suoritettava lomakekysely ja PAK-lihaskuntotestin tulokset. Kyselyn avulla pyritään ke-

räämään aineistoa tutkittavasta ilmiöstä, ja se on yksi kvantitatiivisen tutkimuksen perusmenetelmistä. Siinä aineistoa pyritään hankkimaan standardoidusti, ja koehenkilöt ovat osa otosta tai näytettä perusjoukosta. Standardoidun kyselyn perusominaisuus on saman kysymyksen esittäminen täsmälleen samanlaisena kaikille koehenkilöille. Tällöin vähennetään kysymyksen asettelusta johtuvia variaatioita vastauksissa. Kyselyn suunnittelussa on otettava huomioon, kuinka vapaasti tutkittavat voivat toimia vastatessaan. Näin saadaan määritettyä, onko kyselyn asetelma strukturoitu vai vapaa. (Hirsjärvi ym. 2003, 180–181.)

## 2.5 Analysointimenetelmät

Kerätyn aineiston analysoiminen on yksi tutkimuksen keskeisimmistä vaiheista. Sen avulla tutkija saa vastaukset esittämiinsä tutkimusongelmiin. Varsinkin kvantitatiivisessa tutkimuksessa analyysi on yleensä seuraava vaihe aineiston keruun ja järjestämisen jälkeen. (Hirsjärvi ym. 2003, 207–208.)

Analyysimenetelmät voidaan jakaa karkeasti kahteen alaluokkaan: selittämiseen pyrkivään ja ymmärtämiseen pyrkivään. Selittämiseen pyrkivässä menetelmässä käytetään usein tilastollista analyysia, mikä viittaa selkeästi määrällisen tutkimuksen menetelmään. Ymmärtämiseen pyrkivässä menetelmässä avainasemassa on vuorostaan kvalitatiivinen tutkimusote ja sen avulla suoritettavat päätelmät. Vaikka edellä mainitut menetelmät onkin jaettu synteettisesti, niiden molempien käyttö samassa tutkimuksessa saattaa olla tarpeen. (Hirsjärvi ym. 2003, 210.) Tässä tutkimuksessa käytettiin selittämiseen pyrkivää menetelmää.

Kvantitatiivisia analysointimenetelmiä ovat mm. ristiintaulukointi, keskiarvotesti, korrelaatiokertoimen testaus ja monimuuttujamenetelmät. Ristiintaulukoinnilla selvitetään, kuinka kaksi muuttujaa vaikuttavat toisiinsa. Taulukossa toinen muuttuja asetetaan sarakkeille ja toinen riveille, jolloin soluihin muodostuvat solufrekvenssit paljastavat, kuinka monta molemmat ominaisuudet omaavaa yksilöä aineistosta löytyy. Ristiintaulukointi on kuvaava, muttei tehokkain tapa osoittaa muuttujien välisiä riippuvuuksia. (Heikkilä 2004, 210.) Tutkimuksen analysointimetodina käytettiin ristiintaulukointia yhdistettynä khiin neliö - testiin.

Keskiarvotestejä voidaan käyttää kahdella tavalla. Niissä voidaan verrata otoksesta saatua keskiarvoa teorian mukaiseen vakioarvoon tai verrata ryhmien keskiarvoja keskenään. Saaduissa keskiarvoissa on yleensä aina jonkin verran eroa, mutta ongelmaksi muodostuu se, onko saatu ero teoreettisesti merkityksellinen vai sattuman aiheuttama. Edellytyksenä menetelmän käyttämiselle on, että aineistosta on mahdollista ja järkevää laskea keskiarvo. (Heikkilä 2004, 224.) Tässä tutkimuksessa ei käytetty keskiarvotestejä, koska suurin osa muuttujista oli kategorisia.

Yleisin tapa kuvata kahden muuttujan välisestä riippuvuudesta on korrelaatiokerroin. Näistä tunnetuin on Pearsonin korrelaatiokerroin, joka kuitenkin käytännössä vaatii välimatka-asteikolliset muuttujat. Korrelaatiokerroin on käytännöllinen tapa analysoida aineistoa varsinkin, kun muuttujia on paljon. Kertoimen avulla saatava muuttujien välinen korrelaatio ei kuitenkaan paljasta niiden välistä syy-seuraus-suhdetta. (Heikkilä 2004, 203–205.) Korrelaatiokerroin olisi soveltunut tulosten tarkasteluun, mutta työn analysointivaiheessa päädyttiin käyttämään ainoastaan yhtä päämenetelmää.

Monimuuttujamenetelmissä tarkastellaan yhtäaikaisesti usean muuttujan välisiä yhteyksiä. Tavoitteena menetelmän käytössä on pelkistää laaja useita muuttujia sisältävä aineisto. Menetelmille tyypillistä ovat monimutkaiset tietokonepohjaiset matemaattiset laskentaoperaatiot. Varsinkin aloitteleville tutkijoille monimuuttujamenetelmät muodostavat helposti liian suuren haasteen, koska niiden käyttö vaatii tilastotieteen ja oman tutkimusalan perinpohjaista tuntemista. Myös menetelmistä saatavat tulokset saattavat olla hyvin tulkinnanvaraisia ja abstrakteja. (Heikkilä 2004, 243.) Koska tutkimuksen perusjoukko oli pieni, ei monimuuttujamenetelmiä käytetty.

### 3 SOTILAAN FYYSINEN KUNTO JA TOIMINTAKYKY

#### 3.1 Fyysisen kunnan määritelmä

Fyysisen kunnan määritelmiä on useita, ja tyypillisesti ne muovautuvat aineiston tai kohdeyleisön perusteella. Esimerkiksi urheilijoiden kohdalla fyysinen kunto saattaa merkitä pärjäämistä kisassa mahdollisimman hyvin, kun taas tavalliselle ihmiselle se monesti merkitsee kykyä selviytyä päivän rasituksista ilman liiallista uupumista ja epämiellyttäviä tuntemuksia. Sairaudesta tervehtyvälle vuorostaan fyysinen kunto saattaa merkitä kipujen ja muiden sairaudesta koituvien oireiden poissaoloa. Yleisellä tasolla fyysinen kunto voidaan määritellä yksilön kykyä selviytyä jokapäiväisistä fyysisistä rasitteista. (Vuori, Taimela & Kujala 2005, 102.)

Fyysinen kunto voidaan myös ajatella elimistön niiden tekijöiden summana, jotka ovat tärkeitä yksilön hyvinvoinnille. Se perustuu ennen kaikkea aerobiseen ja anaerobiseen energiantuottoon sekä lihasvoiman tuottamiseen. Fyysisen kunnan tasoon vaikuttavia tekijöitä ovat mm. yksilön fyysinen aktiivisuus, sukupuoli, perintötekijät, ikä sekä terveydentila. (Eloranta, Kanninen, Kuronen, Myllyniemi, Paalimäki, Rintala & Santala 1996, 23.)

Tässä tutkielmassa lähtökohtana on Taistelija 2005-raportin liikuntatieteellinen käsitteistö. Raportin (2005, 3) mukaan sotilalle riittävä fyysinen kunto on elinehto taistelukentän muuttuessa yhä vaativammaksi. Taistelukentän raju teknistyminen ei poista sitä tosiseikkaa, että sotilaan fysiikka ja psyyke ovat edelleen merkittävässä roolissa sodan voittamisessa. Nykyaikaisen taistelukentän vaatimukset muodostavat pohjan suorituskykyvaateille, joihin jokaisen sotilaan on kyettävä vastaamaan oman sodan ajan tehtävän mukaisesti. Tuotetun sodanajan joukon on kyettävä säilyttämään taistelukuntonsa kaksi viikkoa kestävä yhtäjaksoisen taistelukosketuksen ajan sekä sen lisäksi keskittämään kaikki voimansa 3-4 päivän mittaiseen ratkaisutaisteluun. Tavoitteen saavuttamiseksi sotilaan fyysisistä suorituskykyä kehitetään ja ylläpidetään etupainoisesti rauhan aikana unohtamatta työterveydellistä näkökulmaa. (Taistelija 2005, 3.)

### 3.2 Kestävyys

Kestävyydellä tarkoitetaan yksilön kykyä ehkäistä jatkuvan fyysisen kuormituksen alla väsymistä. Sitä rajoittaa ennen kaikkea lihasten energian saanti ja sen hyväksikäyttö. (Kyröläinen, Kariranta, Koski, Lindholm, Lipponen, Ohrankämmen, Palvalin, Rintala, Santtila & Viskari 2003, 7.) Yksinkertaistettuna kestävyys voidaan ajatella sydämen sekä hengitys- ja verenkiertoelimistön toimivuutena. Se luo kivijalan päivittäiselle elämälle, työssä jaksamiselle sekä liikunnan harjoittamiselle. Fyysisen kestävyuden on todistettu myös edesauttavan psyykkistä kestävyyttä ja jaksamista henkisen kuormituksen alaisena. (Eloranta ym. 1996, 23.) Kestävyys jaetaan energia-aineenvaihdunnan perusteella aerobiseen ja anaerobiseen kestävyyteen (Taistelija 2005, 7).

Kestävyys voidaan jakaa kolmeen osaan yksilöllisesti määriteltujen aerobisen ja anaerobisen kynnyksen mukaan. Aerobinen peruskestävyys tarkoittaa liikuntaa henkilökohtaista aerobista kynnystä alemmilla sykearvoilla. Aerobinen vauhtikestävyys vuorostaan on liikuntaa sykearvoilla, jotka ovat aerobisen ja anaerobisen kynnyksen välissä. Hie-man anaerobisen kynnyksen ylittävillä sykearvoilla liikkuminen mielletään aerobisena maksimikestävyytensä. (Rusko 1989, 151–153.)

Kun syke nousee selkeästi anaerobisen kynnyksen yläpuolelle, energian tuotto pelkää-tään hapen avulla estyy. Elimistö ryhtyy muodostamaan osaa energiasta anaerobisesti, ja siirrytään anaerobisen kestävyuden alueelle. Se voidaan vuorostaan jakaa kahteen osaan. Maitohapoton nopeuskestävyys tapahtuu käyttämällä välittömiä energianlähteitä, kun taas maitohapollinen nopeuskestävyys tapahtuu välillisesti anaerobisen glykolyysin kautta. (Rusko 1989, 151–153.)

Sotilaslentäjälle ei hyvän kestävyuden merkitystä voida ylikorostaa työympäristön aset-tamien haasteiden vuoksi. Sen ansiosta lentäjä kykenee selviytymään lentämisestä ai-heutuvista fyysisistä kuormituksista, kuten vastaponnistuksesta vaihtelevissa olosuhteis-sa. Hyvä kestävyys luo myös edellytykset suoriutua lentotehtävän aikana syntyvästä psyykkisestä paineesta ja poikkeusoloista. Nopeamman palautumisen ansiosta hyvässä kestävyyskunnossa oleva sotilaslentäjä kykenee toistamaan lentosuoritteita lyhyemmillä intervaleilla, mikä nousee merkittäväksi tekijäksi varsinkin sodan ajan tilanteessa, jossa

lentäjien määrä konetta kohden on rajallinen. (Eloranta ym. 1996, 24).

### 3.3 Voima

Lihasten suorittamaan työhön tarvitaan voimantuottoa. Voima on yksi yksilön fyysisen suorituskyvyn tärkeimmistä perusominaisuuksista taistelukentällä. (Taistelija 2005, 7.) Elimistön tärkeimmät osat voimantuotossa ovat hermosto ja lihaksisto. Keskushermoston ja ääreishermoston kautta välitetään ärsyke lihassoluille, jotka tuottavat voimaa saatuaan ärsyksen. Hermolihasjärjestelmässä voimaa tuotetaan joko isometrisesti tai dynaamisesti supistamalla. Jos lihaksen pituus ei muutu lihassupistuksen aikana, voiman tuotto tapahtuu isometrisesti. (Kyröläinen ym. 2003, 7.) Yhden motorisen yksikön muodostavat motorinen hermosolu, sen aksoni päätehaaroineen sekä niihin liittyvät hermosolut. Motorisen yksikön koko määräytyy pitkälti sen tehtävän mukaan eli mitä enemmän sen on tuotettava voimaa, sitä enemmän siihen on linkittyneenä lihassoluja. Toisaalta lihasten hienomotoriikka on parempi, kun yhden hermon alla on vähemmän lihassoluja. Käytännössä yhdessä motorisessa yksikössä on lihassoluja noin muutamasta aina useaan tuhanteen asti. (Mero, Häkkinen, Keskinen & Nummela 2004, 42.) Motoriset yksiköt luokitellaan kolmeen luokkaan:

**Taulukko 1.** Motoristen yksiköiden luokittelu

| Motorisen yksikön tyyppi       | Voimantuotto | Väsymyksen vastustus |
|--------------------------------|--------------|----------------------|
| Hidas (I)                      | matala       | korkea               |
| Nopea, väsymystä sietävä (IIA) | kohtalainen  | korkea               |
| Nopea, väsyvä (IIB)            | korkea       | matala               |

Nopea motorinen yksikkö on edullisin voimantuoton kannalta silloin, kun tarvitaan nopeasti paljon voimaa. Käytännön esimerkkejä lajeista, joissa yksilöllä on hyvä olla paljon motorisia yksiköitä lihaksistossaan, ovat painonnosto ja pikajuoksu. Hitaaseen voimantuottoon ja kestävyyslajeihin edullisin on vuorostaan hidas motorinen yksikkö, koska sen

väsymyksen sietokyky on huomattavan korkea verrattuna nopeisiin motorisiin yksiköihin. (Mero ym. 2004, 42.)

Voiman käsite voidaan jakaa yleisesti kolmeen luokkaan: maksimivoima, nopeusvoima ja kestävyysvoima (Kyröläinen ym. 2003, 7). Maksimivoima on lihaksen suurinta mahdollista supistamista, kun kuormituksen kesto on muutamia sekunteja. Nopeusvoima on suurimman mahdollisen lihastyön suorittaminen lyhyessä ajassa (alle sekunnin). Kestävyysvoimalla tarkoitetaan lihaksen pitkäkestoista voimantuottoa. Voimaharjoittelulla pyritään joko lisäämään lihassoluja tai harjoituttamaan lihassolujen rekrytointia erilaista voimantuottoa vaativiin tilanteisiin. Esimerkiksi maksimivoimaharjoitteilla parannetaan nopeiden motoristen yksiköiden toimintaa kuormituksen alaisena. (Häkkinen 1990, 41.)

### **3.4 Nopeus**

Nopeus mielletään yksilön kyvyksi selviytyä eri suoritteista mahdollisimman lyhyessä ajassa. Se on hermolihasjärjestelmän periytyvä ominaisuus, jota voidaan kehittää harjoittelemalla. (Taistelija 2005, 7.) Nopeus voidaan jaotella viiteen luokkaan: perusnopeus, reaktionopeus, räjähtävä nopeus, liikenopeus ja nopeustaitavuus. (Kyröläinen ym. 2003, 7.) Reaktionopeudella tarkoitetaan kykyä vastata liikkeellä ärsykkeeseen mahdollisimman nopeasti. Räjähtävällä nopeudella tarkoitetaan kykyä suorittaa eri liikkeitä ja liikuntasuoritteita, kuten pikajuoksun lähtö mahdollisimman lyhyessä ajassa. Liikenopeus tarkoittaa kykyä ylläpitää mahdollisimman suurta nopeuden tasoa liikuntasuoritteen ajan. Tästä on esimerkkinä pikajuoksu lähdön jälkeen maaliin asti. (Mero, Peltola & Saarela 1987, 17–19.)

### **3.5 Notkeus**

Notkeudella tarkoitetaan elimistön eri osien, kuten nivelten, sidekudosten ja lihaksiston venymistä sekä liikelaajuutta. Elimistön ikääntyessä kehon notkeus pienenee ilman oikeanlaista ylläpitoa, esimerkiksi säännöllistä venyttelyä. Iän myötä koituvan notkeuden heikkeneminen selittyy murrosiässä kehoon kohdistuvilla muutoksilla, sidekudoksen jäykistymisellä ja venyvyyden heikkenemisellä. Notkeus on tärkeä ominaisuus yksilölle, koska se ehkäisee rasittuneiden lihasten kipeytymistä ja nopeuttaa niiden palautumista.



Notkeudella on myös selkeitä yhtymäkohtia yleiseen terveyteen. Se ylläpitää lihasten liikelaajuuksia ja ennalta ehkäisee tuki- ja liikuntaelimistölle koituvia vammoja. (Numminen & Välimäki 1999, 87–88.)

### **3.6 Toimintakyky**

Toimintakyvyllä tarkoitetaan yksilön kykyä suoriutua fyysisistä suoritteista ja selviytyä päivittäisistä toiminnoista. Liikunnan merkitys toimintakyvylle korostuu varsinkin silloin, kun se määritellään nimenomaan fyysisen suoritustason kuvaajana. Tällöin liikunnan harjoittamisen vaikutus, varsinkin eri sairauksien ehkäisyssä, tulee kiistattomasti esille. Näin voidaankin olettaa, että liikunta estäisi työkyvyttömyyttä. WHO puolestaan luokitteli kansainvälisesti toimintakyvyn laajemmin vuonna 2001 julkaisemassaan raportissa. Siinä toimintakyky ymmärretään yläkäsitteenä kaikille kehon toiminnoille mukaan luettuna jokapäiväiset aktiviteetit. (Vuori ym. 2005, 171.)

Sotilaan toimintakyky on määritelty joukon ja yksilön valmiutena selviytyä kaikissa mahdollisissa tilanteissa ja ympäristöissä. Se voidaan edelleen jakaa neljään eri komponenttiin: fyysinen, psyykkinen, eettinen ja sosiaalinen. Sotilaan suorituskky taas on alakäsite toimintakyvylle. Sillä tarkoitetaan kaikkea tietoa, taitoa sekä kuntoa, joiden avulla yksittäinen sotilas selviytyy sodan ajan tehtävästään. (Toiskallio 1998, 25–26.)

### **3.7 Taistelukelpoisuus**

Taistelukelpoisuus on puhtaasti sotilaille määritelty termi, joka kuvaa yksilön ja joukon toimintakykyä ja siihen liittyvää tekniikkaa. Taistelukelpoisuuden määrittämiseksi täytyy myös huomioida toimintaympäristön vaateet sekä vihollisen toimintamahdollisuudet. (PEkoul-os 2001.) Puolustusvoimien fyysisen koulutuksen päämääränä on saavuttaa sotilaille sellainen fyysinen suorituskky, että he kykenisivät suoriutumaan taistelusta mahdollisimman toimintakykyisinä ja palautumaan nopeasti taistelukelpoisiksi. Fyysisen koulutuksen kautta sotilaille koulutetaan perusasiat jo rauhan aikaisessa varusmiespalveluksessa. (Taistelija 2005, 8.)

## 4 HENKILÖKUNNAN FYYSISEN KUNNON TESTAUS PUOLUSTUSVOIMISSA

### 4.1 Henkilökunnan fyysisen kunnan testauksen perusteet

Puolustusvoimissa työskentelee n. 16000 henkilöä, joista puolet on siviilejä. Hyvä fyysinen kunto on edellytys työssä jaksamiselle ja kyvyille suoriutua sodan aikaisista tehtävistä. Sotilaan kenttäkelpoisuus on määritetty sotilaan suorituskyvyksi, jossa fyysisen kunnan lisäksi otetaan huomioon ampumataito ja kyky toimia sodan ajan tehtävässä parhaalla mahdollisella tavalla. (PEkoul-os 1999, 1.)

Käytännössä fyysisen kunnan mittaamisen taustalla on vaatimus, jonka mukaan tuotetun sodan ajan joukon on kyettävä säilyttämään taistelukuntonsa kahden viikon mittaisessa jatkuvassa taistelukosketuksessa. Tämän lisäksi joukon on kyettävä keskittämään kaikki voimavaransa 3-4 vuorokautta kestävään ratkaisutaisteluun. Vaatimus kunkin joukon suorituskyvyille on sidonnainen sen omaan sodan ajan tehtävään. Rauhan aikana edellä mainitulla vaatimuksella tarkoitetaan koko henkilökunnan jaksamista omassa työssään ilman suorituskyvyn merkittävää laskemista. Näiden vaateiden täyttymistä seurataan vuosittain järjestettävillä palvelukseen kuuluvilla henkilökunnan kenttäkelpoisuustesteillä ja lääkärin tarkastuksilla. (PEkoul-os 1999, 5.) Seuraavissa tehtävissä toimivien alle 55-vuotiaiden henkilöiden on osallistuttava kenttäkelpoisuustesteihin:

- upseerit
- opistoupseerit
- erikoisupseerit
- sotilasammattihenkilöstö
- sotilaspapit
- määräaikaiset reserviupseerit

Siviilihenkilöstön osallistuminen testeihin ei ole pakollista, mutta kuitenkin suositeltavaa (PEkoul-os 1999, 16). Vapaaehtoiseen osallistumiseen kannustaa säädös, joka mahdollistaa osallistumisen yhteen kestoltaan kahden tunnin tai kahteen kestoltaan tunnin mit-

taiseen johdettuun liikuntaharjoitukseen työaikana. Viikkoliikunta on pyrittävä järjestämään siten, että liikkumaan lähdetään työpaikalta, ja liikkumasta palataan takaisin työpaikalle. (PEkoul-os 1999, 12.)

## 4.2 Henkilökunnan fyysisen kunnan testaaminen

Henkilökunnan kenttäkelpoisuustestit muodostuvat kolmesta kenttätelistä ja kahdesta fyysisen työkyvyn testistä. Kenttätesteihin kuuluvat suunnistus-, kartanluku- tai ampu-mahiihtosuoritus, palvelusammunnat sekä marssi, joka suoritetaan jalan, pyörällä tai hiihtäen. Fyysisen työkyvyn testit ovat kestävyystesti ja lihaskuntotesti. (PEkoul-os 1999, 17.)

Henkilökunnan aerobista kestävyyttä mitataan Cooperin testillä, joka on pakollinen jokaiselle alle 40-vuotiaalle. Siitä vuodesta lähtien, kun henkilökuntaan kuuluva on täyttänyt 40 vuotta, hän voi korvata juoksutestin polkupyöräergometrillä. Näistä kahdesta vaihtoehdosta suositellaan suoritettavaksi kuitenkin juoksutestiä myös vanhemmille henkilöille. Kestävyystesti on järjestettävä useaan kertaan vuoden aikana, jotta tulosta voitaisiin haluttaessa parantaa. Aikaisemmassa kestävyystestissä huonokuntoiseksi todetun on suoritettava seuraava testi polkupyöräergometrillä lääkärin tarkastuksen jälkeen. Sama menettely toteutetaan pääsääntöisesti siviilihenkilöitä testattaessa, elleivät he ole kuntoliikuntaa säännöllisesti harrastavia. (PEkoul-os 1999, 17.)

Henkilökunnan tuki- ja liikuntaelinten kuntoa mitataan 4-osaisella lihaskuntotestillä. Henkilökunnan lihaskuntoindeksiä määrittäessä otetaan huomioon myös kehon painoindeksi (BMI). Testissä suoritettavat liikkeet ovat seuraavat:

- etunojapunnerrus (krt/60s)
- istumaan nousu (krt/60s)
- käden puristusvoima
- toistokyykistys (krt/60s)

Näiden testien perusteella lasketaan henkilökunnan kuntoindeksi (HKI). Se määräytyy neljän lihaskuntotestin, painoindeksin ja kestävyystestin perusteella. Kuntoindeksin luokittelu iän mukaan on viiden vuoden välein muuttuva 20 ikävuodesta 59 ikävuoteen asti. (PEkoul-os 1999, 21.)

Kuntoluokkia on viisi:

- Erinomainen (HKI = 5,0–5,9)
- Hyvä (HKI = 4,0–4,9)
- Tyydyttävä (HKI = 3,0–3,9)
- Välttävä (HKI = 2,0–2,9)
- Heikko (HKI = 1,0–1,9)

Puolustusvoimien erikoisjoukoille pidetään erityiset tehtävänmukaiset fyysisen kunnan testit. Kutsunnoissa erikoisjoukkoihin hakevalle määrätään varalle palveluspaikka ja tämän lisäksi henkilön on aina erikseen haettava haluamaansa erikoisjoukkoon. Kovaa fyysistä kuntoa vaaditaan ennen kaikkea laskuvarjojääkäri-, sotilassukeltaja- ja ilmavoimien ohjaajakursseilla. Tässä tutkielmassa keskitytään lähinnä lentävän henkilöstön kuntotestaukseen. Laskuvarjojääkäreiden fyysisen kunnan testien sisältö on liitteessä 1 ja sotilassukeltajien liitteessä 2.

### **4.3 Lentävän henkilöstön fyysisen kunnan testaus**

Sotilaslentäjän työ on psyykkisesti ja fyysisesti erittäin haastavaa. Lentäjän on kyettävä hyödyntämään koko tiedollinen ja taidollinen kapasiteettinsa tehtävää suoritettaessa. Työssä menestymisen ja jaksamisen perusta on hyvässä fyysisessä kunnossa. Fyysisen suorituskyvyn ylläpitoon ja kehittämiseen on panostettava jatkuvasti koko palvelusuran ajan. Fyysisen suorituskyvyn avulla ja korkealla osaamisen tasolla kyetään paremmin takaamaan lentäjän terveys, työturvallisuus ja lentoturvallisuus. (Eloranta ym. 1996, 7.) Sotilaslentäjä joutuu usein tehtävää suorittaessaan kovaan fyysiseen ja psyykkiseen rasitukseen. Toiminta g-voimien alaisena koskee varsinkin sekä suihkuharjoitushävittäjättä hävittäjälentäjiä. Näillä lentäjillä fyysisen rasituksen lisäksi työnkuvaan kuuluu asen-

totajun häiriöt sekä asejärjestelmien käyttäminen. Näiden asioiden hallintaa on painotettava ilmavoimien ohjaajia valittaessa sekä heidän fyysisen kuntosensa seuraamisessa. (Eloranta ym. 1996, 11.)

Puolustusvoimien ohjaajakoulutukseen hakeville suoritetaan 5-osainen valintatesti. Yhtenä osana testiä ovat fyysisen kunnan testit, joissa painotetaan erityisesti voimatasojen mittaamista. Hakijakandidaatteja testataan aluksi yleisellä varusmiesten lihaskuntotestillä, jonka lisäksi suoritetaan polkupyöräergometritesti. Lihaskuntotestin läpäisyvaatimus on 9 pistettä (hyvä), ja polkupyöräergometrissä on saavutettava vähintään tulos  $W_{max1/kg} > 3,5$ . (PAK I 3:03 Sotilaslentäjien lääketieteelliset valintamenettelyt 03:03. Liite 06.01.) Myöhemmässä vaiheessa valintojen aikana ohjaajille suoritetaan myös seitsemänosainen ammatillista lihasvoimaa mittaava testi (Kuronen, Oksa & Rintala 1997, 165–169). Kurssille valituille ohjaajille suoritetaan näiden lisäksi ennen lentopalveluksen alkua Cooperin testi, jonka läpäisyvaatimus on 2800 m.

Virassa palvelevat Puolustusvoimien ohjaajat ja ohjaajalinjan kadetit suorittavat vuosittain lentävän henkilöstön määräaikaistarkastukset, joissa arvioidaan pääsääntöisesti ohjaajien terveydentilaa. Näiden lisäksi suoritetaan puolen vuoden välein suppeampi tarkastus, jossa painotetaan erityisesti fyysisen kunnan mittaamista. (IlmavEh-os 2000). Fyysisen kuntoa testissä mitataan polkupyöräergometrillä, jossa läpäisyvaatimukset ovat seuraavat:

- Hävittäjäohjaajille ja kadeteille  $W_{max1/kg} > 3,5$
- Kuljetuskoneohjaajille  $W_{max1/kg} > 3,0$
- Yhteyskoneohjaajille  $W_{max1/kg} > 2,8$
- Helikopteriohjaajille  $W_{max1/kg} > 3,3$

Näiden lisäksi ohjaajat suorittavat vuosittain palkatulle henkilöstölle kuuluvat fyysisen työkyvyn testit (ks. luku 4.2).

#### **4.4 Kuortaneen fyysisen kunnan testit Ilmavoimien ohjaajille**

Ilmavoimien ohjaajat suorittavat kadettikoulun aikana liikuntaleiriin liittyen fyysisen kunnan testit Kuortaneen urheiluopistolla. Kestävyyskuntoa mitataan 5 x 800 metrin juoksu-testillä, jossa mitataan maitohappoarvot verinäytteestä 800 metrin välein. Juoksu suoritetaan tehoa nostattavasti siten, että ensimmäinen osuus on matalan sykkeen alueella toteutettava lämmittely ja viimeinen lähellä maksimisykkeen arvoa juostava loppurutistus. Tämän testin avulla saadaan mitattua ohjaajille henkilökohtaiset sykearvot aerobiselle ja anaerobiselle kynnykselle sekä luotua harjoitteluohjelmat niiden perusteella. Testi pyritään toistamaan ohjaajakadeteille vuoden tai kahden kuluttua uudelleen, jolloin saadaan tietoa harjoittelun tuloksista ja kestävyyskunnan kehityksestä.

Ohjaajien lihaskuntoa testataan testipatteristolla, jolla pyritään mittaamaan isometristä maksimivoimaa vartalon koukistajien, ojentajien ja jalkojen osalta sekä dynaamista voimaa yläraajojen, vatsan ja lonkankoukistajalihasten osalta. Isometristä maksimivoimaa mitataan vartalovoimadynamometreillä kullekin lihasryhmälle erikseen. Yläraajojen dynaamista voimaa testataan 10 kg:n käsipainoilla suoritettavana pystypunnerruksena, jossa minuutin aikana pyritään suorittamaan mahdollisimman monta toistoa. Vatsa- ja lonkankoukistajalihasten dynaamista voimaa mitataan vatsalihastestillä, jossa kymmenen toiston välein suoritustapa muuttuu. Vatsalihastestissä pyritään suorittamaan mahdollisimman monta peräkkäistä toistoa ilman aikarajaa. Kuten kestävyyskunnan testi myös lihaskunnan mittaus pyritään uusimaan parin vuoden sisään, jolloin voidaan arvioida harjoittelun tehoa ja luoda tarkemmat harjoitusohjelmat.

#### **4.5 Kuntotestauksen problematiikka maavoimien helikopteriohjaajilla**

Hyvällä lihaskunnolla ja toimivalla verenkiertoelimistöllä ehkäistään kudosten hapenpuutetta. Jotta ikääntyvien sotilaslentäjien TULE-sairaudet saataisiin minimoitua, täytyy heidän fyysinen kunto joko nostaa tarpeeksi korkealle tasolle tai ylläpitää siellä. Tavoitteen pääsemiseksi täytyy kuitenkin tietää myös fyysisen kunnan lähtötaso. Sen selvittämiseen puolustusvoimissa on eri henkilöstöryhmille erilaisia testistöjä. Ilmavoimien ohjaajat saavat kattavan palautteen fyysisen kunnan tasostaan varsinkin Kuortaneen Urheiluopiston testien yhteydessä. Ongelmana on se, ettei puolustusvoimien helikopteri-

lentäjille, jotka kärsivät yhtälailla tukirangan kivuista, saada oikeanlaista tietoa heidän omasta fyysisen kunnan tasostaan. Siksi maavoimien helikopterilentäjien on kehitettävä kuntoaan käytännössä omien tuntemusten ja vuosittaisten PAK-suoritusten perusteella. Nämä testit eivät välttämättä kerro riittävällä varmuudella ohjaajille sitä, kuinka he voivat harjoittelemalla parhaiten ehkäistä lentämisestä koituvia niska- tai selkäkipuja.

## 5 TUKI- JA LIIKUNTAELINSAIRAUDET SUOMESSA

### 5.1 Tuki- ja liikuntaelimet

Tuki- ja liikuntaelimistö koostuu luiden, lihasten ja nivelten muodostamasta tukirakenteesta, joka kantaa ihmisen painon ja mahdollistaa erilaisen liikunnan kuten kävelyn ja juoksemisen. Tuki- ja liikuntaelinten tärkein tehtävä on mahdollistaa raajojen liikkeet liikunnan aikana. Luusto ja tukiranka kannattelevat ja tukevat elimistöä sekä toimivat kalsiumin, fosforin ja muiden kivennäisaineiden varastona. Raajojen liikkeet muodostuvat lihasten supistamisella ja rentouttamisella. Lihassupistuksessa muodostunut voima vaikuttaa myös luihin ja niveliin, jolloin koko tuki- ja liikuntaelimistö toimii yhtenä kokonaisuutena. (Clayman 1992, 9-16.)

Kattavammin tuki- ja liikuntaelimistön määritelmä sisältää luiden, lihasten ja nivelten lisäksi myös jänteet ja ligamentit. Tuki- ja liikuntaelimistön tehtävä on liikkeiden mahdollistaminen ja sisäelinten suojaaminen. Sekä miehillä että naisilla yli puolet kokonaispainosta koostuu tuki- ja liikuntaelimistöön kuuluvista sadoista lihaksista ja luista. Aikuisen ihmisen luuston massa pysyy käytännössä vakiona, mutta liikunnalla ja terveemmällä ravintokäyttäytymisellä voidaan vaikuttaa lihasten ja rasvan massaan. (Vuori ym. 2005, 34.)

### 5.2 Liikunnan vaikutukset tuki- ja liikuntaelimistölle

Ihmisen luustoa kehittävät useat eri tekijät kuten geneettinen perimä, ravinnon laatu ja fyysinen kuormitus. Näistä ennen kaikkea mekaanisen kuormituksen merkitys luuston kasvulle ja muodolle on suuri. Luusto kehittyy pääasiassa 20. ikävuoteen asti. Sen muotoutuminen tapahtuu lähinnä tarpeen kautta. Kun ihminen kuormittaa tarpeeksi tiettyä osaa tukirangasta, luiden massa lisääntyy kyseisellä alueella, jotta elimistö kestäisi vastaavan rasituksen paremmin seuraavalla kerralla. Luut myös heikentyvät, jos niille ei tarjota riittävän suurta rasitusta tietyin väliajoin. Tämän niin kutsutun luun uudismuodotuksen vuoksi tiettyjen lajien urheilijoilla on poikkeuksellisen vahvat luut niillä alueilla, joita lajikohtaisesti rasitetaan enemmän. Myös useat tutkimukset ovat osoittaneet, että



lapsuudessa harrastettu riittävän monipuolinen liikunta korreloi myöhemmällä iällä luun vahvuuteen. (Heinonen 2005, 19.)

Tapaturmat, raskaiden taakkojen kantaminen ja pitkäkestoiset staattiset lihassuoritteet aiheuttavat helposti särkyä selän ja niska-hartiaseudun alueelle. Tutkijat eivät kuitenkaan ole vielä onnistuneet todistamaan, mitkä ja kuinka usein toistetut suoritteet ovat haitallisimpia. Oman kehon ja sen tuntemusten kuuntelemisen merkityksestä ollaan kuitenkin tiedeyhteisössä yhtä mieltä. Ihmisen ei ole järkevää tehdä jatkuvasti suoritteita, jotka tuntuvat pahalta tai aiheuttavat toistuvasti kiputiloja. Fyysisen kuormituksen suhteen ei tule kuitenkaan alistua ylivarovaisuuteen, sillä kehon kudosten tutkimukset ovat osoittaneet, että sopivalla liikuntaelimityksen kuormituksella ehkäistään luukatoa ja kehitetään lihaskuntoa. Paremmalla lihaskunnolla ja yleisellä suorituskyvyllä ehkäistään todennäköisesti kudosten hapenpuutetta verenkierron tehostumisen myötä. Ajan myötä tuki- ja liikuntaelimitys rappeutuu, jos sille ei anneta riittävästi ärsykeitä suorituskyvyn ylläpitämiseksi. (Ruuskanen 1995, 39–40.)

### **5.3 Fyysisen kunnan testitulosten vaikutus tule-sairastavuuteen**

Vuonna 1976 suomalaisista tutkijoista koostunut työryhmä suoritti notkeutta ja kestävyysvoimaa mittaavan kuntotestin murrosikäisille nuorille. Neljännesvuosisata myöhemmin, vuonna 2001, tutkimukseen osaa ottaneille, noin tuhannelle henkilölle, suoritettiin tuki- ja liikuntaelinoireita kartoittava kysely. Sillä pyrittiin selvittämään koehenkilöiden vammautumistaustaa selän, niskan ja polvien osalta. Tutkijat vertasivat kyselyn tuloksia vastaajien henkilökohtaisiin kuntotestituloksiin tavoitteenaan selvittää, voiko testitulosten parametrien avulla ennustaa tuki- ja liikuntaelinsairauksien esiintymistä aikuisiällä. (Mikkelsson, Nupponen, Kaprio, Kautiainen, Mikkelsson & Kujala 2006, 107.)

Notkeutta kuntotestiosuudessa mitattiin liikkeellä, jossa testattava istui alustalla jalat suorana ja pyrki kumartamalla eteenpäin yltämään käsillään mahdollisimman pitkälle. Kestävyysvoimaa testattiin istumaannousu -liikkeellä, jossa pyrittiin saamaan mahdollisimman monta toistoa kolmenkymmenen sekunnin aikana. Tutkijat perustelivat kyseisten liikkeiden valintaa testattaviksi, koska ne olivat luotettavia mitattavien muuttujien suhteen. Venyvyystestin tulos kuvasi käytännössä fyysisen kunnan osa-alueista pelkäs-

tään notkeutta, ja istumaannousun tulos riittävällä tarkkuudella puolestaan kuvasi kestävyysvoimaa. Tuki- ja liikuntaelinoireita kartoittavan kyselyn yhteydessä selvitettiin myös vastaajien fyysisen aktiivisuuden tasoa sekä yleistä terveydentilaa. (Mikkelsson ym. 2006, 108.)

Tutkimustuloksena tutkijaryhmä totesi hyvän notkeuden vähentävän miehillä niskahartiaseudun oireita myöhemmällä iällä. Tutkijat arvelivat yleisen lihasjäykkyyden olevan merkittävimpana syynä tulokseen. Niskaoireisiin aikuisiässä saattoivat tosin vaikuttaa myös testattavien elintavat sekä geneettinen perimä. Hyvä tulos kestävyysvoimatestissä puolestaan ennusti tutkijoiden mukaan miehille suurempaa riskiä kärsiä polvivaivoista. Tätä perusteltiin varsinkin sillä, että hyvän kestävyysvoiman omaavat henkilöt ovat keskimäärin myös paremmassa fyysisessä kunnossa, jolloin he harrastavat enemmän liikuntaa. Suurin osa polvivaivoista aiheutuu nimenomaan urheilusuoritteiden aikana tai pian sen jälkeen. Tuki- ja liikuntaoirekyselyn vastausten perusteella tutkijat päätyivät tulokseen, että riittävän suuri määrä säännöllistä liikuntaa vähentää miesten riskiä kärsiä alaselän kivuista aikuisiässä. Tutkijoiden mukaan fyysisestä kuormituksesta johtuva alaselän vahvistuminen oli merkittävin tekijä kipujen vähenemisessä. (Mikkelsson ym. 2006, 111.) Taulukossa 2. Esitetään kootusti tutkijoiden johtopäätökset fyysisten ominaisuuksien ja TULE-oireiden yhteyksistä

**Taulukko 2.** Fyysisten ominaisuuksien yhteys tuki- ja liikuntaelinoireisiin

| <b>Fyysinen ominaisuus</b> | <b>Tuki- ja liikuntaelinoire</b>           |
|----------------------------|--|
| Hyvä kestävyysvoima        | Suurempi riski polven vaivoihin            |
| Hyvä notkeus               | Pienempi riski niskahartiaseudun vaivoihin |
| Hyvä fyysinen aktiivisuus  | Pienempi riski alaselän vaivoihin          |

## 6 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET SOTILASLENTÄJIEN TULE-SAIRAUKSISTA

Puolustusvoimien lentäjät joutuvat uransa aikana kestämaan suuria tukirangalle koituvia rasituksia, jotka johtuvat g-voimista ja huonosta ohjaamoergonomiasta. Kiihtyvyysoimat ja vastaponnistus asettavat tuki- ja liikuntaelimestölle kovan haasteen (Eloranta ym. 1996, 16.) Hämäläinen havaitsi vuonna 1993, että ilmavoimien hävittäjälentäjistä 48 %:lla esiintyi lennonaikaista akuuttia niskaoireilua ja 28 %:lla niska-hartiaseudun yleisoi-reita työhön liittyen. Merkittävimpänä tekijänä sairastavuuteen oli lentotuntien määrä hä-vittäjäkalustolla. Tämän tutkimuksen perusteella niskan kulumavaiva todettiin ammatti-taudiksi vuonna 1995. (Hämäläinen 1993.) Rintala tutki lentäjien fyysistä aktiivisuutta ja työnaikaista tuki- ja liikuntaelinoireilua. Tutkimuksessa kävi ilmi, että yli puolella Ilmavoi-mien lentäjistä on lennonaikaisia niskaoireita ja hieman alle puolella yläselkäoireita. Alaselän kivuista oli kärsinyt joka neljäs. Niskaoireet esiintyivät lähinnä ohjaajilla, joiden lentotuntimäärä ylitti 20 tuntia kuukaudessa. (Rintala 1995.)

Puolustusvoimien helikopterilentäjien vaivoja ei ole tähän mennessä tutkittu, joten tässä raportissa käytetään lähteenä rajavartiolaitoksen lentäjille suoritettua tukirankojen vaivo-ja kartoittavaa tutkimusta. Edellä mainittujen kohderyhmien lisäksi tarkastellaan, minkä-laisia havaintoja Israelin ilmavoimissa on tehty TULE-sairauksista helikopterilentäjillä. Kyseisen tutkimuksen valintaperuste on sen sotilaslääketieteellinen tausta ja korkeata-soinen validiteetti.

### 6.1 Lentosotakoulun Hawk-ohjaajille suoritettu tuki- ja liikuntaelinkysely

Syrjälä (2004) käytti kadetin tutkielmassaan Kortteen (1999) tekemää kyselyä silloisen Ilmasotakoulun (nykyään Lentosotakoulu) Hawk-ohjaajille. Kyselyyn vastasivat silloiset henkilökuntaan kuuluneet ohjaajat ja vanhin paikalla ollut ilmavoimien kadettikurssi (yh-teensä 33 ohjaajaa). Tutkimus sisälsi neljä kysymystä:

1. Kuinka kauan olet lentänyt Hawkilla? (vuodet/lentotunnit)
2. Onko sinulla ollut tuki- ja liikuntaelinvaivoja (esim. särkyä, puutumista, kireyttä niska-hartiaseudussa, selässä, ylä- tai alaraajoissa)?

3. Onko edellä mainittuja vaivoja esiintynyt Hawkin suunnistus-, mittari-, ja osastolennoilla tai välittömästi niiden jälkeen?
4. Kuinka usein vaivoja esiintyy?

Tutkimukseen vastanneista ohjaajista kaikki ilmoittivat jonkin vaivan ilmenevän lentojen aikana tai niiden jälkeen. Alaselän kireydestä kärsi lähes puolet (13 vastaajaa), ja niskahartiaseudun kireydestä jopa yli puolet (17 vastaajaa). Tuki- ja liikuntaelinten kipujen esiintyvyys oli selkeästi yleisempää kokeneemmilla ohjaajilla, kun taas nuoremmilla ohjaajilla esiintyi suhteessa enemmän tukirangan puutumistiloja. (Syrjälä 2004, 30–33.)

Näihin tuloksiin tukeutuen Syrjälä totesi jatkuvan Hawk-lentämisen aiheuttavan erilaisia oireyhtymiä tuki- ja liikuntaelimityöhön. Lisäksi tutkielmassa oli havaittavissa lentotuntien korreloivan kipujen esiintymistiheyteen kokeneempien ohjaajien raportoidessa niistä useammin. Yleisesti ottaen kyselyn perusteella voidaan todeta nuorempien Hawk-ohjaajien oireiden olevan puutumista alaselässä. Kokeneempien ohjaajien ”ammattitautteina” olivat sen sijaan kivut ja säryt yläselässä sekä niskahartiaseudulla. (Syrjälä 2004, 38.)

## **6.2 RVL:n helikopterilentäjille suoritettu tutkimus tukirangan vaivoista**

Luoma selvitti Rajavartiolaitoksen lentäjien tuki- ja liikuntaelinoireita vuonna 2005 valmistuneessa pro gradu-työssään. Tutkimuksessa kysyttiin AB206-kalustolla lentävien ohjaajien tuki- ja liikuntaelinsairauksista. Kyselyyn vastanneista 18 ohjaajasta (27 yhteensä) 67 % ilmoitti kokeneensa tukirangan vaivoja lentojen yhteydessä. Yleisimmin oire oli kiputila niskassa tai selän alueella. Luoma totesi kyselyn perusteella näistä kahdesta kriittisestä tukirangan osasta niskan olevan herkempi kipeytymään. Hän huomasi myös, että lentojen tiheys ja kesto olivat altistavia tekijöitä oireilulle. Luoma esitti pääsyyksi vaivoihin huonosta lentoasennosta johtuvat selkään kohdistuvat suuret rasitukset. Toinen pohdinnan asteelle jäänyt havainto oli helikopterin tärinästä aiheutuvat fysiologiset rasitukset elimistölle. Kyselyyn vastanneiden mielestä lentovarusteet eivät kuitenkaan olleet vaikuttavana tekijänä kipujen taustalla. Vastauksista ilmeni myös se, että työpaikoilla vaivojen esiintymiseen suhtaudutaan väheksyen ajatellen niiden kuuluvan työnkuvaan. Tutkimuksesta kokonaisuutena ilmeni selkeästi se, etteivät tuki- ja liikunta-

elimistön sairaudet ole pelkästään ilmavoimien ohjaajien ongelmana. Myös Rajavartiolaitoksen helikopterikalustolla toimivien ohjaajien tukirangan vaivat ovat hyvin yleisiä. (Luoma 2005, 64–65.)

### **6.3 Israelin ilmavoimien helikopterilentäjille suoritettu tutkimus selkävivusta**

Israelin ilmavoimien AH-1-kalustolla lentäville helikopteriohjaajille suoritettiin vuonna 1986 alaselkäkipuja kartoittava tutkimus. Tutkimukseen otettiin mukaan 18 ohjaajaa, joiden keski-ikä oli 26 vuotta ja joilla lentokokemusta oli keskimäärin 6 vuotta. Erona puolustusvoimien ja Rajavartiolaitoksen helikopterilentotoimintaan on se, että Israelin AH-1-lentäjät toimivat tehtävästä riippuen myös asejärjestelmän käyttäjän positiolla. Tutkimus suoritettiin yhden viikon aikana, jolloin kukin lentäjistä lensi kaksi 2-3 tunnin mittaista lentoa, joiden välissä oli vähintään kahden vuorokauden lepojakso. Toisella lennoista ohjaaja toimi pilotin tehtävässä ja toisella vuorostaan asejärjestelmän käyttäjänä. (From, Hanegbi, Ribak & Gross 1987, 315.)

Tutkimuksen tuloksena selvisi, että kaikki paitsi 4 ohjaajaa (78 %) kokivat jonkin asteista kipua alaselän alueella jommassakummassa tehtävässä toimiessaan. Testiin osallistuneet ohjaajat kokivat pilotin paikalla toimimisen aiheuttavan nopeammin ja vahvemman kipureaktion kuin toimiminen asejärjestelmän käyttäjän positiolla. Tutkijat tulivat johtopäätökseen, että kivut johtuivat ensisijaisesti huonosta työskentelyasennosta helikopteria lennettäessä. He myönsivät myös tärinän mahdollisen vaikutuksen oireisiin, mutta sitä ei huomioitu tutkimuksessa, koska sen vaikutusta ei voitu erottaa muista vaikuttavista tekijöistä. Tutkimuksen tulokset tukevat muualla maailmassa tehtyjä tutkimuksia, joiden mukaan n. 75 % helikopteriohjaajista kokee ajoittaisia alaselän kiputiloja lentotehtävien yhteydessä. (From ym. 1987, 316–317.)

### **6.4 Tutkimus Norjan ilmavoimien helikopterimiehistöille**

Norjan Ilmavoimien helikopterimiehistöjen tuki- ja liikuntaelinsairauksien tilaa selvitettiin vuonna 2001 julkaistussa tutkimuksessa. Hieman yli puolet (50,5 %) miehistön jäsenistä ilmoitti kokeneensa tuki- ja liikuntaelinkipuja kahden edellisen vuoden aikana. Tämän lisäksi Seaking-kaluston miehistöt raportoivat alaselkäkivuista lähes joka toisella lennolla

(49,3 % kaikista lentotehtävistä). Lentäjät kokivat kipuja kuusi kertaa useammin kuin muut miehistön jäsenet. Tutkimuksen mukaan tulokset vastaavat hyvin pitkälti muita vastaavia helikopteriohjaajille suoritettuja tutkimuksia. Työn yhteenvedossa todetaan, että yli 2000 lentotunnin ohjaajilla on huomattavasti suurempi riski joutua sairauslomalle kipujen vuoksi kuin vähemmän lentäneillä. Toisaalta alle 500 tuntia lentäneillä ohjaajilla lentämisestä johtuvia alaselän kipuja oli vain joka kymmenennellä. (Hansen ym. 2001, 161–164.)

### **6.5 Tutkimus Royal Navyn helikopterimiehistöille**

Vuonna 1996 julkaistiin tutkimus, jossa tutkittiin Royal Navyn (Iso-Britannia) Lynx-kalustolla operoivien helikopterimiehistöjen selkäkipuja. Vertailuryhmäksi otettiin satunnaisesti valittuja sotilaita, jotka eivät toimineet millään kalustolla lentomiehistöissä. Tutkimuksen tuloksena todettiin, että helikopterimiehistön jäsenet kokivat huomattavasti enemmän selkäkipuja (82 %) kuin kontrolliryhmä (52 %), vaikka kivun laatu oli molemmilla ryhmillä samankaltaista. Työn loppupäätelmänä tutkijaryhmä totesi korkeamman vaivatiheyden johtuvan ennen kaikkea ohjaamoergonomiasta. (McMillan ym. 1996, 474–477.)

### **6.6 Tuki- ja liikuntaelinoireet sotilaslentäjillä**

Kalustosta riippumatta sotilaslentäjillä ilmenee tuki- ja liikuntaelinsairauksia. Kipujen johdosta muutamien ohjaajien lentoura on jopa katkennut tai sitä on rajoitettu. Hälyttävintä on sairauksien ilmeneminen jo kadettikurssilla suihkuharjoitushävittäjään siirtymisen ja HW2-vaiheen yhteydessä. Oireille altistava tekijä, lentotuntien määrä, on kalustosta riippumaton ilmiö. Ilmavoimien hävittäjäohjaajilla merkittävin syy TULE-sairauksiin on työnkuvaan kuuluva g-voimista aiheutuva rasitus tuki- ja liikuntaelimille. Riittävän usein toistuva kuormitus ja ohjaajien ikääntyminen lisäävät sairastumisriskiä. Iästä ja lentokokeuksesta riippuen oireet ovat joko kipua tai puutumista selän ja niskan alueilla.

Helikopterilentäjien tuki- ja liikuntaelinsairastavuus oli Rajavartiolaitoksen, Israelin ilmavoimien ja Royal Navyn tutkimusten mukaan huonosta työskentelyasennosta johtuvaa. Tärinän mahdollinen vaikutus oireisiin myönnettiin, mutta sitä ei kyetty aukottomasti to-

distamaan ja erottamaan muista vaikuttavista tekijöistä. Kuten hävittäjäohjaajilla myös helikopterilentäjillä kivut esiintyivät lähes poikkeuksetta selän ja niskan alueella.

## 7 KYSELYN TULOKSET

Tutkimukseen kuuluva kysely toteutettiin informoituna kyselynä. Kyselylomakkeet jaettiin ohjaajille Helikopteripataljoonassa syksyn 2007 aikana. Vastausten takarajana pidettiin tammikuuta 2008. Kyselyn vastausprosentiksi muodostui 29/35 ohjaajaa eli 83 %. Se on lähes yhtä korkea kuin Ojalaisen ja Vuorikiven vuonna 1995 valmistuneessa tutkimuksessa (91 %) ja selkeästi korkeampi kuin Luoman pro gradu työssä (67 %). Kaikissa kolmessa työssä, tämä tutkimus mukaan lukien, tutkittavien joukko oli 20–30 ohjaajaa. Tutkittavien määrän vähyyks saattaa aiheuttaa tilastollista harhaa.

Tutkimuksessa käytetty kyselylomake pohjautuu aiemmin suoritettuun tuki- ja liikuntaelinvaivakyselyyn Ilmavoimien lentävälle henkilöstölle (Rintala, H., Sovelius, R., Skyttä, J. & Siitonen, S. 2004. Lentävän henkilöstön tuki- ja liikuntaelinvaivakysely 2004–2005. Puolustusvoimat.) Sen runkoa muokattiin paremmin soveltuvaksi helikopteriohjaajille, jonka jälkeen valmis kysely jaettiin vastaajille. Ilmavoimien ohjaajille toteutettu kysely mahdollistaa tulosten vertailun helikopteriohjaajien vastaaviin. Kyselylomakkeen pohja löytyy liitteestä 3.

Kyselylomakkeen kysymykset 1-6 selvittivät vastaajien taustoja lentotuntimäärän, työtehtävän ja iän osalta. Kyselyyn vastasi ainoastaan miehiä, joiden ikäjakauma oli 24–46 vuotta. Keski-ikäsi muodostui 34 vuotta. Kokonaislentotunnit asettuivat 215 tunnin ja 4600 tunnin väliin. Keskimääräinen ohjaajan lentotuntimäärä oli 1800 tuntia. Lentotunnit jakautuivat varsin kirjavasti eri konetyyppien kesken.

Konetyypeittäin lentotuntijakauma oli seuraava: MI-8:lla 60–3200 lentotuntia, keskiarvona 720 tuntia (20 ohjaajaa yhteensä). MI8:n lentotunteihin ei laskettu mukaan henkilöitä, joilla oli lentotunteja kyseisellä kalustolla yksi tai vähemmän, koska se olisi vääristänyt aritmeettista keskiarvoa. HH:lla 60–1500 lentotuntia, keskiarvona 760 tuntia (29 ohjaajaa yhteensä). Muulla helikopterikalustolla 3–315 lentotuntia, keskiarvona 107 tuntia (17 ohjaajaa yhteensä). Hävittäjäkalustolla 30–950 lentotuntia, keskiarvona 520 tuntia (4 ohjaajaa yhteensä). Suihkuharjoituskoneella 95–1150 lentotuntia, keskiarvona 460 tuntia (11 ohjaajaa yhteensä). Jälleen hävittäjän ja suihkuharjoituskoneen lentotunneista



jätettiin pois henkilöt, joilla on hyvin vähän lentotunteja (alle 5 lentotuntia) tai ainoastaan tutustumislentoja. Muulla kiinteäsiipisellä konekalustolla 40–650 lentotuntia, keskiarvona 300 tuntia (20 ohjaajaa yhteensä).

Lomakkeen kysymyksessä numero 7 kartoitettiin, onko ohjaajilla esiintynyt lentämisestä aiheutuneita tuki- ja liikuntaelinvaivoja. Vastaajista kolmella ohjaajalla (10 %) oli aiheutunut TULE-oireita lentämiseen liittyen usein, 19 ohjaajalla (66 %) joskus ja seitsemällä ohjaajalla (24 %) ei koskaan. Kaiken kaikkiaan lentämisestä aiheutuneita tuki- ja liikuntaelinvaivoja oli siis 76 %:lla kaikista Helikopteripataljoonan ohjaajista.

Kysymykseen 8. tuli vastata, jos edellisessä kysymyksessä oli vastannut oireita ilmeneen joskus tai usein. Tämän kysymys kartoitti, missä vaiheessa lentotehtävään suhteutettuna oireet esiintyivät ohjaajalla. Niistä ei yksikään ilmennyt heti vyöttäytyessä, 32 % lentotehtävän aikana, 41 % tehtävän jälkeen samana päivänä ja 27 % viikon sisällä. Kysymys ei paljasta niitä tapauksia, joissa samalla ohjaajalla on esiintynyt vaivoja eri vaiheissa lentotehtävää.

Kysymyksissä 9-13 selvitettiin erilaisten tukirankavaivojen esiintymistiheyttä lentouran aikana. Jokainen kohta sisälsi seuraavat vastausvaihtoehdot: ei koskaan, vähemmän kuin kerran kuussa, kerran pari kuussa, viikoittain, päivittäin. Analysointivaiheessa nämä vaihtoehdot muutettiin muotoon: ei koskaan, joskus, usein. Alempana esitetyssä kaaviossa (KUVIO 2) esitetään muutettujen vaihtoehtojen jälkeinen jakauma vastausten välillä.

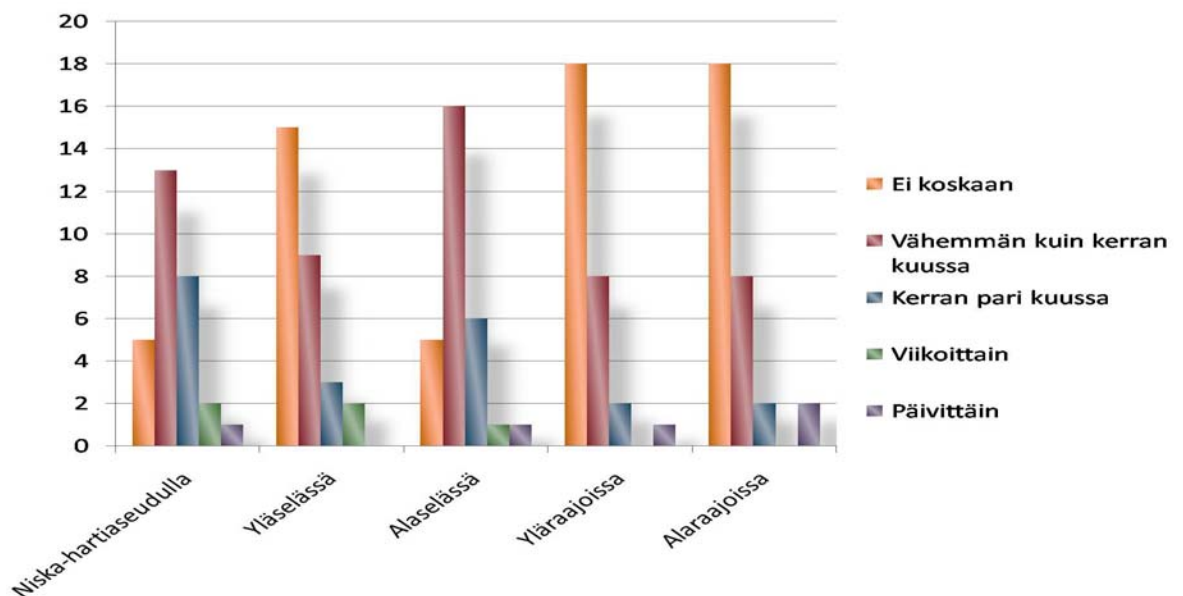
Kysymys 9. koski niska-hartiaseudun vaivoja. Vastaajista viidellä ohjaajalla (17 %) vaivoja ei ollut koskaan, 13 ohjaajalla (45 %) vähemmän kuin kerran kuussa, kahdeksalla ohjaajalla (28 %) kerran pari kuussa, kahdella ohjaajalla (7 %) viikoittain ja yhdellä ohjaajalla (3 %) päivittäin.

Kysymyksellä 10. kartoitettiin vastaavalla tavalla yläselän oireita. Vastaajista 15 ohjaajalla (52 %) kyseisiä vaivoja ei ollut koskaan, yhdeksällä ohjaajalla (31 %) vähemmän kuin kerran kuussa, kolmella ohjaajalla (10 %) kerran pari kuussa ja kahdella ohjaajalla (7 %) viikoittain. Kellään vastaajista ei ilmennyt yläselän vaivoja päivittäin.

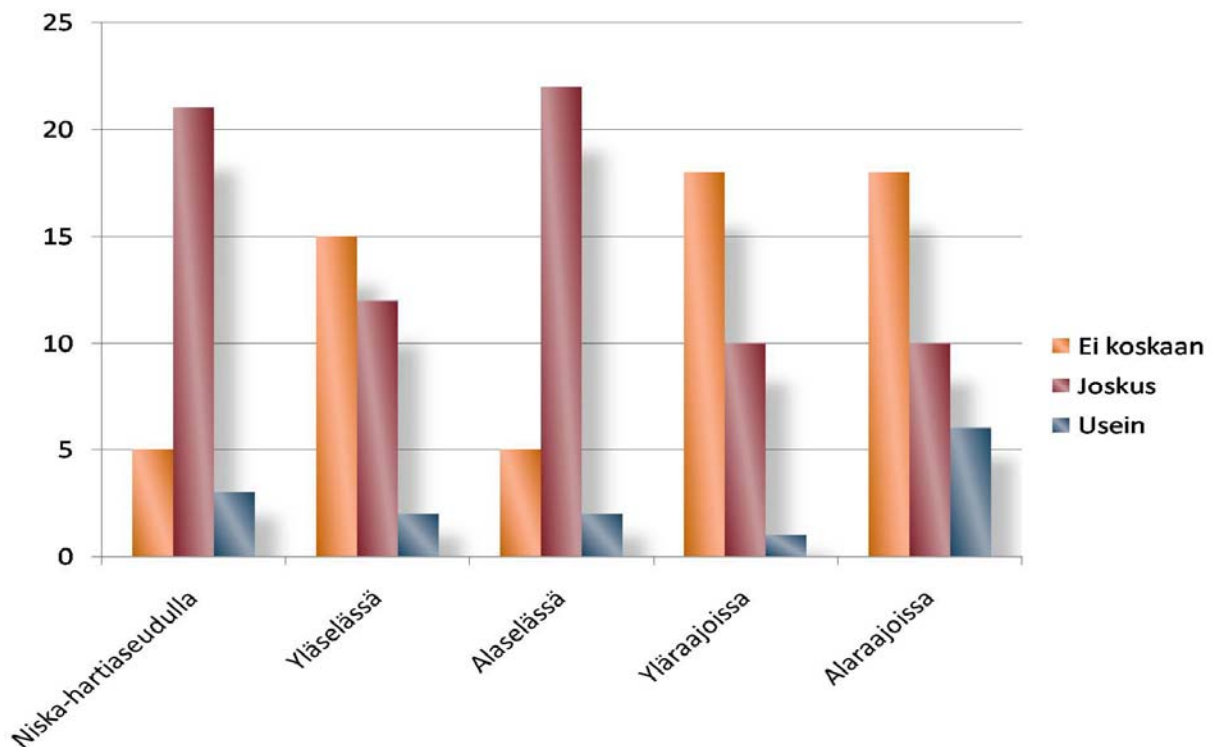
Kysymys 11. koski alaselän vaivoja. Vastaajista viidellä ohjaajalla (17 %) alaselän vaivoja ei ollut koskaan, 16 ohjaajalla (56 %) vähemmän kuin kerran kuussa, kuudella ohjaajalla (21 %) kerran pari kuussa, yhdellä ohjaajalla (3 %) viikoittain ja yhdellä ohjaajalla (3 %) päivittäin.

Kysymys 12. kartoitti yläraajojen vaivoja. Vastaajista 18 ohjaajalla (62 %) kyseisiä vaivoja ei ollut koskaan, kahdeksalla ohjaajalla (28 %) vähemmän kuin kerran kuussa, kahdella ohjaajalla (7 %) kerran pari kuussa ja yhdellä (3 %) ohjaajalla päivittäin. Yksikään vastaajista ei valinnut kokevansa yläraajojen vaivoista viikoittain.

Kysymys 13. selvitti alaraajojen vaivoja. Vastaajista 18 ohjaajalla (62 %) niitä vaivoja ei ollut koskaan, kahdeksalla ohjaajalla (28 %) vähemmän kuin kerran kuussa, kahdella ohjaajalla (7 %) kerran pari kuussa ja yhdellä ohjaajalla (3 %) päivittäin. Yksikään vastaajista ei valinnut kokevansa alaraajojen vaivoista viikoittain. Alla olevassa kaaviossa (KUVIO 2) esitetään vaivojen esiintyvyys ohjaajien lukumääränä ja alkuperäisillä vastausvaihtoehdoilla. Kuviossa 3. esitetään vastaava esiintyvyys muutetuilla vastausvaihtoehdoilla.



**Kuvio 2.** Tukirangan vaivainsidenssi lentouran aikana (alkuperäiset vastausvaihtoehdot).



**Kuvio 3.** Tukirangan vaivainsidenssi lentouran aikana (muutetut vastausvaihtoehdot).

Kuten kuvioista 2 ja 3 nähdään, vastausvaihtoehtojen muuttaminen ei muuttanut histogrammin palkkien suhteita merkittävästi. Voidaankin todeta, että vastausvaihtoehtojen tiivistämisellä ei aiheutettu merkittävää alkuperäisen tiedon menetystä.

Kysymyksessä 14–15 kartoitettiin ohjaajille tukirangan vaivoista aiheutuneita tasapaino- tai motorisia häiriöitä. Molemmissa kohdissa vastausvaihtoehdot olivat: ei koskaan, joskus, jatkuvasti. Ainoastaan yksi vastaaja myönsi kärsineensä tukirankavaivojen aiheuttamista tasapainohäiriöistä joskus. Muille vastaajille kyseisiä häiriöitä ei ollut ilmennyt koskaan.

Lomakkeen kysymykset 16–30 jätetään käsittelemättä tämän työn yhteydessä.

## 8 PAK- KUNTOTESTIEN TULOKSET

Kyselylomakkeisiin saatiin vastauksia 29 ohjaajalta, jolloin vastausprosentiksi muodostui 83 %. Kuitenkin PAK-kuntotestien tuloksia saatiin ainoastaan 27 ohjaajalta jolloin reaalisesti vastausprosentiksi analysointivaiheessa muodostui 77 %. Pienessä tutkimusaineistossa näinkin pieni kato tuloksissa vaikutti merkittävästi analysointiin, kuten myöhemmin raportissa tulee esille. Kuntotestituloksiin kuuluivat seuraavat tiedot:

- etunojapunnerrus (krt/60s)
- istumaan nousu (krt/60s)
- käden puristusvoima
- toistokyykistys (krt/60s)
- Cooper (m/12min)
- Polkupyöraergometri (yli 40 vuotiaat)
- LKI
- HKI
- Henkilön perustiedot (pituus, paino, BMI)

Vastaajien keskipituus oli 1,80 metriä ja keskipaino 79 kilogrammaa. Näiden avulla laskettu keskimääräinen BMI (painoindeksi) oli 24,4. Kuntosuoritteiden tulokset on valmiiksi luokiteltu viiteen eri luokkaan, jotka huomioivat myös henkilön iän. Testiluokat löytyvät liitteestä 4.

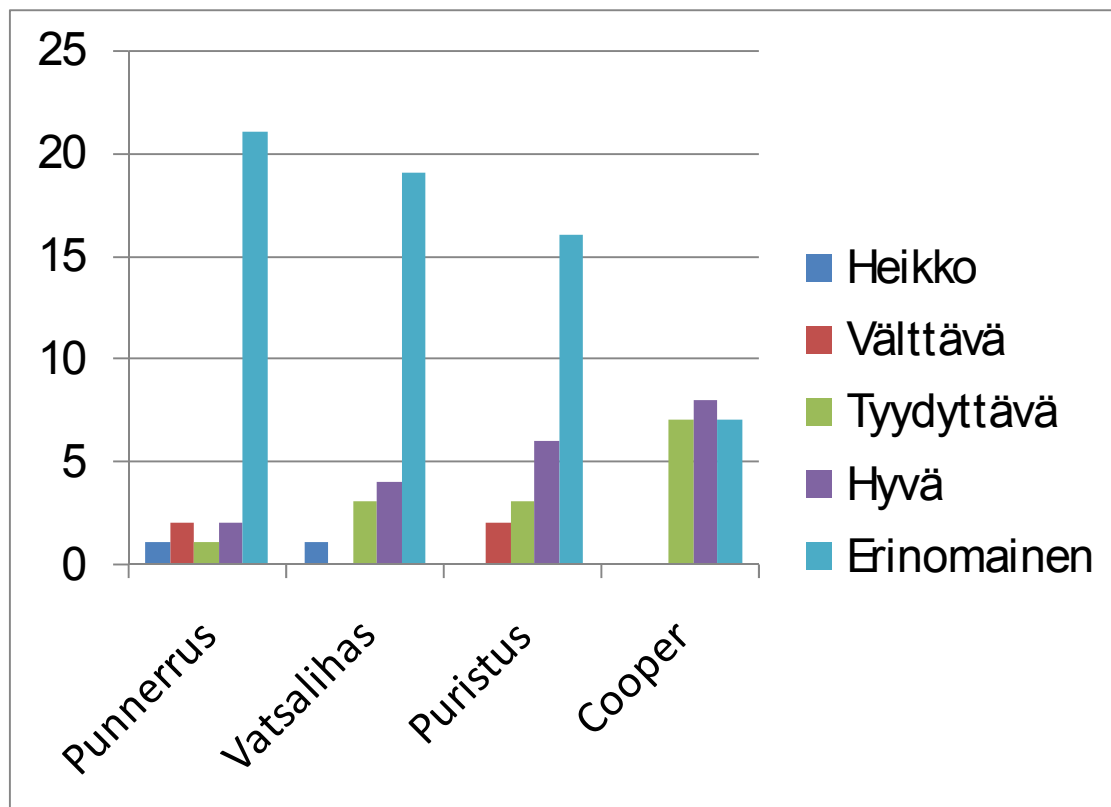
Testin etunojapunnerrus suoritettiin asettumalla lattialle vatsalleen päinmakuulle ja asettamalla kämmenet noin hartioiden leveydelle maata vasten. Testaajan ilmoittaessa suorituksen alkamisesta testattava ojensi käsivarsiaan suoraksi pitäen samalla vartaloon jännittyneenä ja varpaat maassa. Tämän jälkeen laskeudutaan alas kunnes kyynär- ja olkavarret ovat 90 asteen kulmassa. Liikettä toistetaan yhtäjaksoisesti mahdollisimman monta kertaa 60 sekunnin aikana. (PEkoul-os 1999, 31.) Helikopteriohjaajien keskimääräinen toistojen määrä etunojapunnerruksissa oli 44 toistoa minuutissa ja keskimääräinen luokitus 4 (hyvä)

Istumaannousussa testattava asettui ensin selin makuulle. Seuraavaksi hän asetti sormet ristiin niskan taakse ja kyynärpäät eteen. Polvet asetetaan suoraan kulmaan ja avustaja tukee nilkoista koko suoritteen ajan. Testaajan ilmoittaessa suorituksen alkamisesta testaaja nousee istumaan koskettaakseen kyynärpäällä polviaan. Tämän jälkeen hän laskeutui selin makuulle kunnes hartiat koskevat maahan. Suoritetta jatketaan mahdollisimman monta kertaa 60 sekunnin aikana. (PEkoul-os 1999, 31.) Helikopteriohjaajien keskimääräinen tulos istumaan nousuissa oli 45 toistoa/ minuutti ja 4 luokka (hyvä).

Testattavien käsien puristusvoimaa mitattiin erillisellä puristusvoimadynamometrillä. Suorituksen aikana testattava istui tuolissa olkavarsi kevyesti kiinni vartalossa ja kyynärvarsi vaakasuoraan ojennettuna. Dynamometrin kahva säädettiin käteen sopivaksi, jonka jälkeen luvan saatuaan testattava puristi kahvaa yhtäjaksoisesti ja mahdollisimman voimakkaasti. Testi toistettiin molemmille käsille vuorotellen, jonka jälkeen molempien käsien parhaista tuloksista laskettiin keskiarvo, joka kirjattiin ylös. (PEkoul-os 1999, 32.) Helikopteriohjaajien keskiarvo puristusvoimassa oli 63 kilogrammaa ja keskimääräinen luokka 4 (hyvä).

Toistokyykistystesti suoritettiin testattavan seistessä haara-asennossa (jalat n. 30 cm:n päässä toisistaan). Saatuaan luvan hän kyykistyi jalkoja koukistaen ja pitäen selän samanaikaisesti suorassa. Kyykistystä tuli jatkaa kunnes sormet osuvat maahan. Tämän jälkeen liike jatkui takaisin lähtöasentoon. Suoritusta tuli jatkaa minuutin ajan niin monta kertaa kuin mahdollista. (PEkoul-os 1999, 32.) Ohjaajien toistokyykistysten keskiarvo oli 62 toistoa/ minuutti ja luokka 5 (erinomainen).

Yleiskuntoa testipatterissa mitataan joko polkupyöräergometrillä tai Cooperin juoksutestillä. 22 ohjaajaa suoritti Cooperin testin, ja heidän keskiarvokseen muodostui 2890 metriä ja luokkakeskiarvoksi 4 (hyvä). Ergometritestin suoritti 5 ohjaajaa keskiarvolla 51,8 ml/kg/min. Keskiarvoluokaksi heillä muodostui 5 (erinomainen). Testistössä fyysisen kunnan kokonaistilannetta kuvataan kahdella yleissuureella: LKI:llä (asteikolla 5–25) ja HKI:llä (asteikolla 1,0–5.9). Ohjaajien keskimääräinen LKI oli 23 (erinomainen) ja HKI 5,0 (erinomainen). Alla olevassa kuviossa (KUVIO 4) esitetään kuntotestien tulokset kootusti:



Kuvio 4. Ohjaajien kuntotestitulosten arvosanat

## 9 TILASTOLLISEN TUTKIMUKSEN PERUSKÄSITTEITÄ

### 9.1 Mitta-asteikot

Tilastotieteessä mittaaminen tulee ymmärtää hieman kattavammin, kuin fyysisten suureiden konkreettisena määrittämisenä. Se voi olla asioiden luokittelua tai niiden ominaisuuksien määrittämistä. Mittaustason ilmaisukyky ilmaistaan mitta-asteikon käsitteellä. Lähtökohtaisesti on olemassa ainakin neljä erilaista mitta-asteikkoa: luokittelu- eli nominaaliasteikko, järjestys- eli ordinaaliasteikko, välimatka- eli intervalliasteikko ja suhteasteikko eli absoluuttinen asteikko. (Heikkilä 2004, 81–82.)

Luokitteluasteikolla kuvataan muuttujien välistä suhdetta lähinnä vain luokittelemalla ne eri ryhmiin. Muuttujien arvoilla ei ole määritettävissä selkeää nollakohtaa, etäisyyttä toisistaan tai järjestystä. Luokitteluasteikolla ei ole mielekästä laskea järjestykseen ja etäisyyksiin perustuvia tunnuslukuja kuten keskiarvo, keskihajonta ja mediaani. Analysointimenetelmistä kyseiseen asteikkoon soveltuu epäparametriset menetelmät ja frekvenssiesitykset kuten ristiintaulukointi sekä khiin neliö -testi. (Tähtinen & Isoaho 2001, 14.)

Järjestysasteikolliset muuttujat voidaan laittaa asteikon nimen mukaan järjestykseen, mutta niiden etäisyyttä tai suhdetta toisiinsa ei voida muutoin määrittää. Keskiarvon ja keskihajonnan laskeminen ei onnistu tälläkään asteikolla, mutta mediaanin ja järjestyskorrelaation kylläkin. Analysointimenetelmistä ordinaaliasteikolle soveltuvat nominaaliasteikon menetelmien lisäksi useammat epäparametriset menetelmät. (Tähtinen & Isoaho 2001, 14–15.)

Välimatka-asteikollisille muuttujille voidaan määrittää niiden välinen etäisyys, mutta lineaarista suhdetta ei voida määrittää, koska asteikolla ei ole selkeää nollakohtaa. Muuttujien arvojen keskinäiset etäisyydet ja järjestys on määrätty, joka mahdollistaa arvojen erotuksen vertailun. Lähes kaikki tunnusluvut on laskettavissa intervalliasteikolla. Ainoastaan muuttujien arvojen välistä tarkkaa suhdetta ei voida määritellä. Analysointiin tällä asteikolla soveltuvat erilaiset parametriset ja epäparametriset testit, tulomomenttikorrelaatio, regressioanalyysit, faktorianalyysi, muut monimuuttujamenetelmät sekä keskiar-

votestit. (Tähtinen & Isoaho 2001, 15.)

Suhdeasteikollisilla muuttujilla on järjestyksen ja etäisyyden lisäksi määritettävissä absoluuttinen nollakohta. Tämä mahdollistaa arvojen yhteen- ja kertolaskun. Analysointimenetelmät ovat samat kuin välimatka-asteikollisilla muuttujilla. (Tähtinen ja Isoaho 2001, 15.)

## 9.2 Tunnusluvut

Tilastollisessa tutkimuksessa tunnusluvuilla saadaan muuttujien sisältämä informaatio tiivistettyä tulkittavampaan muotoon. Mitta-asteikon valinta vaikuttaa käytettävissä oleviin tunnuslukuihin. Tunnusluvut voidaan jakaa kahteen pääkategoriaan: sijaintilukuihin ja hajontalukuihin. (Heikkilä 2004, 82.)

Sijaintiluvuilla ilmaistaan eri tavoin muuttujien jakauman sijaintia. Tyypillisiä sijaintilukuja ovat muun muassa keskiarvo, moodi ja mediaani. Hajontaluvut vuorostaan ilmaisevat, kuinka etäällä tai kuinka paljon muuttujan arvojen mittaukset vaihtelevat. Mitä pienempi hajontaluku, sitä lähempänä arvot ovat toisiaan. Tyypillisiä hajontalukuja ovat muun muassa keskihajonta, keskipoikkeama ja varianssi. Sijainti- ja hajontalukujen lisäksi löytyy myös jakauman vinoutta ja huipukkuutta mittaavia tunnuslukuja. (Heikkilä 2004, 83–88.) Alla on esitetty eri mitta-asteikoille soveltuvat tunnusluvut.

**Taulukko 3.** Eri mitta-asteikoille sopivat tunnusluvut

| Mitta-asteikko    | Sijaintiluvut                   | Hajontaluvut                  | Muut tunnusluvut |
|-------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Nominaaliasteikko | Moodi                           |                               |                  |
| Järjestysasteikko | Moodi<br>Mediaani<br>Fraktiilit | Vaihteluväli<br>Kvartiiliväli |                  |

(jatkuu)



**Taulukko 3.** (jatkuu)

|                    |  |   |                      |
|--------------------|--|---|----------------------|
| Välimatka-asteikko | Moodi<br>Mediaani<br>Keskiarvo<br>Fraktiilit | Vaihteluväli<br>Vaihteluvälin pituus<br>Kvartiiliväli<br>Kvartiilivälin pituus<br>Keskipoikkeama<br>Keskihajonta<br>Varianssi                     | Vinous<br>Huipukkuus |
| Suhdeasteikko      | Moodi<br>Mediaani<br>Keskiarvo<br>Fraktiilit | Vaihteluväli<br>Vaihteluvälin pituus<br>Kvartiiliväli<br>Kvartiilivälin pituus<br>Keskipoikkeama<br>Keskihajonta<br>Varianssi<br>Variaatiokerroin | Vinous<br>Huipukkuus |

(Heikkilä 2004, 90.)

### 9.3 Todennäköisyys

Tilastotieteessä todennäköisyyttä käytetään laskettaessa tiettyjen tapahtumien toteutumismahdollisuuksia, arvioitaessa väriiden päätelmien tekemisen riskiä ja ennustettaessa muuttujien arvoja matemaattisten mallien pohjalta. Todennäköisyyslaskennan perusta on satunnaisilmion tarkastelu. Tällöin kyseisten tapahtumien ennakointi täydellisesti on mahdotonta. Satunnaismuuttujan avulla pyritään arvioimaan muuttujien arvoissa esiintyvä vaihtelu todennäköisyyslaskennan kielellä. Satunnaismuuttujaa kutsutaan diskreetiksi, jos se voi saada vain tiettyjä arvoja, ja jatkuvaksi, jos se voi saada mitkä tahansa arvot tietyltä väliltä. (Heikkilä 2004, 99.)

Klassisen todennäköisyyslaskennan perusta on, että kaikki tulosmahdollisuudet ovat lähtökohtaisesti yhtä todennäköisiä. Todennäköisyys tietylle tapahtumalle lasketaan tällöin sille suotuisten alkioden määrän suhteesta kaikkiin alkioihin. Tilastollinen todennä-

köisyys arvioi tapahtuman suhteellista esiintymisfrekvenssiä, kun sama koe toteutetaan riittävän usein vakio-olosuhteissa. (Heikkilä 2004, 99–100.)

Todennäköisyydellä (P) on kolme perusominaisuutta:

- Sen kaikki arvot ovat välillä  $0 \leq P \leq 1$
- Kaikkien mahdollisten tulomahdollisuuksien summa on 1
- Jos A ja B ovat erillisiä tapahtumia, niin todennäköisyys sille, että joko A tai B tapahtuu, on niiden osatodennäköisyyksien summa

Tässä kohtaa on syytä esitellä myös tilastollisessa tutkimuksessa eri metodien yhteydessä käytettävät merkitsevyystasot. Niitä tarvitaan, jotta voidaan arvioida, onko otoksesta saaduilla tuloksilla mahdollista tehdä päätelmiä populaation suhteen. Merkitsevyystasolla ilmaistaan, kuinka todennäköistä on, että tehty päätelmä on virheellinen. Täten se on eräänlainen riskikartoitus tuloksien johtopäätöksistä. Näin ollen havaittu merkitsevyystaso p paljastaa todennäköisyyden sille, että asetettu nollahypoteesi hylätään, vaikka se on tosi. Tutkimuksessa pyritään saavuttamaan mahdollisimman pieni p-arvo, jotta voitaisiin olettaa tutkimusaineistossa havaittavan riippuvuuden olevan tilastollisesti merkitsevä. (Tähtinen & Isoaho 2001, 17.) Yleisimmät riskitasot ovat seuraavat:

**$p \leq 0,05$  - tilastollisesti melkein merkitsevä**

Käytännössä hyvä tieteellinen menettely vaatii, että p-arvo olisi korkeintaan 0,05, jotta asetettu nollahypoteesi voidaan hylätä. Siinä tapauksessa nollahypoteesin hylkääminen tapahtuu korkeintaan 5 % riskillä.

**$p \leq 0,01$  - tilastollisesti merkitsevä**

Saatu tulos on tilastollisesti merkitsevä, jos p:n arvo sijoittuu välille  $0,001 < p \leq 0,01$ . Jos p:n arvo on 0,001 tai alle, niin saatu tulos luetaan tilastollisesti erittäin merkitseväksi.

Merkitsevyytasoista puhuttaessa tärkeää on huomioida otoksen koko. Heikko suhde voi tarpeeksi suuressa aineistossa olla helpommin tulkittavissa merkitseväksi ja päinvastoin. Muutoinkin on syytä olla varuillaan kylmien numeroiden suhteen. Ne eivät välttämättä paljasta koko totuutta ja saattavat vääristää tulosten relevanttisuutta ja merkittävyyttä. Toisaalta vaikka jollain metodilla ero saattaa jäädä havaitsematta, saatetaan toisen metodin kautta löytää merkittäviä eroja. Tästä johtuen osa tutkijoista hyväksyykin tulosten tilastollisen merkittävyyden  $p$ :n arvon ollessa vain alle 0,1, jolloin puhutaan 10 % riskitasosta. (Tähtinen & Isoaho 2001, 17–18.)

#### **9.4 Normaalijakauma**

Normaalijakauma, joka tunnetaan toiselta nimeltään Gaussin käyränä, on yleisimmin käytössä oleva tilastollisten mallien jakauma. Sen käytön yleisyys johtunee keskiarvon ja summatyypisten muuttujien normaalijakautuneisuudesta. Jopa luonnossa monet asiat, kuten ihmisen ominaisuudet ovat jakautuneet suurin piirtein normaalijakauman mukaisesti. Normaalijakauma on symmetrinen jakauma, jossa suurin frekvenssi sijaitsee käyrän keskipisteessä, ja se pienenee tasaisesti laitoja kohti. (Heikkilä 2004, 101.)

Monia tilastollisia metodeja voidaan soveltaa vasta, kun tutkittava aineisto noudattaa kutakuinkin normaalijakaumaa perusjoukossa. Ongelmana monesti on, että varsinkin pienemmissä otoksissa jakauma ei noudattele Gaussin käyrän muotoja mahdollisten satunnaisvirheiden ansiosta. Tällöin tutkija kontolle jää tulkita jakauman huipukkuuden ja vinouden pohjalta, voidaanko normaalijakaumaa vaativia tilastollisia menetelmiä käyttää. (Heikkilä 2004, 103.)

## 10 TILASTOLLINEN ANALYYSI

### 10.1 Työn kuvaus

Tutkimuksessa pyrittiin löytämään yhteyksiä helikopteriohjaajien tuki- ja liikuntaelinvaivojen ja fyysisten kuntotestitulosten välillä. Näin työ voitiin luokitella selittäväksi, jossa etsitään ennen kaikkea syy-seuraussuhteita. Työ koski kaikkia virassa olevia maavoimien helikopterilentäjiä, jolloin se oli perusjoukkoa koskeva kokonaistutkimus. Tutkimusaineistosta kyselylomakkeen vastaukset olivat primaarista eli nimenomaan tätä tutkimusta varten hankittua. PAK-testien tulokset sen sijaan olivat sekundaarista aineistoa eli ne oli alun perin koottu muuta tarkoitusta varten. Tutkimusasetelma oli ekstensiivinen, jossa valittua aihetta käsiteltiin laajasti, mutta pintapuolisesti. (Heikkilä 2004, 14–16.)

Tutkimuksen kysely toteutettiin kvantitatiivisesti strukturoidun kyselylomakkeen avulla. Se jaettiin kootusti tutkimukseen osallistuville koehenkilöille syksyllä 2007. Tutkimus suoritettiin kokonaistutkimuksena, jolloin perusjoukoksi muodostui 35 maavoimien virassa olevaa helikopteriohjaajaa. Kyselyn vastausprosentiksi saatiin 83 %. Kyselylomakkeen luotettavuutta puoltaa sen aikaisempi käyttö vastaavissa tutkimuksissa ilmavoimien ohjaajille. Ilmavoimien ohjaajille suunnatusta kyselylomakkeesta poimittiin olennaisimmat kohdat helikopteriohjaajiin liittyen. Käytännössä esimerkiksi kaikki kuormituskertoi- miin liittyvät kysymykset jätettiin lomakkeelta kokonaan pois. Tämän jälkeen muodostettu runko hyväksytettiin ohjaajalla. Rungon muokkauksen jälkeen kysely suoritettiin helikopteripataljoonan ohjaajille.

Kyselyn tuloksia tulkittiin selittämiseen pyrkivän otteen kautta. Niiden analysoimiseen käytettiin tilastollista analyysiä. Käytännössä tämä tarkoitti tukeutumista tietokonepohjaisiin tilasto-ohjelmiin (SPSS ja Excel) aineiston luokittelun ja tulkinnan apuvälineenä. Kysely sisälsi avoimia, strukturoituja ja sekamuotoisia kysymyksiä. Kysymysten monimuotoisuuden vuoksi niiden tilastollinen tulkinta oli paikoin varsin haasteellista. Tutkimuksen viimeisessä vaiheessa pyrittiin löytämään yhteyksiä kyselyn vastausten ja PAK-kuntotestitulosten väliltä. Analyysin päätavoitteena oli siis löytää vastaus esitettyyn hypoteesiin, että tuki- ja liikuntaelinvaivojen esiintyvyyden ja lihaskuntotestien tulosten vä-

lillä olisi yhteys.

## 10.2 Tutkimusaineiston käsittely

Kyselylomakkeet ja PAK-kuntotestitulokset koodattiin SPSS- ja Excel-ohjelmistoilla yhdeksi havaintomatriisiksi aineiston tilastollisen jatkotyöskentelyn helpottamiseksi. Tämän jälkeen aineistosta luotiin frekvenssiesitykset ja tunnusluvut, joiden pohjalta analysointi voitiin aloittaa.

Aineiston analysoinnissa käytettiin pääasiassa ristiintaulukointia, koska suurin osa muuttujista oli järjestysasteikollisia, mikä vuorostaan sulki pois suuren osan parametrisistä menetelmistä. Toinen vaikuttava tekijä menetelmän valintaan oli vastaajien pieni määrä (n=29). Tällöin monimutkaisempien menetelmien käyttö oli mahdotonta. Huomattavaa on myös vastausvaihtoehtojen tietoinen yhdistäminen analysointivaiheessa. Tähän ratkaisuun ajaututtiin vahingossa ja liian myöhään, kun aineiston ajovaiheessa ilmeni, että teoreettiset solufrekvenssit jäivät liian pieniksi.

Lomakkeen kysymyksien 9-13 vastausvaihtoehtoja yhdistettiin, jotta analysointiin olisi ollut alkuperäisen viiden vastausvaihtoehdon sijaan jäljellä kolme vaihtoehtoa kysymystä kohden. Alkuperäiset vastausvaihtoehdot kyseisissä kohdissa olivat: ei koskaan, joskus, kerran pari kuukaudessa, viikoittain, päivittäin. Nämä tiivistettiin muotoon: ei koskaan, joskus (joskus tai kerran pari kuukaudessa) ja usein (viikoittain ja päivittäin). Alun perin järkevintä olisi ollut suorittaa kyseinen vastausvaihtoehtojen yhdistäminen ennen kyselyn jakamista vastaajille, mutta tutkijalle tilanne realisoitui vasta analysointivaiheen aikana.

## 10.3 Kuntotestien ja kyselyn tilastollinen vertailu

Kuten aiemmin mainittiin, tutkittavan joukon absoluuttisen vähyyden vuoksi analysointimetodina käytettiin ainoastaan ristiintaulukointia. Sen käyttö tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan ollut perusteetonta, sillä se tarjosi yksinkertaisen, mutta kuitenkin tehokkaan metodin tutkittavien muuttujien suhteiden paljastamiseksi (Tähtinen & Isoaho 2001, 67).

Tutkimuksen pääongelma oli siis, onko maavoimien helikopteriohjaajien kuntotestien tuloksilla yhteyttä tuki- ja liikuntaelinoireiluun. Tutkimuksen hypoteesina oli, että fyysinen kuntotaso vaikuttaa oireisiin jollakin tavalla. Jotta hypoteesille löydettäisiin vastauksia, kutakin TULE-oireita kartoittaneen kysymyslomakkeen kysymystä vertailtiin fyysisten kuntotestien yksittäisten liikkeiden tulostasoihin sekä niistä muodostettuihin valmiisiin kokonaiskuntoa ilmaiseviin muuttujiin (LKI ja HKI).

Tutkimuksen ristiintaulukoinnit yhdistettiin khiin neliö -testiin, jolloin saatiin tutkittua muuttujien välisten riippuvuuksien voimakkuutta. Kuitenkin ristiintaulukointi yhdistettynä riippumattomuustestiin, kärsii suuresti, jos tutkittava joukko on pieni. Tässä tutkimuksessa kyseinen ongelma ilmenee selkeästi, ja tutkijan toimenpide sen kiertämiseksi oli kyselyn vastausvaihtoehtojen yhdistäminen. Kussakin analyysiosiossa mainitaan erikseen, mitä toimenpiteitä kyseisessä ajossa on jouduttu tekemään, jotta ristiintaulukoinnin käytön keskeiset kriteerit on kyetty täyttämään. Ristiintaulukoinnin luokkien muodostamisen kriteerit ovat seuraavat:

- Muuttujaluokkien tulee perustua tutkimusongelmiin ja -asetelmaan
- Luokkien tulee olla tyhjentäviä eli kattaa kaikki mahdolliset vaihtoehdot
- Luokkien tulee olla toisensa poissulkevia eli kukin muuttuja voi kuulua vain yhteen luokkaan
- Muuttujien luokittelu tulee juontaa juurensa samaan periaatteeseen
- Luokituksesta täytyy muodostua yhtenäinen kokonaisuus

(Tähtinen & Isoaho. 2001, 62.)

Edellä mainittujen kriteereiden lisäksi täytyy seuraavan olla voimassa, jos käytetään khiin neliö -testiä:

- Korkeintaan 20 % odotetuista frekvensseistä (teoreettiset solufrekvenssit) saa olla pienempiä kuin 5
- Jokaisen teoreettisen solufrekvenssin on oltava suurempi kuin 1.

(Heikkilä 2004, 213.)

Khiin neliö -testin vaatimukset olivatkin tämän tutkimuksen suurin metodologinen riippakivi, kun käytössä oli suhteellisen pieni aineisto.

#### 10.4 Fyysisen kunnon yhteys niskaoireisiin

Kuten aiemmin kyselyn tuloksissa kävi ilmi, niska-hartiaseudun vaivoista lentämiseen liittyen kärsi yhteensä 83 % maavoimien helikopteriohjaajista. Määrän ollessa hyvin merkittävä oli perusteltua tutkia, miten eri fyysiset ominaisuudet saattaisivat näkyä oireiden esiintyvyydessä. Kyselylomakkeen vaihtoehtojen yhdistämisen jälkeen niska-hartiaseudun oireiden esiintyvyydeksi muodostui: 5 ohjaajalla ei koskaan (17 %), 21 ohjaajalla joskus (73 %) ja 3 ohjaajalla usein (10 %).

Edellä listattuja oireita vertailtiin ohjaajien eri kuntotestisuoritteiden luokkiin. Suoritteen luokituksen valitseminen testimuuttujaksi absoluuttisen toistomäärän sijaan selittyi tapauksen vähäisellä määrällä. Jos testimuuttujaksi olisi valittu suoritteen toistomäärä, niin khiin neliö -testin vaatimasta teoreettisten solufrekvenssien minimimäärästä olisi jääty hyvin kauas. Valitsemalla suoritteen luokka testisuureeksi päästiin sentään kohtuullisen lähelle vaadittua kriteeriä. Jos teoreettisten solufrekvenssien määrät jäivät khiin neliö -testissä liian pieniksi, nollahypoteesi saatetaan hylätä liian helposti (Heikkilä 2004, 213).

Ensiksi verrattiin etunojapunnerruksen luokkaa niska-hartiaseudun oireisiin. Nollahypoteesina oli, että etunojapunnerruksen luokalla ja niska-hartiaseudun oireilla ei ole yhteyttä. Taulukossa 4 esitetään ristiintaulukoinnin tulos kyseisten muuttujien kohdalla. Taulukon alalaitaan on lisätty khiin neliö -testin ja Cramérin V -testin arvot.

**Taulukko 4.** Etunojapunnerrusten tulosten yhteys niskaoireisiin

|                 |   |       | Niskaoireet |      |      | Yhteensä |
|-----------------|---|-------|-------------|------|------|----------|
|                 |   |       | 1           | 2    | 3    |          |
| Punnerrusluokka | 1 | Määrä | 0           | 1    | 0    | 1        |
|                 |   | Osuus | 0,0%        | 3,7% | 0,0% | 3,7%     |
|                 | 2 | Määrä | 0           | 2    | 0    | 2        |
|                 |   | Osuus | 0,0%        | 7,4% | 0,0% | 7,4%     |
|                 | 3 | Määrä | 0           | 0    | 1    | 1        |
|                 |   | Osuus | 0,0%        | 0,0% | 3,7% | 3,7%     |

(jatkuu)

**Taulukko 4.** (jatkuu)

|          |   |                |       |       |       |        |
|----------|---|----------------|-------|-------|-------|--------|
|          | 4 | Määrä          | 1     | 0     | 1     | 2      |
|          |   | Osuus          | 3,7%  | 0,0%  | 3,7%  | 7,4%   |
|          | 5 | Määrä          | 4     | 16    | 1     | 21     |
|          |   | Osuus          | 14,8% | 59,3% | 3,7%  | 77,8%  |
| Yhteensä |   | Määrä yhteensä | 5     | 19    | 3     | 27     |
|          |   | Osuus yhteensä | 18,5% | 70,4% | 11,1% | 100,0% |

$$\chi^2 = 15,329; Df=8; p=0,053$$

$$\text{Cramérin } V = 0,53$$

Kuten taulukosta huomaamme p-arvo on hyvin lähellä tilastollisesti melkein merkitsevää ( $p < 0,05$ ), ja Cramérin V-arvo ilmaisee, että muuttujien välillä on melko voimakas yhteys ( $V > 0,5$ ). Huomioitavaa kuitenkin on, että teoreettisista solufrekvensseistä 93 % on alle viiden ja osa alle yhden, jolloin nollahypoteesin hylkääminen on näilläkin arvoilla melko uskaliaista.

Enemmistö tapauksista asettuu soluun, joka sisältää niska-hartiaseudun oireita joskus ja punnerrusluokan erinomainen. Mielenkiintoinen seikka on se, että niska-hartiaseudun oireista usein kärsivät saivat punnerrusluokakseen 3 (tydyttävä), 4 (hyvä) ja 5 (erinomainen), kun taas punnerrusluokkaan 2 (välttävä) ja 1 (heikko) kuuluvat kolme ohjaajaa ilmoittivat kärsivänsä kyseisistä oireista vain joskus. Jos tilastollinen merkittävyys huomioitaisiin riittävän merkittäväksi, näyttäisi siltä, että etunojapunnerruksissa saavutettu korkeampi luokka saattaisi lisätä niska-hartiaseudun oireiden esiintymistä lentämisen yhteydessä. Kaikessa mielenkiintoisuudestaan huolimatta, tulos kuulostaa hivenen epäloogiselta, ja näin pienessä aineistossa jopa hakuammunnalta.

Seuraavassa esitetään istumaannousun luokan ja niska-hartiaseudun oireiden ristiintaulukointi vastaavalla tavalla. Nollahypoteesina oli, ettei muuttujilla ole havaittavaa riippuvuutta.



**Taulukko 5.** Istumaannousun tulosten yhteys niska-hartiaseudun oireisiin

|                   |       |                | Niskaoireet |       |       | Yhteensä |
|-------------------|-------|----------------|-------------|-------|-------|----------|
|                   |       |                | 1           | 2     | 3     |          |
| Vatsalihaksluokka | 1     | Määrä          | 0           | 1     | 0     | 1        |
|                   |       | Osuus          | 0,0%        | 3,7%  | 0,0%  | 3,7%     |
|                   | 3     | Määrä          | 0           | 3     | 0     | 3        |
|                   |       | Osuus          | 0,0%        | 11,1% | 0,0%  | 11,1%    |
|                   | 4     | Määrä          | 0           | 4     | 0     | 4        |
|                   |       | Osuus          | 0,0%        | 14,8% | 0,0%  | 14,8%    |
| 5                 | Määrä | 5              | 11          | 3     | 19    |          |
|                   | Osuus | 18,5%          | 40,7%       | 11,1% | 70,4% |          |
| Yhteensä          |       | Määrä yhteensä | 5           | 19    | 3     | 27       |
|                   |       | Osuus yhteensä | 18,5%       | 70,4% | 11,1% | 100,0%   |

$$\chi^2 = 4,787; Df=6; p=0,571$$

$$\text{Cramérin } V = 0,30$$

Tuloksista nähdään, ettei khiin neliö -testin tarjoama p-arvo (0,571) lupaille kovin paljoa, mutta Cramerin V:n arvo tarjoaa muuttujien välille kohtalaisen voimakasta yhteyttä ( $V > 0,3$ ). Joka tapauksessa voidaan jälleen olettaa, ettei ero ole tilastollisesti riittävän merkittävä, koska jälleen teoreettisista solufrekvensseistä peräti 92 % jää alle viiden. Näissä tapauksissa täytyisi siis saada pienempiä riippuvuudesta paljastavia p:n arvoja. Nollahypoteesi vahvistetaan jälleen todennäköisimmäksi vaihtoehdoksi.

Vatsalihaksluokkaan 2 (välttävä) ei kuulu ollenkaan tapauksia ja luokkaan 1 (heikko) vain yksi tapaus. Joten lähtökohtaisesti ohjaajien vatsalihastestin tulokset ovat vähintään tyydyttävää tasoa. Suurin osa tapauksista näyttää sijoittuvan tässäkin soluun, joka sisältää niska-hartiaseudun oireilua joskus ja vatsalihaksluokan erinomainen.

Seuraavaksi aineiston ajosuunnitelma sisälsi niska-hartiaseudun oireiden tarkastelun puristusvoiman yhteydessä. Nollahypoteesina tässäkin oli, ettei kyseisillä ilmiöillä ole havaittavaa riippuvuutta.

**Taulukko 6.** Puristusvoiman tulosten yhteys niska-hartiaseudun oireisiin

|                     |       |                | Niskaoireet |       |       | Yhteensä |
|---------------------|-------|----------------|-------------|-------|-------|----------|
|                     |       |                | 1           | 2     | 3     |          |
| Puristusvoimaluokka | 2     | Määrä          | 0           | 2     | 0     | 2        |
|                     |       | Osuus          | 0,0%        | 7,4%  | 0,0%  | 7,4%     |
|                     | 3     | Määrä          | 0           | 3     | 0     | 3        |
|                     |       | Osuus          | 0,0%        | 11,1% | 0,0%  | 11,1%    |
|                     | 4     | Määrä          | 1           | 4     | 1     | 6        |
|                     |       | Osuus          | 3,7%        | 14,8% | 3,7%  | 22,2%    |
| 5                   | Määrä | 4              | 10          | 2     | 16    |          |
|                     | Osuus | 14,8%          | 37,0%       | 7,4%  | 59,3% |          |
| Yhteensä            |       | Määrä yhteensä | 5           | 19    | 3     | 27       |
|                     |       | Osuus yhteensä | 18,5%       | 70,4% | 11,1% | 100,0%   |

$$\chi^2 = 2,826; Df=6; p=0,830$$

$$\text{Cramérin } V = 0,23$$

Tällä kertaa tulosten analysointi oli huomattavasti mutkattomampaa. Kumpikaan riippuvuutta mittaavista suureista ei paljasta tilastollisesti merkittävää riippuvuutta. Suurin osa ohjaajista (37 %) kärsi niska-oireista joskus, mutta omasi erinomaisen luokan puristusvoimassa. Yhdelläkään ohjaajalla ei ollut puristusvoima luokkaa 1 (heikko). Todetaan jälleen, että nollahypoteesi pysyy tässäkin yhteydessä voimassa.

Viimeisenä ajettavana yksittäisenä lihaskuntosuoritteena oli toistokyykistysten luokan ja niska-hartiaseudun vaivainsidenssin riippuvuuksien tutkiminen. Nollahypoteesi oli, ettei ilmiöiden välillä ole havaittavaa yhteyttä.

**Taulukko 7.** Toistokyykistysten tulosten yhteys niska-hartiaseudun oireisiin

|              |   |                | Niskaoireet |       |       | Yhteensä |
|--------------|---|----------------|-------------|-------|-------|----------|
|              |   |                | 1           | 2     | 3     |          |
| Kyykkyluokka | 4 | Määrä          | 0           | 1     | 0     | 1        |
|              |   | Osuus          | 0,0%        | 3,7%  | 0,0%  | 3,7%     |
|              | 5 | Määrä          | 5           | 18    | 3     | 26       |
|              |   | Osuus          | 18,5%       | 66,7% | 11,1% | 96,3%    |
| Yhteensä     |   | Määrä yhteensä | 5           | 19    | 3     | 27       |
|              |   | Osuus yhteensä | 18,5%       | 70,4% | 11,1% | 100,0%   |

$$\chi^2 = 0,437; Df=2; p=0,804$$

$$\text{Cramérin } V = 0,13$$

Tässäkin tulosteessa voimme huomata, kuinka riippuvuutta kuvaavat suureet jäävät kovin heikoiksi. Merkittävää on se, että toistokyykistysten tulokset sisälsivät ainoastaan luokkia 4 (hyvä) ja 5 (erinomainen) vieläpä niin, että ainoastaan yksi tapaus kuului luokkaan 4. Näin vinoutuneella tai jopa puutteellisella jakaumalla ei ole mielekästä tutkia muiden oireiden riippuvuuksia toistokyykistysluokkaan jatkossa.

Kestävyyskunnan mittareista riippuvuustulkintaan hyväksyttiin Cooperin testin tulokset ergometrin sijaan. Ratkaisun perusteena on ergometrin tulosten vähyyks (5 kpl) suhteessa Cooperin vastaaviin (22 kpl). Tutkitaan siis riippuvuutta Cooperin testin tulosten ja niska-hartiaseudun oireiden välillä.

**Taulukko 8.** Cooperin testin tulosten yhteys niska-hartiaseudun oireisiin

|                 |   |                | Niskaoireet |       |       | Yhteensä |
|-----------------|---|----------------|-------------|-------|-------|----------|
|                 |   |                | 1           | 2     | 3     |          |
| Cooperin luokka | 3 | Määrä          | 1           | 6     | 0     | 7        |
|                 |   | Osuus          | 4,5%        | 27,3% | 0,0%  | 31,8%    |
|                 | 4 | Määrä          | 1           | 6     | 1     | 8        |
|                 |   | Osuus          | 4,5%        | 27,3% | 4,5%  | 36,4%    |
|                 | 5 | Määrä          | 3           | 2     | 2     | 7        |
|                 |   | Osuus          | 13,6%       | 9,1%  | 9,1%  | 31,8%    |
| Yhteensä        |   | Määrä yhteensä | 5           | 14    | 3     | 22       |
|                 |   | Osuus yhteensä | 22,7%       | 63,6% | 13,6% | 100,0%   |

$$\chi^2 = 5,994; Df=4; p=0,200$$

$$\text{Cramérin } V = 0,37$$

Testattavan joukon homogeenisuuden johdosta Cooperin testin tulokset olivat jälleen hyvin samankaltaisia. Jokainen ohjaaja sai vähintään luokan 3 (tyytyttävä). Poikkeavaa aikaisempiin ajoihin oli kuntosuoritteiden luokkien yhtäsuuruus. Merkittävää enemmistöä arvojen sijoittumiselle soluihin ei tällä kertaa syntynyt. Kahdessa solussa tapausten osuus oli 27,3 % kaikista mahdollisista. Nämä sisälsivät sekä Cooperin luokan 3 että 4 saavuttaneet ohjaajat, jotka kärsivät niskaoireista joskus.

Tällä kertaa khiin neliö -testi ei löydä tilastollisesti merkittävää riippuvuutta, mutta Cramérin V myöntäisi muuttujien välillä olevan kohtalainen yhteys ( $V > 0,3$ ). Jälleen on kuitenkin todettava, että teoreettisista solufrekvensseistä 89 % on pienempiä kuin 5 ja

pieninkin näistä karvan verran alle yhden eli 0,95. Tämän johdosta olisimme tarvinneet hieman enemmän lihaa luiden ympärille ennen kuin pidemmälle meneviä johtopäätöksiä riippuvuudesta olisi järkevää tehdä.

### 10.5 Fyysisen kunnan yhteys yläselän oireisiin

Niska-oireiden tutkimisen jälkeen siirrymme etsimään havaintoja yläselän oireiden ja kuntotestituloksien yhteyksistä. Oireiden esiintyvyys ei ollut aivan yhtä yleistä kuin niskahartiaseudulla. Ohjaajista 49 %:lla oli esiintynyt lentämisen aiheuttamia vaivoja yläselän alueella. Vastausvaihtoehtojen yhdistämisen jälkeen vastausten jakauma oli seuraavanlainen: 15 ohjaajalla ei koskaan (52 %), 12 ohjaajalla joskus (41 %) ja 2 ohjaajalla usein (7 %).

Kuntosuoritteiden osalta noudatetaan samaa tapaa kuin aikaisemmin, eli valitaan ainoastaan suoritteiden luokat toistomäärän sijaan, jotta säilytettäisiin lähes hyväksyttävä määrä teoreettisia solufrekvenssejä. Ensimmäisessä vaiheessa tarkastellaan etunojapunnerruksen luokan yhteyttä yläselän vaivoihin. Nollahypoteesina on, ettei tilastollisesti merkittävää yhteyttä muuttujien välillä ole.

**Taulukko 9.** Etunojapunnerrusten tulosten yhteys yläselän oireisiin

|                 |   |                | Yläselän oireet |       |      | Yhteensä |
|-----------------|---|----------------|-----------------|-------|------|----------|
|                 |   |                | 1               | 2     | 3    |          |
| Punnerrusluokka | 1 | Määrä          | 1               | 0     | 0    | 1        |
|                 |   | Osuus          | 3,7%            | 0,0%  | 0,0% | 3,7%     |
|                 | 2 | Määrä          | 1               | 1     | 0    | 2        |
|                 |   | Osuus          | 3,7%            | 3,7%  | 0,0% | 7,4%     |
|                 | 3 | Määrä          | 0               | 1     | 0    | 1        |
|                 |   | Osuus          | 0,0%            | 3,7%  | 0,0% | 3,7%     |
|                 | 4 | Määrä          | 1               | 0     | 1    | 2        |
|                 |   | Osuus          | 3,7%            | 0,0%  | 3,7% | 7,4%     |
|                 | 5 | Määrä          | 10              | 10    | 1    | 21       |
|                 |   | Osuus          | 37,0%           | 37,0% | 3,7% | 77,8%    |
| Yhteensä        |   | Määrä yhteensä | 13              | 12    | 2    | 27       |
|                 |   | Osuus yhteensä | 48,1%           | 44,4% | 7,4% | 100,0%   |

$$\chi^2 = 8,526; Df=8; p=0,384$$

$$\text{Cramérin } V = 0,37$$

Tapauksista selkeästi suurin osa (74 %) sijoittui tasavahvasti soluihin, joissa ohjaajien etunojapunnerrusluokka oli 5 ja yläselän vaivainsidenssi joko ei koskaan tai joskus. Mielenkiintoinen yksityiskohta on se, että oireista usein kärsivät 2 ohjaajaa saavuttivat etunojapunnerrusluokakseen 4 (hyvä) ja 5 (erinomainen).

Tässäkin analyysissä jouduttiin tilanteeseen, jossa khiin neliö -testi ei kerro tilastollisesti merkittävästä yhteydestä, vaikka Cramérin V näin tekee (kohtalainen yhteys). Nollahypoteesi jää tässäkin tapauksessa voimaan huomioitaessa tutkittavien pienen määrä ja kuitenkin vain pientä riippuvuutta ilmaisevan Cramérin V:n arvon.

Istumaannousun tulosten riippuvuutta yläselän oireisiin tutkittiin tässä samoin kuin edellisessä alaluvussa niska-hartiaseudun vastaavaa. Nollahypoteesina oli muuttujien välisen riippuvuuden puuttuminen.

**Taulukko 10.** Istumaannousun tulosten yhteys yläselän oireisiin

|                  |       |                | Yläselän oireet |       |       | Yhteensä |
|------------------|-------|----------------|-----------------|-------|-------|----------|
|                  |       |                | 1               | 2     | 3     |          |
| Vatsalihasluokka | 1     | Määrä          | 1               | 0     | 0     | 1        |
|                  |       | Osuus          | 3,7%            | 0,0%  | 0,0%  | 3,7%     |
|                  | 3     | Määrä          | 1               | 2     | 0     | 3        |
|                  |       | Osuus          | 3,7%            | 7,4%  | 0,0%  | 11,1%    |
|                  | 4     | Määrä          | 1               | 3     | 0     | 4        |
|                  |       | Osuus          | 3,7%            | 11,1% | 0,0%  | 14,8%    |
| 5                | Määrä | 10             | 7               | 2     | 19    |          |
|                  | Osuus | 37,0%          | 25,9%           | 7,4%  | 70,4% |          |
| Yhteensä         |       | Määrä yhteensä | 13              | 12    | 2     | 27       |
|                  |       | Osuus yhteensä | 48,1%           | 44,4% | 7,4%  | 100,0%   |

$$\chi^2 = 3,927; Df=6; p=0,687$$

$$\text{Cramérin } V = 0,27$$

Suurin osa tapauksista käsittää vatsalihasluokan 5 ja yläselän oireiden vastausvaihtoehdon ei koskaan. Muutos on selkeä verrattuna niska-hartiaseudun vastaavaan taulukoon, joissa suurin osa tapauksista sijoittui soluun, joka sisälsi oireilua joskus. Silmään pistää jälleen sama seikka kuin taulukossa 8 eli yläselän oireista usein kärsivät saivat vatsalihasluokakseen erinomaisen.

Kumpikaan riippuvuutta ilmaisevista tunnusluvuista ei antanut tässä kohta tippaakaan armoa. Muuttujien välillä ei ainakaan tässä aineistossa ollut havaittavissa riippuvuutta, joten nollahypoteesi jäi voimaan tässäkin tarkastelussa. Puristusvoiman tulosten ja yläselän oireiden yhteyttä tarkasteltiin seuraavaksi alla olevassa taulukossa. Nollahypoteesi tässä oli ilmiöiden välisen riippuvuuden puuttuminen.

**Taulukko 11.** Puristusvoiman tulosten yhteys niska-hartiaseudun oireisiin

|                     |   |                | Yläselän oireet |       |      | Yhteensä |
|---------------------|---|----------------|-----------------|-------|------|----------|
|                     |   |                | 1               | 2     | 3    |          |
| Puristusvoimaluokka | 2 | Määrä          | 1               | 1     | 0    | 2        |
|                     |   | Osuus          | 3,7%            | 3,7%  | 0,0% | 7,4%     |
|                     | 3 | Määrä          | 1               | 2     | 0    | 3        |
|                     |   | Osuus          | 3,7%            | 7,4%  | 0,0% | 11,1%    |
|                     | 4 | Määrä          | 3               | 2     | 1    | 6        |
|                     |   | Osuus          | 11,1%           | 7,4%  | 3,7% | 22,2%    |
|                     | 5 | Määrä          | 8               | 7     | 1    | 16       |
|                     |   | Osuus          | 29,6%           | 25,9% | 3,7% | 59,3%    |
| Yhteensä            |   | Määrä yhteensä | 13              | 12    | 2    | 27       |
|                     |   | Osuus yhteensä | 48,1%           | 44,4% | 7,4% | 100,0%   |

$$\chi^2 = 1,763; Df=6; p=0,940$$

$$\text{Cramérin } V = 0,18$$

Jälleen tapaukset sijoittuivat parin edellisen taulukon tapaan kuntosuoriteluokkaan erinomainen ja oireiden esiintyvyyden osalta vaihtoehtoihin ei koskaan tai joskus. Oireista usein kärsivät saivat jälleen suhteellisesti korkean luokan kuntosuoritteessa (hyvä ja erinomainen). Puristusvoimassa suhteellisesti heikoiten pärjännyt ei kärsinyt yläselän oireista koskaan.

Khiin neliö -testi ja Cramérin V olivat selkeästi samaa mieltä siitä, ettei aineistossa ollut havaittavaa riippuvuutta muuttujien välillä. Ajoissa havaittava tendenssi oli, että oireista tähän mennessä usein kärsineet (2-3 ohjaajaa) ovat saaneet kuntosuoritteista lähes poikkeuksetta vähintään hyvän arvosanan. Tämä saattaa viitata näin pienessä aineistossa oireiden keskittyvän muutamalle hyvän lihaskunnon omaavalle ohjaajalle. Joka tapauksessa nollahypoteesi jäi jälleen voimaan, eikä muuttujien välillä löytynyt tilastollisesti merkittävää riippuvuutta.

Seuraavaksi tarkasteltiin Cooperin testin tulosten yhteyttä yläselän oireisiin. Toistokykkyystestien tulosten tarkastelu jätetään väliin tästä eteenpäin puutteellisen jakauman vuoksi. Nollahypoteesi on ilmiöiden välisen tilastollisen riippuvuuden puuttuminen.

**Taulukko 12.** Cooperin testin tulosten yhteys niska-hartiaseudun oireisiin

|                 |   |                | Yläselän oireet |       |      | Yhteensä |
|-----------------|---|----------------|-----------------|-------|------|----------|
|                 |   |                | 1               | 2     | 3    |          |
| Cooperin luokka | 3 | Määrä          | 5               | 2     | 0    | 7        |
|                 |   | Osuus          | 22,7%           | 9,1%  | 0,0% | 31,8%    |
|                 | 4 | Määrä          | 3               | 4     | 1    | 8        |
|                 |   | Osuus          | 13,6%           | 18,2% | 4,5% | 36,4%    |
|                 | 5 | Määrä          | 3               | 3     | 1    | 7        |
|                 |   | Osuus          | 13,6%           | 13,6% | 4,5% | 31,8%    |
| Yhteensä        |   | Määrä yhteensä | 11              | 9     | 2    | 22       |
|                 |   | Osuus yhteensä | 50,0%           | 40,9% | 9,1% | 100,0%   |

$$\chi^2 = 2,339; Df=4; p=0,674$$

$$\text{Cramérin } V = 0,23$$

Havaitun tendenssin mukaisesti usein oireista kärsivät saivat Cooperin testissäkin hyviä tuloksia (luokat 4 ja 5), mutta suurin osa tapauksista löytyi tällä kertaa solusta, joka sisälsi Cooperin testin luokan 3 (tyytyttävä) ja ei olleenaan yläselän oireilua. Taulukosta kävi myös ilmi, että tapaukset jakautuivat varsin tasaisesti viiteen suurimpaan soluun.

Ilmiöiden välillä ei ollut havaittavissa tilastollisesti merkittävää yhteyttä. Varsinkin khiin neliö -testi paljasti, että nollahypoteesin hylkääminen olisi ollut erheellistä peräti 67 %:n todennäköisyydellä. Se jätettiin siis jälleen kerran vallitsevaksi hypoteesiksi.

### 10.6 Fyysisen kunnon yhteys alaselän oireisiin

Seuraavaksi tutkittiin fyysisen kunnon yhteyttä alaselän oireisiin. Tarkastelun teki mielenkiintoiseksi aiempien tutkimusten tulokset. Helikopterilentäjille suoritettavat tutkimukset paljastivat lähes poikkeuksetta korkeaa vaivainsidenssiä varsinkin niskan ja alaselän alueilla (ks. luku 6). Maavoimien helikopterilentäjistä peräti 83 % kärsi yläselän oireilusta lentämiseen liittyen. Vaivainsidenssi jakautui seuraavasti muutettujen vastausvaihtoehtojen jälkeen: 5 ohjaajalla ei koskaan (17 %), 22 ohjaajalla joskus (76 %) ja 2 ohjaajalla

usein (7 %).

Oireiden yhteyttä eri kuntosuoritteiden luokkiin tutkittiin saman kaavan mukaisesti kuin aiemmissakin alaluvuissa. Huomioitavaa seuraavissa tarkasteluissa on tapausten jakautuminen hyvin selkeästi alaselän oireiden osalta luokkaan joskus. Ensimmäiseksi tarkastelun alle otettiin alaselän oireiden yhteys etunojapunnerrusten tuloksiin. Nollahypoteesina oli oireiden välisen riippuvuuden puuttuminen.

**Taulukko 13.** Etunojapunnerrusten tulosten yhteys alaselän oireisiin

|                 |   |                | Alaselän oireet |       |      | Yhteensä |
|-----------------|---|----------------|-----------------|-------|------|----------|
|                 |   |                | 1               | 2     | 3    |          |
| Punnerrusluokka | 1 | Määrä          | 0               | 1     | 0    | 1        |
|                 |   | Osuus          | 0,0%            | 3,7%  | 0,0% | 3,7%     |
|                 | 2 | Määrä          | 0               | 1     | 1    | 2        |
|                 |   | Osuus          | 0,0%            | 3,7%  | 3,7% | 7,4%     |
|                 | 3 | Määrä          | 0               | 1     | 0    | 1        |
|                 |   | Osuus          | 0,0%            | 3,7%  | 0,0% | 3,7%     |
|                 | 4 | Määrä          | 0               | 2     | 0    | 2        |
|                 |   | Osuus          | 0,0%            | 7,4%  | 0,0% | 7,4%     |
|                 | 5 | Määrä          | 4               | 16    | 1    | 21       |
|                 |   | Osuus          | 14,8%           | 59,3% | 3,7% | 77,8%    |
| Yhteensä        |   | Määrä yhteensä | 4               | 21    | 2    | 27       |
|                 |   | Osuus yhteensä | 14,8%           | 77,8% | 7,4% | 100,0%   |

$$\chi^2 = 6,995; Df=8; p=0,537$$

$$\text{Cramérin } V = 0,36$$

Selkeästi suurin osa vastaajista kärsi oireista joskus ja omaisi etunojapunnerruksissa erinomaisen luokan. Ne henkilöt, joita alaselän oireet eivät vaivanneet olleenkaan, omasivat myös erinomaisen punnerrusluokan. Oireista usein kärsivät kaksi henkilöä jakautuivat punnerrustestin osalta luokkiin välttävä ja erinomainen.

Cramérin V:n arvo vihjaisi muuttujien välisestä kohtalaisesta yhteydestä ( $V > 0,3$ ), mutta khiin neliön p-arvo vuorostaan varoitti nollahypoteesin hylkäämisen tapahtuvan 53 % riskillä, jolloin riippuvuus ei ollut tilastollisesti merkitsevää ( $p < 0,05$ ). Nollahypoteesin hylkäämiseksi tällä aineistolla olisi kaivattu vahvempaa Cramérin arvoa tai khiin neliön huomattavasti pienempää arvoa. Näin ollen nollahypoteesi päti edelleen.



Seuraavaksi tarkasteluun otettiin vatsalihastestin ja alaselän oireiden välisen riippuvuuden tutkiminen. Nollahypoteesina pidettiin ilmiöiden tilastollista riippumattomuutta toisistaan.

**Taulukko 14.** Istumaannousun tulosten yhteys alaselän oireisiin

|                   |   |                | Alaselän oireet |       |      | Yhteensä |
|-------------------|---|----------------|-----------------|-------|------|----------|
|                   |   |                | 1               | 2     | 3    |          |
| Vatsalihaslukokka | 1 | Määrä          | 0               | 1     | 0    | 1        |
|                   |   | Osuus          | 0,0%            | 3,7%  | 0,0% | 3,7%     |
|                   | 3 | Määrä          | 0               | 2     | 1    | 3        |
|                   |   | Osuus          | 0,0%            | 7,4%  | 3,7% | 11,1%    |
|                   | 4 | Määrä          | 1               | 3     | 0    | 4        |
|                   |   | Osuus          | 3,7%            | 11,1% | 0,0% | 14,8%    |
|                   | 5 | Määrä          | 3               | 15    | 1    | 19       |
|                   |   | Osuus          | 11,1%           | 55,6% | 3,7% | 70,4%    |
| Yhteensä          |   | Määrä yhteensä | 4               | 21    | 2    | 27       |
|                   |   | Osuus yhteensä | 14,8%           | 77,8% | 7,4% | 100,0%   |

$$x^2 = 4,214; Df=6; p=0,648$$

$$\text{Cramérin } V = 0,28$$

Taulukossa 14. toteutui odotetunlainen tapausten jakauma. Selkeästi suurin osa henkilöistä kärsi alaselän oireista joskus ja omasi erinomaisen tuloksen vatsalihastestissä. Muuten taulukosta ei löytynyt mitään erikoisen poikkeavaa aiempiin ajoihin nähden. Tällä kertaa oireista usein kärsivät omasivat tyydyttävän ja erinomaisen luokituksen testissä.

Tilastollisesti merkittävää riippuvuutta ei tälläkään kertaa löydetty ilmiöiden välillä. Molemmat riippuvuutta mittaavat tunnusluvut olivat selkeästi alle minimikriteereiden. Todetakaan, että nollahypoteesi jäi voimaan, eikä ainakaan tässä aineistossa ollut löydettävissä todisteita kyseisten muuttujien välisestä riippuvuudesta.

Puristusvoiman tulosten ja tukirangan oireiden välillä ei ollut aikaisemmissa tarkasteluissa päästy edes lähelle vaadittuja minimikriteereitä. Tällä kertaa tarkasteltiin testitulosten ja alaselän oireiden välistä riippuvuutta. Nollahypoteesi on havaittavan riippuvuuden puuttuminen.

**Taulukko 15.** Puristusvoiman testin tulosten yhteys alaselän oireisiin

|                     |       |                | Alaselän oireet |       |       | Yhteensä |
|---------------------|-------|----------------|-----------------|-------|-------|----------|
|                     |       |                | 1               | 2     | 3     |          |
| Puristusvoimaluokka | 2     | Määrä          | 0               | 2     | 0     | 2        |
|                     |       | Osuus          | 0,0%            | 7,4%  | 0,0%  | 7,4%     |
|                     | 3     | Määrä          | 0               | 3     | 0     | 3        |
|                     |       | Osuus          | 0,0%            | 11,1% | 0,0%  | 11,1%    |
|                     | 4     | Määrä          | 1               | 4     | 1     | 6        |
|                     |       | Osuus          | 3,7%            | 14,8% | 3,7%  | 22,2%    |
| 5                   | Määrä | 3              | 12              | 1     | 16    |          |
|                     | Osuus | 11,1%          | 44,4%           | 3,7%  | 59,3% |          |
| Yhteensä            |       | Määrä yhteensä | 4               | 21    | 2     | 27       |
|                     |       | Osuus yhteensä | 14,8%           | 77,8% | 7,4%  | 100,0%   |

$$x^2 = 2,444; Df=6; p=0,875$$

$$\text{Cramérin } V = 0,21$$

Suurin osa tapauksista sijoittui jälleen soluun, joka sisälsi oireilua joskus ja erinomaisen testituloksen. Mielenkiintoista oli se, että oireista usein kärsivät saivat puristusvoimaluokkseen vähintään hyvän, kuten myös ne, jotka valitsivat vastausvaihtoehdon 'ei koskaan'. Tämä enteili riippuvuuden puuttumista ilman sitä ilmaisevien tunnuslukujen tarkkailuakin.

P-arvon ollessa noin suuri, pienikin vihjaus muuttujien välisestä riippuvuudesta olisi ollut melko uskalias. Cramérin V ei myöskään antanut ymmärtää edes kohtalaisen riippuvuuden olevan todennäköistä ( $V < 0,3$ ). Nollahypoteesi jäi voimaan. Viimeisenä tarkasteluna alaselän osuudessa esitettiin oireiden ja Cooperin testin tulosten välisen riippuvuuden haarukointi. Nollahypoteesina pidettiin oireiden välisen tilastollisen riippuvuuden puuttuminen.

**Taulukko 16.** Cooperin testin tulosten yhteys alaselän oireisiin

|                 |   |                | Alaselän oireet |       |      | Yhteensä |
|-----------------|---|----------------|-----------------|-------|------|----------|
|                 |   |                | 1               | 2     | 3    |          |
| Cooperin luokka | 3 | Määrä          | 2               | 5     | 0    | 7        |
|                 |   | Osuus          | 9,1%            | 22,7% | 0,0% | 31,8%    |
|                 | 4 | Määrä          | 1               | 6     | 1    | 8        |
|                 |   | Osuus          | 4,5%            | 27,3% | 4,5% | 36,4%    |
|                 | 5 | Määrä          | 1               | 5     | 1    | 7        |
|                 |   | Osuus          | 4,5%            | 22,7% | 4,5% | 31,8%    |
| Yhteensä        |   | Määrä yhteensä | 4               | 16    | 2    | 22       |
|                 |   | Osuus yhteensä | 18,2%           | 72,7% | 9,1% | 100,0%   |

$$x^2 = 1,571; Df=4; p=0,814$$

$$\text{Cramérin } V = 0,19$$

Tapausten jakauma oli tällä kertaa hieman poikkeava aikaisempiin ajoihin nähden. Kolme suurinta solua olivat lähes yhtä suuria, jotka kaikki sisälsivät alaselän oireilua joskus ja Cooperin testin luokat 3,4 ja 5. Käytännössä tapausten hajaantuminen selittyy Cooperin testin menestyksellä. Testin tulokset ovat jakautuneet tasaisemmin useamman luokan välillä verrattuna lihaskuntotestien tuloksiin. Oireista usein kärsivät saivat hyvän ja erinomaisen arvosanan testistä.

Khiin neliö -testin tulos on hyvin selkeästi yli vaadittujen kriteerien. Ilmiöiden välillä ei ole myöskään Cramérin V:n kautta tulkittuna havaittavissa riippuvuutta ( $V < 0,3$ ). Nollahypoteesi pitää edelleen pintansa taistelussa riippuvuuksien löytämistä vastaan.

### 10.7 Fyysisen kunnon yhteys yläraajojen oireisiin

Tässä alaluvussa tarkastellaan ristiintaulukoinnilla edellisten osioiden tapaan fyysisten testitulosten yhteyttä yläraajojen oireiluun. Ohjaajien yläraajojen vaivat lentämiseen liittyen olivat selkeästi harvemmassa, kuin esim. alaselän vastaavat. Siltikin peräti 38 % helikopterilentäjistä oli kärsinyt niistä. Vastausvaihtoehtojen muuttamisen jälkeen ohjaajien vaivainsidenssi jakautui seuraavanlaisesti: 18 ohjaajalla ei koskaan (62 %), 10 ohjaajalla joskus (34 %) ja 1 ohjaajalla usein (4 %). Kyselyn vastausten muodostuessa lähes täysin kaksiluokkaiseksi, yhdistettiin yksi vastausvaihtoehdon usein valinnut luokkaan joskus, jolloin sen suhteellinen osuus kasvoi 38 %:iin.

Järjestyksessä ensimmäiseksi lähdettiin tutkimaan yläraajojen ja etunojapunnerrusten tulosten yhteyttä. Nollahypoteesina on tilastollisesti merkittävän riippuvuuden puuttuminen

**Taulukko 17.** Etunojapunnerrustestin tulosten yhteys yläraajojen oireisiin

|                 |   |       | Yläraajojen oireet |      | Yhteensä |
|-----------------|---|-------|--------------------|------|----------|
|                 |   |       | 1                  | 2    |          |
| Punnerrusluokka | 1 | Määrä | 0                  | 1    | 1        |
|                 |   | Osuus | 0,0%               | 3,7% | 3,7%     |
|                 | 2 | Määrä | 1                  | 1    | 2        |
|                 |   | Osuus | 3,7%               | 3,7% | 7,4%     |

(jatkuu)

**Taulukko 17.** (jatkuu)

|          |   |                |       |       |        |
|----------|---|----------------|-------|-------|--------|
|          | 3 | Määrä          | 1     | 0     | 1      |
|          |   | Osuus          | 3,7%  | 0,0%  | 3,7%   |
|          | 4 | Määrä          | 1     | 1     | 2      |
|          |   | Osuus          | 3,7%  | 3,7%  | 7,4%   |
|          | 5 | Määrä          | 13    | 8     | 21     |
|          |   | Osuus          | 48,1% | 29,6% | 77,8%  |
| Yhteensä |   | Määrä yhteensä | 16    | 11    | 27     |
|          |   | Osuus yhteensä | 59,3% | 40,7% | 100,0% |

$$\chi^2 = 2,345; Df=4; p=0,673$$

$$\text{Cramérin } V = 0,29$$

Punerrustestin tulosten perusteella vuoksi lähes neljä viidestä tapauksesta sijoittuu kahteen suurimpaan soluun. Näistä suurempi sisältää vastaajat, jotka saivat erinomaisen punnerrusluokan eivätkä kärsineet yläraajojen vaivoista. Muut solut sisälsivät korkeintaan yhden ohjaajan, jolloin voidaan ilman suurempaakin tarkastelua todeta, ettei kyseisellä jakaumalla ole perusteltua tutkia mahdollisia riippuvuuksia tämän edempää. Taulukon alalaidassa kuitenkin esitettyä tilastollisen riippuvuuden kiistävät p- ja V-arvot.

Parempaa onnea hypoteesin vahventamiseksi lähdettiin seuraavaksi toivomaan yläraajojen oireilun ja vatsalihastestin tulosten väliltä. Nollahypoteesi on oireiden välisen riippuvuuden puuttuminen.

**Taulukko 18.** Vatsalihastestin tulosten yhteys yläraajojen oireisiin

|                   |   |                | Yläraajojen oireet |       | Yhteensä |
|-------------------|---|----------------|--------------------|-------|----------|
|                   |   |                | 1                  | 2     |          |
| Vatsalihaskluokka | 1 | Määrä          | 1                  | 0     | 1        |
|                   |   | Osuus          | 3,7%               | 0,0%  | 3,7%     |
|                   | 3 | Määrä          | 2                  | 1     | 3        |
|                   |   | Osuus          | 7,4%               | 3,7%  | 11,1%    |
|                   | 4 | Määrä          | 1                  | 3     | 4        |
|                   |   | Osuus          | 3,7%               | 11,1% | 14,8%    |
|                   | 5 | Määrä          | 12                 | 7     | 19       |
|                   |   | Osuus          | 44,4%              | 25,9% | 70,4%    |
| Yhteensä          |   | Määrä yhteensä | 16                 | 11    | 27       |
|                   |   | Osuus yhteensä | 59,3%              | 40,7% | 100,0%   |

$$\chi^2 = 2,820; Df=3; p=0,420$$

$$\text{Cramérin } V = 0,32$$

Tulosten jakautuminen soluihin on hyvin samankaltaista kuin äskeisessä vertailussa. Ainoana merkittävänä erona on kahden suurimman solun suhteellinen pienentyminen. Kolmanneksi suurimmaksi soluksi kasvoi 3 ohjaajaa sisältävä yksikkö, joka sisältää tapaukset, jotka omaavat vatsalihastestin arvosanan hyvä ja kärsivät yläraajojen oireista vähintään joskus.

Analyysin perusteella saatu khiin neliö -testi ja sen p-arvo kiistää riippuvuuden ilmene-  
misen melko selkeästi. Tässäkin tapauksessa ajauduttiin kuitenkin tilanteeseen, jossa Cramérin V vihjaisi mahdollisesta kohtalaisesta yhteydestä muuttujien välillä. Näinkin pienellä luokkamäärällä päädyttiin teoreettisten solufrekvenssien osalta haastavaan tilanteeseen. Kolme neljästä oli arvoltaan viittä pienempiä ja pieninkin selkeästi alle yhden. Edellä mainitusta johtuen ei lähdetä näin kevyiden riippuvuudesta ilmaisevien arvojen perusteella hylkäämään nollahypoteesia tässäkään tarkastelussa.

Seuraavaksi yritettiin löytää riippuvuuksia yläraajojen ja puristusvoimatestin väliltä. Nollahypoteesina esitettiin, että niitä ei tulisi löytymään.

**Taulukko 19.** Puristusvoimatestin tulosten yhteys yläraajojen oireisiin

|                     |   |                | Yläraajojen oireet |       | Yhteensä |
|---------------------|---|----------------|--------------------|-------|----------|
|                     |   |                | 1                  | 2     |          |
| Puristusvoimaluokka | 2 | Määrä          | 1                  | 1     | 2        |
|                     |   | Osuus          | 3,7%               | 3,7%  | 7,4%     |
|                     | 3 | Määrä          | 1                  | 2     | 3        |
|                     |   | Osuus          | 3,7%               | 7,4%  | 11,1%    |
|                     | 4 | Määrä          | 4                  | 2     | 6        |
|                     |   | Osuus          | 14,8%              | 7,4%  | 22,2%    |
|                     | 5 | Määrä          | 10                 | 6     | 16       |
|                     |   | Osuus          | 37,0%              | 22,2% | 59,3%    |
| Yhteensä            |   | Määrä yhteensä | 16                 | 11    | 27       |
|                     |   | Osuus yhteensä | 59,3%              | 40,7% | 100,0%   |

$$x^2 = 1,112; Df=3; p=0,774$$

$$Cramérin V = 0,20$$

Tapaukset näyttivät jakautuneen hyvin samankaltaisesti kuin parissa aiemmassa ajossa. Suhteellisesti suurimmat solut ovat samat kuin aiemmin tosin hieman pienempiä molemmat. Kolmanneksi suurin solu sisältää vastaajat, jotka eivät kärsi yläraajojen oireista

ja omasivat hyvän puristusvoimatestin tuloksen.

Molemmat riippuvuutta ilmaisevat tunnusluvut paljastavat tilastollisesti merkittävän riippuvuuden puuttuvan. Näin selkeästi kahteen tai kolmeen soluun summautuneet ajot näyttävät lähes poikkeuksetta merkittävän korkeaa p-arvoa. Tilannetta ei helpota sekään, että muiden luokkien suhteellisten osuuksien jäädessä pieniksi ei tämän kokoisella aineistolla saavuteta järkevän oloisia teoreettisten solufrekvenssien määriä.

Viimeisenä yläraajojen osalta tarkasteltiin Cooperin testin tulosten yhteyttä oireinsidensiin. Mielenkiintoiseksi ajon tekee Cooperin tulosten jakautuminen hieman tasaisemmin verrattuna minkä tahansa lihaskuntotestin osion tuloksiin. Toisaalta tämän kokoisella aineistolla ei ole juurikaan varaa innostua solujen arvojen jäädessä hyvin todennäköisesti liian pieniksi. Joka tapauksessa nollahypoteesina on edelleen muuttujien välisen tilastollisen riippuvuuden puuttuminen.

**Taulukko 20.** Cooperin testin tulosten yhteys yläraajojen oireisiin

|                 |   |                | Yläraajojen oireet |       | Yhteensä |
|-----------------|---|----------------|--------------------|-------|----------|
|                 |   |                | 1                  | 2     |          |
| Cooperin luokka | 3 | Määrä          | 5                  | 2     | 7        |
|                 |   | Osuus          | 22,7%              | 9,1%  | 31,8%    |
|                 | 4 | Määrä          | 1                  | 7     | 8        |
|                 |   | Osuus          | 4,5%               | 31,8% | 36,4%    |
|                 | 5 | Määrä          | 5                  | 2     | 7        |
|                 |   | Osuus          | 22,7%              | 9,1%  | 31,8%    |
| Yhteensä        |   | Määrä yhteensä | 11                 | 11    | 22       |
|                 |   | Osuus yhteensä | 50,0%              | 50,0% | 100,0%   |

$$\chi^2 = 7,071; Df=2; p=0,029$$

$$\text{Cramérin } V = 0,57$$

Solujen arvot jakoutuivat tässä ajossa selkeästi tasapainoisemmin. Taulukosta erottuu kolme suurempaa ja kolme pienempää solua. Suurimman suhteellisen osuuden vastaajista sai solu, joka sisälsi ohjaajat, joiden Cooperin testin luokka oli hyvä ja jotka kärsivät yläraajojen oireista vähintään joskus.

Ensimmäistä kertaa tämän tutkimuksen yhteydessä ajaututtiin tilanteeseen, jossa mo-

lemmat riippuvuutta ilmaisevat tunnusluvut myönsivät tilastollisen yhteyden muuttujien välillä. Khiin neliö -testistä saatu p-arvo paljasti muuttujien väliltä löytyvän tilastollisesti melkein merkitsevän ( $p < 0,05$ ) riippuvuuden. Tulkintaa hieman häiritsi tosin se, että teoreettisista solufrekvensseistä kaikki olivat alle viiden, mutta yksikään ei ollut kuitenkaan alle yhden. Cramérin V-arvo paljasti yhtäläillä muuttujien välisen melko voimakkaan yhteyden ( $V > 0,5$ ).

### 10.8 Fyysisen kunnon yhteys ajaraajojen oireisiin

Ohjaajien alaraajojen vaivojen esiintyvyys oli hyvin samankaltainen kuin yläraajojen kohdalla edellisessä alaluvussa. Kuten yläraajojen osalla kävi, 39 % ohjaajista oli kärsinyt alaraajojen vaivoista lentämiseen liittyen. Muutettujen vastausvaihtoehtojen jälkeen alaraajojen oireinsidenssi oli seuraavanlainen: 18 ohjaajalla ei koskaan (62 %), 10 ohjaajalla joskus (34 %) ja 1 ohjaajalla usein (4 %).

Ensimmäiseksi tutkittiin alaraajojen ja etunojapunnerrusten tulosten yhteyttä. Nollahypoteesina pidetään oireiden ja tulosten välisen yhteyden puuttumisen.

**Taulukko 21.** Etunojapunnerrustestin tulosten yhteys alaraajojen oireisiin

|                 |   |                | Alaraajojen oireet |       |      | Yhteensä |
|-----------------|---|----------------|--------------------|-------|------|----------|
|                 |   |                | 1                  | 2     | 3    |          |
| Punnerrusluokka | 1 | Määrä          | 1                  | 0     | 0    | 1        |
|                 |   | Osuus          | 3,7%               | 0,0%  | 0,0% | 3,7%     |
|                 | 2 | Määrä          | 1                  | 1     | 0    | 2        |
|                 |   | Osuus          | 3,7%               | 3,7%  | 0,0% | 7,4%     |
|                 | 3 | Määrä          | 1                  | 0     | 0    | 1        |
|                 |   | Osuus          | 3,7%               | 0,0%  | 0,0% | 3,7%     |
|                 | 4 | Määrä          | 1                  | 1     | 0    | 2        |
|                 |   | Osuus          | 3,7%               | 3,7%  | 0,0% | 7,4%     |
|                 | 5 | Määrä          | 12                 | 8     | 1    | 21       |
|                 |   | Osuus          | 44,4%              | 29,6% | 3,7% | 77,8%    |
| Yhteensä        |   | Määrä yhteensä | 16                 | 10    | 1    | 27       |
|                 |   | Osuus yhteensä | 59,3%              | 37,0% | 3,7% | 100,0%   |

$$\chi^2 = 1,848; Df=8; p=0,985$$

$$\text{Cramérin } V = 0,19$$

Suurimmat osuudet kasautuivat tuttuun tapaan luokkiin, jotka sisälsivät erinomaisen etunojapunnerrustuloksen. Tapauksista suurin osa (44,4 %) asettui soluun, joka sisälsi alaraajojen oireilun osalta vastausvaihtoehdon ”ei koskaan”. Seuraavaksi merkittävin osuus oli solulla, joka käsitti oireilua joskus. Hajatapaukset asettuivat siten, että loput 7 tapausta ajautuivat kukin omaan soluunsa.

Kuten oli jo taulukosta nähtävissä, riippuvuutta ilmaisevat tunnusluvut olivat liikuttavan yksimielisiä tilastollisen yhteyden puuttumisesta. Khiin neliö -testin p-arvo jäi hyvin korkeaksi. Nollahypoteesin hylkääminen tapahtuisi peräti 98,5 %:n riskillä, ja Cramérin V-arvo ollessa alle vaadittujen kriteerien nollatulos toteutui tässäkin ajossa.

Seuraavassa ajossa tutkittiin vatsalihastestin ja alaraajojen yhteyksiä. Nollahypoteesina pidettiin oireiden ja tulosten välisen korrelaation puuttumista.

**Taulukko 22.** Vatsalihastestin tulosten yhteys alaraajojen oireisiin

|                  |       |                | Alaraajojen oireet |       |       | Yhteensä |
|------------------|-------|----------------|--------------------|-------|-------|----------|
|                  |       |                | 1                  | 2     | 3     |          |
| Vatsalihasluokka | 1     | Määrä          | 1                  | 0     | 0     | 1        |
|                  |       | Osuus          | 3,7%               | 0,0%  | 0,0%  | 3,7%     |
|                  | 3     | Määrä          | 1                  | 2     | 0     | 3        |
|                  |       | Osuus          | 3,7%               | 7,4%  | 0,0%  | 11,1%    |
|                  | 4     | Määrä          | 2                  | 2     | 0     | 4        |
|                  |       | Osuus          | 7,4%               | 7,4%  | 0,0%  | 14,8%    |
| 5                | Määrä | 12             | 6                  | 1     | 19    |          |
|                  | Osuus | 44,4%          | 22,2%              | 3,7%  | 70,4% |          |
| Yhteensä         |       | Määrä yhteensä | 16                 | 10    | 1     | 27       |
|                  |       | Osuus yhteensä | 59,3%              | 37,0% | 3,7%  | 100,0%   |

$$\chi^2 = 2,564; Df=6; p=0,861$$

$$\text{Cramérin } V = 0,22$$

Kuten edellisessäkin taulukossa, kaksi suurinta solua asettuivat suoriteluokkaan erinomainen. Muutenkin tulosten jakauma on hyvin samankaltainen, koska vatsalihastestin tulokset ovat samankaltaiset etunojapunnerrustestin vastaaviin. Ainoana erona oli kolmen pienemmän solun sisältämän frekvenssin kasvu kahteen.

P- ja V-arvot eivät tuota tulosta tässäkin ajossa. Molempien arvot jäivät selkeästi alle



vaadittujen kriteerien. Yllätyksenä tulos ei tullut tässäkään ajossa, koska taulukosta ei ollut helposti havainnoitavissa minkäänlaista säännönmukaista riippuvuutta.

Viimeisenä lihaskuntotestin suoritteena ajossa oli puristusvoimatestin ja alaraajojen oireiden yhteyden mittaaminen riippuvuussuureiden kautta. Nollahypoteesina oli oireilun ja testitulosten välisen tilastollisen riippuvuuden puuttuminen.

**Taulukko 23.** Puristusvoimatestin tulosten yhteys alaraajojen oireisiin

|                     |   |                | Alaraajojen oireet |       |      | Yhteensä |
|---------------------|---|----------------|--------------------|-------|------|----------|
|                     |   |                | 1                  | 2     | 3    |          |
| Puristusvoimaluokka | 2 | Määrä          | 2                  | 0     | 0    | 2        |
|                     |   | Osuus          | 7,4%               | 0,0%  | 0,0% | 7,4%     |
|                     | 3 | Määrä          | 1                  | 2     | 0    | 3        |
|                     |   | Osuus          | 3,7%               | 7,4%  | 0,0% | 11,1%    |
|                     | 4 | Määrä          | 4                  | 2     | 0    | 6        |
|                     |   | Osuus          | 14,8%              | 7,4%  | 0,0% | 22,2%    |
|                     | 5 | Määrä          | 9                  | 6     | 1    | 16       |
|                     |   | Osuus          | 33,3%              | 22,2% | 3,7% | 59,3%    |
| Yhteensä            |   | Määrä yhteensä | 16                 | 10    | 1    | 27       |
|                     |   | Osuus yhteensä | 59,3%              | 37,0% | 3,7% | 100,0%   |

$$\chi^2 = 3,143; Df=6; p=0,791$$

$$\text{Cramérin } V = 0,24$$

Taulukon arvot painottuivat totuttuun tyyliin vasempaan alaneljännekseen. Suurimmat arvot saivat solut, jotka sisälsivät puristusvoima luokan erinomainen ja oireilun vaihtoehdot ei koskaan ja joskus. Hajatapausten jakautuminen oli hyvin odotetunlaista. Poikkeuksena pariin aiempaan ajoon oli solu, joka sisälsi suoriteluokan hyvä ja oireilua ei koskaan. Kyseiseen soluun sijoittui tapauksista n. 15 %.

Tästäkään vertailusta ei tutkijalle jäänyt mitään kättä pidempää. Varsinkin p-arvon suuruus kiistää hypoteesiin toteutumisen. V-arvo antaa hieman suotuisamman lukeman, mutta sekin jää alle vaadittavan minimitason ( $V > 0,3$ ). Nollahypoteesi jää taas voimaan.

Viimeisenä ristiintaulukointina alaraajojen osalta oli oireinsidenssin ja Cooperin testin luokan vertaaminen. Mielenkiintoisen ajosta tekee edellisessä alaluvussa havaittu yläraajaoireilun ja Cooperin testitulosten välinen korrelaatio. Koska alaraajojen oirejakauma

on hyvin samankaltainen yläraajojen vastaavan kanssa, voitiin olettaa vähintään poikkeavia tuloksia muiden kuntotestiluokkien ja oireiden välisiin vertailuihin. Nollahypoteesina pidetään oireilun ja testitulosten välisen riippuvuuden puuttuminen.

**Taulukko 24.** Cooperin testin tulosten yhteys alaraajojen oireisiin

|                 |   |                | Alaraajojen oireet |       |      | Yhteensä |
|-----------------|---|----------------|--------------------|-------|------|----------|
|                 |   |                | 1                  | 2     | 3    |          |
| Cooperin luokka | 3 | Määrä          | 5                  | 2     | 0    | 7        |
|                 |   | Osuus          | 22,7%              | 9,1%  | 0,0% | 31,8%    |
|                 | 4 | Määrä          | 2                  | 6     | 0    | 8        |
|                 |   | Osuus          | 9,1%               | 27,3% | 0,0% | 36,4%    |
|                 | 5 | Määrä          | 4                  | 2     | 1    | 7        |
|                 |   | Osuus          | 18,2%              | 9,1%  | 4,5% | 31,8%    |
| Yhteensä        |   | Määrä yhteensä | 11                 | 10    | 1    | 22       |
|                 |   | Osuus yhteensä | 50,0%              | 45,5% | 4,5% | 100,0%   |

$$\chi^2 = 6,271; Df=4; p=0,180$$

$$\text{Cramérin } V = 0,378$$

Tapausten jakautuminen soluihin oli selkeästi erilainen tässäkin tapauksessa, kun verrattiin taulukkoa lihaskuntosuoritteiden vastaaviin. Kolme suurinta solua erottuivat tässäkin joukosta kattaen kaksi kolmasosaa kaikista arvoista.

Cramérin V ehdottaisi muuttujien välille kohtalaisen voimakasta yhteyttä ( $V > 0,3$ ), mutta Khiin neliön kautta laskettu p-arvo ei täytä vaadittua kriteeriä ( $p < 0,05$ ). Kun otetaan huomioon vielä teoreettisten solufrekvenssien arvot, jotka kaikki ovat alle viiden ja pienin jopa 0,32 on selvää, ettei nollahypoteesin hylkäämiselle suurista toiveista huolimatta ole perusteita.

## 11 JOHTOPÄÄTÖKSET

Maavoimien helikopteriohjaajien tuki- ja liikuntaelimestön oireita kartoittavaa tutkimusta ei ole aikaisemmin tehty. Viimeistään tässä vaiheessa uusien kuljetuskoptereiden tulon kynnyksellä, oli perusteltua tutkia, minkälainen tilanne TULE-oireiden osalta on tällä hetkellä. Tulos siltä osin oli aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna odotetunlainen. Peräti 76 %:lla ohjaajista oli ilmennyt lentotehtäviin liittyen erilaisia tuki- ja liikuntaelinoireita. Tulokset olivat lähes hämmästyttävän samansuuntaisia varsinkin RVL:n, Israelin ilmavoimien ja Royal Navyn helikopteriohjaajille suoritettujen tutkimusten kanssa. Kyseisissä tutkimuksissa 67–82 %:lla ohjaajista oli lentämiseen liittyen ilmennyt erilaisia tuki- ja liikuntaelimestön oireita.

Tutkimuksen pääongelma oli selvittää, onko maavoimien helikopteriohjaajien tuki- ja liikuntaelinoireilun ja fyysisten kunnon välillä yhteyttä. Päähypoteesi oli, että ohjaajien TULE-oireilun ja PAK-kuntotestien väliltä olisi löydettävissä yhteyksiä. Ongelmaan pureuduttiin strukturoidun kyselylomakkeen ja kuntotestitulosten kautta. Molemmat aineistot yhdistettiin yhdeksi havaintomatriisiksi SPSS-ympäristöön, jonka jälkeen aineiston tutkiminen aloitettiin. TULE-oireilun ja kuntotestitulosten riippuvuuksia analysoitiin tuki- ja liikuntaelimestön eri osien spesifin oireinsidenssin ja yksittäisen kuntosuorituksen kautta. Ainoastaan yhdessä ristiintaulukoinnissa oli havaittavissa merkitsevyystason raja-arvojen lähelle yltävät tai jopa ne täyttävät tulokset. Kyseinen tulos esitettiin taulukossa 20, jossa tutkittiin Cooperin testin tulosten ja yläraajojen oireiden esiintymistä. Vaikka tulos ilmentyi tilastollisesti lähes merkittävänä ( $p \leq 0,05$ ), ei yksittäinen hajatulos todista hypoteesia todeksi. Näin ollen nollahypoteesi TULE-oireilun ja kuntotestitulosten välisestä riippumattomuudesta jäi voimaan. Ainakaan tässä aineistossa ei siis ollut havaittavissa yhteyksiä fyysisen kunnon ja tukirangan oireilun välillä.

Aineiston tilastollisessa analyysissä suurimmaksi hankaluudeksi osoittautui aineiston pieni koko. Kyselylomakkeeseen vastasi 29 ohjaajaa ja heistä 27:ltä saatiin kuntotestitulokset. Aineisto oli siis käytännössä liian pieni jopa järkevän ristiintaulukoinnin toteuttamiseksi. Analysoinnissa päädyttiin kuitenkin käyttämään edellä mainittua metodologia yhdistettynä khiin neliö -testin ja Cramérin V-arvon tulkintaan, vaikka khiin neliö -testin vaatimaa teoreettisten solufrekvenssien minimimäärää ei kyetty yhdessäkään aineiston ris-

tiintaulukoinnissa täyttämään. Tähän päädyttiin, vaikka jälkikäteen tutkija vähensi kyselylomakkeen kysymysvaihtoehtoja. Myös tutkittavan joukon homogeenisuus aiheutti ongelmia analysointivaiheessa. Perusjoukossa ei ollut havaittavissa kovinkaan merkittäviä eroja fyysisen kunnan osalta, koska ohjaajien kunto noudatti hyvin pitkälti lentävän henkilöstön fyysiselle kunnolle asetettuja vaatimuksia. Tällöin huonokuntoisten osuus jäi minimaaliseksi eikä erilaisia ryhmiä voitu luoda tulosten pienen hajonnan vuoksi.

Tuki- ja liikuntaelimestön oireiden kannalta kriittisimmiksi alueiksi paljastuivat niskahartiaseutu ja alaselän alue. Näissä molemmissa peräti 83 %:lla oli ilmennyt lentämiin liittyviä TULE-vaivoja. Yläselän sekä ylä- ja alaraajojen suhteelliset oireinsidenssit jäivät alle 50 %:n. Tämän pohjalta olisikin syytä selvittää, ovatko nykyiset yleisesti koko Puolustusvoimien henkilöstöä koskevat PAK-kuntotestit oikeanlainen mittari edellä mainittujen kehon osien fyysisen kunnan määrittämiseen.

Tutkimuksen reliabiliteetti tarkoittaa sitä, että tutkimustulokset pysyvät mittauksesta toiseen eli tulokset eivät ole sattumanvaraisia (Vilka 2007, 149). Tutkimuksen tuloksia ei voida yleistää, koska käytetyn analysointimenetelmän kaikkia kriteereitä ei pystytty täysin täyttämään. Näin ollen työn reliabiliteetti on kyseenalainen. Tutkimuksen kriittisin tekijä reliabiliteetin kannalta on kyselylomakkeen kysymysten tulkinta. Osa vastaajista saattoi ymmärtää kysymykset eri tavalla kuin toiset vastaajat. Myös henkilön nimen kysyminen kyselylomakkeessa saattoi vääristää vastauksia, vaikka vastaajille ilmoitettiin, ettei nimiä tulla julkaisemaan valmiissa työssä. Ongelman olisi voinut kiertää järjestämällä jokaiselle vastaajalle henkilökohtaisen koodin, jolloin heidän ei olisi tarvinnut käyttää omaa nimeään. Tuloksia on saattanut väärentää myös tutkijan tahattomat virheet siirrettäessä kyselylomakkeen ja kuntotestien tuloksia sähköiseen havaintomatriisiin.

Lyhyesti tutkimuksen validiteetilla tarkoitetaan sitä, miten hyvin tutkija on onnistunut siirtämään teorian mittariin eli tässä tapauksessa kyselylomakkeeseen (Vilka 2007, 150). Tutkimuksen validiutta voidaan parhaiten arvioida kyselylomakkeen ja PAK-kuntotestitulosten kautta. Kyselylomake oli aikaisempaa tutkimusta varten teetetty, mutta sen siirtäminen suoraan maavoimien helikopteriohjaajille kysymyksiä poistamalla on saattanut heikentää mittarin kykyä mitata aiottua asiaa. Myös perusjoukon pieni koko heikensi validiutta, vaikka vastausprosentti olikin korkea. PAK-kuntotestien osalta olisi

ollut syytä harkita toisenlaista testistöä nimenomaan helikopteriohjaajien kontekstiin sopivaksi. Etenkin niska-hartiaseudun ja alaselän ongelmien syiden etsimiseen vuosittaiset PAK-testitulokset eivät välttämättä olleet pätevin vaihtoehto. Ongelma olisi voitu kiertää järjestämällä uudenlainen testipatteri nimenomaan helikopteriohjaajille, mutta huomioitaessa tämän työn mittakaava päädyttiin jo valmiiseen testiformaattiin.

Tämän työn suurimmaksi anniksi jäi selvitys maavoimien helikopteriohjaajien tuki- ja liikuntaelinsairauksien tilasta. Tulokset oireinsidenssin osalta tukivat pitkälti aikaisempien tutkimusten vastaavia. Niissä on todettu ohjaamoergonomian ja ennen kaikkea huonon työskentelyasennon johtavan oireiden lisääntymiseen. Siksi olisikin tärkeää jatkossa selvittää Puolustusvoimien osalta, mitkä helikopterilentämisen osakokonaisuudet johtavat oireilun suureen määrään.

## LÄHTEET

Clayman, C. B. 1992. Tuki- ja liikuntaelimet. Suom. K. Sillman. Weilin + Göös.

Duodecim. [Viitattu 4.11.2006]. Alaselän sairaudet. Saatavilla www-muodossa: <http://www.kaypahoito.fi/kh/kaypahoito?suositus=hoi20001>

Duodecim. [Viitattu 4.11.2006]. Nivelreuma. Saatavilla www-muodossa: <http://www.kaypahoito.fi/kh/kaypahoito?suositus=hoi21010>

Eloranta, V., Kanninen, P., Kuronen, P., Myllyniemi, J., Paalimäki, H., Rintala, H. & Santala, S. 1996. Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Froom, P., Hanegbi, R., Ribak, J. & Gross, M. 1987. Low back pain in the AH-1 Cobra helicopter. Israeli air force medical center. Aviation, space and environmental medicine, April 1987.

Hansen, Ö., Wagstaff, A. 2001. Low back pain in Norwegian helicopter aircrew. Royal Norwegian Air Force Institute of Aviation Medicine. Aviation, space and environmental medicine, March 2001.

Heikkilä, T. 2004. Tilastollinen tutkimus. 5., uudistettu painos. Edita Prima Oy. Helsinki

Heinonen, A. 2005. Liikunnan merkitys kasvavalle luustolle. Liikunta & Tiede 5/2005.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2003. Tutki ja kirjoita. 9. painos. Dark Oy. Vantaa.

Häkkinen, K. 1990. Voimaharjoittelun perusteet. Gummerus. Jyväskylä.

Hämäläinen, O. 1993. Fighterpilot's neckpain. Oulun yliopiston julkaisusarja: D Medica 263. Oulu.

IlmavEh-os. 2000. PAK I 3:4 34/22.4/D/I, Terveystarkastukset lentopalvelukseen osallistuvalla henkilöstölle.

Kujala, U. 2004. Aiheuttaako liikkumattomuus terveysriskin? Liikunta & Tiede 5/2004.

Kuronen, P., Oksa, J. & Rintala, H. 1997. Lentävän henkilöstön lihasvoimatestien viitearvot. Sotilaslääketieteellinen aikakauslehti 1/1997.

Kyröläinen, H., Kariranta, J., Koski, H., Lindholm, H., Lipponen, J., Ohrankämmen, O., Palvalin, K., Rintala, H., Santtila, M. & Viskari, J. 2003. Taistelija 2005: fyysisen suorituskyvyn tutkimustoiminta. Maanpuolustuskorkeakoulu. Helsinki.

Luoma, V. 2005. Ohjaajan istuma-asennon vaikutus lihasaktiivisuuteen ja tukirankavaivojen esiintymiseen AB206-kalustolla lennettäessä. Maanpuolustuskorkeakoulu. Pro gradu-tutkielma.

McMillan, G., Pethybridge, R., Sheard, S., Wright, J. 1996. Royal Naval Air Station, United Kingdom. Aviation, space and environmental medicine, May 1996.

Mero, A., Peltola, E. & Saarela, J. 1987. Nopeuden ja nopeuskestävyyden harjoittaminen. Teoksessa A. Mero, T. Vuorimaa & K. Häkkinen (toim.) Nopeus- ja nopeuskestävysharjoittelu. Gummerus. Jyväskylä.

Mero, A., Häkkinen, K., Keskinen, K. & Nummela, A. 2004. Urheiluvalmennus. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä.

Mikkelsson, L., Nupponen, H., Kaprio, J., Kautiainen, H., Mikkelsson, M. & Kujala, U. 2006. Adolescent flexibility, endurance strength and physical activity as predictors of adult tension neck, low back pain and knee injury: a 25 year follow up study. Br J Sports Med 40.

Numminen, P. & Välimäki, I. 1999. Liikunta lapsena ja nuorena. Duodecim. Helsinki.

Nykänen, K. & Koski, P. 1989. Kunnan vuoksi. Tekijät ja Kirjayhtymä Oy. Vaasa.

Ojalainen, H. & Vuorikivi, T. 1995. Rajavartiolaitoksen helikopterilentäjien selkävaivat. Helsingin IV terveydenhuolto-oppilaitos.

PAK I 3:03, Sotilaslentäjien lääketieteelliset valintamenettelyt 03:03. Liite 06.01.

Pekoul-os. 1999. PAK A 04:03:01, Puolustusvoimien palkatun henkilöstön kenttäkelpoisuus ja fyysinen työkyky.

Pekoul-os. 2001. PAK C 1:8, Varusmiesten marssikoulutus.

Puolustusvoimien koulutuksen kehittämisen keskus. 1999. Fyysisen suorituskyvyn testit. Ykkös-offset Oy. Vaasa.

Rintala, H. 1995. Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakäyttäytyminen. Maanpuolustuksen tieteellisen neuvottelukunnan erillisraportti 1/B/1995.

Rusko, H. 1989. Kestävyys ja sen harjoittaminen. Teoksessa H. Kantola (toim.) Suomalainen valmennusoppi II: Harjoittelu. Suomen olympiakomitea. Gummerus. Jyväskylä.

Ruuskanen, E. 1995. Liikunta & Tiede 1/1995.

Sosiaali- ja terveysministeriö. 1996. Tuki- ja liikuntaelinsairaudet Suomessa. Oy Edita Ab. Helsinki.

Syrjälä, K. 1999. Ohjaajien kokemat työperäiset tuki- ja liikuntaelinvaivat Ilmasotakouluissa. Maanpuolustuskorkeakoulu. Kadetin tutkielma.

Taistelija 2005. Fyysisen suorituskyvyn tutkimus. Puolustusvoimat.



Toiskallio, J. 1998. Toimintakyky sotilaspedagogiikassa. MpKK:n julkaisusarja 2. n:o 4. Ykkös-offset Oy. Vaasa.

Tähtinen, J. & Isoaho, H. 2001. Tilastollisen analyysin lähtökohtia. Painosalama Oy. Turku.

Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa: määrällisen tutkimuksen perusteet. Tammi Oy. Helsinki.

Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. 2005. Liikuntalääketiede. 3. painos. Karisto Oy:n kirjapaino. Hämeenlinna.

**LIITTEET**

- Liite 1 Utin jääkäriyrykmentin fyysisen kunnon testien sisältö laskuvarjojääkäriksi hakevalle
- Liite 2 Merivoimien sukeltajien valintavaiheen fyysisen kunnon testien sisältö
- Liite 3 Maavoimien helikopteriohjaajien tuki- ja liikuntaelinvaivakysely 2007
- Liite 4 Kuntotestien luokitus

## LIITE 1

1(2)

**Utin jääkäriyrykmentin fyysisen kunnon testien sisältö laskuvarjojääkäriksi hakemalle****Lihaskuntotesti (jokaisesta osalajista saatava vähintään yksi piste)**

| <b>60 sekuntia/laji</b>     | <b>3p</b> | <b>2p</b> | <b>1p</b> |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Vatsalihasliike             | 48        | 40        | 32        |
| Etunojapunnerrus            | 38        | 30        | 22        |
| Selkälihasliike             | 60        | 50        | 40        |
| Koukistajaliike (leuanveto) | 14        | 10        | 6         |
| Vauhditon pituus            | 2.40 m    | 2.20 m    | 2.00 m    |

**Koordinaatiotesti**

| <b>Laji/suorituskerrat</b>                                  | <b>1p</b>             | <b>hylätty</b>          |
|---|-----------------------|-------------------------|
| Viivajuoksu 10 suoritusta<br>Vartalonhallinta 10 suoritusta | yht. alle<br>1,30 min | yht. yli<br>1,45<br>min |

**Sukellus- ja uintitesti**

|   |                             |                         |
|---|-----------------------------|-------------------------|
| Hyppy 5 metrin korkeudesta                  | hyväksytty                  | hylätty                 |
| Uinti 200 m<br>-pisteporrastus 1p/45 sek    | max: 3 p /<br>alle 3,15 min | hylätty<br>yli 4,30 min |
| Kahden esineen nouto<br>4 metrin syvyydestä | hyväksytty                  | hylätty                 |

- uimalasien käyttö kielletty

## LIITE 1

### 2(2)

#### **Reppujuoksu sisähallissa**

- repun paino noin 10 kiloa
- juostaan viisi kilometriä, joista viimeiseltä kolmelta kilometriltä otetaan aika (myös ensimmäiset kaksi kilometriä juostaan johdetusti)
- 12 minuuttia = 20 pistettä (max), pisteporrastus 15 sekuntia
- suoritus hylätty, jos aika on yli 14,30 min

#### **Hiihtotesti sotilasvarusteissa**

- sotilassukset, -saappaat ja -sauvat
- hiihdetään 10 kilometriä, joista viimeiset viisi kilometriä kilpailuna
- pisteporrastus yksi minuutti (max 10 pistettä)
- taulukko tarkistetaan päivittäin sään ja kelin mukaan

#### **Loppupisteytys**

- yhteispisteet muodostuvat eri osalajien yhteispisteistä
- fyysisistä testeistä saatava vähintään 29 pistettä, jotta pääsee jatkoon (lääkärintarkastus & psykologiset testit)
- maksimipisteet 49 pistettä

Lähde: Puolustusvoimat. (Viitattu 4.11.2006). Saatavilla www-muodossa:  
<http://www.mil.fi/maavoimat/joukot/utjr/testit.dsp>

## LIITE 2

**Merivoimien sukeltajien valintavaiheen fyysisen kunnon testien sisältö****Valintakoelajit**

| <b>Osakoe</b>                                     | <b>5</b> | <b>4</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>Pisteet</b> |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|
| 1000 m perusvälineuinti                           | 14       | 15       | 16       | 18       | 20       | min            |
| 50 m vapaauinti                                   | 30       | 32       | 34       | 40       | 50       | sek            |
| 100 lautapotku-uinti                              | 70       | 75       | 85       | 95       | 105      | sek            |
| Pituussukellus                                    | 50       | 45       | 40       | 35       | 25       | metriä         |
| 4 m etsintä                                       | 10       | 9        | 7        | 5        | 3        | levyä          |
| 6 m etsintä                                       | 10       | 9        | 7        | 5        | 3        | levyä          |
| 4 m poiminta                                      | 65       | 75       | 90       | 100      | 120      | sek            |
| 15 km maastomarssi                                | 80       | 85       | 90       | 95       | 100      | min            |
| Käsinkohonta                                      | 18       | 16       | 14       | 12       | 10       | kertaa         |
| Vatsalihasliike (30 s)                            | 31       | 29       | 27       | 25       | 23       | kertaa         |
| Penkkipunnerrus (50 kg)                           | 30       | 26       | 22       | 18       | 14       | kertaa         |
| Cooper  | 3000 m   |          |          |          |          |                |
| Apnoe-koe   | 1 min    |          |          |          |          |                |
| Painekammio koe 51 metrin syvyyttä vastaava paine |          |          |          |          |          |                |

Maastomarssilla 10 kg taakka

Käsinkohonta suoritetaan 1,5 minuutin riipunnassa

Lähde: Puolustusvoimat. (Viitattu 4.11.2006). Saatavilla www-muodossa:  
[http://www.mil.fi/merivoimat/esikunta/varu\\_sukeltajat.dsp](http://www.mil.fi/merivoimat/esikunta/varu_sukeltajat.dsp)

## LIITE 3

1(9)

**Maavoimien helikopteriohjaajien tuki- ja liikuntaelinvaivakysely 2007**

Tutkielmassa käytetty kyselylomake pohjautuu aiemmin suoritettuun tuki- ja liikuntaelinvaivakyselyyn Ilmavoimien lentävälle henkilöstölle (Rintala, H., Sovelius, R., Skyttä, J. & Siitonen, S. 2004. Lentävän henkilöstön tuki- ja liikuntaelinvaivakysely 2004-2005. Puolustusvoimat).

Tämän kyselyn avulla pyritään kartoittamaan maavoimien ohjaajien tuki- ja liikuntaelinvaivoja sekä löytämään mahdollisia taustatekijöitä kipeytymiseen lähinnä fyysisen aktiivisuuden ja yksilöllisten ominaisuuksien suhteen. Kysely suoritetaan kaikille virassa oleville maavoimien helikopteriohjaajille.

Pyri vastatessasi rehellisyyteen, koska tavoitteena on saada mahdollisimman realistinen kuva tuki- ja liikuntaelinsairaustilanteesta ohjaajien keskuudessa. Kaikki vastaukset käsitellään nimettömästi. Kysely sisältää sekä monivalinta- että avoimia kysymyksiä. Käytä monivalintakysymyksissä rohkeasti myös asteikon ääripäitä, kun koet sen tarpeelliseksi.

Ota yhteyttä, jos kysymyssarjassa on jotain epäselvää tai jos ilmenee muuta aiheeseen liittyvää kysyttävää.

Kadetti Jonas Polso, KadK91

[xbytelizer@gmail.com](mailto:xbytelizer@gmail.com) tai PVAH

puh. 041-5046700

## LIITE 3

2(9)

NIMI: \_\_\_\_\_

SYNTYMÄAIKA (mutta ei henkilötunnusta!):00p 00k 00v \_\_\_\_\_

Vastaa seuraaviin kysymyksiin numerolla ja täydennä sanallisesti tarvittaessa:

1. Ikä vuosina: \_\_\_\_\_
2. Lentokokemus vuosina: \_\_\_\_\_
3. Lentotuntimäärä puolustusvoimissa kokonaisuudessaan ja viimeisen 6kk:n aikana: \_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min / \_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min
4. Karkea lentotuntimäärä eri konekalustolla puolustusvoimissa kokonaisuudessaan ja viimeisen 6kk:n aikana:
  - Helikopteri (MI8) \_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min /  
\_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min
  - Helikopteri (HH) \_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min /  
\_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min
  - Helikopteri (muu) \_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min /  
\_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min
  - Hävittäjä \_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min /  
\_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min
  - Suihkuharjoituskone \_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min /  
\_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min
  - Yhteyskone (esim. RG, PC,LJ) \_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min /  
\_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min
  - Alkeiskoulukone (VN) \_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min /  
\_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min
  - Kuljetuskone (FF) \_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min /  
\_\_\_\_\_h \_\_\_\_\_min

## LIITE 3

3(9)

5. Muu mahdollinen lentotuntimäärä (konetyyppi ja tunnit):

- \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ min / \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ min
- \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ min / \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ min
- \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ min / \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ min
- \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ min / \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ min

6. Nykyinen tehtävä

- 1 lento-oppilas
- 2 helikopteriohjaaja
- 3 ”esikuntalentäjä”=2h/kk
- 4 lennonopettaja
- 5 koelentäjä
- 6 muu? \_\_\_\_\_

7. Koetko, että sinulla olisi ollut mielestäsi lentämisen aiheuttamia tuki- ja liikuntaelinvaivoja?

- 1 usein
- 2 joskus
- 3 ei koskaan

8. Jos vastasit edellisessä usein tai joskus, missä vaiheessa palvelusta vaiva yleensä ilmenee

- 1 Heti vyöttäytyessä
- 2 Lentotehtävän aikana
- 3 Tehtävän jälkeen samana päivänä
- 4 Viikon sisällä

9. Onko sinulla lentäjän urasi aikana ollut vaivaa niska-hartiaseudulla?

- 1 Ei koskaan



## LIITE 3

4(9)

- 2 Vähemmän kuin kerran kuussa
- 3 Kerran pari kuussa
- 4 Viikoittain
- 5 Päivittäin

10. Onko sinulla lentäjän urasi aikana ollut vaivaa yläselässä?

- 1 Ei koskaan
- 2 Vähemmän kuin kerran kuussa
- 3 Kerran pari kuussa
- 4 Viikoittain
- 5 Päivittäin

11. Onko sinulla lentäjän urasi aikana ollut vaivaa alaselässä?

- 1 Ei koskaan
- 2 Vähemmän kuin kerran kuussa
- 3 Kerran pari kuussa
- 4 Viikoittain
- 5 Päivittäin

12. Onko sinulla lentäjän urasi aikana ollut vaivaa yläraajoissa?

- 1 Ei koskaan
- 2 Vähemmän kuin kerran kuussa
- 3 Kerran pari kuussa
- 4 Viikoittain
- 5 Päivittäin

13. Onko sinulla lentäjän urasi aikana ollut vaivaa alaraajoissa?

- 1 Ei koskaan
- 2 Vähemmän kuin kerran kuussa
- 3 Kerran pari kuussa

## LIITE 3

5(9)

4 Viikoittain

5 Päivittäin

14. Onko sinulla ollut tukirankavaivan aiheuttamia tasapainohäiriöitä?

1 Ei koskaan

2 Joskus

3 Jatkuvasti

15. Onko sinulla ollut tukirankavaivan aiheuttamia käden taitojen häiriöitä (motoriikka)?

1 Ei koskaan

2 Joskus

3 Jatkuvasti

Arvioi seuraavassa omaa fyysistä aktiivisuuttasi viimeisen kuuden kuukauden ajalta arkiaktiiviteettien eli ns. hyötyliikunnan (= esim. metsästys/kalastus, polttopuusavotta/metsänhoitotyöt, rakennustyö, työmatka jalan jne. näkökulmasta):

16. Fyysinen aktiivisuus tuntia/viikko ns. hyötyliikunnassa (laji ja tunnit):

Esim. puusavotta 2 h

|       |       |
|-------|-------|
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |

LIITE 3

6(9)

Arvioi seuraavassa omaa fyysistä aktiivisuuttasi viimeisen kuuden kuukauden ajalta sillä perusteella, että harjoittelusi on ollut tarkoituksellista pitääksesi itsesi kunnossa ja tekeminen kuormittaa selvästi (kesto yli 20 min, seurauksena hikoilu, hengästyminen, väsyminen jne.)

17. Fyysinen aktiivisuus tuntia/viikko kestävyysliikunnassa (laji ja tunnit):

|                      |       |
|----------------------|-------|
| Esim. kävely, hiihto | 1,5 h |
| _____                | _____ |
| _____                | _____ |
| _____                | _____ |
| _____                | _____ |
| _____                | _____ |

18. Fyysinen aktiivisuus tuntia/viikko voima- ja teholiikunnassa (laji ja tunnit):

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| Esim. jääkiekko, puntti | 0,5 h |
| _____                   | _____ |
| _____                   | _____ |
| _____                   | _____ |
| _____                   | _____ |
| _____                   | _____ |

19. Fyysinen aktiivisuus tuntia/viikko taitoliikunnassa (laji ja tunnit):

|                     |       |
|---------------------|-------|
| Esim. ammunta, golf | 3 h   |
| _____               | _____ |
| _____               | _____ |
| _____               | _____ |
| _____               | _____ |
| _____               | _____ |

LIITE 3

7(9)

Seuraavassa on muutamia tyypillisiä tuki- ja liikuntaelinvaivoihin liittyviä toteamuk-  
sia. Arvioi piirtämällä poikkiviiva kipujanalle kuvaamaan mahdollisesti edellä mainit-  
semasi vaivan/vaivojen **haittavaikutusta** elämässäsi, niin työssä kuin kotonakin  
(tarvittaessa voit tarkentaa sanallisesti väittämän sivuun) viimeisen 6 kk:n ajalta

20. Haitta itse lentämiseen liittyen:

|            |              |
|------------|--------------|
| Ei haittaa | Estää täysin |
| -----      |              |

21. Haitta yleensä työssä:

|            |               |
|------------|---------------|
| Ei haittaa | Toimintakyvyn |
| -----      |               |

22. Haitan esiintyminen:

|             |                |
|-------------|----------------|
| Ei lainkaan | Jatkuva haitta |
| -----       |                |

23. Haitan voimakkuus:

|             |            |
|-------------|------------|
| Ei lainkaan | Sietämätön |
| -----       |            |

24. Haitta kotona valveilla:

|             |               |
|-------------|---------------|
| Ei lainkaan | Toimintakyvyn |
| -----       |               |

25. Haitta nukkuessa:

|                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| Nukun ja nukahdan normaalisti | Estää nukkumisen |
| -----                         |                  |

## LIITE 3

8(9)

26. Vaikutus vapaa-aikana:

Ei mitenkään

Vaikuttaa kaikissa tilanteissa

|-----|

27. Kivulääkityksen vaikutus, jos on kokeiltu: (rasti tähän\_\_\_\_, jos ei ole kokeiltu)

Poistaa vaivan täysin

Ei auta mitenkään

|-----|

28. Fysioterapian **passiivisten** hoitojen (kylmä, kuuma, hieronta, ultraääni, interferenssi jne.) vaikutus, jos on kokeiltu: (rasti tähän\_\_\_\_, jos ei ole kokeiltu)

Poistaa vaivan täysin

Ei auta mitenkään

|-----|

29. Oman aktiivisen harjoittelun vaikutus, jos on kokeiltu: (rasti tähän\_\_\_\_, jos ei ole kokeiltu)

Pitää vaivan poissa

Ei auta mitenkään

|-----|

30. Vaikuttaako vaiva mielialaasi:

Ei lainkaan

Mielestäni pahimmalla  
mahdollisella tavalla

|-----|

## LIITE 3

9(9)

Avoimet vastaukset:

Mikä konetyyppi ja minkälaiset lennot mielestäsi kuormittavat eniten tuki- ja liikuntaelimistöä ja mistä syystä (voi olla useampikin vaihtoehto)? Millaisten muiden tekijöiden arvelet lisäävän tuki- ja liikuntaelimistön kuormitusta?

Mikäli haluat, voit kirjoittaa kääntöpuolelle niitä asioita, jotka eivät edellä tulleet ilmi ja/tai jotka koet tärkeäksi itsesi tai ammatin kannalta.

KIITOS HENKILÖKOHTAISESTA JA AINUTLAATUISESTA PANOKSESTASI SO-  
TILASLENTÄJIEN TYÖTERVEYDEN EDISTÄMISEKSI!

## LIITE 4

1(2)

## Kuntotestien luokitus

## Sotilaat ikäluokittain miehet ja naiset

| Sotilaat 20-24 vuotta |                              |                           |                     |                             |                        |                    | Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = välttävä, 1 = heikko |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Pisteet ja luokka     | Etunojapunnerrus<br>krt/60 s | Istumaannousu<br>krt/60 s | Puristusvoima<br>kg | Toistokyykistys<br>krt/60 s | Pp-ergometri ml/kg/min | 12-min juoksu<br>m |  |  |  |  |  |  |  |
| 5                     | 48>                          | 53>                       | 70>                 | 64>                         | 60>                    | 3200>              |  |  |  |  |  |  |  |
| 4                     | 43-47                        | 48-52                     | 64-69               | 58-63                       | 56-59.9                | 3000-3190          |  |  |  |  |  |  |  |
| 3                     | 38-42                        | 43-47                     | 58-63               | 52-57                       | 52-55.9                | 2800-2990          |  |  |  |  |  |  |  |
| 2                     | 33-37                        | 38-42                     | 52-57               | 46-51                       | 48.51.9                | 2600-2790          |  |  |  |  |  |  |  |
| 1                     | 0-32                         | 0-37                      | 0-51                | 0-45                        | 0-47.9                 | 0-2590             |  |  |  |  |  |  |  |
| Sotilaat 25-29 vuotta |                              |                           |                     |                             |                        |                    | Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = välttävä, 1 = heikko |  |  |  |  |  |  |
| Pisteet ja luokka     | Etunojapunnerrus<br>krt/60 s | Istumaannousu<br>krt/60 s | Puristusvoima<br>kg | Toistokyykistys<br>krt/60 s | Pp-ergometri ml/kg/min | 12-min juoksu<br>m |  |  |  |  |  |  |  |
| 5                     | 46>                          | 50>                       | 69>                 | 62>                         | 58>                    | 3100>              |  |  |  |  |  |  |  |
| 4                     | 41-45                        | 45-49                     | 63-68               | 56-61                       | 54-57.9                | 2900-3090          |  |  |  |  |  |  |  |
| 3                     | 36-40                        | 40-44                     | 57-62               | 50-55                       | 50-53.9                | 2700-2880          |  |  |  |  |  |  |  |
| 2                     | 31-35                        | 35-39                     | 51-56               | 44-49                       | 46-49.9                | 2500-2690          |  |  |  |  |  |  |  |
| 1                     | 0-30                         | 0-34                      | 0-50                | 0-43                        | 0-45.9                 | 0-2490             |  |  |  |  |  |  |  |
| Sotilaat 30-34 vuotta |                              |                           |                     |                             |                        |                    | Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = välttävä, 1 = heikko |  |  |  |  |  |  |
| Pisteet ja luokka     | Etunojapunnerrus<br>krt/60 s | Istumaannousu<br>krt/60 s | Puristusvoima<br>kg | Toistokyykistys<br>krt/60 s | Pp-ergometri ml/kg/min | 12-min juoksu<br>m |  |  |  |  |  |  |  |
| 5                     | 44>                          | 47>                       | 68>                 | 60>                         | 56>                    | 3000>              |  |  |  |  |  |  |  |
| 4                     | 39-43                        | 42-46                     | 62-67               | 54-59                       | 52-55.9                | 2800-2990          |  |  |  |  |  |  |  |
| 3                     | 34-38                        | 37-41                     | 56-61               | 48-53                       | 48-51.9                | 2600-2790          |  |  |  |  |  |  |  |
| 2                     | 29-33                        | 32-36                     | 50-55               | 42-47                       | 44-47.9                | 2400-2590          |  |  |  |  |  |  |  |
| 1                     | 0-28                         | 0-31                      | 0-49                | 0-41                        | 0-43.9                 | 0-2390             |  |  |  |  |  |  |  |
| Sotilaat 35-39 vuotta |                              |                           |                     |                             |                        |                    | Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = välttävä, 1 = heikko |  |  |  |  |  |  |
| Pisteet ja luokka     | Etunojapunnerrus<br>krt/60 s | Istumaannousu<br>krt/60 s | Puristusvoima<br>kg | Toistokyykistys<br>krt/60 s | Pp-ergometri ml/kg/min | 12-min juoksu<br>m |  |  |  |  |  |  |  |
| 5                     | 42>                          | 44>                       | 67>                 | 58>                         | 54>                    | 2900>              |  |  |  |  |  |  |  |
| 4                     | 37-41                        | 39-43                     | 61-66               | 52-57                       | 50-53.9                | 2700-2890          |  |  |  |  |  |  |  |
| 3                     | 32-36                        | 34-38                     | 55-60               | 46-51                       | 46-49.9                | 2500-2690          |  |  |  |  |  |  |  |
| 2                     | 27-31                        | 29-33                     | 49-54               | 40-45                       | 42-45.9                | 2300-2490          |  |  |  |  |  |  |  |
| 1                     | 0-26                         | 0-28                      | 0-48                | 0-39                        | 0-41.9                 | 0-2290             |  |  |  |  |  |  |  |
| Sotilaat 40-44 vuotta |                              |                           |                     |                             |                        |                    | Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = välttävä, 1 = heikko |  |  |  |  |  |  |
| Pisteet ja luokka     | Etunojapunnerrus<br>krt/60 s | Istumaannousu<br>krt/60 s | Puristusvoima<br>kg | Toistokyykistys<br>krt/60 s | Pp-ergometri ml/kg/min | 12-min juoksu<br>m |  |  |  |  |  |  |  |
| 5                     | 40>                          | 41>                       | 66>                 | 56>                         | 52>                    | 2800>              |  |  |  |  |  |  |  |
| 4                     | 35-39                        | 36-40                     | 60-65               | 50-55                       | 48-51.9                | 2600-2790          |  |  |  |  |  |  |  |
| 3                     | 30-34                        | 31-35                     | 54-59               | 44-49                       | 44-47.9                | 2400-2590          |  |  |  |  |  |  |  |
| 2                     | 25-29                        | 26-30                     | 48-53               | 38-43                       | 40-43.9                | 2200-2390          |  |  |  |  |  |  |  |
| 1                     | 0-24                         | 0-25                      | 0-47                | 0-37                        | 0-39.9                 | 0-2190             |  |  |  |  |  |  |  |
| Sotilaat 45-49 vuotta |                              |                           |                     |                             |                        |                    | Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = välttävä, 1 = heikko |  |  |  |  |  |  |
| Pisteet ja luokka     | Etunojapunnerrus<br>krt/60 s | Istumaannousu<br>krt/60 s | Puristusvoima<br>kg | Toistokyykistys<br>krt/60 s | Pp-ergometri ml/kg/min | 12-min juoksu<br>m |  |  |  |  |  |  |  |
| 5                     | 38>                          | 38>                       | 65>                 | 54>                         | 50>                    | 2700>              |  |  |  |  |  |  |  |
| 4                     | 33-37                        | 33-37                     | 59-64               | 48-53                       | 46-49.9                | 2500-2690          |  |  |  |  |  |  |  |
| 3                     | 28-32                        | 28-32                     | 53-58               | 42-47                       | 42-45.9                | 2300-2490          |  |  |  |  |  |  |  |
| 2                     | 23-27                        | 23-27                     | 47-52               | 36-41                       | 38-41.9                | 2100-2290          |  |  |  |  |  |  |  |
| 1                     | 0-22                         | 0-22                      | 0-46                | 0-35                        | 0-37.9                 | 0-2090             |  |  |  |  |  |  |  |
| Sotilaat 50-54 vuotta |                              |                           |                     |                             |                        |                    | Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = välttävä, 1 = heikko |  |  |  |  |  |  |
| Pisteet ja luokka     | Etunojapunnerrus<br>krt/60 s | Istumaannousu<br>krt/60 s | Puristusvoima<br>kg | Toistokyykistys<br>krt/60 s | Pp-ergometri ml/kg/min | 12-min juoksu<br>m |  |  |  |  |  |  |  |
| 5                     | 36>                          | 35>                       | 64>                 | 52>                         | 48>                    | 2600>              |  |  |  |  |  |  |  |
| 4                     | 31-35                        | 30-34                     | 58-63               | 46-51                       | 44-47.9                | 2400-2590          |  |  |  |  |  |  |  |
| 3                     | 26-30                        | 25-29                     | 52-57               | 40-45                       | 40-43.9                | 2200-2390          |  |  |  |  |  |  |  |
| 2                     | 21-25                        | 20-24                     | 46-51               | 34-39                       | 36-39.9                | 2000-2190          |  |  |  |  |  |  |  |
| 1                     | 0-20                         | 0-19                      | 0-45                | 0-33                        | 0-35.9                 | 0-1990             |  |  |  |  |  |  |  |

## LIITE 4

## 2(2)

| Sotilaat 55-59 vuotta  |                              |                           |                     |                             |                        |                    |
|--|------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------|
| Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = välttävä, 1 = heikko |                              |                           |                     |                             |                        |                    |
| Pisteet ja luokka  | Etunojapunnerrus<br>krt/60 s | Istumaannousu<br>krt/60 s | Puristusvoima<br>kg | Toistokyykistys<br>krt/60 s | Pp-ergometri ml/kg/min | 12-min juoksu<br>m |
| 5  | 34>                          | 32>                       | 63>                 | 50>                         | 46>                    | 2500>              |
| 4  | 29-33                        | 27-31                     | 57-62               | 44-49                       | 42-45.9                | 2300-2490          |
| 3  | 24-28                        | 22-26                     | 51-56               | 38-43                       | 38-41.9                | 2100-2290          |
| 2  | 19-23                        | 17-21                     | 45-50               | 32-37                       | 34-37.9                | 1900-2090          |
| 1  | 0-18                         | 0-16                      | 0-44                | 0-31                        | 0-33.9                 | 0-1890             |
| Sotilaat 60-64 vuotta  |                              |                           |                     |                             |                        |                    |
| Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = välttävä, 1 = heikko |                              |                           |                     |                             |                        |                    |
| Pisteet ja luokka  | Etunojapunnerrus<br>krt/60 s | Istumaannousu<br>krt/60 s | Puristusvoima<br>kg | Toistokyykistys<br>krt/60 s | Pp-ergometri ml/kg/min | 12-min juoksu<br>m |
| 5  | 32>                          | 29>                       | 62>                 | 48>                         | 44>                    | 2400>              |
| 4  | 27-31                        | 24-28                     | 56-61               | 42-47                       | 40-43.9                | 2200-2390          |
| 3  | 22-26                        | 19-23                     | 50-55               | 36-41                       | 36-39.9                | 2000-2190          |
| 2  | 17-21                        | 14-18                     | 44-49               | 30-35                       | 32-35.9                | 1800-1990          |
| 1  | 0-16                         | 0-13                      | 0-43                | 0-29                        | 0-31.9                 | 0-1790             |

**Lähde:** Pekoul-os. 1999. PAK A 04:03:01, Puolustusvoimien palkatun henkilöstön kenttäkelpoisuus ja fyysinen työkyky. Liite 4.