

# **MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU**

## **LENTO-OPPILAIEN MOTORISTEN KYKYJEN JA HAWK-LENTOMENESTYKSEN VÄLINEN YHTEYS**

Pro gradu -tutkielma

Kadetti  
Otto Kinnunen

Kadettikurssi 92  
Ilmavoimien ohjaajalinja

Helmikuu 2009

## MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Kadettikurssi 92	Linja Ilmavoimien ohjaajalinja
Tekijä Kadetti Otto Kinnunen	
Tutkielman nimi <b>Lento-oppilaiden motoristen kykyjen ja Hawk-lentomenestyksen välinen yhteys</b>	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotilaspedagogiikka	Säilytyspaikka Maanpuolustuskorkeakoulun kirjasto
Aika Maaliskuu 2009	Tekstisivuja 78 Liitesivuja 11
<b>TIIVISTELMÄ</b>  <p>Tutkimuksen tavoite oli selvittää motoristen kykyjen yhteyttä lentomenestykseen. Tutkimus rajattiin koskemaan Hawk-vaihetta, koska se on Ilmavoimien ohjaajien kokonaiskoulutustavoitteiden kannalta ehkä kriittisin.</p> <p>Tutkimuksen tutkimusongelmat olivat:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Millainen yhteys lento-oppilaan motorisen kyvykkyyden ja Hawk-lentomenestyksen välillä on?</li><li>2) Millainen yhteys lento-oppilaan raajojen välisen koordinaation ja lentomenestyksen välillä on?</li><li>3) Onko motoristen kykyjen ja Hawk-lentomenestyksen välillä erilainen yhteys eri lentolajeissa tai koulutusvaiheissa?</li></ol> <p>Tutkimukseen osallistui 27 lento-oppilasta Kauhavan Lentosotakoulusta. Tutkimus oli kvantitatiivinen, ja muuttujien yhteyksiä tutkittiin korrelaatiokertoimen avulla.</p> <p>Tutkimus antoi joitain viitteitä siitä, että motorisilla kyvyillä ja lentomenestyksellä olisi yhteys HW1-vaiheessa. HW2-vaiheessa yhteyksiä ei havaittu. Myös lentolajien välillä esiintyi eroja. Jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia muun muassa sitä, miten lento-oppilaalta vaadittavat ominaisuudet muuttuvat lentokoulutuksen edetessä.</p>	
<b>AVAINSANAT</b> Motoriset kyvyt, motorinen kyvykkyys, sotilaslentäminen, lentomenestys	

# SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	4
2 SOTILAAN TOIMINTAKYKY .....	5
3 YKSILÖN MOTORISET OMINAISUUDET.....	6
3.1 Motoriset taidot .....	6
3.2 Motoriset kyvyt .....	7
3.3 Motorinen kehitys .....	13
3.4 Motoristen ominaisuuksien yhteydet oppimiseen.....	14
3.4.1 Motoriset ominaisuudet ja motorinen oppiminen .....	14
3.4.2 Motoriset ominaisuudet ja kognitiivinen oppiminen .....	15
3.4.3 Motoriset ominaisuudet ja affektiivinen oppiminen .....	16
3.4.4 Oppimaan oppiminen.....	17
4 MOTORISTEN TAITOJEN JA KYKYJEN MITTAAMINEN.....	18
4.1 Motoristen perustaitojen mittaaminen.....	18
4.2 Motoristen lajitaitojen mittaaminen .....	19
4.3 Motoristen kykyjen mittaaminen .....	19
4.4 Motorisen kyvykkyyden mittaaminen.....	20
5 SOTILASLENTÄMINEN .....	24
5.1 Hävittäjälentämisen tunnuspiirteitä.....	24
5.1.1 Fyysiset haasteet.....	25
5.1.2 Psykomotoriset haasteet.....	27
5.2 Hawk-koulutus Ilmavoimissa.....	28
6 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT .....	31
6.1 Tutkimuksen viitekehys .....	31
6.2 Rajaus.....	31
6.3 Tutkimusongelmat.....	32
6.4 Katsaus aihepiirin aikaisempiin tutkimuksiin .....	32
6.4.1 Sotilaslentäjän fyysistä toimintakykyä käsitteleviä opinnäytteitä Ilmavoimissa.....	32
6.4.2 Ilmavoimien varusmiesohjaaja- ja lentokadettikurssilla menestymisen ennustamisesta: Sotilasohjaajan ammattianalyysi ja valintajärjestelmän kehittämismahdollisuudet .....	35
6.4.3 Tutkimuksia psykomotoristen testien ja lentomenestyksen yhteydestä.....	37
6.5 Teoreettiset johtopäätökset.....	38
7 EMPIIRINEN TUTKIMUS .....	40
7.1 Tutkimuksen kulku.....	40

7.2 Tutkimusmetodi .....	43
7.3 Aineiston kuvaus .....	43
7.3.1 Tutkittava joukko .....	43
7.3.2 Barrow motor ability test .....	44
7.3.3 Rintalan testi .....	48
7.3.4 SMK-testi .....	49
7.3.5 Hawk-lentomenestyksen kriteerit.....	52
7.3.5.1 Yksittäisen lennon arviointi HW-lentokoulutuksessa.....	52
7.3.5.2 Tutkimuksessa käytetyt lentomenestyksen muuttujat.....	57
8 TUTKIMUKSEN TULOKSET .....	62
8.1 Barrow motor ability test -testipatterin ja HW1-lentoarvosanojen välinen yhteys.....	62
8.2 Barrow motor ability test -testipatterin ja HW2-lentoarvosanojen välinen yhteys.....	63
8.3 Rintalan testin ja HW1-lentoarvosanojen välinen yhteys .....	64
8.4 Rintalan testin ja HW2-lentoarvosanojen välinen yhteys .....	64
8.5 SMK-testin ja HW1-lentoarvosanojen välinen yhteys.....	64
8.6 SMK-testin ja HW2-lentoarvosanojen välinen yhteys.....	65
9 JOHTOPÄÄTÖKSET & JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET .....	66
9.1 Motorisen kyvykkyyden ja Hawk-lentomenestyksen välinen yhteys.....	66
9.2 Raajojen välisen koordinaation ja Hawk-lentomenestyksen välinen yhteys .....	67
9.3 Motoristen kykyjen ja lentomenestyksen välisen yhteyden erot lentolajien ja koulutusvaiheiden välillä .....	68
9.4 Jatkotutkimusehdotukset .....	69
10 POHDINTA .....	71
10.1 Teoreettista pohdintaa .....	71
10.2 Tuloksiin liittyvää pohdintaa.....	71
10.3 Tutkimuksen luotettavuus .....	72
10.4 Tutkimuksen tieteellinen merkitys .....	75
10.5 Tutkimusprosessiin liittyvää pohdintaa.....	76
10.6 Omaan työskentelyyn liittyvää pohdintaa .....	78
LÄHTEET .....	82
LIITTEET .....	89

## 1 JOHDANTO

Hävittäjäalentäjänä toimimista pidetään yleisesti sekä fyysisesti että psyykkisesti haastavana tehtävänä. Hävittäjäalentäjiksi valitaan ja valikoituukin vain sellaisia henkilöitä, jotka kykenevät vastaamaan tehtävän asettamiin haasteisiin. Mistä sitten tunnistaa hävittäjäalentäjäksi sopivan?

Tutustuessani hävittäjäalentäjän fyysistä toimintakykyä käsittelevään kirjallisuuteen huomasin toistuvasti, että ohjaajilta vaaditaan hyvää fyysistä kuntoa ja taitoa. Useissa teoksissa toistui myös vaatimus ”yleistaitavuudesta” ja ”täsmällisestä liikuntaelimestöstä”. Kun mietin tutkimukseni aiheita ja keskustelin asiasta vanhempien ohjaajien kanssa, nousi usein esiin käsitys siitä, että liikunnallisesti lahjakkaina pidetyt tuntuivat menestyvän hyvin myös lentokoulutuksessa. Tämä oli kuitenkin vain ”mutu-tuntumaa”, enkä löytänyt asiasta sen pitävämpiä todisteita. Eikö tässä olisi tutkimukselleni oiva aihe?

Aihe on kiinnostanut myös ilmavoimien ja ilmailulääketieteen keskuksen ilmailufysiologia, tutkija Harri Rintalaa, jo useiden vuosien ajan, mutta aihepiiriin ei ole toistaiseksi löytynyt riittävästi tutkimusmateriaalia ja tekijöitä. Myös Maanpuolustuskorkeakoulu on asettanut yhdeksi fyysisen toimintakyvyn tutkimuksen pääteemoista ”Sotilaan fyysisen toimintakyvyn vaatimukset eri työtehtävissä”. Tutkimus perustuu siis ensisijaisesti tutkijan omaan mielenkiintoon, mutta mielenkiintoa aiheita kohtaan esiintyy myös Ilmavoimissa ja sotilaspedagogiikan tieteenalalla.

## 2 SOTILAAN TOIMINTAKYKY

”Sotilaspedagogiikan tehtävänä on luoda kokonaiskuva ja tuottaa käytännön malleja siitä, kuinka toimintakyvyn kokonaisuutta voidaan kehittää oppimisen keinoin sotilaiden eri tehtävissä ja ympäristöissä” (Taistelija 2005, 10). Toimintakyky ja sen kehittäminen ovat siis sotilaspedagogiikan keskeisin sisältö ja tavoite.

Käsitettä *toimintakyky* ja siihen läheisesti liittyviä muita käsitteitä, kuten *suorituskyky*, käytetään melko kirjavasti nykykirjallisuudessa. Ne määritellään usein hieman erilailla riippuen lähestymistavasta, eivätkä käsitteiden väliset suhteet ole aina kovin selkeät. (Rissanen 1999, 30.) Tässä työssä toimintakyvyllä tarkoitetaan yksittäisen sotilaan kokonaisvaltaista valmiutta toimia tehokkaasti taistelukentän vaativissa olosuhteissa (Toiskallio 1998a, 9; Toiskallio 1998b, 26; Nissinen & Mäkinen 2007, 13).

Toiskallio (1998b) sekä Nissinen ja Mäkinen (2007) näkevät sotilaan toimintakyvyn koostuvan neljästä pääalueesta, jotka ovat fyysinen, psyykinen, sosiaalinen ja eettinen. Nämä osa-alueet ovat osin päällekkäiset ja vahvasti vuorovaikutuksessa keskenään. (Toiskallio 1998b, 26-28; Nissinen & Mäkinen 2007, 13.)

Sotilaspedagogiikassa fyysisellä toimintakyvyllä tarkoitetaan ihmisen fyysisiä ominaisuuksia, joita häneltä vaaditaan toimintojen suorittamiseen (Toiskallio 1998a, 9). Kyröläinen (1998, 26) rinnastaa fyysisen toimintakyvyn fyysiseen kuntoon ja nostaa esiin kestävyuden, voiman ja nopeuden. Fyysiseen toimintakykyyn kuuluvat kuitenkin olennaisena osana myös lihastoiminnan ohjausmekanismit (Hiltunen 2001, 5).

Psyykinen toimintakyky viittaa sotilaan psyykkisiin ominaisuuksiin, kuten informaation käsittelyyn. Sosiaalisessa toimintakyvyssä on puolestaan kyse esimerkiksi vuorovaikutuksesta ja ihmissuhteista. Eettinen toimintakyky viittaa taistelijan vastuullisuuteen ja oikeustajuun. (Toiskallio 1998a, 9.) On kuitenkin huomattava, että toimintakykyyn vaikuttavat henkilön ominaisuuksien lisäksi myös ulkoiset tekijät. Esimerkiksi perustarpeiden tyydyttämättömyys voi johtaa toimintakyvyttömyyteen (Rissanen 1999, 31).

### 3 YKSILÖN MOTORISET OMINAISUUDET

Tässä työssä keskitytään tarkemmin toimintakyvyn fyysiseen osa-alueeseen. Ongelmana fyysiseen toimintakykyyn liittyvien käsitteiden analyysissä on ollut suomalaisen ja ulkomaisen käsitevalikoiman erilaisuus, sekä käsitteiden vakiintumattomuus niin suomalaisessa kuin ulkomaisessakin kirjallisuudessa (Nupponen 1997, 17). Esimerkiksi käsitteitä *kyky*, *taito* ja *taitavuus* käytetään varsin kirjavasti (Holopainen 1990, 23; Nupponen 1997, 17). Käsitteiden määrittelyn erilaisuus vaikeuttaa myös niiden välisten suhteiden ymmärtämistä. Tämän vuoksi seuraavassa on määritelty lyhyesti tämän työn kannalta olennaiset fyysiseen toimintakykyyn liittyvät käsitteet.

motorinen =	ihmisen liikkeeseen viittaava
motorinen taito =	tiettyyn motoriseen tehtävään kohdistuva opittu ominaisuus
motorinen kyky =	taitojen oppimisen ja suorittamisen taustalla vaikuttava motorinen ominaisuus
motorinen kyvykkyys =	yksilön motoristen kykyjen kokonaisuus (= liikunta-kykyisyys)
motorinen ominaisuus =	viittaa yksittäiseen motoriseen kykyyn tai taitoon
motoriset ominaisuudet =	motoristen kykyjen ja motoristen taitojen muodostama kokonaisuus (motorinen taitavuus)
fyysinen toimintakyky =	toimintakyvyn osa-alue, joka muodostuu yksilön motorisista ominaisuuksista ja johon ulkoiset tekijät vaikuttavat

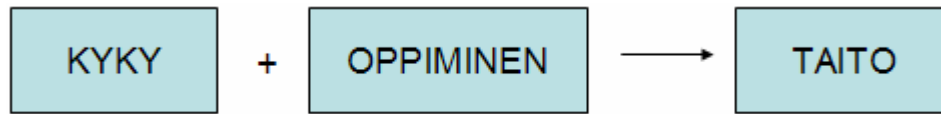
#### 3.1 Motoriset taidot

Arkikielessä, ja joskus jopa liikunta-alan kirjallisuudessa (esim. Gallahue & Ozman 2002), käsitteet *kyky* ja *taito* sekoitetaan helposti keskenään. Niiden välillä on kuitenkin selkeä ero, jonka ymmärtäminen on tämän työn kannalta tärkeää.

The term skill refers to the level of proficiency on a specific task or limited group of tasks (Fleishman 1964, 9).

Taito kohdistuu siis aina johonkin tiettyyn tehtävään tai tehtäväryhmään (Fleishman 1964, 9; Sinivuo 1978, 3). Taidolle on tyypillistä myös se, että se on opittu. Taito siis eroaa kyvyistä

siten, että yksilöllä voi olla kyky, eli valmius, oppia jokin taito, mutta hän ei osaa kyseistä taitoa, koska ei ole sitä oppinut (Kuvio 1). (Adams 1987,42.)



Kuvio 1. Kyky, oppiminen ja taito.

Motoriset taidot eli liikuntataidot jaetaan yleisesti perustaitoihin ja lajitaitoihin (Tarva-Parviainen 2007, Holopainen 1990, 31-34). Myös monisäikeisempiä malleja on esitetty, mutta nekin vastaavat yksinkertaistettuna hyvin pitkälti edellä mainittua jakoa (Burton & Miller 1998, 41-60).

Ihmiselle luonnollisissa oloissa tyypillisiä liikkeitä ja liikkumistapoja kutsutaan perustaidoiksi. Ne ryhmitellään liikkumisliikkeisiin (-taitoihin), liikuntaliikkeisiin (tasapainotaitoihin) ja esineen käsittelyliikkeisiin (-taitoihin). Liikkumisliikkeillä siirrytään paikasta toiseen (ryöminen, kävely, juoksu, kiipeäminen, hyppääminen, kieriminen jne.). Liikuntaliikkeistä on kyse liikutettaessa vartaloa paikallaan pysyen tai ylläpidettäessä asentoa (seisonnat, istunnat, taivutukset, ojennukset, heilahdukset, pyörytykset, pyörimiset jne.). Esineen käsittelyliikkeitä ovat puolestaan muun muassa työntäminen, vetäminen, tarttuminen, heittäminen, kiinniotto, lyöminen ja potkaiseminen. (Burton & Miller 1998, 216; Holopainen 1990, 31-32; Hakala 1999, 128; Tarva-Parviainen 2007.)

Lajitaitoja ovat urheilutaidot ja muut monimutkaiset motoriset taidot, jotka on saatu yhdistelemällä tai muuntelemalla perusliikkumistaitoja. Lajitaidot ovat kulttuurista ja ympäristöstä riippuvaisia, ja jokaisella yksilöllä on oman ympäristönsä muovaama henkilökohtainen lajitaitojen varastonsa. Lajitaitoja ovat esimerkiksi jousiammunta, koripallon kuljetus, pesäpallolyönti, luistelu ja uinti. (Burton & Miller 1998, 252-253; Holopainen 1990, 33-34.) Lajitaitoihin ja niiden oppimiseen vaikuttavat olennaisesti yksilön muut motoristen ominaisuuksien osa-alueet (Tarva-Parviainen 2007).

### 3.2 Motoriset kyvyt

Motoristen taitojen taustalla vaikuttaa useita yksilön piirteitä ja kykyjä. Näitä ovat esimerkiksi ruumiinrakenne, havainnoimiskyky, kognitiiviset kyvyt (ihmisen tiedolliset ja älylliset val-



miudet) ja affektiivinen suhtautuminen (asenne, motivaatio, itseluottamus jne.). (Burton & Miller 1998, 57, 131-156.)

Useat tutkijat ovat esittäneet, että yksilön motoristen taitojen taustalla vaikuttaisivat myös erityiset *motoriset kyvyt* (motor abilities). Motoriset kyvyt -käsitteellä viitataan sellaisiin yksilön motorisiin ominaisuuksiin, jotka eivät ole taitoja itsessään mutta vaikuttavat taitojen oppimiseen ja suorittamiseen. (Burton & Miller 1998, 43; Schmidt & Wrisberg 2000, 28.)

Näiden kykyjen oletetaan olevan vahvasti perimän määräämiä ja vakiinnuttuaan suhteellisen muuttumattomia (Burton & Miller 1998, 160; Schmidt & Wrisberg 2000, 30). Motorisia kykyjä ei kuitenkaan tunneta vielä kovin hyvin. Montako motorista kykyä on olemassa? Mitä ne ovat? Miten niitä voidaan mitata? Nämä kaikki ovat kysymyksiä, joihin nykyisen tietämysten perusteella on mahdotonta antaa yksiselitteistä vastausta. (Schmidt & Lee 1999, 238.) Seuraavassa on kuitenkin pyritty antamaan kuva siitä, millaisia vastauksia eri tutkijat ovat näihin kysymyksiin löytäneet. Motoristen kykyjen mittaamisen problematiikkaan paneudutaan myöhemmin luvussa neljä.

Motoristen kykyjen analyysia on tehty aktiivisimmin amerikkalaisessa ja saksalaisessa tutkimusperinteessä (Nupponen 1997, 16). Brace ja McCloy esittivät 1900-luvun alkupuolella, että yksilön motorinen kyvykkyys määräytyisi yhden tekijän, *yleisen motorisen kyvyn* (general motor ability) perusteella. Tämä merkitsisi sitä, että ihminen, jolla on hyvä ”yleinen motorinen kyky”, oppisi hyvin ja nopeasti minkä tahansa motorisen taidon. Tutkimuksissa tällaista korrelaatiota useiden erityyppisten taitojen välillä ei kuitenkaan havaittu, joten yleisen motorisen kyvyn -teoria hylättiin vähitellen. (Schmidt & Wrisberg 2000, 33-34.)

Yleisen motorisen kyvyn -teorian kritisoija Franklin Henry puolestaan esitti, että yksilön motoristen taitojen taustalla vaikuttaisivat jopa tuhannet erittäin spesifit toisistaan riippumattomat motoriset kyvyt. Nykykäsityksen mukaan Henry oli pääosin oikeassa. Tutkijat ovat nykyään yhtä mieltä siitä, että motorisia kykyjä on useita ja että ne ovat melko spesifejä.

Henryn ajattelumallin mukaan edes kahden melko samantyyppisen taidon välillä ei kuitenkaan pitäisi esiintyä korrelaatiota. Tutkimusten mukaan monien taitojen välillä kuitenkin esiintyy korrelaatiota. On siis syytä olettaa, että on olemassa joitain Henryn esittämiä erittäin spesifejä kykyjä yleisempiä kykyjä, jotka vaikuttavat motoristen taitojen taustalla. (Schmidt & Wrisberg 2000, 36.) Tutkijat olettavat myös, että kaikilla ihmisillä on kaikki kyvyt mutta niiden tasot vaihtelevat yksilöittäin (Schmidt & Wrisberg 2000, 43-44).

Monet tutkijat ovat pyrkineet löytämään ja erittelemään näitä yksilön toimintaa leimaavia motorisia kykyjä. Erittely on perustunut sekä faktorianalyttiseen tutkimukseen että käsiteteoreettiseen päättelyyn (Nupponen 1997, 16). Aktiivisin ja varmasti tunnetuin motoristen kykyjen tutkija on Edwin Fleishman, joka varsinkin 50- ja 60-luvulla julkaisi useita tutkimustuloksiaan käsitteleviä artikkeleita ja kirjoja. Hänen tavoitteenaan oli faktorianalyttisen tutkimuksen pohjalta tunnistaa erilaisten motoristen tehtävien yhteisfaktorit ja kuvailla motoriset kyvyt suhteellisen pienellä faktorimäärällä. Fleishman tutki yli 200 motorista taitoa vaativaa tehtävää ja päätyi faktorianalyysin perusteella noin kahteenkymmeneen toisistaan riippumattomaan kykyyn. Fleishman jakoi löytämänsä kyvyt kahteen ryhmään: havaintomotorisiin kykyihin (perceptual-motor abilities) ja fyysisiin kykyihin (physical proficiency abilities). Fyysiset kyvyt hän jakoi vielä viiteen eri osa-alueeseen. (Fleishman 1964; Sinivuo 1978, 4; Burton & Miller 1998, 49; Schmidt 2000, 36-38.)

Seuraavilla sivuilla on esitetty taulukot Fleishmanin esittämistä kyvyistä (taulukot 1 & 2). Taulukoissa on vasemmalla kyvyn nimi suomeksi ja suluissa englanniksi, keskellä lyhyt kuvaus kyvystä ja oikealla esimerkki tehtävästä tai ammatista, jossa kyvyllä voisi olla keskeinen rooli. Fyysisten kykyjen taulukossa on lisäksi äärimmäisenä vasemmalla osa-alue, johon Fleishman katsoo kyseisen kyvyn kuuluvan. Kykyjen nimet on suomennettu käyttäen apuna Sinivuon (1978) käyttämiä suomennoksia.

TAULUKKO 1. Motoristen kykyjen rakenne: psykomotoriset faktorit

KYVYN NIMI	KYVYN KUVAUS	Motorinen tehtävä ja / tai ammatti, jossa ko. kyky on tärkeässä asemassa
<i>Säädön tarkkuus</i> (precision control)	Kyky suorittaa tarkasti säätöjä, jotka vaativat ensisijaisesti suuria lihasryhmiä	Puiden pilkkominen kirveellä
<i>Raajojen välinen koordinaatio</i> (multi-limb coordination)	Kyky koordinoida liikkeitä, jotka vaativat usean raajan liikuttamista yhtä aikaa	Rumpujen soittaminen, lentokoneen ohjaaminen
<i>Valintareaktio</i> (response orientation)	Kyky reagoida oikealla liikesuorituksella oikeaan ärsykkeeseen nopeasti	Jääkiekkomaalivahtina toimiminen, lentokoneen ohjaaminen
<i>Reaktioaika</i> (reaction time)	Kyky reagoida mihin tahansa ärsykkeeseen mahdollisimman nopeasti (Fleishman huomasi, että yksilölliset erot ovat riippumattomia ärsykkeen luonteesta.)	100 metrin juoksun lähtö
<i>Säädön kontrolli</i> (rate control)	Kyky tehdä ennakoivia ja jatkuvia säätöliikkeitä jatkuvasti liikkuvan kohteen nopeuteen ja suuntaan	Ralli- ja rata-autoilu
<i>Kämmenkätevyys</i> (manual dexterity)	Kyky käsitellä melko suuria esineitä nopeassa tahdissa	Koripallon kuljetus, nauhan hakkaaminen vasaralla
<i>Sorminäppäryys</i> (finger dexterity)	Kyky käsitellä taitavasti pieniä esineitä	Langan pujottaminen neulansilmän läpi, taskukellon korjaaminen
<i>Käsivarsi-kämmen-vakavuus</i> (arm-hand steadiness)	Kyky suorittaa käsivarren ja käden liikkeitä tasapainoisesti, kun suoritus ei vaadi voimaa eikä nopeutta	Tarjoilijana toimiminen, ampuminen
<i>Ranne-sormi-nopeus</i> (wrist-finger speed)	Kyky liikuttaa rannetta ja sormia nopeasti, kun suoritus ei vaadi tarkkuutta	Bongorumpujen soittaminen
<i>Käsivarren liikenopeus</i> (speed of arm movement)	Kyky liikuttaa käsivartta nopeasti, kun suoritus ei vaadi tarkkuutta	Nyrkkeilylyönti
<i>Tähtäminen</i> (aiming)	Kyky suorittaa tarkkoja käden liikkeitä nopeasti	Tikanheitto

(Fleishmania 1964, Sinivuota 1978, Fleishmania ja Quaintancea 1984, 164-165, Schmidtia ja Leeta 1999 sekä Schmidtia ja Wrisbergia 2000, 37-38 mukailten)

TAULUKKO 2. Motoristen kykyjen rakenne: fyysisten kykyjen faktorit

	KYVYN NIMI	KYVYN KUVAUS	Motorinen tehtävä ja / tai ammatti, jossa ko. kyky on tärkeässä asemassa
Voima-alue	<i>Räjähävä voima</i> (explosive strength)	Kyky tuottaa maksimaalinen voima yhdessä räjähdysmäisessä suorituksessa	Kuulantyöntö
	<i>Dynaaminen voima</i> (dynamic strength)	Kyky toistuvasti tai jatkuvasti liikuttaa tai tukea vartalon painoa	Köysikiipeily
	<i>Staattinen voima</i> (static strength)	Kyky tuottaa voimaa liikkumatonta tai lähes liikkumatonta kohdetta vastaan	Pianon siirtäminen
Liikkuvuusnopeus-alue	<i>Liikelaajuus</i>	Notkeus, lihasten ja nivelten liikkuvuus	Joogaaminen
	<i>Dynaaminen liikkuvuus</i> (dynamic flexibility)	Kyky tehdä toistuvasti taivutusliikkeitä, kimmoisuus.	Voimistelu, balettianssi
Tasapaino-alue	<i>Staattinen tasapaino</i>	Kyky säilyttää tasapaino paikallaan ollessa	Yhdellä jalalla seisominen
	<i>Dynaaminen tasapaino</i>	Kyky säilyttää tasapaino liikkeessä	Puomilla kävely
	<i>Esineiden tasapainottaminen</i>	Kyky pitää esineitä tasapainossa	Kepin tasapainottelu sormen / kämmenen päällä
Koordinaatio-alue	<i>Kehon karkea koordinaatio</i>	Kyky koordinoida liikkeitä, jotka vaativat koko kehon liikkettä.	Jääkiekon kuljettaminen
Kestävyys-alue	<i>Kestävyys</i>	Kyky vastustaa väsymystä pitkäkestoisessa suorituksessa.	Kestävyysjuoksu ja maantiepyöräily

(Fleishmania 1964, Sinivuota 1978, Fleishmania ja Quaintancea 1984, 165-166, Schmidtia ja Leeta 1999 sekä Schmidtia ja Wrisbergia 2000, 37-38 mukaillen)

Fleishmanin tutkimusten tunnustetusta asemasta huolimatta muun muassa Jacksonin ja Frankiewiczin (1975) tutkimus (löysivät jopa 18 voima-alueen faktoria) osoittaa, etteivät Fleishmanin tulokset riitä selittämään fyysisten kykyjen faktorirakennetta kokonaan. Psykomotoriikan alueellakin Fleishmanin esittämät faktorit selittävät Cronbachin (1970) mukaan vain noin puolet testien varianssista. (Sinivuo 1978, 8-10, 24.) Schmidt ja Wrisberg (2000, 36-39) ovat myös aiheellisesti huomauttaneet, etteivät Fleishmanin käyttämät koordinaatiotehtävät sisältäneet koko vartalon koordinaatiota vaativia liikkeitä, vaan lähinnä istuma-asennossa suoritettavia tehtäviä. He arvelevatkin kykyjä löytyvän enemmän, kunhan myös koko vartalon koordinaatiota vaativat tehtävät otetaan mukaan tutkimuksiin. Monet Fleishmanin kollegat (mm. Keele) ovatkin pyrkineet täydentämään hänen faktorirakennettaan, mutta yrityksistään huolimatta eivät ole onnistuneet selvittämään ihmisen motoristen kykyjen rakennetta luotettavasti ja kattavasti. (Schmidt & Wrisberg 2000, 36-39.) Fleishmanin esittämä motoristen kykyjen rakenne ei siis ole tyhjentävä, mutta se antaa jonkinlaisen kuvan siitä, millaisista kyvyistä ihmisen motoristen kykyjen kokonaisuus voisi koostua.

Suomessa motoristen kykyjen kokonaisuuden, josta Nupponen käyttää termiä *liikuntakykyisyys*, analyysia esiteltiin ensimmäisen kerran vuonna 1976 (Pitkänen, Komi, Rusko, Nupponen, Telama & Tiainen 1979; Nupponen 1997, 16). Motorisia kykyjä esitellessään suomalaiset tutkijat (mm. Nupponen 1997, 17-20 & Holopainen 1981) ovat usein viittaneet juuri Pitkäsen ja hänen kollegoidensa (1979, 121) julkaisussa esitettyyn taulukkoon. Kyseisen julkaisun puutteellisten lähdeviitteiden takia on kuitenkin hyvin vaikea selvittää taulukossa esitetyn kykyrakenteen alkuperää. Suomalaisen kykyrakenteen käsityksen voidaan kuitenkin nähdä perustuvan pääosin saksalaiseen tutkimusperinteeseen. Esimerkiksi Peter Hirtzin 1970 ja 80-luvulla julkaisemiin teoksiin viitataan usein (esim. Holopainen 1990).

Suomalaisista tutkijoista motorista kykyrakennetta ovat Pitkäsen ja hänen kollegoidensa ohella esitelleet ainakin Sinivuo (1978), Holopainen (1981 & 1990), Tiitinen (1984), Nupponen (1997), Eloranta (1997) ja Tarva-Parviainen (2007). Sinivuota, joka on käyttänyt pääasiallisena lähteenään Fleishmanin julkaisuja, lukuun ottamatta kaikkien edellä mainittujen käsitykset motoristen kykyjen rakenteesta ovat hyvin lähellä toisiaan. Kattavimmin esittelyä on tehnyt Holopainen (1981 & 1990). Holopainen esittää, että kuntokyvyt koostuvat viidestä ja liikehallintatekijät seitsemästä kyvystä. Kuntokykyjä ovat aerobinen ja anaerobinen kestävyys, lihasvoima, nopeus ja notkeus. Liikehallintakyvyt jakautuvat viiteen peruskykyyn ja kahteen toisen asteen kykyyn. Peruskykyjä ovat suuntautumiskyky, kinesteettinen erottelukyky, reaktiokyky, rytmikyky sekä tasapainokyky. Toisen asteen kykyjä ovat yhdistelykyky ja muunte-

lukyky. Holopaisen kuntokkykyjen erittely perustuu Nupposen (1981) kuntotutkimukseen ja liikehallintakkykyjen erittely Hirtzin (1977) ja Winterin (1981) tutkimusten tuloksiin. (Holopainen 1990, 26-29.)

Fleishmanin tai Holopaisen esittämät motoristen kkykyjen rakenteet eivät siis ole tyhjentäviä, mutta ne antavat jonkinlaisen kuvan siitä, millaisista kkykyfaktoreista ihmisen motorinen kkyvykkyys voisi koostua. On esimerkiksi huomattavaa, että molempien analyysien pohjalta lopputuloksena on ollut motoristen kkykyjen jako kahteen osa-alueeseen: fyysisiin eli kuntokkykyihin ja psykomotorisiin eli liikehallintakkykyihin. (Fleishman 1964, Holopainen 1990, 26-31; Nupponen 1997, 17). Osa-alueet voidaan erottaa toisistaan karkeasti siten, että psykomotoriset kkyvyt ovat toiminnan ohjaukseen liittyviä kkykyjä, joihin kuuluu keskeisenä tekijänä havainnointi, kun taas kuntokkyvyt ovat puolestaan ohjaustoimintojen suorittamisen mahdollistajia (Holopainen 1990, 26 & 29).

### **3.3 Motorinen kehitys**

Tässä työssä motorisella kehityksellä tarkoitetaan kasvamisen, kypsyamisen ja oppimisen seurauksena tapahtuvaa motoristen kkykyjen ja taitojen kehittymistä. Ihmisen motorinen kehitys on siis läpi elämän jatkuva prosessi (Haywood 1986, xi).

Motoriset kkyvyt kehittyvät lapsuus- ja nuoruusiässä kunnes vakiintuvat pääasiassa ennen aikuisikää (Haywood 1986, 3-4; Holopainen 1990, 27-31). Vakiinnuttuaan motoristen kkykyjen uskotaan pysyvän melko muuttumattomina (Burton & Miller 1998, 43; Schmidt & Wrisberg 2000, 28). Tyttöillä ja pojilla on havaittu eroja motoristen kkykyjen kehityskäyrissä, mutta yleisesti ottaen liikehallintakkyvyt kehittyvät eniten 7-12 vuoden iässä, ja niiden kehitys päättyy 15-16 ikävuoteen mennessä. Sukupuolten väliset erot tulevat selvemmin esiin kuntokkyvyissä, joissa tytöt kehittyvät noin 1,5-2 vuotta poikia aikaisemmin. (Holopainen 1990, 27; Hakala 1999, 128-129.) Kuntokkykyjen kehittyminen on monella tapaa yhteydessä lihasmassan kehittymiseen, joten niiden kehityksen nopeat kaudet tulevat pääasiassa puberteetin alkamisen jälkeen (Holopainen 1990, 29-31). Voima- ja kestävyysominaisuuksien nopean kehityksen kaudet jatkuvat pisimpään, aina noin kahteenkymmeneen ikävuoteen asti (Miettinen 1997, 554; Fyysisten ominaisuuksien kehittämisen periaatteet 1.11.2007).

Motorisista taidoista perustaidot opitaan noin 2-7 vuoden iässä. Tämä prosessi alkaa liikuntaliikkeiden oppimisella ja oppimalla taito tarttua esineisiin käsillä. Kehitys jatkuu liiketaitojen oppimisella, jonka jälkeen kehittyvät käsittelytaidot kuten heittäminen. (Haywood 1986, 3;

Holopainen 1990, 32-33; Gallahue & Ozman 2002, 183-185.) Perustaitojen vakiinnuttua alkaa lajitaitojen kehittyminen sen mukaan, mitä virikkeitä ympäristö yksilölle tarjoaa. Parhaana lajitaitojen oppimisen ikänä pidetään tytöillä 11-13 vuoden ikää ja pojilla 11-16 vuoden ikää. (Holopainen 1990, 34.) Motoristen taitojen kehitys on siis voimakkainta elinkaaremme alkuvuosina, mutta uusien taitojen oppiminen ja vanhojen päivittäminen jatkuu myös aikuisiässä (Haywood 1986, 4).

### **3.4 Motoristen ominaisuuksien yhteydet oppimiseen**

Psykologiassa oppimisella tarkoitetaan kokemuksiin perustuvaa yksilön tiedoissa, taidoissa ja asenteissa tapahtuvaa suhteellisen pysyvää muutosta (Vilkko-Riihelä & Laine 2005, 63). Oppimista tapahtuu ihmisen kognitiivisessa, affektiivisessä ja motorisessa käyttäytymisessä. Taitojen, siis myös lentotaidon, oppiminen vaatii yleensä oppimista näillä kaikilla käyttäytymisen osa-alueilla. (Magill, 1980, 4; Singer 1982, 3-4; Nupponen 1997, 15.)

#### **3.4.1 Motoriset ominaisuudet ja motorinen oppiminen**

Motorisessa oppimisessa on kyse liikkeen, taidon motorisen komponentin, oppimisesta. Kuten jo aikaisemmin todettiin motoriset kyvyt vaikuttavat motoristen taitojen oppimiseen ja suorittamiseen. Eri motoristen taitojen oppimisessa ja suorittamisessa painottuvat eri kyvyt. Esimerkiksi rata-autoilussa tarvittavat taidot vaativat suorittajaltaan erilaisia kykyjä kuin vaikka amerikkalaisen jalkapallon pelinrakentajana toimimisessa tarvittavat taidot (Schmidt & Wrisberg 2000, 43).

Motorisen taidon, kuten minkä tahansa taidon, oppiminen on kuitenkin monivaiheinen prosessi, ja taidon oppimisessa painottuvat kyvyt muuttuvat oppimisprosessin edetessä (Sinivuo 1978, 15-17; Pehkonen 1998, 10, 18-19; Schmidt & Wrisberg 2000, 46-48). Ajatellaan esimerkiksi kahta joukkuevoimistelijaa, jotka yrittävät opetella uutta liikesarjaa. Alussa kognitiivisilla kyvyillä on suuri merkitys liikesarjan oppimisessa. Tällöin valmentajan keuhut saa todennäköisesti se voimistelija, joka oppii sarjan nopeasti ja pystyy suorittamaan sen varmasti tekemättä suuria virheitä. Jonkin aikaa harjoiteltuaan myös toinen voimistelija lopulta oppii liikesarjan. Tällöin kognitiivisten kykyjen merkitys on pienentynyt ja tärkeämmäksi ovat nousseet voimistelijoiden motoriset kyvyt. Jos nyt alussa vaikeuksissa ollut voimistelija on motorisilta valmiuksiltaan parempi, hän todennäköisesti ohittaa joukkuekaverinsa nopeasti ja saavuttaa lopulta sellaisen tason, johon alussa hyvin pärjänneellä voimistelijalla ei ole mahdollisuuksia yltää. Ne henkilöt, jotka näyttävät pärjäävän paremmin uuden taidon oppimisen alkuvaiheessa, eivät siis välttämättä ole samat, jotka lopulta kehittyvät kyseisessä taidossa

parhaimmiksi. Tässä esimerkissä käytettiin kognitiivisten kykyjen ja motoristen kykyjen vastakkainasettelua, mutta sama ilmiö esiintyy myös motoristen kykyjen välillä. (Sinivuo 1978, 15-17; Pehkonen 1998, 10, 18-19; Schmidt & Wrisberg 2000, 46-48.)

Ihmiset ovat motorisilta kyvyiltään erilaisia. Motoriset kyvyt siis luovat jokaiselle yksilölle ominaisen potentiaalin oppia ja saavuttaa erilaisia motorisia taitoja. Niinpä toiset ihmiset oppivat tiettyjä motorisia taitoja paljon nopeammin kuin toiset, mutta joidenkin taitojen oppimisessa heillä voi olla suuriakin vaikeuksia. (Schmidt & Wrisberg 2001, 25-31; Sinivuo 1978, 3.) Kykyjen avulla on mahdollista jopa ennustaa kyseisiä kykyjä vaativan taidon kehittymistä (Gagne & Fleishman 1959, 221). Ennustamista kuitenkin vaikeuttaa huomattavasti se, että nykyään on vielä melko vähän tietoa siitä, mitkä kyvyt ovat minkäkin tehtävän kannalta keskeisessä asemassa ja miten näiden kykyjen merkitys muuttuu oppimisprosessin aikana. Myös kykyjen tarkka mittaaminen on niiden piilevän luonteen vuoksi vaikeaa. (Schmidt & Wrisberg 2000, 47-49.)

### **3.4.2 Motoriset ominaisuudet ja kognitiivinen oppiminen**

Magillin (1980) mukaan kognitiivisella oppimisella tarkoitetaan ihmisen ”älyllisten toimintojen” kehittymistä. Älyllisiä toimintoja ovat mukaan tiedonkäsittelyyn liittyvät toiminnot kuten tiedon etsiminen, havaitseminen, käsittäminen, käsitteleminen ja säilyttäminen sekä päätöksenteko. (Magill 1980, 4.) Lentämisen osataidoista esimerkiksi navigointi, lentosääntöjen ja ohjekirjan tuntemus sekä päätöksenteko poikkeustilanteissa ovat kognitiivisia taitoja (Keskinen 2006, 90).

Joidenkin tutkimustulosten mukaan motorinen taitavuus vaikuttaisi positiivisesti myös kognitiiviseen oppimiseen. Huisman (2004) havaitsi suomalaisia peruskoulun yhdeksäsluokkalaisten tutkiessaan, että liikuntatesteissä menestymisellä ja koulumenestyksellä on olemassa positiivinen yhteys. Selvimmin yhteys näkyi matemaattisissa aineissa ja englannissa. (Huisman 2004, 137-138.) Shephard puolestaan huomasi kanadalaisia ala-asteen oppilaita tutkiessaan, että luokilla, joilla koululiikuntaa oli vertailuryhmää enemmän, oppilaat saavuttivat nopeamman motorisen kehityksen ohessa myös selvästi parempia koulutuloksia (siitä huolimatta, että koeryhmäläisten liikuntaohjelma vähensi lukuaineiden opetukseen käytettävää aikaa noin 13-14%). Suurin ero vertailuryhmään syntyi matematiikassa. (Shephard 1989, 120-121.) Shephardin tutkimusten perusteella ei kuitenkaan välttämättä voida todeta, että parempi koulumenestys olisi seurausta keskimääräistä paremmasta motorisesta kehittyneisyydestä, sillä koululiikunnan lisääminen on voinut vaikuttaa opintotuloksiin positiivisesti muun muassa



paremman vireystilan kautta. Huomattavaa kuitenkin on, että tytöt, joilla liikuntaohjelma vaikutti motoriseen kehitykseen enemmän, osoittivat suurempaa edistystä myös lukuaineiden koulusaavutuksissa (Shephard 1989, 122). Tällaiset tutkimustulokset eivät välttämättä osoita kiistattomasti oikeiksi mutta ainakin vahvistavat joidenkin kehityspsykologian koulukuntien käsitystä siitä, että edistyminen matemaattisessa kyvyssä on yhteydessä psykomotoriseen kehitykseen (Shephard 1989, 122).

Erittäin merkittävä motoristen ominaisuuksien ja kognitiivisen toiminnan välinen yhteys on myös se, että fyysisen rasituksen on todettu vaikuttavan ihmisen kognitiiviseen suorituskykyyn rasituksen aikana ja välittömästi sen jälkeen. Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että fyysisestä rasituksesta johtuva kognitiivisen suorituksen paraneminen tai huonontuminen riippuu yksilön fyysisestä kunnosta. Pääsääntö on, että kova fyysinen rasitus heikentää kognitiivista suoritus- ja oppimiskykyä. Tämä heikentyminen on kuitenkin sitä vähäisempää mitä paremmassa kunnossa ihminen on. (Zervas & Stambulova 1999, 144-145.)

### **3.4.3 Motoriset ominaisuudet ja affektiivinen oppiminen**

Affektiivisellä käyttäytymisellä viitataan ihmisen tunteisiin ja tuntemuksiin. Affektiiviseen osa-alueeseen kuuluvat olennaisena osana myös esimerkiksi sosiaalinen käyttäytyminen, motivaatio, asenne ja itseluottamus. On esitetty, että jopa suurin osa affektiivisestä käyttäytymisestäämme on opittua. Oppiminen voi kohdistua esimerkiksi siihen, miten ihminen reagoi omin tunteisiinsa, ottaa huomioon muita ihmisiä, suhtautuu yhteiskunnan yleisiin sääntöihin tai luottaa itseensä. (Magill 1980, 4-6, Burton & Miller 1998, 150-151.)

Motoristen ominaisuuksien vaikutuksesta affektiiviseen oppimiseen on tutkittu lähinnä lapsilla ja nuorilla. Liikunnasta saaduilla fyysisen pätevyyden kokemuksilla on vaikutusta varsinkin kehittyvässä iässä olevan ihmisen minäkuvaan ja siihen, miten hän suhtautuu liikuntatehtäviin. Ihminen hakeutuu sellaisiin tilanteisiin, joissa kokee olevansa pätevä ja välttää sellaisia tilanteita, joissa kokee olevansa huono. Mikäli henkilö on siis esimerkiksi epäonnistunut aikaisemmissa liikuntatehtävissä, saattaa hän alkaa vältellä liikuntatehtäviä, koska odottaa epäonnistuvansa myös niissä. Pätevyyden kokemuksella on yhteys myös liikevarmuuteen. Uuden taidon oppimisessa liikevarmuuteen vaikuttaa se, minkälaiset onnistumisen edellytykset uutta taitoa opetteleva uskoo itsellään olevan. (Lintunen 2000, 81-84; Sääkslahti & Cantell 2001, 8-10)

#### **3.4.4 Oppimaan oppiminen**

Sen lisäksi, että motoristen ominaisuuksien on todettu vaikuttavan oppimiseen suoraan monin eri tavoin, motorisen taitavuuden ja oppimisen välillä voidaan nähdä myös sekundaarinen yhteys. Tavoitteellinen ja johdonmukainen oppimisprosessi ohjaa oppimaan oppimista. Positiivinen prosessin eteneminen tuottaa oppilaalle johdonmukaisen oppimisstrategian tulevaisuuden oppimistilanteisiin. Siis yksilö, joka on harjoittelun tuloksena oppinut erilaisia motorisia taitoja, on samalla todennäköisesti oppinut myös itselleen sopivia oppimisstrategioita, joita hän pystyy hyödyntämään myöhemmissä oppimistilanteissa ja sitä kautta vaikuttamaan positiivisesti omiin oppimisprosesseihinsa. (Eloranta 2003, 94.)

## **4 MOTORISTEN TAITOJEN JA KYKYJEN MITTAAMINEN**

Ihmisten motoristen ominaisuuksien testaamisella on lukemattomia eri tarkoituksia. Monet testit keskittyvät lasten tai kehitysvammaisten motorisen kehityksen seuraamiseen ja huomattujen motoristen ongelmien syiden löytämiseen. Myös kilpa- ja kuntourheilussa on hyvin tyyppillistä seurata yksilön kehitystä erilaisten testien avulla. Motorisia testejä käytetään myös useissa valintakokeissa. Jotta testien avulla saatava tieto olisi käyttökelpoista ja sitä käytettäisiin oikein, testaamisen tarkoituksen on oltava tarkasti mielessä aina, kun testejä kehitetään tai käytetään tai kun niistä saatuja tuloksia tarkastellaan. (Numminen 1995, Burton & Miller 1998, Heikinaro-Johansson & Kolka 1998, 196-197.)

### **4.1 Motoristen perustaitojen mittaaminen**

Ennen vuotta 1975 lähestulkoon kaikki motorisia perustaitoja arvioivat testit olivat tulos-orientoituneita. Tulos-orientoituneet testit perustuvat aikaan, etäisyyteen tai onnistuneisiin yksittäisiin suorituksiin, jotka tulevat suorituksen tuloksena. 60 metrin juoksutesti ja vauhditon pituushyppy ovat malliesimerkkejä tulos-orientoituneista perusliiketaitoja arvioivista testeistä. Merkittävin tulosorientoituneiden testien vahvuus lienee tulosten objektiivisuus. Myös osaa / ei osaa -tyyppisiä saavutustestejä testejä käytetään paljon esimerkiksi seurattaessa lapsen kehitystä. Saavutustestejä käytetään myös joissain urheilulajeissa kuten voimistelussa. (Burton & Miller 1998, 217-219.)

Vuoden 1975 jälkeen ilmestyneet testit ovat puolestaan suurimmaksi osaksi prosessi-orientoituneita. Niissä arviointi ei kohdistu niinkään suorituksen tulokseen, vaan siihen, miten suoritus suoritetaan. Prosessi-orientoituneissa testeissä ”tulos” saadaan käyttämällä ulkopuolista arvioijaa, joka luokittelee suorituksen johonkin ennalta määrätyistä esimerkiksi kolmesta (alkeisaste, perusaste, kehittynyt) luokasta. On olemassa myös testejä, joissa tulos-orientoitunutta ja prosessi-orientoitunutta lähestymistapaa yhdistellään esimerkiksi siten, että heikompia suorituksia arvioidaan prosessi-orientoituneesti ja kehittyneempiä suorituksia tulos-orientoituneesti. (Burton & Miller 1998, 217-220.)

Prosessi-orientoituneisiin testeihin liittyy kuitenkin muutamia ongelmia. Ensiksikin testissä suoritettavat tehtävät ja suorituksen luokitteluperusteet tulisi valita siten, että eroja saadaan aikaiseksi. Tehtävät ja vaatimustasot eivät saisi olla liian helppoja tai liian vaikeita, jotta tuloksilla olisi jotain käyttöarvoa. (Burton & Miller 1998, 242). Toiseksi testien luotettavuus riippuu merkittävästi arvioijien ammattitaidosta ja lukumäärästä. Arvioijan on usein kyettävä hyvin lyhytkestoisestakin suorituksesta poimimaan olennaiset havainnot luotettavasti (Burton

& Miller 1998, 241). Usein prosessi-orientoituneissa testeissä käytetäänkin useampaa arvioijaa, joiden yksimielisyysprosenttia tutkimalla saadaan kuvaa testin luotettavuustasosta (Sääkslahti 1999, 326). Tämän työn kannalta olennainen asia on myös se, että prosessi-orientoituneet testit on yleensä suunniteltu lapsen kehityksen seuraamisen apuvälineiksi. Tämän vuoksi aikuisille soveltuvia valmiita testejä on erittäin vähän (Burton & Miller 227-249, 333-353, Sääkslahti 1999, 327-332).

#### **4.2 Motoristen lajitaitojen mittaaminen**

Motorisia lajitaitoja arvioivien testien kirjo on erittäin suuri, ja ne voidaankin jakaa useaan alempaan kategoriaan. Näistä urheilutaitoja ja ammatillisia taitoja mittavat testit ovat yleisimpiä. Urheilutaitoja arvioivat testit ovat usein hyvinkin spesifejä ja niillä voidaan arvioida esimerkiksi koripalloilijan syöttötaitoa tai golfaajan taitoa käyttää rauta-5:ttä. Testit ovat yleensä käyttäjiensä luomia, ja niiden luotettavuus on vähintäänkin kyseenalainen. (Burton & Miller 1998, 252-254.)

Ammatillisia taitoja arvioivat testit ovat puolestaan laajasti hyväksytyjä ja käytettyjä. Niitä käytetään esimerkiksi Yhdysvalloissa määrittämään, kenelle tulisi antaa oikeus erilaisten moottoriajoneuvojen kuljettamiseen. Ammatillisten taitojen testeille on tyypillistä, että ne suoritetaan yleensä hyvin valvotussa ja keinotekoisessa ympäristössä. (Burton & Miller 1998, 254.)

#### **4.3 Motoristen kykyjen mittaaminen**

Kuten aiemmin tässä työssä on todettu, motoriset kyvyt ovat yleisiä liikesuoritusten takana vaikuttavia piirteitä ja kykyjä, jotka eivät ole suoraan havaittavissa. Ei siis voida kehittää sellaisia testejä, jotka suoraan mittaisivat yksilön motorisia kykyjä, vaan kykyjen arvioinnissa on käytettävä hyväksi erilaisia motoristen taitojen testejä. Motoristen kykyjen testeinä pidetäänkin sellaisia testejä, jotka tuottavat summapistettä toisiinsa liittyvien tehtävien ryhmistä ja joiden tulkintoja ei käytetä arvioimaan testattavan kyseisissä tehtävissä vaadittavaa yksittäistä taitoa vaan hänen motorisia ominaisuuksiaan laajemmin. Tämän ymmärtäminen on tärkeää kehitettäessä uusia ja valittaessa sopivia arviointimenetelmiä sekä erityisesti tulkittaessa arviointien tuloksia. (Burton & Miller 1998, 157-158.)

Motoristen kykyjen testien vahvuutena on niistä saatujen tulosten käsittelyn helppous. Testistöistä saadaan tulokseksi yksi tai korkeintaan muutamia summapistettä, joiden käyttö esimerkiksi kelpoisuuden määrittämisessä tai testattavien vertailussa on nopeaa ja tehokasta. Joista-

kin testeistä on jopa mahdollista saada ulos älykkyystesteille tyypillinen standardiin suhteutettu pistemäärä. Motoristen kykyjen testaamisen avulla on myös mahdollisuus löytää jokin useiden taitojen taustalla vaikuttava piilevä motorinen ongelma. Motoristen kykyjen testien suurin heikkous on aiemminkin tässä työssä mainittu motorisen kykyrakenteen tuntemuksen puute. Tämän seurauksena testien kehittelijöiden on vaikea tarkasti määritellä, mitä testien tulokset tarkalleen ottaen tarkoittavat ja miten testeistä saatuja summapisteitä tulisi tulkita. Tämän vuoksi muun muassa Magill (1993) on kyseenalaistanut motorisia kykyjä mittavien testien tulosten käytettävyyden. (Burton & Miller 1998, 159-160.)

#### **4.4 Motorisen kyvykkyyden mittaaminen**

Motorista kyvykkyyttä, eli yksilön motoristen kykyjen kokonaisuutta, mitattaessa pyritään saamaan mahdollisimman laaja kuva testattavan motorisista kyvyistä. Tällaista tietoa voidaan käyttää esimerkiksi liikuntaryhmän jakamisessa tasoryhmiin tai liikunta-alaan liittyvissä valintaprosesseissa. Ihmisen motorista kyvykkyyttä testattaessa ongelmaksi muodostuu kykyjen suuri määrä. Koska oletetaan, että motoriset kyvyt ovat melko itsenäisiä ja toisistaan riippumattomia, tulisi jokainen kyky testata erikseen. Tällaisten testien järjestäminen olisi kuitenkin raskasta ja niiden tehokkuus kärsisi. Jotta testaaminen olisi järkevää ja tehokasta, onkin pyritty luomaan testipattereita, joissa testien määrä on kulloiseenkin tarkoitukseen soveltuva. (Mathews 1973, 157-160.)

Tällainen testipatteri voidaan luoda usealla tavalla, mutta suurin osa testipattereista on kehitetty käyttämällä hyväksi motoristen kykyjen testien tilastollista analyysia. Siinä tietyn koejoukon henkilöiden motoriset kyvyt selvitetään hyvin tarkkaan teettämällä heille useita kymmeniä motorisia kykyjä ja taitoja mittaavia testejä. Näiden kaikkien testien tuloksista lasketaan yhteispistemäärä, joka muodostaa kriteerin. Tämän jälkeen tilastollisen tarkastelun kautta pystytään löytämään testien joukosta ne, jotka korreloivat parhaiten kriteerin kanssa. Testipatterin ja kriteerin korrelaatiota saadaan usein vielä nostettua antamalla patteriin valituille testeille erilaisia painokertoimia. Toinen suosittu tapa luoda motorisen kyvykkyyden testipattereita on ollut valita patteriin sellaisia testejä, joiden on katsottu mittaavan mahdollisimman laajasti motorisen kyvykkyyden eri osa-alueita. Näin rakennettujen testipatterien luotettavuus on kuitenkin erittäin riippuvainen valitsijan ammattitaidosta ja siten kyseenalainen. Testipatterin rakentamisvaiheessa luodaan yleensä myös testipatterin pisteytystaulukko, jonka avulla testien raakatulokset saadaan muunnettua yhteispistemääräksi tai arvosanaksi. (Mathews 1973, 163-201.)

Ihmisen motorisen kyvykkyyden mittaamisen tutkimus oli suosittua 1900-luvun alusta aina 1950-luvulle saakka. Tämä johtui tuolloin Yhdysvalloissa vallinneesta käytännöstä jakaa liikunnan tunneille osallistuvat oppilaat tasoryhmiin. Testipattereita rakentamalla opettajille pyrittiin kehittämään luotettavia välineitä ryhmäjaon toteuttamiseksi. 1950-luvun jälkeen motoristen kykyjen mittaamisen tutkimus on keskittynyt spesifimpien kykyjen mittaamiseen ja lasten kehityshäiriöiden tunnistamista helpottavien testien luomiseen. (Mathews 1973; Burton & Miller 1998; Morrow, Jackson, Disch & Mood 2005.)

Seuraavassa on esitelty tunnetuimpia nuorille ja aikuisille kehitettyjä motorisen kyvykkyyden testipattereita. On huomattavaa, että lähestulkoon kaikki testipatterit on kehitetty aikana, jolloin yleisen motorisen kyvyn -teoria oli vielä johtava teoria, joten niiden teoreettiseen taustaan on suhtauduttava varauksella. On kuitenkin mielenkiintoista, että esimerkiksi McCloy, joka oli yleisen motorisen kyvyn näkyvimpiä kannattajia, käytti yllä esiteltyä tilastollista analyysia kehittäessään omia testipattereitaan. (Mathews 1973; Burton & Miller 1998; Morrow ym. 2005.)

*Brace scale of motor ability tests.* Brace oli ensimmäinen, joka kehitti normitetun motorista kyvykkyyttä mittaavan testipatterin. Bracen vuonna 1927 julkaisema testipatteri koostuu 20 yksinkertaisesta osaa / ei osaa -tyyppisestä tehtävästä. Esimerkiksi tehtävässä 19 tulee kumartua, asettaa kyynärpäät polvien väliin ja nojata eteenpäin niin, että koko vartalo on käsiä lukuun ottamatta ilmassa. Tässä asennossa tulee pysyä viisi sekuntia. Kaikissa tehtävissä pisteytys on samanlainen. Onnistuessaan testattava saa kaksi pistettä. Mikäli testattava epäonnistuu ensimmäisessä yrityksessään, hän saa yrittää uudelleen. Mikäli toinen yritys onnistuu, testattava saa yhden pisteen. Mikäli molemmat yritykset epäonnistuvat, tulos on nolla pistettä. Bracen testistä on myöhemmin tehty useita muunnelmia (mm. Iowa-Brace test). (Mathews 1973, 183-188; Burton & Miller 1998, 20-21, 338.)

*McCloy's general motor ability test.* McCloy'n 1934 julkaisemaa testipatteria rakennettaessa tutkittiin useiden motorisia kykyjä mittaavien testien korrelaatiota laajaan joukkoon erilaisia saavutustestejä. Tutkimuksen päädyttiin siihen, että motorisen kyvykkyyden kokonaisuutta kuvaa parhaiten 3-4 yleisurheilutestin ja voimakkuuden yhdistelmä. Niinpä päädyttiin poikien osalta testipatteriin, joka sisältää leuanvedon tai dipin, pikajuoksun (50-100 jaardia), pituushyppyn (vauhditta tai vauhdin kanssa), korkeushyppyn ja jonkin heittolajin (kuulantyöntö, koripallon tai baseballin pituusheitto). Tytöillä testipatteriin sisällytettiin leuanveto, pikajuoksu, pituushyppy ja pituusheitto. (Mathews 1973, 179.)

*Oberling college test.* Tämä 1936 käyttöön otettu testi kehitettiin osaksi collegen liikunnan valinnaiseen ohjelmaan hakevien pääsykoetta. Testi perustuu tulosrajojen saavuttamiseen. Jokaisesta testistä, jossa hakija saavuttaa tulosrajan, hän saa kymmenen pistettä. Testi koostuu kymmenestä testistä, joten maksimipistemäärä on sata. Testipatterin lajit tulosrajoineen ovat 176 jaardin (= n. 161 m) juoksu (24 s), pituushyppy (147 cm), 47 tuumaa korkean riman yli hyppy (lähtö seisaaltaan, ylitys ilmeisesti käsiä hyväksi käyttäen), köysikiipeily (n. 6 metrin köysi, 12 s), kaksi kieppiä korkealla rekillä (jatkuva liike), dipit (10 suoritusta), tarkkuusheitto (n. 18 m etäisyydeltä halkaisijaltaan 45 cm ympyrään, kolme osumaa viidellä heitolla), 100 m vapaauinti (1 min 45 s), puolivoltti ja käsinseisonta (122 cm halkaisijaltaan olevassa ympyrässä, 10 s). (Mathews 1973, 177-178.)

*Newton motor ability test.* Tämä testi on vuodelta 1939 ja se on rakennettu käytettäväksi high school -tyttöjen motorisen kyvykkyyden mittaamiseen. Tutkimuksessa muodostettiin kolme kriteeriä. Ensimmäinen kriteeri muodostui kuudesta lajitaitotestiä, toinen 18 perustaitotestistä ja kolmas asiantuntijoiden prosessi-orientoituneesta arviosta testattavan suoriutumista tehtäväradalla. Tilastollisen analyysi perusteella parhaiten kriteereihin korreloivat, ja siten testipatteriin valittiin, vauhditon pituus, sovellettu aitajuoksu ja scramble (eräänlainen ketteryystesti). (Mathews 1973, 165-166.)

*Scott motor ability test.* Testi on vuodelta 1939 ja se on rakennettu käytettäväksi high school- ja college-tyttöjen motorisen kyvykkyyden mittaamiseen. Tutkimuksessa kriteerinä käytettiin kolmesta osiosta saatavaa yhteistulosta. Osiot olivat tarkkailijan subjektiiviset havainnot lajitaidoista, tavallisimpien urheilulajien lajitaitotestit sekä McCloy'n motorisen kyvykkyyden testi. Tilastollisen analyysi perusteella testipatteriin valittiin viisi testiä: estejuoksu, koripallon heitto, vauhditon pituus, seinäpompottelu ja neljän sekunnin juoksu. (Mathews 1973, 166-170.)

*Larson motor ability test.* Tätä vuonna 1941 julkaistua testipatteria varten tutkittiin 25 motoristen kykyjen testiä. Näistä testeistä muodostettiin kaksi secondary school ja college-poikien motorista kyvykkyyttä mittaavaa testipatteria. Sisällä suoritettavaksi soveltuvaan patteriin valittiin estejuoksu (dodging run), leuanveto, dipit, vertikaalihyppy ja kaarihyppy rekiltä. Ulkotestiin kuuluvat baseballin heitto, kaarihyppy rekiltä, leuanveto ja vertikaalihyppy. Sisätes-tin yhteiskorrelaatiokertoimeksi todettiin tutkimuksissa .97 ja ulkotestin .98, kun selitettävänä muuttujana oli 25 testin yhteistulos. (Mathews 1973, 174-175.)

*Barrow motor ability test.* Vuonna 1953 suoritetussa tutkimuksessa oli tarkoitus kehittää motorista kyvykkyyttä mittaava testi college-pojille. Aluksi analysoitiin suuri joukko tunnettuja motorisia testejä, joista valittiin valideimmat motoristen kykyjen mittarit. Nämä testit annettiin asiantuntijajoukolle arvioitavaksi. Asiantuntijat valitsivat kahdeksan motorisen kyvykkyyden keskeisintä faktoria ja 29 niitä mittaavaa testiä. Nämä testit pidettiin 222 collegemiehelle. Testien tuloksille suoritettiin tilastollinen analyysi, minkä seurauksena päädyttiin kahteen suositeltavaan testipatteriin. Laajempaan patteriin kuuluu kuusi testiä: vauhditon pituus, softball-pallon heitto, siksak-juoksu, seinäsyöttely, kuntopallon työntö ja 60 jaardin juoksu. Suppeampaan, liikuntasalioloihin soveltuvaan, testipatteriin kuuluvat näistä vauhditon pituus, kuntopallon työntö ja siksak-juoksu. (Barrow 1954, 253-260; Mathews 1973, 170-171.)



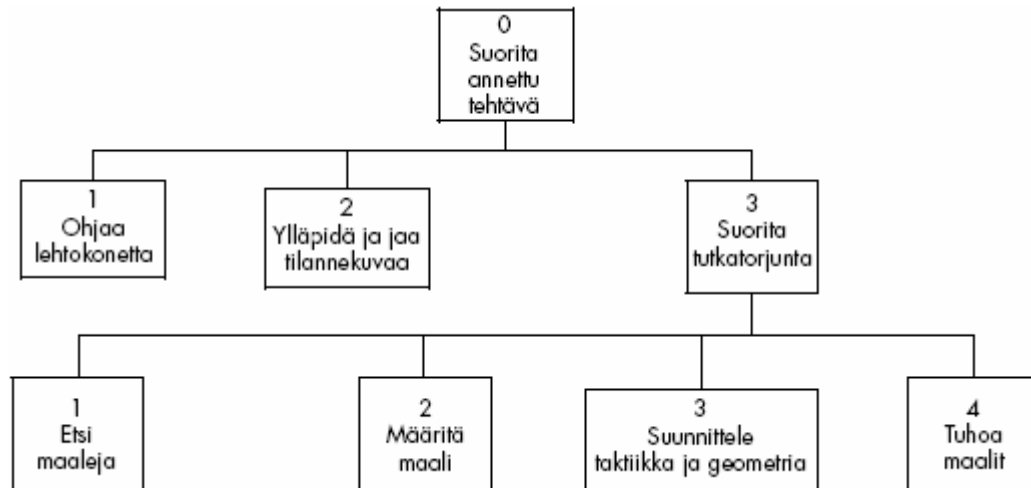
## 5 SOTILASLENTÄMINEN

Lentämistä voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta. Pyyhtinen (2005) löytää lentämisestä ainakin seuraavat ulottuvuudet: toimijan eli lentäjän, teknisen laitteen eli lentokoneen sekä aerodynamiikan (Pyyhtinen 2005, 26). Listaan voisi aivan hyvin lisätä myös esimerkiksi lentoliikenteen ja sen järjestelyt. Tässä työssä käsitettä *lentäminen* tarkastellaan sotilaspedagogiikan tieteenteorian näkökulmasta, ja sillä viitataan lentämiseen ainoastaan lentäjän näkökulmasta.

### 5.1 Hävittäjälentämisen tunnuspiirteitä

Lentämistä, varsinkin sotilaslentämistä, pidetään fyysisesti ja psyykkisesti vaativana työnä. Etenkin hävittäjäohjaajan tiedonkäsittelykyvyiltä, fyysiseltä kunnolta ja psykomotorisilta ominaisuuksilta vaaditaan paljon (Carretta & Ree 1994, 103; Kuronen 1996, 20; Eskola 2006; Mäkinen 2007; Haavisto & Oksama 2007, 18.) Haastavuutta lisää se, että lentokoulutuksessa olevien on opittava koulutettavat asiat ennalta määrättyssä, usein suhteellisen lyhyessä ajassa. Tämä asettaa haasteita myös ohjaajan oppimiskyvylle. (Griffin & Koonce 1996, 133-134.)

Hävittäjälentäminen on kokonaisuutena erittäin moninainen tutkimuksen kohde, koska toimintaympäristössä on useita kuormittavuustekijöitä ja niistä selviytyminen on fyysisesti ja henkisesti suuri haaste lentäjälle (Mäkinen 2007, 59). Suomessa ja maailmalla on selvitetty hävittäjälentäjään kohdistuvia kuormittavuustekijöitä, minkä tavoitteena on ollut rakentaa hävittäjälentämisen lajiansalyysiä. Haavisto ja Oksama (2007) ovat hävittäjälentäjän kuormitus- ja tehtäväänsalyysissaan pyrkineet purkamaan F-18 Hornetilla suoritettavan tutkatorjunta-tehtävän pienempiin osiin ja erittelemään ne tekijät, jotka kulloinkin aiheuttavat lentäjälle kuormitusta. Alla esitetyssä kuviossa (Kuvio 2) on esitetty ne kokonaisuudet, joista tutkittava lentotehtävä koostuu.



Kuvio 2. Tutkatorjunnan tehtävärakenne (Haavisto & Oksama 2007, 24)

Kuviossa 2 on keskitytty erityisesti vaiheeseen ”Suorita tutkatorjunta”, mutta samalla tavoin myös kaksi muuta lennon suurempaa tehtäväkokonaisuutta koostuvat pienemmistä alatehtävistä. Myös alatehtävät voidaan jakaa vielä pienempiin tehtäviin. Esimerkiksi ”Tuhoa maalit” pitää sisällään muun muassa oikean asejärjestelmän valinnan, tutkalukituksen ja ohjuksen laukaisun. Hävittäjäalentäjä joutuu siis tekemään useaa päällekkäistä tehtävää samanaikaisesti, mikä voi helposti aiheuttaa kokeneenkin ohjaajan ylikuormittumisen. Tällöin, mitä automatisoituneempia tarvittavat taidot ovat, sitä enemmän ohjaajalle jää kapasiteettia keskittyä muihin toimintoihin. (Kuronen 1996, 20; Eloranta 1996, 36; Haavisto & Oksama 2007, 24-25.)

### 5.1.1 Fyysiset haasteet

Jotta hävittäjäalentäjien fyysiset vaatimukset voitaisiin perustellusti määrittää ja heidän fyysistä harjoitteluaan pystyttäisiin kehittämään, monet tutkijat ovat pyrkineet selvittämään, minkälaisia fyysisiä kuormitustekijöitä hävittäjäalentäjän ammattiin liittyy (Mäkinen 2007, 38).

Hävittäjäalentämisessä suurin yksittäinen fyysistä kuormitusta aiheuttava tekijä lienee kiihtyvyys (Mäkinen 2007, 38). Ilmataistelulennolla koetut kiihtyvyysoimat voivat hetkellisesti olla lähes kymmenkertaisia maassa koettuun kiihtyvyyteen nähden. Burtonin ja Whinneryn (1996) mukaan hävittäjäohjaajaan saattaa kohdistua yhdellä lennolla jopa parikymmentä yli viiden G:n kiihtyvyyshuippua, jotka saattavat kestää yhteensä parikin minuuttia. (Mäkinen 2007, 42.)

Suuret kiihtyvyydet aiheuttavat monia fysiologisia muutoksia lentäjässä. Merkittävin uhka sotilaslentäjän toimintakyvylle on aivojen hapensaannin estyminen. Kiihtyvyyden seuraukse-

na sydän ei jaksa enää pumpata verta kiihtyvyyden aiheuttamien inertiaivoimien vastasuunnassa oleviin aivoihin, vaan veri pakkautuu kohti jalkoja. Aivojen jäädessä ilman uutta hapekasta verta ohjaaja menettää ensin näkökykynsä ja mahdollisesti lopulta tajuntansa. Näkökyvyn ja tajunnan menettämisestä varoittavien oireiden esiintyminen riippuu olennaisesti kiihtyvyyden suuruudesta, muutosnopeudesta ja kestosta. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 11-16.)

Ohjaaja voi taistella kiihtyvyysoimista johtuvaa näön ja tajunnan menettämistä vastaan ainoastaan niin sanotulla vastaponnistuksella. Vastaponnistuksessa ohjaaja jännittää vartalon lihaksiaan supistaakseen niiden verisuonia niin, ettei aivojen verenpaine pääse laskemaan liian alhaiseksi. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 17.) Tähän yhdistyy noin 3-5 sekunnin välein suoritettava nopea pakotettu uloshengitys kurkunpäästä vasten. (Eskola 2006, 86.)

Hyvin suoritettulla vastaponnistuksella lentäjä voi saavuttaa lyhytaikaisesti jopa neljän kiihtyvyyshetimityksikön parannuksen G-sietokykyynsä. Vastaponnistuksessa tärkeimmät käytettävät lihakset ovat alaraajojen lihakset, pakaralihakset, vatsalihakset, käsivarsien lihakset ja rintalihakset. Vastaponnistukseen liittyvä lihasten jännittäminen on fyysisesti erittäin kuormittava, anaerobinen suoritus, minkä vuoksi optimaalinen ja hyvin koordinoitu suoritus on G-sietokyvyn ja lentäjän suorituskyvyn kannalta olennaista. Oikeaoppinen suoritustekniikka auttaa lentäjää selviytymään vastaponnistuksista suorituskyvyn oleellisesti laskematta. Tällöin muihin lentoon liittyviin keskeisiin tehtäviin on käytettävissä enemmän kapasiteettia. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 17-19; Rintala & Kanninen 1996, 28; Eskola 2006, 86)

Vastaponnistus vaatii oikean tekniikan lisäksi siihen osallistuvien lihasten hyvää kuntoa. Voimaharjoittelun kautta saavutetun paremman voimaominaisuuksien tason on todettu parantavan lentäjien G-sietokykyä (Mäkinen 2007, 59-61; Kuronen & Myllyniemi 1996, 18-19.) Kun lennetään useita raskaita, paljon G-kuormitusta sisältäviä lentoja samana päivänä usean päivän ajan, vaaditaan ohjaajalta myös kestävyyttä ja nopeaa palautumista. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 19.)

Kiihtyvyysoimat aiheuttavat kuormitusta myös tukirankaan ja sitä tukeviin lihaksiin. Toistuvien G-voimien vaikutuksesta johtuen erityisesti selän- ja kaularangan alue ovat jatkuvan kuormituksen alaisena. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 16-17; Eskola, 2006, 78.) Tutkimuksissa on mitattu esimerkiksi kaularangan alueelta kuormitustasoja, jotka ylittävät kuormitushuippujen osalta viisinkertaisesti ja keskimääräisen kuormituksen osalta nelinkertaisesti staattiselle työlle annetut suositusarvot (Mäkinen 2007, 54-55). Rasituksen johdosta hävittäjälentäjillä ilmenee myös selän ja kaulan alueen lihasväsymystä. Tämä luonnollisesti huonontaa suo-

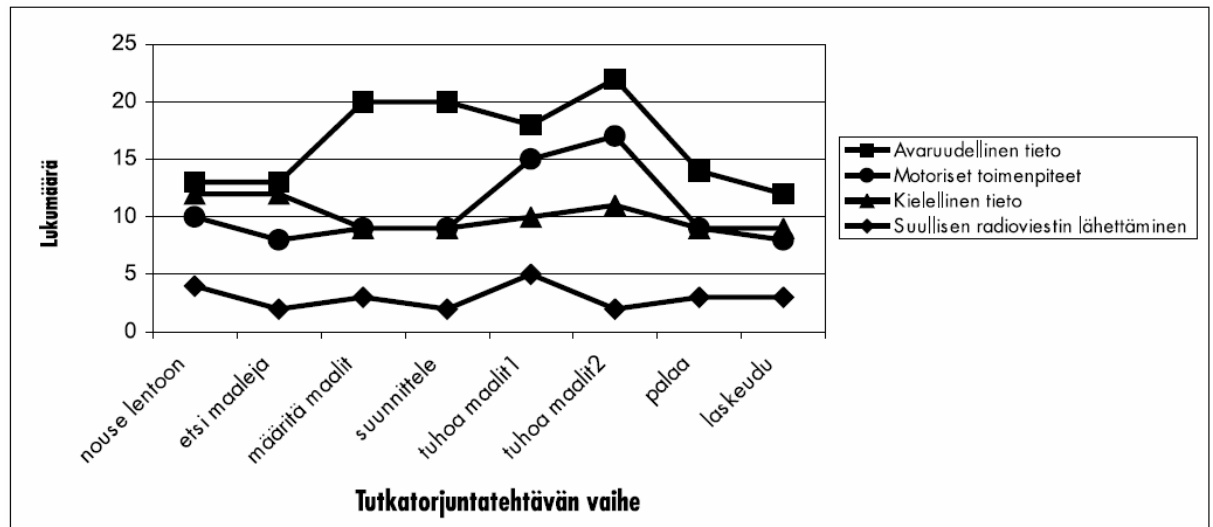
rituskykyä toistuvilla lennoilla ja lisää lihasvaurioriskiä. Jatkuva kiihtyvyysoimia sisältävä lentopalvelus asettaa siis suuria vaatimuksia kaulan ja selän alueen lihasvoimakkuudelle ja -kestävyydelle. (Mäkinen 2007, 56.)

Hävittäjälentämisen fyysistä rasittavuutta on testattu myös mittaamalla lentäjien syketasoja ja energiankulutusta ilmataistelulentojen aikana. Källi (2005) mittasi pro gradu-tutkimuksessaan ilmataistelulentojen aikaisia syketasoja ja havaitsi, että Hawkin etuohjaamon koehenkilöiden keskisyke kohtaamisen aikana oli noin 70 % henkilön maksimisykkeestä, mikä on aerobisella sykealueella. Lyytikäinen (2007) käytti pro gradussaan samoja mittauksia määrittäessään ilmataistelulennon aikaista energiankulutusta. Tutkimuksen mukaan ilmataistelulennolla etuohjaamossa oleva henkilö kuluttaa keskimäärin 543 kcal/h, mikä vastaa esimerkiksi kohtuullisen rasittavaa pyöräilyä tai uintia.

### **5.1.2 Psykomotoriset haasteet**

Monet tutkijat (mm. Carretta & Ree 1994, 103; Eloranta 1996, 33) ovat todenneet, että lentäminen on psykomotorisesti haastavaa, mutta hyvin harva on eritellyt sitä, mistä psykomotorinen haastavuus aiheutuu tai koostuu. Selvimmin sotilaslentämisen psykomotorisiksi taidoiksi tunnistettavia lienevät ohjaustaito ja koneen järjestelmien, erityisesti asejärjestelmien, käyttö (Salakari 2004, 93, Haavisto & Oksama 2007, 25).

Kuviossa 3 on tarkasteltu ohjaajan tietojen käyttöä ja toimenpiteitä tutkatorjuntatehtävän eri vaiheissa. Kuvioista voidaan todeta motorisen komponentin tärkeys lentotehtävän suorittamisen kannalta. Tarkastelussa motorisilla toimenpiteillä tarkoitetaan ilmeisesti psykomotorisia toimintoja, koska tekijät ovat maininneet motoristen toimenpiteiden esimerkkeinä ohjaustoi-  
menpiteet ja tutkakursorin ohjaamisen (Haavisto & Oksama 2007, 25-26).



Kuvio 3. Tiedonkäsittelyn vaatimusten ja toimenpiteiden lukumäärä tutkatorjuntatehtävän eri vaiheissa (Haavisto & Oksama 2007, 26)

Ohjaajan psykomotoristen ominaisuuksien tärkeyttä puoltavat myös useat tutkimukset, joissa on havaittu, että psykomotoristen testeillä on yhteys lentomenestykseen (Carretta & Ree 1994, 103-115). Psykomotoristen testien yhteyttä lentomenestykseen on tutkittu hyvinkin paljon johtuen psykomotoristen testien keskeisestä asemasta lentäjien valintaprosesseissa. Psykomotoristen testien ja lentomenestyksen välistä yhteyttä koskeviin tutkimuksiin palataan luvussa seitsemän.

## 5.2 Hawk-koulutus Ilmavoimissa

Suomen puolustusvoimien hävittäjäohjaajat koulutetaan Ilmavoimissa. Hävittäjäohjaajan koulutus on pitkä prosessi (kuviot 4). Koulutus aloitetaan lentoreserviupseerikurssilla Ilmasotakoulussa Tikkakoskella. Kurssille valitaan vuosittain noin 40 oppilasta pääsykokeiden kautta. Pääsykokeet ovat monivaiheiset ja niissä arvioidaan hakijan fyysistä ja psyykkistä soveltuvuutta lentopuseerin ammattiin. Lentoreserviupseerikurssin aikana oppilaat lentävät VN1-lentokoulutusohjelman, johon sisältyy noin 40 lentotuntia Valmet Vinka -alkeiskoulukoneella. Lentoreserviupseerikurssin jälkeen oppilaille on mahdollisuus hakea kadettikouluun Ilmavoimien ohjaajalinjalle, jolle valitaan vuosittain noin 14 oppilasta. Kadettikoulussa lentokoulutus jatkuu kaksi ensimmäistä vuotta Tikkakoskella. Tuona aikana oppilaat lentävät VN2-koulutusohjelman. VN2-ohjelman lennettyään oppilaat ovat lentäneet Vinkalla noin 110 tuntia. Mikäli oppilas on osoittanut soveltuvuutensa jatkokoulutukseen, jatkuu hänen lentokoulutuksensa tämän jälkeen Kauhavan Lentosotakoulussa. (Heikkinen 2008, 3-4; Koivula 2008, 7.)

Lentosotakoulussa ohjaajaoppilaille tarjotaan jatkokoulutusta ja taktista koulutusta BAe Hawk Mk 51/51A -suihkukonekalustolla. Normaalisti tuleva hävittäjäohjaaja käy läpi HW1- ja HW2-lentokoulutusohjelmat. Jatkokoulutusvaihe eli HW1-ohjelma kestää noin 16 kuukautta sisältäen noin 70 lentotuntia ja 30 tuntia simulaattorikoulutusta. HW1-ohjelmaan kuuluu tyyppi-, suunnistus-, mittari-, taito-, osasto- ja yölentokoulutusta sekä simulaattorilla annettavaa hätätilannekoulutusta. Merkiksi jatkokoulutuksen onnistuneesta suorittamisesta oppilas saa sotilaslentäjätodistuksen ja Suomen lentomerkin ohjaajalle, minkä jälkeen hänen statuksensa muuttuu oppilaasta ohjaajaksi. Luettavuuden helpottamiseksi kaikista lentokoulutuksessa olevista ohjaajaoppilasta ja ohjaajista käytetään tässä työssä jatkossa nimitystä *lento-oppilas*.

Välittömästi jatkokoulutuksen jälkeen lento-oppilas siirtyy taktiseen koulutukseen eli HW2-lentokoulutusohjelmaan. HW2-ohjelma kestää noin vuoden sisältäen tyyppilento-, suunnistuslento-, mittarilento-, osastolento-, yölento-, yksittäisen koneen liikehdintä-, hyökkäys- ja irtautumis-, tunnustuslento- ja torjuntalento- ja merivalvontakoulutusta sekä ilmamaaliammuntoja. Taktisen koulutuksen aikana lento-oppilaalle kertyy noin 130 lentotuntia. Hawk-vaiheen jälkeen hävittäjäohjaajiksi koulutettavat siirtyvät lennostoihin Hornet-koulutukseen (Heikkinen 2008, 3-4; Koivula 2008, 7; HW-lentokoulutusohjelma HW1; HW-lentokoulutusohjelma HW2.)

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

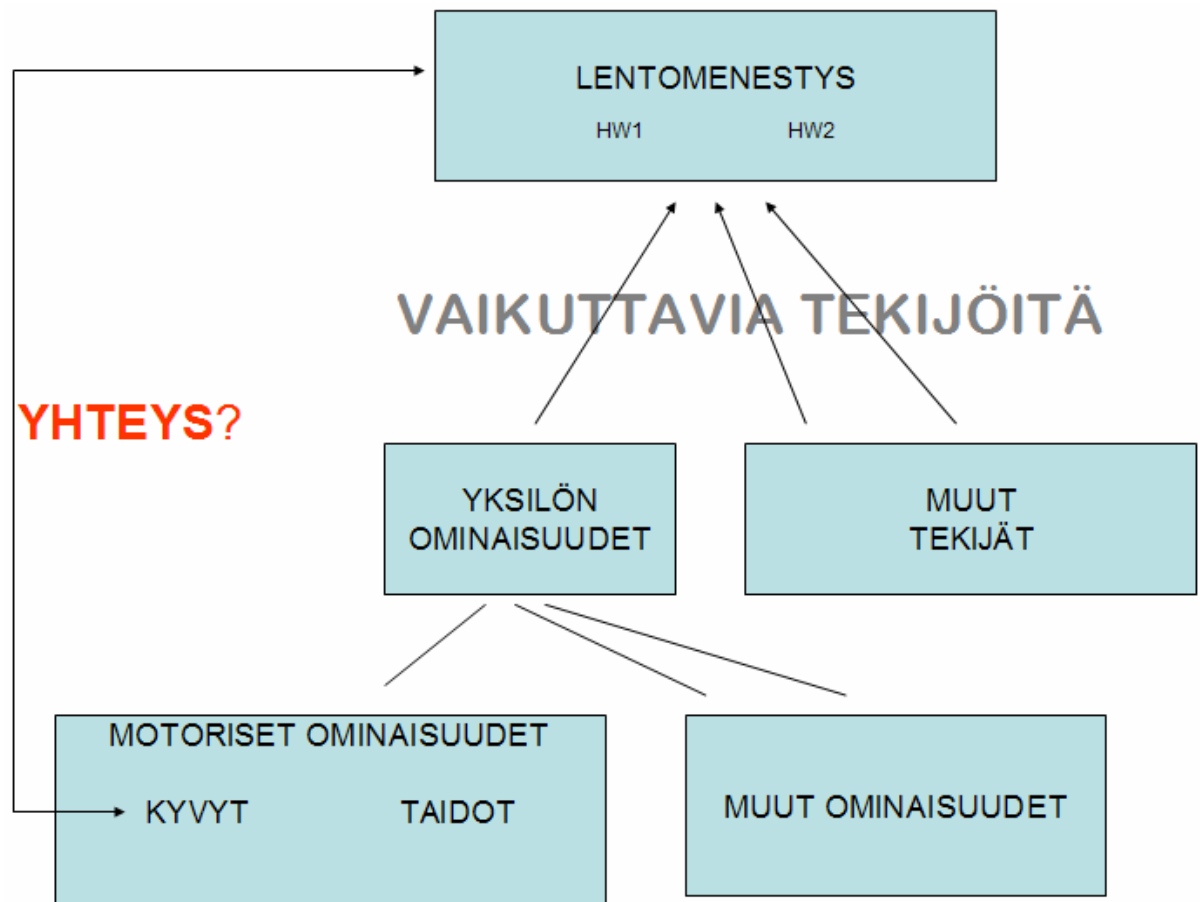
Kuvio 4. Hävittäjäohjaajan lentokoulutus Ilmavoimissa (Koivula 2008, 7)

HW1- ja HW2-lentokoulutusohjelmat sisältävät sekä koulu-, tarkastus- että harjoituslentoja. Koululennolla tarkoitetaan lentoa, jolla lento-oppilaan mukana koneessa on myös lennonopettaja. Tarkastuslennot ovat koululentojen kaltaisia lentoja, joilla on tarkoitus varmistua siitä, että lento-oppilas on oppinut tarvittavat taidot kyseisestä lentolajista. Harjoituslennolla tarkoitetaan puolestaan lentoa, jolla oppilas tai ohjaaja on yksin (Heikkinen 2008, 3-4.) Koulutusohjelmat on laadittu kuitenkin niin, että uudet asiat harjoitellaan aina koululennolla, jolloin opettaja varmistuu, että oppilas voi suorittaa saman tehtävän itsenäisesti ilman valvontaa. Lentokoulutusvaiheiden alut ovat siis koululentopainotteisia, mutta koulutuksen edetessä harjoituslentojen osuus kasvaa vähitellen. (HW-lentokoulutusohjelma HW1; HW-lentokoulutusohjelma HW2.)

## 6 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT

### 6.1 Tutkimuksen viitekehys

Tutkimuksessa tarkastellaan yksilön motoristen ominaisuuksien yhteyttä sotilaskoulutuksessa suoriutumiseen, joten tutkimus sijoittuu sotilaspedagogiikan fyysisen toimintakyvyn viitekehukseen. Tutkimuksen teoreettinen viitekehys on esitetty kuviossa 5.



Kuvio 5. Tutkimuksen teoreettinen viitekehys

### 6.2 Rajaus

Tutkimus on rajattu koskemaan vain Ilmavoimissa palvelevia lentokoulutuksessa olevia sotilaslentäjiä. Tutkimuksessa tutkitaan vain lentomenestystä. Kaikki muu lentämiseen tai kadettikouluun liittyvä opintomenestys on jätetty tutkimuksen ulkopuolelle. Lentomenestyksessäkin keskitytään vain menestykseen Hawk-lentokoulutuksessa, koska Hawk-lentokoulutuksen läpäiseminen on kriittinen tekijä ilmavoimien hävittäjäohjaajien koulutuksen kokonaistavoitteen kannalta (H. Rintala, henkilökohtainen tiedonanto 13.2.2009). Fyysisen toimintakyvyn alueella on keskitytty tarkastelemaan yksilön motorisia kykyjä.



### 6.3 Tutkimusongelmat

Tutkimusprosessi sai alkunsa kysymyksestä: Menestyvätkö liikunnassa etevät lento-oppilaat lentämisessä keskimääräistä paremmin? Teoreettisen tarkastelun ja aiheen rajaamisen pohjalta kysymys muotoiltiin seuraavanlaiseksi tutkimusongelmaksi: *Millainen yhteys lento-oppilaan motorisen kyvykkyyden ja Hawk-lentomenestyksen välillä on?*

Teoreettisen tarkastelun aikana heräsi kasvava kiinnostus myös lentotaidolle spesifeiksi oletettuja psykomotorisia kykyjä kohtaan. Tämän vuoksi tarkasteltavaksi päätettiin ottaa myös yksi lentäjälle tärkeiksi oletetuista psykomotorisista kyvyistä: raajojen välinen koordinaatio. Tämän seurauksena syntyi toinen tutkimusongelma: *Millainen yhteys lento-oppilaan raajojen välisen koordinaation ja lentomenestyksen välillä on?*

Teoreettisen tarkastelun pohjalta kävi ilmi, että motoristen kykyjen merkitys on hyvin taitosidonnaista. Teorian pohjalta kävi ilmi myös, että yksittäisen taidon oppimisen kannalta tärkeiden motoristen kykyjen rooli muuttuu oppimisprosessin aikana. Näiden ilmiöiden näkyminen lentokoulutuksessa on mielenkiintoinen aihe, joten tutkimuksen kolmanneksi tutkimusongelmaksi muotoutui: *Onko motoristen kykyjen ja Hawk-lentomenestyksen välillä erilainen yhteys eri lentolajeissa tai koulutusvaiheissa?*

Tutkimuksen tutkimusongelmat ovat siis seuraavat:

- 1) Millainen yhteys lento-oppilaan motorisen kyvykkyyden ja Hawk-lentomenestyksen välillä on?
- 2) Millainen yhteys lento-oppilaan raajojen välisen koordinaation ja lentomenestyksen välillä on?
- 3) Onko motoristen kykyjen ja Hawk-lentomenestyksen välillä erilainen yhteys eri lentolajeissa tai koulutusvaiheissa?

### 6.4 Katsaus aihepiirin aikaisempiin tutkimuksiin

#### 6.4.1 Sotilaslentäjän fyysistä toimintakykyä käsitteleviä opinnäytteitä Ilmavoimissa

Viimeisen reilun kymmenen vuoden aikana Suomen ilmavoimissa on tehty lähes sata sotilaslentäjän fyysiseen toimintakykyyn liittyvää opinnäytetyötä. Seuraavassa esitellään niistä tämän työn näkökulmasta merkittävimmät.

Mäkinen (2007) on pro gradussaan tutkinut hävittäjälentäjän työn fyysistä kuormittavuutta. Menetelmänä Mäkinen on käyttänyt kuvailevaa kirjallisuuskatsausta, joten työssä on esitelty

paljon G-sietokykyyn ja tukirangan kestämiseen liittyviä tutkimuksia. Mäkinen päätyi kirjallisuuskatsauksen perusteella päätelmään, jonka mukaan hävittäjälentäjän työn fyysisistä kuormitustekijöistä (mm. melu, värinä, kuumuus, ilmanpaine) kiihtyvyysoimat ovat ongelmallisimmat. Kiihtyvyysoimat aiheuttavat verenkiertoon, hengitykseen, tukirankaan ja tukirangan lihaksistoon liittyviä ongelmia. Nykyisellä lentokonekalustolla tukiranka ja tukirangan lihaksisto kuormittuvat moninkertaisesti suosituksiin nähden, ja useilla ohjaajilla onkin havaittu oireita tukirangassa ja tukirangan lihaksistossa. Työssään Mäkinen on määrittänyt hävittäjälentäjän tärkeimmiksi fyysisiksi ominaisuuksiksi aerobisen ja anaerobisen kestävyuden, isometrisen voimantuoton ja maksimivoiman vartalossa ja niskan alueella, ylävartalon lihaksiston koordinaation, dynaamisen voimakestävyyden ja taitavuuden.

Myös Källi (2005) on pro gradussaan tutkinut hävittäjälentämisen fyysistä rasittavuutta. Tutkimuksessaan Källi mittasi ilmataistelulentojen aikaisia syketasoja ja havaitsi, että etuohjaamon koehenkilöiden keskisyke kohtaamisen aikana oli noin 70 % henkilön maksimisykkeestä, mikä on aerobisella sykealueella. Huomattavaa on myös, että polkupyöräergometrillä mitattu fyysinen kunto ei korreloinut mitenkään lennolla mitattuihin syketasoihin. Tutkimuksessa koehenkilöjoukko oli tosin pieni (N = 10, joista 6 etuohjaamossa ja 4 takaohjaamossa).

Lyytikäinen (2007) käytti pro gradussaan samoja mittauksia määrittäessään ilmataistelulennon aikaista energiankulutusta. Tutkimuksen mukaan ilmataistelulennolla etuohjaamossa oleva henkilö kuluttaa keskimäärin 543 kcal/h, mikä vastaa esimerkiksi rauhallista hiihtoa tai kohtuullisen rasittavaa pyöräilyä tai uintia. Myöskään tässä tutkimuksessa polkupyöräergometrillä mitattu fyysinen kunto ei korreloinut energiankulutukseen.

Eskola (2006) on pro gradu -työssään tutkiessaan lentävälle varusmieskurssille valittujen fyysisen suorituskyvyn lähtötasoa ja siinä tapahtuneita muutoksia vuosituhatteen vaihteessa. Tutkimusaineistona ovat ilmailufysiologi Rintalan lähtötasomittaukset sotilaslentäjien valintaprosessin niin sanotuista ammatillisista fyysisen suorituskyvyn testeistä (Oksa, Rintala & Kuronen 1997). Tuloksena lähes kymmenen vuoden vertailusta oli, että ominaisuudet eivät juuri olleet muuttuneet lentoreserviupseerikurssille päässeiden joukossa, eli muussa yhteiskunnassa nähtävillä ollut kuntosuorituksen heikkenemistä ei ohjaajaoppilaiden joukossa ilmennyt.

Eskola toteaa Rintalan luokitelleen varusmiesohjaajakursseille valikoituneet liikuntaharrastajatyyppeihin. Rintala on jakanut liikuntaharrastajatyyppit kolmeen ryhmään: taito-, taito-teho- ja kestävyystyyppi. Henkilöt on jaettu näihin ryhmiin ilmeisesti fyysisen suorituskyvyn testitulosten perusteella.

Tutkimuksen mukaan noin kolme neljästä kurssille valitusta kuuluu taito-teho-tyyppiin. Noin yksi viidestä kuuluu taito-tyyppiin ja vain noin yksi kahdestakymmenestä kestävyystyyppiin. Pohtiessaan syitä liikunnanharrastajatyyppeiden jakautuneisuudesta Eskola esittää kolme vaihtoehtoa:

- 1) Taito-teho-tyypin henkilöillä on suurempi hakeutumishalukkuus alalle kuin kahden muun tyypin henkilöillä.
- 2) Kyseisen tyypin henkilöt menestyvät sotilasohjaajien valintatestauksessa paremmin, koska kyseisen tyypin henkilöillä korostuvat ne fyysiset ominaisuudet, jotka ovat sotilaslentäjälle tärkeitä.
- 3) Fyysisen suorituskyvyn arviointiin käytettävät testausmenetelmät korostavat taito-teho-tyyppisiä ominaisuuksia kahta muuta tyyppiä (taito- ja kestävyystyyppi) enemmän, ja näin ollen tavallaan vääristävät kuvaa henkilöiden ominaisuuksista.

Tutkimuksesta ei kuitenkaan käy ilmi, miten nämä luvut suhtautuvat normaaliväestön vastaviin lukuihin. Epäselväksi jää myös, onko henkilöt jaettu liikunnanharrastajatyyppeihin fyysisen suorituskyvyn testitulosten perusteella ja, jos on, miten jako on tapahtunut.

Väre (2006) ja Teräväinen (2006) ovat puolestaan tutkineet ohjaajaoppilaiden kunnan muutoksia varusmies- ja kadettikurssilla. Teräväinen havaitsi tutkimuksessaan, että ohjaajaoppilaiden ammatilliset kunto-ominaisuudet pysyvät vähintään samana tai jopa hieman paranevat varusmieskurssin aikana. Väre puolestaan huomasi, että opiskeluaikana lentokadettien ammatillisten kunto-ominaisuuksien keskiarvot hieman laskivat ja paino nousi, mutta näkee, että muutokset ovat lähes merkityksettömiä.

Ilmavoimien fyysisen toimintakyvyn tutkimustoiminta on pyrkinyt käytännön sovellutuksiin ja turvaamaan ennen kaikkea sotilaslentäjän fyysistä työssä selviytymistä ja työterveyttä (Mäkinen 2007, 2). Edellä mainitut tutkimukset keskittyvätkin sotilaslentäjän fyysiseen toimintakykyyn lähinnä vain rasitukselta suojaavana tekijänä. Kun fyysistä toimintakykyä on tarkasteltu rasitukselta suojaavana tekijänä, ovat tutkimuksissa painottuneet lähes pelkästään kunto-kyvyt. Tosin aivan äskettäin on löytynyt viitteitä myös siitä, että koko kehon ohjaamiseen osallistuvilla liikehallintakyvyillä olisi yhteys tukirangan ja tukirangan lihasten oireilulta välttymiseen (H. Rintala, henkilökohtainen tiedonanto 27.2.2009).

Majapuro (1998) on tutkinut Hawk-simulaattorin käyttömahdollisuuksia hävittäjälentäjiksi pyrkivien testaamisessa. Työssä on tuotu esiin mahdollisuus käyttää Hawk-simulaattoria

muun muassa ohjaustaidon testaamiseen. Tutkimuksessa on kuitenkin vain kartoitettu si-  
mulaattorin käyttömahdollisuuksia ja mahdollisia testitehtäviä, eikä sen seurauksena ole tiet-  
tävästi kehitetty luotettavaa testiä, jolla ohjaustaitoa tai sen taustalla vaikuttavia motorisia  
kykyjä voitaisiin mitata.

Ainoat Puolustusvoimissa tehdyt tutkimukset, jotka käsittelevät motoristen ominaisuuksien  
yhteyttä lentämisen oppimiseen tai lentomenestykseen, ovat Sinivuon (1977) *Ilmavoimien  
varusmiesohjaaja- ja lentokadettikurssilla menestymisen ennustamisesta: Sotilasohjaajan  
ammattianalyysi ja valintajärjestelmän kehittämismahdollisuudet* ja Fingerroosin (2003) *Len-  
tämiseen liittyvä motoriikan harjoittelu*.

Fingerroos on opinnäytetyössään teoreettisesti tarkastellut lentämiseen liittyvän motoriikan  
harjoittelua ja päätenyt siihen tulokseen, että monipuolinen liikunta edistäisi myös lentämi-  
seen liittyvien motoristen taitojen harjoittelua. Hän on kuitenkin työssään keskittynyt lähinnä  
motoriseen oppimiseen liittyvien teorioiden esittelyyn, eikä ole onnistunut tuomaan esiin uut-  
ta tietoa siitä, millainen merkitys ohjaajan motorisilla kyvyillä on lentämiseen liittyvien moto-  
risten taitojen oppimiselle. (Fingerroos 2003.)

#### **6.4.2 Ilmavoimien varusmiesohjaaja- ja lentokadettikurssilla menestymisen ennustami- sesta: Sotilasohjaajan ammattianalyysi ja valintajärjestelmän kehittämismahdollisuudet**

Juhani Sinivuo (1977) on työssään ”Ilmavoimien varusmiesohjaaja- ja lentokadettikurssilla  
menestymisen ennustamisesta: Sotilasohjaajan ammattianalyysi ja valintajärjestelmän kehit-  
tämismahdollisuudet” tutkinut erilaisia ohjaajaoppilaista olemassa olevia muuttujia ja niiden  
välisiä yhteyksiä. Tutkimuksessa tutkittavana joukkona olivat lentoreservialiupseerikurssit 15-  
18 (N~60), lentoreserviupseerikurssit 37-50 (N~260) ja lentokadettikurssit 54-60 (N~50).

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää:

- 1) valintajärjestelmään ja -prosessiin liittyviä ongelmia,
- 2) valintamenetelmien kykyä ennustaa ohjaajien menestymistä reservialiupseeri-, reser-  
viupseeri- ja kadettikurssilla sekä
- 3) kurssiaineiden yhteyttä lentotaitoon ja myöhempään menestymiseen.

Ennustemuuttujina Sinivuo on käyttänyt henkilötietoja, aikaisempia koulutodistuksia, lääkärin  
lausuntoja sekä kyky- ja persoonallisuustestejä. Tutkimuksen kriteerinä on ollut menestymi-  
nen lentävien kurssien opinto-ohjelmaan kuuluvissa aineissa kuten johtamistaidossa, yleisissä

sotilasaineissa, liikuntakoulutuksessa, lentoteorioissa sekä lentokoulutuksessa. Yhteensä tutkimuksessa on käytetty 83:a muuttujaa. Tämän työn kannalta mielenkiintoisimpia ovat urheilutaustaa, fyysistä kuntoa, liikuntakoulutusta, motorisia kykytestejä ja lentokoulutusta koskevat tulokset.

Urheilutaustaa koskevia muuttujia ovat olleet *jäsenenä urheiluseurassa* (moneenko urheiluseuraan henkilö kuuluu tai on kuulunut), *urheilulajien lukumäärä* (henkilön ilmoittamat urheilulajit) ja *henkilökohtaiset voitot piiri- tai mestaruussarjan tasolla* (luokiteltiin kahteen ryhmään: on tai ei ole sijoituksia kolmen parhaan joukkoon). Lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin *koulun päättötodistuksen liikunnan* (yhdistetty urheilun ja voimistelun arvosanat) *arvosanan* korrelaatiota tiettyjen kriteerien kanssa.

Ainoa tutkimuksessa mukana ollut fyysistä kuntoa mittaava muuttuja oli *Cooperin testin* tulos. Kykytesteistä motorisia ominaisuuksia mittasi tuohon aikaan *kahden käden koordinaatio*. Tätä ei kuitenkaan lopulta voitu ottaa mukaan tutkimukseen muuttujaksi, koska testiä oli käytetty epäsystemaattisesti. Toisaalta testi oli myös juuri vaihtunut uudempaan, joten vanhan testin tulosten mukaan ottamista ei ollut katsottu edes tarpeelliseksi.

Lentotaidon muuttujia olivat *SF-peruslento*, *FM-yleislento*, *FM-suunnistuslento*, *FM-mittarilento*, *FM-taitolento*, *FM-osastolento*, *FM-yöolento*, *FM-ilmataistelu* ja *FM-lentoammunta*. Lyhenteellä SF viitataan tässä Saab Safir -merkkiseen lentokoneeseen, joka oli tuolloin Suomen ilmavoimilla käytössä alkeiskoulukoneena (vast. Vinka). Lyhenne FM puolestaan viittaa jatko- ja taktisessa koulutuksessa käytössä olleeseen Fouga Magisteriin (vast. Hawk).

Tutkimuksessa havaittiin seuraavia asioita:

- 1) Urheiluseurojen määrä korreloi liikunnassa menestymiseen positiivisesti ( $r = .61$ ,  $p < .025$ ).
- 2) SF-lentokoulutuksessa heikosti menestyneiden liikuntakoulutuksen arvosanojen keskiarvo oli 8,1 ( $s = 1.21$ ), keskinkertaisesti menestyneiden 8,2 ( $s = 0.89$ ) ja hyvin menestyneiden 8,5 ( $s = 0,74$ ).
- 3) Koululiikunnan arvosana korreloi hyvin heikosti lentotaitoon.
- 4) Koulussa annettu liikunnan arvosana ei korreloi tilastollisesti merkitsevästi reserviupseerikurssin liikunnan kanssa.
- 5) Cooperin tulos ja lentotaidon kriteerit eivät korreloi keskenään.

- 6) Hyvin heikot havaintomotoriset suoritukset pienentävät tekniseltä lahjakkuudeltaan keskitasoa heikompien todennäköisyyttä selviytyä lentokoulutuksesta.

Tämän työn kannalta mielenkiintoinen tulos on myös se, että siviilissä saadulla lentokoulutuksella oli positiivinen yhteys SF-lentomenestykseen, muttei enää FM-lentomenestykseen (Sinivuo 1977, 296). Niin ikään mielenkiintoista on se, että lentoreserviupseeri- tai -aliupseerikurssin SF-lentokoulutuksessa menestyminen ei korreloinut kadettikoulun FM-lentokoulutuksessa menestymisen kanssa (Sinivuo 1977, 316-318, 331). Huomionarvoista on myös, että lentokadettikurssin eri lentomuotojen interkorrelaatiokertoimet ovat matalahkot eli että eri henkilöt ovat menestyneet hyvin eri lentolajeissa.

Sinivuo on myös koonnut kirjallisuuskatsauksen lentäjän ominaisuuksista. Positiivisiksi psykomotorisiksi ominaisuuksiksi hän on löytänyt koordinaatiokyvyn, yleisen lihastaitavuuden, oikean reagoinnin, kosketus- ja vibraatiotunnon, asennon tunnon, istrumenttien koordinaatiokyvyn sekä suoritusten täsmällisyyden ja pysyvyyden. (Sinivuo 1977, 73-74.)

#### **6.4.3 Tutkimuksia psykomotoristen testien ja lentomenestyksen yhteydestä**

Yksilön motoristen ominaisuuksien ja lentomenestyksen välistä yhteyttä on tutkittu ainakin Yhdysvalloissa jonkin verran. Tutkimusten tavoitteena on ollut kehittää ohjaajien valintajärjestelmää. Monet tutkijat (mm. McGrevy & Valentine 1974; Hunter & Thompson 1978; Bordelon & Kantor 1986; Gibb & Dolgin 1989) ovat tutkimuksissaan todenneet psykomotoristen testien lisäävän valintatestien validiteettia. (Carretta & Ree 1994, 105; Griffin & Koonce 1996, 132-133.) Carretta ja Ree (1994, 105) ovat kuitenkin todenneet, että monissa tutkimuksissa ei ole otettu oikealla tavalla huomioon tutkittavan joukon homogeenisyydestä johtuvaa vaihteluvälin rajoittumaa, mikä on saattanut aiheuttaa vääränlaisia tulkintoja.

Kantor ja Carretta (1988) havaitsivat tutkimuksissaan, että tietokoneavusteiset psykomotoriset testit ennustivat lentokoulutuksen hyväksyty-hylätty-kriteeriä tilastollisesti merkitsevästi (multiple  $R = .22$ ,  $p < .01$ ). Tutkimukseen osallistui 1 622 henkilöä Yhdysvaltojen ilmavoimista. (Griffin & Koonce 1996, 133.)

Myös Cox (1988) päätyi tutkimuksissaan samansuuntaiseen tulokseen tutkiessaan THTC (Two-handed Tracking Coordination) ja Complex Coordination -testien yhteyttä lentokoulutuksen hyväksyty-hylätty-kriteeriin. Lisäksi hän huomasi, että testattavien suoritukset testien

alussa korreloivat kriteeriin voimakkaammin ( $r = .33$ ) kuin suoritukset testien lopussa ( $r = .27$ ). (Griffin & Koonce 1996, 133.)

Carretta ja Ree (1994) ovat tutkineet Yhdysvaltojen asevoimien lentäjävalinnoissa käytettäviä psykomotoristen testien yhteyttä kahteen lentokoulutuksessa menestymistä kuvaavaan kriteeriin. Kolme psykomotorista testiä (Rotary Pursuit, Complex Coordination ja Time Sharing), jotka mittasivat ohjaajaoppilaiden säädön tarkkuutta, raajojen välistä koordinaatiota, reaktioaikaa ja säädön kontrollia korreloivat tilastollisesti melkein merkitsevästi lentokoulutuksen hyväksyty-hylätty-kriteeriin ( $r = .15$ ,  $p < .05$ ) ja sijoitukseen kurssilla ( $r = .16$ ,  $p < .05$ ). Kun aineistosta korjattiin vaihteluvälin rajoittumasta johtuva virhe, motoristen testien yhteys hyväksyty-hylätty-kriteeriin oli tilastollisesti merkitsevä ( $r = .18$ ,  $p < .01$ ) ja sijoitukseen kurssilla tilastollisesti melkein merkitsevä ( $r = .19$ ,  $p < .05$ ). Kun psykomotoriset testit yhdistettiin kognitiivisia ominaisuuksia mittavan AFOQT-testipatterin tuloksiin, AFOQT-testipatterin ennustavuus parani kuitenkin suhteellisen vähän, minkä Carretta & Ree katsovat olevan osoitus siitä, että psykomotoriset testit ovat kognitiivisen älykkyyden faktorilla latautuneita. Tutkimukseen osallistui 678 Yhdysvaltojen ilmavoimien ohjaajaoppilasta. (Carretta & Ree 1994, 108-114.)

Griffin ja Koonce (1996, 138, 143) ovat todenneet, että Yhdysvaltojen asevoimien ohjaajavalinnoissa käytössä olevat psykomotoriset testit ennustavat lentomenestystä paremmin, kun kriteerinä käytetään hyväksyty-hylätty-kriteerin sijaan jatkuvia, normaalijakautuneita muuttujia kuten lentoarvosanoja tai lennettyjä lentotunteja.

## 6.5 Teoreettiset johtopäätökset

Sotilaslentäminen ei sisällä koko kehon liikuttelua vaativia näyttäviä akrobaattisia liikkeitä. Sotilaslentäjä joutuu kuitenkin käyttämään liikuntaelimistöään tarkoituksenmukaisesti ja tehokkaasti, jotta pystyy lennolla tuottamaan haluamiaan ohjausliikkeitä ja vastustamaan G-voimista aiheutuvaa räsytystä. Haastavimmat sotilaslentämisessä vaadittavat motoriset taidot ovat ohjaustaito ja G-vastaponnistustaito.

Ohjaustaidolla tarkoitetaan lentokoneen ohjainten tarkoituksenmukaista käyttöä halutun lentoliikkeen tuottamiseksi. Ohjaustaitojen taustalla vaikuttavia taulukon 1 mukaisia kykyjä ovat raajojen välinen koordinaatio ja valintareaktio. Myös säädön tarkkuudella, säädön kontrollilla, reaktioajalla ja tähtäämisellä voidaan olettaa olevan merkitystä ohjaustaidon kehittymiselle. Ohjausliikkeet, joita ei ole opittu automaatiotasolle, varaavat ohjaajan jo muutenkin kuormi-

tettua kapasiteettia ja näin vaikeuttavat samanaikaisia kognitiivisia prosesseja. Aikaisemmissa tutkimuksissa psykomotoristen ohjaustaidolle spesifien kykyjen testien onkin havaittu ennustavan lentomenestystä.

G-vastaponnistuksen kannalta tärkein kyky on jalkojen staattinen voima. G-vastaponnistuksen kannalta haastavimpia ovat ilmataistelulentokoulutuksen mukaiset lennot, joissa käydään usein lähellä ohjaajan suorituskyvyn rajoja. Onnistunut G-vastaponnistus antaa ohjaajalle mahdollisuuden käyttää lentokonetta nimenomaan sen suorituskyvyn ääri rajoilla. Lisäksi onnistunut automaatiotasolla oleva G-vastaponnistus vähentää elimistöön kohdistuvaa rasitusta ja vapauttaa kapasiteettia muuhun toimintaan.

Kestävyyttä tarvitaan lennon aikana ja lentojen välillä tapahtuvaan palautumiseen sekä lennon aikaisesta rasituksesta johtuvan väsymisen vastustamiseen. Hyvän kestävyuden ansiosta ohjaaja myös pystyy hyödyntämään paremmin tehtävän vaatimia kognitiivisia ominaisuuksiaan.

Ohjaaja tarvitsee siis useita motorisia kykyjä suoriutuakseen mahdollisimman hyvin lentotehtävän vaatimista motorisista taitoa vaativista tilanteista. Motoriset kyvyt ovat kuitenkin melko spesifejä, joten vain lentämisessä tarvittavien motoristen taitojen, tärkeimpinä ohjaustaito ja vastaponnistus, kannalta olennaisimpien kykyjen voidaan olettaa olevan merkityksellisiä lentämisen kannalta.

Motoristen kykyjen merkityksen on todettu muuttuvan taidon oppimisprosessin edetessä. Näin tapahtuu todennäköisesti myös lentotaidon ja sen osataitojen oppimisessa. Tämänhetkisen tiedon perusteella on kuitenkin mahdoton sanoa, miten eri motoristen kykyjen merkitys muuttuu lentotaidon tai yksittäisten lentämisen osataitojen kohdalla.

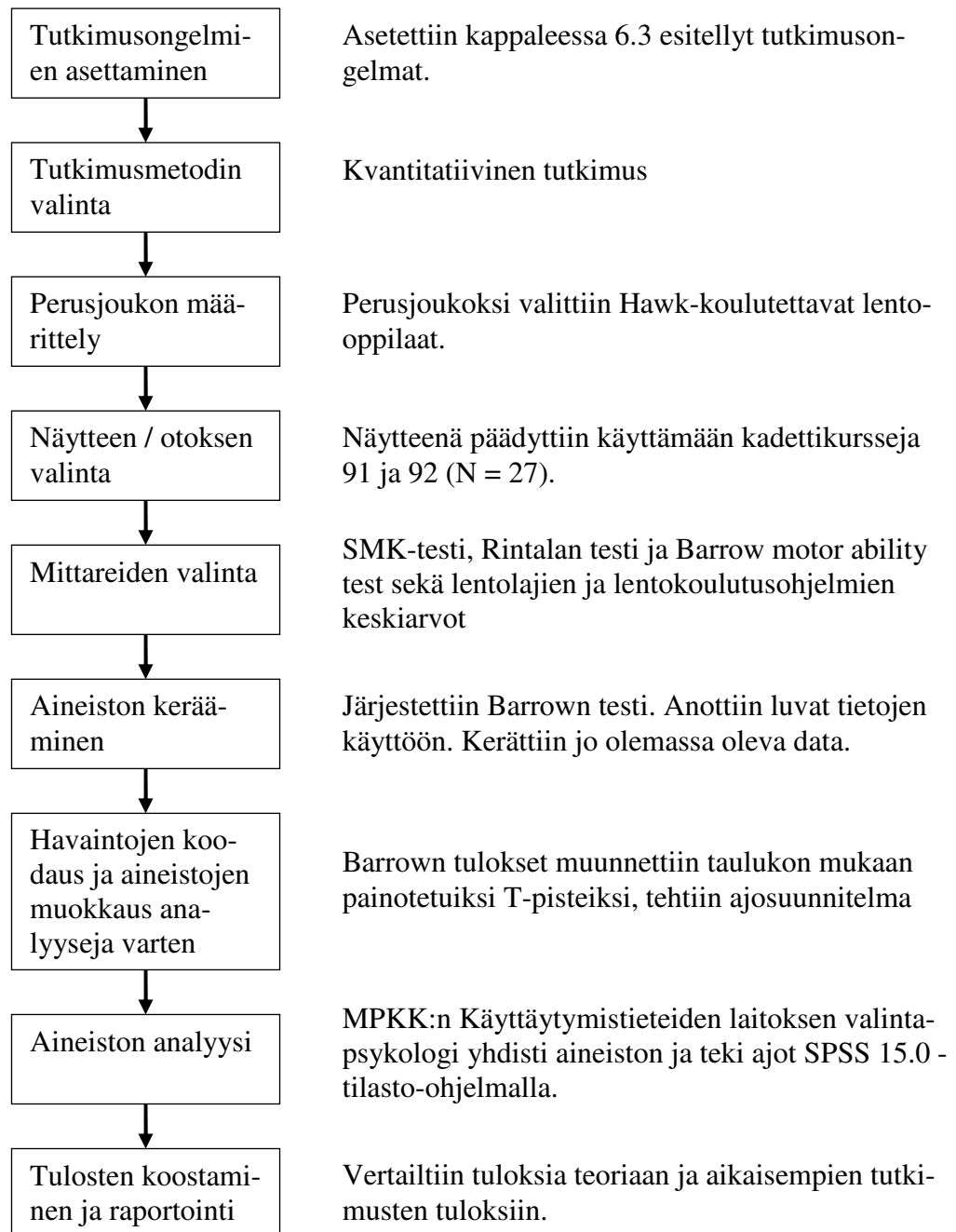
Motorisilla ominaisuuksilla on havaittu yhteyksiä myös kognitiiviseen ja affektiiviseen oppimiseen. Motoristen ominaisuuksien on havaittu olevan yhteydessä erityisesti matemaattisiin kykyihin. Mikäli tällainen yhteys on todella olemassa, se saattaa aiheuttaa motoristen kykyjen ja lentomenestyksen välistä yhteisvaihtelua sellaisilla lennoilla, jossa matemaattisilla kyvyt ovat tärkeässä asemassa. Affektiiviseen oppimiseen vaikuttavalla fyysisen pätevyuden kokemuksella ei sen sijaan liene merkitystä lentotaidon oppimistilanteisiin suhtautumiselle, koska lentämistä ei todennäköisesti mielletä ensisijaisesti fyysiseksi tehtäväksi. Toisaalta lentämisestä saadut kokemukset motorisissa tehtävissä, esimerkiksi laskun tekemisessä, onnistumisista vaikuttavat todennäköisesti suhtautumiseen uusia lentämiseen liittyviä oppimistilanteita kohtaan.



## 7 EMPIIRINEN TUTKIMUS

### 7.1 Tutkimuksen kulku

Tutkimuksen empiirinen vaihe eteni kuvion 6 mukaisen kulkukaavion mukaan.



Kuvio 6. Empiirisen tutkimuksen kulkukaavio

Tutkimustyö aloitettiin tutustumalla aihealueen teoriaan, jonka pohjalta muodostettiin tutkimuksen tutkimusongelmat. Tutkimusongelmat on esitetty kappaleessa 6.3. Tässä vaiheessa

jätettiin kuitenkin vielä auki, mitä yksittäistä lentotaidolle spesifiksi oletettua kykyä haluttiin tutkia. Tutkimusongelmat ohjasivat kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimusotteen valintaan. Perusjoukoksi valittiin Ilmavoimien hävittäjäohjaajiksi koulutettavat. Otanta päätettiin suorittaa valikoivana otantana käytössä olevien resurssien rajoittaessa otantavaihtoehtoja. Näytteeksi valittiin kadettikurssi 91:n ja 92:n ohjaajalinjat. Näytteen valintaa on perusteltu kappaleessa 7.3.1.

Seuraavaksi tarkasteltiin yhdessä erilaisia mittareita ja tilastollisia menetelmiä. Tutkimusaineistona päädyttiin käyttämään sekä valmista aineistoa että tutkimuksessa tuotettavaa aineistoa. Lentotaidolle spesifiksi oletetun motorisen kyvyn mittariksi valittiin lentoreserviupseerikurssin valintakokeissa suoritettava SMK-testi, joka mittaa raajojen välistä koordinaatiota (Prieler 2003, 3; Fleishman & Quaintance 1984, 164). Tämä valinnan myötä lentotaidolle spesifiin kykyyn liittyvä tutkimusongelma tarkentui lopulliseen muotoonsa. Valintakokeissa on käytössä myös muita psykomotorisia testejä, mutta SMK-testin käyttöön päädyttiin sen helpon tulkittavuuden vuoksi ja, koska se on ensisijaisesti nimenomaan lentotaidolle spesifiksi oletetun kyvyn mittari. Useiden ohjaajavalinnoissa käytössä olevien testien tulkinta olisi vaatinut psykologisten testien tulkinnan asiantuntemusta, mikä myös osaltaan rajasi vaihtoehtoja (K. Oinonen, henkilökohtainen tiedonanto 22.12.2008).

Nuorille ja aikuisille tarkoitettuja motorisen kyvykkyyden mittareita ei ole nykyään juuri käytössä, koska niille ei nyky-yhteiskunnassa ole suurta tarvetta. Lento-oppilaiden motorisesta kyvykkyydestä ei täten ollut olemassa olevaa aineistoa, vaan tutkimuksessa käytettävä aineisto piti tuottaa tutkimuksen yhteydessä. Motorisen kyvykkyyden mittariksi valittiin Barrow motor ability test. Barrow'n testipatteriin päädyttiin sen vuoksi, että kyseisen testipatterin katsottiin olevan käytännöllisin ja kattavin saatavilla oleva motorisen kyvykkyyden mittari. Barrow'n testipatterin teoreettinen tausta vastasi myös melko hyvin tässä tutkimuksessa esitettyä motoristen kykyjen teoreettista taustaa. Valintaprosessin aikana Jyväskylän yliopiston liikuntatieteiden laitoksen lehtori, liikunnanopettajien valintakokeita tutkinut LitM Teppo Kalaja ja ilmailulääketieteen keskuksen ilmailufysiologi, LitL, KM Harri Rintala ohjasivat tutkijaa oikeantyyppisen testipatterin etsimisessä. Motorisen kyvykkyyden mittariksi otettiin myös Rintalan testi, jotta mukaan saataisiin myös prosessi-orientoitunut motorisen kyvykkyyden mittari ja koska kyseisen testin aineisto oli helposti saatavilla.

Hawk-lentomenestyksen kriteeriksi valittiin yksittäisten lentojen arvosanoista muodostetut lentolajien ja -koulutusohjelmien keskiarvot. Lentolajien ja lentokoulutusohjelmien keskiarvojen käyttämiseen päädyttiin niiden helpoksi oletetun saatavuuden ja hyvän käytettävyyden

perusteella. Arvosanojen sijaan kriteerinä olisi voitu käyttää myös sijoitusta kurssilla lentotestien perusteella suhteasteikollisen muuttujan järjestämiselle. Monissa Yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa käytetyn hyväksyty-hylätty-kriteerin käyttö ei olisi ollut järkevää, koska vain yhden tutkimukseen osallistuneen koulutus hävittäjälentäjäksi oli keskeytetty.

Aineiston kerääminen tapahtui seuraavasti: Barrow motor ability test -testipatteri järjestettiin tutkittavalle joukolle Kauhavalla 20.-21.10.2008, 30.10.2008, 19.-20.11.2008 ja 26.1.2009 sekä Tikkakoskella 26.11.2008. Lentoarvosanat hankittiin Kauhavan Lentosotakoulusta. Lupa testipatterin pitämiseen ja lentoarvosanojen käyttämiseen hankittiin Lentosotakoulun johtajalta. Hävittäjälentolaivue 41:n henkilökunta sokkoutti lentoarvosanat siten, että tutkija ei missään vaiheessa nähnyt ohjaajaoppilaiden nimiä yhdistettynä arvosanoihin. Rintalan subjektiiviset arviot saatiin käyttöön hänen luvallaan.

Ennen aineiston käsittelyä Barrow'n testipatterin raakatulokset muutettiin painotetuiksi pisteiksi testin laatijan ilmoittaman taulukon mukaan. Taulukossa tulokset ovat imperial-yksiköissä, joten SI-järjestelmän mukaiset tulokset piti muuntaa ensin imperial-yksiköihin. Pallonheitossa pyöritys tehtiin lähimpään jalkaan, vauhdittomassa pituushypyssä lähimpään tuumaan ja kuntopallon työnnössä lähimpään kymmenesosajalkaan. Raakatulosten T-pisteiksi ja edelleen painotetuiksi pisteiksi muuttamisessa tarvittava muuntotaulukko on esitetty lähdeviitteen "Barrow 1954" mukaisessa lähteessä sivuilla 256 ja 257.

Siksak-juoksussa tulokset painoutuivat taulukon yläpään ilmeisesti testivälineistöstä johtuvasta syystä. Jotta siksak-juoksu ei painottuisi liikaa laskettaessa General Motor Ability Scorea ja jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia normiaineiston kanssa, siksak-juoksun T-pisteitä korjattiin siten, että näytteen keskiarvoksi saatiin 50 T-pistettä. Korjaaminen tapahtui siten, että koko näytteen T-pisteiden keskiarvolle (79,58) laskettiin sellainen kerroin, jolla näytteen keskiarvoksi saatiin 50. Tämä kerroin oli 0,628. Tämän jälkeen jokaisen testattavan tulos kyseisessä lajissa kerrottiin tällä kertoimella. Aineistoa muokattaessa huomioitiin, että koska kyseinen muuttuja on suhteasteikollinen, se voidaan kertoa tai jakaa millä tahansa positiivisella luvulla niin, että sen ominaisuudet (nollakohta, arvojen järjestys ja arvojen väliset suhteet) säilyvät (Nummenmaa 2008, 38-41).

Aineiston tilastolliseen käsittelyyn päätettiin käyttää SPSS-ohjelmistoa. Käsittelyä varten tehtiin ajosuunnitelma. Aineiston tilastollista analyysiä varten lentoarvosanat ja Barrow motor ability test -testipatterin tulokset sekä Rintalan testin tulokset lähetettiin Maanpuolustuskor-

keakoulun Käyttäytymistieteiden laitokselle Tuusulaan, missä valintapsykologi yhdisti aineistot ja teki ajosuunnitelman mukaiset ajot SPSS 15.0 -ohjelmalla.

## **7.2 Tutkimusmetodi**

Tutkimusongelma ohjasi kvantitatiivisen tutkimusmetodin käyttöön. Tutkimuksessa muuttujien yhteisvaihtelua tutkittiin Pearsonin tulomomenttikertoimen avulla. Kaikkien muuttujien kohdalla kursseja käsiteltiin sekä yhdessä että erikseen.

## **7.3 Aineiston kuvaus**

### **7.3.1 Tutkittava joukko**

Tutkimuksen perusjoukoksi valittiin Ilmavoimien HW1- ja HW2-koulutukseen osallistuvat lento-oppilaat. Tässä tutkimuksessa otantamenetelmänä käytettiin valikoivaa otantaa. Tutkimuksen näyte koostuu Ilmavoimien kadettikurssi 92:n ja entisen kadettikurssi 91:n ohjaajalinjojen oppilaista. Näytteen valinta perustui pääosin siihen, että nämä kaksi kurssia olivat tutkimushetkellä HW-lentokoulutuksessa Kauhavalla, mikä muun muassa mahdollisti Barrow motor ability test -testipatterin järjestämisen tutkittavalle joukolle. Näytettä olisi voinut laajentaa ottamalla tutkimukseen mukaan myös aikaisempia kursseja, mutta rajoittavaksi tekijäksi muodostui uusi, aiemmin tässä työssä kuvattu arviointijärjestelmä, joka on ollut käytössä vasta kadettikurssi 90:stä lähtien. Myös lentolajiarvosanojen saatavuus olisi saattanut muodostua ongelmaksi vanhempien kurssien osalta, sillä ilmeisesti kyseistä tietoa ei ole arkistoitu järjestelmällisesti kaikkien kurssien osalta.

Tutkimukseen osallistui 13 lento-oppilasta 92:lta ja 14 entisen kadettikurssi 91:n lento-oppilasta. Vaikka kadettikurssi 91:llä opiskelleet ohjaajat ovat jo valmistuneet eivätkä näin ollen ole enää kyseisellä kurssilla, tässä tutkimuksessa heidän muodostamastaan joukosta käytetään jatkossa nimitystä ”kadettikurssi 91”.

Kadettikurssi 92:n oppilaat ovat syntyneet vuosina 1984 ja 1985. Lentokokemusta heillä oli aineistoa kerättyä noin 170-190 tuntia, joista noin 110 tuntia Vinkalla ja 60-80 tuntia Hawkilla. Lentoarvosanoja kerättyä kadettikurssi 92:n oppilaat olivat suorittaneet HW1-lentokoulutuohjelmasta keskimäärin 90 prosenttia. Kadettikurssi 91:n oppilaat ovat puolestaan syntyneet vuosina 1983 ja 1984. Lentokokemusta heillä oli aineistoa kerättyä noin 300 tuntia, joista noin 110 tuntia Vinkalla ja noin 190 tuntia Hawkilla. Lentoarvosanoja kerättyä kadettikurssi 91:n ohjaajilla oli takanaan noin 85 prosenttia HW2-lentokoulutusohjelman

mukaisista lennoista ja 99 prosenttia HW1-koulutusohjelman mukaisista lennoista. Kaikki tutkimuksessa mukana olleet henkilöt ovat miehiä.

Tutkimukseen osallistuneista ei kerätty taustatietoja järjestelmällisesti. Edellä mainitut kurssilaisten ikään ja lentotuntimäärään liittyvät tiedot perustuvat kurssilaisten epävirallisiin ilmoituksiin, eikä niitä ole käytetty tutkimuksessa muuten kuin tutkittavan joukon yleiseen kuvailuun.

### **7.3.2 Barrow motor ability test**

Harold M. Barrow suoritti vuonna 1953 tutkimuksen, jossa hänen tavoitteenaan oli kehittää helposti järjestettävä motorisen kyvykkyyden testipatteri nuorille miehille. Tavoitteen taustalla oli tuon ajan Yhdysvaltalaisessa koulujärjestelmässä vallinnut tapa jakaa liikuntaryhmät tasoryhmiin.

Aluksi Barrow'n tutkimuksessa käytiin läpi suuri määrä tunnettuja motorisen suorituskyvyn testejä ja niistä valittiin 87, joiden oli aikaisemmissa tutkimuksissa todettu olevan parhaita motorisen kyvykkyyden mittareita. Näiden 87 testin katsottiin kattavan ainakin 15 motoristen kykyjen faktoria. Kyseiset testit annettiin asiantuntijaryhmän analysoitavaksi. Analyysin perusteella päädyttiin kahdeksaan motorisen kyvykkyyden kannalta keskeisimpään faktoriin sekä 29:ään näitä faktoreita mittaavaan testiin. Analyysin pohjalta keskeisimmiksi faktoreiksi valikoituivat ketteryys, silmä-käsi-jalka -koordinaatio, nopeus, teho (power), käsi-olkapää -koordinaatio, voimakkuus (strength), tasapaino ja notkeus.

Valitut 29 testiä järjestettiin 222 college-ikäiselle miehelle. Testituloksille tehdyn tilastollisen analyysin perusteella päädyttiin kahteen suositeltavaan testipatteriin. Kuusiosainen, laajempi testipatteri sisältää vauhdittoman pituushypyn, pallonheiton, siksak-juoksun, seinäsyöttelyn, kuntosallin työntö ja 60 jaardin juoksun. Testien suoritusohjeet on kuvattu liitteessä 1. Kolmiosainen, suppeampi testipatteri sisältää puolestaan vauhdittoman pituushypyn, siksak-juoksun ja kuntosallin työntö. Suppeamman testipatterin etuna laajempaan testipatteriin verrattuna on sen taloudellisuus, mutta sitä suositellaan käytettäväksi vain, kun tarvitaan nopeaa menetelmää tai kun esimerkiksi huono sää ei mahdollista laajemman testipatterin käyttöä. (Barrow 1954, 258.) Tässä tutkimuksessa päädyttiin käyttämään laajempaa testipatteria, koska sen avulla uskottiin saavutettavan validimmat tulokset suhteessa tarvittaviin resursseihin.

Testipatterin suorittamisen jälkeen yksittäisten testien raakatulokset muutetaan T-pisteiksi lähdeviitteen ”Barrow 1954” mukaisessa lähteessä sivuilla 256 ja 257 olevan muuntotaulukon mukaan. T-pisteille on myös laskettu painokertoimet: vauhditon pituushyppy: 2,2; softball-pallon heitto: 1,6; siksak-juoksu: 1,6; seinäsyöttely: 1,3; kuntopallon työntö: 1,2 ja 60 jaardin juoksu: 1,0. Laskemalla yhteen kaikkien testipatterin osien painotetut pisteet saadaan tulokseksi ”General Motor Ability Score” eli Barrown testipatterin tuottama arvio yksilön motorisesta kyvykkyydestä. Liitteessä 2 on annettu esimerkki General Motor Ability Scoren laske- misesta.

Testin laatijan ilmoittamat testiosoiden objektiivisuus- ja reliabiliteettiarvot on esitetty taulukossa 3. Osatestien reliabiliteetti on laskettu testi-uusintatesti -menetelmällä ja objektiivisuus vertailemalla kahden mittaaajan samasta suorituksesta kirjaamia tuloksia.

TAULUKKO 3. Barrow motor ability test -testipatterin osatestien objektiivisuus ja reliabiliteetti

Testi	Objektiivisuus	Reliabiliteetti
Vauhditon pituushyppy	.996	.895
Pallonheitto	.997	.928
Siksak-juoksu	.996	.795
Seinäsyöttely	.950	.791
Kuntopallon työntö	.997	.893
60 jaardin juoksu	.997	.828

(Barrow 1954, 258)

Barrow'n testipatteri järjestettiin tutkittavalle joukolle kahdessa osassa. Ensimmäisessä osassa tutkittavat suorittivat ulkona 60 jaardin juoksun ja pallonheiton. Ulkotestejä järjestettiin kolmena päivänä: 20.10.2008, 21.10.2008 ja 30.10.2008. Kaikilla kerroilla sää oli viileä lämpötilan ollessa noin 2-5 °C. Ensimmäisellä kerralla satoi hieman. Kahdella ensimmäisellä kerralla tuuli oli noin 5 m/s ja kolmannella kerralla noin 2 m/s. Suoritusten suunta valittiin siten, että sekä heitettäessä että juostessa tuuli oli sivumyötäinen. Ulkotestit järjestettiin Kauhavan urheilukentällä. Sekä juoksu että pallonheitto suoritettiin urheilukentän kumisella juoksuradalla.

Ennen testiä kaikille testattaville annettiin 15 minuuttia aikaa lämmitellä, minkä jälkeen he suorittivat testit järjestyksessä pallonheitto – juoksu. Pallonheitossa testattavat heittivät 2-3

hengen ryhmissä, jolloin heittojen väliseksi palautumisajaksi tuli noin yksi minuutti. Tulokseksi kirjattiin parhaan heiton tulos.

Juoksussa lähettäminen tapahtui matkan puolivälissä olevan lähettäjän avulla. Lähettäjinä käytettiin vapaavuorossa olevia testattavia. Ajanotto tapahtui maaliviivalla kahden sekuntikellon avulla. Tulokseksi kirjattiin kelloilla saatujen tulosten keskiarvo (Kelloilla saatujen tulosten ero oli suurimmillaan 0,13 s). Ajanottajina toimivat tutkija ja vapaavuorossa oleva testattava.

Toinen osa koostui seinäsyöttelystä, kuntopallon työnnöstä, siksak-juoksusta ja vauhdittomasta pituushypystä. Nämä testit suoritettiin Kauhavan ja Tikkakosken varuskuntien liikuntasaleissa 19.-20.11.2008, 26.1.2009 ja 26.11.2008. Liikuntasalit ovat suoritusolosuhteiltaan muuten samanlaiset, mutta Kauhavalla lattiamateriaalina on puu ja Tikkakoskella kumilattia.

Testaustapahtuma alkoi 10-15 minuutin omatoimisella lämmittelyllä, minkä jälkeen lajit suoritettiin järjestyksessä seinäsyöttely – kuntopallon työntö – siksak-juoksu – vauhditon pituushyppy.

Seinäsyöttelyä testattavat saivat harjoitella halutessaan noin 5 minuuttia ennen varsinaisia suorituksia. Harjoittelun aikana testaaaja näytti esimerkkisuorituksen ja kävi testin suorituksen läpi suullisesti. Testattavalle annettiin kaksi yritystä, joista parempi huomioitiin. Testissä oli käytössä kolme koripalloa, joista testattava sai valita mieleisensä. 15 sekunnin aika lähti juoksemaan siitä, kun testattava aloitti suorituksensa, eli aloitus tapahtui niin sanotulla omalla lähdöllä.

Kuntopallon työnnössä käytettiin 3 kg:n kuntopalloa, koska testimanuaalin mukaisia 6 paunan (= 2,72 kg) kuntopalloja ei ollut saatavilla. Kuntopallo oli kooltaan jonkin verran koripalloa suurempi. Ensin testattaville selitettiin testin suoritus ja näytettiin esimerkkisuoritus. Testattavat saivat suorittaa 3-5 harjoitustyöntöä, minkä jälkeen he suorittivat kolme testisuoritusta noin minuutin palautuksella. Tulokseksi kirjattiin paras työntö.

Siksak-juoksussa testattaville esiteltiin ensin juostava rata ja kerrottiin testin suoritustapa. Tämän jälkeen testattavat saivat kulkea radan läpi kävellen tai hölkkäen. Varsinaisia testisuorituksia jokainen sai suorittaa vain yhden. Radan kierrettävät pisteet merkattiin korkeiden keppien sijaan noin 20 cm korkeilla pahvimukeilla, koska mitään kyseiseen käyttöön soveltuvia

korkeita esteitä ei ollut saatavilla. Lähettäminen ja ajanotto tapahtuivat tutkijan toimesta. Ajanotossa käytettiin sekuntikelloa.

Vauhdittomassa pituushypyssä testattavat saivat yhden harjoitushypyn ennen kolmea testisuoritusta. Hyppyjen välillä testattavat saivat pitää korkeintaan kahden minuutin tauon. Testissä ei käytetty mattoja pehmusteena, vaan sekä ponnistus että alastulo tapahtuivat lattialta tai lattialle. Testattavan kaatuessa hyppynsä tulos otettiin lähimpänä aloituskohtaa olevan ruumiinosan mukaan. Tulokseksi kirjattiin parhaan hypyn tulos.

Testipatterin perusteella saatiin päämuuttuja General Motor Ability Score, joka edustaa henkilön motorista kyvykkyyttä. Lisäksi tarkasteltiin myös testipatterin osatestien korrelaatioita kriteereihin. Osatestien muuttujien arvoina käytettiin painotettuja pisteitä. Muuttujien tunnusluvut on esitetty taulukoissa 4 ja 5. Osatestien raakapisteiden tunnusluvut on esitetty liitteessä 3.

TAULUKKO 4. Barrow motor ability test -testipatterin muuttujien N, minimi, maksimi, keskiarvo ja keskihajonta koko tutkittavalla joukolla

<b>Muuttuja</b>	<b>N</b>	<b>min</b>	<b>maks</b>	<b>ka</b>	<b>s</b>
60 jaardin juoksu	23	38	59	48.39	6.10
Pallonheitto	23	40	98	72.09	13.27
Siksak-juoksu	26	48	100	79.58	14.03
Seinäsyöttely	26	59	116	80.92	10.48
Vauhditon pituus	26	95	165	127.15	19.96
Kuntopallon työntö	26	47	80	64.96	9.04
General Motor Ability Score	23	374	550	470.43	54.28



TAULUKKO 5. Barrow motor ability test -testipatterin muuttujien N, minimi, maksimi, keskiarvo ja keskihajonta kurseittain

Muuttuja	KADK91					KADK92				
	N	min	maks	ka	s	N	min	maks	ka	s
60 jaardin juoksu	12	38	57	46.08	6.68	11	42	59	50.91	4.39
Pallonheitto	12	40	98	70.08	15.33	11	51	88	74.27	10.89
Siksak-juoksu	13	48	96	73.92	13.81	13	61	100	85.23	12.26
Seinäsyöttely	13	59	92	77.92	9.10	13	70	116	83.92	11.26
Vauhditon pituus	13	95	152	115.08	15.55	13	112	165	139.23	16.50
Kuntopallon työntö	13	47	77	62.31	9.44	13	56	80	67.62	8.13
General Motor Ability Score	12	374	508	445.75	49.50	11	428	550	497.36	47.50

### 7.3.3 Rintalan testi

Motorisen kyvykkyyden mittarina käytettiin myös ilmailufysiologin subjektiivista taituusarviota, josta tässä työssä käytetään nimeä *Rintalan testi*. Vuodesta 1997 vuoteen 2006 ilmavoimien lentävän varusmieskurssin valintakokeiden yhteydessä järjestettiin sotilaslentäjän ammatillisia suorituskkykyominaisuuksia mittaava testipatteri (Oksa ym. 1997). Tämän testauksen tarkoituksena oli tuottaa lähtötasoaineistoa koko virkauran kestäväseen seurantaan. Aineisto kuitenkin jäi vain Rintalan väitöskirjatutkimuksen käyttöön vailla seurantatapahtumia. Tutkimus käsittelee sotilaslentämisen aiheuttamia ammatillisia tuki- ja liikuntaelinongelmia ja niiden riskitekijöitä. Testauksen yhteydessä Rintala suoritti prosessorientoitunutta arviointia testattavien suoriutumista hyppymatto- ja heittoporttitesteissä. Rintala käytti arvioinnissa asteikkoa 1-3, jossa ykkönen tarkoittaa kömpelöä, kakkonen normaalia ja kolmonen erittäin sujuvaa suoritusta. Testin luotettavuutta ei ole mitattu. Testien suoritusohjeet on esitelty liitteessä 4. Arvioinnissa käytettäviä kriteerejä ei ollut saatavilla.

Tässä tutkimuksessa ei käytetty muuttujina Rintalan testin mittaustuloksia vaan vain samassa yhteydessä tehtyjä subjektiivisia arvioita. Rintalan testin pohjalta käytettiin kolmea muuttujaa: *Rintala hyppy* kuvaa testattavan suorituksen sujuvuutta hyppymattotestissä. *Rintala heitto* puolestaan kuvaa testattavan suorituksen sujuvuutta heittoporttitestissä. *Rintala yhdistetty* on näiden kahden testin keskiarvo. Muuttujien tunnusluvut on esitetty taulukoissa 6 ja 7. Rintala hyppy ja Rintala heitto eivät korreloineet keskenään missään näytteessä.

TAULUKKO 6. Rintalan testin muuttujien N, minimi, maksimi, keskiarvo ja keskihajonta koko tutkittavalla joukolla

<b>Muuttuja</b>	<b>N</b>	<b>min</b>	<b>maks</b>	<b>ka</b>	<b>s</b>
Rintala hyppy	22	1	3	2.23	.61
Rintala heitto	26	1	3	2.35	.75
Rintala yhdistetty	26	1.0	3.0	2.25	.59

TAULUKKO 7. Rintalan testin muuttujien N, minimi, maksimi, keskiarvo ja keskihajonta kurseittain

<b>Muuttuja</b>	<b>KADK91</b>					<b>KADK92</b>				
	<b>N</b>	<b>min</b>	<b>maks</b>	<b>ka</b>	<b>s</b>	<b>N</b>	<b>min</b>	<b>maks</b>	<b>ka</b>	<b>s</b>
Rintala hyp- py	12	1	3	2.25	.62	10	1	3	2.20	.63
Rintala heit- to	13	1	3	2.31	.75	13	1	3	2.38	.77
Rintala yhdistetty	13	1.5	3.0	2.27	.60	13	1.0	3.0	2.23	.60

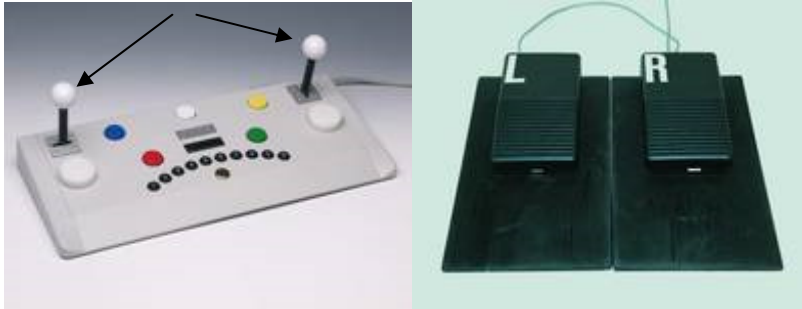
### 7.3.4 SMK-testi

SMK-testillä (Sensorimotor Coordination) arvioidaan silmä-käsi-, käsi-käsi- ja silmä-käsi-jalka-koordinaatiota eli Fleishmanin faktorimallin mukaista raajojen välistä koordinaatiota (Prieler 2003, 3; Fleishman & Quaintance 1984, 164). Kuten lähes kaikissa motorisissa testeissä, myös SMK-testissä suoritukseen vaikuttaa myös muita kykyjä (Prieler 2003, 6). Tässä tutkimuksessa SMK-testiä käytetään arvioimaan kuitenkin vain testattavan raajojen välistä koordinaatiota.

SMK-testiä käytetään erilaisilla aloilla kykyarvioinneissa. Esimerkiksi ilmailupsykologiassa testiä käytetään arvioimaan testattavan soveltuvuutta lentäjän tai lennonjohdon tehtäviin. Toisaalta testiä voidaan käyttää myös kliinisessä psykologiassa etsittäessä syitä motoristen ongelmien taustalta. (Prieler 2003, 3).

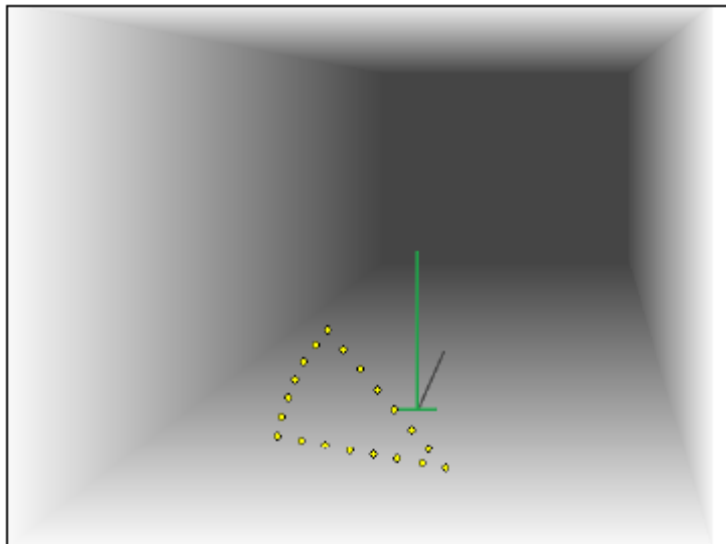
Testissä pyritään hallitsemaan itsestään liikkuvaa keltaista, ympyrän sektorin muotoista kuviota tietokoneen näytölle kuvatussa 3-ulotteisessa huoneessa. Kuvio liikkuu kolmella eri tavalla: sivu- ja syvyysuunnassa liikkumalla sekä kaatumalla. Huoneen keskellä on väärinpäin

käännetyn T:n muotoinen vihreä kuvio. Testattava pyrkii ohjaussauvoja ja polkimia apuna käyttäen tilaan, jossa sektorin muotoinen kuvio seisoo kärjellään pystyssä niin, että sen kärki on väärin päin olevan T:n risteyksessä ja se on pystysuunnassa yhtä pitkä kuin T:n ”jalka”. Kuvassa 1 on esitetty testissä käytettävät ohjaussauvat ja -polkimet, ja kuvassa 2 on näkymä testistä. (Prieler 2003, 7) Testistä on olemassa neljä versiota, joissa testiaika ja sitä kautta mitauksen tarkkuus sekä käytettävät ohjaimet vaihtelevat.



Kuva 1. SMK-testissä käytettävät ohjauslaitteet.

(<http://www.schuhfried.at/en/products/vts-aviation/input-devices.html>)



Kuva 2. SMK-testin näkymä.

([http://www.emsmedical.net/v2a/download/catalogo\\_sport\\_ing\\_03.pdf](http://www.emsmedical.net/v2a/download/catalogo_sport_ing_03.pdf))

Testin tuloksena saadaan seitsemän muuttujaa. Päämuuttujia ovat kulman keskiarvopoikkeama asteina (mean score for the deviation from the correct angle), vaakasuuntainen keskiarvopoikkeama pikseleinä (mean score for the deviation from the horizontal line), syvyys-suuntainen keskiarvopoikkeama pikseleinä (mean score for the deviation from the vertical

line) ja aika ideaalialueella prosentteina (time in the ideal range, ideaalialue: enintään +/- 25 pikselin poikkeama vaaka- ja syvyys suunnassa sekä enintään +/- 25 asteen kallistus). (Prieler 2003, 7-8.)

Toisiomuuttujia ovat kulman astepoikkeaman jakauma (distribution of deviation from the correct angle), vaakasuuntaisen pikselipoikkeaman jakauma (distribution of the deviation from the horizontal line) ja syvyys suunnan pikselipoikkeaman jakauma (distribution of the deviation from the vertical line).

Lisäksi testi tuottaa välitulokset kaikista muuttujista 5, 10 ja 15 minuutin kohdalta (riippuen testin pituudesta). Välitulosten avulla voidaan seurata tapahtuuko testattavan suorituksessa taantumista, tasoittumista tai kehitystä testin aikana.

Koska testi suoritetaan tietokoneella, sen tarkkuus ja objektiivisuus ovat erittäin korkeaa tasoa. Mahdollisena virhelähteenä voidaan pitää oikeastaan vain tahallaan huonosti suorittamista. Myös testin sisäinen konsistenssi on korkea. (Prieler 2003, 9.)

Suomen ilmavoimien ohjaajavalinnoissa ovat käytössä versiot S3 ja S4. S3-versiossa ohjaimina käytetään ohjaussauvoja ja testi kestää 20 minuuttia. S4-versiossa ohjaamiseen käytetään sekä ohjaussauvoja että polkimia. S4-versiossa testi kestää 10 minuuttia. Tutkittava joukko on suorittanut testit hakiessaan varusmiesohjaajakurssille vuosina 2002-2004.

Raajojen välistä koordinaatiota kuvaamaan käytettiin kahta SMK-testiin perustuvaa muuttujaa. Muuttuja *SMK S3* kuvaa testattavan silmä-käsi-käsi-koordinaatiota ja muuttuja *SMK S4* tutkittavan silmä-käsi-käsi-jalka-koordinaatiota. Tässä työssä muuttujan arvona valittiin käytettäväksi aikaa ideaalialueella prosentteina. Valinta perustui Maanpuolustuskorkeakoulun Käyttäytymistieteiden laitoksen valintapsykologin suositukseen. SMK-testillä kerätyn aineiston muuttujien ominaisuudet on esitetty taulukoissa 8 ja 9. Normijoukon keskiarvot kyseisissä versioissa alle 40-vuotiaiden ryhmässä olivat 32,55 (SMK S3) ja 3.11 (SMK S4).

TAULUKKO 8. SMK-testin muuttujien N, minimi, maksimi, keskiarvo ja keskihajonta koko tutkittavalla joukolla

<b>Muuttuja</b>	<b>N</b>	<b>min</b>	<b>maks</b>	<b>ka</b>	<b>s</b>
SMK S3	27	29	68	49.19	11.86
SMK S4	27	6	26	11.81	5.74

TAULUKKO 9. SMK-testin muuttujien N, minimi, maksimi, keskiarvo ja keskihajonta kurssittain

Muuttuja	KADK91					KADK92				
	N	min	maks	ka	s	N	min	maks	ka	s
SMK S3	14	29	68	51.14	12.36	13	33	68	47.08	11.41
SMK S4	14	6	26	12.71	6.29	13	6	25	10.85	5.15

SMK-testin muuttujat korreloivat koko tutkittavalla joukolla toisiinsa tilastollisesti merkitsevästi ( $r = 0.70$ ,  $p < 0,01$ ). Kadettikurssi 91:llä yhteys oli tilastollisesti melkein merkitsevä ( $r = 0.61$ ,  $p < 0,01$ ) ja kadettikurssi 92:lla tilastollisesti merkitsevä ( $r = 0.81$ ,  $p < 0,01$ ).

Testin laatijan ilmoittama sisäinen konsistenssi muuttujalle ”aika ideaalialueella” on S3 version kohdalla .971 ja S4 version kohdalla .905. (Prieler 2003, 9).

Käytettäessä ohjaajakoulutukseen valittujen SMK-testin tuloksia on huomioitava, että kyseistä testiä on käytetty tutkittavan joukon valinnoissa. Kyseisessä testissä huonosti menestyneet ovat siis karsiutuneet valintakokeissa, eikä heitä siten ole mukana ohjaajakoulutuksessa. Tästä seuraa, että tutkittavassa joukossa ei ole sellaisia yksilöitä, jotka olisivat saaneet tiettyä raja-arvoa huonompia tuloksia kyseisestä testistä. Myös juuri ja juuri raja-arvon ylittäneitäkin voidaan olettaa olevan hyvin vähän tutkittavassa joukossa. Tästä ilmiöstä käytetään jatkossa nimitystä *vaihteluvälin rajoittuma*. Vaihteluvälin rajoittuma aiheuttaa korrelaatioiden vääristymistä, mikä puolestaan laskee tulosten luotettavuutta.

### 7.3.5 Hawk-lentomenestyksen kriteerit

#### 7.3.5.1 Yksittäisen lennon arviointi HW-lentokoulutuksessa

Lentosotakoulussa on kolme vuotta sitten otettu käyttöön uusi arviointijärjestelmä, joka perustuu Kanadassa NFTC:ssa (NATO Flying Training in Canada) käytössä olevaan arviointijärjestelmään. Yksi uuden arviointijärjestelmän mukanaan tuomista muutoksista on se, että yksittäisten tarkastuslentojen sijaan kaikki HW1- ja HW2-lentokoulutusohjelmien mukaiset lennot arvioidaan. Koulu-, tarkastus- ja simulaattorilennoista arvioinnin tekee opettaja. Arvioinnin päätarkoitus on antaa oppilaalle mahdollisimman laadukas palaute lennosta. Arvioin-

nin avulla oppilaalle pyritään osoittamaan ne osa-alueet, joiden kehittämiseen hänen tulisi keskittyä jatkossa eniten. Muita arvioinnin tavoitteita ovat muun muassa jatkokoulutuskelpoisuuden toteaminen sekä lentokoulutusjärjestelmän ja -ohjelmien toimivuuden tarkkailu. Harjoituslennot oppilas arvioi itse. Tämän tavoitteena on kehittää oppilaan analysointikykyä. (HW-lentokoulutuksen arviointi; Heikkinen 2008, 28-29.)

Kaikilla lennoilla seurataan oppilaan kehitystä lentokoulutuksen eri vaiheissa, sekä varmistetaan oppilaan riittävästä tieto- ja taitotasosta ennen seuraavan lennon tai koulutusvaiheen aloittamista. Sekä HW1- että HW2-lentokoulutusohjelmien lopussa oppilaasta suoritetaan kokonaisarviointi. Arvioinnissa tarkastellaan oppilaan suoriutumista lentokoulutusohjelmassa kokonaisuutena, ja siinä ovat mukana lentokoulutukseen osallistuneet lennonopettajat. (HW-lentokoulutuksen arviointi.)

Yksittäisen lennon arvioinnissa käytetään apuna sähköistä arviointilomaketta (liite 5). Arviointilomakkeessa pisteytetään erikseen yksittäiset suoritukset (suoritusTaso=ST), lennon pääkohdat (tehokkuustaso=TT) ja lennon kokonaisarvosana (kuvio 7).

Hävittäjälentolaivue 41

Pvm .2006 Oppilas xx Opettaja xx  
HW Ohjelma xx HW1 Laskuaika Mission 010102 Lentoaika xx

Kommentit

1.	<b>YLEISTÄ</b>									
	Lennonvalmistelu									
	Tarkastukset									
	Alueelle meno									
	Alueelta paluu									
2.	<b>LASKUKIERROS</b>									
	Lelä									
	Rullaus									
	Laskukierros									
	Lasku									
	Tiivistely									
3.	<b>ALUEELLA</b>									
	Trinnsaaminen									
	Nousu									
	Liuku									
	Kaarrot									
	Hidaslento									
	Sakkaus sileä									
	Sakkaus Lelä									
	Sakkaus Lasku									
4.	<b>TURVALLISUUS</b>									
	Polttoaineen seuranta									
	Alueella pysyminen									
	Rajoitukset/määräykset									
	Muut									
5.	<b>AIRMANSHIP</b>									
	SA									
	Päätöksen teko									
	Kapasiteetti									

**SuoritusTaso = ST**

**TehokkuusTaso = TT**

**Lentotehtävän kokonaisarviointi**

Opettajan arvosana: HYL 1 2 3 4 5

Hyväksy ja tallenna

Oppilas: Hyväksyn avion

Pvm

Opettaja: Esitän lennettäväksi uudelleen

.2006 Pvm xx

Lentueen päällikkö: Lennetään uudelleen [Ei lennetä]

Pvm

Kuvio 7. SuoritusTaso, tehokkuustaso ja lentotehtävän kokonaisarviointi (Virtanen 2006)

Jokaiselle lennolla arvioitavalle kohteelle on luotu standarditaso, jonka saavuttamista oppilaalta odotetaan. Arviointilomakkeessa standarditaso on merkitty harmaalla. Standarditasot määräytyvät laivueen komentajan hyväksymän matriisin mukaan siten, että vaatimustaso nousee sitä mukaa, kun suoritusta harjoitellaan.

Yksittäisellä suorituksella tarkoitetaan lentoon kuuluvaa osasuoritusta. Tällaisia osasuorituksia ovat esimerkiksi polttoaineen seuranta, lähestyminen, silmukka ja radiopuhelinfraseologia. Yksittäiset suoritukset arvioidaan asteikolla 1-5. Pisteytys perustuu taulukon 10 mukaiseen ohjeistukseen. Pisteytyksen lisäksi opettaja kirjaa myös sanallisia huomioita ja ohjeita niille varattuun kenttään. (HW-lentokoulutuksen arviointi, 4, 6-7.)

TAULUKKO 10. Suoritustasojen pisteytys

Arvosana	Sanallinen kuvaus
5	Oppilas pystyi suorittamaan annetun tehtävän ilman ulkopuolista apua ja ilman virheitä.
4	Oppilas pystyi suorittamaan annetun tehtävän tehden pieniä virheitä*. Oppilas pystyi analysoimaan oman suorituksensa ja korjaamaan mahdolliset virheet.
3	Oppilas pystyi suorittamaan annetun tehtävän tehden pieniä virheitä*. Hän tarvitsi minimaalista verbaalista apua opettajalta, jotta pystyi analysoimaan ja korjaamaan virheet. Hän pystyy suorittamaan tehtävän turvallisesti myös yksinlennolla.
2	Oppilas pystyi suorittamaan annetun tehtävän opettajan verbaalisella avulla, jolloin vältettiin suurien virheiden** tekeminen. Lisäopetusta (teoriaopetus, simulaattori- tai koululento) tarvitaan, mutta oppilas voi lentää kyseisen suorituksen yksinlennolla.
1	Oppilas ei pystynyt suorittamaan annettua tehtävää yksin vaan tarvitsi opettajan verbaalista ja / tai fyysistä apua, jotta vältettiin suurien virheiden** tekeminen. Lisäopetusta (yleisesti koululento) tarvitaan, jotta oppilas voi lentää kyseisen suorituksen turvallisesti yksinlennolla.

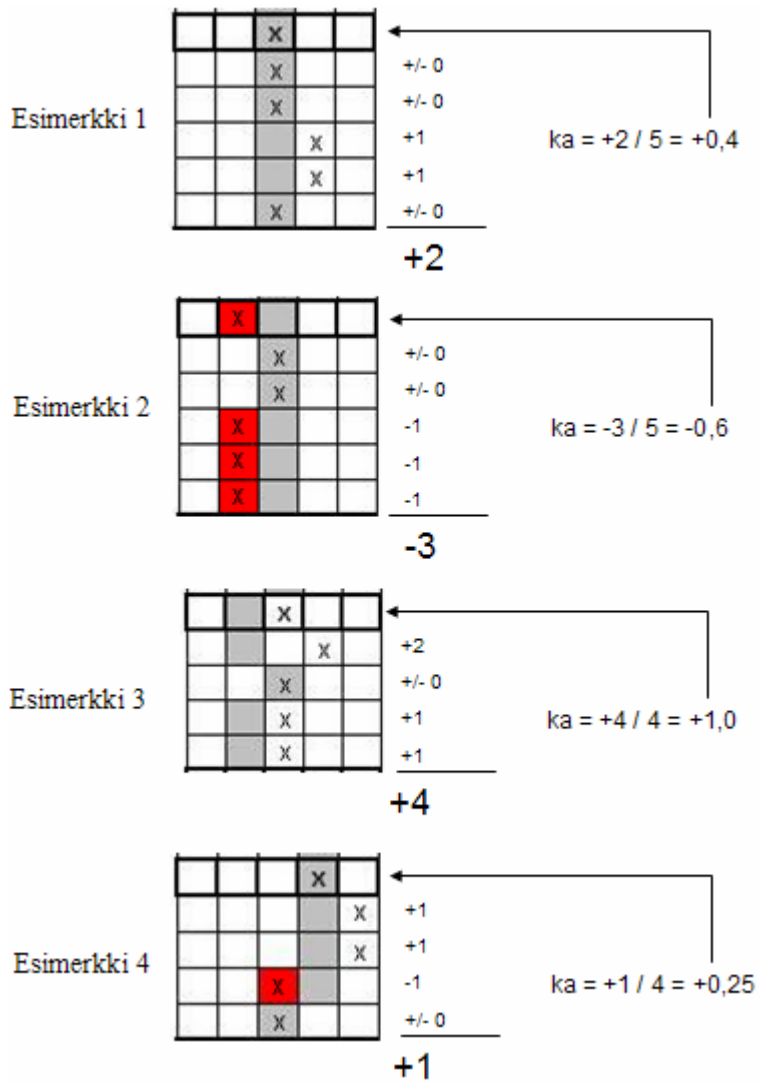
\*) Suuri virhe = virhe, jonka vuoksi suoritus poikkeaa suuresti oikeasta ja / tai lentoturvallisuus vaarantuu tai suoritusta ei voida tehdä oikealla tavalla loppuun.

\*\*) Pieni virhe = virhe, jonka vuoksi suoritus poikkeaa oikeasta mutta lentoturvallisuus ei vaarannu tai suoritus voidaan tehdä loppuun oikealla tavalla.

(HW-lentokoulutuksen arviointi, 6-7)

Tehokkuustasot ovat yhdestä tai useammasta suoritustasosta muodostuvia kokonaisuuksia. Esimerkiksi lentoturvallisuuden tehokkuustaso muodostuu muun muassa polttoaineen seurannan, koneen ja tehtävän rajoitusten sekä alueella pysymisen suoritustasojen perusteella. Arviointiohjeen mukaan, mikäli suurin osa tehokkuustason alla olevista suoritustasoista on standarditason yläpuolella, tulee tehokkuustasoa nostaa vähintään yhdellä yli tehokkuustason standardin. Mikäli suurin osa tehokkuustason alla olevista suoritustasoista on puolestaan standarditason alapuolella, tulee tehokkuustasoa laskea vähintään yhdellä alle tehokkuustason standardin. (HW-lentokoulutuksen arviointi, 4, 6-8.) Käytännössä tietokoneohjelma laskee tehokkuustason kuitenkin siten, että jokaisesta standarditason yli olevasta suoritustasosta saa +1, +2... tai vastaavasti -1, -2... pistettä sen mukaan, paljonko standardin ylä- tai alapuolella suoritustason arviointi on. Tehokkuustason alla olevat suoritustasoista saaduista plus- / miinuspisteistä lasketaan keskiarvo, joka ollessaan yli +0,5 nostaa tehokkuustasoa yhdellä ja ollessaan alle -0,5 laskee tehokkuustasoa yhdellä. Vastaavasti plus-miinus -pisteiden keskiarvon ollessa yli +1,5 tehokkuustason arviointi nousee kahdella ja keskiarvon ollessa alle -1,5 tehokkuustason arviointi laskee kahdella. (T. Sutinen, henkilökohtainen tiedonanto 11.11.2008.) Lisäksi, mikäli jokin suoritustaso laskee vähintään kahdella standarditason alapuolelle, on vastaavaa tehokkuustasoa laskettava vähintään yhdellä arvolla (HW-lentokoulutuksen arviointi, 8). Kuvion 8 esimerkeillä on pyritty selventämään tehokkuustason arvioinnin muodostumista.





Kuvio 8. Esimerkkejä tehokkuustason muodostumisesta.

Lento arvioidaan asteikolla hylätty / 1-5 (HW-lentokoulutuksen arviointi, 6). Kokonaisarvosana muodostuu suoritustasojen ja tehokkuustasojen perusteella taulukon 11 mukaisesti.

TAULUKKO 11. Lennon kokonaisarvosanan muodostuminen

<b>Annetut TT - ja ST – arviot</b>	<b>Lentotehtävän arvosana</b>
<b>TT</b> – Suurin osa standardin yläpuolella JA <b>ST</b> – Kaikki standardeja tai yläpuolella	5
<b>TT</b> – kaikki vähintään standardeja ja kaksi standardin yläpuolella JA <b>ST</b> – maksimissaan yksi standardin alapuolella	4
<b>TT</b> – kaikki vähintään standardeja tai yläpuolella JA <b>ST</b> – maksimissaan kaksi standardin alapuolella	3
<b>TT</b> – kaikki vähintään standardeja tai yläpuolella JA <b>ST</b> – maksimissaan neljä standardin alapuolella	2
<b>TT</b> – yksi standardin alapuolella TAI <b>ST</b> – enemmän kuin neljä standardin alapuolella	1
<b>TT</b> – kaksi tai enemmän standardin alapuolella	Hylätty (H)

(HW-lentokoulutuksen arviointi, 8)

Suoritustasojen, tehokkuustasojen ja kokonaisarvosanan lisäksi lennolla arvioidaan myös oppilaan tilannetietoisuus (SA = situation awareness), kapasiteetti ja päätöksentekokyky. Näitä vastaava tehokkuustaso on airmanship. Myös airmanshipille ja sen alakohdille on määritetty standarditasot, mutta ne eivät näy arviointilomakkeessa, eivätkä kyseiset kohdat vaikuta yksittäisen lennon kokonaisarvosanaan.

### 7.3.5.2 Tutkimuksessa käytetyt lentomenestyksen muuttujat

Tutkimuksessa Hawk-lentomenestyksen kriteereinä käytettiin yksittäisten lentojen arvosanoista koottuja lentolajien ja koulutusohjelmien keskiarvoja. Lentolajin arvosana muodostui siis kaikkien kyseisen lentolajin lentojen arvosanojen keskiarvosta. Koulutusohjelman arvosana muodostui vastaavasti kaikkien kyseisen koulutusohjelman lentojen arvosanojen kes-

kiarvosta. On huomattavaa, että lentojen määrät vaihtelevat lentolajeittain, mikä aiheuttaa sen, että esimerkiksi HW1-koulutusohjelman kokonaisarvosanassa mittarilento painottuu eniten ja yölento vähiten. Tämä on kuitenkin perusteltua, sillä lentojen määrät lentolajeittain perustuvat siihen, miten tärkeäksi lentokoulutusohjelman laatijat ovat kyseisen lentolajin kyseisessä koulutusvaiheessa arvioineet.

Käytössä olevan arviointijärjestelmän ominaisuuksien vuoksi alhainen lentojen määrä tekee ”lentolajiarvosanoista” epäluotettavia. HW1-koulutusohjelmasta jätettiin yölentokoulutuksen ja HW2-koulutusohjelmasta tyyppikoulutuksen, yölentokoulutuksen, tunnistusten ja torjuntajen yöllä, sovellettujen tunnistusten ja torjuntajen, merivalvontalentojen sekä ilmamaaliammuntojen keskiarvot pois, koska niissä lennettyjen arvosteltavien lentojen määrä on hyvin alhainen. HW2-koulutusohjelmasta jäi pois myös yksittäisen koneen liikehdinnän keskiarvo, koska kyseisen lentolajin lentojen arvosanojen keskiarvot eivät olleet saatavilla. Vaikka kyseisiä lentolajeja ei tarkastella omina muuttujinaan, niihin kuuluvien lentojen arvosanat on laskettu mukaan koulutusohjelmien kaikkien lentojen keskiarvoihin. Arvosteltujen lentojen lukumäärien keskiarvot HW1-koulutusohjelman osalta on esitetty taulukossa 12. HW2-lentokoulutuksen osalta tutkimuskäyttöön saadut tiedot siitä, moneenko lentoon keskiarvot perustuvat olivat puutteellisia. Tämän vuoksi arvosteltujen lentojen lukumäärät jouduttiin arvioimaan käyttäen hyväksi HW2-lentokoulutusohjelmaa ja lentojen seurantataulukkoja (HW-lentokoulutusohjelma HW2; TABLISKA 2.3.2009). Arviot arvosteltujen lentojen lukumääristä HW2-lentokoulutuksen osalta on esitetty taulukossa 13.

TAULUKKO 12. HW1-lentokoulutusohjelman arvosteltujen lentojen lukumäärän keskiarvo lentolajeittain kadettikurssi 91:llä ja 92:lla

Lentolaji	Arvosteltujen lentojen lukumäärän keskiarvo	
	KADK91 (N = 14)	KADK92 (N = 13)
Tyyppikoulutus	15.0	12.8
Suunnistuskoulutus	12.0	11.8
Mittarilentokoulutus	19.6	26.8
Taitolentokoulutus	7.9	6.1
Osastolentokoulutus	15.9	8.4
Yölentokoulutus	6.4	3.1
Koko HW1-lentokoulutusohjelma	76.8	68.9

TAULUKKO 13. Arvio HW2-lentokoulutusohjelman arvosteltujen lentojen lukumäärän keskiarvosta kadettikurssi 91:llä

<b>Lentolaji</b>	<b>Arvosteltujen lentojen lukumäärän keskiarvo (arvio)</b>
Tyypikoulutus	4
Suunnistuskoulutus	5
Mittarilentokoulutus	7
Osastolentokoulutus	6
Yölentokoulutus	3
Yksittäisen koneen liikehdintä	6
Hyökkäys- ja irtautumiskoulutus	25
Tunnistus ja torjuntalentokoulutus	25
Tunnistukset ja torjunnat yöllä	2
Sovelletut tunnistukset ja torjunnat	1
Merivalvontakoulutus	1
Ilmamaaliammunnat	2
Koko HW2-lentokoulutusohjelma	87

Huom 1. N = 13

Huom 2. Arvioiden tarkkuus kaikkien lentolajien kohdalla +/- 1 ja koko lentokoulutusohjelman kohdalla noin +/- 3.

(HW-lentokoulutusohjelma HW2; TABLISKA 2.3.2009)

Lentomenestyksen osoittimina käytettiin siis seuraavia muuttujia: HW1-koulutusohjelman tyyppilentokoulutuksen (*HW1 Tyyppi*), suunnistuslentokoulutuksen (*HW1 Suunnistus*), mittarilentokoulutuksen (*HW1 Mittari*), taitolentokoulutuksen (*HW1 Taito*), osastolentokoulutuksen (*HW1 Osasto*) ja koko koulutusohjelman (*HW1 Kokonaisarvosana*) lentojen keskiarvot sekä HW2-koulutusohjelman suunnistuslentokoulutuksen (*HW2 Suunnistus*), mittarilentokoulutuksen (*HW2 Mittari*), osastolentokoulutuksen (*HW2 Osasto*), hyökkäys- ja irtautumiskoulutuksen (*HW2 Hyökkäys & irtautuminen*), tunnistus- ja torjuntakoulutuksen (*HW2 Tunnistus & torjunta*) ja koko koulutusohjelman (*HW2 Kokonaisarvosana*) lentojen keskiarvot. Muuttujien tunnusluvut on esitetty taulukoissa 14 ja 15. Kadettikurssi 91:n ja 92:n väliset erot HW1-lentokoulutuksen arvosanojen välillä on esitetty myöhemmin tässä kappaleessa.

TAULUKKO 14. HW1-arvosanojen N, minimi, maksimi, keskiarvo ja keskihajonta koko tutkittavalla joukolla

<b>Muuttuja</b>	<b>N</b>	<b>min</b>	<b>maks</b>	<b>ka</b>	<b>s</b>
HW1 Tyyppi	27	3.08	4.23	3.66	.30
HW1 Suunnistus	27	2.67	4.50	3.62	.44
HW1 Mittari	27	3.00	4.52	3.67	.37
HW1 Taito	27	2.75	4.33	3.67	.42
HW1 Osasto	27	2.83	4.33	3.67	.38
HW1 Kokonaisarvosana	27	3.10	4.38	3.67	.30

TAULUKKO 15. HW2-arvosanojen N, minimi, maksimi, keskiarvo ja keskihajonta kadettikurssi 91:llä

<b>Muuttuja</b>	<b>N</b>	<b>min</b>	<b>maks</b>	<b>ka</b>	<b>s</b>
HW2 Suunnistus	13	2.67	5.00	3.63	.66
HW2 Mittari	13	3.17	4.60	3.82	.37
HW2 Osasto	13	2.00	5.00	3.62	.75
HW2 Yö	12	3.00	4.50	4.03	.44
HW2 Hyökkäys & irtautuminen	13	2.95	3.91	3.46	.27
HW2 Tunnistus & Torjunta	13	3.64	4.44	3.98	.24
HW2 Kokonaisarvosana	13	3.52	4.18	3.74	.18

Tutkimuksessa käytettyjen lentoarvosanojen mukaiset lennot on lennetty vuosina 2007 ja 2008. HW1-lentokoulutusohjelmaan tehtiin muutoksia vuoden 2007 lopulla, joten kadettikurssi 91:n ja kadettikurssi 92:n suorittamat HW1-lentokoulutusohjelmat eivät ole täysin identtiset. Uudistetussa koulutusohjelmassa lentojen määrää on vähennetty 168 lennosta 131 lentoon (TABLISKA 2.3.2009; HW1-tabliska91 2.3.2009). Taulukossa 12 havaitaan arvostelujen mittarilentojen lukumäärän olevan kuitenkin korkeampi kadettikurssi 92:lla. Tämä johtuu siitä, kadettikurssi 91:n mittarilentojen keskiarvoon ei ole laskettu mukaan simulaattorilla lennettyjä mittarilentoja, joten todellisuudessa myös kadettikurssi 91:n mittarilentokoulutus on sisältänyt enemmän lentoja kuin kadettikurssi 92:n vastaava.

Lentojen vähenemisen voisi odottaa näkyvän huonompina lentoarvosanoina, koska vähemmän lentoja lentävien oppilaiden on opittava samat asiat lyhyemmässä ajassa.

Myös lentojen arvioinnissa on saattanut tapahtua kurssien välillä muutosta. Uusi arviointijärjestelmä kehittyy koko ajan, ja uudet linjaukset saattavat vaikuttaa annettaviin arvosanoihin. Epävirallisen tiedon mukaan kadettikurssi 92:n arvioinnissa opettajat ovat pyrkineet käyttämään laajempaa skaalaa arvioidessaan lentoja, mikä saattaa olla vaikuttava tekijä tarkasteltaessa kadettikurssien arvosanojen korrelaatioita muihin muuttujiin, kun oppilaita tarkastellaan yhtenä joukkona.

Koska haluttiin tietää, onko kadettikurssi 91:n ja 92:n välillä tapahtunut arvioinnissa merkittäviä muutoksia, kurssien arvosanoja vertailtiin T-testillä. T-testin tulokset on esitetty taulukossa 16.

TAULUKKO 16. Kadettikurssien 91 ja 92 HW1-arvosanojen keskiarvojen (ka) ja keskihajontojen (s) erot sekä T-testin tulokset

Muuttuja	KADK91		KADK92		t	p
	ka	s	ka	s		
HW1 Tyyppi	3.55	.25	3.77	.33	-1.95	.53
HW1 Suunnistus	3.50	.39	3.74	.46	-1.50	.35
HW1 Mittari	3.66	.32	3.67	.43	-.06	.38
HW1 Taito	3.55	.39	3.80	.42	-1.59	.61
HW1 Osasto	3.58	.37	3.76	.38	-1.26	.75
HW1 Kokonaisarvosana	3.61	.25	3.74	.38	-1.14	.39

Taulukosta 16 nähdään, että HW1-lentokoulutusohjelman muutos ei näytä johtaneen lentoarvosanojen huonontumiseen, vaan lentoarvosanojen keskiarvot ovat pikemminkin nousseet kadettikurssi 92:lla. Sen sijaan keskihajonta on hieman suurempaa kadettikurssi 92:lla, mikä johtunee edellä mainitusta pyrkimyksestä skaalan laajempaan käyttöön. Keskiarvojen ja hajontojen erot eivät kuitenkaan ole tilastollisesti merkitseviä.

## 8 TUTKIMUKSEN TULOKSET

### 8.1 Barrow motor ability test -testipatterin ja HW1-lentoarvosanojen välinen yhteys

Tutkittaessa Barrow'n testipatterin muuttujien ja HW1-lentomenestyksen muuttujien välisiä korrelaatioita koko tutkittavalla joukolla, havaittiin seuraavat tulokset: 60 jaardin juoksun ja suunnistuslentojen keskiarvon välillä on tilastollisesti melkein merkitsevä yhteys. Siksakjuoksulla on tilastollisesti melkein merkitsevä yhteys sekä tyyppi- että suunnistuslentojen keskiarvojen kanssa. Vauhdittoman pituushypyn ja tyyppilentojen keskiarvon välillä on tilastollisesti melkein merkitsevä yhteys. Kuntopallon työntö ja osastolentojen keskiarvon välillä on tilastollisesti melkein merkitsevä yhteys. General Motor Ability Scoren ja tyyppilentojen keskiarvon välillä on tilastollisesti melkein merkitsevä yhteys. Barrow'n testipatterin ja HW1-lentomenestyksen muuttujien väliset korrelaatiot koko tutkittavalla joukolla on esitetty taulukossa 17.

TAULUKKO 17. Barrow motor ability test -testipatterin ja HW1-arvosanojen väliset korrelaatiot koko tutkittavalla joukolla

	HW1 Tyyppi	HW1 Suunnistus	HW1 Mittari	HW1 Taito	HW1 Osasto	HW1 Kokonaisarvosana
60 jaardin juoksu	.33	.43*	.12	.22	.36	.32
Pallonheitto	.24	.27	.12	.27	.17	.24
Siksak-juoksu	.44*	.39*	.04	.39	.31	.37
Seinäsyöttely	.16	.20	-.03	.11	-.08	.11
Vauhditon pituus	.40*	.21	-.04	.29	.16	.19
Kuntopallon työntö	.35	.38	-.13	.26	.40*	.25
General Motor Ability Score	.46*	.38	.07	.37	.17	.33

Huom. N = 23-26

\* =  $p < .05$

\*\* =  $p < .01$

\*\*\* =  $p < .001$

Kun tarkasteltiin Barrow motor ability -testipatterin muuttujien ja HW1-lentomenestyksen muuttujien välisiä korrelaatioita kadettikurssi 91:lla, havaittiin seuraavat tulokset: Siksakjuoksu ja tyyppilentojen keskiarvojen välillä on tilastollisesti melkein merkitsevä yhteys. Kuntopallon työntö ja suunnistuslentojen välillä on tilastollisesti merkitsevä yhteys. General

Motor Ability Score korreloi tilastollisesti melkein merkitsevästi suunnistus- ja osastolentojen keskiarvojen kanssa. Barrow motor ability -testipatterin ja HW1-lentomenestyksen muuttujien väliset korrelaatiot kadettikurssi 91:llä on esitetty taulukossa 18.

TAULUKKO 18. Barrow motor ability test -testipatterin ja HW1-arvosanojen väliset korrelaatiot kadettikurssi 91:llä

	HW1 Tyyppi	HW1 Suunnistus	HW1 Mittari	HW1 Taito	HW1 Osasto	HW1 Kokonaisarvosana
60 jaardin juoksu	.48	.45	.28	.43	.54	.34
Pallonheitto	.17	.30	.02	.36	.14	.18
Siksak-juoksu	.57*	.28	-.02	.26	.52	.51
Seinäsyöttely	.02	.40	-.12	.08	.46	.05
Vauhditon pituus	.22	.35	.14	.41	.36	.13
Kuntopallon työntö	.32	.72**	-.15	.05	.50	.51
General Motor Ability Score	.42	.58*	.04	.42	.59*	.41

Huom. N = 12-13

\* =  $p < .05$

\*\* =  $p < .01$

\*\*\* =  $p < .001$

Barrow motor ability test -testipatterin muuttujien ja HW1-lentomenestyksen muuttujien välillä ei esiintynyt korrelaatioita kadettikurssi 92:lla. Barrow motor ability test -testipatterin ja HW1-lentomenestyksen muuttujien väliset korrelaatiot kadettikurssi 92:llä on esitetty liitteessä 6.

## 8.2 Barrow motor ability test -testipatterin ja HW2-lentoarvosanojen välinen yhteys

Barrow motor ability test -testipatterin ja HW2-lentoarvosanojen välillä ei esiinny tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä. Mittarilennon, osastolennon, ja koulutusohjelman kokonaisarvosana saavat General Motor Ability Scoren kanssa melko korkeita korrelaatioita, mutta yksikään yhteyksistä ei siis ole tilastollisesti merkitsevä. Muuttujien välinen korrelaatiomatriisi on esitetty liitteessä 6.



### 8.3 Rintalan testin ja HW1-lentoarvosanojen välinen yhteys

Rintalan testin ja HW1-lentoarvosanojen välillä ei esiinny tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä. Muuttujien välinen korrelaatiomatriisi on esitetty liitteessä 6.

### 8.4 Rintalan testin ja HW2-lentoarvosanojen välinen yhteys

Rintalan testin ja HW2-lentoarvosanojen välillä ei esiinny tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä. Muuttujien välinen korrelaatiomatriisi on esitetty liitteessä 6.

### 8.5 SMK-testin ja HW1-lentoarvosanojen välinen yhteys

Tutkittaessa SMK-testin muuttujien ja lentomenestyksen muuttujien välistä yhteyttä Pearsonin korrelaatiokertoimen avulla tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä ei löytynyt, kun tutkittavana joukkona käytettiin kadettikurssi 91:tä tai molempia kadettikursseja. Sen sijaan kadettikurssi 92:lla havaittiin seuraavat tulokset:

Sekä SMK S3:n että SMK S4:n yhteys HW1-mittarilentojen keskiarvoon on tilastollisesti melkein merkitsevä. SMK4 S4:llä havaittiin tilastollisesti melkein merkitsevä yhteys myös HW1-osastolentojen keskiarvoon ja HW1-lentokoulutusohjelman kokonaisarvosanaan. SMK-testin muuttujien ja HW1-lentomenestyksen muuttujien väliset korrelaatiot on esitetty taulukossa 19.

TAULUKKO 19. SMK-testin ja HW1-lentoarvosanojen väliset korrelaatiot kadettikurssi 92:lla

	HW1 Tyyppi	HW1 Suunnistus	HW1 Mittari	HW1 Taito	HW1 Osasto	HW1 Kokonaisarvosana
SMK S3 silmä-käsi	.43	.14	.60*	.32	.45	.53
SMK S4 silmä-käsi-jalka	.33	.48	.66*	.34	.58*	.63*

Huom. N = 13

\* =  $p < .05$

\*\* =  $p < .01$

\*\*\* =  $p < .001$

### **8.6 SMK-testin ja HW2-lentoarvosanojen välinen yhteys**

SMK-testin ja HW2-lentoarvosanojen välillä ei esiinny tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä.

Muuttujien välinen korrelaatiomatriisi on esitetty liitteessä 6.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET & JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään motoristen kykyjen ja Hawk-lentomenestyksen välistä yhteyttä. Tutkimustehtävä koostui kolmesta kokonaisuudesta.

### 9.1 Motorisen kyvykkyyden ja Hawk-lentomenestyksen välinen yhteys

Tutkittaessa motorista kyvykkyyttä (= liikuntakykyisyyttä) edustavien muuttujien (*General Motor Ability Score* ja *Rintala yhdistetty*) yhteyttä Hawk-lentomenestykseen havaittiin kolme tilastollisesti melkein merkitsevää yhteyttä. *General Motor Ability Score* korreloi HW1-koulutusohjelman tyyppi-, suunnistus- ja osastolentojen keskiarvojen kanssa. Jokainen edellä mainituista yhteyksistä esiintyy kuitenkin vain yhdessä tarkastelluista ryhmistä. Tilastollisesti merkitsevien yhteyksien lisäksi monen lentolajin keskiarvot sekä molempien koulutusohjelmien kokonaisarvosanat korreloivat melko korkeasti *General Motor Ability Scoren* kanssa, mutta kyseiset yhteydet eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Rintalan testi ei puolestaan korreloi tilastollisesti merkitsevästi yhdenkään lentomenestyksen muuttujan kanssa.

Tulosten perusteella vaikuttaa siltä, että motorisen kyvykkyyden ja HW1-lentomenestyksen välillä on mahdollisesti positiivinen yhteys. Tutkimuksessa käytetyn näytteen pienestä koosta johtuen yhteydet eivät kuitenkaan ole johdonmukaisesti tilastollisesti merkitseviä. Johdonmukaisempien tulosten ja parempien merkitsevyystasojen saamiseksi tulisikin jatkossa käyttää suurempaa näytettä tai otosta.

Barrow motor ability test -testipatterin osatestien ja HW1-lentomenestyksen välillä havaittiin tilastollisesti melkein merkitseviä yhteyksiä. Näiden yhteyksien merkityksen tulkinta on ongelmallista, koska yhteydet eivät ole kovin johdonmukaisia. Teoria ja aikaisemmat tutkimukset viittaavat siihen, että jalkojen ja keskivartalon voimatasoilla on merkitystä G-vastaponnistuksen tehokkuudelle, mutta kyseisiä voimatasoja mittaavien testien ei todettu tässä tutkimuksessa olevan yhteydessä menestykseen sellaisissa lentolajeissa (erityisesti hyökkäys- ja irtautumiskoulutus), joissa G-vastaponnistusta tarvitaan. Toisaalta vastaponnistuksen merkitys lentomenestykselle on muutoinkin hieman kyseenalainen. Muun muassa eräs lennonopettaja totesi sentrifugi-harjoittelun yhteydessä näin: ”En minä ole koskaan mitään vastaponnistusta käyttänyt ja hyvin olen pärjännyt ilmankin.” Tämän työn tutkimusongelmien kannalta osatestien ja lentomenestyksen väliset yhteydet olivat kuitenkin toisarvoisia (vrt. kappale 6.3).

Johtopäätöksenä Barrow'n testipatterin muuttujien ja Hawk-lentomenestyksen yhteydestä voidaan todeta, että merkitseviä yhteyksiä esiintyy, mutta niitä ei esiinny johdonmukaisesti. Yhteyksien vahvuus ja merkitsevyys vaihtelee paljon riippuen näytteestä, mistä voidaan päätellä, että näyte on ollut liian pieni suhteessa tutkittavaan ilmiöön. Tutkittaessa aihetta jatkossa on suositeltavaa käyttää suurempaa näytettä tai otosta.

Teoreettiselta kannalta tarkasteltuna yleisellä liikuntakykyisyydellä ei oleteta olevan suurta merkitystä yksitáisten motoristen taitojen, tásá tapauksessa lentotaidon osataitojen, oppimisen kannalta, koska motoristen kykyjen oletetaan olevan melko spesifejä. Liikuntakykyisyydellä saattaa sen sijaan olla yhteys kognitiivisten kykyjen kehittymiselle. Motorisen kyvykkyden ja lentomenestyksen yhteyttä on tutkittu aikaisemmin erittäin vähän ja teorian perusteellakin voidaan todeta vain, että liikuntakykyisyyden ja lentomenestyksen välinen yhteys on mahdollinen. Tásá työssá saadut tulokset ovat samansuuntaisia tämän päätelmän kanssa.

## **9.2 Raajojen välisen koordinaation ja Hawk-lentomenestyksen välinen yhteys**

Raajojen välisen koordinaation mittarina tásá tutkimuksessa ollut, Suomen ilmavoimien ohjaajavalinnoissa käytössä oleva, SMK-testi oli yhteydessá erityisesti HW1-koulutusohjelman mittarilennoissa menestymiseen. Tämä yhteys havaittiin kuitenkin vain kadettikurssi 92:lla. Kyseisellä kurssilla SMK S4-versio oli yhteydessá myös HW1-koulutusohjelman osastolennoissa menestymiseen ja HW1-koulutusohjelman kokonaisarvosanaan. Muissa ryhmissá tilastollisesti merkitseviä yhteyksiá ei sen sijaan esiintynyt.

Teoria tukee havaintoa, jonka mukaan lentotaidolle spesifiksi oletettu kyky, raajojen välinen koordinaatio, on mahdollisesti yhteydessá lentomenestykseen. Taitojen oppimisen taustalla vaikuttavat kyvyt, tásá tapauksessa muun muassa raajojen välinen koordinaatio vaikuttavat siihen, miten nopeasti taitoja opitaan ja miten hyväksi taito lopulta kehittyy. Taito puolestaan ilmenee suorituksissa, joiden perusteella lento arvioidaan.

Lentájien valintakokeissa käytettävien psykomotoristen testien yhteyttä lentomenestykseen on tutkittu myös aikaisemmin. Aikaisempien tutkimusten mukaan psykomotoristen kykytestien avulla pystytään ennustamaan lentomenestystä jonkin verran. Tásá työssá saadut tulokset ovat siis osittain samansuuntaisia aikaisempien tutkimusten tulosten kanssa. Myös useissa lentáján ominaisuuksia käsittelevissä teoksissa raajojen välistá koordinaatiota on pidetty yhtenä tärkeimmistä lentájältä vaadittavista motorisista ominaisuuksista.

Mittarilentäminen muistuttaa tehtävänä melko paljon SMK-testiä, minkä vuoksi on todennäköistä, että kyseisille tehtäville suotuisat kykyrakenteet ovat lähellä toisiaan. Tässä työssä SMK-testiä käytettiin raajojen välisen koordinaation mittarina. Testissä, kuten melkein missä tahansa motorisessa tehtävässä, suoritukseen vaikuttavia kykyjä on kuitenkin useampia kuin yksi. Tämän vuoksi on syytä suhtautua varauksella siihen, että nimenomaan raajojen välinen koordinaatio olisi yhteisvaihtelua selittävä tekijä.

SMK-testin, kuten muihinkin valintakokeissa käytettyjen testien, käyttöön tilastollisissa analyyseissä liittyy kaksi keskeistä ongelmaa. Ensinnäkin, testit on validoitu ohjaajavalintoihin, minkä vuoksi voidaan pitää oletusarvona sitä, että ne ennustavat lentomenestystä. Toisaalta kyseisen testin tuloksia on käytetty valitsemaan testattavaa joukkoa, mikä aiheuttaa vaihteluvälin rajoittuman, joka puolestaan yleensä johtaa korrelaatioiden heikentymiseen.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tutkimus antaa viitteitä siitä, että raajojen välisen koordinaation ja lentomenestyksen välillä olisi yhteys. Myös teoria ja useat aikaisemmat tutkimustulokset tukevat havaintoa. Yhteys on todennäköisin mittarilentojen osalta. Mittarilentomenestyksen ja SMK-testin mahdollinen yhteys saattaa selittyä myös muilla kyvyillä kuin raajojen välisellä koordinaatiolla (ks. kappale 10.2). Mikäli aihetta tutkitaan jatkossa, olisi näytettä tai otosta kasvatettava ja vaihteluvälin rajoittumasta johtuva virhe korjattava, jotta saataisiin luotettavampia tuloksia.

### **9.3 Motoristen kykyjen ja lentomenestyksen välisen yhteyden erot lentolajien ja koulutusvaiheiden välillä**

Johtuen epäjohdonmukaisista yhteyksistä eri muuttujien ja kriteerien välillä myös lentolajien ja lentokoulutusohjelmien välisiä eroja koskevien päätelmien tekeminen on hankalaa. Tuloksista voidaan kuitenkin tehdä kolme huomionarvoista havaintoa.

HW1-koulutuohjelman mittarilentojen keskiarvojen korrelaatiot käyttäytyvät muista lentolajeista poikkeavalla tavalla. Ensinnäkin mittarilentojen keskiarvon ja General Motor Ability Scoren välinen korrelaatio on lähellä nollaa johdonmukaisesti kaikissa näytteissä. Toisaalta mittarilentojen keskiarvo on ainoa lentomenestyksen muuttuja, joka korreloi molempien SMK-testin versioiden kanssa tilastollisesti merkitsevästi. Näiden perusteella voidaan pitää mahdollisena, että mittarilento on lentolajeista eniten psykomotoriskyky-latautunut ja vähiten kuntokyyky-latautunut. Tutkimuksessa käsitelty teoria ei ota kantaa siihen millaiset kykyrakenteet ovat eri lentolajien oppimisen kannalta suotuisia.

Tarkasteltaessa HW1-lentokoulutuksen ja Barrow'n osatestien välisiä yhteyksiä koko tutkittavalla joukolla ja kadettikurssi 91:llä huomataan, että tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä esiintyy enemmän lentokoulutuksen alkuvaiheessa lennettävien lentolajien (tyyppi- ja suunnistuslentokoulutus) kohdalla. Ilmiö on vahvempi koko tutkittavan joukon kohdalla, mikä nostaa tuloksen luotettavuutta. Ilmiön perusteella voidaan pitää mahdollisena, että motorisella kyvykkyydellä on suurempi painoarvo HW1-koulutuksen alkuvaiheessa kuin koulutuksen edetessä pidemmälle. Tämä voisi johtua siitä, että lentosuorituksen kannalta näkyvimmit motoriset tehtävät kuten laskun tekeminen ja lentokoneen ohjaamisen perusteet opitaan koulutuksen alkuvaiheessa, joten niiden painoarvo tehtävästä saatavassa arvosanassa laskee vähitellen koulutuksen edetessä, kun kaikki saavuttavat vaaditun tason.

Toinen samansuuntainen havainto on, että tarkasteltaessa HW2-lentomenestyksen muuttujia ei havaittu ainoatakaan tilastollisesti merkitsevää yhteyttä selittäviin muuttujiin. Ero voi johtua ainakin kolme eri syytä:

- 1) Kognitiiviset haasteet lisääntyvät HW2-vaiheessa, minkä seurauksena motorisista tehtävistä suoriutumisen painoarvo lentotehtävästä saatavalle arvosanalle pienenee
- 2) HW1-vaiheessa kaikki ovat oppineet lentämisessä tarvittavat motoriset taidot automatisoituneelle tai lähes automatisoituneelle tasolle, minkä vuoksi motorisista tehtävistä suoriutumisessa ei enää ilmene suuria eroja lento-oppilaiden välillä.
- 3) HW2-lentomenestyksen korrelaatioita laskettaessa käytössä oli pienempi näyte kuin HW1-lentomenestyksen yhteyksiä tutkittaessa. Pienessä näytteessä korrelaatioiden pitäisi olla melko voimakkaita, jotta ne saisivat tilastollisen merkitsevyyden.

Teoria tukee käsitystä, jonka mukaan kykyjen merkitys oppimiselle muuttuu oppimisprosessin edetessä. Lentämisen osalta ilmiöön liittyvää tutkimustietoa tai kirjallisuutta ei kuitenkaan löydetty.

#### **9.4 Jatkotutkimusehdotukset**

Eri lentolajeille edullisten kykyrakenteiden selvittäminen olisi mielenkiintoinen tehtävä, joka tukisi hävittäjälentämisen lajianalyysia. Kyseisen aiheen tutkiminen vaatisi kuitenkin tätä työtä suurempia näyte- tai otoskokoja sekä vaatisi jokaisen lentolajin tarkkaa lajianalyysia erikseen. Esimerkiksi mittarilentämisen tehtävänälyysi ja sen perusteella rakennettavan mittari-

lentämislle suotuisaksi oletetun kykyrakenteen ja lentomenestyksen välisen yhteyden tutkiminen voisi olla hyvä opinnäytetyön aihe.

Tämän tutkimuksen pohjalta heräsi mielenkiinto myös kykyjen merkityksen muuttumiseen oppimisprosessin aikana. Olisi mielenkiintoista selvittää, miten lento-oppilaalta vaadittavat ominaisuudet, niin motoriset kuin muutkin, muuttuvat alkeislentokoulutuksesta parvenjohtajan koulutukseen ja miten tärkeimpien ominaisuuksien mahdollinen muuttuminen on huomioitu valinta- ja koulutusjärjestelyissä. Aihe olisi tosin erittäin työläs ja vaatisi useita Haaviston ja Oksaman tekemän tehtäväanalyysin kaltaisia tutkimuksia, joten en suosittelen sitä kenellekään opinnäytetyön aiheeksi.

Didaktisesta näkökulmasta tarkasteltuna tutkimus herättää kysymyksen siitä, millaiset edellytykset tai mahdollisuudet lennonopettajilla on tunnistaa oppilaiden oppimista leimaavia kykyrakenteita ja hyödyntää tätä tietoa opetuksessaan.

## 10 POHDINTA

Työ on tehty sotilaspedagogiikan näkökulmasta ja sotilaspedagogiikan tiedeyhteisön tarpeisiin. Työn täydellinen ymmärtäminen vaatii jonkin asteista lentämisen tuntemista, koska kaikkia lentämiseen liittyviä käsitteitä, kuten esimerkiksi mittarilentäminen, ei ole tässä työssä avattu. Työssä, ja erityisesti sen teoriaosuudessa, on kuitenkin pyritty mahdollisimman selkokieliseen esitystapaan, jotta siitä voisivat hyötyä myös lentämisen maailmaa vähemmän tuntevat lukijat.

### 10.1 Teoreettista pohdintaa

Motorisia kykyjä tutkittaessa on hyvä pitää mielessä, että ihminen on toimiva kokonaisuus. Motoristen kykyjen käsite ja esitetyt kykyrakenteet ovat tulosta tutkimuksesta, jolla pyritään luomaan ihmisen toimintaa selittäviä malleja. Ihmisillä ei siis todennäköisesti ole olemassa yksiselitteisiä toisistaan riippumattomia kykyjä, mutta erilaisten faktorimallien avulla ihmisen toiminnan hahmottaminen ja tutkiminen on paljon helpompaa.

Yleisen motorisen kyvyn -teorian kritiikki on kohdistunut siihen, että motoriset taidot eivät korreloi keskenään. Kun kuitenkin ottaa huomioon, minkälaisilla testeillä, nimenomaan useita testejä sisältävillä testipattereilla, yleistä motorista kykyä pyrittiin arvioimaan, voidaan käsitteen ”yleinen motorinen kyky” nähdä viittaavan ennemminkin motoristen kykyjen keskimääräiseen tasoon ko. henkilöllä. Sen perusteella ei siis voida ennustaa, miten joku henkilö suoriutuu yksittäisestä motorisesta tehtävästä, vaan pikemminkin, miten henkilö tulisi todennäköisesti selviämään laajasta kirjosta erilaisia motorisia tehtäviä. Tässä työssä motoristen kykyjen kokonaisuutta on kuvattu käsitteellä motorinen kyvykkyys, jotta siihen ei yhdistettäisi samoja ongelmia kuin yleisen motorisen kyvyn käsitteeseen.

### 10.2 Tuloksiin liittyvää pohdintaa

Tutkittava joukko on suorittanut SMK-testin ja Rintalan testin noin 4-5 vuotta ennen Hawk-vaihetta, mutta testien tuloksien voidaan katsoa kuvaavan henkilön ominaisuuksia vielä nykyäänkin, koska motoristen kykyjen oletetaan olevan melko vakiintuneita aikuisiässä.

On muistettava, että tarkasteltaessa kahden muuttujan välistä yhteyksiä havaittu yhteisvaihtelu voi todellisten syy-seuraus-suhteiden lisäksi johtua myös sattumasta tai jostain kolmannesta tekijästä, joka selittää molempien muuttujien yhteisvaihtelua. Tässä työssä raajojen välisen koordinaation ja lentomenestyksen väliseen yhteisvaihteluun vaikuttava kolmas tekijä voisi



olla esimerkiksi valintareaktio, keskittymiskyky tai stressin sieto (Prieler 2003, 6; Fleishman & Quaintance 1984, 164). Barrow'n testin tuloksiin ja lentomenestykseen vaikuttava kolmas tekijä taas voisi olla kilpailuhenkisyys. Näiden huomioiminen on kuitenkin vaikeaa, koska kokeellinen asetelma, jossa näiden tekijöiden muuttuminen pystyttäisiin eliminoimaan, on käytännössä mahdoton tätä ilmiötä tutkittaessa.

Pienten näytteiden ja otosten tutkimisessa on ongelmallista se, että vain korkeat korrelaatiot saavat tilastollisen merkitsevyyden. Psykomotorisilla testeillä on aikaisemminkin todettu melko matalia korrelaatioita lentomenestyksen kriteerien kanssa, joten näiden esiin saaminen vaatisi suuremman näytteen käyttöä. Mahdollisten yhteyksien esiin saamiseksi saatettaisiin tarvita myös jonkinlaista syvällisempää mallinnusta, mikäli yhteydet ovat esimerkiksi kurvi-lineaarisia.

Tutkimus rajattiin käsittelemään vain lentokoulutuksessa olevia lento-oppilaita. Lento-oppilaat ovat joukkona erittäin homogeenisiä kykyrakenteeltaan ja heistä kerätty aineisto on vaihteluväliltään rajoittunutta ja mahdollisesti jakaumaltaan vinoutunutta normaaliväestöön verrattuna. Esimerkiksi SMK S4-testissä huonoin tutkittavaan joukkoon kuulunut suoriutui testistä kaksi kertaa paremmin suhteessa normiryhmän alle 40-vuotiaiden keskiarvoon. Tämän työn tuloksia tarkasteltaessa onkin syytä muistaa, että ne kuvaavat ilmiöitä vain lento-oppilaiden joukossa eikä niistä voi tehdä yleisiä päätelmiä esimerkiksi siitä, miten kyseiset testit toimivat valintatyökaluina.

Tutkimus antaa viitteitä siitä, että motoriset kyvyt mahdollisesti vaikuttavat lentomenestykseen. Ei kuitenkaan sovi unohtaa, että lentäjän tulee ylläpitää ja kehittää fyysistä toimintakykyään huolta ensisijaisesti siksi, että hän pystyy suoriutumaan päivittäisestä lentopalveluksesta ja mahdollisista kriisiajan vaatimuksista toimintakyvyn oleellisesti laskematta. Mielestäni sotilaslentäjän fyysisen toimintakyvyn tutkimuksen painopiste pitäisikin edelleen säilyttää kyseisen aihealueen tutkimisessa ja käytännön sovellusten tuottamisessa.

### **10.3 Tutkimuksen luotettavuus**

Lentomenestyksen muuttujiksi valittiin lentolajien ja lentokoulutusohjelmien lentojen arvosanojen keskiarvot. Lentojen arvosanojen keskiarvoja käytetään lentotaidon mittareina myös lentopalveluksessa. Arvosanojen keskiarvoja käyttämällä saadaan tarkempaa tietoa lentomenestyksestä kuin esimerkiksi hyväksyty-hylätty-kriteeriä käyttämällä. Ilmavoimien lentokoulutuksen kokonaistavoitteiden kannalta lentoarvosanojen käyttö ei ehkä ole yhtä tarkoituk-

senmukaista kuin hyväksyty-hylätty-kriteerin käyttö, koska asteikon yläpäässä eroilla ei ole yhtä suurta merkitystä kuin asteikon alapäässä, lähellä ”karsintarajaa”. Tämän työn tutkimusongelmien kannalta lentolajien ja -koulutusohjelmien lentojen keskiarvot ovat kuitenkin erittäin validi lentomenestyksen mittari.

Yksittäisiin lentoarvosanoihin liittyy arvostelutavan vuoksi melko suuri satunnaisvirheen riski, joka kuitenkin pienenee lennettäessä useita lentoja. Arvioisin lentomenestyksen mittarin reliaaabeliuden erittäin korkeaksi lentokoulutusohjelmien kokonaisarvosanoissa, melko korkeaksi lentolajeissa, joissa on lennetty yli kymmenen arvioitavaa lentoa ja kohtalaiseksi lentolajeissa, joissa on lennetty alle kymmenen lentoa. Lentolajit, joissa arvosteltuja lentoja oli lennetty jossain tarkasteltavassa näytteessä keskimäärin viisi tai vähemmän, jätettiin tarkastelusta pois.

Motoristen kykyjen tutkimisessa validin mittarin löytäminen tai rakentaminen on ongelmallista, koska kyvyt eivät ole suoraan havainnoitavissa olevia ominaisuuksia ja koska kykyjen kokonaisuuden rakennetta ei tunneta kunnolla.

Motorisen kyvykkyyden mittaamisessa ongelma on kykyjen suureksi oletettu kirjo. Vaikka kaikki ihmisen motoristen kykyjen faktorit tunnettaisiin, niiden kaikkien mittaaminen olisi pienelläkin joukolla epätaloudellista. Tämän vuoksi on turvaututtava erilaisia tilastollisia menetelmiä hyväksi käyttämällä rakennettuihin testipattereihin. Testipatterin validius riippuu olennaisesti testipatterin laatijan ammattitaidosta ja patterin laatimisen taustalla vaikuttavan teoreettisen pohjan oikeellisuudesta.

Barrow motor ability test -testipatterin laatimisessa käytetyt motoristen kykyjen faktorit eivät täysin vastaa Fleishmanin vastaavia. Testipatterin teoreettinen tausta perustuu kuitenkin samankaltaiseen käsitykseen kykyjen suurpiirteisestä määrästä ja niiden luonteesta. Testipatteria tarkasteltaessa on kuitenkin huomattava, että se keskittyy lähinnä fyysisten kykyjen testaamiseen. Psykomotorisilla kyvyillä voidaan katsoa olevan keskeinen merkitys vain seinäsyötteilyssä. On kuitenkin mahdollista, että tyypillisimpien liikuntalajien taitojen oppimisessa fyysisillä kyvyillä on psykomotorisia kykyjä suurempi merkitys, mikä puoltaisi niiden priorisointia tällaisissa testeissä. Barrow motor ability test -testipatterilla saadut tulokset vastasivat myös melko hyvin omaa näkemystäni testattavien liikunnallisista ominaisuuksista. Yleiset aihepiirien validiuden ongelmat huomioiden pidän Barrow'n testipatteria melko validina yleisimpien liikuntalajien kannalta keskeisimpien motoristen kykyjen mittarina. Motorisen kyvykkyyden

mittarina sen validius kuitenkin kärsii hieman siitä, että siinä ei ole huomioitu psykomotorisia kykyjä yhtä tehokkaasti kuin fyysisiä kykyjä.

Barrow motor ability test -testipatterin laatijan ilmoittamat reliabiliteettiarvot on esitetty kapaleessa 7.3.2. Uskoakseni siksak-juoksua ja vauhditonta pituushyppyä lukuun ottamatta tässä tutkimuksessa testien reliabiliteettiarvot ovat lähellä testin laatijan ilmoittamia. Siksakjuoksun ja vauhdittoman pituushypyn osalta reliabiliteettia laskee se, että suorituksia tehtiin kahdella erilaisella alustalla. Näissä kahdessa lajissa alustan kitkalla voi olla merkitystä testin tuloksiin. Yhdeksän kadettikurssi 92:n henkilöä suoritti testin kumilattialla, kun muut testattavat suorittivat testit puulattialla. Kadettikurssi 92:n keskiarvot kyseisissä testeissä ovat korkeampia kuin kadettikurssi 91:n vastaavat. Tämä voi tosin selittyä myös sillä, että kadettikurssi 92:n henkilöt ovat kyseisissä lajeissa keskimäärin parempia kuin kadettikurssi 91:n henkilöt. Kuitenkin se, että testejä suoritettiin erilaisilla alustoilla, aiheuttaa sen, että näiden kahden testin osalta reliabiliteetti oli tässä tutkimuksessa pienempi kuin testin laatijan ilmoittama.

SMK-testin luotettavuus perustuu muun muassa psykologisia testejä säätelevään tiukkaan ohjeistukseen lainsäädäntöön, joka edellyttää myös testimenetelmien ja testaustilanteen luotettavuudesta huolehtimisen. Muun muassa laki yksityisyyden suojasta edellyttää, että testimenetelmät ovat luotettavia, testaajat ammattitaitoisia ja testauksella saatavat tiedot virheettömiä. (K. Oinonen, henkilökohtainen tiedonanto 2.3.2009.) SMK-testin suoritukset ovat tapahtuneet valvotuissa ja vakioiduissa olosuhteissa ammattilaisten valvonnassa, joten testin luotettavuutta voidaan pitää erittäin korkeana.

Luotettava prosessi-orientoitunut testaaminen vaatii arvioijalta ammattitaitoa ja pitkäaikaista kokemusta. On myös tärkeää, että arvioija tai arvioijat säilyvät samoina, jolloin kriteerit säilyvät testattavien kohdalla samanlaisina. Rintalan testin tapauksessa arvioija on liikunta-alan ammattilainen, joka on suorittanut kyseisiä arvioita jopa tuhansia. Hän on myös toiminut arvioijana kaikkien tämän tutkimuksen tutkittavaan joukkoon kuuluvien kohdalla. Luotettavuutta nostaa myös se, että arvioinnit ovat tapahtuneet samassa paikassa ja yhden kurssin osalta yleensä noin 5 viikon aikaisen intensiivijakson aikana, jolloin vertailujen välinen aika ei ole muodostunut liian pitkäksi. Rintala itse toteaa, että hänen testinsä luotettavuus kärsii siitä, että arvioinnin inter- tai intrakorrelaatioita ei ole koskaan mitattu. (H. Rintala, henkilökohtainen tiedonanto 27.2.2009.)

Vaihteluvälin rajoittuma on melko yleinen ongelma lentäjiin liittyvissä tutkimuksissa (Carretta & Ree 1994). Tämän korjaamiseksi olisi olemassa menetelmiä (mm. Aitken 1934; Lawley

1943; Thorndike 1949), mutta niitä ei tässä tutkimuksessa käytetty menetelmiin liittyvän asiantuntemuksen puutteen vuoksi. Vaihteluvälin rajoittuma ja tutkittavan joukon homogeenisyydestä johtuva pieni variaabelius rajoittavat korrelaatioita, minkä vuoksi tutkimuksessa havaitut yhteydet saattavat olla todellisuudessa voimakkaampia. (Cronbach 1970; Griffin & Koonce 1996, 137)

Suurin tutkimuksen luotettavuutta alentava tekijä lienee kuitenkin pieni näyte. Pientä näytettä käyttämällä vain voimakkaat korrelaatiot saavat tilastollisen merkitsevyyden. Pienen näytteen ongelma on myös se, että yksittäisten tapausten merkitys yhteyden kannalta on erittäin korostunut. Yksikin poikkeava tilastoyksikkö saattaa siis vääristää tuloksia. Suurista eroista kadettikurssien kohdalla voidaan päätellä, että kyseisen ilmiön tutkimisessa tulisi käyttää suurempaa näytettä tai otosta, jotta saataisiin luotettavia tuloksia.

Tutkimuksen tulosten yleistäminen perusjoukkoon eli Hawk-lentokoulutettaviin ohjaajiin ei myöskään täytä kaikkia yleistämisen mahdollistavia vaatimuksia. Tutkimuksessa ei voitu koota otosta, joka edustaisi mahdollisimman hyvin perusjoukkoa. Kurssien välisissä liikunnallisissa ominaisuuksissa saattaakin olla pientä eroavaisuutta esimerkiksi sen mukaan, mitkä lajit ovat kyseisellä kurssilla olleet ”muodissa”. Pitäisin Hawk-lentokoulutettavia ohjaajia kuitenkin niin homogeenisenä joukkona, että tällaisten tekijöiden vaikutukset ovat marginaalisia, enkä siksi usko otantamenetelmän heikentävän tutkimuksen luotettavuutta merkittävästi.

#### **10.4 Tutkimuksen tieteellinen merkitys**

Sotilaslentäjän toimintakyvystä on tehty Ilmavoimissa useita kymmeniä tutkimuksia viime vuosina. Tämä tutkimus on kuitenkin ainoa, jossa tarkastellaan fyysisen toimintakyvyn yhteyksiä lentokoulutuksessa menestymiseen.

Tutkimuksessa tehtiin muutamia mielenkiintoisia havaintoja. Esimerkiksi mahdollinen kykyjen merkityksen muuttuminen lentokoulutuksen edetessä on asia, jonka uskoisin kiinnostavan lentäjien valinta- ja koulutusorganisaatioita.

Havaintojen luotettavuutta laskee tutkimuksessa käytetyn näytteen pienuus. Tutkimuksen tulosten perusteella ei siis voida tehdä kovinkaan varmoja johtopäätöksiä, mutta ehkä tutkimus toimii mielenkiinnon herättäjänä erilaisia tutkittavaan aiheeseen liittyviä ilmiöitä kohtaan, ja edesauttaa näin aihealueen tutkimuksen kehittymistä. Tutkimuksessa pystyttiin myös tuottamaan tietoa siitä, miten kyseistä aihetta voi lähestyä, mitä ongelmia tällaisen aiheen tutkimis-

seen liittyy ja mitkä ovat ne tutkimuksen onnistumisen kannalta kriittiset asiat, joihin aihetta tutkivien kannattaa erityisesti kiinnittää huomiota.

### **10.5 Tutkimusprosessiin liittyvää pohdintaa**

Motoristen ominaisuuksien aihealue oli heti alusta alkaen kiinnostava, mutta olisi vaatinut pohjatiedoksi jonkin verran liikuntatieteen opintoja. Kirjallisuudessa käytettiin usein käsitteitä, jotka eivät olleet minulle tuttuja. Erityisen paljon aikaa kului englanninkielisissä kirjallisuudessa käytettyjen käsitteiden avaamiseen. Kun tähän lisää sen, että motoristen kykyjen merkityksestä, käsitteistä ja jopa olemassaolosta ollaan tiedeyhteisössä eri mieltä, kyseisen aihealueen kartoittaminen oli itsessään jo oma, paljon aikaa vievä, tutkimusprosessinsa.

Motorisista kyvyistä olisi löytynyt paljon tietoa ja tutkimustuloksia myös saksaksi, mutta koska en osaa saksaa suurin osa tästä tiedosta jäi tässä tutkimuksessa hyödyntämättä. Tämä on harmi, koska saksalaisen tutkimusperinteen näkemykset eroavat yhdysvaltalaisen tutkimusperinteen vastaavista ja olisivat voineet tuoda toisenlaista näkemystä motoristen ominaisuuksien teoriaan. SMK-testin teoreettinen tausta perustui saksalaisen tutkimusperinteen käsityksiin, joten myös sen arvioimisessa olisi ollut hyötyä kyseisen tutkimusperinteen mukaisten käsitysten tuntemisesta.

Kun motoristen kykyjen ja siihen läheisesti liittyvien käsitteiden merkitys oli selvinnyt, seuraava ongelma oli motorisen kyvykkyyden mittarin löytäminen. Myös tämä vei paljon aikaa. Kaikki löytämäni motorisen kyvykkyyden testit olivat yli 50 vuotta vanhoja, joten niiden teoreettiset taustat vaativat perusteellista tarkastelua. Tässä vaiheessa perehdyttiin muun muassa eri yliopistojen valmennus- ja testausopin (vast) kurssitarjontoihin, ja etsittiin vihjeitä siitä, mitkä testeistä ovat vielä jollain muotoa ”elossa”. Koska testit ovat vanhoja, niihin liittyvän kirjallisuuden, kuten testimanaalien, löytäminen osoittautui myös melko haasteelliseksi. Esimerkiksi Barrow’n testipatterin kohdalla testien suorittamiseen ja arviointiin tarvittavat tiedot piti koota useammasta lähteestä.

Jos ei motoristen kykyjen rakennetta ja merkitystä tunneta vielä täydellisesti, niin hävittäjä-lentämisen lajianalyysin kohdalla työ on vielä pahemmin kesken. Mitä motorisia taitoja lentäminen vaatii ja mikä on niiden suhteellinen merkitys lentotehtävän onnistumiselle, ovat sellaisia kysymyksiä, joihin ei aikaisemmissa tutkimuksissa ole vielä perusteellisesti vastattu. Tämän vuoksi myös lentämisen kannalta keskeisten motoristen kykyjen määrittäminen oli

hankalaa, mikä vaikeutti teoreettisten johtopäätösten tekemistä. Toisaalta ehkäpä tämän tyyppisillä tutkimuksilla pystytään valottamaan juuri tätä ongelmaa.

Tutkimusmenetelmän valinta oli melko selkeä, eikä sen miettimiseen kulunut paljoa aikaa. Kokeellinen asetelma olisi syy-seuraus-yhteyksiä tutkittaessa toki parempi, mutta se ei ollut tutkittavan ilmiön tapauksessa mahdollinen.

Empiirisen tutkimusprosessin suurimmat ongelmat kohdattiin aineiston hankkimisessa. Vain Rintalan testiin liittyvä aineisto saatiin käyttöön suunnitelmien mukaan. Barrow'n testipatterin järjestäminen tutkittavalle joukolle oli haasteellista, koska aineistonkeruuvaiheessa kadetti-kurssi 92 oli opintojen vuoksi paljon pois Kauhavalta. Niinpä sisätestit jouduttiin järjestämään monelle heistä Tikkakoskella, mikä aiheutti aikaisemmin tässä luvussa kuvatun luotettavuusongelman. Ulkotestit puolestaan jäivät suorittamatta kolmelta henkilöltä, mikä on melko suuri menetys näin pientä näytettä käytettäessä. SMK-testien osalta selvisi melko myöhäisessä vaiheessa, että minun ei ole mahdollista saada lupaa käsitellä aineistoa, joten valintapsykologi Krista Oinosen kanssa päädyttiin sellaiseen ratkaisuun, että kaikki tutkimusaineisto lähetetään hänelle ja hän yhdistää aineiston SMK-testin aineistoon ja tekee pyydettyt ajot. Tämä sujuikin, Maanpuolustuskorkeakoulun Käyttäytymistieteiden laitoksen joustavuuden ansiosta, lopulta melko kivuttomasti, mutta aiheutti tarpeetonta työtä Oinoselle. Järjestelyn vuoksi myös muutama analyysien perusteella huomattu ilmiö jäi vaille tarkempaa tilastollista jatkotarkastelua.

Hankalimmaksi osoittautui kuitenkin lentomenestykseen liittyvän aineiston saaminen tutkimuskäyttöön. Ensimmäiset keskustelut lentoarvosanojen käytöstä käytiin jo kesäkuussa 2008, mutta lopulta lupa aineiston käyttöön saatiin vasta tammikuussa 2009. Tämän seurauksena minulla oli kaikki aineisto käytössäni hieman yli kuukausi ennen työn viimeistä palautuspäivää. Suurin este aineiston käytölle vaikutti olevan se, että kukaan ei tiennyt, kenen vastuulla aineiston tutkimuskäyttöön luovuttaminen on. Ilmavoimissa ja Lentosotakoulussa oltiin kyllä yhtä mieltä siitä, että tietoja voidaan oikein käsiteltyinä käyttää, mutta kukaan ei ollut halukas ottamaan vastuuta luvan myöntämisestä. Lopulta asia ratkesi, kun toimitin anomuksen suoraan Lentosotakoulun johtajalle. Keskustelin asiasta myös ohjaajieni kanssa ja ymmärsin, että kyseisen kaltaisia ongelmia on esiintynyt aikaisemminkin opinnäytetöiden kohdalla. Olisiko tässä organisaatiolla kehittymisen paikka?

Aineiston analysoinnissa sain apua työni toiselta ohjaajalta, joka perehdytti minut tilastotieteen saloihin kolmetuntisen SPSS-koulutuksen aikana. Lisäksi sotilaspedagogiikan laitokselle

työtään tekeville pidettiin tutkimusprosessin alkuvaiheissa menetelmäopintojen yhteydessä yhden päivän mittainen koulutus kvantitatiivisen tutkimuksen perusteista. Maanpuolustuskorkeakoulu ei mielestäni tarjoa opiskelijoille riittävästi eväitä tilastollisen tutkimuksen tekemisen tueksi. Suurin osa tilastolliseen tutkimukseen liittyvästä tiedosta piti siis hankkia itse. Tiedon itsenäinen hankkiminen ei sinällään ole ongelma, mutta kokonaan uuden asian itsenäiseen opiskeluun liittyy aina suuri väärinymmärrysten riski. Tämän työn tapauksessa tämä oli erittäin kriittinen tekijä, sillä syystä, että en voinut käsitellä aineistoa itse ja että aikaa analysointiin oli vähän, tutkimusprosessissa ei ollut varaa yritys-erehdys-tyyppiseen oppimiseen. Toki sain apua ohjaajiltani sitä pyytäessäni, mutta taito kysyä oikeita kysymyksiä ei ole aina itsensäselvyys.

Tulkittessani havaintoja ja verratessani niitä teoriaan jouduin tekemään johtopäätöksiä rajoituneesta näkökulmasta. Liikuntatieteen ja myös psykologian opinnoista olisi tässä vaiheessa ollut suuri apu. Toisaalta sain työssäni tukea molempien alojen ammattilaisilta, mutta varsinkin johtopäätösten tekemisessä olisin voinut käyttää heitä tehokkaammin hyväksi.

Lopuksi haluaisin esittää kritiikkiä nykyistä koulutusjärjestelmää kohtaan. Maisteriopintojen mukanaan tuoma pro gradu -työ on vaativa ponnistus opiskelijalle. Se on opintosuunnitelmasamme arvioitu 20 opintoviikon kokonaisuudeksi. Aikaa työn tekemiseen omalla kohdallani oli kuitenkin alle kymmenen viikkoa pitäen sisällään menetelmäopinnot ja seminaarit. Varmasti tämä riittää useimmille opiskelijoille riittävän tasoisen työn tuottamiseen, mutta töiden laatu, tutkimusprosessista oppiminen ja tieteellisen ajattelun oppiminen, joista erityisesti kaksi viimeksi mainittua lienevät pro gradu -työn tavoitteista keskeisimmät, eittämättä kärsivät liian tiukan aikataulun vuoksi. Myös toisen erittäin haastavan tehtävän, Hawk-lentokoulutuksen, suorittaminen tutkimustyön rinnalla lisää opiskelijoiden paineita. Tässä vaiheessa on esitettävä kiitos Lentosotakoululle ja erityisesti kurssinjohtajallemme, joka on suhtautunut erittäin joustavasti tutkimustyön asettamiin aikavaatimuksiin. Toisaalta jokainen viikko pois lento-palveluksesta siirtää valmistumistamme Hawk-valmiusohjaajiksi ja sitä kautta siirtymistämme lennostoihin. Tämä onkin havaittu ongelmaksi Lentosotakoulussa, joka ei ole pystynyt tehtävänsä mukaisesti tuottamaan jatkokoulutuskelpoista ohjaaja-ainesta suunnitellussa aikataulussa.

## **10.6 Omaan työskentelyyn liittyvää pohdintaa**

Motorisen aihealueen teorian avaaminen vei paljon aikaa, mutta onnistuin siinä mielestäni lopulta melko hyvin suhteessa siihen, että minulla ei ole minkäänlaisia liikuntatieteen opintoja

pohjalla. Kyseiseen aiheeseen panostaminen olikin suureksi avuksi erityisesti tutkimusongelmien muodostamisessa. Pystyin muuttamaan ja rajaamaan aluksi erittäin laajan ja epämääräisen kiinnostuksen kohteeni selkeiksi tutkimusongelmiksi vasta, kun olin tarkasti selvittänyt itselleni motoriikkaan liittyvien käsitteiden merkitykset ja keskinäiset suhteet. Hyvän teoreettisen taustatyön kautta koen onnistuneeni melko hyvin myös tutkimusongelmien muodostamisessa.

Koen onnistuneeni myös motorisen kyvykkyyden mittarin valinnassa. Tähänkin uhrattiin tutkimusprosessissa paljon aikaa, ja lopulta mittarin valinta osoittautui onnistuneeksi. Mikäli kurssien aikatauluista johtuvia ongelmia ei huomioda, mittaukset olivat suhteellisen helposti järjestettävissä pienillä resursseilla. Mittarin validius oli mielestäni myös suhteellisen hyvä.

Onnistuin mielestäni tekemään työn melko itsenäisesti. Yleisesti ottaen pyrin löytämään vastaukset tutkimusprosessissa kohtaamiini ongelmiin itse ja pyysin ohjaajilta lähinnä vain mielipiteitä tekemieni ratkaisujen tueksi. Mielestäni ohjaajani myös ymmärsivät tämän hyvin, eivätkä pyrkineet liian kontrolloivasti ohjaamaan työtäni johonkin tiettyyn suuntaan. Vain tilastollisia analyysimenetelmiä valitessa jouduin tukeutumaan ohjaajiini paljon.

Suurimmaksi onnistumiseksi laskisin kuitenkin ennakoivan ajankäytön työn alkuvaiheessa. Tein paljon työtä teoreettisen tarkastelun kanssa ja sain myös melko aikaisessa vaiheessa selvitettyä itselleni, mitä empiirisen tutkimuksen tekeminen minulta vaatii. Tämä pelasti paljon, kun aineistonkeruuvaiheessa kohdattiin yllättäviä ongelmia. Oli helppo suhtautua vastoinkäymisiin rauhallisesti, kun tiesi, että pohja on kunnossa ja suunnitelmat valmiina.

Tutkimuksen yksi tärkeimmistä vaiheista, ellei tärkein, on aiheen valinta. Valitsemani aihe oli ehkä jopa liian haastava opinnäytetyöksi. Aihealueen keskeisimpiin käsitteisiin liittyvä teoria on vielä aika keskeneräinen, eivätkä käsitteetkään ole vielä vakiintuneet. Tämä vaikeutti myös tutkimusongelman muodostamista. Tilastollisten yhteyksien tulkintakaan ei ollut yksinkertaista, sillä esimerkiksi vaihteluvälin rajoittuman huomioimatta jättäminen on laskenut monen ansioituneemmankin tutkijan tutkimustulosten arvoa. Aiheen valintaan voisikin kiinnittää jatkossa enemmän huomiota.

Työn luotettavuuden kannalta suurimmat ongelmat olivat pieni näyte, tutkittavan joukon homogeenisyys ja erilaisesta alustasta johtuva mahdollinen systemaattinen virhe siksak-juoksun ja vauhdittoman pituushypyn tuloksissa. Kahteen ensimmäiseen asiaan en koe, käytettävissä olleet resurssit huomioiden, voineeni suuresti vaikuttaa. Erilaisesta alustasta johtuvan virheen



välttäminen sen sijaan olisi ollut mahdollista, jos asian olisi tiedostanut etukäteen. Kyseiset testit olisi voinut järjestää esimerkiksi ulkotestien yhteydessä. Tällöin olisi toki menetetty kolmen henkilön tulokset kyseisistä testeistä, mutta se olisi ollut luotettavuuden kannalta pienempi ongelma kuin mahdollinen systemaattinen virhe monen testattavan tuloksissa. Varsinkin pientä otosta / näytettä käytettäessä aineisto on kerättävä huolellisesti, joten suoritusolosuhteiden samanlaisuuteen olisi pitänyt kiinnittää etukäteen suurempaa huomiota.

Kolmas työskentelyyni kohdistuva selkeä kehittymiskohde on aineiston keruu. Olin mielestäni riittävän aktiivinen asian suhteen, mutta minulta olisi ehkä vaadittu hieman rohkeampaa ja jopa röyhkeämpää asennetta, jotta olisin saanut pyytämäni aineiston käyttöön aikaisemmin. Nyt tyydyin liian helposti siihen, että kukaan ei halunnut ottaa vastuuta aineiston luovuttamisesta käyttöni, ja heräsin hieman liian myöhään siihen, että minun on vaadittava aineistoa itselleni, jotta asiaan suhtaudutaan riittävällä vakavuudella.

Edellisen opinnäytetyöni lopuksi lupasin parantaa työskentelyäni erityisesti ajankäytön hallinnan osalta. Nyt sain tutkimukseni alussa hyvään vauhtiin, mutta lienevätkö edellisen työn opetukset jossain välissä unohtuneet, sillä tämänkin työn viimeistelylle jäi lopulta liian vähän aikaa. Tällä osa-alueella on siis edelleen parannettavaa.

Tutkimusprosessin aikana koen kehittyneeni tiedon etsimisessä. Kandidaatin tutkielmassa turvauduin lähinnä yhden kirjaston palveluihin, mutta tässä työssä etsin lähteitä ja aineistoa paljon laajemmalta alueelta, mikä avarsi varsinkin teoreettista näkemystäni tutkittavasta aiheesta. Opin tämän työn aikana käyttämään myös internetiä tehokkaammin erityisesti ulkomaalaisten lähteiden etsimisessä. Osa löydettyistä lähteistä jäi kuitenkin hyödyntämättä, koska useat internetistä löytyvät lähteet ovat maksullisia.

Tieteellinen ajatteluni kehittyi tämän tutkimusprosessin aikana varmasti jonkin verran. Suurinta edistystä uskon tapahtuneen luotettavuuteen liittyvien asioiden merkityksen ymmärtämisessä. Tutkimusprosessin aikana opin kiinnittämään paljon enemmän huomiota erityisesti tilastollisiin menetelmiin saatujen tutkimustulosten luotettavuuteen, mistä uskon olevan hyötyä myös tulevilla työurallani.

Koen kehittyneeni merkittävästi myös kirjoittajana. Työn luonteesta johtuen jouduin opettelemaan uuden tavan kirjoittaa. Aikaisempi ”päässä valmiiksi ja sitten paperille” -tyyppinen kirjoittaminen ei ole käytännössä enää mahdollista tämän kokoluokan työssä. Jouduinkin opettelemaan kirjoittamaan tekstin osina, joista lopulta rakennettiin yksi kokonaisuus. Opin

myös kirjoittamaan ”raakaa” tekstiä sen sijaan, että muotoilisin jokaisen kirjoittamani lauseen ensin päässäni täydelliseksi ennen ”paperille” siirtämistä. Myös erilaisten ajatusten, pohdintojen ja ”punaisten lankojen” kirjoittaminen paperille oli suureksi hyödyksi tutkimusprosessin eri vaiheissa. Tämä työ ei siis todennäköisesti ole kirjalliselta asultaan parempi, tai välttämättä edes yhtä hyvä, kuin aikaisemmat työni, mutta tutkimusprosessin aikana olen oppinut tuottamaan tekstiä tehokkaammin ja käyttämään kirjoittamista uudella tavalla ajattelun apuvälineenä.

Kohtasin tutkimusprosessin aikana useita ongelmia, mikä on tulevaisuuden kannalta varmasti hyvä asia. On tärkeää huomata, että asiat eivät yleensä mene suunnitelmien mukaan. Tämän huomioiminen etukäteen työn suunnittelussa tekee työskentelystä joustavaa. Parhaassa tapauksessa ongelmien ennakointi voi olla jopa ratkaiseva tekijä työn onnistumisen kannalta.

## LÄHTEET

- Adams, J. 1987. Historical Review and Appraisal of Research on the Learning, Retention, and Transfer of Human Motor Skills. Lehdessä Psychological Bulletin Vol. 101, No. 1, American Psychological Association, Inc., 41-74
- Barrow, H. 1954. Test of Motor Ability for College Men. Julkaisussa The Research Quarterly Vol. 25, No. 1, American Association for Health, Washington, 253-260
- Burton, A. & Miller, D. 1998. Movement skill assessment. Champaign, Illinois, USA: Human Kinetics
- Carretta T. & Ree M. 1994 . Pilot-Candidate Selection Method: Sources of Validity. Lehdessä The Internatioal Journal of Aviation Psychology 4(2) 1994, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 103-117
- Eloranta, V. 1996. Taitavuus. Teoksessa Kanninen, P.; Kuronen, P.; Rintala, H.; Eloranta, V.; Myllyniemi, J.; Santala, E. & Paalimäki, H. Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntap. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 32-36.
- Eloranta, V. 2003. Ydinkeskeinen motorinen oppiminen. Teoksessa Heikinaro-Johansson, P.; Huovinen, T. & Kytökorpi, L. (toim.) Näkökulmia liikuntapedagogiikkaan. Helsinki: WSOY, 85-100
- Eskola, T. 2006. Ilmavoimien ohjaajakurssille valittujen fyysisen suorituskyvyn lähtötaso ja sen muutokset vuodesta 1997 vuoteen 2004. Maanpuolustuskorkeakoulu. Pro Gradu.
- Fleishman, E. 1964. The structure and measurement of physical fitness. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall Inc.
- Fleishman, E & Quaintance, M. 1984. Taxonomies of Human Performance – The Description of Human Tasks. Orlando, Florida, USA: Academic Press
- Fyysisten ominaisuuksien kehittämisen periaatteet. Viitattu 1.11.2007.  
<http://www.lapinlahdenluistin.net/tiedostot/fyysiset.pdf>.

- Gallahue, D. & Ozman, J. 2002. Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults. Dubuque, Iowa, USA: McGraw-Hill
- Haavisto, M-L. & Oksama, L. 2007. Kognitiivisen kuormituksen arviointi: esimerkkinä hävittäjälentäjän tehtävä- ja kuormitusanalyysi. Lehdessä Työ ja ihminen 1/2007. Helsinki: Työterveyslaitos, 17-29
- Hakala, L. 1999. Liikunta ja oppiminen: Mitä merkitystä on kuperkeikalla? Jyväskylä: PS-kustannus
- Haywood, K. M. 1986. Life Span Motor Development. Champaign, Illinois, USA: Human Kinetics Publisher, Inc.
- Heikinaro-Johansson P. & Kolkka, T. 1998. Koululiikuntaa kaikille – Soveltavan koululiikunnan opas. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä
- Heikkinen, J. 2008. Oppilaiden kokemuksia lennonarviointijärjestelmästä arviointimenetelmänä. Maanpuolustuskorkeakoulu. Pro gradu.
- Hiltunen, A. 2001. Hävittäjälentäjän fyysisen suorituskyvyn tutkimuksesta ilmavoimissa. Maanpuolustuskorkeakoulu. Tutkielma.
- Holopainen, S. 1981. Koululaisten motorisista peruskyvyistä ja -taidoista sekä niiden keskinäisistä yhteyksistä. Jyväskylän yliopisto, liikuntakasvatuksen laitos. Lisenssiaattityö.
- Holopainen, S. 1990. Koululaisten liikuntataidot. Motorisen taitavuuden kehittyminen kehon rakenteen, kehitysiän ja liikuntaharrastusten selittämänä ja taitavuuden pedagoginen merkitys. Studies in sport, Physical education and health 26. Jyväskylän yliopisto.
- Huisman, T. 2004. Liikunnan arviointi peruskoulussa 2003. Yhdeksäsluokkalaisten kunto, liikunta-aktiivisuus ja koululiikuntaan asennoituminen. Opetushallitus. Helsinki: Yliopistopaino.
- HW-lentokoulutusohjelma HW1, Peruslentokoulutusohjelma. 2008. Ilmavoimien esikunta, suunnitteluosasto

- HW-lentokoulutusohjelma HW2, Lentokoulutusohjelma. 2008. Ilmavoimien esikunta, suunnitteluosasto
- HW-lentokoulutuksen arviointi (HW1, HW2, HW3 & HWL) v 2.2.
- HW1-tabliska91. Lentojen seurantataulukko. Excel-tiedosto Lentosotakoulun LEPAWEBissä. Viitattu 2.3.2009.
- Keskinen, E. 2006. Taitojen oppiminen ja opettaminen. Teoksessa Niemi, P. & Keskinen, E. (toim.) Taitavan toiminnan psykologia. Turku: Turun yliopiston Digipaino, 41-115.
- Koivula, E. 2008. Lentosotakoulun HW-lentokoulutuksen toimintakäsikirja v 2.0.
- Kuronen, P. 1996. Lentäjän työn henkinen kuormittavuus. Teoksessa Kanninen, P.; Kuronen, P.; Rintala, H.; Eloranta, V.; Myllyniemi, J.; Santala, E. & Paalimäki, H. Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 20-23
- Kuronen, P. & Myllyniemi, J. 1996. Lentäjän työn kuormittavuus. Teoksessa Kanninen, P.; Kuronen, P.; Rintala, H.; Eloranta, V.; Myllyniemi, J.; Santala, E. & Paalimäki, H. Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 11-19
- Kyröläinen, H. 1998. Liikuntabiologinen näkökulma toimintakykyyn. Teoksessa Toiskallio, J. (toim.) Toimintakyky sotilaspedagogiikassa. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidonlaitos. Julkaisusarja 2 N:o 4.
- Källi, J. 2005. Lentäjän fyysinen kuormittuminen: Hawkilla lennettävien ilmataistelulentojen aikainen syketaso ja sen mittaaminen. Maanpuolustuskorkeakoulu. Pro gradu.
- Lintunen, T. 2000. Millainen rooli liikunnalla on minäkäsityksen kehittämisessä? Teoksessa Miettinen, M. (toim.) Haasteena huomisen hyvinvointi – Miten liikunta lisää mahdollisuuksia? Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 124. Liikunnan ja kansanterveyden edistämissektori. Jyväskylä, 81-88

- Lumela, P. 2006. Basic keywords of motor learning. Teoksessa Thomson, K.; Jaakola, T. & Liukkonen, J. (toim.) Promotion of Motor Skills in Sports and Physical Education. Jyväskylä: Kopijyvä, 27-38.
- Lyytikäinen, T. 2007. Sotilaslentäjän energiankulutus kaartotaistelulennon aikana. Maanpuolustuskorkeakoulu. Pro gradu.
- Magill, R. A. 1980. Motor Learning. Concepts and Applications. Dubuque, Iowa, USA: Wm. C. Brown Company Publishers.
- Mathews, D. 1973. Measurement in physical education. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia, USA: W. B. Saunders Company
- Miettinen, P. 1997. Jalkapallo. Teoksessa Mero, A., Nummela, A. & Keskinen, K. (toim.) Nykyaikainen urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 545-558.
- Morrow, J., Jackson, A., Disch, J. & Mood, D. 2005. Measurement and evaluation in human performance. 3<sup>rd</sup> ed. Champaign, Illinois, USA: Human Kinetics
- Mäkinen, L. 2007. Hävittäjälentäjän työn fyysinen kuormittavuus. Maanpuolustuskorkeakoulu. Pro gradu.
- Nissinen, V. & Mäkinen, J. 2007. Pääkouluttaja on pedagoginen johtaja. Lehdessä Maanpuolustuskorkeakoulu 2/2007. Helsinki: Edita Prima Oy, 12-15.
- Nummenmaa, L. 2008. Käyttäytymistieteiden tilastolliset menetelmät. 1.-4. painos. Helsinki, Tammi
- Numminen, P. 1995. Alle kouluikäisten lasten havaintomotorisia ja motorisia peustaitoja mittaavan APM-testistön käsikirja. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 98. Jyväskylä: Liikunnan ja kansanterveyden edistämissektori
- Nupponen, H. 1997. 9-16-vuotiaiden liikunnallinen kehittyminen. Jyväskylän yliopisto. Väitöskirja.

- Oksa, J., Rintala, H. & Kuronen, P 1997. Lentävän henkilöstön lihasvoimatestien viitearvot. *Sotilaslääketieteellinen aikakauslehti* 72, 165-169
- Pehkonen, M. 1998. Peruskoululaisten telinevoimistelutaidot ja niiden yhteydet kehonrakenteeseen ja liikuntakykyisyyteen. *Lapin yliopiston kasvatustieteellisiä julkaisuja. B, Tutkimusraportteja ja selvityksiä, 29.* Rovaniemi: Lapin yliopisto
- Pitkänen, P., Komi, P., Nupponen, H., Rusko, H., Telama, R. & Tiainen, J. 1979. Evaluating the product of physical education. Teoksessa Tammivuori, T. (toim.) *International congress of physical education, Jyväskylä June 28 - July 3 1976.* The Finnish Society for Research in Sport and Physical Education publication 64, 119-136
- Prieler, J. 2003. *Sensorimotor Coordination.* Release 23.00. Mödling, Austria
- Pyyhtinen, H. 2005. *Oppijasta lentäjäksi - Ydinkeskeisen motorisen oppimisen teoria lentokoulutuksessa.* Maanpuolustuskorkeakoulu. Diplomityö.
- Rauste-von Wright, M. & von Wright, J. 1996. *Oppiminen ja koulutus.* Juva: WSOY.
- Rissanen, L. 1999. *Yli 65-vuotiaiden terveys, toimintakyky ja sosiaali- ja terveystalveluiden koettu tarve.* Oulu: Oulu University Library
- Salakari, H. 2004. *Käytännön taitoja virtuaalisesti – simulaattoriopetuksen pedagogisen mallin kehittäminen.* Tampereen yliopisto. Lisensiaatintutkimus.
- Schmidt, R. & Lee, T. 1999. *Motor Control and Learning – A Behavioral Emphasis.* Champaign, Illinois, USA: Human Kinetics
- Schmidt, R. & Wrisberg C. 2000. *Motor Learning and Performance.* 2<sup>nd</sup> ed. Champaign, Illinois, USA: Human Kinetics
- Shephard, R. 1989. Lisätyn koululiikunnan vaikutus psykomotoriseen kehitykseen ja koulumenestykseen [suom. Risto Telama]. Teoksessa Pyykkönen, T.; Telama, R.; Juippi, J. (toim.) *Liikkuvat lapset.* Helsinki: Valtion painatuskeskus, 119-122

- Singer, R. 1982. The learning of motor skills. New York, USA: Macmillan Publishing Co., Inc.
- Sinivuo, J. 1977. Ilmavoimien varusmiesohjaaja- ja lentokadettikurssilla menestymisen ennustamisesta: Sotilasohjaajan ammattianalyysi ja valintajärjestelmän kehittämismahdollisuudet
- Sinivuo, J. 1978. Motoriset kyvyt ja niiden mittaaminen soveltuvuuden tutkimuksessa. Sotilaspsykologian tutkimusseloste n:o 13/A/78
- Sääkslahti, A. 1999. Motoristen perustaitojen ja fyysisen aktiivisuuden tutkiminen. Teoksessa Ruoppila, I.; Hujala, E.; Karila, K.; Kinos, J.; Niiranen, P.; Ojala, M. (toim.) Varhaiskasvatuksen tutkimusmenetelmiä. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 322-342.
- Sääkslahti, A. & Cantell, M. 2001. MOTO-KERHO – Motoristen perustaitojen harjaannuttaminen koulun kerhossa. Liikuntakasvatuksen julkaisuja 4. Jyväskylän yliopisto, Liikuntakasvatuksen tutkimus- ja kehittämiskeskus
- TABLISKA. Lentojen seurantataulukko. Excel-tiedosto Lentosotakoulun LEPAWEBissä. Viitattu 2.3.2009.
- Taistelija 2005. Fyysisen suorituskyvyn tutkimustoiminta. Koulutustaidon laitos. Julkaisusarja 3, No 6, 2003
- Tarva-Parviainen, M. 2007. Nuorten liiketaitoharjoittelu [Esitelmä]. Nuorten liiketaitoharjoittelu -koulutus. 24.10.2007. Jyväskylä.
- Teräväinen, J. 2006. Lentokadettien ammatillisten kunto-ominaisuuksien muutos valintavaiheesta kadettikurssin alkuun 92. kadettikurssilla. Maanpuolustuskorkeakoulu. Pro Gradu.
- Toiskallio, J. 1998a. Miksi toimintakykyä? Teoksessa Toiskallio, J. (toim.) Toimintakyky sotilaspedagogiikassa. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidonlaitos. Julkaisusarja 2 N:o 4.
- Toiskallio, J. 1998b. Sotilaspedagogiikan perusteet. Hämeenlinna: Karisto Oy.



Vilkko-Riihelä, A. & Laine, V. 2005. Mielen maailma. Psykologian perustiedot. 1.-2. painos. Helsinki: WSOY.

Virtanen, J. 2006. HW1-, HW2- ja Simu Arviointi. PowerPoint-esitys. 2.3.2006

Väre, H. 2006. Lentokadettien ammatillisten kunto-ominaisuuksien kehittyminen opiskeluaikana. Maanpuolustuskorkeakoulu. Pro gradu.

Zervas, Y. & Stambulova, N. 1999. Physical Activity and Cognitive Functioning. Teoksessa Auweele, Y. V.; Bakker, F.; Biddle, S.; Durand, M. & Seiler, R. (toim.) Psychology for Physical Educators. Champaign, Illinois, USA: Human Kinetics, 135-154

**LIITTEET**

Liite 1. Barrow motor ability -testipatterin osatestien suoritusohjeet

Liite 2. Esimerkki General Motor Ability Scoren laskemisesta

Liite 3. Barrow motor ability test -testipatterin raakatulosten tunnusluvut

Liite 4. Rintalan testin suoritusohjeet

Liite 5. Lentosuorituksen arviointilomake

Liite 6. Korrelaatiomatriisit

Liite 1. Barrow motor ability -testipatterin osatestien suoritusohjeet (Mathews 1973, 170-171).

### 60 jaardin juoksu

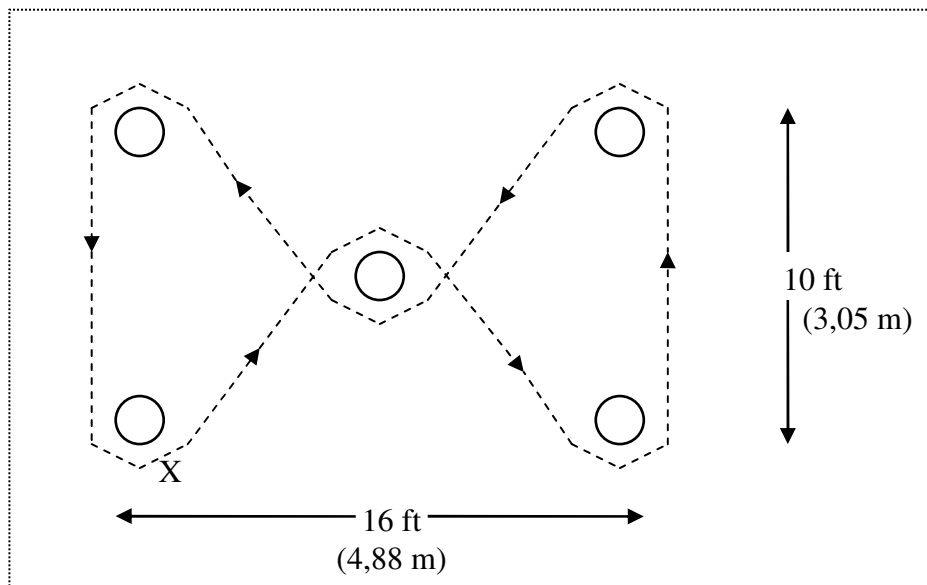
Juostaan 60 jaardia (54,86 metriä). Yksi suoritus sallitaan. Tulos kirjataan kymmenesosasekunnin tarkkuudella. (Mathews 1973, 170-171.)

### Pallonheitto

Pallonheitossa käytetään normaalia softball-palloa (ympärysmitaltaan 12 tuumaa eli 30,48 cm). Testattava heittää kolme heittoa, joista paras kirjataan tulokseksi yhden jalan (30,48 cm) tarkkuudella. Lyhyt vauhdinotto sallitaan. (Mathews 1973, 170-171.)

### Siksak-juoksu

Oheisen kuvion mukainen rata kierretään kolme kertaa. Lähtö tapahtuu X:llä merkitystä kohdasta. Testattava ei saa kaataa esteitä eikä ottaa niistä tukea. Yksi suoritus sallitaan. Mikäli este kaatuu tai tapahtuu virhe, testattava saa toisen yrityksen. (Esteinä voidaan käyttää esimerkiksi korkeushyppy- tai lentopallopylväitä, tuoleja tai keiloja.) (Mathews 1973, 170-171.)



### Seinäsyöttely

Suoritus tapahtuu yhdeksän jalan (2,74 metrin) päässä sileästä seinästä olevan viivan takaa. Testattava syöttää seinän kanssa haluamallansa tavalla 15 sekunnin ajan. Molempien jalkojen tulee pysyä viivan takana suorituksen ajan. Jos pallo karkaa, se on haettava ja palattava viivan taakse ennen kuin suoritusta saa jatkaa. Tulokseksi kirjataan lukumäärä, montako kertaa pallo on osunut seinään 15 sekunnin aikana. (Mathews 1973, 170-171.)

**Vauhditon pituushyppy**

Hyppy tapahtuu tasajalkaa merkityn viivan takaa. Jalkojen pitää olla kokonaan viivan takana. Testattava yrittää päästä mahdollisimman pitkälle. Yksi lämmittelyhyppy sallitaan, jonka testattava suorittaa kolme suoritusta. Tulokseksi kirjataan näiden kolmen hypyn paras tulos yhden tuuman (2,54 senttimetrin) tarkkuudella. (Mathews 1973, 170-171.)

**Kuntopallon työntö**

Testattava työntää kuuden paunan (2,72 kilogramman) kuntopalloa kolme kertaa yrittäen saada sen mahdollisimman pitkälle. 15 jalan (4,57 metrin) vauhdinotto sallitaan. Tulokseksi kirjataan paras suoritus puolen jalan (15,24 senttimetrin) tarkkuudella. (Mathews 1973, 170-171.)

## Liite 2. Esimerkki General Motor Ability Scoren laskemisesta

	60 jaardin juoksu (s)	Pallonheitto (m)	Seinäsyöttely (krt)	Vauhditon pituushyppy (cm)	Kuntopallon työntö (m)	Siksakjuoksu (s)
Henkilö X	7.8	52.4	17	255	12.30	20.6
Henkilö Y	7.5	50.3	16	248	11.50	19.8
Henkilö Z	8.0	61.0	17	232	14.90	21.4

Lasketaan Henkilö X:n General Motor Ability Score:

60 jaardin juoksu:

7,8 s => 47 T-pistettä (taulukosta) \* 1,0 (osatestin painokerroin)  
= **47** painotettua pistettä (taulukosta tai laskemalla)

Pallonheitto:

52,4 m  $\approx$  172 ft => 45 \* 1,6 = **72**

Seinäsyöttely:

17 krt => 58 \* 1,3  $\approx$  **75**

Vauhditon pituushyppy:

255 cm  $\approx$  100 inch => 61 \* 2,2  $\approx$  **134**

Kuntopallon työntö:

12,30 m  $\approx$  40,5 ft => 51 \* 1,2  $\approx$  **61**

Siksakjuoksu:

20,6 s = 79 T-pistettä (tässä tutkimuksessa tämä arvo kerrottiin korjauskertoimella 0,628):

79 \* 0,628  $\approx$  49,6 (korjattua) T-pistettä => 49,6 \* 1,6 = **79**

(Havaitaan, että painotettu pistemäärä on lähellä alkuperäistä T-pistemäärää. Tällä ei sinällään ole merkitystä tulosten kannalta.)

**General Motor Ability Score** = 47 + 72 + 75 + 134 + 61 + 79 = **468**

## Liite 3. Barrow motor ability test -testipatterin raakatulosten tunnusluvut

Barrow motor ability testin raaka-arvojen N, minimi, maksimi, keskiarvo ja keskihajonta koko tutkittavalla joukolla

<b>Muuttuja</b>	<b>N</b>	<b>min</b>	<b>maks</b>	<b>ka</b>	<b>s</b>
60 jaardin juoksu (s)	23	7.2	8.2	7.7	0.3
Pallonheitto (m)	23	27.7	71.5	51.8	9.8
Siksak-juoksu (s)	26	17.5	25.5	20.6	2.2
Seinäsyöttely (krt)	26	14	24	17.8	1.9
Vauhditon pituus (cm)	26	216	282	247	19
Kuntopallon työntö (m)	26	10.0	15.6	13.0	1.5

Huom. 60 jaardin juoksussa ja siksak-juoksussa minimi edustaa parasta tulosta

Barrow motor ability testin raaka-arvojen N, minimi, maksimi, keskiarvo ja keskihajonta kadettikurssi 91:llä

<b>Muuttuja</b>	<b>N</b>	<b>min</b>	<b>maks</b>	<b>ka</b>	<b>s</b>
60 jaardin juoksu (s)	12	7.3	8.2	7.8	0.3
Pallonheitto (m)	12	27.7	71.5	50.3	11.4
Siksak-juoksu (s)	13	18.1	25.5	21.5	2.1
Seinäsyöttely (krt)	13	14	20	17.3	1.6
Vauhditon pituus (cm)	13	216	282	235	14
Kuntopallon työntö (m)	13	10.0	14.9	12.6	1.6

Huom. 60 jaardin juoksussa ja siksak-juoksussa minimi edustaa parasta tulosta

Barrow motor ability testin raaka-arvojen N, minimi, maksimi, keskiarvo ja keskihajonta kadettikurssi 92:lla

<b>Muuttuja</b>	<b>N</b>	<b>min</b>	<b>maks</b>	<b>ka</b>	<b>s</b>
60 jaardin juoksu (s)	11	7.2	8.0	7.6	0.2
Pallonheitto (m)	11	36.5	63.5	53.5	8.0
Siksak-juoksu (s)	13	23.5	17.5	19.7	1.9
Seinäsyöttely (krt)	13	16	24	18.3	2.0
Vauhditon pituus (cm)	13	234	282	258	15
Kuntopallon työntö (m)	13	11.6	15.6	13.5	1.3

Huom. 60 jaardin juoksussa ja siksak-juoksussa minimi edustaa parasta tulosta

## Liite 4. Rintalan testin suoritusohjeet

### **Heittoporttitesti**

Heittoporttitestissä testataan ylävartalon ja käsien dynaamista voimaa. Testissä koehenkilö heittää yhden kilogramman painoista palloa kaksin käsin pään yläpuolelta 3,5 metrin matkan. Heiton aikana testattava saa taivuttaa vartaloaan taaksepäin, mutta ei saa ylittää heittoviivaa. Testissä mitataan pallon lentoaika viimeisen 2,5 metrin matkalta. Metrin päässä heittäjästä on valokennojen ja peilien avulla muodostettu infrapunaverho. Pallon osuessa infrapunaverhoon ajan mittaus käynnistyy, ja kun pallo osuu seinässä olevaan kontaktimattoon, ajanotto pysähtyy. Heittoporttitesti kuvaa koehenkilön ylävartalon ja käsien maksimaalista voimatasoa sekä kykyä koordinoida voimantuottoa. Alla on esitetty kuva heittoporttitestin suorituksen lähtötilanteesta. (Väre 2006, 16)



Heittoporttitesti (Väre 2006, 16).

### **Anaerobista tehoa mittaava hyppytesti**

Hyppytestissä testattava henkilö suorittaa kontaktimatolla 16 sekunnin ajan noin 15 peräkkäistä maksimaalista, samanlaista hyppyä. Hyppyjen välinen (matossa vietetty) aika tulee olla mahdollisimman lyhyt. Testattavan pitää kuitenkin käydä 90 asteen polvikulmassa jokaisen hypyn jälkeen. Hyppyihin kuluneen kokonaisajan, hyppyjen lukumäärän ja kumuloituneen lentoajan perusteella laitteisto laskee tehdyn lihastyön tehon. Testi kuvaa alaraajojen ja lantion seudun lihaksiston anaerobista tehoa, eli kykyä ylläpitää maksimaalista voimantuottoa lyhytkestoisesti. Alla on esitetty kuva hyppytestin suorituksesta. (Väre 2006, 16-17.)



Anaerobista suorituskykyä mittaava hyppytesti (Väre 2006, 16-17).





## Liite 6. Korrelaatiomatriisit

Barrow motor ability test -testipatterin muuttujien ja HW1-arvosanojen väliset korrelaatiot kadettikurssilla 92

	HW1 Tyyppi	HW1 Suun- nistus	HW1 Mittari	HW1 Taito	HW1 Osasto	HW1 Kokonais- arvosana
60 jaardin juoksu	-.09	.40	-.06	-.22	.18	-.01
Pallonheitto	.25	.22	.22	.13	.21	.20
Siksak-juoksu	.19	.39	.13	.38	.02	.33
Seinäsyöttely	.09	-.00	.03	.01	-.55	.09
Vauhditon pituus	.31	-.09	-.14	.01	-.18	.16
Kuntopallon työntö	.25	.04	-.13	.33	.25	.22
General Motor Ability Score	.30	.15	.07	.21	-.26	.27

Huom. N = 11-13

\* =  $p < .05$

\*\* =  $p < .01$

\*\*\* =  $p < .001$

Barrow motor ability test -testipatterin muuttujien ja HW2-arvosanojen väliset korrelaatiot kadettikurssilla 91

	HW2 Suun- nistus	HW2 Mittari	HW2 Osasto	HW2 Hyökkäys & irtau- tuminen	HW2 Tunnistus & torjunta	HW2 Kokonais- arvosana
60 jaardin juoksu	.15	.42	.37	-.11	.24	.41
Pallonheitto	-.01	.13	.23	.10	.11	.31
Siksak-juoksu	-.29	.07	.33	.05	.40	.26
Seinäsyöttely	.12	.43	.19	-.24	-.41	.06
Vauhditon pituus	-.22	.23	.16	.22	.05	.37
Kuntopallon työntö	-.22	.08	.45	.40	.10	.55
General Motor Ability Score	-.16	.30	.46	.14	.14	.48

Huom. N = 10-13

\* =  $p < .05$

\*\* =  $p < .01$

\*\*\* =  $p < .001$

Rintalan testin muuttujien ja HW1-lentoarvosanojen väliset korrelaatiot kadettikurssi koko tutkittavalla joukolla

	HW1 Tyyppi	HW1 Suun- nistus	HW1 Mittari	HW1 Taito	HW1 Osasto	HW1 Kokonais- arvosana
Rintala hyppy	.24	.03	.06	.06	-.08	.08
Rintala heitto	.17	.26	.03	.19	.23	.22
Rintala yhdistetty	.18	.14	.05	.15	.09	.15

Huom. N = 22-26

\* =  $p < .05$

\*\* =  $p < .01$

\*\*\* =  $p < .001$

Rintalan testin muuttujien ja HW1-lentoarvosanojen väliset korrelaatiot kadettikurssi 91:lla

	HW1 Tyyppi	HW1 Suun- nistus	HW1 Mittari	HW1 Taito	HW1 Osasto	HW1 Kokonais- arvosana
Rintala hyppy	-.11	-.11	.07	.08	-.13	-.06
Rintala heitto	.10	.09	-.24	-.14	.14	.01
Rintala yhdistetty	-.01	.01	-.12	-.06	.04	-.03

Huom. N = 12-13

\* =  $p < .05$

\*\* =  $p < .01$

\*\*\* =  $p < .001$

Rintalan testin muuttujien ja HW1-lentoarvosanojen väliset korrelaatiot kadettikurssi 92:lla

	HW1 Tyyppi	HW1 Suun- nistus	HW1 Mittari	HW1 Taito	HW1 Osasto	HW1 Kokonais- arvosana
Rintala hyppy	.59	.19	.06	.09	-.02	.24
Rintala heitto	.21	.38	.21	.46	.29	.24
Rintala yhdistetty	.37	.27	.17	.38	.17	.31

Huom. N = 10-13

\* =  $p < .05$

\*\* =  $p < .01$

\*\*\* =  $p < .001$

## Rintalan testin muuttujien ja HW2-lentoarvosanojen väliset korrelaatiot kadettikurssi 91:lla

	HW2 Suun- nistus	HW2 Mittari	HW2 Osasto	HW2 Hyökkäys & irtautu- minen	HW2 Tunnis- tus & torjunta	HW2 Kokonais- arvosana
Rintala hyppy	.02	.52	-.07	-.39	-.49	-.09
Rintala heitto	-.07	.01	-.16	.07	.18	.14
Rintala yhdistetty	-.02	.25	-.15	-.15	-.13	.03

Huom. N = 11-12

\* =  $p < .05$ \*\* =  $p < .01$ \*\*\* =  $p < .001$ SMK-testin muuttujien ja HW1-lentoarvosanojen väliset korrelaatiot koko tutkittavalla joukol-  
la

	HW1 Tyyppe	HW1 Suun- nistus	HW1 Mittari	HW1 Taito	HW1 Osasto	HW1 Kokonais- arvosana
SMK S3 silmä-käsi	.16	-.12	.10	-.10	.23	.12
SMK S4 silmä-käsi-jalka	.21	-.01	.34	.17	.21	.26

Huom. N = 27

\* =  $p < .05$ \*\* =  $p < .01$ \*\*\* =  $p < .001$ 

## SMK-testin muuttujien ja HW1-lentoarvosanojen väliset korrelaatiot kadettikurssi 91:lla

	HW1 Tyyppe	HW1 Suun- nistus	HW1 Mittari	HW1 Taito	HW1 Osasto	HW1 Kokonais- arvosana
SMK S3 silmä-käsi	.03	-.28	-.47	-.39	.14	-.24
SMK S4 silmä-käsi-jalka	.27	-.33	.04	.15	.02	.00

Huom. N = 14

\* =  $p < .05$ \*\* =  $p < .01$ \*\*\* =  $p < .001$

## SMK-testin muuttujien ja HW2-lentoarvosanojen väliset korrelaatiot kadettikurssi 91:lla

	HW2 Suun- nistus	HW2 Mittari	HW2 Osasto	HW2 Hyökkäys & irtautumi- nen	HW2 Tunnistus & torjunta	HW2 Kokonais- arvosana
SMK S3 silmä-käsi	.04	-.44	-.18	-.04	.14	-.45
SMK S4 silmä-käsi- jalka	.06	-.24	-.06	.01	.08	-.20

Huom. N = 13

\* =  $p < .05$

\*\* =  $p < .01$

\*\*\* =  $p < .001$