

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**LENTOKADETTIEN AMMATILLISTEN KUNTO-OMINAISUUKSIEN
KEHITYMINEN OPISKELUAIKANA**

Pro gradu -tutkielma

Kadetti
Henrik Väre

Kadettikurssi 89
Ilmavoimalinja

Helmikuu 2006

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Kadettikurssi 89	Linja Ilmavoimalinja	
Tekijä Kadetti Henrik Mikael Väre		
Tutkielman nimi Lentokadettien ammatillisten kunto-ominaisuuksien kehittyminen opiskeluaikana		
Oppiaine, johon työ liittyy Sotilaspedagogiikka	Säilytyspaikka Maanpuolustuskorkeakoulun arkisto	
Aika: Helmikuu 2006	Tekstisivuja 66	Liitesivuja 6
TIIVISTELMÄ		
<p>Ilmavoimien ohjaajakurssille hakevien henkilöiden fyysistä kuntoa mitataan valintatestien viimeisessä vaiheessa. Testit sisältävät isometrisiä maksimivoimatestejä, ylävartalon voimantuottoa mittaavan heittoporttitestin sekä kontaktimatolla suoritetun anaerobista tehoa mittaavan hyppytestin. Lisäksi fyysistä kestävyyttä mitataan polkupyöräergometritestillä. Testeillä pyritään mittaamaan ammatillisia kunto-ominaisuuksia, eli niitä kunto-ominaisuuksia, mitä sotilaslentäjältä vaaditaan toimintakyvyn ylläpitämiseksi.</p> <p>Tutkimusongelmana on: miten kadettikurssi 89:llä opiskelevien lentokadettien ammatilliset kunto-ominaisuudet ovat kehittyneet valintatestien fyysisen voiman mittauksista neljän opiskeluvuoden aikana. Tutkimus on kvantitatiivinen tutkimus, jonka otos on kadettikurssi 89:llä opiskelevat ohjaajalinjan kadetit. Tulokset analysoidaan tilastollisin menetelmin. Tutkimusta lähestytään sotilaspedagogiikan näkökulmasta, yhdistettynä liikunta- ja ilmailulääketieteeseen.</p> <p>Valintatestien jälkeen ohjaajia ei testata samalla mittalaitteella, eli vertailukelpoista ja luotettavaa vertailuaineistoa ei ole saatavilla. Tutkimusta varten suoritettiin uusintatestit Kauhavan varuskunnan sairaalassa syys- lokakuussa 2005.</p> <p>Uusintatestin tulosten perusteella kohderyhmän ammatilliset kunto-ominaisuudet eivät olleet kehittyneet valintatesteistä. Vartalonkoukistajien isometristä maksimivoimaa lukuun ottamatta mittaustulosten keskiarvot olivat laskeneet uusintatesteissä. Vartalonjontajien- ja koukistajien suhteelliset voimatasot olivat kehittyneet saman suuntaisesti kuin absoluuttiset voimatasot. Antropometrisissä mittauksissa valintatestin ja uusintatestin väliset muutokset olivat pieniä.</p> <p>Tutkimuksen johtopäätöksenä voidaan todeta, että kohderyhmän ammatilliset kunto-ominaisuudet eivät ole kehittyneet valintatestien jälkeen. Varsinaista fyysisen kunnan romahdusta ei kuitenkaan ole tapahtunut. Tutkimuksen tulosten perusteella ei voi tehdä johtopäätöksiä siitä, miksi fyysisen kunnan kehitystä ei ole tapahtunut.</p> <p>Jatkotutkimusehdotuksena on selvittää ne syyt, jotka estävät tai haittaavat kadettien fyysisen suorituskyvyn kehitystä opiskeluaikana.</p>		
AVAINSANAT		
Ammatilliset kunto-ominaisuudet, sotilaan toiminta- ja suorituskyky, sotilaslentämisen fyysinen kuormittavuus, fyysisen suorituskyvyn mittaaminen		

**LENTOKADETTIEN AMMATILLISTEN KUNTO-OMINAISUUKSIEN
KEHITTYMINEN OPISKELUAIKANA**

1 JOHDANTO	1
1.1 Tutkimusongelma ja tavoitteet	3
1.2 Tutkimuskohde	3
1.3 Tutkimusmetodi	3
1.4 Tutkimuksen viitekehys	5
1.5 Tutkimusaineisto	6
2 TOIMINTAKYVYN JA SUORITUSKYVYN MÄÄRITTÄMINEN	7
2.1 Toimintakyky ja suorituskky sotilaspedagogiikassa	7
2.2 Sotilaslentäjän työn kuormittavuus	10
2.3 Sotilaslentäjien lääketieteelliset valintamenettelyt	14
3 FYYSINEN SUORITUSKYKY JA SEN MITTAAMINEN	20
3.1 Kestävyys	20
3.2 Voima	22
3.2.1 Fyysisen suorituskvyn testaaminen	25
3.2.2 Voiman mittaaminen	25
3.2.3 Miksi Ilmavoimissa on päädytty isometrisen voiman mittaamiseen	27
3.3 Antropometria	28

4 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET	30
4.1 Lentävän henkilöstön lihasvoimatestien viitearvot	30
4.2 Sotilaslentäjän niskan voimaominaisuuksien ylläpitäminen telinevoimisteluun perustuvilla erityistaitoharjoitteilla	31
4.3 Ilmavoimien käyttämän niskavoimamittauslaitteen luotettavuus testivälineenä	32
4.4 Treatment of Chronic Non-specific Neck Pain with Emphasis on Strength Training	32
4.5 Niska- ja vartalovoimadynamometrin reliabiliteetti ja validiteetti	33
5 TUTKIMUKSEN EMPIIRINEN VAIHE	35
5.1 Kohdejoukko	35
5.2 Muuttujat	35
5.3 Tiedonkeruumenetelmä	36
5.4 Tutkimuksen hypoteesi	36
5.5 Tilastollisen menetelmän valinta	37
5.5.1 Valinta parametrisen ja epäparametrisen testin väliltä	37
5.5.2 Korrelaatiokerroin	38
5.5.3 T-testi	39
5.5.4 Mann-Whitneyn U-testi	39
5.5.5 Kolmorov-Smirnovin testi	39
5.6 Mittaustekniikka	40
5.7 Uusintatestien suoritus ja ajankohta	41
6. TUTKIMUSTULOKSET	43
6.1 Polkupyöräergometrin mittaustulokset	43
6.2 Anaerobinen teho	45
6.3 Ylävartalon voimantuotto (Pallonheitto)	47

6.4 Vartalon koukistajien isometrinen maksimivoima	48
6.5 Vartalon ojentajien isometrinen maksimivoima	50
6.6 Niskan koukistajien isometrinen maksimivoima	51
6.7 Niskan ojentajien isometrinen maksimivoima	53
6.8 Koehenkilöiden kehonpaino	54
6.9 Koehenkilöiden pituus	54
6.10 Koehenkilöiden ikä	55
6.11 Koehenkilöiden BMI (Body mass index)	55
6.12 Korrelaatiot eri mittaustulosten välillä	56
6.13 Suhteelliset voima-arvot	57
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	58
7.1 Tutkimuksen luotettavuustarkastelu	61
7.2 Pohdintaa tulosten perusteella	63
7.3 Jatkotutkimusehdotukset	65
7.4 Tutkimuksessa vastaan tulleet ongelmat ja haasteet	66
LÄHTEET	67
LIITTEET	73

LENTOKADETTIEN AMMATILLISTEN KUNTO-OMINAISUUKSIEN KEHITTYMINEN OPISKELUAIKANA

1 JOHDANTO

Hävittäjälentäjän työ mielletään usein, aiheestakin, fyysisesti varsin rasittavaksi työksi. Aktiivisessa hävittäjälentotoiminnassa oleva lentäjä altistuu päivittäin useita kertoja fyysisesti kehoa kuormittaville tekijöille, kuten esimerkiksi koneen liikehtelemisestä aiheutuville kiihtyvyysoimille. Suuret ja pitkäkestoiset kiihtyvyysoimat aiheuttavat räsitystä lentäjän keholle ja säilyttääkseen toimintakykynsä on lentäjän lihastyön avulla ponnistettava kiihtyvyysoimia vastaan, mikä edelleen rasittaa lentäjää fyysisesti.

”Kiihtyvyysoimien vaikutuksessa lentäjän tukiranka altistuu normaaliin painovoimaan verrattuna moninkertaiselle kuormitukselle. Selän ja erityisesti niskan lihaksiston tehtävänä on tällöin sekä tukea että suojata luustoa ja pehmytkudoksia. Hyvä voimaominaisuuksien taso auttaa lentäjää selviytymään yksittäisestä vastaponnistuksesta suorituskypyn laskematta. Silloin muihin lentoon liittyviin keskeisiin tehtäviin on käytettävissä enemmän kapasiteettia kuin huonommalla voimatasolla”. (Rintala 1996, 28.)

Kiihtyvyysoimat, eli g-voimat moninkertaistavat massan ja näin ollen aiheuttavat räsitystä lentäjän tukirangalle ja koko elimistölle. Hawk suihkuharjoitushävittäjän heittoistuimen muotoilu on suunniteltu erityisesti heittoistuinhyppytilanteeseen, jossa istuimen tehtävä on tukea ohjaajan kehoa suurissa kiihtyvyyksissä. Näin ollen heittoistuimen ergonomia ei ole lentäjän kannalta paras mahdollinen. (Luoma-aho 2005, 1.) Huonon istuma-asennon ja suurten kiihtyvyyksien yhdistelmä aiheuttaa lentäjän keholle entisestään kuormitusta, jonka johdosta niska- ja selkävaivat ovat erittäin yleisiä sotilaslentäjillä. Työn rasittavuuden vuoksi niska- ja selkävaivoja voidaan sanoa jo lentäjien ammattitaudiksi. (High G 1998.)

Sotilaslentäjien työnkuormittavuudesta johtuen lentäjien hyvä fyysinen suorituskyyky on ehdottoman tärkeää, jotta lentäjä pystyy säilyttämään operatiivisen toimintakykynsä koko lentouran ajan. Sotilaslentäjien fyysisen voiman vaatimuksiin on kiinnitetty erityisen paljon

huomiota 1990-luvulta lähtien, koska käytössä oleva Hawk suihkuharjoitushävittäjä todettiin olevan lentäjälle fyysisesti kuormittavampi kone kuin aiemmat harjoitushävittäjät. Myös vuonna 1995 käyttöön tullut F-18 Hornet torjuntahävittäjä on suorituskyvyltään aikaisempia hävittäjiä suorituskykyisempi ja näin ollen pystyy kehittämään suurempia kiihtyvyyksiä. Suuret ja nopeasti kehittyvät kiihtyvyydet asettavat suuria vaatimuksia sotilaslentäjän fyysiselle kunnolle.

Fyysisesti rasittavan lentotoiminnan lisäksi sotilaslentäjältä edellytetään hyviä kunto-ominaisuuksia myös poikkeus- ja hätätilanteita varten. Sotilaslentäjän on esimerkiksi kyettävä pelastautumaan heittoistuinhyppyn jälkeen vaativissakin olosuhteissa, myös mahdollisen kriisin aikana. Tämä asettaa selviä vaatimuksia lentäjän fyysiselle kestävyydelle.

Sotilaslentäjän työnkuormittavuudesta johtuen Puolustusvoimien yleisesti käyttämät kuntotestit eivät anna yksinään riittävää kuvaa sotilaslentäjän fyysisen kunnan tasosta ja riittävydestä sotilaslentämiseen. Tämän vuoksi Ilmavoimissa on otettu koekäyttöön fyysisen kunnan mittaamenetelmät, joiden avulla voidaan mitata niin sanottuja ammatillisia kunto-ominaisuuksia, eli juuri niitä fyysisen kunnan ominaisuuksia, joita sotilaslentäjältä vaaditaan.

Ilmavoimien ohjaajakurssille hakevia henkilöitä on testattu Keskussotilassairaala Tilkassa vuodesta 1997 lähtien suomalaisen New Test Oy:n valmistamalla vartalovoimadynamometrillä, kontaktimatolla ja heittoporttitestillä. Testi ajoittuu valintatestien viimeiseen vaiheeseen ja pitää sisällään muun muassa isometrisiä maksimivoimatestejä. Testin tarkoituksena on saada tieto hakijan fyysisen voiman tasosta ja sen riittävydestä sotilaslentäjän koulutukseen ennen kuin kyseinen henkilö aloittaa varusmiespalveluksen ohjaajan alkeiskurssilla.

Seuraava testi lentäjälle pidetään noin kahden vuoden opiskelun jälkeen Kuortaneen urheiluopistolla, jossa testattavan fyysistä voimaa mitataan samantapaisella vartalovoimadynamometrillä kuin Tilkassa. Testilaitteisto on kuitenkin erilainen kuin valintatesteissä käytetty testilaitteisto, joten Kuortaneen urheiluopistolla suoritettujen voimamittauksien tuloksia ei voi vertailla suoraan keskenään tutkittaessa voimaominaisuuksien kehittymistä. Myös eri testaajan käyttö Kuortaneen testeissä aiheuttaa vertailukelpoisuuden puutetta testien välille.

Tämän työn tarkoituksena on suorittaa luotettavat ja vertailukelpoiset testit kohdejoukolle, jotta voidaan tarkastella, onko voimaominaisuuksissa tapahtunut kehitystä valintavaiheesta

viimeisen opiskeluvuoden alkuun. Kohdejoukko on kadettikurssi 89:llä opiskelevat lentokadetit, jotka ovat aloittamassa fyysisesti vaativaa HW-2 koulutusvaihetta. HW-2 lentokoulutusohjelma etenee intensiivisesti ja sisältää pääasiassa ilmataistelukoulutusta, jonka aikana ohjaajat altistuvat suurille kiihtyvyyksille. Kyseisen koulutusohjelman aikana, lentäjät joutuvat lentämään fyysisesti rasittavia lentoja useita kertoja päivässä, useina peräkkäisinä päivinä. Koulutusohjelman vaativuudesta johtuen kadettien fyysisen kunnon tulisi olla hyvä ennen HW-2 lentokoulutusohjelman alkua.

1.1 Tutkimusongelmat ja tavoitteet

Tässä tutkimuksessa on tavoitteena tarkastella, miten kadettien fyysinen suorituskyky, nimenomaan fyysisen voiman osalta, kehittyy hakuvaiheen voimanmittauksista viimeisen opiskeluvuoden alkuun. Tarkasteluväliksi muodostuu näin ollen noin neljä vuotta. Laajentaakseni tutkimusta, olen ottanut tutkimukseen mukaan myös fyysisen kestävyuden osa-alueita mittaavia testejä. Näiden avulla on mahdollisuus tutkia laajemmin sotilaslentäjien kunto-ominaisuuksia ja saada laajempi kuva kohdejoukon fyysisestä kunnosta. Tutkimusongelmana on, miten lentokadettien ammatilliset kunto-ominaisuudet kehittyvät opiskeluaikana.

1.2 Tutkimuskohde

Pro gradu -työni aiheena on lentokadettien ammatillisten kunto-ominaisuuksien kehittyminen opiskeluaikana. Ammatillisilla kunto-ominaisuuksilla tarkoitetaan tässä yhteydessä isometrisiä maksimivoimatestejä, anaerobista tehoa mittaavaa hyppytestiä, ylävartalon voimantuottoa mittaavaa heittoporttitestiä ja polkupyöräergometritestiä. Edellä mainittujen testien avulla mitataan ohjaajan alkeiskurssille hakevien henkilöiden soveltuvuutta sotilaslentäjän ammattiin. Pro gradu -työssäni tutkin kohderyhmän kunto-ominaisuuksien kehittymistä valintatesteistä kadettikurssin viimeisen opiskeluvuoden alkuun.

1.3 Tutkimusmetodi

Tutkimukseni on kvantitatiivinen tutkimus. Kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusta voidaan nimittää myös tilastolliseksi tutkimukseksi. Määrällisen tutkimuksen avulla selvitetään

lukumääriin ja prosenttiosuuksiin liittyviä kysymyksiä sekä eri asioiden välisiä riippuvuuksia tai tutkittavassa ilmiössä tapahtuneita muutoksia. (Heikkilä 2001, 16 - 18.)

Kvantitatiivinen tutkimus vaatii riittävän suurta ja edustavaa otosta. Määrällisessä tutkimuksessa asioita pyritään ilmaisemaan numeeristen suureiden avulla ja tulokset havainnoidaan taulukoin ja kuvioin. Yleensä pystytään kartoittamaan olemassa oleva tilanne, mutta ei pystytä riittävän hyvin selvittämään asioiden syitä. Tämän vuoksi kvantitatiivista tutkimusta kritisoidaan usein pinnallisuudesta, koska tutkija ei pääse riittävän syvälle tutkittavien maailmaan. Kvantitatiivinen tutkimus pyrkii sen sijaan yleistykseen ja vaatii riittävän suurta otosta, eikä sen tarkoituksena ole yksittäisen ihmisen kokemukset. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa tarvittavat tiedot hankitaan erilaisista muiden henkilöiden keräämistä tilastoista, rekistereistä tai tietokannoista tai tiedot kerätään itse. (Heikkilä 2001, 16 -18.)

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa korostetaan yleispäteviä syyn ja seurauksen lakeja. Kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien taustana on realistinen ontologia eli filosofian osa, joka yrittää selvittää millainen tosiolevainen on. Tämän mukaan todellisuuden rakentuminen koostuu objektiivisesti todettavista tosiasioista. Tämän ajattelutavan synnyttänyt suuntaus korosti sitä, että kaikki tieto on peräisin suorasta aistihavainnosta ja loogisesta päättelystä. Keskeisiä tätä tutkimustyötä koskevia asioita kvantitatiivisessa tutkimuksessa ovat hypoteesin esittäminen, koejärjestelyt ja aineiston keruu, jotka soveltuvat numeraaliseen mittaamiseen, koehenkilöiden valinta, aineiston saattaminen tilastollisesti käsiteltävään muotoon sekä päätelmien teko havaintoaineiston tilastolliseen analysointiin perustuen esimerkiksi tulosten kuvailu taulukoiden ja kaavioiden avulla. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2002, 129.)

Keskeistä kvantitatiivisessa tutkimuksessa on aiempien tutkimusten johtopäätökset, aiemmat teoriat, hypoteesien esittäminen sekä käsitteiden määrittely. Koejärjestelyt, tutkittavien henkilöiden valinta ja tilastollisten analysointimenetelmien valinta ovat myös keskeisessä asemassa kvantitatiivisessa tutkimuksessa. (Hirsjärvi ym. 2004, 131.)

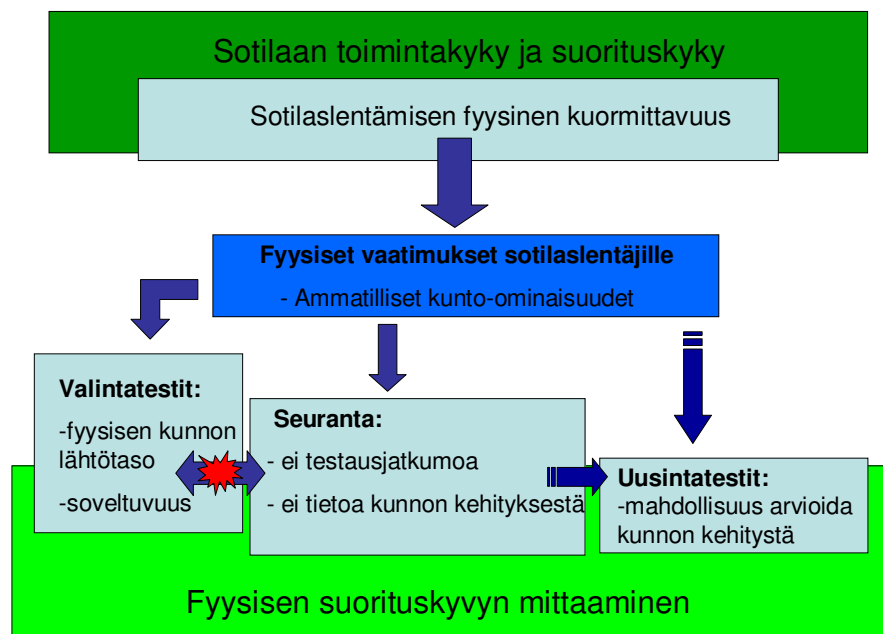
Kvantitatiivisesta tutkimuksesta käytetään monia nimityksiä, kuten hypoteettis-deduktiivinen, eksperimentaalinen ja positiivinen tutkimus. Määrällisen tutkimuksen alkujuuret ovat luonnontieteissä, ja monet tutkimukselliset menettelytavat ovat samantapaisia näillä aloilla. Kvantitatiivista tutkimusta käytetään paljon sosiaali- ja yhteiskuntatieteissä. (Hirsjärvi ym. 2004, 130.)

Tutkimusaineistoa hankittaessa on päätettävä, mikä on kohderyhmä ja mikä tiedonkeruumenetelmä tilanteeseen parhaiten soveltuu. Pro gradu -työssäni vertailen kahden samanlaisen testitilanteen tuloksia ja näin ollen vertailen testitulosten muutoksia. Käytän vanhoja dokumentteja valintatestien osalta ja uusintatellit pidän itse.

1.4 Tutkimuksen viitekehys

Tutkimusraportti muodostuu neljästä pääosasta: johdanto, tutkimuksen viitekehukseen kuuluva teoriaosuus, empiirinen osuus ja johtopäätökset. Ensimmäinen luku käsittää johdatuksen tutkimuksen taustaan eli tutkimusongelmaan, tavoitteisiin ja tutkimusmenetelmiin. Johdannon ensisijaisena tehtävänä on esittää lukijalle työn lähtökohdat tutkimuksen kokeelliselle osiolle.

Tutkimuksen viitekehyksessä on kaksi osa-aluetta. Toinen osa-alue on sotilaslentämisen fyysinen kuormittavuus osana sotilaan toiminta- ja suorituskykyä. Tutkimuksessa lähestytään sotilaslentäjältä vaadittavaa suorituskykyä sotilaspedagogiikan näkökulmasta. Toinen osa-alue koskee fyysisen suorituskyvyn osa-alueita, kuten fyysistä voimaa ja kestävyyttä sekä niiden testaamista. Lisäksi fyysisen suorituskyvyn ja sen mittaamista käsittelevässä luvussa esitellään Ilmavoimien käyttämiä fyysisen kunnan testejä.



Kuvio 1. Tutkimuksen viitekehys

1.5 Tutkimusaineisto

Tutkimustyöni aineisto on sekä primaari- että sekundaariaineistoa. Primaariaineistolla tarkoitetaan tutkijan itsensä hankkimaa välitöntä, empiirisistä aineistoa tutkittavasta kohteesta. Sekundaariaineistolla puolestaan tarkoitetaan muiden tutkijoiden keräämiä aineistoja. (Hirsjärvi ym. 2004, 175.) Pro gradu -työssäni primaariaineistoa edustaa uusintatestien mittaustulokset ja sekundaariaineistoa valintatestien testitulokset.

Tutkimukseni primaariaineiston kerääminen on melko yksinkertaista, mutta on olemassa satunnaisvirheiden riski. Satunnaisvirhe voi aiheutua esimerkiksi vartalovoimadynamometrin voima-anturin näyttölaitteen lukuvirheen vuoksi. Satunnaisvirheet aiheuttavat puutteellisen reliabiliteetin. Reliabiliteetilla tarkoitetaan kykyä tuottaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Tulosten sattumanvaraisuus riippuu tiettyyn rajaan asti myös otoksen koosta. (Heikkilä 2001, 187.)

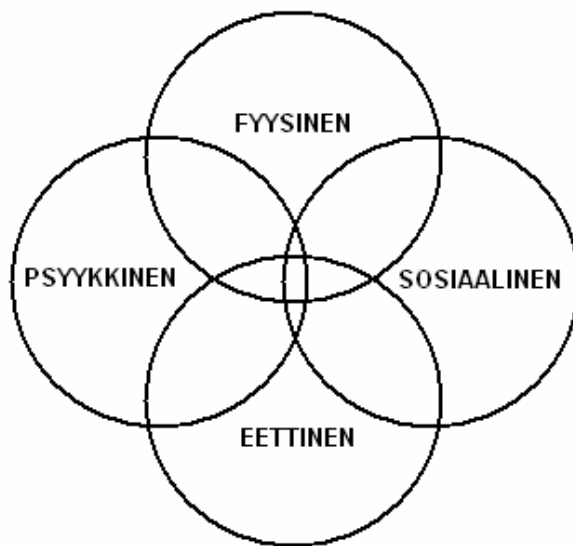
Valintavaiheen voimatestit on tehty kahdelle koehenkilölle Keskussotilassairaala Tilkassa keväällä 2000 ja yhdelletoista koehenkilölle keväällä 2001. Uusintatestit suoritettiin Kauhavan varuskunnan terveystasemalla syys- ja lokakuussa 2005.

2 TOIMINTAKYVYN JA SUORITUSKYVYN MÄÄRITTÄMINEN

2.1 Toimintakyky ja suorituskyky sotilaspedagogiikassa

Toimintakyvyn määrittely vaihtelee suuresti riippuen lähestymistavasta. Liikuntatieteessä toimintakyky lähestyy suorituskykyä ja sen harjoittamista kun puolestaan lääketieteessä toimintakyky nähdään terveyden ja sairauden käsitteistä lähtien. Lääketieteen näkökulmasta työssä tarvittava toimintakyky riippuu lukuisista fyysisistä ja psyykkisistä tekijöistä. Lisäksi työssä tarvittava toimintakyky liitetään olennaisesti ikään. (Kyröläinen 1998, 25.)

Sotilaspedagogiikassa sotilaan toimintakyvyllä tarkoitetaan sitä, että yksilö pystyy toimimaan sodanajan tehtävissään tilanteen mukaisesti käyttämällä oppimiaan tietoja, taitoja sekä kuntoa. Toimintakykyä ajatellaan kokonaisuutena, joka muodostuu neljästä osatekijästä: fyysisestä -, psyykkisestä -, eettisestä - ja sosiaalisesta osatekijästä. (Toiskallio 1998, 25 – 26.)



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

Yleisesti ottaen sotilaan toimintakyvystä puhuttaessa tarkoitetaan sotilaan operatiivista toimintakykyä, eli sitä kykyä, jolla yksittäinen sotilas suoriutuu sotatilanteesta tai alemman asteen kriisitilanteesta.

Fyysinen suorituskyky on yksi toimintakyvyn osa-alue ja sillä tarkoitetaan ihmisen kykyä tehdä kuntoa ja taitoa vaativaa lihastyötä. Fyysinen kunto muodostaa motoristen taitojen kanssa fyysisen suorituskyvyn, joka on kiinteästi yhteydessä ihmisen psyykkiseen toimintakykyyn ja motivaatioon. (Kyröläinen ym. 2003, 12.) Fyysinen kunto koostuu fyysisen suorituskyvyn eri osa-alueista, kuten kestävydestä, voimasta ja nopeudesta (Toiskallio 1998, 27).

Suorituskyvyn osatekijöihin kuuluvat:

- ❖ kestävyys
 - anaerobinen kestävyys
 - aerobinen kestävyys
- ❖ nopeus
- ❖ voima
- ❖ liikkuvuus
- ❖ motorinen taito
 - koordinaatio

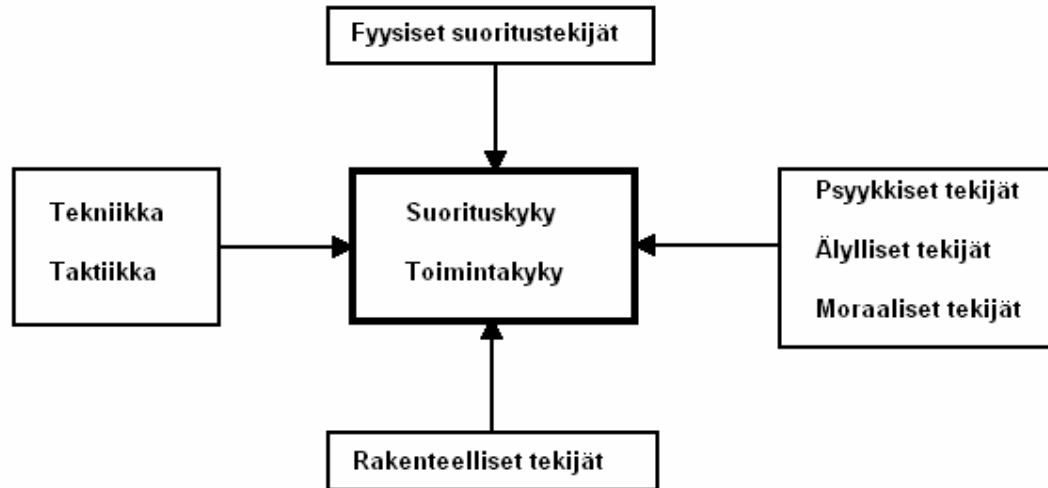
(Holopainen & Sastamala 1988, 38.)

Fyysistä voimaa voidaan pitää perusominaisuutena, jota tarvitaan kaikessa työssä ja eri tehtävissä taistelukentällä. Fyysinen voima voidaan edelleen jakaa supistumistavan mukaan isometriseen ja dynaamiseen voimantuottoon. Puolestaan energiatuoton näkökulmasta jako tehdään yleisesti maksimi-, nopeus- ja kestovoimaan. (Häkkinen 1990, 22 ja 41.)

Suorituskyvyn osatekijä nopeus on hermolihasarjostelmän osalta periytyvä ominaisuus, johon voidaan vaikuttaa voimaominaisuuksia kehittämällä. Nopeus voidaan jakaa yleisesti perus-, reaktio-, räjähtävään ja liikenoiteuteen sekä nopeustaitavuuteen. (Mero 1989, 255 – 259.)

Sotilaan suorituskyvyn vaatimuksia tarkasteltaessa on otettava huomioon nykyaikaisen taistelukentän vaatimukset, jotka korostavat taistelijan ja taistelunjohtajan fyysisen suorituskyvyn merkitystä. Taistelijan on kyettävä suoriutumaan tehtävissään useita vuorokausia raskaan taisteluvarustuksen kanssa. (Viskari ym. 1999.) Nykyaikaisen taistelukentän asettamat vaatimukset ovat kasvaneet siitä huolimatta, että sodankäynti on muuttunut teknisemmäksi. Puolustusvoimien tavoitteena on fyysisen koulutuksen avulla tuottaa suorituskykyinen sodanajan joukko, joka kykenee täyttämään menestyksellisesti oman

puolustushaaran, aselajin ja koulutushaaran mukaiset taistelutehtävänsä vähintään kaksi viikkoa kestävä taistelukokemuksen ajan sekä pystyttävä vielä sen jälkeen keskittämään kaikki voimavaransa 3-4 vuorokautta kestäväan ratkaisutaisteluun. (PEKoul-Os PAK C 01:03.)



Kuvio 3. Toimintakykyyn ja suorituskykyyn vaikuttavia tekijöitä. (Toiskallio ym. 1998, 26).

Taistelukentän asettamista vaatimuksista johtuen taistelijalta vaaditaan monipuolisia voimaominaisuuksia sekä lihastasapainoa ja koordinaatiokykyä. Fyysisten vaatimusten perusteella on arvioitu, että nykyisillä kuntotesteillä mitattuna varusmiesten fyysisen suorituskyvyn tulisi olla seuraavanlainen:

Kestävyys: 12-minuutin juoksutesti vähintään 2800 metriä
Lihaskunto: Lihaskuntoindeksi vähintään hyvä indeksi (Santtila 2001)

Varusmiesten lihaskuntoindeksi muodostuu seuraavien liikkeiden tuloksista: istumaan noususta, etunojapunnerruksesta, käsinkohonnasta, selkälihasliikkeestä ja vauhdittomasta pituudesta. (Pääsikunnan koulutusosasto 2000a).

Sotilaslentäjän toimintakykyä ja fyysistä suorituskkyä tarkasteltaessa pitää ottaa huomioon sotilaslentäjän ammatin asettamat erityisvaatimukset, jotka poikkeavat niin sanotun tavallisen sotilaan vaatimuksista. Erityisvaatimukset johtuvat muun muassa sotilaslentämisen fyysisestä kuormittavuudesta ja erilaisesta työympäristöstä verrattuna tavallisen sotilaan tehtäviin. Tämä tutkimus lähestyy fyysisen suorituskyyyn erityisvaatimuksia pääasiassa fyysisen suorituskyyyn näkökulmasta ja erityisesti sotilaslentäjän tarvitseman fyysisen voiman näkökulmasta.

2.2 Sotilaslentäjän työn kuormittavuus

Sotilaslentäjän työn kuormittavuus muodostuu karkeasti jaettuna henkisestä ja fyysisestä kuormittavuudesta. Tässä tutkimuksessa ei käsitellä sotilaslentämisen henkistä kuormittavuutta vaan paneudutaan fyysisen kuormittavuuden osa-alueelle.

Sotilaslentämisen fyysinen kuormittavuus aiheutuu muun muassa kiihtyvyysoimista ja ohjaamon ergonomiasta. Kiihtyvyydellä tarkoitetaan maan vetovoimasta johtuvaa kiihtyvyyttä, joka on normaalisti maanpinnalla liikuttaessa päästä jalkoihin vaikuttava voima. Tätä voimaa kutsutaan maan vetovoimaksi ja siitä käytetään merkintää = 1g ($g = 9,81\text{m/s}$). Ilmailulääketieteessä kiihtyvyyksiä, hidastuvuuksia sekä inertiaivoimia kuvataan yleisesti kolmen akselin (X, Y ja Z) suhteen. Nykyaikaisissa hävittäjissä lentäjä altistuu nopeasti muuttuville ja pitkäkestoisille kiihtyvyyksille, jotka erikoisesti suuntautuvat päästä jalkoihin, eli positiiviselle kiihtyvyydelle. (Vapaavuori, Sorsa, Nurmi & Kuronen 1992, 130 – 147.)

	INERTIAVOIMAN SUUNTA	LENTOLIIKE
	+GZ	Päästä jalkoihin
-GZ	Jaloista päähän	Oikaisu noususta ulkopuoliset liikkeet
+GX	Rinnasta selkään	Lähtökiihdytys nopeuden lisäys
-GX	Selästä rintaan	Nopea jarrutus jarrusivекkeen käyttö
+/- Gy	Sivulta toiselle	Sivuttaisliikkeet

Kuvio 4. Elimistöön vaikuttavien kiihtyvyysoimien merkintätapa vaikutussuunnan mukaan. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 12.)

Ohjaamon ergonomiaan puolestaan vaikuttaa esimerkiksi heittoistuimen muoto ja asento, jossa ohjaaja joutuu istumaan. Hawk harjoitushävittäjän on todettu aiheuttavan istuimesta johtuen oireita tuki- ja liikuntaelimissä. Tavallisimmat oireet ovat alaselän puutuminen, niska-hartiaseudun sekä yläselän särky ja kireys. (Rintala & Korte 2001.)

Nykyaikaisten hävittäjien ja harjoitushävittäjien, kuten ilmavoimilla käytössä olevat F-18 Hornetin ja Hawkin, suorituskyky mahdollistaa lentotehtävien aikana suuria kiihtyvyyksiä, jotka ylittävät moninkertaisesti maan vetovoiman aiheuttaman kiihtyvyyden. BA Hawk-harjoituskone on käyttökänsä aikana osoittautunut lentäjille fyysisesti erittäin kuormittavaksi. F-18 Hornet on suorituskykynsä vuoksi jopa vielä vaativampi, sillä se pystyy kehittämään kiihtyvyyttä ja lisäämään sitä nopeammin ja enemmän sekä ylläpitämään kiihtyvyyttä pidempään kuin aikaisemmin ilmavoimilla käytössä olleet koneet. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 11.)

Liikehtimiskykyisempien suihkühävittäjien yleistymisen on aiheuttanut lentäjiin kohdistuvan rasituksen kasvua. Esimerkiksi niskavaivat vaikuttavat selkeästi työskentelyyn aiheuttamalla lentorajoituksia ja lentokieltoja. Ongelman laajuuden vuoksi aiheutta koskeva tutkimustoiminta on Suomessa ja ulkomailla kasvanut. (Arokoski ym. 1996, 8.) Lentorajoitukset aiheuttavat selviä rajoituksia lentäjän kykyyn suorittaa lentotehtäviä ja näin ollen heikentää kykyä toimia operatiivisissa tehtävissä. Lentokielto puolestaan asettaa täydellisen esteen lentotehtävien suorittamiselle.

Koneiden aiheuttamat suuret kiihtyvyydet vaativat lentäjän elimistöltä lähes maksimaalista suoritusta, jotta lentäjän toimintakyky säilyisi. Varsinaisen kiihtyvyyden aiheuttaman kuormituksen lisäksi lentäjän keho rasittuu vastapönnistuksesta, jolla pyritään säilyttämään toimintakyky kiihtyvyysoimien alaisena. Vastapönnistus sekä varsinainen kiihtyvyys rasittaa lentäjän tukirankaa ja raajoja suurilla kiihtyvyyssarvoilla ja erityisesti niska-hartiaseudun lihakset ja kaularanka ovat suuren kuormituksen alaisia. Suuren tai pitkäkestoisen G:n vaikutus voi aiheuttaa tukirangan välilevyjen pullistumia tai repeämiä. Tämän vuoksi lentäjien lihaskuntoharjoittelussa niska-hartiaseudun harjoitteet ovat tärkeässä asemassa, koska niiden avulla voidaan ehkäistä kaularangan ja hartiasiaseudun ongelmia. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 13 – 17.)

Juha Oksan ym. (1999, 556 - 560) tekemän tutkimuksen mukaan kaartotaistelu harjoituslennolla keskimääräinen kuormittuminen ylittää staattiselle työlle annetut suoritusarvot kaulan ja selän osalta. Kiihtyvyyden aiheuttamia kuormitushuippuja esiintyy

usein varsinkin kaulan ja osittain selän alueella ja niiden suuruus voi monin kerroin ylittää tahdonalaisen maksimaalisen kapasiteetin, aiheuttaen potentiaalisen terveys- ja tapaturmariskin. Tutkimuksen mukaan myös kuormitushuippujen taso sekä esiintyvyyden runsaus asettavat lentäjien maksimaaliselle lihasvoimalle ja maksimivoimien siedolle, etenkin niska-hartiaseudun osalta selkeästi suuremmat vaatimukset kuin normaaliväestölle.

Tutkija Harri Rintalan vuosina 2004 - 2005 tekemän poikkileikkaustutkimuksen mukaan vuosittain noin 2 prosenttia lentävästä henkilökunnasta operoidaan pelkästään sotilaslentämisen aiheuttamien niskavammojen vuoksi. Ottaen huomioon lentävän henkilökunnan määrän, lukua voidaan pitää merkittävänä. (Rintala 2005.)

Suuret kiihtyvyydet, erityisesti pitkäkestoisina ja yhdistettynä kiihtyvyyden nopeaan kasvuun ja lentokypärän suureen painoon, aiheuttavat suuren riskitekijän niskan kuormittumiselle ja vammautumiselle. Varsinkin harjoitushävittäjän tai hävittäjän takaistuimella olevalle opettajalle tai lentomekaanikolle äkillinen G:n alaiseen liikkeeseen lähtö on vaarallinen, mikäli takana istuva ei ole varautunut kyseiseen liikkeeseen. (Green 1999, 152 – 153.) Sotilaslentäjien niskavammat saattavat lisääntyä jyrkästi, mikäli lentokypärän paino kasvaa. Painon kasvu voi johtua esimerkiksi yötoimintalaitteista, jotka kiinnitetään lentokypärään. (Balldin ym. 2003, 307.)

Jotta sotilaslentäjä pystyy säilyttämään toimintakykynsä toistuvien taistelulentoharjoitusten aikana, suurten kiihtyvyyksien alaisena, lentäjältä vaaditaan hyvää lihaskuntoa. Vaikka tutkijoiden keskuudessa ei ole yksimielisyyttä voimaharjoittelun vaikutuksesta G-sietokykyyn, useiden tutkimusten mukaan monipuolinen koko vartaloon kohdistuva voimaharjoittelu parantaa G-sietokykyä ja näin ollen lentäjän toimintakykyä kiihtyvyyksivoimien vaikutuksen alaisena. (Green 1999, 152.)

Teschin ym. (1983, 693 – 694) tekemän tutkimuksen mukaan lentäjien suorittaman lihasvoimaharjoittelun johdosta tahdonalainen maksimivoima kasvoi, joka vaikutti siihen, että lentäjän tarvitsi tehdä vähemmän lihastyötä saavuttaakseen tietyn voimatason vastaponnistuksen aikana. Samoin lihasten kyky kestää lihasjännitystä parani voimaharjoittelun myötä. Tutkimuksen tulosten perusteella todettiin, että kohtuullisen intensiivisellä voimaharjoittelulla on parantava vaikutus G-sietokykyyn.

Myös aerobisen kunnan vaikutusta G-sietokykyyn on tutkittu. Whinneryn ja Parnell'n (1987, 202 – 204) tekemän tutkimuksen mukaan pitkäkestoinen aerobinen harjoittelu ei paranna G-sietokykyä, mutta ei myöskään heikennä sitä. Vaikka G-sietokyky ei aerobisen harjoittelun myötä parane, on sillä todettu olevan kokonaissuorituskyvyn kannalta suuri merkitys.

Hävittäjän ohjaamossa tapahtuva lihastyö on luonteeltaan lähinnä isometristä lihastyötä, koska jännittäessään lihaksiaan lentäjä ei tuota varsinaista liikettä. Lihassupistuksen tarkoituksena on näin ollen vastustaa kehoon kohdistuvaa voimaa (G-voimat) mahdollistaen vastaponnistuksen, jonka avulla toimintakyky säilyy kiihtyvyysoimien vaikutuksen alaisena.

Sotilaslentäjän suorittamalla vastaponnistuksella tarkoitetaan lihaksilla tehtävää jännitystä yhdistettynä tietynlaisen hengitysrytmin käyttöön. Toimenpiteellä pyritään kohottamaan verenpainetta ylävartalossa ja päässä, jonka avulla pystytään säilyttämään näkökentän laajuus sekä tajunta. Vastaponnistuksessa suoritetaan pakotettu uloshengitys osittain tai kokonaan suljettua kurkunpäästä vasten samalla yhdenaikaisesti jännittäen alavartalon lihaksia, käsiä ja vatsalihaksia. Suurilla G:n arvoilla vaaditaan entistä kovempaa vastaponnistusta, jotta lentäjä pystyy säilyttämään tarpeeksi korkean verenpaineen ylävartalon alueella ja näin ylläpitääkseen toimintakykynsä. (Burton & Whinnery 1996, 247; Siitonen 2000, 40 - 41.)

Suuret kiihtyvyydet voivat aiheuttaa vastaponnistuksesta huolimatta tajunnan menetyksen ilman ennakkovaroitusta (G-LOC = G-induced Loss of Consciousness). Myös lentäjän väärin suorittama vastaponnistus voi aiheuttaa G-LOC:in. G-LOC:ia on tutkittu paljon ilmailulääketieteen alalla, koska G-LOC:in aiheuttamat ihmishengen menetykset ovat kasvaneet suihkukonekaluston kehityksen myötä. (Russell 1988, 1.)

Oikein suoritettu, tehokas vastaponnistus vaatii koordinoitua lihasten toimintaa ja on lentäjälle fyysisesti vaativa suoritus. Vastaponnistuksen tehokkuudella on kuitenkin selvä yhteys lentäjän kykyyn suorittaa ilmataisteluliikkeitä. (Epperson 1985, 534.) Näin tehokkaan vastaponnistuksen merkitys on oleellinen puhuttaessa lentäjän operatiivisen toimintakyvyn säilyttämisestä.

Sentrifugissa suoritetuissa ilmataistelun rasiudesta simuloivissa kokeissa (4.5 - 7.0 Gz) on havaittu, että vastaponnistuksen jälkeen kehon veren maitohappotasot ovat korkeita. Tämä on todisteena anaerobisesta, submaksimaalisesta työstä. Kun suuria G-kuormituksia sisältäviä lentoja lennetään monena peräkkäisenä päivänä, ratkaisevaksi tekijäksi muodostuu lentäjän kyky kestää kovia ja toistuvia anaerobisia kuormituksia ja palautua niistä. Tämä vaatii lentäjältä kestävyyttä, hyvää anaerobista kapasiteettia, lihaskuntoa, palautumiskykyä ja jatkuvaa lihahuoltoa. (Kuronen & Myllyniemi 1996, 18 – 19.)

Sotilaslentämisen kuormittavuus asettaa selviä vaatimuksia lentäjän fyysiselle kunnolle ja sotilaslentäjäksi pyrkiville. Valintavaiheessa tutkitaan hakijan kestävyysominaisuuksia, anaerobista tehoa ja voimaa, työn kuormittavuuden asettamien vaatimusten mukaisesti. Koska sotilaslentäjältä vaaditaan työssä isometrisen voiman tuottamista, on mielekästä jo valintavaiheessa testata hakijan kykyä tuottaa isometristä voimaa. Isometriset maksimivoimatestit suoritetaan valintatestien viimeisessä vaiheessa. Kehon kuormitettavuuden ja ryhdin kannalta vaikuttaja- ja vastavaikuttajasuhteet ovat tärkeitä ja isometrisellä testauksella pystytään arvioimaan karkeat tasapainoarvot staattisen lihasvoiman suhteen. (Ahonen & Lahtinen 1989, 318.)

2.3 Sotilaslentäjien lääketieteelliset valintamenettelyt

Sotilaslentämisen fyysisen kuormittavuuden vuoksi on asetettu tiettyjä fyysisen suorituskyvyn vaatimuksia, jotka eroavat muille sotilashenkilöille asetetuista kuntovaatimuksista. Fyysisen suorituskyvyn vaatimukset poikkeavat jo ohjaajakurssille valittaessa, koska Ilmavoimat haluaa varmistua hakijoiden kyvyistä aloittaa lentokoulutus turvallisesti ja samalla kartoittaa hakijan fyysisen voiman tasoa harjoitushävittäjäkoulutusta silmällä pitäen.

Valintatestien lihaskuntotestit

Ohjaajakurssille hakevien liikunnallista taipumusta ja fyysisen kunnan tilaa mitataan ensimmäistä kertaa valintatestien toisessa vaiheessa. Toisen vaiheen lihaskuntotestissä lihaskunnan mittaamiseen käytetään käsinkohontaa (leuanvetoa), etunojapunnerrusta, selkälihastestiä ja vatsalihastestiä sekä vauhditonta pituushyppyä. Suoritus aika leuanvetoa ja vauhditonta pituushyppyä lukuun ottamatta on 60 sekuntia. (PAK I 03:03). Testin

tarkoituksena on kartoittaa hakijoiden mahdollisuus siirtyä neljännen vaiheen fyysisen voiman testeihin.

Fyysinen kunto ilmaistaan indeksillä, joka saadaan kestävyys- ja lihaskuntotuloksen yhteistuloksesta. Naisille ja miehille on asetettu samat kriteerit, koska altisteet ovat molemmille sukupuolille samat.

Testin jokaisesta osasuorituksesta saa pisteitä 0-3. Huono = 0p, tyydyttävä = 1p, hyvä = 2p, ja kiitettävä 3p. Osasuoritusten pisteet lasketaan yhteen ja saatu tulos määritetään alla olevan taulukon perusteella.

Taulukko 1. Kuntoluokkataulukko.

Testi	Huono	Tyydyttävä	Hyvä	Kiitettävä
Vauhditon pituus	alle 2.00 m	2.00 m	2.20 m	2.40 m
Leuan veto	alle 6	6	10	14
Vatsalihastesti	alle 32	32	40	48
Etunojapunnerrus	alle 22	22	30	38
Selkälihastesti	alle 40	40	50	60
Lihaskuntoluokka	0-4 pistettä	5-8 pistettä	9-12 pistettä	13-15 pistettä

(IlmavE h-os PAK I 3:3.)

Lentäjäksi pyrkivien kuntotestien läpikäymiseen vaaditaan vähintään yhteispistemäärä, joka oikeuttaa arvosanaan hyvä tai kiitettävä. Huonommin menneet osa-alueet voi paikata suoriutumalla hyvin toisessa osa-alueessa. Kyseinen testimalli mittaa yleistä lihaskuntoa eikä keskity johonkin tiettyyn lihasryhmään.

Valintatestien viimeisen vaiheen lihaskuntotestit

Valintatestien viimeisessä, eli neljännessä vaiheessa hakijoille tehdään perusteellisempi lihasvoimatesti. Tässä vaiheessa testattavia henkilöitä on vuosittain alle sata. Testi sisältää

vartalovoimadynamometrin, heittoporttitestin sekä hyppytestin. Fyysisen voiman testien tarkoituksena on testata hakijan soveltuvuutta fyysisen voiman osalta sotilaslentäjäkoulutukseen ja -ammattiin. Lisäksi testeillä kartoitetaan hakijan liikunnallisia tottumuksia.

Heittoporttitesti

Heittoporttitestissä testataan ylävartalon ja käsien dynaamista voimaa. Testissä koehenkilö heittää 1 kg:n 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. (Oksa ym. 1997, 167; Tossavainen 2004, 42.)



Kuvio 5. Heittoporttitesti

Anaerobista tehoa mittaava hyppytesti

Hyppytestissä testattava henkilö suorittaa kontaktimatolla 16 sekunnin ajan 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”. (Oksa ym. 1997, 166.)



Kuvio 6. Anaerobista suorituskkyä mittaava hyppytesti.

Vartalon ojentajien isometrinen maksimivoima

Vartalon ojentajien maksimivoimaa, eli selän ja lantion ojentajien maksimivoimaa mitataan vartalovoimadynamometrillä. Testissä koehenkilö seisoo vartalovoimadynamometrissä kasvot dynamometriin päin ja ojentaa vartalooaan taaksepäin, kohti selkätukea. Selkätuessa oleva venymäliuska-anturi mittaa siihen kohdistuvan voiman.



Kuvio 7. Vartalon ojentajien isometrinen maksimivoima.

Vartalon koukistajien isometrinen maksimivoima

Vartalon koukistajien, eli vatsan ja lantion koukistajien maksimivoima mitataan vartalovoimadynamometrissä. Testattava seisoo dynamometrissä selkä kohti dynamometriä ja koukistaa ylävartalonsa kohti rintatukea. Rintatuessa oleva venymäliuska-anturi mittaa siihen kohdistuneen voiman.



Kuvio 8. Vartalon koukistajien isometrinen maksimivoima

Niskan maksimaalinen ojennusvoima

Kaularangan lihasten maksimaalista ojennusvoimaa testataan vartalovoimadynamometrissä. Testissä koehenkilö seisoo kasvot dynamometristä poispäin. Testattava on tuettuna rinnasta ja lantiosta pystysuoraan asentoon. Testattava henkilö ojentaa pään maksimaalisesti taaksepäin, jolloin venymäliuska-anturi mittaa tuotetun maksimivoiman.



Kuvio 9. Niskan ojentajien isometrinen maksimivoima.

Niskan koukistajien isometrinen maksimivoima

Kaularangan lihasten maksimaalista koukistusvoimaa mitataan samalla pääperiaatteella kuin kaularangan lihasten ojennusvoimaa. Erona on kuitenkin testattavan asento dynamometrissä. Testattava seisoo kasvot dynamometriin päin koukistaen päätään maksimaalisesti eteenpäin. Venymäliuska-anturi mittaa tuotetun voiman.



Kuvio 10. Niskan koukistajien isometrinen maksimivoima.

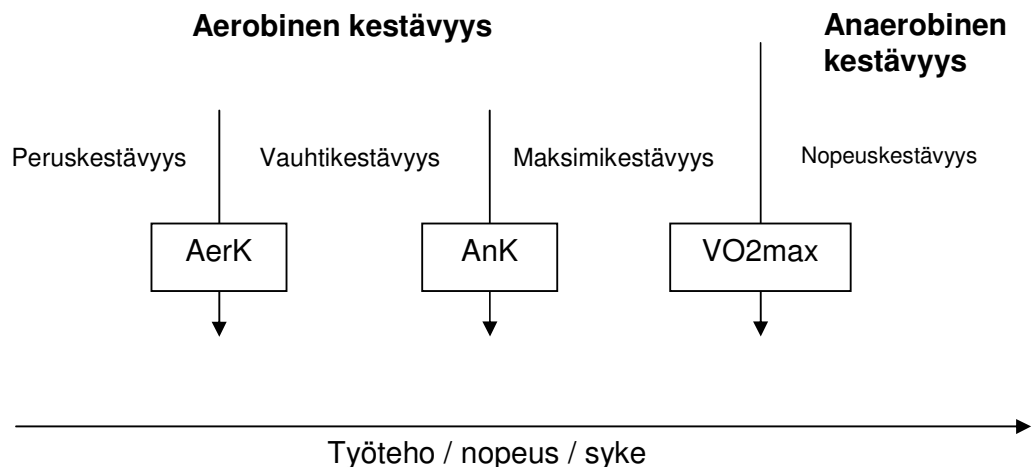
3 FYYSINEN SUORITUSKYKY JA SEN MITTAAMINEN

3.1 Kestävyys

Kestävyys on fyysinen perusominaisuus, joka voidaan määrittää elimistön kykyä vastustaa väsymystä fyysisen kuormituksen aikana. Kestävyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat hengitys- ja verenkiertoelimistön kunto, lihasten aineenvaihdunnan ja hermoston toiminta. Kestävyys harjoittelulla voidaan parantaa hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa sekä lihasten aerobista aineenvaihduntaa. (Nummela 2004, 51.)

Kestävyys voidaan jakaa energia-aineenvaihdunnan perusteella aerobiseen ja anaerobiseen kestävyteen. Aerobisessa suorituksessa elimistö saa riittävästi happea energian tuottamiseen eli aerobisessa työssä vallitsee tasapainotila hapen saannin ja kulutuksen välillä. Anaerobisessa suorituksessa puolestaan elimistö ei saa tarpeeksi happea energian tuottamiseen ja näin ollen syntyy happivajetta. (Rintala 1996, 24.)

Kestävyys voidaan jakaa myös neljään eri osa-alueeseen suoritustehon mukaan: aerobiseen peruskestävyyteen, vauhtikestävyteen, maksimikestävyteen ja nopeuskestävyyteen.



Kuvio 11. Kestävyyden eri osa-alueet. (Nummela 2004, 51.)

Kestävyys suorituskyky perustuu fyysisestä suorituksesta riippumatta maksimaaliseen aerobiseen energiantuottokykyyn (VO_{2max}), pitkäkestoiseen aerobiseen kestävyyteen, suorituksen taloudellisuuteen sekä hermo-lihasjärjestelmän voimantuottokykyyn. (Nummela ym. 2004, 333.)

Kestävyuden mittaaminen

Aerobista kuntoa arvioidaan mittaamalla elimistön maksimaalista hapenottokykyä (VO_{2max}) joko suorilla maksimitesteillä tai epäsuorasti arviointimenetelmillä. Maksimaalinen hapenottokyky (VO_{2max}) on ominaisuus, jossa yhdistyy kaikki hapen sisäänottoon, kuljettamiseen, välittämiseen ja käyttämiseen erikoistuneiden elinten ja kudosten toimintakyky. Maksimaalisen hapenottokyvyn mittaaminen suoralla menetelmällä perustuu hengityskaasuanalyysiin. VO_{2max} voidaan mitata joko yhdellä 5-10min kestoisella maksimisuorituksella tai nousujohteisella kuormituksella, kuten polkupyöräergometrillä tai juoksumatolla. (Nummela ym. 2004, 359.)

Tavallisimmin kuormitusmuotona käytetään polkupyöräergometriä tai juoksumattoa. Näissä koe suoritetaan standardoiduissa laboratorio-olosuhteissa. Hiihto- ja soutuergometrejä käytetään lähinnä ainoastaan lajien kilpaurheilijoiden testaamiseen. Lisäksi on olemassa testejä kenttäolosuhteisiin, kuten askeltamis-, kävely- ja juoksutestejä. (Mänttari ym. 1999, 40.)

Nousujohteisessa maksimitestissä kuormitusportaat ovat tasavauhtisia ja kestoltaan 2-3 minuuttia pitkiä. Ensimmäinen kuorma on niin matalatehoinen, että elimistön energiantuottotapa on puhtaasti aerobinen ja se toimii samalla verryttelykuormituksena. Jokaisella uudella kuormitusportaalla tehoa nostetaan asteittain kunnes testattava ei pysty enää suorittamaan uutta kuormitusportasta. Testattavan hapenkulutus kasvaa suorassa suhteessa kuormituksen kasvuun, mutta maksimitestin lopussa saavutetaan kohta, jossa hapenkulutus ei enää nouse kuormitustehon kasvustakaan huolimatta. Maksimaalinen hapenottokyky, VO_{2max} on testin aikana suurin mitattu hapenkulutuksen arvo minuuttia kohden. (Nummela ym. 2004, 359.)

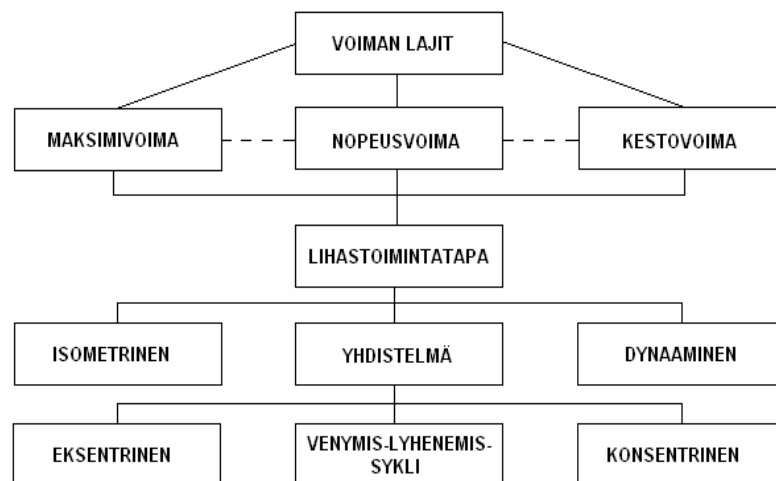
Maksimaalinen hapenottokyky voidaan arvioida myös epäsuorilla testeillä. Koska hapenkulutus ja sydämen syke nousevat suorassa suhteessa kuormituksen noston kanssa, on kehitetty menetelmiä, joiden avulla voidaan arvioida ihmisen maksimaalinen hapenottokyky ilman, että kuormitus päättyy täydelliseen uupumukseen, kuten suorassa maksimitestissä.

Urheilijoiden fyysistä kestävyyttä testataan pääasiassa suorilla mittauksilla, joiden tavoitteena on antaa urheilijalle palautetta urheilijan kestävyysominaisuuksista. Tavallisille ihmisille ja kuntoilijoille tehdään kuitenkin huomattavasti enemmän epäsuoria testejä, koska kaikilta ihmisiltä ei voi edes mitata maksimaalista hapenottokykyä suorilla menetelmillä huonon peruskunnan tai terveydellisten riskien vuoksi. (Cerny 2001, 291; Nummela ym. 2004, 359.)

3.2 Voima

Voima on perusominaisuus, jota tarvitaan kaikessa fyysisessä toiminnassa. Lihasten tahdonalainen supistumiskäske ja sen seurauksena tapahtuva voimantuotto alkaa aivoista saapuen hermoratojen välityksellä selkäyttimeen, josta sähköinen käske siirtyy hermoratoja pitkin lihaksiin. (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 125 - 126.)

Lihasten voimantuotto-ominaisuudet jaetaan maksimivoimaan, nopeusvoimaan ja kestoivoimaan. Nopeusvoimassa voimantuotto voi olla asyklistä (kertasuorituksellista) luonteeltaan ja voiman tuotto voi kestää noin 0.1 sekunnista muutamaa sekuntiin. Maksimivoimalla tarkoitetaan maksimaalista lihassupistusta, jonka aikana tuotetaan suurin mahdollinen voima. Kestovoima on luonteeltaan pitkäkestoista ja voiman tuottaminen kestää jopa usean minuutin. Se on joko aerobista tai anaerobista energian tuoton toteutustavasta riippuen. (Häkkinen ym. 2004, 251.)



Kuvio 12. Voima-ominaisuudet ja lihaksen eri supistustavat tuottaa voimaa. (Häkkinen ym. 2004, 251.)

Voima voidaan jakaa edelleen lihastyötavan mukaan isometriseen ja dynaamiseen voiman tuottoon ja näiden kahden yhdistelmään.

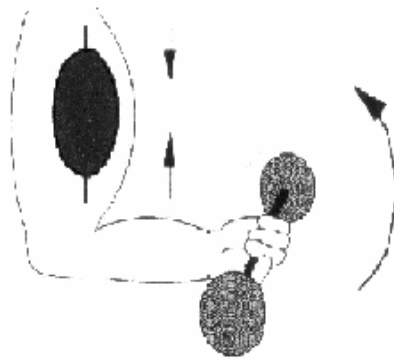
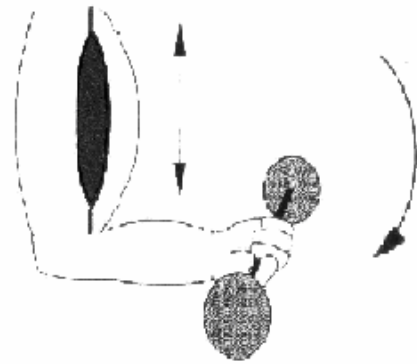
Lihastyötavat - Isometrinen ja Dynaaminen

Fyysisen voiman testaamisen ja mittaamisen kannalta on oleellista ymmärtää, mitä voimaominaisuutta testataan tai mitataan ja millä tavalla testattava henkilö tuottaa voimaa mittalaitetta vastaan. Lihaksen supistuminen tarkoittaa lihaksen sisäistä tapahtumaa, joka ilmenee ulkoisesti mitattuna lihasjännityksenä eli voiman tuottamisena. (Häkkinen 1990, 22.) “Lihaksen supistuminen jaetaan isometriseen ja dynaamiseen lihassupistumiseen, joista dynaaminen lihassupistus jaetaan vielä konsentriseen ja eksentriseen lihassupistukseen. Lihasten tuottama maksimaalinen voima on suurin eksentrisessä supistuksessa ja pienin konsentrisessä supistuksessa. Isometrisessä supistuksessa tuotetun voiman suuruus on näiden kahden puolivälissä”. (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 128.)

Isometrisessä lihassupistuksessa lihaksen kokonaispituus ei ulkoisesti mitattuna muutu. Näin ollen nivelliikettä ei suoriteta joten mahdollinen ulkoinen kuorma ei liiku. (McArdle 1996, 427.) Yksinkertaistettuna isometrisessä lihastyössä lihas tuottaa työtä, mutta ei aiheuta liikettä.

Dynaamisessa lihastyössä lihas tuottaa liikettä mittalaitetta tai vastusta vasten. “Kun supistuva lihas lyhenee ja aiheuttaa liikettä ja esimerkiksi liikuttaa ulkoista kuormaa, on kyseessä konsentrisen lihassupistustapa. Kun sen sijaan esimerkiksi antagonistilihas (vastavaikuttajalihas) tai jokin ulkoinen kuorma venyttää aktiivista lihasta, on kyseessä eksentrisen lihassupistus”. (Häkkinen 1990, 22.)

Maksimaalisella lihasvoimalla tarkoitetaan voimaa, jonka lihas pystyy tuottamaan maksimaalisen tahdonalaisen kertaponnistuksen aikana. Maksimaaliseen voimaan vaikuttaa sekä yksittäisen lihassolun voimataso (supistuvan valkuaisen määrä) että voimaa tuottavan henkilön kyky käyttää lihassolujaan. Jälkimmäinen puolestaan määräytyy henkilön kyvystä rekrytoida mahdollisimman monta motorista yksikköä työskentelemään samanaikaisesti sekä henkilön kyvystä saavuttaa tetanisaatio mahdollisimman monelle toimivalle yksikölle. (Viitasalo 1985, 103.)

KONSENTRINENEKSENTRINENISOMETRINEN

Kuvio 13. Lihaksen supistumistavat voimantuotossa. (Viitasalo 1985, 48).

Dynaaminen lihassupistus jaetaan konsentriseen ja eksentriseen sen perusteella, lyheneekö vai venyykö lihas supistuksen aikana. Nostettaessa punnusta (kuva 1) lyhenee hauislihas koukistaen kyynärniveltä. Kyseessä on konsentrisen lihassupistuminen. Laskettaessa punnusta hauislihas jarruttaa kyynärvarren ojentumista. Siitä huolimatta, että hauiksessa tapahtuvasta jatkuvasta lihassolujen supistumispyrkimyksestä, pitenevät hauiksen sarkomeerit ja lihassolut eli koko lihas. Tämän kaltaista lihassupistusta, jossa aktiivisen lihaksen pituus lisääntyy ulkoisen kuormituksen vaikutuksesta, kutsutaan eksentriseksi supistukseksi. (Viitasalo 1985, 47.)

3.2.1 Fyysisen suorituskyvyn testaaminen

Fyysisen suorituskyvyn testaustapahtuma voidaan jakaa kolmeen osaan: ennen testiä tapahtuvat valmistelut, varsinainen testaustilanne ja testin jälkeinen toiminta. Ennen testausta testaajan ja testattavan tulee olla hyvin selvillä siitä, mitä ollaan testaamassa. Testaajan tulee valita oikeanlainen testimalli, sen mukaan mitä halutaan testata. Lisäksi testaajan pitää olla ennen testiä hyvin selvillä testilaitteistosta ja kalibroitava mittalaitteet mikäli on tarvetta. Ennen testauksen aloittamista testaajan pitää informoida testattavaa testitilanteesta, palautumisesta ja mahdollisesti palautumista nopeuttavan ravinnon nauttimisesta. (Tossavainen 2004, 36.)

Varsinaisessa testitilanteessa testaajan pitää varmistua siitä, että testattava on ymmärtänyt testin tarkoituksen ja suoritusperiaatteen. Ennen lämmittelyä mitataan testattavan antropometriset tiedot. Lämmittelytilanne tulee vakioida kaikille testattaville samanlaiseksi. Mikäli testataan useampaa suorituskyvyn osa-aluetta, on hyvä noudattaa seuraavaa testausjärjestystä: 1. nopeusvoima, 2. nopeus, 3. räjähtävävoima, 4. maksimivoima, 5. anaerobinen voima, 6. aerobinen voima. (Tossavainen 2004, 36.)

Testitilanteen jälkeen aloitetaan verryttely ja venyttely. Testitilanteen jälkeen pyritään antamaan lyhyt palaute testistä ja keskustellaan testattavan kanssa testin kulusta. Varsinainen testipalaute käydään testattavalle ja mahdolliselle valmentajalle perusteellisesti palautumisen jälkeen. Testitulokset ja muu testiin liittyvä materiaali pitää säilyttää huolellisesti testitilanteen jälkeen. (Tossavainen 2004, 36.)

3.2.2 Voiman mittaaminen

Fyysisen lihasvoiman mittaaminen jaetaan karkeasti kahteen pääluokkaan, kenttätesteihin ja ns. laboratoriotesteihin. Kenttätetit, kuten erilaiset hyppy-, loikka-, juoksu- ja voimatestit ovat yleensä lajiharjoitteita mukailevia testejä. Laboratoriotetit ovat puolestaan tieteellisempiä testimuotoja, joissa olosuhteet pyritään vakioimaan mahdollisimman tarkasti. Kenttätetit ja laboratoriotetit ovat kuitenkin lähestyneet toisiaan ja ero näiden testimallien välillä ei ole enää niin suuri. (Viitasalo 1988, 202.)

Maksimaalista lihasvoimaa laboratoriotesteissä mitataan pääasiassa erityisillä voimadynamometreillä, jotka antavat mittaustuloksen joko kilopondeina tai Newtonina (1 kilopondi (kp) n. 10 Newtonia (N)) (Viitasalo 1985, 72).

Isometrinen maksimivoimatesti

Maksimaalinen isometrinen voima kuvaa testattavan lihaksen/lihasryhmän supistuvien osien kykyä tuottaa tahdonalainen maksimivoima vakioidussa asennossa. Isometrinen maksimivoima voidaan perusvälineistöllä mitata ala- ja yläraajojen lihaksista sekä vartalolihaksista. (Linja 2000, 1.)

Isometrisesti suoritettavat maksimivoimatestit ovat varsin yleisiä muun muassa sen vuoksi, että isometrisesti toimiva dynamometrilaitte on huomattavasti yksinkertaisempi rakentaa kuin dynaamista voimaa mittaava laite, ja toisaalta isometrisesti suoritettavat voimanmittaukset ovat havaittu varsin luotettaviksi ja toistettaviksi. (Viitasalo 1985, 72.)

Isometrisissä maksimivoimatesteissä voimaa mitataan erilaisilla voimadynamometreillä, joilla mitataan lihaksen/lihasryhmän tuottamaa voimaa tietyllä nivelkulmalla. Testissä testattava tuottaa voimaa mahdollisimman paljon mahdollisimman lyhyessä ajassa liikkumatonta kohdetta vasten. Testissä voimantuottoa mitataan esimerkiksi erilaisilla voimalevyillä, jotka mittaavat tuotettua voimaa yhdessä tai useammassa suunnassa. Saatu huippuarvo voidaan lukea vahvistimen näytöltä tai saadusta voimasignaalista voidaan oskilloskoopin ja/tai erityisen voima-analyysitietokoneohjelman avulla analysoida tuotetun voiman maksimiarvo ja sen tuottamiseen kulunut aika. (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 139.)

“Isometrisen voimamittauksen periaatteena on yleensä, että voima-anturiin vaikuttava mitattava voima aiheuttaa anturiin pienen muutoksen, joka saa aikaan mittauslaitteen sähköisessä piirissä voimaan verrannollisen, mitattavissa olevan muutoksen. Tällöin anturiin vaikuttava voima voidaan muuttaa sähköiseksi signaaliksi, jonka amplitudi on verrannollinen vaikuttavan voiman suuruuteen. Antureissa syntyvät sähköiset signaalit ovat pieniä, joten ne täytyy vahvistaa yleensä monisatakertaisiksi vahvistimella. Vahvistimella myös suodatetaan signaalista häiriöitä ja voidaan asettaa signaalin 0-taso. Yleisin voimamittauksessa käytetty anturi on venymäliuska-anturi”. (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 133.)

Vaatimuksena venymäliuska-anturille ovat toistettavuus mitattavan ilmiösuhteen tulosta vääristämättä. Mittaus ei saa myöskään häiritä mitattavaa eikä saa olla testattavalle henkilölle vaarallinen. Yleensä venymäliuska-anturi on metallilankaliuska, jossa langan vastus on

riippuvainen aineen ominaisuuksista, pituudesta ja pinta-alasta. Venymäliuska-anturia käytettäessä on otettava huomioon, että anturiin vaikuttavan voiman pitää suuntautua mitattavan voiman kanssa samansuuntaisesti, jotta virhetuloksia ei tulisi. (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 133).

Dynaamisen voiman mittaus

Dynaamisessa voiman mittauksessa testattava henkilö tuottaa lihasvoimaa, jossa nivelkulma muuttuu ja paino/vastus liikkuu. Dynaamisessa lihastyössä lihas tekee ”liikkuvaa työtä”, toisin kuin isometrisessä lihastyössä. Dynaamista voimaa voidaan mitata periaatteessa millä tahansa kuntosalilaitteella tai liikkeellä. Tässä on kuitenkin huomioita, että jokainen tulos on laitekohtainen. Edellä mainitusta johtuen testitulosten vertailtavuus eri testipaikkojen, testilaitteiden ja testaajien välillä ei ole aina mahdollista. Dynaamisessa voimamittauksessa etuna on kuitenkin mahdollisuus lajinomaisen voiman testaamiseen ja soveltuu esimerkiksi urheilijoille. Dynaamisessa testissä liike pyritään saamaan mahdollisimman lähelle lajinomaista liikettä.

”Lihaskuntoa voidaan tutkia dynaamisilla toistotesteillä, joilla mitataan suoritusten määrää ennalta sovitussa ajassa tai kykyä liikuttaa mahdollisimman suurta kuormaa”. (Rintala 1996, 31.)

3.2.3 Miksi ilmavoimissa on päädytty isometrisen voiman mittaamiseen

Ilmavoimissa oli 1980-luvun loppupuolella käytössä lentävälle henkilöstölle suunniteltu dynaamisen voiman kenttätesti. Dynaamisen voiman kenttättestipatterin validiteettia tutkittaessa se osoittautui kuitenkin epäluotettavaksi ja eri testauspaikoissa tehdyt tulokset keskenään vertailukelvottomiksi. Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmän vuonna 1992 tekemän evaluoinnin johdosta lihaskunnan kenttätestit poistettiin palveluskäytöstä. (Lentävän henkilöstön liikunta 3.)

Yleisesti dynaamisissa voimatesteissä ongelmana ovat testitulosten vertailtavuus eri testipaikkojen ja testaajien välillä. Ilmavoimissa testauspaikkoina olleiden joukko-osastojen väliset testauserot olivat huomattavia ja testitulosten vertailtavuus eri testauspaikkojen välillä ei ollut luotettavaa.

Dynaamisen voimatestipatterin sijaan Ilmavoimissa haluttiin saada luotettavampi ja toistettavampi fyysisen voiman testimalli. Oulun aluetyöterveyslaitokselle annettiin jatkotutkimustehtäväksi mitata lentäjän työn kuormittavuutta ja sen perusteella laatia ehdotuksia uusien lihaskunnan kenttätestien käyttöönottamista varten. Sotilaslentäjän työn kuormittavuutta mitattiin Satakunnan lennostossa ja tutkimus valmistui keväällä 1996.

Lihaskunnan kenttätestien valintaa varten Oulun aluetyöterveyslaitos ja Ilmavoimien esikunnan lääkintähuolto mittasi noin 200 varusmiespalvelustaan suorittanutta palveluskelpoisuusluokka A1 ja A2 kuuluvaa henkilöä Ilmavoimien Viestikoulussa Tikkakoskella ja Ilmasotakoulussa Kauhavalla. Testitulosten perusteella laadittiin parametrit lentoreserviupseerikurssille hakeutumista ajatellen, ja samalla pyrittiin luomaan viitearvoja lentävän henkilöstön lihaskunnan kenttätestausta varten. (IlmavE 1996.)

Testimuotoa valittaessa päädyttiin isometriseen voimatestiin. Syynä valintaan oli isometrisen voimatestin luotettavuus, vertailtavuus ja toistettavuus. Lisäksi haluttiin testimuoto, jolla on nopeaa testata ilman että laatu kärsii. Yhtenä syynä valintaan oli myös testilaitteiston helppo kalibroituavuus. 90-luvun lopulla Suomessa oli hyvä tuntemus isometrisen voiman mittaamisesta ja testilaitteistoa valittaessa päädyttiin kotimaiseen, New Test Oy:n, valmistamaan vartalovoimadynamometriin, heittoporttitestiin ja pudotushyppytestiin. Isometriset voimanmittaukset aloitettiin varusmieskurssille hakeville vuonna 1997 Keskussotilassairaala Tilkassa.

Ahtiaisen ja Häkkisen (2004, 138 - 139) mukaan isometrisen voiman mittaamisen etuja ovat hyvä toistettavuus ja se, että testit eivät vaadi testattavalta henkilöltä erityistä taitoa. Testattaessa varusmieskurssille hakevia henkilöitä testattava joukko omaa erilaiset urheilutaustat. Voimatason mittaukseen soveliainta on valita laite, joka ei vaadi jonkin tietyn liikeradan osaamista mittauksen suorittamiseksi. Dynaamisessa voimatestissä, jossa testataan esimerkiksi penkkipunnerrusmaksimia, kaikkien testattavien henkilöiden pitäisi osata suoritustekniikka, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia.

3.3 Antropometria

Ihmiskehon rakenteelliset kolme peruskomponenttia ovat lihakset, rasva ja luusto. Kehon koostumuksen mittaamisella arvioidaan näiden kolmen komponenttien massaa ja suhteellista osuutta tutkittavassa henkilössä. Sukupuolella on oleellisen tärkeä vaikutus kehon

koostumukseen, joten naisten ja miesten välisiä testituloksia ei pitäisi käsitellä ilman keskinäistä vertaamista. Myös lasten ja nuorten tuloksia ei voi verrata aikuisväestön tuloksiin.

Kehon massan mittaamisella pyritään toteamaan onko testattavalla henkilöllä liikaa tai liian vähän massaa. Kehon massan muutoksista tehdään usein erheellisesti johtopäätöksiä rasvakudoksen määrän lisääntymisestä tai vähentymisestä. Kun kehon massa suhteutetaan seisomapituuteen, voidaan tarkentaa arviota kehon koostumuksen mahdollisesta muuttumisesta, esimerkiksi painonpudotuksessa. Yleisesti käytössä on kehon massan ja seisomapituuden avulla laskettava lukuarvo massaindeksi (BMI), josta usein käytetään nimitystä painoindeksi. Massaindeksi ilmaistaan ihmisen kehon massan ja seisomapituuden neliön osamääränä (kg/m^2). Urheilijoiden painoindeksin vertaaminen toisiinsa ei ole perusteltua, koska lukuarvo ei erottele lihas- ja rasvakudoksen määrää toisistaan. Painoindeksin käyttö soveltuukin parhaiten lähinnä 20 - 60-vuotiaille ja niin sanottuun normaaliväestöön kuuluville. (Keskinen 2004, 377 – 378.)

Painoindeksin käyttö kehon koostumuksen arvioinnissa on nopea, yksinkertainen ja hyvin toistettava menetelmä. Painoindeksiä tulkittaessa on kuitenkin huomioitava testattavan henkilön ruumiinrakenne. Tämän vuoksi painoindeksi ei esimerkiksi sovellu yksiselitteisesti lihaksikkaiden voimalajien urheilijoiden kehon koostumuksen arviointiin. Muita yksinkertaisia ja halpoja menetelmiä kehon koostumuksen arvioinnissa on ihonpoimumittaus sekä vyötärö/lantio-suhdemittaus. (Rehunen 1997, 181 – 183; Cerny 2001, 33.)

Oheisessa taulukossa esitetään BMI:n tulkintaa helpottava viitearvotaulukko. Suomalaisen normiston on laatinut Kansaneläkelaitos (KELA) ja kansainvälisen standardin on esittänyt American College of Sport Medicine (ACSM). (Keskinen 2004, 377 – 378; ACSM 2006, 58).

Taulukko 2. Kehon massaindeksin tulkinta aikuisilla KELA:n ja ACSM:n mukaan.

BMI (kg/m)	KELA:n tulkinta	BMI (kg/m)	ACSM:n tulkinta
alle 19	alipainoisuus	alle 20	alipainoisuus
19-24	sopiva	20.0-24.9	Suosittelava alue
24-27	lievä ylipainoisuus	25.0-29.9	ensimmäisen asteen lihavuus
27-30	kohtalainen ylipainoisuus	–	
30-40	huomattava ylipainoisuus	30.0-39.9	toisen asteen lihavuus
yli 40	vaikea ylipainoisuus	yli 40	kolmannen asteen lihavuus

(Mero ym. 2004; ACSM 2006).

4 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET

Sotilaslentäjien fyysiseen toimintakykyyn ja fyysisen kunnon vaatimukseen liittyviä tutkimuksia on tehty maailmalla suhteellisen paljon. Hävittäjäkonekaluston voimakas kehitys toisen maailmansodan jälkeen ja siirtyminen potkurikonekalustosta suorituskykyisenpään suihkumoottorikalustoon antoi vauhtia lentäjien fyysiseen suorituskykyyn ja toimintakykyyn liittyville tutkimuksille. Suomen Ilmavoimissa on tehty useita tutkimuksia liittyen sotilaslentäjien fyysiseen toimintakykyyn.

4.1 Lentävän henkilöstön lihasvoimatestien viitearvot

Juha Oksa, Harri Rintala ja Pentti Kuronen tekivät tutkimuksen vuonna 1997 isometristen lihasvoimatestien viitearvoista. Tuloksena saatiin “Lentävän henkilöstön lihasvoimatestien viitearvot”, joiden avulla sotilassairaala Tilkassa tehtyjen isometristen maksimivoimatestien tulokset pystyttiin pisteyttämään.

Ilmavoimilla oli ollut tarve saada laajempi fyysisen kunnon testausjärjestelmä, jossa kestävyuden lisäksi huomioon otettaisiin lihaksiston voimakkuus ja koordinaatiokyky. Uudelle testijärjestelmälle ei ollut saatavissa viitearvoja, jotka ilmaisisivat mitä testitulokset tarkoittavat. Niille testeille, joille viitearvoja oli saatavissa, kyseiset arvot olivat muodostettu niin sanotulle normaaliväestölle, joten ne eivät sopineet lentävälle henkilöstölle.

Tutkimukseen osallistui 165 vapaaehtoista tervettä palveluskelpoisuusluokkaan A1 tai A2 kuuluvaa varusmiestä Ilmavoimien Viestikoulusta ja Ilmasotakoulusta. Ilmasotakoulusta osallistuneet suorittivat asepalvelusta LentoRUK:illa. Tutkimuksessa muodostettiin viitearvot yhdelletoista lihasvoimaa mittaavalle testille. Viitearvoja käytetään lentäjävalinnoissa fyysisen kunnon mittareina sekä fyysisen kunnon kehityksen seurannassa. (Oksa ym. 1997, 165 - 169.)

Tutkimus on oman työni kannalta mielenkiintoinen, koska tutkimuksessa käytetty mittauslaitteisto on sama laitteisto, jota käytän omassa työssäni fyysisen voiman mittauksiin. Lisäksi tutkimuksen mittaustulosten välisissä korrelaatioissa on mielenkiintoisia yhteneväisyyksiä oman tutkimusaineistoni kanssa.

Kadetti Tommi Eskola tekee pro gradu-työtä Ilmavoimien ohjaajakurssin valintojen viimeisen vaiheen lihasvoimatestien viitearvoista. Eskolan tarkoituksena on luoda selkeät viitearvot ohjaajien valintajärjestelmän helpottamiseksi. Aikaisemmat viitearvot ovat olleet valintatesteissä lähinnä ohjeelliset, eikä niiden perusteella ole suoritettu esimerkiksi hylkäämisiä.

Aineistona tutkimuksessa on vuosina 1997 - 2004 ohjaajakurssille valittujen henkilöiden mittaustulokset, eli tutkimuksen otanta on noin 330. Lisäksi työssä tutkitaan sitä, onko Ilmavoimissa havaittavissa nykynuorille tyypillistä yleistä fyysisen kunnan heikkenemistä. (Eskola 2006.)

4.2 Sotilaslentäjän niskan voimaominaisuuksien ylläpitäminen telinevoimisteluun perustuvilla erityistaitoharjoitteilla

Kadetti Mikko Lempinen teki sotilaspedagogiikan pro gradu - työn vuonna 2005 sotilaslentäjien niskan voimaominaisuuksien ylläpitämisestä telinevoimisteluun perustuvilla erityistaitoharjoitteilla. Tutkimuksessa selvitettiin trampoliiniharjoittelun vaikutusta niskahartiaseudun voimaominaisuuksiin. Tutkimukseen osallistui kaksi erillistä ryhmää, joista toinen harjoitteli trampoliinilla tutkijan antaman harjoitusohjelman avulla. Toinen ryhmä, joka eli niin sanottua normaalia elämää, harrasti koejakson aikana muita liikuntamuotoja.

Tutkimus oli kvantitatiivinen tutkimus ja testilaitteistona käytettiin New Test Oy:n valmistamaan vartalovoimadynamometria. Mittauksissa mitattiin kaulalihasten voimaa, niskalihasten voimaa, sekä niskan ja kaulan kykyä tuottaa voimaa sivulle päätä kallistamalla. Tutkimuksessa suoritettiin molemmille ryhmille alkumittaukset ja harjoitusvaiheen jälkeen jälkimittaukset samalla testilaitteistolla kuin alkumittaukset. Jälkimittausten perusteella trampoliiniharjoittelu soveltuu hyvin lentäjille sekä lentäjäksi opiskeleville. (Lempinen 2005.)

Tutkimus on oman työni kannalta mielenkiintoinen, koska Lempisen tutkimuksessa on käytetty samaa New Test Oy:n valmistamaa testilaitteistoa kuin omassa työssäni. Lempinen on joutunut ottamaan kantaa mittauslaitteiston luotettavuuteen ja mittausten toistettavuuteen, mikä on oman työni kannalta kiinnostavaa. Lisäksi Lempisen tutkimuksessa on samantapainen testi-uusintatesti – asetelma, kuin omassa työssäni.

4.3 Ilmavoimien käyttämän niskavoimamittauslaitteen luotettavuus testivälineenä

Kadetti Mika Malm teki vuonna 2005 pro gradu - tutkielman ilmavoimissa käytössä olevan niskavoimamittauslaitteen luotettavuudesta. Kyseinen mittauslaite on New Test Oy:n valmistama isometrinen mittalaite, jolla on testattu muun muassa ilmavoimien varusmieskurssille hakevia henkilöitä valintatesteissä. (Malm 2005, 1 - 2.)

Tutkimuksessa selvitettiin saman mittajaan kahden eri päivän aikana tekemien mittausten toistettavuutta. Koehenkilöinä toimi 18 Ilmavoimien ohjaajalinjan kadettia ja kaksi kantahenkilökuntaan kuuluvaa. Mittausten toistettavuutta tutkittiin tilastollisin menetelmin ja eri testipäivien tuloksista saatiin parittainen vertailuasetelma. Mittaustulosten analysoinnissa käytettiin Studentin t-testiä ja Wilcoxonin merkittyjen järjestyslukujen testiä. Myös tulosten välisiä korrelaatioita tutkittiin. Mittauslaitteen toistettavuuden testaamisen lisäksi tutkija haastatteli viittä testiin osallistunutta henkilöä avoimella haastattelulla. Avoimella haastattelulla pyrittiin saamaan selville kaikki laitteen luotettavuuteen ja toistettavuuteen liittyvät asiat. (Malm 2005, 1 - 2.)

Tutkimuksen tulosten mukaan saman testajaan suorittamien testien toistettavuus oli hyvä. Tutkimuksessa kuitenkin todetaan, että eri testajaan käyttö vaikuttaa mittaustulosten toistettavuuteen. (Malm 2005, 63.)

4.4 Treatment of Chronic Non-specific Neck Pain with Emphasis on Strength Training

Jari Ylinen teki vuonna 2004 Kuopion yliopistoon väitöskirjan kroonisten niskavaivojen hoidosta voimaharjoittelulla. Tutkimuksen tarkoituksena oli evaluoida isometristen niskavoimamittausten soveltuvuutta sekä tutkia kahden eri kuntoutusmenetelmän käyttöä kroonisten niskavaivojen kuntoutuksessa. Tutkimuksessa verrattiin kahden eri harjoitusohjelman vaikutusta krooniseen niskakipuun sekä sen aiheuttamaan toimintakyvyn alentumiseen. (Ylinen 2004.)

Tutkimukseen otanta muodostui 179:stä toimistotyötä tekevästä naisesta, joilla oli todettu krooninen niskakipuoireisto. Heidät jaettiin kolmeen ryhmään: kaularangan lihasten voimaharjoitusryhmään, kaularangan lihasten kestävyysharjoitusryhmään ja vertailuryhmään. Kullekin ryhmälle ohjattiin venytysharjoitteet sekä yleiskuntoa ylläpitävä harjoitusohjelma. Harjoitusryhmät osallistuivat aluksi kahden viikon kuntoutusjaksolle, jonka tavoitteena oli ohjata tekemään harjoitusliikkeet oikein ja motivoida jatkamaan harjoittelua säännöllisesti kotona kolme kertaa viikossa. (Ylinen 2004.)

Tutkimuksesta käy ilmi, että niskakipu oli vähentynyt vuoden kuluttua voimaryhmässä 70 %, kestävyysryhmässä 60 % ja vertailuryhmässä vain 30 % alkutilanteeseen verrattuna. Niskakivun aiheuttama toimintakyvynhaitta oli myös pienentynyt vastaavasti. Tutkimuksessa todettiin myös, että niska- ja hartialihasten painekipuarkuus oli vähentynyt. Kaularangan lihasten voima oli lisääntynyt voimaryhmässä 85 %, kestävyysryhmässä 25 % ja vertailuryhmässä vain 10 %. Tutkimuksen mukaan voimaharjoittelu ei jäykistänyt niskan liikkuvuutta, vaan kaularangan liikkuvuus lisääntyi eniten juuri voimaharjoitteluryhmässä. (Ylinen 2004.)

Tutkimuksen mukaan isometristen voimatestien toistettavuus osoittautui kohtuulliseksi tai hyväksi sekä terveellä vertailuryhmällä että niskavaivoista kärsivien ryhmällä. Tämä tuki tutkimuksessa esitettyjen aiempien tutkimusten tuloksia, jotka olivat todenneet isometristen niskavoimatestien olevan hyvin toistettavia. Tutkimuksessa käytettiin aina samaa testaajaa ja testitilanteet pyrittiin vakioimaan mahdollisimman tarkasti. Myös testausympäristö pyrittiin vakioimaan ja lisäksi testattavan asento mittalaitteessa oli vakioitu. (Ylinen 2004, 69 - 71.)

4.5 Niska- ja vartalovoimadynamometrin reliabiliteetti ja validiteetti

Heikki Halmet, Antti Hyvärinen ja Juha Oksa suorittivat vuonna 2002 tutkimuksen kahden New Test Oy:n valmistaman niska- ja vartalovoimadynamometrin mittaustulosten luotettavuudesta ja toistettavuudesta. Tutkimuksessa käytettiin New Test Oy:n uutta sekä vanhaa mittalaitetta. Mittaukset tehtiin Oulun aluetyöterveyslaitoksen fysiologian laboratoriossa. Tutkimukseen osallistui 12 henkilöä, joista kolme oli naisia ja yhdeksän miehiä. Tutkimuksessa mitattiin vatsan, selän, kaulan ja niskan maksimaalinen isometrinen voima. Mittaukset suoritettiin tekemällä kaksi suoritusta aamulla ja illalla viitenä käyntipäivänä, joista kolme käyntikertaa mitattiin 1-3 päivän välein ja muut kaksi käyntikertaa noin viikon välein.

Tutkimuksen johtopäätöksissä todetaan, että mittalaitteiden toistettavuutta voidaan pitää hyvänä, koska eri lihaksille lasketut variaatiokerroimet päivien ja viikkojen välillä olivat selvästi alle 10 %. Tutkimusraportin mukaan jos variaatiokerroin on alle kymmenen prosenttia, on testin toistettavuus hyvä. Uuden laitteen luotettavuus todettiin myös hyväksi, jota vahvisti eri mittaustulosten välinen prosentuaalinen vaihtelu. Molemmissa muuttujissa havaittiin jonkin verran vaihtelu ajanhetkestä toiseen, jonka tutkijat arvioivat johtuvan muun muassa testihenkilöiden motivaatiosta, mittausten suorituksista ja suorituksen oppimisesta. Vaihtelu todettiin kuitenkin varsin pieneksi eikä se vaikuttanut merkittävästi mittausten luotettavuuteen ja toistettavuuteen. (Halmet ym. 2002)

Ilmavoimilla on käytössä New Test Oy:n valmistama ”vanha” mittalaite, jota on modifioitu niska voimadynamometrin osalta. Vanha mittalaite eroaa uudesta varsinkin vartalovoimadynamometrin osalta. Esimerkiksi uudessa mittalaitteessa testattavan asentoa ei tue vyömalliset tuet, vaan itse dynamometri tukee testattavan asentoa mittalaitteessa.

5 TUTKIMUKSEN EMPIIRINEN VAIHE

5.1 Kohdejoukko

Pro gradu työssäni testaan kadettikurssi 89:n ohjaajalinjan kadetteja. Otoksen koko on 15 henkilöä. Kyseessä on kokonaistutkimus, koska perusjoukkona voidaan pitää kadettikurssi 89:n kadetteja. Kokonaistutkimuksella tarkoitetaan tutkimusta, jossa kaikki perusjoukon yksilöt eli tilastoyksilöt tutkitaan (Holopainen ym. 2004, 14). Tilastollisessa mielessä olisi hyvä, jos otoksen kokoa voisi kasvattaa, sillä laajemmalla otoksella saataisiin tilastollisesti merkittävämpi tutkimus. Kuitenkin perusjoukon homogeenisyydestä johtuen tutkimustulokset kuvaavat perusjoukon tasoa. Otoksokoa on kasvatettava sitä enemmän, mitä heterogeenisempi perusjoukko on, eli mitä enemmän hajontaa tutkituissa ominaisuuksissa esiintyy. (Heikkilä 2001, 42; Valli 2001, 102 – 103.)

Heikkilän (2001, 35) mukaan otantamenetelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat tutkimuksen tavoitteet, perusjoukon maantieteellinen sijainti, jäsenten samankaltaisuus tai erilaisuus tutkittavien ominaisuuksien suhteen, käytettävissä olevat rekisterit tai luettelot sekä budjetti. Omassa tutkimuksessani kadettien käyttäminen koehenkilöinä ei aiheuta merkittäviä kustannuksia. Otoksokoa ei voida kadettien lukumäärästä johtuen kasvattaa, sillä pro gradu -työni otokseen on valittu kaikki ne kadetit, jotka aloittavat viimeisen opiskeluvuotensa ja näin ollen fyysisesti raskaimman lentokoulutusvaiheensa, HW2 –koulutusohjelman.

5.2 Muuttujat

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa ilmaistaan käsitteitä (esim. ikä) mitattavina muuttujina. Mittaamisella puolestaan tarkoitetaan kahden asian, mitattavan ilmiön (esim. ikä) ja havaintoyksikön (esim. henkilö A) yhdistämistä antamalla havaintoyksikköä vastaavalle muuttujalle arvo (esim. henkilön A ikä 23 vuotta). (Viskari 2004.)

Tutkimuksessani muuttujia ovat koehenkilöiden ikä, paino, pituus, painoindeksi (BMI), niskanojennus- ja kaulankoukistusvoima sekä selänojen- ja vatsankoukistusvoima. Lisäksi muuttujia ovat koehenkilöiden suorittamat heittoporttitestin tulokset, kontaktimatolla suoritettujen hyppytestin tulokset ja polkupyöräergometrin tulos.

5.3 Tiedonkeruumenetelmä

Tiedonkeruumenetelmänä käytän kokeellista, eli eksperimentaalista tutkimusta. Kokeellisessa tutkimuksessa tietyn olemuksen paikkaansa pitävyyttä testataan erityisessä koetilanteessa. Koetilanne voidaan tehdä laboratorio-olosuhteissa tai todellisessa tilanteessa. Oleellista kokeellisessa tutkimuksessa on tutkia vain tietyn muuttujan tai muuttujien vaikutusta vakioimalla kaikki muut tekijät. (Heikkilä 2001, 21.)

Kokeellisessa tutkimuksessa on yleensä pyrkimyksenä hypoteesin testaaminen ja pidemmällä aikavälillä tulosten yleistettävyys tutkimuskohteen ulkopuolelle. Tosin laboratoriokokeiden tulosten yleistettävyys ei ole korkealla tasolla koeasetelman keinotekoisuuden vuoksi. Toisaalta laboratoriokokeiden etuna voidaan pitää hyvää toistettavuutta ja täsmällisyyttä. (Soininen 1995, 76 – 77.)

5.4 Tutkimuksen hypoteesi

Tilastollisessa tutkimuksessa on oleellista tehdä oletus. Oletuksesta tehdään tilastolliset hypoteesit. Hypoteesit ovat teoriaan tai aiempiin tutkimuksiin pohjautuvia oletuksia joidenkin asioiden välisistä suhteista. Näin ollen ne liittyvät syysuhteita selvitteleviin eli selittäviin tutkimuksiin. Hypoteesien laatiminen on välttämätöntä tutkimuksen etenemisen kannalta ja niiden avulla pyritään ratkaisemaan tutkimusongelma. Tutkimuksen viitekehys voi sisältää erilaisia hypoteeseja asioiden vuorovaikutussuhteista. Nämä oletukset kirjoitetaan tilastollisen hypoteesin muotoon. Tilastollisessa testauksessa asetetaan kaksi hypoteesia, nollahypoteesi ja vastahypoteesi. (Heikkilä 2001, 189 -191; Kakkuri-Knuutila 2002, 319 – 322.)

Nollahypoteesi H_0 väittää, että muuttujien välillä ei ole riippuvuutta, keskiarvojen välillä ei ole eroa tai muutosta ei ole tapahtunut. Vaihtoehtoinen hypoteesi, eli vastahypoteesi H_1 väittää riippuvuutta tai eroa olevan. Vastahypoteesi asetetaan siten, että vain toinen hypoteeseista voi olla voimassa. Tilastollinen testaus perustuu hypoteesin hyväksymiseen tai hylkäämiseen. Hypoteesit hyväksytään tai hylätään tilastollisen testin tulosten perusteella. (Heikkilä 2001, 189 -191.)

Pro gradu työni pyrkii vastaamaan kysymykseen: Onko kadettien isometrinen maksimivoima kehittyneet opiskeluaikana. Tutkimukseni hypoteesi on näin ollen:

Nollahypoteesin (H_0) mukaan testitilanteiden välillä ei ole tapahtunut muutosta. Mittaustulokset ovat samanlaisia ensimmäisellä ja toisella testauskerralla.

Vastahypoteesin (H_1) mukaan testitilanteiden välillä on tapahtunut muutosta. Mittaustulokset ovat erilaisia ensimmäisellä ja toisella testauskerralla.

Merkittävyytaso eli riskitaso (Significance) ilmoittaa, miten suuri riski on, että saatu ero tai riippuvuus johtuu sattumasta. Ennen testiä tutkijan on päätettävä, mikä on se raja, joka merkittävyytason on alitettava ennen kuin nollahypoteesi hylätään. Yleisesti käytettyjä merkittävyytasoja ovat 0,05 (5 %), 0,01 (1 %) ja 0,001 (0,1 %). Usein käytetty raja on 0,05, joka riittää yleensä opinnäytetöihin. (Heikkilä 2001, 194 -195.)

Tässä työssä käytetään merkitsevyyssarvoa 0,05 rajana nollahypoteesin hylkäämiselle ja merkittävyytasosta lyhennettä Sig.

5.5 Tilastollisen menetelmän valinta

Tilastollisen menetelmän, eli tilastollisen testin perusteella hyväksytään joko nollahypoteesi (H_0) tai vastahypoteesi (H_1). Tilastollista testiä valittaessa on muistettava, että tarkasteltavien muuttujien on täytettävä testin vaatimat edellytykset. Tilastollista mallia valittaessa on selvitettävä aineiston otoskoko ja vertailtavien ryhmien lukumäärä. Lisäksi pitää tietää, mikä on käytettävä mitta-asteikko, onko kyseessä jatkuva vai epäjatkua muuttuja, onko muuttuja normaalisti jakautunut, ovatko vertailtavat ryhmät toisistaan riippumattomia vai esimerkiksi parittaisia ja ovatko havainnot toisistaan riippumattomia. (Heikkilä 2001, 193.)

Tutkimuksessani tarkastellaan parittaisia havaintoja, joissa tilastoyksiköt muodostavat noin kymmenen vastinparia. Parit ovat toisistaan riippumattomia. Parin toinen puolisko on ensimmäisen testin tulos ja toinen puolisko on jälkimmäisen testin tulos. Tarkasteltava arvo on ensimmäisen ja toisen testin tulosten erotus.

5.5.1 Valinta parametrisen ja epäparametrisen testin välillä

Testimallia valittaessa pitää valita käytetäänkö parametristä vai epäparametristä testiä. Valinta perustuu perusjoukon ominaisuuksien ja muuttujan jakauman muodon perusteella. Parametrinen testien käyttö on suotavampaa, mikäli se on mahdollista, koska ne ovat voimakkaampia ja näin suosittavat helpommin väärän nollahypoteesin hylkäämistä. (Heikkilä 2001, 193.)

5.5.2 Korrelaatiokerroin

Muuttujien välisiä riippuvuuksia tutkittaessa tutkitaan yhteyksiä yleensä aina kahden muuttujan välillä eli pareittain. Yleisesti käytetty mitta kahden muuttujan väliselle riippuvuudelle on Pearsonin korrelaatiokerroin eli tulomomenttikerroin, joka mittaa lineaarisen riippuvuuden voimakkuutta välimatka- ja suhdeasteikon tasoille muuttujille. (Heikkilä, 2001, 90; Holopainen & Pulkkinen, 2001, 156.)

Tutkimuksessani korrelaatiokerrointa tarvitaan selvittämään esimerkiksi koehenkilön painoindexin vaikutusta tietyn lihasryhmän voimatuottoon. Korkea korrelaatio antaa suuremman korrelaatiokertoimen ja sitä voimakkaampi on yhteys näiden kahden muuttujan välillä.

Korrelaatiokertoimen ollessa lähellä arvoa +1, muuttujien välillä on täydellinen positiivinen korrelaatio. Näin ollen toisen muuttujan kasvaessa toinenkin kasvaa. Jos korrelaatiokerroin on lähellä arvoa -1, muuttujien välillä vallitsee voimakas negatiivinen korrelaatio, jolloin toisen muuttujan kasvaessa toisen muuttujan arvo pienenee. Korrelaatio kertoimen ollessa lähellä arvoa 0, muuttujien välillä ei ole lineaarista riippuvuutta. (Thomas 1996, 116 – 117.)

Tilastolliset tasot: (β = sig)

- $0,05 < \beta \leq 0,1$ Tilastollisesti suuntaa-antava (oireellinen)
- $0,01 < \beta \leq 0,05$ Tilastollisesti melkein merkitsevä
- $0,001 < \beta \leq 0,01$ Tilastollisesti merkitsevä
- $0,001 \geq \beta$ Tilastollisesti erittäin merkitsevä.

(Heikkilä 1998, 186.)

5.5.3 T-testi

Mitta-asteikon perusteella välimatka-asteikolla olevalle muuttujalle valitaan keskiarvotesti, t-testi. T-testi on normaalijakaumaan eli Gaussin jakaumaan perustuva testi. T-testi on välimatka-asteikolla yleisesti käytetty parametrinen testi. Sen käytön edellytyksenä on, että muuttujat ovat normaalisti jakautuneita. (Heikkilä 2001, 230.)

Mikäli muuttujat ovat tutkimuksessani normaalisti jakautuneita, käytä tutkimusaineiston analysoinnissa t-testiä. Otskoon ollessa kuitenkin suhteellisen pieni (noin 15), on syytä tarkistaa tulos myös epäparametrisella testillä. Pienen otskoon vuoksi t-testi antaa hieman epäluotettavan tuloksen, koska suositeltu otskoko on vähintään 30, joten epäparametrisen testin käyttö parametrinen testin rinnalla on perusteltua.

5.5.4 Mann-Whitneyn U-testi

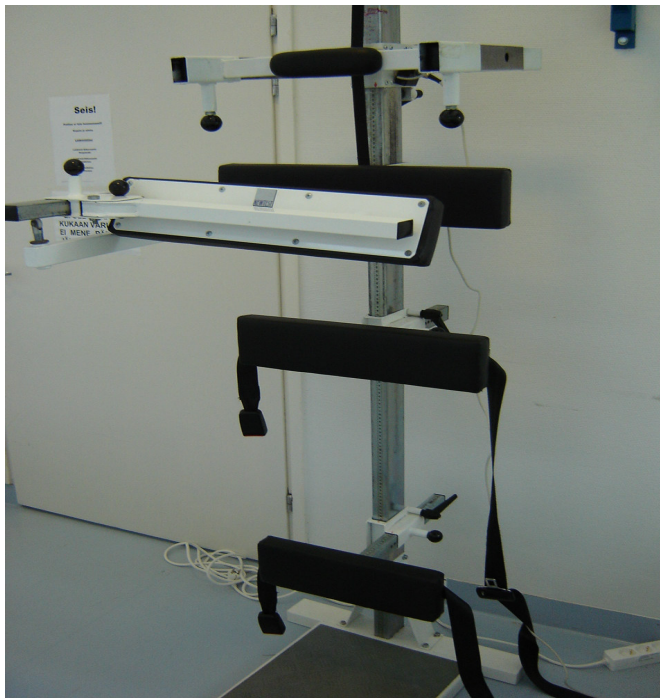
Mann-Whitneyn U-testi on epäparametrinen testi, jota käytetään jopa sellaisissa tilanteissa joissa t-testiä voitaisiin käyttää. Testi on pitkälti samanlainen kuin t-testi, joten se on t-testin parametrin vastine. U-testissä ei odoteta kuitenkaan normaalijakautuneisuutta. Muuttujien mittaustasoksi riittää järjestysasteikko, koska testissä havainnot laitetaan tutkittavan muuttujan arvojen mukaiseen järjestykseen ja arvot korvataan järjestyslukuilla. Testaus perustuu järjestyslukuihin. U-testiä on hyvä käyttää silloin jos epäillä, että t-testin tulokset eivät ole voimassa. Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi silloin jos muuttujien jakauma on vino. (Heikkilä 2001, 234; Valli 2001,77.)

5.5.5 Kolmogorov-Smirnovin testi

Kolmogorov-Smirnovin testillä voidaan tutkia sitä, ovatko muuttujat normaalisti jakautuneita. ”Nollahypoteesina on, että muuttuja on normaalisti jakautunut”. Kolmogorov-Smirnovin testin tulosta tulkittaessa pienillä Sig. -arvoilla (alle 0,05) nollahypoteesi hylätään ja jakauma poikkeaa normaalista. Testi on varsinkin pienellä otoskolla konservatiivinen, mikä tarkoittaa, että se ei suosittele nollahypoteesin hylkäämistä kovin helposti. Kyseisellä testillä voidaan kuitenkin testata normaalijakautuneisuutta. (Heikkilä 2001, 235.)

5.6 Mittaustekniikka

Tutkimuksessa käytettiin isometrisen maksimivoiman mittaamiseen suomalaisen New Test Oy:n valmistamaa vartalovoimadynamometriä. Vartalovoimadynamometri on helposti siirrettävissä ja samaisella laitteella on suoritettu myös valintavaiheen mittaukset Sotilassairaala Tilkassa. Niskan- ja kaulan isometristä maksimivoimaa mitattiin Neck Force niskavoimamittauslaiteella. Tutkimuksessa anaerobisen tehon (hyppytestin) mittaamiseen käytettiin New Test Oy:n valmistamaa Powertimer –mattotestiä. Myös ylävartalon voimantuottoa mittavan heittoporttitesti mittalaitteisto on New Test Oy:n valmistama.



Kuvio 14. Newtest vartalovoimadynamometri ja Neck Force niskavoimamittauslaite, Oulu, Suomi. (Lempinen 2005, 33)

5.7 Uusintatestin suoritus ja ajankohta

Uusintatestit suoritettiin Kauhavan varuskuntasairaalassa 26.9 – 27.9.2005 ja 17.10.2005. Testilaitteisto, sisältäen vartalovoimadynamometrin ja kontaktimaton, tuotiin Ilmasotakoulun varuskuntasairaalasta ja koottiin Kauhavan varuskuntasairaalaan. Testiä varten oli varattu erillinen huone, jossa tapahtui varsinaisen testaustoiminnan lisäksi myös testiin liittyvä verryttely ja testin palautteen anto. Vartalovoimadynamometri koottiin ja kalibroitiin tutkija Harri Rintalan ohjeistamana, jonka opastuksella myös testaustoiminta tapahtui. Rintala oli toiminut kaikkien koehenkilöiden testaajana myös valintavaiheen testeissä sotilassairaala Tilkassa.

Koetilanne aloitettiin kertomalla testattavalle mittausten tarkoitus ja testin kulku. Koehenkilöiden kehonpaino ja pituus mitattiin ennen verryttelyn aloittamista. Verryttely suoritettiin samalla tavalla kuin valintatesteissä. Alkuverryttely suoritettiin seuraavasti:

- Kuntopyörällä polkeminen, 5 minuuttia, vastus 20 wattia
- Etunojapunnerruksia, noin 10 kappaletta, polvet alustalla
- Istumaan nousuja, noin 10 kappaletta, polvikulma 90°
- Selkälihasliikkeitä noin 10 kappaletta
- Kyykkyhyppyjä, noin 10 kappaletta
- Lyhyitä venytyksiä niska- hartiasseudun alueelle.

Ennen varsinaisia mittauksia jokaiselle testattavalle ohjeistettiin oikeat suoritustavat jokaista testiliikettä varten. Ohjeistus pyrittiin suorittamaan jokaiselle testattavalle mahdollisimman samanlaisena. Myös testauksen aikana tapahtunut kannustaminen ja motivointi pyrittiin pitämään kaikille testattaville samanlaisena.

Varsinaiset lihasvoiman mittaukset suoritettiin seuraavassa järjestyksessä: vartalon koukistajien isometrinen maksimivoima, niskan koukistaja lihasten isometrinen maksimivoima, vartalon ojentajalihasten isometrinen maksimivoima ja niskan ojentajalihasten isometrinen maksimivoima. Jokaiselle lihasryhmälle suoritettiin kolme maksimaalista suoritusta, joista paras tulos otettiin huomioon. Lihasvoiman mittausten jälkeen suoritettiin anaerobista tehoa mittaava hyppytesti ja ylävartalon voimaa mittaava heittoporttitesti. Hyppytestissä koehenkilöt suorittivat kontaktimatolla 15 toisiaan välittömästi seuraavaa maksimaalista hyppyä, 90°:n polvikulmasta. Jokaisella koehenkilöllä oli yksi

suorituskerta, joka otettiin huomioon. Heittoporttitestissä jokaisella koehenkilöllä oli kolme suorituskertaa. Paras tulos otettiin huomioon. Polkupyöräergometritestiä ei suoritettu kyseisen testitapahtuman aikana, vaan tutkimuksessa käytettiin koehenkilöiden viimeisintä pp-ergotulosta.

Kaikkien suoritusten mittaustulokset kirjattiin testitapahtuman aikana erilliselle mittauskaavakkeelle, joista tulokset siirrettiin Excel-taulukko-ohjelmaan.

Mittausten jälkeen jokaiselle koehenkilölle annettiin lyhyt palaute testituloksista ja suorituksista. Varsinaista loppuverryttelyä ei suoritettu testauspaikalla, vaan testattaville annettiin suullisesti venyttelyohjeet omatoimista venyttelyä varten.

6 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimusaineisto syötettiin tuloskaavakkeista (liite 3) Microsoft Excel- taulukko-ohjelmaan, josta se siirrettiin varsinaiseen tilasto-ohjelmaan. Tutkimusaineiston analysoinnissa käytettiin SPSS 11.0 tilasto-ohjelmaa ja tutkimuksessa käytetyt tilastolliset menetelmät ovat Pearsonin korrelaatiokerroin ja parittainen t-testi. Parittaisen t-testin käyttöön päädyttiin, koska muuttujat olivat normaalisti jakautuneita ja vertailtavat havainnot keskenään riippuvia. Muuttujien normaalijakautuneisuus testattiin Kolmorov-Smirnovin testillä.

Tutkimukseni hypoteesit on asetettu seuraavasti:

Nollahypoteesin (H_0) mukaan testitilanteiden välillä ei ole tapahtunut muutosta, mittaustulokset ovat samanlaisia ensimmäisellä ja toisella testauskerralla.

Vastahypoteesi (H_1) mukaan testitilanteiden välillä on tapahtunut muutosta, mittaustulokset ovat erilaisia ensimmäisellä ja toisella testauskerralla.

Tutkimuksessa käytetty merkittävyystaso on 0,05, eli mikäli Sig.- arvo (Significance) 0,05 ylittyy, nollahypoteesi hylätään.

6.1 Polkupyöräergometrin mittaustulokset

Valintatesteissä hakijat polkivat pp-ergotestin, jonka avulla mitattiin hakijoiden maksimaalista suorituskykyä. Testissä mitataan teho, jota testattava pystyy polkemaan kuormaa nostettaessa pienin portain minuutin välein. Lentävähenkilöstö suorittaa pp-ergotestin joka vuosi koko lentouran ajan ja tutkimuksessani käytin koeryhmän viimeisintä pp-ergometritulosta uusintatestin tuloksena.

Testissä poljetaan ergometripolkupyörällä minuutin välein vastusta lisäten (20 W/min). Aloitusta vastus on 20 wattia ja sitä nostetaan portaittain maksimivastukseen asti. Kierrosluku on pidettävä 50 -70 /min ja vastus kasvaa joka minuutti 20 wattia. Testissä suhteutetaan poljettu wattimäärä koehenkilön painoon, jonka perusteella määräytyy tulos, W/kg.

Tulosten arviointi:

MIEHET:	W max /kg	< 3.5	hylätty
	3.5-3.8 välttävä		
	3.8-4.3 hyvä		
	>4.3 kiitettävä		
NAISET:	W max /kg	<3.5	hylätty
	>4.0 kiitettävä		

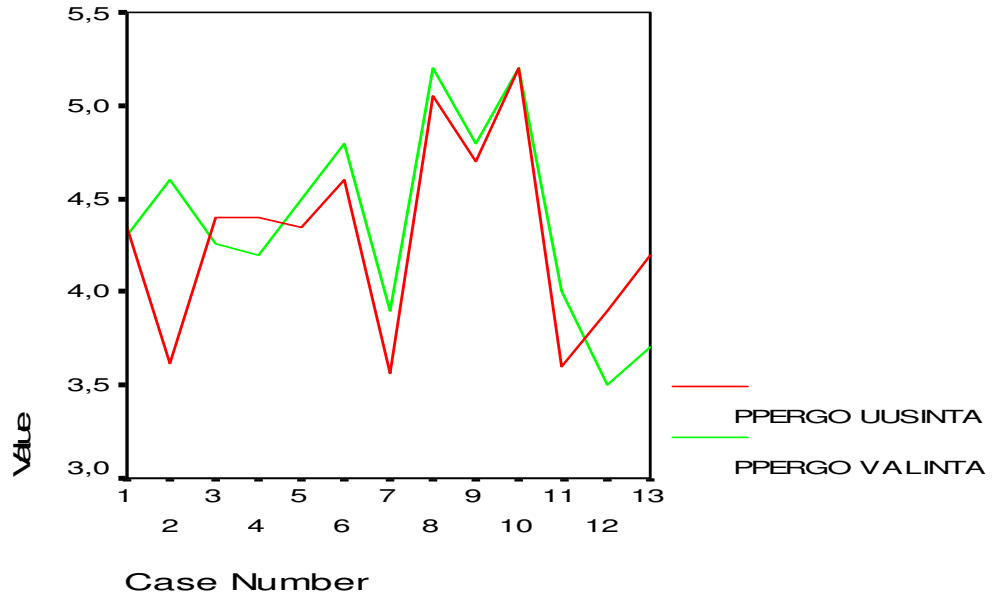
PAK I 3:03 Sotilaslentäjien lääketieteelliset valintamenettelyt 03:03 liite 06.01 kuntotesti ergometrillä

Taulukko 3. Polkupyöräergometritestin tulokset.

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1				
PPERGO_U	4,3023	13	,52579	,14583
PPERGO_V	4,3815	13	,53426	,14818

Yllä olevassa taulukossa valintatestin tulosta on merkitty PPERGO_V:nä ja uusintatestin tulosta PPERGO_U. Valintatesteissä koehenkilöiden polkupyöräergometritestin tulosten keskiarvo oli 4,38 W/kg ja uusintatestissä 4,30 W/kg. Kestävyyttä mittaavassa polkupyöräergometritestissä testiryhmätulosten keskiarvo laski valintatesteistä uusintatesteihin 0,0792 W/kg. Valintatestien tuloksissa keskihajonta oli 0,53 W/kg ja uusintatesteissä 0,52 W/kg, eli keskihajonnassa ei ole juurikaan eroa. Prosentuaalisesti tulosten keskiarvo oli laskenut valintatesteistä uusintatestiin 1,8 %.

PPERGO_U:n ja PPERGO_V:n välinen korrelaatiokerroin oli 0,745. Tämä tarkoittaa, että tulokset korreloivat voimakkaasti keskenään. Sig. -arvo on 0,465, minkä perusteella tulosten ero ei ole tilastollisesti merkittävä. Koska Sig. -arvo ylittää 5%:n merkittävyytystason, nollihypoteesi jäi voimaan.



Kuvio 14. Polkupyöräergometritestin tulokset.

Testien välistä kehitystä kuvaavassa diagrammissa x-akselilla on koehenkilöt numeroituna 1-13 ja y-akselilla testitulokset W/kg. Mikäli kunnon kehitys olisi positiivinen, uusintatetitulosia kuvaavan punaisen viivan pitäisi kulkea vihreän viivan yläpuolella. Kuitenkin diagrammista käy ilmi, että uusintatestin tulokset olivat heikommat kuin valintatesteissä. Pääasiassa viivat kuitenkin kulkevat lähellä toisiaan, mikä tarkoittaa, että yksittäisen henkilön testitulokset ovat lähellä toisiaan valintatestin ja uusintatestin välillä. Tämän perusteella voi sanoa, että mitään fyysisen kunnon romahdusta ei ole tapahtunut koko koeryhmää ajatellen. Ainoastaan yhden koehenkilön tulos oli laskenut merkittävästi.

6.2 Anaerobinen teho

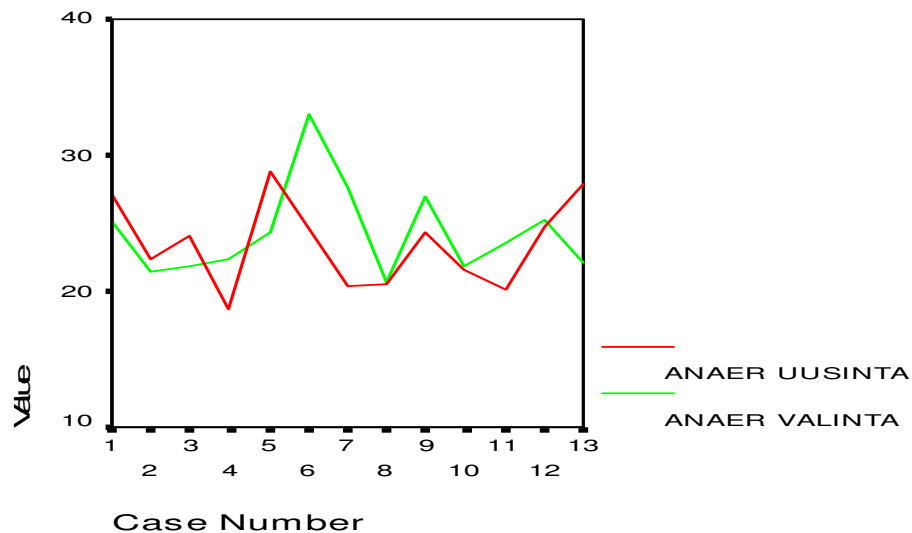
Anaerobista tehoa mitattiin tässä tutkimuksessa kontaktimatolla suoritettussa hyppytestissä. Testissä koehenkilö suoritti maksimaalisella teholla hyppyjä 16 sekunnin ajan 90 asteen polvikulmasta mahdollisimman korkealle. New Test Oy:n valmistama laite mittaa ilmassa oloajan ja hyppyjen määrän perusteella koehenkilön tuloksen. Tulos määräytyy tuotetun tehon suhteesta koehenkilön kehon painoon, W/kg. PAK I 3:03 määrittää anaerobisen suorituskykytestin ohjeelliseksi rajaksi 18 W/kg.

Valintatestissä koehenkilöiden tulosten keskiarvo oli 24,3 W/kg. Uusintatestissä koehenkilöiden keskiarvoksi muodostui 23,5 W/kg, jolloin tulokset olivat keskiarvon mukaan heikentyneet noin 0,8 W/kg. Keskihajonta valintatesteissä oli 3,4 W/kg ja uusintatesteissä hieman pienempi, 3,2 W/kg. Prosentuaalisesti tulosten keskiarvo oli laskenut 3,3 %.

Taulukko 5. Anaerobista tehoa mittaavan hyppytestin tulokset

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 2	ANAEROBINEN- TEHO UUSINTA	23,4992	13	3,18063	,88215
	ANAEROBINEN- TEHO VALINTA	24,3492	13	3,40210	,94357

Valintatestin ja uusintatestin tulosten välinen korrelaatiokerroin oli 0,193, minkä perusteella tulosten keskiarvojen välillä korrelaatio on heikko. Sig.-arvo on 0,478, minkä perusteella tulosten ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Koska Sig. -arvo ylittää 5%:n merkittävyytason, nollahypoteesi jäi voimaan.



Kuvio 15. Anaerobista tehoa mittaavan hyppytestin tulokset.

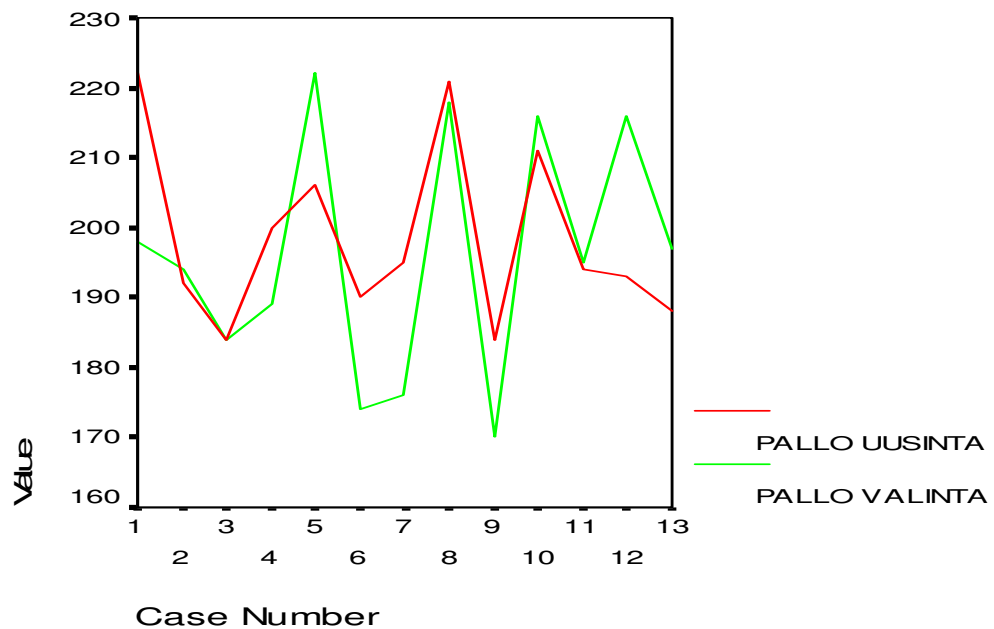
Edellisellä sivulla olevassa diagrammissa koehenkilöt ovat x-akselilla ja tulokset W/kg y-akselilla. Diagrammin perusteella voidaan todeta, että koehenkilöiden henkilökohtaiset tulokset olivat osalla nousseet ja osalla laskeneet. Varsinaista säännönmukaisuutta tulosten kehityksessä ei ole, mutta muutaman koehenkilön testituloksen heikkeneminen oli huomattavaa. Kuitenkaan uusintatestin tulos ei näiden henkilöiden osalta ollut huono, suhteutettuna ilmavoimien keskiarvoon.

6.3 Ylävartalon voimantuotto (Pallonheitto)

Taulukko 6. Ylävartalon voimantuottoa mittaavan testin tulokset.

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 3				
PALLOHEITTO	198,4615	13	12,84922	3,56373
UUSINTA				
PALLOHEITTO	196,0769	13	17,61373	4,88517
VALINTA				

Koehenkilöiden tulosten keskiarvo oli valintatesteissä 196,1 ms keskihajonnan ollessa 17,6 ms. Kauhavalla suoritetuissa uusintatesteissä keskiarvo oli 198,5 ms ja keskihajonta 12,8 ms. Tulosten keskiarvo oli heikentynyt 0,024 ms. Prosentuaalisesti tulosten keskiarvo oli heikentynyt 1,2 %. Uusintatestin ja valintatestin mittaustulosten keskiarvojen välinen korrelaatiokerroin oli 0,619, mikä tarkoittaa, että tulokset korreloivat voimakkaasti. Sig.-arvo oli 0,550, minkä perusteella tulosten ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Koska Sig. -arvo ylittää 5 %:n merkittävyytason, nollahypoteesi jäi voimaan.



Kuvio 16. Ylävartalon voimantuottoa mittaavan testin tulokset.

Diagrammissa koehenkilöt ovat x-akselilla ja mittaustulos millisekunteina y-akselilla. Diagrammia tulkittaessa on syytä huomata, että mitä pienempi arvo on y-akselilla, sitä parempi tulos on. Kuten keskiarvosta käy ilmi, tulokset olivat laskeneet valintatesteistä. Kuudella koehenkilöllä tulos oli parantunut tai pysynyt liki määrin samana ja seitsemällä koehenkilöllä tulos oli laskenut. Osalla tulos oli laskenut huomattavasti, jopa yli 20 ms. Nämä yksittäiset tulokset vaikuttavat keskiarvoon huomattavasti. Toisaalta muutamat koehenkilöt paransivat myös tuloksiaan jopa 20 ms. Tämän perusteella voi todeta, että yksilöiden välisessä kehityksessä oli suuria eroja.

6.4 Vartalon koukistajien isometrinen maksimivoima

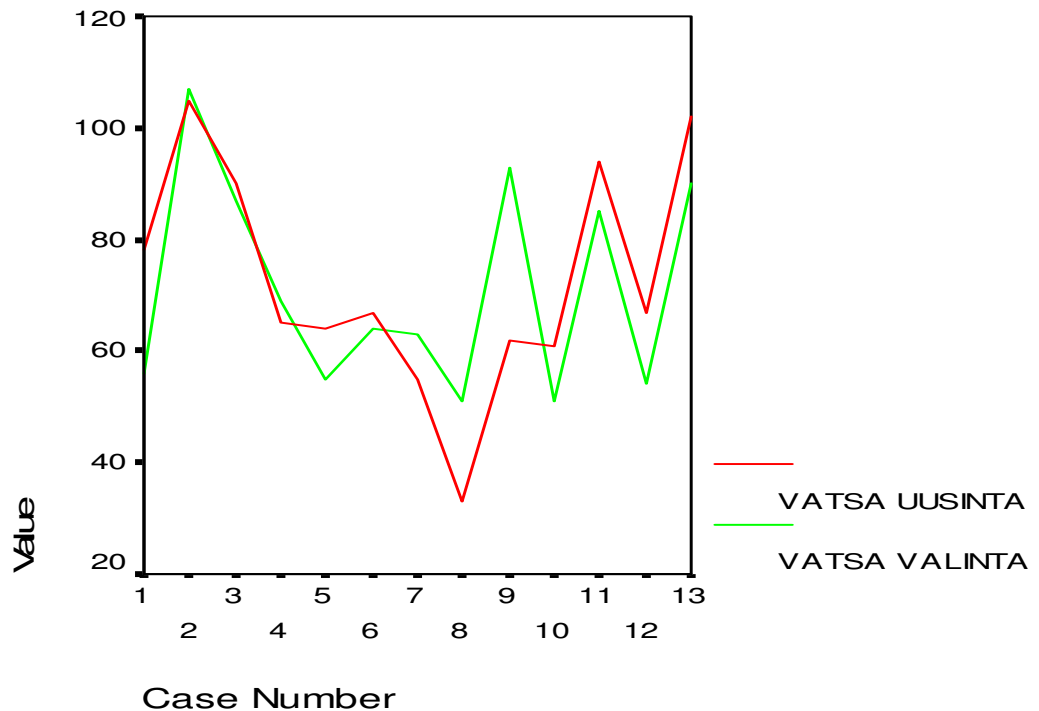
Vartalonkoukistajien isometrisen maksimivoiman tuottoa mitattiin New Test Oy:n valmistamalla vartalovoimadynamometrillä. Valintatesteissä koehenkilön pitää tuottaa vatsalihasten isometrisessä maksimivoimatestissä tulos, joka on yli 70 % koehenkilön kehonpainosta saavuttaakseen ohjeellisen raja-arvon. (mittaustulos kiloina / koehenkilön kehonpaino x 100 %).

Valintatesteissä koeryhmän tulosten keskiarvo oli 71,2kg keskihajonnan ollessa 18,9kg. Uusintatestissä koeryhmä sai tulosten keskiarvoksi 72,5kg. Uusintatestissä keskihajonta oli hieman valintatestiä suurempi, 20,5kg. Koeryhmän tulosten keskiarvo parani valintatesteistä uusintatesteihin 1,3kg. Prosentuaalisesti tulosten keskiarvo nousi 1,8 %.

Testitulosten välinen korrelaatiokerroin oli 0,742, minkä perusteella voidaan todeta, että tulokset korreloivat voimakkaasti keskenään. Sig.-arvon ollessa 0,731 tulosten ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Koska Sig. -arvo ylittää 5 %:n merkittävyytason, nollihypoteesi jäi voimaan.

Taulukko 7. Vartalon koukistajien isometrisen maksimivoiman tulokset.

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 4 VATSALIHAS	72,5385	13	20,45978	5,67452
UUSINTA				
VATSALIHAS	71,1538	13	18,88494	5,23774
VALINTA				



Kuvio 17. Vartalon koukistajien isometrisen maksimivoiman tulokset.

Edellisellä sivulla olevassa diagrammissa x-aksilla on koehenkilöt ja Y-akselilla mittaustulokset kiloina. Diagrammista voidaan havaita, että suurimmalla osalla koeryhmästä tulokset noudattavat tietynlaista säännönmukaisuutta, kuten koehenkilöillä 1-6 ja 10 -13. Muutamalla koehenkilöllä uusintatestissä saatu tulos oli selvästi heikompi kuin valintatestissä, mikä osaltaan vaikutti keskiarvon muodostumiseen.

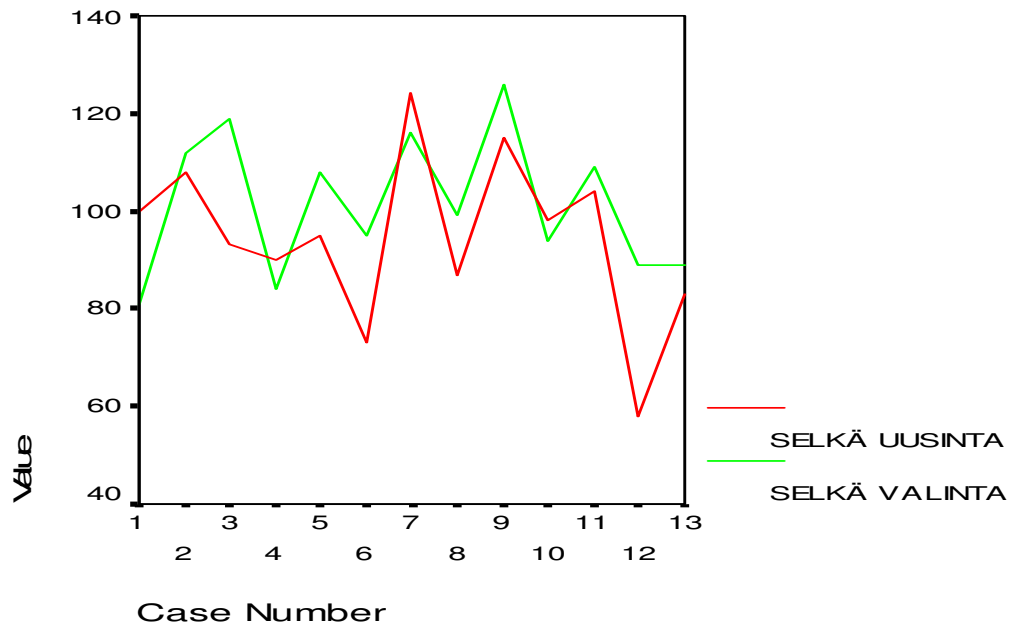
6.5 Vartalon ojentajien isometrinen maksimivoima

Taulukko 8. Vartalon ojentajien isometrisen maksimivoiman tulokset.

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 5	SELKÄ	94,4615	13	17,34750	4,81133
	UUSINTATESTI				
	SELKÄ	101,615413		14,34421	3,97837
	VALINTATESTI				

Koeryhmän selkälihasten isometrisen maksimivoiman keskiarvo oli valintatesteissä 101,6kg keskihajonnan ollessa 14,3kg. Uusintatestissä koeryhmän keskiarvo oli 94,5kg, eli keskiarvo oli laskenut 7,1kg. Uusintatestissä keskihajonta oli 17,3kg, eli hieman suurempi kuin valintatesteissä. Prosentuaalisesti tulosten keskiarvo laski 7 %.

Tulosten välinen korrelaatiokerroin oli 0,609, minkä perusteella voidaan todeta, että tulokset korreloivat voimakkaasti keskenään. Sig.-arvon ollessa 0,096 tulokset ovat tilastollisesti suuntaa antavia. Koska Sig. -arvo ylittää 5%:n merkittävyytason, nollahypoteesi jäi voimaan.



Kuvio 18. Vartalon ojentajien isometrisen maksimivoiman tulokset.

Yllä olevassa diagrammissa koehenkilöt ovat x-akselilla ja tulokset kiloina y-akselilla. Valintatestiä kuvaavasta vihreästä viivasta voi havaita, että selkälihasten isometrinen voima on laskenut yhdeksällä koehenkilöllä, muutamalla koehenkilöllä (esim. koehenkilö 12) jopa huomattavasti. Neljällä koehenkilöllä tulokset olivat nousseet uusintatesteissä, mutta tulosten parannus ei ollut kovin suurta.

6.6 Niskan koukistajien isometrinen maksimivoima

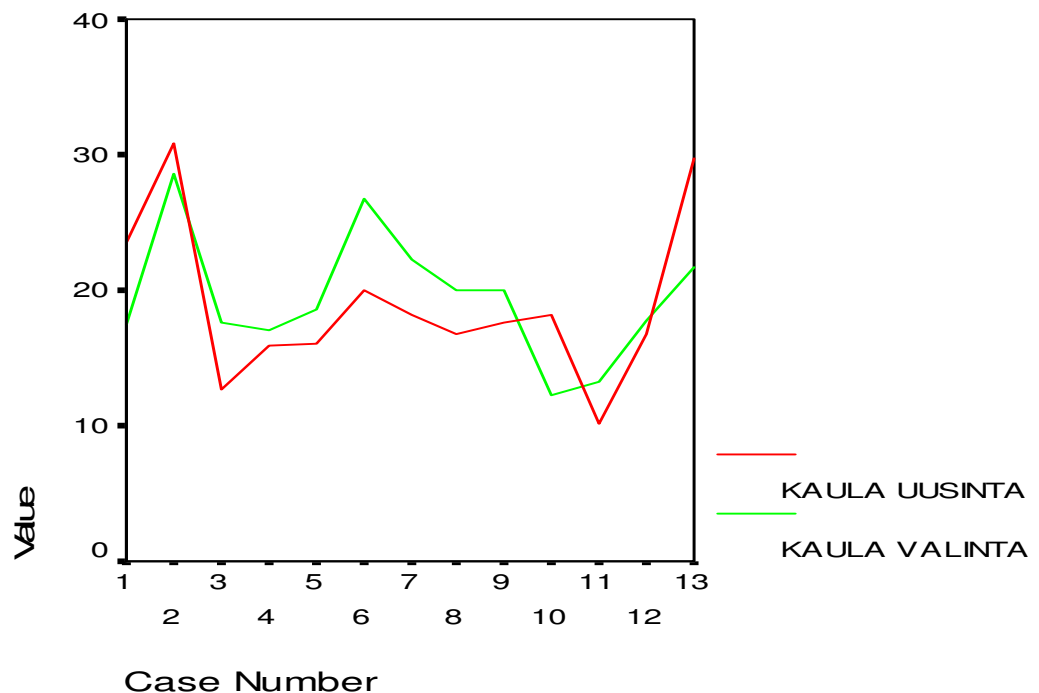
Taulukko 9. Niskan koukistajien isometrisen maksimivoima tulokset.

	Mean	NStd. Deviation	Std. Error Mean
Pair 6 KAULA UUSINTA	18,9538	13 5,96121	1,65334
KAULA VALINTA	19,4846	13 4,65239	1,29034

Kaulan isometristä maksimivoimaa testattiin New Test Oy:n valmistamalla vartalovoimadynamometrillä. Testissä koehenkilö tuotti maksimaalisen niskan koukistuksen. Valintatesteissä koehenkilön tuli saavuttaa ohjeellinen raja-arvo 15kg läpäistäkseen testin.

Valintatesteissä koeryhmän tulosten keskiarvo oli 19,5kg keskihajonnan ollessa 4,7kg. Uusintatesteissä koeryhmän tulosten keskiarvo oli 19kg ja tulosten keskihajonta 6kg. Koeryhmän tulosten keskiarvo laski valintatesteistä uusintatesteihin 0,5kg. Prosentuaalisesti keskiarvon lasku oli 2,6 %.

Testitulosten keskiarvojen välinen korrelaatiokerroin oli 0,640, jonka perusteella voidaan todeta, että tulokset korreloivat voimakkaasti keskenään. Sig.-arvon ollessa 0,688 voidaan todeta, että tulosten ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Koska Sig. -arvo ylittää 5%:n merkittävyytason, nollahypoteesi jäi voimaan.



Kuvio 19. Niskan koukistajien isometrisen maksimivoiman tulokset.

Yllä olevassa diagrammissa x- akselilla on koehenkilöt ja y-akselilla mitatut tulokset kilogrammoina (kg). Viidellä koehenkilöllä tulos oli parantunut tai pysynyt ennallaan ja kahdeksalla koehenkilöllä tulos oli laskenut valintatesteistä uusintatesteihin.

6.7 Niskan ojentajien isometrinen maksimivoima

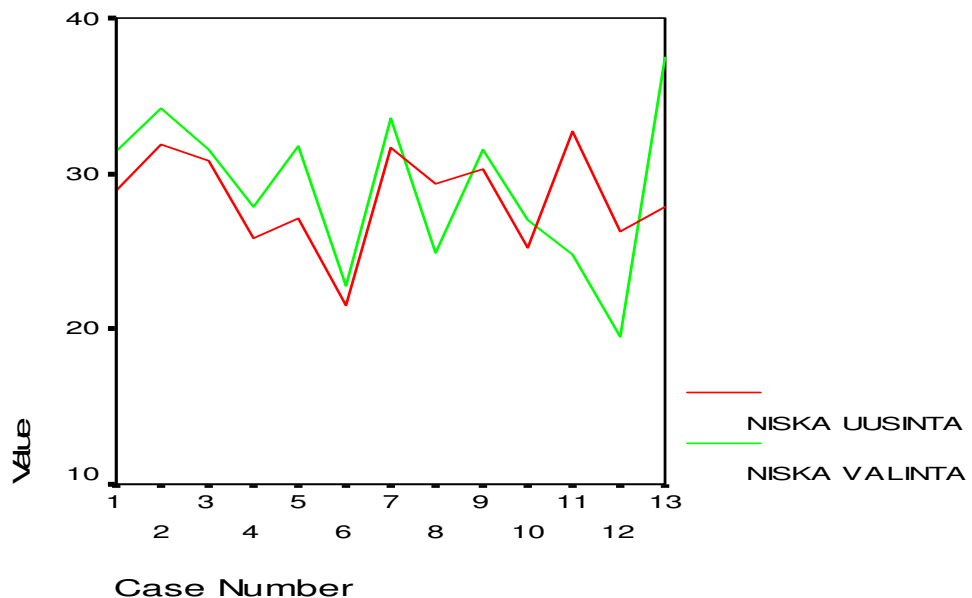
Niskan isometristä maksimivoimaa mitataan valintatesteissä New Test Oy:n valmistamalla vartalovoimadynamometrillä, jolla suoritetaan maksimaalinen niskan ojennus. Ohjeellinen raja-arvo on 22kg, joka jokaisen koehenkilön tulee ylittää läpäistäkseen testin.

Taulukko 10. Niskan ojentajien isometrisen maksimivoiman tulokset.

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 7	NISKA UUSINTA	28,4154	13	3,20178	,88801
	NISKA VALINTA	29,1077	13	5,12745	1,42210

Valintatesteissä koeryhmän testitulosten keskiarvo oli 29,1kg keskihajonnan ollessa 5,1kg. Uusintatesteissä tulosten keskiarvoksi muodostui 28,4kg ja keskihajonnaksi 3,2kg. Keskiarvo laski valintatesteistä uusintatesteihin 0,7kg. Prosentuaalisesti tulosten keskiarvon lasku oli 2,4 %:a.

Testitulosten välinen korrelaatiokerroin oli 0,447, minkä perustella voidaan todeta, että tulosten välillä on heikko positiivinen korrelaatio. Sig.-arvon ollessa 0,603 voidaan todeta, että tulosten ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Sig. -arvo ollessa yli 0,05 nollahypoteesi jäi voimaan.



Kuvio 20. Niskan ojentajien isometrisen maksimivoiman tulokset.

Edellisellä sivulla olevassa diagrammissa koehenkilöt ovat x-akselilla ja tulokset kilogrammoina y-akselilla. Diagrammista voidaan havaita, että suurimmalla osalla koehenkilöistä uusintatestin tulos oli hieman heikompi kuin valintatestin tulos. Kuitenkin muutamalla koehenkilöllä (Koehenkilöt 11 ja 12) oli tapahtunut selvää positiivista kehitystä ja yhdellä koehenkilöllä (koehenkilö 13) tuloksen selkeää laskua.

6.8 Koehenkilöiden kehonpaino

Taulukko 11. Koehenkilöiden kehonpaino.

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 8	PAINO UUSINTA	76,5385	13	6,09693	1,69098
	PAINO_VALINTA	73,1538	13	7,20932	1,99951

Sekä valinta- että uusintatesteissä mitattiin koehenkilöiden kehonpaino. Koeryhmän jäsenten kehonpainojen keskiarvo oli noussut valintatesteistä uusintatesteihin 3,3kg. Valintatesteissä koehenkilöiden painojen keskiarvo oli 73,2kg keskihajonnan ollessa 7,2kg. Uusintatesteissä koehenkilöiden kehonpainojen keskiarvo oli 76,5kg ja keskihajonta 6,1kg. Prosentuaalisesti kehonpainojen keskiarvo nousi 4,5 %:a.

Valintatestien ja uusintatestien tulosten välinen korrelaatiokerroin oli 0,898, eli tulokset korreloivat voimakkaasti keskenään. Sig.-arvon ollessa 0,002 voidaan todeta, että tulosten ero on tilastollisesti merkitsevä. Koska sig. -arvo 0,002 alittaa 5%:n merkitsevyytason, nollahypoteesi hylätään ja H_1 astuu voimaan.

6.9 Koehenkilöiden pituus

Taulukko 12. Koehenkilöiden pituus.

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 9 PITUUS UUSINTA	180,0769	13	5,21954	1,44764
PITUUS VALINTA	179,3846	13	5,04213	1,39844

Koehenkilöiden pituuksien keskiarvo nousi valintatesteistä uusintatesteihin 0,7 cm. Valintatesteissä koehenkilöiden pituuksien keskiarvo oli 179,4 cm keskihajonnan ollessa 5,04 cm. Uusintatesteissä pituuksien keskiarvo oli 180,1 cm ja keskihajonta 5,2 cm. Prosentuaalisesti koehenkilöiden pituuden keskiarvo kasvoi 0,4 %.

Keskiarvojen välinen korrelaatiokerroin oli 0,993, eli tulokset korreloivat voimakkaasti keskenään. Sig.-arvon ollessa 0,002 voidaan todeta, että tulosten ero on tilastollisesti merkitsevä. Koska sig. -arvo 0,002 alittaa 5%:n merkitsevyystason, nollahypoteesi hylätään ja H_1 astuu voimaan.

6.10 Koehenkilöiden ikä

Koehenkilöt olivat valintatesteissä 18 – 19-vuotiaita ja uusintatesteissä 22 - 24 vuotta vanhoja.

6.11 Koehenkilöiden BMI (Body mass index)

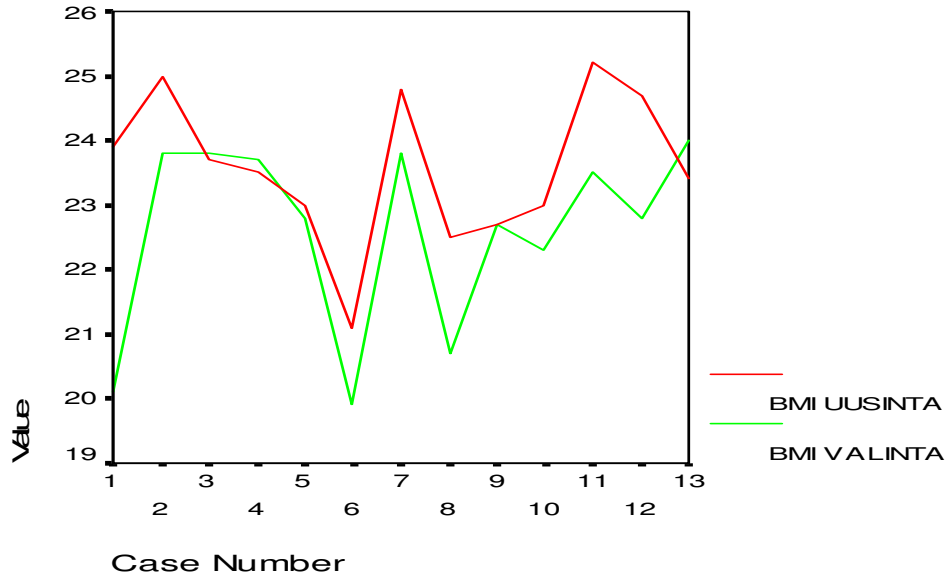
Taulukko 13. Koehenkilöiden BMI.

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 12	BMI UUSINTA	23,5769	13	1,16559	,32328
	BMI_VALINTA	22,6077	13	1,46143	,40533

Valintatesteissä hakijoille on asetettu ohjeelliset raja-arvot, joiden mukaan hakijan BMI:n tulee olla välillä (18)- 19 - 25 -(27).

Painoindeksien keskiarvoksi muodostui valintatesteissä 22,6 keskihajonnan ollessa 1,5. Uusintatesteissä painoindeksien keskiarvo oli 23,6 ja keskihajonta 1,2. Koehenkilöiden painoindeksien keskiarvo nousi valintatesteistä uusintatesteihin yhdellä yksiköllä.

Testitulosten välinen korrelaatiokerroin oli 0,615, mikä tarkoittaa, että tulokset korreloivat voimakkaasti keskenään. Sig.-arvon ollessa 0,012 voidaan todeta, että tulosten ero on tilastollisesti melkein merkitsevä. Koska sig. -arvo 0,012 alittaa 5%:n merkitsevyystason, nollahypoteesi hylätään ja H_1 astuu voimaan.



Kuvio 21. Koehenkilöiden paino indeksit.

Yllä olevassa diagrammissa koehenkilöt ovat numeroituina x-akselilla ja painoindeksit (BMI) y-akselilla. Kolmella koehenkilöllä BMI:n arvo oli laskenut tai pysynyt samana valintatestin ja uusintatestin välillä. Muilla BMI:n arvo oli noussut ja muutamalla koehenkilöllä nousu oli suhteellisen suurta (koehenkilöt 1, 8 ja 11 ja 12).

6.12 Korrelaatiot eri mittaustulosten välillä

Korrelaatiomatriisista voidaan havaita, että uusintatestissä pp-ergon tulokset korreloivat negatiivisesti koehenkilön BMI:n kanssa (-.80). Sig.-arvon ollessa 0,001 tulosta voidaan pitää tilastollisesti erittäin merkittävänä. Valintatestissä vastaava korrelaatio oli -.51.

Mittaustuloksissa löytyy korrelaatioita koehenkilön kehonpainon ja vatsalihasten voiman väliltä. Valintatesteissä kehonpainon ja vatsalihasten voiman välinen korrelaatiokerroin oli 0,764. Sig. -arvon ollessa 0,002 tulosta voidaan pitää tilastollisesti merkittävänä. Myös uusintatesteissä kehonpaino ja vatsalihasten voima korreloivat keskenään. Tulosten välinen korrelaatiokerroin oli 0.635. Sig.arvon ollessa 0,020 tulosta voidaan pitää tilastollisesti melkein merkittävänä.

Sekä valinta- että uusintatesteissä on havaittavissa myös korrelaatioita kehonpainon ja niskan voiman suhteen. Valintatesteissä niskan voiman ja kehonpainon välinen korrelaatiokerroin 0,687. Sig. -arvon ollessa 0,009 tulosta voidaan pitää tilastollisesti merkittävänä. Uusintatesteissä niskan voiman ja kehonpainon välinen korrelaatiokerroin oli 0,841. Sig. arvon ollessa 0,000 tulosta voidaan pitää tilastollisesti erittäin merkittävänä.

Valintatesteissä heittoporttitestin ja vatsalihas testin tulosten välillä on heikko negatiivinen korrelaatio (-,533). Sig -arvo on 0,060, joten tulos on tilastollisesti suuntaa antava.

6.13 Suhteelliset voima-arvot

Varsinaisen tilastollisen SPSS -ajon jälkeen heräsi mielenkiinto tutkia myös koehenkilöiden suhteellisen voiman kehitystä. Mielenkiintona oli selvittää, miten absoluuttisen voimatuloksen ja kehonpainon kasvu ovat suhteessa keskenään. Kaikkien koehenkilöiden paino oli kasvanut valintatesteistä uusintatesteihin.

Suhteellisia voima-arvoja tarkasteltaessa voidaan todeta että, vartalonkougistajien suhteellinen voima on kasvanut seitsemällä koehenkilöllä valintatesteistä uusintatesteihin ja kuudella koehenkilöllä puolestaan laskenut. Absoluuttisissa mittaustuloksissa kasvua oli tapahtunut valintatesteistä uusintatesteihin kahdeksalla koehenkilöllä ja tuloksen laskua viidellä koehenkilöllä.

Vartalonojentajien suhteellinen voima oli kasvanut valintatesteistä kolmella koehenkilöllä ja kymmenellä koehenkilöllä laskenut. Absoluuttisissa mittaustuloksissa tulosten parantumista oli neljällä koehenkilöllä ja yhdeksällä koehenkilöllä oli absoluuttinen mittaustulos heikentynyt.

Mittaustulokset vartalonojentajien- ja kougistajien osalta sekä suhteelliset voima-arvot ovat liitteessä 1.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Pro gradu -työn tutkimusongelma oli selvittää, miten lentokadettien ammatilliset voimaominaisuudet kehittyvät hakuvaiheen voimamittauksista viimeisen opiskeluvuoden alkuun. Kauhavalla syksyn 2005 aikana suoritettujen uusintatestien tulosten perusteella kohdejoukon tulokset olivat laskeneet valintatesteistä. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että vartalon koukistajien isometristä maksimivoimaa lukuun ottamatta, kaikkien osa-alueiden tulosten keskiarvo on hieman heikentynyt. Tämän perusteella voidaan todeta, että kohderyhmän ammatilliset kunto-ominaisuudet eivät ole laskeneet valintatesteistä uusintatesteihin romahdusmaisesti, mutta eivät myöskään ole kehittyneet.

Tilastollisessa mielessä antropometrinen mittausten tuloksissa ei ollut tapahtunut suuria muutoksia valintatestin ja uusintatestin välillä. Koehenkilöiden pituuden keskiarvo oli pysynyt lähes ennallaan. Koehenkilöiden pituuskasvu oli kasvanut valintatesteistä 0,7 cm, eli suurimmalla osalla koehenkilöistä pituuskasvu oli loppunut jo valintatesteihin mennessä. Koehenkilöiden kehonpainojen keskiarvo oli kasvanut 3,3 kg, eli prosentuaalinen painon kasvu oli 4,5 % valintatesteistä. Kehon massan mittaamisella pyritään toteamaan onko testattavalla henkilöllä liikaa tai liian vähän massaa. Kehon massan muutoksista tehdään usein erheellisesti johtopäätöksiä rasvakudoksen määrän lisääntymisestä tai vähentymisestä. (Keskinen 2004, 377 - 378.)

Koehenkilöiden painonnousu on ollut suhteellisen tasaista, eikä pelkän kehonpainon mukaan voi analysoida esimerkiksi sitä, onko rasvan suhteellinen osuus kehossa kasvanut valintatesteistä. Kehon painoindeksi (BMI) oli kasvanut koeryhmällä yhdellä yksiköllä. Sekä valinta- että uusintatestissä koehenkilöiden painoindeksien keskiarvo oli niin sanotusti ihannetasolla, eli BMI arvo oli 20 - 24,9. Uusintatestissä kahdella koehenkilöllä BMI arvo oli yli ihannepainon rajan, eli kyseisten koehenkilöiden BMI arvo ylitti rajan 24,9. Ylitykset olivat erittäin pieniä, 0,1 - 0,3 yksikköä. Painoindeksin tulkinnassa on otettava huomioon, että esimerkiksi lihaksikkaan henkilön painoindeksiä on vaikea tulkita oikeudenmukaisesti, eikä painoindeksin käyttö sovellu esimerkiksi voimaurheilijoille. Rajatapauksissa tulisi arvioida kehon koostumusta muilla menetelmillä, kuten vyötärö/lantio-suhteen määrittämisellä (Rehunen 1997, 183). Antropometrinen mittausten tuloksissa nollahypoteesi hylättiin, eli tilastollisessa mielessä valintatestin ja uusintatestin välillä on tapahtunut muutosta.

Polkupyöraergometrin uusintatestin tuloksissa oli tapahtunut pientä laskua valintatestin tulokseen verrattuna. Tulokset olivat laskeneet kuitenkin varsin vähän, eli kohdejoukon tulosten keskiarvo oli edelleen kiitettävällä tasolla suhteutettuna viitearvoihin. Ergometritestin tulokset olivat laskeneet kuitenkin suurimmalla osalla vain vähän, eli koko kurssia koskevaa fyysisen kestävyuden romahdusta ei ole tapahtunut. Ainoastaan yhdellä koehenkilöllä tuloksen lasku oli selvästi suurempaa kuin muilla.

Ammatillisia kunto-ominaisuuksia arvioitaessa pp-ergo on ainoa testi, joka mittaa suoranaisesti aerobisen kunnan tilaa. Uusintatestin tulosten valossa voidaan todeta, että kehitys ei ole edennyt kohdejoukon osalta oikeaan suuntaan, eli positiivista kehitystä ei ole tapahtunut. Vaikka aerobisen kunnan kehitys ei paranna G-sietokykyä, on sillä kuitenkin lentäjän kokonaissuorituskyvyn kannalta suuri merkitys. (Whinnery & Parnell 1987, 202 – 204.) Mielestäni voidaan olettaa, että suorituskyvyn kasvu vaikuttaa positiivisesti toistuvien harjoituslentojen suorittamiseen sekä niistä palautumiseen ja näin ollen osaltaan vaikuttaa operatiiviseen toimintakykyyn.

Anaerobista tehoa mittaavan hyppytestin tulosten keskiarvo oli laskenut kohderyhmällä siten, että nollahypoteesi tuli hylätä. Tulosten keskiarvo oli laskenut valintatesteistä uusintatesteihin 3,3 %. Koehenkilöiden tulosten kehityksessä ei ollut nähtävissä selvää säännönmukaisuutta, eli osalla tulokset olivat nousseet ja osalla laskeneet. Muutaman koehenkilön testituloksen heikkeneminen on huomattavaa, mutta uusintatestin tulos ei ole silti näidenkään henkilöiden osalta huono suhteutettuna Ilmavoimien keskiarvoon. Testien välinen korrelaatiokerroin oli 0,193, jolloin valintatestien ja uusintatestien tulokset eivät korreloi keskenään.

Ylävartalon voimantuottoa ja nopeutta mittaavan heittoporttitestin tulokset olivat heikentyneet hieman valintatesteistä. Tulosten keskiarvon lasku oli 1,2 %. Heittoporttitestin tuloksissa oli selvää vaihtelua, eli osalla tulokset olivat selvästi laskeneet ja osalla puolestaan selvästi nousseet. Kuudella koehenkilöllä tulos oli kasvanut tai pysynyt lähes ennallaan ja seitsemällä koehenkilöllä tulos oli laskenut. Uusintatestin tulosten perusteella voi todeta, että tulosten kehityksessä on yksilöiden välillä suuria eroja. Valintatestin ja uusintatestin välinen korrelaatiokerroin oli 0,619, joten valintatestin tulokset korreloivat uusintatestin tulosten kanssa.

Vartalovoimadynamometrillä suoritettujen isometrinen maksimivoimatestien tulokset olivat laskeneet vartalon ojentajien sekä niskan koukistajien- että ojentajien osalta. Ainostaan vartalon koukistajalihasten isometrinen maksimivoima oli kasvanut valintatesteistä. Vartalon koukistajien isometrinen maksimivoima oli noussut 1,8 % valintatesteistä ja testien tulokset korreloivat keskenään (0,742). Vartalon koukistajalihasten voimatasossa oli tapahtunut prosentuaalisesti suurin muutos. Uusintatestien mittaustulosten keskiarvo oli 7 % heikompi kuin valintatesteissä. Vartalon ojentajien osalta testitulokset korreloivat keskenään, (0,609). Niskan ojentajalihasten isometrinen maksimivoima oli laskenut 2,4 %, eli lasku ei ole kovin suurta. Niskan ojentajalihasten mittaustuloksia tarkastellessa voi havaita, että kahdella koehenkilöllä tulokset ovat selvästi nousseet ja puolestaan yhdellä koehenkilöllä selvästi laskeneet. Nämä yksittäiset tulokset vaikuttavat tulosten keskiarvoon selvästi. Niskan koukistajalihasten isometrinen maksimivoima oli myös laskenut. Mittaustulokset olivat heikentyneet 2,6 % valintatesteistä. Valintatestin ja uusintatestin mittaustulokset korreloivat keskenään (0,640).

Isometrisiä maksimivoimatasoja tarkasteltaessa on todettava, että koeryhmän kehitys ei ole ollut positiivinen. Lähes kaikilla osa-alueilla tulokset ovat laskeneet ja samanaikaisesti kehon paino ja BMI ovat kasvaneet. Testitulokset on syytä suhteuttaa sotilaslentäjän työkuormittavuuteen ja niihin vaatimuksiin, joita lentäjältä vaaditaan operatiivisen toimintakyvyn säilyttämiseen. Sotilaslentäjän on kyettävä säilyttämään toimintakykynsä toistuvien taistelulento- ja harjoitusten aikana, suurten kiihtyvyyksien alaisena. Säilyttääkseen toimintakykynsä lentäjältä vaaditaan hyvää lihaskuntoa koko vartalon alueelta. (Green 1999, 152.)

Koska virassa oleville ohjaajille tai koulutuksessa oleville kadeteille ei ole määritetty viitearvoja voimatesteihin, on vaikea määrittää onko koeryhmän voimataso riittävä hävittäjälentämiseen. Oletusarvona voitaneen kuitenkin pitää sitä, että jokaisen koehenkilön tulee saavuttaa vähintään valintatesteihin asetetut ohjeelliset raja-arvot. Ohjeelliset raja-arvot ovat vartalonojentajien ja vartalonkoukistajien osalta määritetty suhteellisinä voima-arvoina, eli absoluuttinen mittaustulos on suhteutettu koehenkilön kehonpainoon. Uusintatesteissä kaksi koehenkilöä ei ylittänyt vartalon koukistuksen ohjeellista raja-arvoa, (70 % oman kehon painosta) ja yksi koehenkilö jäi vartalon ojennuksen ohjeellisen rajan alle (95 % oman kehon painosta). Yksi koehenkilö ei ylittänyt niskan ojentajien ohjeellista raja-arvoa (22kg) ja kaksi koehenkilöä ei ylittänyt niskan koukistajille asetettua ohjeellista rajaa (15kg). Kenelläkään koehenkilöllä ei tullut uusintatestissä kahta ”rajan-alitusta”, eli kuudella koehenkilöllä jäi

kullakin yksi valintatestin ohjeellisista raja-arvoista saavuttamatta. Valintatesteissä kaksi koehenkilöä ei ylittänyt niskan koukistajille asetettua ohjeellista rajaa ja yksi ei ylittänyt niskan ojentajille asetettua rajaa.

Tutkittaessa eri lajien keskinäisiä korrelaatioita, löytyi mielenkiintoisia yhteyksiä eri lajien välille. Fyysistä kestävyyttä mittaavan pp-ergon ja BMI:n välillä oli uusintatestissä selvä negatiivinen korrelaatio (-0,8). Valintatesteissäkin kyseisten tulosten välillä oli heikko negatiivinen korrelaatio (-0,51). Tämä tarkoittaa, että BMI:n kasvaessa pp-ergon tulos pienenee, eli muuttuu huonommaksi. Vastaavasti BMI:n laskiessa pp-ergon tulos paranee.

Valintatestien ja uusintatestin mittaustulosten perusteella vartalonkoukistajien isometrisen maksimivoiman ja kehon painon välillä vallitsee heikko positiivinen korrelaatio. Tämä antaa viitteitä siitä, että kehonpainon kasvaessa henkilön vartalonkoukistajien (vatsalihasten) isometrinen maksimivoima kasvaa. Myös niskan ojentajien (niskalihasten) isometrisen maksimivoiman ja kehon painon välillä vallitsee yhteys tämän tutkimuksen tulosten perusteella. Uusintatestissä niskanvoima korreloi selvästi kehon painoon, (0,841) ja valintatesteissä edellä mainittujen välinen heikko positiivinen korrelaatiokerroin oli 0,687.

Kaulan fleksiovoima korreloi uusintatestissä vatsalihasten maksimivoiman kanssa (0,416). Oksan ym. vuonna 1997 tekemän lentävän henkilöstön lihasvoimatestien viitearvotutkimuksen tuloksista löytyy samankaltaisia korrelaatioita kuin omista mittaustuloksistani. Oksan ym. suorittaman tutkimuksen mukaan kaulan fleksiovoima korreloi vatsalihasten maksimivoiman kanssa (0,5542).

Eri tulosten välisiä korrelaatioita tutkittaessa pitää ottaa huomioon se, että tutkimuksen otos oli pieni. Tämän vuoksi eri tulosten välisiä korrelaatioita ei pidä yleistää. Jotta edellä mainittuja korrelaatioita voitaisiin yleistää, tarvittaisiin huomattavasti laajempi otos.

7.1 Tutkimuksen luotettavuustarkastelu

Tutkimuksen teossa pyritään välttämään virheiden syntymistä, mutta silti tulosten luotettavuus ja pätevyys vaihtelevat. Tämän vuoksi tutkimuksissa pyritään aina arvioimaan tehdyn tutkimuksen luotettavuutta. (Hirsjärvi ym. 2000, 213.)

Reliabiliteetti

Mittauksen reliabiliteetilla tarkoitetaan kykyä tuottaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Reliabiliteetti jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen reliabiliteettiin. Tutkimuksen sisäinen reliabiliteetti pystytään toteamaan mittaamalla sama tilastoyksikkö useamman kerran. Mikäli mittaustulokset ovat samat molemmilla mittauskerroilla, mittaus on reliabeeli. Ulkoisella reliabiliteetilla tarkoitetaan mittausten toistettavuutta myös muissa tutkimuksissa ja tilanteissa. Puutteellinen reliabiliteetti johtuu yleensä satunnaisvirheistä, joilla puolestaan tarkoitetaan otannasta, mittaus- ja käsittelyvirheistä johtuvia virheitä. (Heikkilä 2001, 187.)

Aiempien tutkimusten mukaan isometrisen testaamisen etuna on hyvä toistettavuus. Esimerkiksi isometristen niskavoimatestien toistettavuutta on aiemmissa tutkimuksissa pidetty hyvänä (Ylinen 2004, 69). Yleisesti ottaen voimatestien toistettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa testilaitteet, testattava henkilö, testaaja sekä testausympäristö. Toistettavuuden parantamiseksi testaajan pitää olla selvillä testin tarkoituksesta, testattavan ominaisuuksista ja testilaitteiden toiminnasta. Testaajan pitää ohjeistaa selkeästi testattava testien suoritukseen ja tarvittaessa avustaa testien suorittamisessa. Motivoinnin pitää olla samanlaista testitilanteessa kaikille testattaville ja samanlaista myös eri testikertojen välillä. (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 135.)

Testattavien henkilöiden voimatasot ovat luonnollisesti eritasoisia, mutta se ei vaikuta testin toistettavuuteen. Sen sijaan testattavien henkilöiden suorituskyky voi vaihdella vuorokauden ajasta riippuen, mikä vaikuttaa testin toistettavuuteen. "Testien toistettavuuteen vaikuttaa muun muassa yksilöllinen biologinen vaihtelu suorituskyvyssä samalla henkilöllä eri päivinä." (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 135). Myös testattavien motivaatiotaso vaikuttaa testaustuloksiin. Kuitenkin oletusarvona voi pitää valintatesteissä hyvää motivaatiota. Kuitenkin testaajan motivointi ennen suoritusta pitää olla samanlainen kaikille testattaville, jotta toistettavuuseroa ei syntyisi.

Testilaitteistona käytetään jokaisen testattavan kohdalla samaa vartalovoimadynamometriä. New Test Oy:n valmistama testilaitte on helposti kalibroitavissa testien välillä, mikäli on aihetta epäillä laitteen luotettavuutta. Ympäristön suhteen toistettavuuden kannalta oleellista on häiriötön ja testaustilanteeseen sopiva paikka. Testausympäristö on valintatesteissä kaikille testattaville sama. Sotilassairaala Tilkassa tehdyt voimamittaukset suoritetaan häiriöttömässä paikassa, missä ei ole muita kuin testaushenkilöstö.

Valintatestin mittauksissa koko kohderyhmän testaajana oli toiminut tutkija Harri Rintala. Uusintatestit suoritettiin Kauhavan varuskuntasairaalassa mahdollisimman samankaltaisessa ympäristössä kuin valintatestit. Mittalaitteena käytettiin samaa laitetta kuin valintatesteissä ja testaustoimintaa Kauhavalla opasti tutkija Rintala. Uusintatesteissä testasin kuitenkin itse suurimman osan otoksesta, joten mittaja vaihtui testin aikana. Malmin (2005, 63 - 64) mukaan mittaustulosten toistettavuuteen saattaa vaikuttaa testaajan vaihtuminen. Testaajan vaihtumisen vaikutusta toistettavuuteen ei kuitenkaan ole testattu tällä mittalaitteella. Tätä voidaan pitää pienenä puutteena tarkasteltaessa tutkimuksen reliabiliteettia.

Kauhavalla suoritetuissa uusintatesteissä jokaiselle testattavalle oli käytössä valintatesteissä käytetyt vartalovoimadynamometrin säädöt. Suurimmalle osalle koehenkilöistä valintatestien säädöt olivat soveltuvat myös uusintatestissä. Valintatestissä käytettyjen säätöjen käyttömahdollisuus paransi osaltaan tutkimuksen reliabiliteettia.

Tässä tutkimuksessa reliabiliteettia heikentää pieni otanta. Pienestä otoskoosta johtuen tutkimustulosten yleistettävyyden kaikkia kadettikursseja koskevaksi ei ole hyvä. Tutkimuksen tulokset ovat lähinnä suuntaa antavia suhteessa muihin kadettikursseihin.

Validiteetti

Tutkimuksen validiteetilla tarkoitetaan sitä, missä määrin on onnistuttu mittaamaan juuri sitä mitä pitikin mitata. Mittarit ja menetelmät eivät aina vastaa sitä todellisuutta, mitä tutkija kuvittelee tutkivansa. (Hirsjärvi ym. 2004, 216 – 218.)

Tässä tutkimuksessa mittausprosessit olivat vakioituja, joten tutkimuksen validiteettia voidaan pitää hyvänä. Tätä tukee aiemmat tutkimukset, joissa on käytetty samaa mittalaitetta samoilla mittausmenetelmillä. Analysoitaessa valintatestistä ja uusintatestistä saatuja numeraalisia arvoja, voidaan tulosten luotettavuutta pitää tällä mittausmenetelmällä hyvänä, koska mittauslaitetta käytettiin juuri sen suunnitteluperiaatteiden mukaan.

7.2 Pohdintaa tulosten perusteella

Kuten teoriaosuudessani kirjoitin, viimeisen valintavaiheen lihasvoimamittausten tarkoituksena on mitata hakijan liikunnallisia tottumuksia ja soveltuvuutta sotilaslentäjän koulutuk-

seen. Tarkoituksena siis on mitata niin sanottu lähtötaso, jota pyritään kehittämään opiskeluaikana niin paljon, että henkilön ammatilliset kunto-ominaisuudet vastaisivat sotilaslentäjän työn kuormittavuutta. Tämän tavoitteen toteuttamiseksi sekä varusmiehille että kadettikurssilla opiskeleville henkilöille annetaan liikuntakoulutusta, muun muassa liikuntaleirien ja viikkoliikunnan muodossa. Liikuntaleirit ja viikkoliikunta ovat kuitenkin vain pieni osa siitä harjoittelusta, jota lentäjäksi opiskelevan tulisi suorittaa. Kadettikoulun aikana on suhteellisen vähän ohjattua liikuntaa, jonkin verran painotetaan kestävyyslajeihin, kuten suunnistukseen ja hiihtoon. Voimaharjoitteluun paneudutaan kadettikoulun puolesta varsin vähän, mikä on lentäjäksi opiskelevien henkilöiden kannalta valitettavaa.

Omalla vapaa-ajalla tapahtuva harjoittelu on suuressa roolissa, kun puhutaan pitkällä tähtäimellä tapahtuvasta fyysisen kunnon kehittamisestä. Varsinainen fyysisen kunnon huippu pitäisi saavuttaa opiskelujen viimeisen vuoden aikana, jolloin alkaa fyysisesti vaativin lentokoulutusvaihe, eli Hawkilla tapahtuva ilmataistelukoulutus (HW2). Tutkimukseni kohderyhmälle tehtiin ammatillisia kunto-ominaisuuksia mittaavat testit noin puolivuotta ennen kuin HW2-lentokoulutusohjelma alkaa. Näin ollen oletusarvona voitaisiin pitää, että kohderyhmän ammatilliset kunto-ominaisuudet olisivat kehittyneet positiivisesti valintavaiheesta ja olisivat niin sanotusti ”huipussaan”.

Tutkimustulosteni valossa on kuitenkin todettava, että niin sanottua positiivista kunnon kehittymistä ei ole tapahtunut, vaan kunto-ominaisuudet ovat lähes samalla tasolla kuin valintavaiheessa. Mielestäni uusintamittausteni tuloksia analysoitaessa on kuitenkin otettava huomioon se, että suuri osa ohjaajakurssille hakeutuvista henkilöistä on liikunnallisesti aktiivisia nuoria. Varsinkin viimeisen vaiheen lihasvoimatestien läpäisseet omaavat usein jonkin asteisen urheilutaustan. Näin ollen osalla koehenkilöistä liikunnan määrä on saattanut laskea varusmieskurssin ja kadettikurssin aikana valintatestejä edeltäneestä ajasta. Opiskelukiireistä ja opintojen aiheuttamista harjoittelutauoista (leirit yms.) johtuen, harjoittelun määrä on saattanut laskea, vaikka oma aktiivisuus liikkumiseen olisikin pysynyt hyvänä.

Fyysisen kunnan mittaamisen ja testaamisen tarkoituksena on kerätä määrääjain suoritetuilla testeillä tietoa harjoitusohjelmien sopivuudesta ja kunnan kehitymisestä. Seurannalla tulisi selvittää ominaisuuksien kehittymistä harjoitusperiodin aikana sekä koko urheilijan uran aikana. (Viitasalo 1989, 358.)

Ilmavoimissa suoritetaan valintavaiheessa fyysisen kunnan mittauksia tarkoin valituilla laitteilla ja menetelmillä, mutta seuranta ei suoriteta vertailukelpoisilla laitteilla. Valintatestien jälkeen fyysisen kunnan mittauksia ei suoriteta kadeteille eikä virassa oleville lentoupseereille samoilla laitteilla, joten kehityksen seuranta ei ole mahdollista. Ilmavoimissa ei ole mielestäni testausjatkumoa, jonka perusteella voitaisiin luotettavasti tutkia fyysisen kunnan kehitystä lentävän henkilöstön osalta. Kadetit suorittavat Kuortaneen urheiluopistolla isometrisiä voimatestejä opiskeluaikana, mutta esimerkiksi testilaitteiston eroavuudesta johtuen testit eivät ole vertailukelpoisia.

7.3 Jatkotutkimusehdotuksia

Mittaustuloksia analysoitaessa oli selvästi havaittavissa, että kohdejoukon tulokset eivät olleet kehittyneet positiivisesti ja näin ollen ammatilliset kunto-ominaisuudet olivat samalla tasolla kuin 4-5 vuotta sitten valintatesteissä. Tämä herätti kysymyksen, miksi kehitystä ei ole tapahtunut.

Tutkimukseni pienestä otannasta johtuen, tutkimustulosteni yleistettävyyys koskemaan yleisesti kaikkia lentokadetteja ei ole hyvä. Tämän vuoksi olisi mielenkiintoista tutkia vastaavalla tutkimusasetelmalla useamman kadettikurssin kadetteja kunkin kurssin viimeisenä opiskeluvuotena pitkittäistutkimuksena, juuri ennen HW2-lentokoulutusohjelman alkua. Näin saataisiin suurempi otanta, jonka perusteella voitaisiin nähdä, onko kaikilla kadettikursseilla samansuuntainen fyysisen kunnankehitys kuin tämän tutkimuksen otannalla. Ongelmana on kuitenkin se, että kadetteja ei testata opiskeluaikana samalla mittalaitteella kuin valintatesteissä, joten aineistoa ei ole saatavissa jokaisen kurssin osalta.

Mielestäni olisi myös mielenkiintoista tutkia, onko eri kadettikurssien välillä suuria eroja fyysisen kunnon kehityksessä. Mikäli kaikilla kursseilla ammatillisten kunto-ominaisuuksien kehitys on samansuuntainen kuin tässä tutkimuksessa, olisi hyödyllistä perehtyä niihin syihin, jotka eivät mahdollista tai estävät ammatillisten kunto-ominaisuuksien kehittymisen. Jos kaikilla kadettikursseilla on samansuuntainen fyysisen kunnonkehitys kuin tässä tutkimuksessa, olisi mielestäni syytä arvioida ammatillisten kunto-ominaisuuksien taso, joka jokaisen ohjaajan pitää saavuttaa ennen fyysisesti vaativien lentokoulutusohjelmien aloittamista. Kuten sotilaslentäjän työn kuormittavuutta koskevassa kappaleessa kirjoitin, hävittäjälentäjältä vaaditaan hyvää fyysisen voiman tasoa suoriutuakseen toistuvista ja raskaista lentosuorituksista, säilyttäen operatiivisen toimintakykynsä.

7.4 Tutkimustyössä vastaan tulleet ongelmat ja haasteet

Tutkimuksen teossa ongelmaa aiheutti ehkä eniten otoksen pieni koko. Kadetteja ei testata opintojen aikana samalla mittalaitteistolla kuin valintatesteissä, joten vertailukelpoista aineistoa muiden kurssien osalta ei ollut käytössä. Alun perin suunnitelmana oli testata kaikki kadettikurssilla 89 opiskelevat kadetit, mutta kaksi henkilöä joutui jäämään testistä pois terveydellisistä syistä. Otokoko olisi poisjäänneistäkin huolimatta ollut varsin pieni, joten ne eivät muuttaneet tilannetta ratkaisevasti. Otokoosta johtuen en voi yleistää tutkimustuloksiani koskemaan kaikkia kadetteja, mikä laskee työni arvoa.

Tutkimukseen osallistuneet kadetit osallistuivat vapaaehtoisesti uusintatesteihin lentopalveluksen ohessa, eli osa testattavista oli ollut ennen testiä harjoitus- tai koululennolla. Edeltävän lennon rasitusta ja sen vaikutusta testitulokseen on vaikea arvioida, mutta oletan sen vaikuttavan mittaustuloksiin. Ennalta oletin, että tutkittavat pitäisivät testejä ylimääräisenä pahana lentopalveluksen ohessa, mutta testattavien henkilöiden asennoituminen ja motivaatio testiä kohtaan oli testitilanteessa mielestäni erittäin hyvä. Testien jälkeen sain testiin osallistuneilta suullista palautetta, jossa he kertoivat testin aiheuttaneen lihaskipua, etenkin kaulan- ja niskanelueelle. Vaikka testiin osallistuneet saivat suullisesti testin jälkeen venyttelyohjeet palautumisen nopeuttamiseksi, ne olivat kuitenkin riittämättömät. Tutkijana minun olisi pitänyt perehtyä enemmän palautumista edistäviin toimiin ja laatia jokaiselle testattavalle kirjalliset venyttelyohjeet.

LÄHTEET

Julkaisemattomat lähteet

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

Viskari, S. 2004. Kvantitatiivinen tutkimus kasvatustieteissä–luentomoniste, Tampereen yliopisto.

Julkaistut lähteet

ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 2006. American College of Sport Medicine. 7th. edition, Lippincott Williams & Wilkins.

Ahonen, J. & Lahtinen, T. 1989. Lihastasapaino ja ryhti. Teoksessa: J. Ahonen, G. Pogliani, H. Saarinen, M. Sandström, J. Suovanen, V. Vannini & T. Lahtinen (toim.) Kehon rakenne, toiminta ja lihahuolto. 2. painos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 279 – 337.

Ahtiainen, J. & Häkkinen, K. 2004. Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen. Teoksessa K. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Tampere: Tammer-Paino Oy, 125 – 193.

Arokoski, J. Holopainen, K. Koistinen, S. & Kuronen, P. 1996. Niskakurssin vaikutukset hävittäjälentäjien niska-hartiaoireisiin ja fyysiseen suorituskykyyn. Sotilaslääketieteellinen aikakausilehti 71: 7-12.

Balldin, U. Werchan, P. French, J. & Self, B. 2003. Endurance and Performance During Multiple Intense High +G_z Exposures with Effective Anti-G Protection. Aviation, Space, and Environmental Medicine 74 (4): 303 - 308.

- Burton, R.R. & Whinnery, J.E. 1996. Biodynamics: Sustained acceleration. Teoksessa R.L. DeHart (toim.) *Fundamentals of Aerospace Medicine*. 2.nd edition. Baltimore Maryland: Williams & Wilkins, 201 - 260.
- Cerny, F. & Burton, H. 2001. *Exercise Physiology for Health Care Professionals*. Human Kinetics.
- Epperson, W. Burton, R. & Bernauer, E. 1985. The effectiveness of Specific Weight Training Regimens on Simulated Aerial Combat Maneuvering G tolerance. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 56 (6): 534 – 539.
- Green, N. 1999. Protection Against Long Duration Acceleration. Teoksessa J. Ernsting, A. Nicholson & D. Rainford (toim.) *Aviation Medicine*. 3.th edition. Oxford: Butterworth-Heinemann, 148 - 156.
- Halmet, H. Hyvärinen, A. & Oksa, J. 2002. Niska- ja vartalovoimadynamometrin reliabiliteetti ja validiteetti. Oulun aluetyöterveyslaitos.
- Heikkilä, T. 2001. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Oy Edita Ab.
- Hirsjärvi, S. Remes, P. & Sajavaara, P. 2004. Tutki ja kirjoita. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- Hirsjärvi, S. Remes, P. & Sajavaara, P. 2002. Tutki ja kirjoita. Vantaa: Tummavuoren kirjapaino Oy.
- Holopainen, K. & Sastamala, A. 1988. Uuden lukion terveystieto. Porvoo: WSOY.
- Holopainen, M. & Pulkkinen P. 2001. Tilastolliset menetelmät. Vantaa: Tummavuoren Kirjapaino Oy.
- Holopainen, M. Tenhunen, L. & Vuorinen P. 2004. Tutkimusaineiston analysointi ja SPSS. Hamina: Oy Kotkan Kirjapaino Ab.

Häkkinen, K. Mäkelä, J. & Mero, A. 2004. Voima. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, K. Keskinen & K. Häkkinen (toim.) Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 251 – 283.

Häkkinen, K. 1990. Voimaharjoittelun perusteet. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

IlmavEh-os PAK I 03.03. Sotilaslentäjien lääketieteelliset valintamenettelyt.

Ilmavoimien lentävän henkilöstön lihaskunnan kenttätestien viitearvojen määrittäminen, Käsky, R3787/2.4/D/IV, Ilmavoimien esikunta 1996.

Kakkuri-Knuuttila, M-L. 2002. Hypoteesin testaus. Teoksessa M-L. Kakkuri-Knuuttila (toim.) Argumentti ja kritiikki –lukemisen, keskustelun ja vaikuttamisen taidot. Tampere: Tammer-Paino Oy, 303 – 327.

Keskinen, K. 2004. Antropometria. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, K. Keskinen & K. Häkkinen (toim.) Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 377 – 380.

Kuronen, P & Myllyniemi, J. 1996. Lentäjän työn kuormittavuus. Teoksessa P. Kanninen, P. Kuronen, H. Rintala, V. Eloranta, J. Myllyniemi, E. Santala, H. Paalimäki (toim.) Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 11 – 19.

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

Kyröläinen, H. 1998. Liikuntabiologinen näkökulma toimintakykyyn. Teoksessa J. Toiskallio (toim.) Toimintakyky sotilaspedagogiikassa. Vaasa: Ykkös-Offset Oy, 25 – 41.

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

Lempinen, M. 2005. Sotilaslentäjän niskan voimaominaisuuksien ylläpitäminen telinevoimisteluun perustuvilla erityistaitoharjoitteilla. Pro gradu tutkielma. Maanpuolustuskorkeakoulu.

Lentävän henkilöstön liikunta 3. 1996. Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä. Tikkakoski: Ilmavoimien Esikunta.

Linja, T. 2002. Kuortaneen urheiluopiston laatukäsikirja.

Luoma-aho, P. 2005. Hawkin heittoistuimeen suunnitellun selkätuen tarpeellisuus. Pro gradututkielma. Maanpuolustuskorkeakoulu.

McArdle, W. D. Katch, F. I. & Katch, V. L. 1996. Exercise Physiology. Williams & Wilkins.

Mero, A. 1989. Nopeus ja sen harjoittaminen. Teoksessa H. Kantola, K. Tuovinen, A. Kujala, P. Luhtanen, H. Rusko & J. Viitasalo (toim.) Suomalainen valmennusoppi 2. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 255 – 272.

Mänttari, A. Aunola, S. & Kapanen J. 1999. Maksimaalisen hapenkulutuksen (hapenoton) määrittäminen. Teoksessa S. Aunola, J. Kapanen, H. Litmanen, A. Mänttari, H. Rusko, J. Suni (toim.) Kuntotestauksen perusteet. Helsinki: Liikuntalääketieteen ja testaustoimikunnan edistämisyhdistys Liite, 40 - 86.

Nummela, A. 2004. Kestävyys suorituskykyä selittävät tekijät. Teoksessa K. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Tampere: Tammer-Paino Oy, 51 – 59.

Nummela, A. Keskinen & K. Vuorimaa, T. 2004. Kestävyys. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, K. Keskinen & K. Häkkinen (toim.) Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 333- 363.

Oksa, J. Hämäläinen, O. Rissanen, S. Salminen, M. & Kuronen, P. 1999. Muscle Fatigue Caused by Repeated Aerial Combat Maneuvering Exercises. Aviation, Space and Environmental Medicine 70 (6): 556 – 560.

PEKoul-Os PAK C 01:03. Varusmiesten fyysinen koulutus.

Pääesikunnan koulutusosasto. Fyysisen suorituskyvyn mittaaminen, Liikuntakoulutuksen käsikirja osa 12, 2000a.

Rehunen, S. 1997. Terveys ja liikunta. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Rintala, H. Häkkinen, A. Kautiainen, H. & Siitonen, S. 2005. Military pilot's neck and back pain: A preliminary study. Kongressiabstracti. Ilmavoimat.

Rintala, H. & Kanninen, P. 1996. Voima. Teoksessa P. Kanninen, P. Kuronen, H. Rintala, V. Eloranta, J. Myllyniemi, E. Santala & H. Paalimäki (toim.) Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 28 – 31.

Rintala, H. Korte, M. 2001. Ilmavoimien lentäjien kokemat tuki- ja liikuntaelinvaivat, Kongressiabstracti. Liikuntalääketieteelliset päivät. Helsinki.

Rintala, H. Paalimäki, H. Santala, E. 1996. Lentäjän tarvitsema suorituskkyky. Teoksessa P. Kanninen, P. Kuronen, H. Rintala, V. Eloranta, J. Myllyniemi, E. Santala & H. Paalimäki (toim.) Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 23 – 27.

Russell, R. Burton, D. Malcolm, M. Cohen, M. & Guedry, J. 1988. G-Induced Loss of Consciousness. Aviation, Space & Environmental Medicine 59 (1): 1- 4.

Santtila, M. 2001. Armeija liikuttaa. Symposiumraportti.

Siitonen, S. 2000. Effects of In-flight G_z Acceleration on Military Aviators Using Modern Anti-G Garments. Tohtorin väitöskirja. Kuopion yliopisto. Lääketieteen laitos. (Kuopion yliopiston julkaisuja D. Lääketiede 204)

Soininen, M. 1995. Tieteellisen tutkimuksen perusteet. Turku: Painosalama Oy.

Tesch, P. Hjort, H. & Balldin, U. 1983. Effects of Strength Training on G tolerance. Aviation, Space and Environmental Medicine 54 (8): 691-695.

Thomas, J. & Nelson, J. 1996. Research methods in physical activity. 3.th edition, Human Kinetics, IL

Toiskallio, J. 1998. Sotilaspedagogiikan perusteet. Hämeenlinna: Karisto Oy.

- Tossavainen, M. 2004. Testing Athletic Performance in Team and Power Sports. 1.edition. Oulu: New Test Oy.
- Valli, R. 2001. Johdatus tilastolliseen tutkimukseen. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- Valli, R. 2001. Kyselylomaketutkimus. Teoksessa J. Aaltola & R. Valli (toim.) Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 100 – 112.
- Vapaavuori, E. Sorsa, M. Nurmi, L. & Kuronen P. 1992. Lentävä ihminen – ilmailufysiologian ja –psykologian oppikirja. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Viitasalo, J. 1985. Lihasvoiman harjoittamisen ja mittaamisen biomekaniikka ja fysiologia. Teoksessa J. Viitasalo, S. Liitsola & J. Raninen (toim.) Voimaharjoittelu –perusteet ja käytännön toteutus. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 9 – 154.
- Viitasalo, J. & Rusko, H. 1988. Tiede ja urheiluvalmennus. Teoksessa H. Kantola, K. Tuovinen, A. Kujala, P. Luhtanen, H. Rusko & J. Viitasalo (toim.) Suomalainen valmennusoppi 1. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy: 199 – 207.
- Viskari, J. Haavisto, M.L. Harinen, O. Holthoer, A. Hult, H. Karinkanta, J. Oksama, L. & Schutskoff, V. (toim.) Jääkäriyhmän hyökkäystaistelun perusselvitys, Maanpuolustusopisto, Huhtikuu 1999.
- Whinnery, J. & Parnell, D.V.M. 1987. The effects of Long-Term Aerobic Conditioning on +G_z Tolerance. Aviation, Space & Environmental Medicine 58 (3): 199-204.
- Ylinen, J. 2004. Treatment of Chronic Non-specific Neck Pain with Emphasis on strength Training. Tohtorin väitöskirja. Kuopion yliopisto. Lääketieteen laitos.

Muut lähteet

High G- ilmailufysiologian oppimateriaali 1998, tukirankaosiossa Työterveyslaitoksen asiantuntijalausunto Ilmavoimien Esikunnalle hävittäjälentäjän niskan kulumamuutoksista

LIITTEET

- Liite 1 Suhteelliset voimatasot vartalon koukistajien- ja ojentajien osalta
- Liite 2 Tutkimuksen korrelaatiomatriisit
- Liite 3 Fyysisen suorituskyvyn mittauksissa käytetty kaavake

Suhteelliset voimatasot vartalon koukistajien- ja ojentajien osalta

Uusintatellit

Koehenkilö	Fleksio vatsa kg	Paino kg	vatsan voima/ kehonpaino %
1	78	77,3	100,9
2	105	83,6	125,6
3	90	85,6	105,1
4	65	75,3	86,3
5	64	70,5	90,7
6	67	64,5	103,8
7	55	80,3	68,5
8	33	72	45,8
9	62	77,8	79,7
10	61	73	83,6
11	94	82,5	113,9
12	67	71,5	93,7
13	102	81,1	125,8

Koehenkilö	Ekstensio selkä kg	Paino kg	selän voima/ kehonpaino %
1	100	77,3	129,4
2	108	83,6	129,2
3	93	85,6	108,6
4	90	75,3	119,5
5	95	70,5	134,8
6	73	64,5	113,2
7	124	80,3	154,4
8	87	72	120,8
9	115	77,8	147,8
10	98	73	134,2
11	104	82,5	126,1
12	58	71,5	81,1
13	83	81,1	102,3

Suhteelliset voimatasot vartalon koukistajien- ja ojentajien osalta

Valintatesti

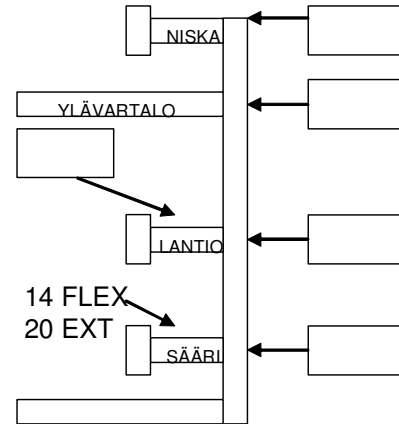
Koehenkilö	Fleksio vatsa kg	Paino kg	vatsan voima/ kehonpaino %
1	56	67	83,6
2	107	79	135,4
3	87	85	102,4
4	69	75	92
5	55	70	78,6
6	64	61	104,9
7	63	77	81,8
8	51	65	78,5
9	93	77	120,8
10	51	70	72,9
11	85	77	110,4
12	54	66	81,8
13	90	82	109,8

Koehenkilö	Ekstensio selkä kg	Paino kg	selkävoima / kehonpaino %
1	81	67	120,9
2	112	79	141,8
3	119	85	140
4	84	75	112
5	108	70	154,3
6	95	61	155,7
7	116	77	150,6
8	99	65	152,3
9	126	77	163,6
10	94	70	134,3
11	109	77	141,6
12	89	66	134,8
13	89	82	108,5

FYYSINEN SUORITUSKYKY JA LIKUNNALLINEN ELÄMÄTAPA

PVM: _____ - _____
 NIMI: _____
 SYNTYMÄAIKA: _____ IKÄ: _____
 PITUUS: _____
 PAINO (BW) _____
 BMI: _____
 VYÖTÄRÖN YMPÄRYSMITTA: _____

VARTALOVOIMADYNAMOMETRIN ASETUKSET (NEWTTEST)



LIHASKUNTO:

ANAEROBINEN TEHO _____ W/kg
 - (ka. 23.3 W/kg)
 PALLONHEITTO (1 kg) 1. _____ ms
 - (ka. 197 ms) 2. _____ ms
 3. _____ ms

VARTALO:

FLEKSIO (VATSA) _____ kg => _____ %
 - (ka. 73)
 EKSTENSIO (SELKÄ) _____ kg => _____ %
 - (ka. 97 KG)
NISKA:
 FLEKSIO (KAULA) _____ kg
 - (ka. 21.7 kg)
 EKSTENSIO (NISKA) _____ kg
 - (ka. 29.4 kg)

LIHASKUNTOLUOKKA: _____ / _____
 PIST TULOS

KUNTOTESTI PP-ERGO: _____ w_{max1} /kg
 - (ka. 4.0 W/kg)

HAVAINNOT:

1. MOTORIIKKA: HYPPY: KANKEA NORMAALI ERITTÄIN SUJUVA
 PALLONHEITTO: KANKEA NORMAALI ERITTÄIN SUJUVA

2. LIKUNNANHARRASTAJATYYPPI:

KESTÄVYYS TAITO-TEHO TAITO

3. TAITO:

UIMATAITO EI OSAA ALLE 50 M HYVÄ
 SUUNNISTUSTAITO EI OSAA KARTAN/KOMPASSIN PERUSTEET SUORIUTUU VIERAASTA MAASTOSTA
 HIIHTOTAITO EI OSAA PYSYY PYSTYSSÄ JA LIIKKUU SUKSILLA SUORIUTUU VAIHTELEVASTA MAASTOSTA

4. YLEISTÄ _____

ARVIO TÄMÄNHETKISESTÄ FYYSISESTÄ SOPIVUUDESTA SOTILASLENTÄJÄN AMMATTIIN VERRATTUNA LENTÄVÄN HENKILÖSTÖN FYYSISEN SYORITUSKYVYN PROFIILIIN

- MOITTEETON SUORITUSKYKY
 SOPIVA TIETYIN HUOMAUTUKSIN _____
 EI SOPIVA _____

Tutkimuksen tekijän nimi ja asema _____