

**PSYKOMOTORISTEN TESTIEN MITTAAMIEN OMINAISUUKSIEN  
YHTEYS AMMUNTATAITTOON**

Marika Salminen  
Pro gradu –tutkielma  
Jyväskylän yliopisto  
Psykologian laitos  
Kevät 2001

# SISÄLLYSLUETTELO

## ABSTRAKTI

<b>1. JOHDANTO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Tutkimuksen tausta.....	1
1.2. Ammunta psykomotorisen tutkimuksen kohteena .....	2
1.3. Ammuntataidon osatekijät – mitä ammuntataito on .....	2
1.4. Psykomotoriset ominaisuudet .....	4
1.5. Psykomotoriset testit .....	5
1.6. Tutkimusongelma ja hypoteesi.....	8
<b>2. MENETELMÄT.....</b>	<b>9</b>
2.1. Tutkittavat.....	9
2.2. Tutkimuksen toteutus.....	10
<b>3. TESTIT JA TESTIMUUTTUUJAT.....</b>	<b>10</b>
3.1. Rt.....	10
3.2. 2hand .....	11
3.3. Motion extrapolation ( MEP ).....	13
3.4. Pursuit Tracking ( PT ).....	15
<b>4. TULOKSET.....</b>	<b>15</b>
4.1. Tilastolliset menetelmät.....	15
4.2. Tilastoanalyysin tulokset.....	16
<b>5. POHDINTA.....</b>	<b>19</b>
<b>LÄHTEET.....</b>	<b>24</b>

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Psykologian laitos

SALMINEN, MARIKA: Psykomotoristen testien mittaamien ominaisuuksien yhteys  
ammuntataitoon

Pro gradu –tutkielma 27s.

Psykologia

Kevät 2001

#### **ABSTRAKTI**

Varusmiesten koulutusajan lyhentäminen on asettanut haasteita puolustusvoimien ammuntakoulutustoiminnalle. Nyt esitettävän opinnäytetyön tarkoituksena on edesauttaa varusmiesten ammuntakoulutuksen tehostamista. Työ on osa laajempaa tutkimusprojektia, joka on toteutettu usean eri asiantuntijatahon yhteistyönä. Yhteistyöprojektin tavoitteena on ollut selvittää mm. motorisen kyvykkyyden ja erilaisten palautteiden merkitystä ampumasuorituksen oppimisprosessissa. Esitettävässä työssä tavoitteena on tarkastella psykomotoristen testien mittaamien ominaisuuksien yhteyttä ammuntataitoon. Psykomotoristen testien mittaamia ominaisuuksia ovat mm. kehonhallinta, liikkeiden ennakoiminen oman kehon, aseiden sekä ympäristön suhteen, ohjaustarkkuus, reaktioaika, kyky reagoida motorisesti nopeasti ympäristön vaatimuksiin sekä liikenoisuuden ja liiketarkkuuden välinen suhde. Ammunnan kaltaiseen kompleksiseen motoriseen suoritukseen liittyy aina ympäristön vaatimusten lisäksi suorittajan yksilöllisyys. Motorinen suoritus voidaan myös joko suunnitella ennalta tai se on kyettävä sopeuttamaan jatkuvasti muuttuvan ympäristön vaatimuksiin. Puolustusvoimien ammuntakoulutuksessa, etenkin tarkkuusammunnassa ympäristö on ennakoitavissa ja yleensä paikallaan. Tarkkuusammunta on kohteena myös nyt esitettävässä opinnäytetyössä. Tutkimus on suoritettu puolustusvoimien viestikoululla Tikkakoskella ja tutkittavina siinä ovat olleet ammuntakoulutettavat varusmiehet (n=60). Tutkimuksesta kävi ilmi, ettei psykomotoristen testien mittaamien ominaisuuksien ja ammuntataidon välillä ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä. Nyt esitettävän tutkimuksen perusteella voidaan päätellä ainoastaan, että testien sovellusarvo tarkkuusammunnan opetuksessa näyttäisi olevan varsin vähäinen.

## **1. JOHDANTO**

### **1.1. Tutkimuksen tausta**

Viime vuosina toteutettu varusmiesten koulutusajan lyhentäminen on luonut uusia haasteita puolustusvoimien koulutustoiminnalle. Esimerkiksi varusmiesten ammuntataidon kehittäminen lyhentyneen koulutusajan puitteissa on asettanut paineita ammuntakoulutuksen muokkaamiselle tehostetun harjoittelun suuntaan. Nyt esitettävä opinnäytetyö on osa laajempaa tutkimusprojektia, joka on toteutettu yhteistyössä Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen, Pääesikunnan koulutusosaston, Ilmavoimien Tikkakosken viestikoulun, Jyväskylän yliopiston ja Suomen Ampumaurheiluliiton kesken. Yhteistyöprojektin tavoitteena on ollut kokeellisen tutkimuksen keinoin selvittää, millä tavalla ammuntataidon opetusta voitaisiin kehittää. Tätä on selvitetty tutkimalla motorisen kyvykkyyden merkitystä ammuntasuorituksen oppimisen ennustajana. Lisäksi on selvitetty, onko ampujan tietyillä psykomotorisilla ominaisuuksilla yhteyttä ulkoisen palautteen hyödyntämisessä ja millainen palaute (audittiivinen/visuaalinen) olisi parhaiten tukemassa ammuntasuorituksen oppimisprosessia. Psykomotoristen ominaisuuksien lisäksi tutkimuksessa on selvitetty hieno- ja karkeamotoriikan yhteyttä ammuntataitoon erilaisilla näitä ominaisuuksia mittaavilla testeillä. Omassa työssäni olen tutkinut Fleishmanin (1964) psykomotoriikan luokittelusta johdettujen testien avulla varusmiesten psykomotoristen ominaisuuksien yhteyttä ammuntataitoon. Mikäli jokin yhteys testien mittaamien psykomotoristen ominaisuuksien ja ammuntataidon välillä löytyy, sitä ehkä voitaisiin hyödyntää ammuntakoulutuksen kehittämisessä, esimerkiksi suunnittelemalla ko. testin/testien perusteella yksilöllisiä harjoitteita tai jakamalla varusmiehet erilaisiin opetusryhmiin.

## **1.2. Ammunta psykomotorisen tutkimuksen kohteena**

Arkipäiväisten motoristen taitojen (real world skills) tutkimusta on tehty varsin vähän verrattuna laboratoriotutkimukseen (Ackerman, Ciancolo & Bowen, 1999). Tarkkuusammunta tarjoaa kuitenkin optimaalisen tutkimuskohteen psykomotoristen valmiuksien kartoittamiseksi: Ammuntatutkimusta voidaan tehdä sen luonnollisessa ympäristössä, ammuntaradoilla ja -halleissa, joissa olosuhteet ovat kontrolloitavissa häiriötekijöiden suhteen. Tarvittavat tutkimusvälineet, kuten kamerat, voimalevyanturi, erikoisaseet sekä fysiologisia vasteita rekisteröivät mittarit on yksinkertaista kuljettaa paikalle. Niin ikään toiminnan lopputulosta kuvaavaa osuman arvoa voidaan käyttää luotettavana ja yksiselitteisenä onnistuneen/epäonnistuneen suorituksen indikaattorina. Lähes aina ammuntatutkimuksen selitettävänä muuttujana käytetäänkin ammunnan tulosta (Mason, Cowan & Gonczol, 1990).

## **1.3. Ammuntataidon osatekijät – mitä ammuntataito on**

Nyt esitettävässä työssä selitettävänä muuttujana on käytetty ammuntataitoa indikoivaa ammuntatulosta. Itse ammuntataidon on todettu koostuvan useasta eri osatekijästä (Boyce, 1990; Iskra, Gajewsky & Witt, 1987). Näitä osatekijöitä ovat ainakin ampujan oman kehon hallinta, aseiden vakaus, tähtäys ja pito. Ammuntatulokseen vaikuttavat ampujan fyysiset ominaisuudet sekä fysiologinen tila (Zatsiorsky & Aktov, 1990; Klingner, 1982). Myös hienomotoristen liikkeiden kontrolli sekä psykologiset tekijät, kuten keskittymiskyky ja motivaatio, vaikuttavat ammuntasuorituksen onnistumiseen (Klingner, Mertel & Glock, 1980).

Ammuntasuoritus alkaa sellaisen asennon etsimisellä, jossa ampuja pystyy parhaiten pitämään aseiden vakaana tähtäyksen aikana. Asennon ylläpito on tärkeää siksi, että

pienikin heilahdus saattaa vaikuttaa heikentävästi tulokseen (Zatsiorsky & Aktov, 1990; Iskra, Gajewski & Wit, 1987). Aiemmissä tutkimuksissa onkin todettu, että erot ammuntatuloksessa johtuvat juuri eroista kehon asennon hallinnassa. Esimerkiksi Niinimaa ja McAvoy (1983) tutkivat asennon vakautta pystyammunnassa kokeneilla ja kokemattomilla ampujilla. He havaitsivat, että kokeneet ampujat kykenivät säilyttämään asentonsa vakaana huomattavasti kokemattomia ampujia paremmin. Myös Eran, Konttisen, Mehton, Saarelan ja Lyytisen (1996) tutkimuksessa kokeneet ampujat hallitsivat kehonsa liikkeitä kokemattomia paremmin. Kokeneet ampujat kontrolloivat siis kehonsa liikkeitä kokemattomia ampujia paremmin ja tekevät näin ollen myös vähemmän korjausliikkeitä (Woollacott, Shumway, Cook & Nashner, 1986). He kykenevät vaikuttamaan asentovirheeseen jo sen varhaisessa vaiheessa, ennen kuin korjausliike on tarpeellinen. Tämä edellyttää liikkeiden ennakoimiskykyä oman kehon suhteen (Era ym., 1996).

Vaikka kehon hallinta on osoittautunut tärkeäksi tekijäksi ammunnessa, se ei ole kuitenkaan ammuntasuorituksen onnistumisen ehdoton edellytys (Konttinen ym., 1999). Tämän vuoksi täytyy tarkastella myös muita ammuntasuoritukseen vaikuttavia osatekijöitä, kuten tähtäysprosessia ja aseiden pitoa, jotta voitaisiin kartoittaa ammuntataidon kehittymisen kannalta keskeiset psykomotoriset ominaisuudet.

Konttinen ym. (1999) tutkivat tähtäysprosessia analysoimalla kiväärin piipun liikkeitä tähtäysprosessin loppuvaiheessa. Kriittisin hetki näytti olevan 300-400 ms ennen laukaisua. Tutkimuksessa kävi ilmi, että vertikaaliset ja horisontaaliset aseiden piipun liikkeet olivat huippuampujilla pienemmät kuin vähemmän harjoitelleilla ampujilla. Löydös osoitti, että huippuampujat kykenivät vähemmän harjoitelleita ampujia

paremmin ylläpitämään aseensa vakaana laukaisuun valmistautuessaan. Myös muissa tutkimuksissa on havaittu, että erot huippu- ja vähemmän harjoitelleiden ampujien välillä johtuvat psykomotoristen ominaisuuksien luonteesta ja aseensa pitosuoriutumisesta (Aalto ym., 1990; Era ym., 1996; Niinimaa & McAvoy, 1983; Konttinen ym., 1998).

#### **1.4. Psykomotoriset ominaisuudet**

Ammuntataito sisältää ainakin seuraavia psykomotorisia osatekijöitä eli ominaisuuksia: liikkeiden ennakoiminen, kehon hallinta, tähtäys ja kyky hallita aseensa liikkeitä tähtäyksen aikana. Nyt esitettävässä opinnäytetyössä näitä ominaisuuksia tutkitaan eräillä psykomotorisia valmiuksia mittaavilla testeillä. Kyseinen testistö on kehitetty lähinnä lentäjiä varten ja on käytössä Puolustusvoimien koulutuksen kehittämiskeskuksessa Tuusulassa. Tutkimuksessa käytetty testistö on johdettu Fleishmanin (1964) psykomotoristen ominaisuuksien luokittelusta.

Fleishman ja Bartlett (1969) suorittivat amerikkalaisilla sotilaille tutkimuksia, joissa he analysoivat motoristen tehtävien suorittamisessa tarvittavia ominaisuuksia. Fleishmanin näkemys oli, että nämä ominaisuudet ovat toisistaan riippumattomia ja itsenäisiä. Hän ryhmitti ominaisuudet kahteen luokkaan: psykomotorisiin ja fyysisiin. Myöhemmin myös Keele ja Hawkins (1982), Keele, Ivry ja Pokorny (1987), sekä Keele, Pokorny, Corcos ja Ivry (1985) ovat tukeneet tutkimuksillaan Fleishmanin hypoteesia. Fleishmanin (1964) mukaan psykomotorisiksi ominaisuuksiksi katsotaan 1) usean raajan samanaikainen koordinaatio (multilimb coordination) 2) kyky ylläpitää asentoa eli kehon hallinta (control precision) 3) kyky ohjelmoida nopeasti oikea motorinen vastausreaktio ympäristön ärsykkeisiin (response orientation) 4) kyky reagoida nopeasti (reaction time) 5) nopea motorinen vastausreaktio silloin, kun seurattavan

kohteen nopeus ja liikerata vaihtelevat jatkuvasti (rate control) 6) kyky hallita pieniä liikkeitä (finger dexterity) 7) kyky hallita suuria liikkeitä (manual dexterity) 8) käsien asennon vakauden/vapinan hallinta (arm-hand steadiness) 9) ranne-sorminopeus (wrist-finger speed) 10) tähtäys (aiming).

### **1.5. Psykomotoriset testit**

Psykomotoriset testit mittaavat niitä yksilön ominaisuuksia, joiden oletetaan vaikuttavan ammuntasuorituksen onnistumiseen/epäonnistumiseen. Ne ovat yksilön sisäisiä ominaisuuksia, joita oikein kohdennetun koulutuksen avulla voidaan vahvistaa ja kehittää. Psykomotoriset osatekijät toimivat vuorovaikutuksessa tehtäväympäristön kanssa. Sieltä tulevat vaatimukset vaikuttavat suorituksen laatuun yksilön ominaisuuksien kautta. Puolustusvoimien ammutakoulutuksessa kyseessä on lähinnä tehtävät, joissa ympäristö on ennakoitavissa. Tällainen tehtävä on esimerkiksi nyt tutkimuksen kohteena oleva tarkkuusammunta.

Tarkkuusammunnassa ammuttava kohde eli maalitaulu pysyy yleensä paikallaan. Ampujan tehtävänä on tähdätä mahdollisimman tarkasti kohti maalitaulun keskustaa ja saada siihen osuma. Esitettävässä työssä mukana oleva Pursuit Tracking eli PT-testi pyrki jäljittelemään tällaista tilannetta. Testi mittasi yksilön kykyä ennakoita tähtäimen liikettä. Tähtäin liikkui tietokoneen näytöllä sijaitsevalla maalitaululla. Testi mittasi myös yksilön kykyä reagoida motorisesti nopeasti tähtäimen liikkeisiin. Tähtäintä tuli pitää mahdollisimman tarkasti maalitaulun keskustassa samalla, kun tähtäimen nopeus ja liikerata vaihtelivat jatkuvasti. PT-testi mittasi siis yksilön ohjaustarkkuutta ja vastausreaktioiden nopeutta ja liiketarkkuutta. Testi sijoittui tähtäysprosessissa oikean tähtäyslinjan saavuttamiseen ja ylläpitovaiheeseen. Tarkkuusammunnassa juuri



tähtääminen ja aseiden vakauden hallinta ovat tärkeitä ominaisuuksia ammuntatuloksen onnistumisen kannalta (Konttinen ym., 1999).

Myös Schmidt ja McCabe (1976) tutkivat tracking-testin avulla yksilön kykyä ennakoita liikettä. Tutkimuksessa koehenkilöiden täytyi kumpaakin kättä apunaan käyttäen ohjata tähtäintä kohti maalitaulun keskustaa. Aluksi reaktioajat käsien välillä olivat pitkät, mutta harjoittelun myötä reaktioajat lyhenivät. Koehenkilöt olivat oppineet ennakoimaan tähtäimen liikkeitä ja valmistautuivat reagoimaan jo tätä ennen.

Liikkeen ennakoimista ja nopeaa reagointia kohteen liikkeisiin mittasi myös toinen tässä työssä mukana ollut testi. Motion Extrapolation eli MEP-testi liittyi ammuntasuoritukseen myös tähtäysprosessin ja ohjaustarkkuuden kautta, mutta erityisesti sen avulla tarkasteltiin yksilön kykyä ennakoita kohteen liikettä ja tulevaa sijaintia. Testissä seurattava kohde katosi välillä näkyvistä ja viiveen jälkeen tietokoneen näytölle, jossa kohde eli objekti liikkui ympyrän muotoista rataa, ilmestyi rasti ja tutkittavan tehtävänä oli arvioida olisiko objekti ehtinyt kulkea rastin osoittamaan kohtaan (Itiel ym., 1993). Mm. Itiel, Kosslyn ja Waag (1993) tutkivat vastaavanlaisella testillä liikkeiden ennakoimiskykyä lentäjillä. MEP-testi mittasi liikkeen ennakoimista kognitiivisena päätöksentekoprosessina ja sen mitaamat ominaisuudet ajoittuivat ammuntasuorituksessa lähinnä tähtäämisprosessissa laukaisuajankohdan päätöksentekoon.

Ammunta on hyvin kontrolloitu motorinen suoritus, jossa pienikin virheliike vaikuttaa tulokseen merkittävästi (Zatsiorsky & Aktov, 1990; Iskra ym., 1987). Kontrolloituun suoritukseen kuuluu siis olennaisena osana liiketarkkuuden vaatimus, jonka kasvaessa

usein myös liikkeeseen käytetty aika kasvaa. Tämä ilmiö on nimeltään ”speed accuracy trade off” ja sillä kuvataan nopeuden ja tarkkuuden välistä suhdetta (Kim ym., 1996). Esimerkiksi Grossman ja Goodeve (1983), Keele (1968) ja Meyer ym. (1988) ovat käyttäneet ”speed accuracy trade off”-mallia tutkimustensa taustalla. He havaitsivat virheiden määrän kasvavan sitä mukaa, kun liikemäärä kasvoi tai liikeaika väheni. Ammunnassa, etenkin tarkkuusammunnassa liiketarkkuus korostuu tähtäysprosessin aikana sillä aseiden asennon ja tähtäinkuvan vakaana pitäminen vaikuttaa suoraan tulokseen (Heinula, 1996). Esitettävässä työssä mukana oleva 2HAND-testi mittasi koehenkilön liiketarkkuutta ja koordinaatiokykyä suoritettaessa hienomotorisia liikkeitä pienessä tilassa. Testi heijasti myös koehenkilön tarkkuutta ympäristöstä saadun informaation prosessoinnissa, sillä liiketarkkuuden vaatimusten kasvaessa jatkuva ympäristön palaute on tärkeää oikean liikesuorituksen saavuttamiseksi (Schmidt, Zelaznik & Frank, 1979).

Liiketarkkuuden ja motorisen kontrollin lisäksi myös reaktioajan eli liikenopeuden voidaan olettaa olevan tärkeä ominaisuus ammunnassa etenkin laukaisuvaiheessa, sillä mitä nopeammin laukaisu tapahtuu, sitä vähemmän ase ehtii liikkua ja tähtäyslinja muuttua laukaisun aikana (Heinula, 1996). Reaktioajalla tarkoitetaan yleisesti aikaa, joka kuluu ärsykkeen ilmaantumisesta siihen, kun yksilö reagoi millä näkyvällä tavalla tahansa. Tarkasti määriteltynä reaktioaika kuvataan ajaksi, joka kuluu signaalin ja mekaanisen liikkeen alkamisen välillä silloin, kun ohjeena on reagoida mahdollisimman nopeasti (Dorsch, 1994). Esitettävässä työssä mukana oli edellisten testien lisäksi vielä reaktioaikaa mittaava Reaction Time- eli RT-testi. Testi mittasi kahta erilaista reaktioaikaa: perusreaktioaikaa ja motorista reaktioaikaa. Perusreaktioaika mitattiin siitä, kun ärsykesignaali ilmestyi tietokoneen näytölle siihen, kun vastausreaktio alkoi.

Motorinen reaktioaika mitattiin siitä, kun vastausreaktio alkoi eli motorinen liikesuoritus alkoi siihen, kun vastausreaktio päättyi eli motorinen liikesuoritus päättyi. (Clauss & Ebner, 1985; Taylor, 1965)

### **1.6. Tutkimusongelma ja hypoteesi**

Ammuntasuoritus koostuu siis useasta eri osaprosessista (Boyce, 1990; Iskra, Gajewsky & Wit, 1987). Näitä osaprosesseja (mm. pito-, tähtäys- ja laukaisuprosessit) ei kuitenkaan nyt esitettävässä opinnäytetyössä ole tutkittu erikseen, vaan kokonaisuutena eli ammuntatuloksen kautta. Näin on tehty sen vuoksi, että ammuntatuloksen on useassa eri tutkimuksessa todettu indikoivan ammunтатаitoa luotettavasti ja yksiselitteisesti (Mason, Cowan & Gonczol, 1990). Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää psykomotoristen testien mittaamien ominaisuuksien yhteyttä ammunтатаitoon ja sitä kautta pyrkiä hyödyntämään testejä ammuntakoulutuksen kehittämisessä. Testitulosten avulla varusmiehet voitaisiin myös ohjata mahdollisesti muodostettaviin eri ominaisuuksia painottaviin harjoitusryhmiin tai heille voitaisiin suunnitella yksilöllisiä harjoitteita. Tutkimusongelmana esitettävässä työssä onkin se, onko kyseisillä psykomotoristen testien mittaamilla ominaisuuksilla yhteyttä ammunтатаitoon. Tutkimuksen lähtökohtana on ollut oletus siitä, että ominaisuuksilla on yhteyttä ammuntasuorituksen onnistumiseen/epäonnistumiseen. Jos tämä oletamus saa vahvistusta tutkimustuloksista, testien avulla voitaisiin tehostaa ja kehittää ammuntakoulutusta suuntaan, jossa jokainen ammuntakoulutettava varusmies saa yksilöllisen ja siten parhaimman tuen saavuttaakseen sen ammunтатаitotason, joka hänelle on mahdollinen.

## 2. MENETELMÄT

### 2.1. Tutkittavat

Tutkimukseen osallistui 60 aliupseerikoulutukseen valittua varusmiestä Ilmavoimien viestikoulusta Tikkakoskelta. Tutkimukseen osallistumisen edellytyksenä oli oikean puolen silmä-käsi-dominanssi, sillä tutkimusten mukaan kontralateraalinen silmä-käsidominanssi on ammuntasuoritusta haittaava tekijä (Daniels & Landers, 1981; Porac & Coren, 1979; Boyce, 1993).

Koehenkilöt olivat iältään keskimäärin 20.4 vuotta (SD= 1.8 v.). Pituus oli keskimäärin 177.4 cm, (SD= 5.4 cm). Paino oli keskimäärin 71.2 kg (SD= 9.2 kg). Koulutustaustaltaan 53.3 % oli lukion käyneitä tai ylioppilaita (n=32), 23.3 % oli ammattikoulun käyneitä (n=14), 20.0 % oli yliopistossa (n=12) ja 3.3 % oli saanut opistotason koulutuksen (n=2). Koehenkilöt olivat korkeammin koulutettuja kuin varusmiehet tavallisesti ja siten otos ei täysin vastannut tutkimuksen kohdejoukkoa, eli puolustusvoimien ammuntakoulutettavia varusmiehiä.

Tutkittavat eivät eronneet palvelusajan ammuntakoulutuksen osalta toisistaan, eivätkä he myöskään eronneet ennen varusmiespalvelustaan hankkimansa ammuntakokemuksen suhteen. Ammuntakokemuksella on vaikutusta ammuntatulokseen, sillä aloittelijoiden suoritukset eroavat kokeneiden ampujien suorituksista psykomotorisen kontrollin ja tähtäysstrategioiden suhteen merkittävästi (Era ym., 1996; Zatsiorsky & Aktov, 1990).

## **2.1. Tutkimuksen toteutus**

Tutkimus toteutettiin Ilmavoimien viestikoulussa Tikkakoskella. Tutkittavien tehtävänä oli rynnäkkökivääriammunta pystyasennosta 10 metrin etäisyydeltä paikallaan olevaan maaliin. Ammuntaharjoittelussa ja testauksessa sovellettiin Noptelin (Noptel Oy, Oulu) optoelektronista ST-2000 SPORT ammunnan harjoittelu- ja analysointijärjestelmää .

Tutkimuksessa käytetyt psykomotoriset testit suoritettiin viestikoulun tiloissa kolmen perättäisen päivän aikana. Testejä varten oli pystytetty kolme väliseinillä eristettyä testauspistettä. Mittaukset suoritettiin mikrotietokoneeseen asennettujen testien avulla, sekä niissä tarvittavia joystickia ja testaustasoa apuna käyttäen. Koetilanteessa testattavana oli samanaikaisesti aina kolme koehenkilöä, yksi kussakin testauspisteessä. Koehenkilöillä oli jokaisella oma ohjaaja koko testaustilanteen ajan. Aikaa oli varattu yhtä testausta varten yksi tunti. Keskimääräinen suoriutumisaika oli 45 minuuttia. Testausjakson aikana koehenkilöt kävivät läpi neljä eri testiä, joista kaksi ensimmäistä (RT ja 2HAND), olivat osana Vienna Test System-testipatteristoa. Loput kaksi testiä, Motion extrapolation (MEP) ja Pursuit tracking (PT) olivat itsenäisiä testejä. Testien suorittamisjärjestys oli seuraava : RT, 2HAND, MEP ja PT.

## **3. TESTIT JA TESTIMUUTTUUJAT**

### **3.1. RT**

Reaktioaikaa mittaava RT-testi esitettiin tietokoneen avulla. Koehenkilön eteen vaihdettiin näppäimistön tilalle testiin kuuluva ohjauspaneeli. Paneelin keskiosassa alareunassa oli kullanvärinen pyöreä painike ja sen yläpuolella musta suorakulmion muotoinen painike. Tietokoneen näytöllä, alareunassa, näkyi musta ympyrä harmaata taustaa vasten. Hetkittäin tämä ympyrä välähti keltaisena. Koehenkilön tehtävänä oli

tämän ärsykesignaalin (keltainen valo) nähdessään näpäyttää mahdollisimman nopeasti oikean käden etusormella mustaa reaktiopainiketta, jonka jälkeen koehenkilön piti palauttaa sormensa kullanväriselle lepopainikkeelle ja pitää se siinä, kunnes ärsykesignaali taas välähti näytöllä. Testin ohjeet koehenkilö luki näytöltä ennen testin alkua. Ennen varsinaista testiosuutta oli harjoitusosio, jonka aikana kokeenjohtaja ja varmisti, että koehenkilö oli ymmärtänyt tehtävän oikein.

Testimuuttujia olivat perusreaktioaika (median reaction time, MDRZ) ja motorinen reaktioaika (median motor time, MDMZ). Perusreaktioaika mitattiin siitä, kun ärsyke ilmaantui tietokoneen näytölle siihen, kun vastausreaktio alkoi eli kun sormi nousi lepopainikkeelta. Motorinen reaktioaika mitattiin siitä, kun vastausreaktio alkoi siihen, kun vastausreaktio päättyi eli kun sormi nousi lepopainikkeelta siihen, kun vastausreaktio päättyi eli kun sormi kosketti reaktiopainiketta. (Schuhfried, 1996) Testi kesti noin 10 minuuttia.

### **3.2. 2Hand**

Testissä arvioitiin koehenkilön nopeutta, tarkkuutta ja koordinaatiokykyä. Koehenkilön tehtävänä oli kummallakin kädellä samanaikaisesti työskennellen ohjata tietokoneen näytöllä näkyvä kursori sille osoitettua rataa pitkin aloituspisteestä A lopetuspisteeseen B (kts. Kuva 1). Koehenkilöllä oli edessään edellisestä tehtävästä tuttu ohjauspaneeli. Paneelin kummassakin reunassa oli valkoinen kiertyvä ohjain. Vasemmanpuoleista ohjainta kiertämällä kursori liikkui horisontaalisesti ja oikean puoleista ohjainta kiertämällä kursori liikkui vertikaalisesti. Molempia ohjaimia samanaikaisesti kiertämällä kursori liikkui viistosti ja kaarevasti. Kursorille tarkoitettulla radalla oli kolme osaa, jotka vaihtelivat vaikeusasteeltaan. ( Kts. Kuva 1. )



mittasi koehenkilön koordinaatiokykyä ja koordinoitua suoritusta. (Schuhfried, 1993)  
Testi kesti noin 10 minuuttia.

### **3.3. Motion extrapolation (MEP)**

Motion extrapolation-testissä koehenkilön tehtävänä oli seurata tietokoneen näytöllä näkyvän pallon liikettä ja jatkaa tätä liikettä mielessään pallon kadottua näkyvistä. Koehenkilön täytyi arvioida pallon liikenopeuden perusteella oikein sen tuleva sijaintikohta (kts. Itiel ym., 1993 ). Koehenkilö sai käyttää testissä ainoastaan oikeaa kättänsä. Tietokoneen näytöllä valkoista taustaa vasten liikkui ympyrän muotoisella radalla pallo. Pallo kulki vakionopeudella kaksi kierrosta ja katosi sitten näytöltä. Viiveen jälkeen näytöllä välähti X ja koehenkilön tehtävänä oli nyt mahdollisimman nopeasti arvioida olisiko pallo ehtinyt kulkea katoamiskohdaltaan X:n osoittamaan paikkaan jos se olisi jatkanut kierrostaan. Päättäessään pallon ehtineen X:n kohdalle, koehenkilön piti painaa oikean käden etusormella B-kirjainta. Vastaavasti päättäessään, ettei pallo olisi ehtinyt X:n kohdalle, hänen piti näpäyttää saman käden keskisormella N-kirjainta. Näytölle ilmestyi jokaisesta vastauksesta välittömästi palaute aina sen mukaan, oliko koehenkilö vastannut oikein tai väärin. Testin ohjeet koehenkilö luki näytöltä ennen testin alkua. Kokeenjohtaja varmisti testin alussa harjoituskertojen aikana, että koehenkilö oli ymmärtänyt tehtävän oikein. Testi kesti noin 15 minuuttia.

Testiärsyke oli pyöreä objekti, pallo ( säde 0.5 cm ), joka liikkui ympyrää tietokoneen näytöllä. Rata jakaantui 30:een asemakohtaan, jotka olivat 12 asteen päässä toisistaan. Liike oli luotu siten, että pallo viipyi jokaisessa kohdassa 183 ms, siirtyen välittömästi seuraavaan asemakohtaan viipymättä lainkaan niiden välissä. Tämä menetelmä tuotti



pehmeän tuntuisen liikkeen tietokoneen näytölle. Pallolta kului 5.49 s koko kierroksen suorittamiseen. Radan säde oli 5.4 cm mitattuna radan keskeltä pallon keskelle.

Trialeja oli yhteensä 48. Puolessa ( 24 ) trialeista pallo katosi 24 tai 48 astetta kahden kokonaisen kierroksen suorittamisen jälkeen ja lopuissa puolessa trialeista pallo katosi 24 tai 48 astetta ennen kahden täyden kierroksen loppuun suorittamista. Kolmen eri viiveen ( 549 ms, 915 ms ja 1281 ms ) jälkeen näytölle ilmestyi X 183 ms ajaksi, jonka jälkeen näyttö hetkeksi pimeni. X ilmestyi joko pallon oikeaan sijaintikohtaan tai 24 tai 48 astetta ennen/jälkeen pallon oikean sijaintikohdan. Puolessa ( 24 ) trialeista X osui pallon kohdalle ( on-trialit ) ja puolessa se osui ohi ( off-trialit ). Puolessa ( 12 ) off-trialeista X ilmestyi 24 tai 48 astetta ennen ja puolessa 24 tai 48 astetta jälkeen pallon oikean kohdan. Jokaisella viiveellä X ilmestyi kuusi kertaa ennen ja kuusi kertaa jälkeen pallon oikean sijaintikohdan. Kolme viivettä ilmaantui yhtä usein jokaisessa trialityypissä. Ennen testin alkua oli kahdeksan harjoituskertaa, joista puolessa ( 4 ) oli lyhyin viive ( 549 ms ) ja puolessa pisin viive ( 1281 ms ). Puolet harjoitustrialeista oli off- ja puolet on-trialeja. Testi kesti noin 15 minuuttia. (Kts. Taulukko 1.)

**Taulukko 1. X:n ilmestymiskohdat**

<b>VIIVEET</b>	<b>48</b>	<b>24</b>	<b>O</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	
<b>549</b>	2	2	8	2	2	16
<b>915</b>	2	2	8	2	2	16
<b>1281</b>	2	2	8	2	2	16
<b>Yht.</b>	6	6	24	6	6	48

Testimuuttujat olivat oikeiden vastausten lukumäärä silloin, kun X:n paikka heittää 24 ( oik24 ) tai 48 ( oik48 ) astetta ennen tai jälkeen pallon oikean ilmestymiskohdan (off-trialit), oikeiden vastausten lukumäärän eri viiveillä ( oik549, oik915 ja oik1281 ) ja reaktioaika eri viiveillä silloin, kun mukana olivat vain oikeat vastaukset ( rt549, rt915 ja rt1281 ).

### **3.4. Pursuit Tracking (PT)**

Ohjaustarkkuutta ja liikkeiden ennakoimiskykyä mitattiin PT-testillä. Koehenkilön tehtävänä oli ohjata kursoria kohti tietokoneen näytöllä näkyvän maalitaulun keskustaa ja pyrkiä pitämään kursori siellä mahdollisimman tarkasti samalla, kun kursorin liikerata ja liikenopeus vaihtelivat jatkuvasti. Kursoria ohjattiin joystickin avulla. Koehenkilö sai käyttää ohjauksessa ainoastaan oikeaa kättänsä, vasemmalla kädellä sai vain tukea joystickia kiinni alustaan. Testimuuttujana PT-testissä oli kursorin liike-ettäisyyksien keskihajonta maalitaulun keskustasta (kokorms). PT-testi kesti noin 10 minuuttia, joista kolme ensimmäistä minuuttia oli harjoitusaikaa.

## **4. TULOKSET**

### **4.1. Tilastolliset menetelmät**

Aineiston tilastollisessa analyysissä käytettiin faktori- sekä regressioanalyysia.

Faktorianalyysissä perusideana oli pyrkiä kuvaamaan yleisesti muuttujien välisiä riippuvuuksia sekä muuttujien ryhmittymistä faktoreiksi. Faktoreiden sisältö selvitettiin faktorilatausten suuruuden avulla. Suuret lataukset merkitsivät sitä, että vastaava muuttuja oli tärkeä kyseisen faktorin muodostamisessa (Ranta ym., 1997). Esitettävässä tutkimuksessa käytettiin faktorianalyysissä principal component-menetelmää sekä

varimax-rotatointia, jotta saataisiin keskenään korreloimattomia ortogonaalisia faktoreita.

Regressioanalyysiin valittiin riippumattomiksi eli selittäviksi muuttujiksi faktorianalyysistä faktoreilla eniten latautuneet muuttujat. Riippuvana eli selitettävänä muuttujana oli ammuntatulos. Regressioanalyysin perusteella pyrittiin tarkastelemaan selittävien muuttujien toiminnallista vaikutusta selitettävään muuttujaan. (Ranta ym., 1997) Menetelmänä käytettiin enter-metodia, joka ottaa malliin mukaan kaikki ehdotetut selittävät muuttujat.

Regressioanalyysissä mallin selitysaste ilmaisee, kuinka suuri osa selitettävän muuttujan vaihtelusta voidaan selittää yhteisesti kaikkien selittävien muuttujien avulla. Suhteutettu selityskerroin (Adjusted R Square) ottaa huomioon selittävien muuttujien lukumäärän. Tärkeää on löytää kaikki tarpeelliset selittäjät, muuten selitysaste jää alhaiseksi. (Heikkilä, 1999).

#### **4.2. Tilastanalyysin tulokset**

Testimuuttujien lasketut tunnusluvut olivat: kokorms ( Mean=17.1, SD=7.82), KE ( Mean=2.21, SD=.48 ),MDMZ (Mean=116.1, SD=28.83 ), rt915 ( Mean= 1017.4, SD=479.32 ), oik915 ( Mean=6.2, SD=1.78 ) ja oik24 ( Mean=6.3, SD=1.94 ).

Faktoriansalyysissa testimuuttujat ryhmittivät kuudelle faktorille siten, että eniten faktoreilla latautuneet kärkeimmuuttujat olivat kokorms (.868), KE (-.754), MDMZ (.814), rt915 (.934), oik915 (.888) ja oik24 (.877). ( Kts. Taulukko 1.)

	Component					
	1	2	3	4	5	6
KOKORMS		-,154	,160	-,142	-,127	,868
KE			,860	-,129	,118	,167
MFDG	-,232	-,145	-,212		-,302	,106
MDG	,267		,853	,149		
MDRZ	,161	,113		,790	-,263	
MDMZ		-,326		,814		
RT1281	,884	-,116			,129	
RT549	,863		,146	,103	,194	
RT915	,934		,108			
RT24	,919				-,116	
RT48	,913			,190	-,139	-,156
OIK1281		,436	-,195	,252	,424	,565
OIK549		,764		-,227		-,229
OIK915	-,117	,888	-,110			,109
OIK24				-,141	,877	
OIK48		,560	,237	-,264	,576	

**Taulukko 1. Faktoriansalyysin komponenttimatriisi**

Kärkeimmuuttujat valittiin regressioanalyysiin selittäviksi muuttujiksi. Selitettävä muuttuja oli ammuttulokset. Regressioanalyysissä mallin muuttujien välinen korrelaatiokerroin R oli 0.438 ja sen selitysaste (Adjusted R Square) oli 0.093. Toisin sanoen mallin muuttujat selittivät ammuttuloksen vaihtelusta ainoastaan 9.3 %. ( Kts taulukko 2.)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,438 <sup>a</sup>	,192	,093	35,9152

**Taulukko 2.**

Mallin sopivuutta mittaava testisuure  $F= 1.941$  ja vapausaste  $P=.093$ . Nollahypoteesi; malli ei sovi aineistoon, vahvistui eli tuli voimaan. ( Kts. Taulukko 3.)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	15019,969	6	2503,328	1,941	,093 <sup>a</sup>
	Residual	63205,060	49	1289,899		
	Total	78225,030	55			

**Taulukko 3.**

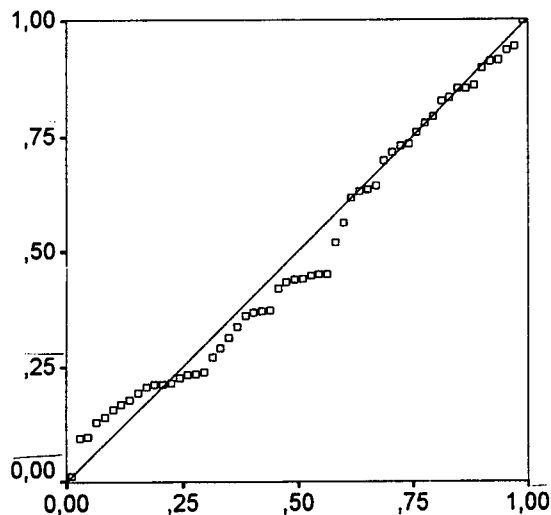
Regressiokertoimien perusteella kirjoitettu regressioyhtälö  $(261.857+(-0.878) \text{ kokorms}+(-10.488)*KE+(-0.413)*MDMZ+(1.120E-02)*rt915+(-4.628)*oik915+(-3.849)*oik24)$ . Regressioyhtälön tuloksena ammuntatulosta selittävistä muuttujista ainoa tilastollisesti merkitsevä oli motorinen reaktioaika (MDMZ), (BETA= -0.315 ja sig.= 0.023). Muut muuttujat eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi nolasta. (Kts. Taulukko 4.)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	261,857	45,266		5,785	,000
	KOKORMS	-,878	,663	-,180	-1,325	,191
	KE	-10,488	11,041	-,133	-,950	,347
	MDMZ	-,413	,176	-,315	-2,344	,023
	RT915	1,120E-02	,011	,136	1,005	,320
	OIK915	-4,628	2,850	-,224	-1,624	,111
	OIK24	-3,849	2,681	-,187	-1,436	,157

#### Taulukko 4.

Parempia tuloksia saaneilla ampujilla havaitut residuaalit olivat odotetun mukaiset, kun heikommin ampuneiden tuloksissa hajontaa oli enemmän. Toisin sanoen malli näyttäisi selittävän paremmin hyvin suoriutuneiden tuloksia, kun taas heikommin suoriutuneiden tuloksia malli ei näyttäisi kykenevän selittämään. (Kts. Kuva 1.)

#### Kuva 1. Havaitut residuaalit, selitettävänä muuttujana ammuntatulos



Tämän mallin mukaan lasketut ennusteet eivät ole kovin luotettavia, sillä selitysaste on vain 0.093 eli ammuttuloksen vaihtelusta se selittää vain 9.3 %.

## 5. POHDINTA

Nyt esitetyn tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää onko ammuntataidon ja psykomotoristen testien mittaamien ominaisuuksien välillä tilastollisesti merkitsevää yhteyttä, jonka perusteella voitaisiin lähteä kehittämään varusmiehille kohdistettua ammuttakoulutusta yksilöllisempien harjoitteiden ja/tai erilaisten opetusryhmien suuntaan. Tutkimusaineiston tilastollisessa käsittelyssä käytettiin faktorianalyysia ja regressioanalyysia. Faktorianalyysissa omille faktoreilleen ryhmittivät liikkeen ennakoimiskykyä, reaktioaikaa, motorista reaktioaikaa, päätöksentekoa ja koordinaatiokykyä mittaavat muuttujat. Näistä eniten ammuttulokseen oli yhteydessä regressioanalyysin perusteella motorinen reaktioaika (MDMZ). Kokonaisuudessaan kaikki testimuuttujat selittivät ammuttuloksen vaihtelusta yhteensä vain 9.3 %. Tutkimustulokset osoittivat siis, että testien sovellutusarvo ainakin tarkkuusammunnan opetuksessa olisi varsin vähäinen. Tutkimushypoteesi ei vahvistunut.

Tulokset antoivat kuitenkin viitteitä siitä, että käytetty tutkimusmalli selittäisi paremmin hyviä tuloksia saaneiden suoritusta. Esimerkiksi regressioanalyysissa havaitut residuaalit olivat odotetun mukaiset hyvin ampuneilla, kun taas heikommin ampuneilla hajontaa oli enemmän. (Kts. Kuva 2) Tämä saattoi johtua siitä, että heikommin ampuneiden tuloksiin oli ehkä vaikuttamassa tekijöitä, joita ei tässä tutkimuksessa huomioitu. Yksi tällainen tekijä saattoi olla tasapaino, joka liittyy olennaisesti kehon hallintaan. Hyviä tuloksia ampuneilla tämä ominaisuus on voinut olla alun perin parempi ja he ovat näin ollen kyenneet kehon hallinnan sijasta keskittymään itse

ammuntasuoritukseen. Oppimisen ja sen kautta saavutettavan taitojen automatisoitumisen avulla myös heikommin ampuneet voivat saavuttaa saman tason tasapainon hallinnassa, kuin paremmin ampuneilla on testaushetkellä ollut.

Siihen, miksi psykomotorisilla ominaisuuksilla ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ammuntatulokseen on saattanut olla syynä myös ammuntasuorituksen käsitteleminen kokonaisuutena eli ammuntatuloksen kautta, eikä sitä muodostavien osaprosessien kautta. Jos ammuntasuoritus olisi pilkottu osaprosesseiksi ja muodostettu esimerkiksi pito-, tähtäys- ja laukaisumuuttujat, olisi jokin testien mittaamista ominaisuuksista ehkä selittänyt ammuntataitoa niiden välityksellä paremmin. Esimerkiksi PT-testin ohjaustarkkuusominaisuus olisi voinut olla yhteydessä tähtäysprosessimuuttujaan ja selittänyt sen vaihtelua enemmän. Tämä yhteys saattoi jäädä nyt havaitsematta, koska ammuntasuoritusta mitattiin kokonaisuutena ammuntatuloksena. Kuitenkin, kuten johdanto-osan alussa todettiin, ammuntatulos on useissa eri tutkimuksissa osoittautunut luotettavaksi ammuntataidon indikaattoriksi, sen koostuessa usean harjoituskerran aikana ammutuista laukauksista (Mason, Cowan & Gonczol, 1990).

Koska tutkimustulosten perusteella ei voitu päätellä, että nyt mitatuilla psykomotorisilla ominaisuuksilla olisi ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä tarkkuusammuntaan, olisi ehkä syytä pohtia sitä, missä määrin ominaisuudet olisivat selittäneet tarkkuusammunnan sijasta taisteluammunnan tuloksia. Kaiken kaikkiaanhan puolustusvoimien ammuntakoulutus muodostuu suurelta osin taisteluammuntakoulutuksesta. Nämä kaksi ammuntalajia (tarkkuus- ja taisteluammunta) eroavat toisistaan etenkin toimintaympäristön suhteen.

Tarkkuusammunnassa ympäristö on ennakoitavissa ja ampuja kykenee suunnittelemaan liikesuorituksensa etukäteen. Taisteluumunnassa ympäristö on ennakoimaton ja ampujan on kyettävä jatkuvasti sopeuttamaan liikkeensä ympäristön vaatimusten mukaisesti. Tällaisessa tilanteessa ja toimintaympäristössä esimerkiksi lyhyellä reaktioajalla ja kyvyllä muodostaa nopeita motorisia vastausreaktioita ympäristön vaatimusten mukaisesti, voisi olla suuri merkitys tuloksen onnistumisen kannalta. Olisi siis hyvinkin mahdollista, että nyt mitatut psykomotoriset ominaisuudet olisivat selittäneet paremmin taisteluumunnan kuin tarkkuusammunnan tuloksia.

Tutkimustulosten kannalta on tärkeää vielä pohtia sitä, mitä vaikutusta tuloksiin oli sillä, että tutkimukseen osallistuneet varusmiehet olivat tavanomaista koulutetumpia, eikä otos näin ollen täysin edustanut suomalaisia varusmiehiä. Koulutustaustansa vuoksi koehenkilöt saattoivat olla esimerkiksi tavanomaista kiinnostuneempia ja kokeneempia tietokoneohjelmien ja -pelien käyttäjiä. Lisäksi myös muu varusmiehille tutkimusaikana annettu koulutus on voinut vaikuttaa tuloksiin. Esimerkiksi fyysisesti raskaiden liikuntaharjoitusten suorittaminen ennen testeihin saapumista on voinut haitata hienomotoriikkaa vaativien testien läpiviemistä parhaalla mahdollisella tavalla: testit vaativat suorittajaltaan korkeaa vireystasoa ja motivaatiota ja väsymys olisi saattanut vaikuttaa testituloksiin niitä heikentävästi. Tutkimukseen osallistuneet varusmiehet ilmoittivat kuitenkin olevansa erittäin motivoituneita ja kiinnostuneita tutkimuksesta.

Nyt esitetystä tutkimuksesta nousi esiin uusia kysymyksiä ja myös muutama mahdollinen jatkotutkimuksen aihe. Yksi tällainen on liiketarkkuuden ja liikenopeuden (speed accuracy trade off) välisen suhteen lähempi tarkastelu. Nyt esitetyssä



tutkimuksessa erityisesti MEP-testissä tämä ilmiö korostui: mitä enemmän koehenkilö käytti aikaa päätöksentekoon (eli sen päättämiseen, olisiko pallo ehtinyt kulkea X:n osoittamaan kohtaan), sitä enemmän hänellä oli oikeita vastauksia. MEP-testissä pitkä reaktioaika (pätöksentekoaika) ja oikea tulos olivat yhteydessä toisiinsa. Myös aikaisempien tutkimusten perusteella (mm. Schmidt & McCabe, 1976) vaikuttaa siltä, että mitä enemmän liiketarkkuutta tehtävän suorittaminen vaatii, sitä enemmän siihen käytetään aikaa eli reaktioaika kasvaa. Kuitenkin PT-testissä, (millä myös mitattiin nopeuden ja tarkkuuden välistä suhdetta), pitkä reaktioaika olisi johtanut heikkoon tulokseen. PT-testissä lyhyt reaktioaika ja onnistunut suoritus olivat yhteydessä toisiinsa. Jatkotutkimuksen kannalta olisi mielenkiintoista pohtia sitä, mikä tekijä johtaa siihen, että ilmiö toimiessaan täysin päinvastaisesti kummassakin testissä, tuottaa silti onnistuneen tuloksen: MEP-testissä pitkä reaktioaika johtaa useammin oikeaan tulokseen kuin lyhyt reaktioaika ja PT-testissä lyhyt reaktioaika tuottaa onnistuneen tuloksen. Ilman tarkempaa tutkimusta voidaan ainoastaan arvella erään tällaisen tekijän olevan mm. toimintaympäristön suorittajalle asettamat vaatimukset. Edelleen voidaan ajatella, että tarkkuusammunnassa tehtävän luonne sallii suorittajalle pitkätkin reaktioajat, kun taas esimerkiksi taisteluammunnassa pitkät reaktioajat eivät ole mahdollisia, vaan suorittajan on kyettävä nopeisiin motorisiin vastausreaktioihin ympäristön vaatimusten mukaisesti.

Toinen mielenkiintoinen jatkotutkimuksen aihe liittyykin juuri toimintaympäristön ja psykomotoristen ominaisuuksien yhteyteen keskenään. Olisiko mahdollista, että nyt mitatut psykomotoriset ominaisuudet selittäisivätkin paremmin taisteluammunnasta, kuin tarkkuusammunnasta saatuja tuloksia. Puolustusvoimien ammutakoulutus kuitenkin suurelta osin muodostuu taisteluammuntakoulutuksesta, jolloin olisi

luonnollista ajatella puolustusvoimille olevan hyötyä myös sen kehittämisestä ja muokkaamisesta yksilöllisempien harjoitteiden ja/tai erilaisten opetusryhmien suuntaan.

Vaikka psykomotoristen testien mittaamilla ominaisuuksilla ei tämän tutkimuksen perusteella löytynyt tilastollisesti merkitsevää yhteyttä tarkkuusammunnassa mitattuun ammuntataitoon, eikä näin ollen myöskään tutkimushypoteesi vahvistunut, osoitti tutkimus osaltaan sen kuinka monimutkainen ja moniosainen ammuntasuorituksen kaltainen motorinen suoritus voi olla. Tutkimus osoitti myös sen, kuinka vaikeaa on löytää juuri ne oikeat tehtävään vaikuttavat psykomotoriset ominaisuudet, joiden avulla olisi mahdollista lähteä kehittämään yksilön toimintaa tai vahvistamaan hänellä jo olemassa olevia valmiuksia. Tämän tutkimuksen tulokset olivat siten aikaisempien tutkimustulosten mukaisia (mm. Itiel ym., 1993), ts. tälläkään kertaa ei havaittu mitään erityistä psykomotorista ominaisuutta, mikä olisi erottanut hyvät suorittajat heikommista ja tehnyt heistä siten soveltuvampia tehtäväänsä. Kuten jo pohdinnan alussa mainittiinkin, nyt tehdyn tutkimuksen tulosten pohjalta voidaan esittää ainoastaan se, että testien sovellutusarvo tarkkuusammunnan opetuksessa näyttäisi varsin vähäiseltä.

## LÄHTEET

- Aalto, H., Pyykkö, I., Ilmarinen, R., Kähkönen, E. & Starck, J. (1990). Postural stability in shooters. *Journal of Oto-Rhino-Laryngology and its Related Specialities*, 52, 234-240.
- Ackerman, P.L., Ciancolo, A.T. & Bowen, K.R. (1999). *Improving selection for Psychomotor skills in dentistry*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 43 rd Annual Meeting 1999, 898-902.
- Boyce, B.A. (1990). The effect of instructor-set goals upon skill acquisition and Retention of a selected shooting task. *Journal of Teaching in Physical Education*, 9, 115-122.
- Daniels, F.S. & Landers, D.M. (1981). Do the eyes have it? *American Rifleman*, 129, 38-39.
- Dorsch, F. (1994). *Psychologisches Wörterbuch*. Verlag Hans Huber. Teoksessa Schuhfried Ges, G.M.H. (1996). Vienna Reaction Test, version 1.00. Mödling, Austria.
- Drowatsky, J.N. & Zuccaro, F.C. (1967). Interrelationships between selected measures of static and dynamic balance. *Research Quarterly*, 38, 509-510.
- Era, P., Konttinen, N., Mehto, P., Saarela, P. & Lyytinen, H. (1996). Postural stability And skilled performance – a study on top level and naive rifle shooters. *Journal of Biomechanics*, 29, 301-306.
- Fleishman, E.A. (1964). *The structure and measurement of physical fitness*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. Teoksessa Schmidt, R.A. (1988). Motor control and Learning: A behavioral emphasis. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Fleishman, E.A. & Bartlett, C.J. (1969). Human Abilities. *Annual Review of Psychology*, 20, 349-380.

- Grossman, E.R.F.W. & Goodeve, P.J. (1983). Feedback control of hand movements and Fitt's law. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35A, 251-278.
- Heikkilä, T. (1999). *Tilastollinen tutkimus*. Oy Edita Ab, Helsinki, 228-230.
- Heinula, J. (1996). *Ampumasuorituksen teknillinen analyysi Noptelin ST-1000 PC- ja ST-2000-laitteistolla*. Versio 1.0. Nostat Oy, Oulu.
- Iskra, L., Gajewski, J. & Wit, A. (1987). Spectral analysis of shooter-gun system. *International Series of Biomechanics*, 7-B, 913-919.
- Itiel, E.D. & Kosslyn, S.M. & Waag, W.L. (1993). Visual-spatial abilities of pilots. *Journal of Applied Psychology*, Volume 78, 5, 763-773.
- Keele, S.W. (1968). Movement control in skilled motor performance. *Psychological Bulletin*, 70, 387.
- Keele, S.W. & Hawkins, H.L. (1982). Explorations of individual differences relevant to high level skill. *Journal of Motor Behavior*, 14, 3-23.
- Keele, S.W., Ivry, R.I. & Pokorny, R.A. (1987). Force control and its relation to Timing. *Journal of Motor Behavior*, 19, 96-114.
- Keele, S.W., Pokorny, R.A., Corcos, D.M. & Ivry, R. (1985). Do perception and Motor production share common timing mechanics: A correlatin analysis. *Acta Psychologica*, 60, 173-191.
- Kim, K.N., McMillian, M. & Zelaznik, H.N. (1996). *Behavioral Analysis of Trajectory Formation: The Speed-Accuracy Trade off as a Tool to Understand Strategies of Movement Control*, 1-10.
- Klingner, B. (1982). *Kivääriampujan opas*. Jyväskylä: Gummerus.
- Klingner, B., Mertel, H. & Glock, E. (1980). *Pistooliampujan opas*. Jyväskylä: Gummerus.

- Konttinen, N., Landers, D.M. & Lyytinen, H. (1999). Aiming routines and their Electro-cortical concomitants among competitive rifle shooters. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2000, 10, 169-177.
- Konttinen, N., Lyytinen, H. & Viitasalo, J. (1998). Rifle-balancing in precision Shooting: Behavioral aspects and psychophysiological implication. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 8, 78-83
- Mason, B.R., Cowan, L.F. & Gonczol, T. (1990) Factors affecting accuracy in pistol Shooting. *Excel*, 6, 1-7.
- Meyer, D.E., Abrams, R.A., Kornblum, S., Wright, C.E. & Smith, J.E.K. (1988). Optimality in human motor performance: Ideal control of rapid aimed movements. *Psychological Review*, 95, 340-370.
- Niinimaa, V. & McAvoy, T. (1983). Influence of exercise on body sway in the standing Rifle shooting position. *Canadian Journal Applied Sport Science*, 8, 30-33.
- Porac, C. & Coren, S. (1976). The dominant eye. *Psychological Bulletin*, 83, 880-897.
- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. (1997). *Biometria. Yliopistopaino*, Helsinki, 365-423.
- Schmidt, R.A. & McCabe, J.F. (1976). Motor program utilization over extended Practise. *Journal of Human Movement Studies*, 2, 239-247.
- Schmidt, R.A., Zelaznik, H.N., Frank, J.S. & Quinn, J.T.Jr. (1979). Motor output Variability: A theory for the accuracy of rapid motor acts. *Psychological Review*, 86, 415-451.
- Schuhfried Ges, G.M.H. (1993). *Two-Hand Coordination*, version 3.00. Mödling, Austria.
- Schuhfried Ges, G.M.H. (1996). *Vienna Reaction Test*, version 1.00. Mödling, Austria.
- Woollacott, M.H., Shumway-Cook, A. & Nashner, L.M. (1986). Aging and posture Control: Changes in sensory organisation and muscular coordination. *International*

*Journal of Aging in Human Development*, 23, 97-114.

Zatsiorsky, V.M. & Aktov, A.V. (1990). Biomechanics of highly precise movements:

The aiming process in air rifle shooting. *Journal of Biomechanics*, 23, 35-41.

