

**MOTORINEN OPPIMINEN 55-78-VUOTIALLA**

Jarno Purtsi

Liikuntapedagogiikan

pro gradu -tutkielma

Kevät 2006

Liikuntatieteiden laitos

Jyväskylän yliopisto

## ABSTRACT

Jarno Purtsi. Motor learning of 55-78 years old subjects. Master's Thesis. Department of Sport Sciences. University of Jyväskylä.

Previous studies have found that the motor performance of the elderly decreases with age and compared with younger subjects, motor tasks can be more difficult to learn for the elderly. The purpose of this study was to evaluate and describe the learning process during the course of eccentric training intervention. The research was a part of larger study of eccentric exercise program for elderly in Likes Research Center in fall 2004. 17 females and 16 males ( $64 \pm 6$  yrs) volunteered for the study. The subjects completed a 10-week individually administered progressive training program on motor driven eccentric bicycle ergometer (2-3 training sessions per week).

The subject's task in eccentric bicycle ergometer exercise was to resist the movement of pedals by producing a constant and steady force against the pedals. The target force level was indicated to the subjects by a visual feedback system, but the actual force the subjects generated was also continuously recorded. The uniformity of force production during a 30 second period was used to describe the motor performance, named here as proficiency index (PI). PI was calculated by dividing the standard deviation of peak force values [during the 30 second period] by the average of peak force values times 100. PI was analyzed from the second, sixth, 12<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> training sessions.

Every subject was capable of operating and function with the cycle ergometer safely by the end of the fourth week of the study. In the comparison of the sexes males had progress sooner, but females improved their performance longer. Both groups accomplished the same PI in the 18th training session. Comparing subject by their age the most effective phase in motor learning for the younger group (<64) was between the second and the sixth training sessions. The older group (>64) had their most effective phase between the sixth and 12<sup>th</sup> training sessions. Comparison in motor learning process was made between physically passive (<3h/week) and active (>3h/week) subjects. The passive group made progress earlier than physically active subjects and they started of from poorer level. The fact that the physically passive subjects completed the study fairly well can be seen as an encouragement for many elderly people who are physically less active. Learning new motor skills in older age is clearly possible for them too.

Questionnaire and interviews were used to gain broader picture of the motor learning phenomenon in this study. Questionnaires results showed that most of the subjects thought that learning to operate and function with the cycle ergometer was fairly easy. The most challenging aspects of the required motor skills were seen to be the rhythm and adjusting ones force level to match the ergometers power.

Key words: Motor learning, elderly people, bicycle ergometer, motor skills

## TIIVISTELMÄ

Jarno Purtsi. Motorinen oppiminen 55-78-vuotialla. Liikuntapedagogiikan pro gradu-tutkielma. Liikuntatieteiden laitos, Jyväskylän Yliopisto.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu fyysisen suoritustason heikkenevän ikääntymisen myötä sekä ikääntymisen asettavan uusia haasteita motoriselle oppimiselle. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kartuttaa tietoa ikääntyneiden ihmisten motorisesta oppimisesta. Tutkimus toteutettiin osana LIKES -tutkimuskeskuksen ikääntyneiden ihmisten lihasvoimaharjoittelututkimusta syksyllä 2004. 17 naista ja 16 miestä (64±6 vuotta) osallistuivat 10 viikon harjoitusjaksoon, jossa harjoiteltiin uutta motorista taitoa eksentrisellä voimaharjoituslaitteella 2-3 kertaa viikossa.

Koehenkilöiden motorista oppimista tarkasteltiin moottorilla toimivan eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käytön oppimisessa. Koehenkilöiden tehtävänä oli vastustaa poljinten pyörintää mahdollisimman tasaisesti hyödyntämällä alaraajojen lihasten eksentristä voimantuottoa. Tuotetut jarrutusvoimat mitattiin laitetta käyttävän servomoottorin ohjaimen moottorille syöttämän virran perusteella. Koehenkilöiden harjoituksista analysoitiin neljä harjoituskertaa (2,6,12,18). Analysoitavasta harjoituksesta valittiin 30 sekunnin edustava jakso, jolta laskettiin huippuvoiman keskihajonta suhteessa huippuvoimaan. Motorista oppimista tarkasteltiin tutkimusta varten kehitetyllä osaamisindeksimittarilla. Oppiminen ilmeni osaamisindeksin pienenemisenä.

Kaikki koehenkilöt pystyivät toimimaan ja harjoittelemaan laitteella turvallisesti harjoitusjakson neljännellä viikolla. Sukupuolten välisessä vertailussa miesten oppiminen käynnistyi naisia nopeammin, mutta naisten oppiminen kehittyi miehiä pidempään. Harjoitusjakson lopussa molemmat ryhmät olivat samalla tasolla. Nuoremman ryhmän (<64) oppimisessa tehokkain vaihe sijoittui harjoitusjakson alkuun, kun taas vanhemman ryhmän (>64) oppiminen alkoi hieman myöhemmin. Vähemmän liikkuvien (alle 3h/vko) lähtötaso oppimisprosessille oli hieman aktiivisten ryhmää (yli 3h/vko) heikompi. Vähemmän liikkuvien oppiminen käynnistyi kuitenkin aktiivisia aiemmin. Harjoitusjakson lopussa vähemmän liikkuvien ja aktiivisten oppimisprosessi oli samalla tasolla. Vähemmän liikkuvien tehokas oppiminen on hyvä kannustin useimmille ikääntyneille ihmisille. Uusien motoristen taitojen oppiminen on selvästi mahdollista myös vähemmän liikuntaa harrastaville.

Tutkimuksen kvantitatiivista osaa täydennettiin kvalitatiivisin menetelmin. Koehenkilöiden mielipiteitä harjoiteltavan taidon oppimisprosessista kerättiin kyselylomakkeella ja haastatteluilla. Kyselyistä ilmeni, että koehenkilöt pitivät eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käytön oppimista suhteellisen helppona. Haastavimmiksi osa-alueiksi koehenkilöt kokivat oppimisessa rytmin löytämisen ja siinä pysymisen sekä voimansäätelyn.

Avainsanat: Motorinen oppiminen, ikääntyneet ihmiset, eksentrisen polkupyöräergometri, motoriset taidot

ABSTRACT  
 TIIVISTELMÄ  
 SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	MOTORINEN KEHITYS .....	7
2.1.	Kehityksellinen järjestelmällisyys .....	7
2.2.	Differentiaatio ja integraatio .....	8
3	MOTORISET PERUSTAIIDOT .....	10
3.1.	Tasapainotaidot .....	10
3.2.	Liikkumistaidot .....	11
3.3.	Käsittelytaidot .....	11
3.3.1.	Karkeamotoriset käsittelytaidot .....	12
3.3.2.	Hienomotoriset käsittelytaidot .....	13
4	MOTORISTEN TAITOJEN EROTTAMINEN MOTORISISTA KYVYISTÄ.....	14
5	MOTORISTEN TAITOJEN LUOKITTELU.....	15
5.1.	Erillis-, jatkuvat- ja sarjataidot.....	15
5.2.	Avoimet ja suljetut taidot.....	16
6	MOTORISET TAIIDOT JA MOTORINEN OPPIMINEN.....	17
7	MOTORISEN OPPIMISEN VAIHEET.....	19
7.1.	Kognitiivinen vaihe.....	19
7.2.	Assosiatiivinen vaihe .....	20
7.3.	Autonominen vaihe.....	20
8	OPPIMISEN SIIRTOVAIKUTTUS.....	22
8.1.	Positiivinen siirtovaikutus.....	22
8.2.	Negatiivinen siirtovaikutus .....	22
9	PALAUTTEEN MERKITYS OPPIMISELLE.....	24
9.1.	Sisäinen ja ulkoinen palaute.....	24
9.2.	Tulosten arviointi (knowledge of results) ja palaute (feedback) .....	25
10	IKÄÄNTYNEIDEN IHMISTEN MOTORINEN OPPIMINEN.....	26
10.1.	Tutkimuksia palautteen yhteydestä ikääntyneiden henkilöiden oppimiselle	29
10.2.	Motoriseen oppimiseen yhteydessä olevia tekijöitä ikääntyneillä.....	30
10.3.	Lihaskoima.....	31
10.4.	Havaintomotoriset taidot ja niiden muutokset ikääntyessä.....	32
10.5.	Muutokset tasapainossa ja kehon asennon hallinnassa .....	34
10.6.	Toimintakyky .....	35
10.7.	Motivaatio .....	35

11	TUTKIMUSONGELMAT .....	36
12	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	38
12.1.	Koehenkilöt.....	38
12.2.	Tutkimuksen kulku .....	39
12.3.	Voimaharjoituslaitteen ja harjoiteltavan taidon esittely .....	41
12.3.1.	Eksentrisen voimantuoton asettamat haasteet motoriselle oppimiselle ....	43
12.4.	Harjoittelun eteneminen.....	43
12.5.	Tutkimuksessa käytetty mittari ja mittausmenetelmät.....	45
12.6.	Tutkimusaineiston analysointi .....	48
12.7.	Validiteetti.....	48
12.8.	Reliabiliteetti.....	49
13	TULOKSET.....	51
13.1.	Oppimisprosessin kehitys ikääntyvillä aikuisilla.....	51
13.2.	Oppimisprosessin kehitys naisilla ja miehillä.....	52
13.3.	Oppimisprosessin kehitys eri ikäryhmillä.....	54
13.4.	Oppimisprosessin kehitys liikunta-aktiivisuuden suhteen .....	56
13.5.	Koehenkilöiden mielipiteet voimaharjoituslaitteella harjoittelusta .....	58
13.5.1.	Koehenkilöiden mielipiteitä laitteella harjoittelusta ja oppimisesta .....	59
13.5.2.	Koehenkilöiden vertaukset laitteella toimimisesta muuhun fyysiseen aktiivisuuteen .....	64
14	POHDINTA .....	65
	LÄHTEET.....	72
	LIITTEET .....	79

## 1 JOHDANTO

Viimeisen sadan vuoden aikana ihmisen keskimääräinen eliniän odote on kasvanut teollistuneissa maissa noin neljännesvuosisadalla. Väestön ikärakenne on muuttunut oleellisesti; ikääntyneitä henkilöitä on yhä suurempi osa väestöstä. Vuonna 2003 Suomen väestöstä jo 15,6 % oli 65 vuotta täyttäneitä (Tilastokeskus 2005). Tämä yhteiskunnan väestörakenteellinen muutos on nostanut ihmisten ikääntymistä ja työiän jälkeistä elämää koskevien asioiden pohdinnat ajankohtaisiksi. Ikääntymiseen yhdistetään usein kehon fysiologiset muutokset, sairaudet sekä toimintakyvyn heikkeneminen (Heikkinen 2003). Ikääntymisen myötä tasapaino heikkenee ja riski kaatumiselle kasvaa (Woollacot, Shumway-Cook & Nashner 1982; Lundin-Olsson, Nyberg & Gustafson 1997). Fyysisellä aktiivisuudella ja liikunnalla on puolestaan todettu olevan useita positiivisia vaikutuksia ikääntyneiden henkilöiden terveyteen sekä elämänlaatuun (Spirduso 1995, 6-8). Terveiden ja elinvoimaisten päivien maksimoiminen omassa elämässään on tavoitteellista lähes jokaiselle. Liikuntaharjoittelulla pystytään hidastamaan ja jopa ehkäisemään ikääntymisen myötä ilmeneviä negatiivisia muutoksia kehossa ja toiminnoissa (Schumway-Cook & Woollacot 2001, 242-246).

Teollistumisen myötä myös yhteiskuntarakenteen on muuttunut. Teknologinen kehitys muokkaa ympäristöämme sekä jokapäiväistä elämäämme. Nämä vaikutukset näkyvät myös liikuntalajien sekä -palvelujen tarjonnassa. Vaikka teknologian tarkoitus on helpottaa jokapäiväistä elämäämme, niin se asettaa myös tiettyjä haasteita. Liikuntapalvelujen tarjonta on monipuolistunut ja esimerkiksi kuntosalien laitteet ovat teknistyneet. Saadakseen hyödyn uusista innovaatioista, yksilö joutuu omaksumaan uusia tapoja ja opettelemaan uudenlaisia taitoja. Nuoret kasvavat teknologisen kehityksen mukana, mutta jatkuva kehitys asettaa suuremman haasteen ikääntyneille ihmisille. Miten heidät saadaan myös hyötymään tästä kehityksestä?

Nykyisin liikunnan harjoittamiseen voidaan hyödyntää tekniikan kehittymistä, mutta tämä edellyttää uusien laitteiden ja taitojen hallintaa. Jo ennalta tutut ja turvalliset

harrastusmuodot ovat luonnollisia vaihtoehtoja ikääntyneiden ihmisten liikuntaharrastukselle, mutta uskaltavatko he lähteä kokeilemaan uusia asioita? Onko heidän mahdollista oppia uusia motorisia taitoja, joiden hallinta voisi tuoda monipuolisuutta ja uusia virikkeitä liikuntaan sekä tehostaa heidän harjoitteluaan? Motorista oppimista on tutkittu jo viime vuosisadan alusta. Silti ikääntyneiden henkilöiden motorisesta oppimisesta ja erityisesti heille sopivista oppimisstrategioista tiedetään edelleen melko vähän. (Rice 2003.) Ikääntyneiden ihmisten motorisen oppimisen tutkiminen on erittäin tärkeää tehokkaiden kuntoutus- ja harjoitusohjelmien löytämisen vuoksi (van Hedel & Dietz 2004).

Tämä tutkimus on osa ikääntyvien ihmisten voimaharjoittelututkimusta, jossa hyödynnettiin kehitteillä olevaa voimaharjoituslaitetta. Tutkimus toteutettiin Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiö LIKES:issä Jyväskylässä syksyllä 2004. Tutkimusta johti professori Veikko Vihko ja käytännön järjestelyistä ja tutkimuksen koordinoinnista vastasi erikoistutkija Eino Havas. Voimaharjoituslaitteen käyttöön liittyi uuden motorisen taidon oppiminen sekä laitteen käytön hallinta, joten ikääntyvien ihmisten motorisen oppimisen tarkastelu oli mahdollista. Tässä työssä tutkittiin 55-78-vuotiaiden motorista oppimista eksentrisellä voimaharjoituslaitteella.

## 2 MOTORINEN KEHITYS

Motorinen kehitys on yksilön ikääntymiseen ja kasvuun liittyvä järjestyksellinen ja progressiivinen kehityskaari, jossa yksilö etenee yksinkertaisista, epävarmoista ja haparoivista liikemalleista monimutkaisten ja vaativien motoristen taitojen organisoituun hallintaan sekä lopulta niiden mukauttamiseen ympäristön vaatimuksiin (Haywood 1986, 7). Motorisena kehityksenä voidaan pitää kaikkia niitä progressiivisia muutoksia yksilön motorisissa toiminnoissa, jotka muodostuvat yksilön ja ympäristön välisestä vuorovaikutuksesta. Motorinen oppiminen edistää motorista kehitystä, mutta motorinen oppiminen ei ole mahdollista ennekuin tietyt fyysiset valmiudet ovat maturaation myötä kehittyneet. Motoriset taidot eivät voi kehittyä ellei yksilön hermo-lihasjärjestelmä ole riittävällä tasolla. Kiepin oppiminen rekillä on mahdotonta, jos olka- ja käsivarren lihakset eivät pysty tuottamaan riittävästi voimaa liikkeen suorittamiseksi. (Oxendine 1984, 194-202.) Motorinen kehitys on jatkuva prosessi, joka kestää koko eliniän ja hiipuu vasta kuolemaan. Osa muutoksista on positiivisia, kuten kasvusta johtuva fyysinen kehitys ja toiset ovat puolestaan negatiivisia, kuten ikääntymisen myötä tapahtuva aistihavaintojen heikkeneminen. Motoriseen kehitykseen sisältyy jatkuva sopeutuminen muutoksiin yksilön motorisissa taidoissa. Motoristen taitojen kehittyminen on osittain jaksomainen tapahtumasarja, mutta toisaalta kehitys ei aina noudata yleisiä linjoja vaan on yksilöllistä. (Gallahue & Donnelly 2003, 38.)

### 2.1. Kehityksellinen järjestelmällisyys

Kehityksellinen järjestelmällisyys viittaa ennustettavissa olevaan järjestykseen motorisen kontrollin kehittymisessä. Kefalokaudaalinen eli päästä jalkoihin ja proksimodistaalinen eli keskustasta ääriosiin ovat termejä, jotka kuvaavat tätä ennustettavaa järjestelmällistä kehitystä. Kefalokaudaalisisessa kehityksessä ensin niskan lihakset vahvistuvat ja pään kontrolli kasvaa. Kehitys jatkuu vartalon hallinnan kehittymiseen ja lopulta jalkojen ja varpaiden kontrollin vahvistumiseen. (Gabbard 2004, 8-9; Payne & Isaacs 1998, 17; Scheid 1994.) Pienet lapset vaikuttavat usein hieman kömpelöiltä ja voivat osoittaa



heikkoa alaraajojen hallintaa. Tämä saattaa johtua keskeneräisestä kefalokaudaalisesta kehityksestä. (Gallahue & Donnelly 2003, 41.) Lopulta lapsi omaksuu varpaiden, nilkkojen ja jalkojen tasapainoisen hallinnan ja kehittyneempi malli kävelystä tulee mahdolliseksi (Payne & Isaacs 1998, 17). Proksimodistaalinen kehitys etenee kehon keskustasta raajoja pitkin sormiin ja varpasiin. Aluksi käden liikkeitä hallitsevat olkavarren lihakset, sitten mukaan tulevat käsivarren lihakset ja lopulta ranteen sekä sormien kontrollointi mahdollistaa tarkemman työskentelyn käsillä. (Gabbard 2004, 8-9; Payne & Isaacs 1998, 17.)

Mielenkiintoista on, että kefalokaudaalinen ja proksimodistaalinen kehitys muuttavat suuntansa ihmisen ikääntyessä ja kehitys muuttuu taantumiseksi. Ikääntyneillä ihmisillä ensimmäiset huomioidut taantumisen ilmenemiset alavartalon ja vartalon ääriosien hallinnan heikkenemisenä. Taantuminen tapahtuu vähitellen käänteisessä järjestyksessä jaloista päähän ja ääriosista vartalon keskustaan suuntaan. (Payne & Isaacs 1998, 19.)

Taantuminen vaikeuttaa tasapainon hallintaa ja sorminäppäryyttä vaativien tehtävien suorittamista. Taantumista on kuitenkin mahdollista hidastaa ja sen alkamista siirtää tai mahdollisesti jopa estää harjoittelulla ja aktiivisilla elämäntavoilla. (Payne & Isaacs 1998, 355.)

## 2.2. Differentiaatio ja integraatio

Differentiaatio tarkoittaa prosessia, jossa tietyt toiminnot erikoistuvat ja tarkentuvat. Differentiaatio on motorisen hallinnan kehittyminen heikosta alkeismuodosta tarkkaan ja täsmälliseen liikemallin hallintaan. (Gabbard 2004, 49-50.) Pienen lapsen ensimmäiset askeleet ovat lähinnä suurten lihasten hallinnan alaisia, kun taas differentiaation edistyessä jalkojen eri segmentit hallitsevat jokainen tiettyä tarkkaa toimintaa, mikä mahdollistaa vakaamman ja tehokkaamman kävelyn. Differentiaation kehittyminen voimistaa myös integraation kehittymistä. (Payne & Isaacs 1998, 18.)

Integraatio puolestaan tarkoittaa kykyä käyttää eri lihasryhmiä yhteistyössä tietyn liikkeen tuottamiseen (Gabbard 2004, 49). Gallahue ja Donnelly (2003, 42-43) käyttävät

esimerkkinä integraatiosta lapsen kehittymistä karkeasta ja epätarkasta tarttumisesta, hienomotoriseen ja kehittyneeseen liikemalliin, joka mahdollistaa tarkan yksityiskohtaisen piirtämisen. Differentiaatio ilmenee käsivarsien, käsien ja sormien liikkeissä, jota silmien integrointi liikkeen suorittamiseen tukee ja ohjaa. Käsi-silmä koordinaatio on tärkeä osa normaalia kehitystä ja oleellinen lähes kaikissa fyysistä aktiivisuutta vaativissa toiminnoissa. (Gallahue ja Donnelly 2003, 42-43.)

Aivan kuten kefalokaudaalinen ja proksimodistaalinen kehitys, muuttuu myös differentiaation ja integraation kehityssuunta laskevaksi ja taantumista alkaa tapahtua vanhemmalla iällä. Differentiaation ja integraation avulla saavutettu vartalon hallinta ja motorinen kyvykyys saattavat heikentyä iän myötä. (Payne & Isaacs 1998, 19.)

### 3 MOTORISET PERUSTAIIDOT

Motorisilla perustaidoilla tarkoitetaan kahden tai useamman segmentin, (vartalon ja raajojen osien) järjestyneitä liikkeitä (Numminen 1996,24). Magillin (1997,7-8) mukaan motoriset taidot vaativat vartalon ja raajojen liikkeitä asetetun tavoitteen saavuttamiseksi. Motorisilla taidoilla on aina päämäärä ja tarkoitus. Gabbard (2004, 286) puolestaan määrittelee motoriset perustaidot yleisiksi motorisiksi toiminnoiksi, joille tunnusomaista on tietty tunnistettava liikemalli. Tavallisia esimerkkejä perustaidoista ovat käveleminen, hyppääminen ja heittäminen. Motorisiksi taidoiksi ei lasketa refleksejä vaan ainoastaan yksilön tahdonalaisesti tuottamia liikkeitä. (Magill 1997, 8.) Motoriset perustaidot luovat perustan kaikille vaativammille taidoille. Motorisia perustaitoja pitää pystyä soveltamaan jokapäiväisissä toiminnoissa sekä hyödyntämään vaativampien taitojen, kuten lajitaitojen harjoittelussa. Ensimmäiset yritykset uusista taidoista ovat alkeismuotoja, mutta harjoittelun ja toistojen myötä taidot saavuttavat kehittyneemmän tason. Motoriset perustaidot voidaan jakaa kolmeen ryhmään, jotka ovat tasapainotaidot, liikkumistaidot ja käsittelytaidot. (Gabbard 2004, 285-287.)

#### 3.1. Tasapainotaidot

Tasapainotaidot kehittyvät jo varhaisessa lapsuudessa. Tasapainotaidot kehittyvät sitä mukaa kun lapsen vartalon ja raajojen lihasvoima kasvaa ja aistitoiminnot jäsentyvät. Toistot mahdollistavat hermostollisten yhteyksien jäsentymisen ja liikeratojen kehityksen. Lihastoiminta ylläpitää tasapainoa. Lihastoiminta puolestaan vaatii hermostolta tiettyä johtumisnopeutta, joka on parhaimmillaan lapsena. Lapsen tulisi ensin pystyä harjoittelemaan paikallaan staattista tasapainoa ja myöhemmin liikkuen paikasta toiseen dynaamista tasapainoa. (Schumway-Cook & Woollacot 2001, 193-218; Payne & Isaacs 1998, 225-226; Numminen 1996, 24.) Alle kouluikäiset tytöt olivat Sääkslahden (2005, 93) väitöskirjatutkimuksessa tasapainotaidoiltaan etevämpiä kuin samanikäiset pojat. Tasapainotaitojen kehitys jatkuu aina aikuisuuteen asti. Tasapainotaito alkaa puolestaan heikentyä siirryttäessä kohti vanhuutta ja ikääntymistä. Noin 60 vuoden iän

jälkeen alkaa tasapainotaitojen heikkeneminen ja 80-vuotiaiden tasapainotaidot ovat usein verrattavissa 6-9-vuotiaiden lasten tasapainotaitoihin. Kaatumiset ovat yksi vanhuusiän vakavimmista uhista terveydelle, ja usein kaatumiset johtuvat juuri heikentyneestä tasapainosta sekä toimintakyvystä. (Payne & Isaacs 1998, 343-344.)

### 3.2. Liikkumistaidot

Gabbard (2004, 286) määrittelee liikkumistaidot liikkeiksi, joilla yksilö siirtyy tilasta toiseen. Näitä taitoja ovat esimerkiksi kävely, juoksu, laukka, hyppely ja kiipeäminen. Jotta liikkumistaidot voivat kehittyä, pitää lapsen tasapainotaitojen olla jo melko vankalla pohjalla. (Gabbard 2004, 286; Pankrazi 2001, 313.) Liikkumistaidoissa ei ole havaittu sukupuolten välisiä eroja 3-7-vuotialla lapsilla (Sääkslahti 2005, 94). Liikkumistaidotkin heikkenevät ikääntymisen myötä. Molemmilla sukupuolilla tapahtuu heikkenemistä, mutta liikkumistaidot heikkenevät naisilla miehiä voimakkaammin. Ikääntyneiden naisten kävelynopeus ja askelfrekvenssi ovat hitaampia sekä askelpituus lyhyempi verrattuna nuoriin naisiin tai ikääntyneihin miehiin. Heikentynyt voimantuotto alaraajoissa sekä kaventuneet liikelaajuudet nilkoissa voivat osaltaan selittää hidastunutta kävelynopeutta. (Spriduso 1995, 169-171.) Tasapainotaitojen heikentyminen vaikuttaa oleellisesti myös liikkumistaitojen heikentymiseen. Fyysisellä harjoittelulla, joka tähtää lihasten voimantuoton kehittämiseen sekä ylläpitää kehon painoa ja koostumusta, pystytään positiivisesti vaikuttamaan ikääntyvien ihmisten liikkumis- ja tasapainotaitojen säilyvyyteen sekä kaatumisten ilmenemiseen. (Spriduso 1995, 178.)

### 3.3. Käsittelytaidot

Havaitsemis- ja motoristen toimintojen yhteistyö on edellytyksenä käsittelytaitojen kehittymiselle. Käsittelytaidoilla tarkoitetaan ulkoisen esineen hallintaa vaativia taitoja. Esimerkiksi jalkapallon kuljetus jaloilla ja koripallon pompottelu ovat käsittelytaitoja. (Gabbard 2004, 301-319.) Käsittelytaitojen kehittyminen on monimutkainen prosessi, johon liittyy eri liikemallien kehittyminen progressiivisesti maturaation, hermo- ja lihasjärjestelmien kehittymisen sekä kokemusten suomien mahdollisuuksien myötä

(Schumway-Cook & Woollacot 2001, 471). Käsittelytaidoissa ilmenee muutoksia ikääntymisen myötä lähinnä tehtävien suoritusnopeuden hidastumisena. Monimutkaisissa tehtävissä hidastuminen on suurempaa kuin yksinkertaisissa tehtävissä. Hidastunut toiminta voi johtua heikentyneestä motorisesta koordinaatiokyvystä. (Schumway-Cook & Woollacot 2001, 490-492.)

### 3.3.1. Karkeamotoriset käsittelytaidot

Gabbard (2004, 286) jakaa käsittelytaidot karkeamotorisiin käsittelytaitoihin ja hienomotorisiin taitoihin. Karkeamotorisiin taitoihin kuuluvat esineiden liikuttaminen joko itseä kohti tai itsestä poispäin. Esimerkkejä näistä taidoista ovat vieritys, pyöritys, työntö, veto, heitto, kiinniotto ja potku. Nämä taidot kehittyvät myös tässä järjestyksessä ja usein jo ennen kolmatta ikävuotta. Tämän jälkeen lapsi pystyy osumaan myös liikkeessä olevaan esineeseen joko kättä, jalkaa tai mailaa apuna käyttäen.

Karkeamotoristen taitojen suorittamiseen tarvitaan suurien lihasryhmien tai koko vartalon käyttöä (Oxendine 1984, 18-19). Oxendine (1984, 18-19) luokittelee karkeamotorisiin taitoihin muitakin kuin käsittelytaitoja kuten esimerkiksi korkeushypyn. Alle kouluikäiset pojat suoriutuvat tyttöjä etevämmin karkeamotorisia käsittelytaitoja mittaavista tehtävistä (Sääkslahti 2005, 94). Ikääntymisen myötä saattaa ilmetä vaikeuksia myös karkeamotorisissa toiminnoissa. On selvää, että ikääntyneet eivät esimerkiksi heitä tai potkaise palloa samalla teholla kuin nuoret, mutta usein heittämisen liikemallikin muuttuu oleellisesti. Tähän voi johtaa olkanivelen heikentynyt liikkuvuus, kipu tai pelko heittämisen aiheuttamasta kivusta. Oleellisempaa kuitenkin jokapäiväisten toimintojen kannalta ovat ongelmat esimerkiksi kahvin kaatamisessa kuppiin tai avaimen sovittamisessa lukkoon. (Spirduso 1995, 226-228.)

### 3.3.2. Hienomotoriset käsittelytaidot

Karkeamotoriset taidot luovat perustan hienomotorisille taidoille (Gabbard 2004, 320). Hienomotoriset käsittelytaidot vaativat tarkkuutta ja täsmällisyyttä. Hienomotoristen taitojen suorittamiseen liittyy pienten lihasryhmien hallinta ja täsmällisyyttä vaativa liikerata. (Oxendine 1984, 18-19.) Piirtäminen, saksilla leikkaaminen, soittaminen, tietokonepelit ja kengännauhojen solmiminen ovat hienomotorisia taitoja. Myös useissa eri ammateissa suoritettavat tehtävät vaativat hienomotoristen käsittelytaitojen erinomaista hallintaa. Esimerkkinä tästä on instrumenttien operointi kirurgin tai hammaslääkärin ammateissa. (Oxendine 1984, 18-19.) Ylävartalon ja käsien hienomotorinen toiminta ovat edellytyksinä monille käsittelytaidoille, joita esiintyy jokapäiväisessä elämässä. Hampaiden harjaaminen, hiusten kampaaminen sekä aamupalan valmistaminen ja syöminen ovat pääosin hienomotorisia käsittelytaitoja vaativia tehtäviä. (Schumway-Cook & Woollacot 2001, 447.) Hienomotoristen käsittelytaitojen hallinta heikkenee ikääntyneillä ihmisillä. Käsien kirjoittaminen hidastuu, paidan napittaminen ja kengän nauhojen sitominen vaikeutuu. Hienomotorisissa taidoissa ikääntyneet ihmiset valitsevat ennemmin suoritustarkkuuden nopeuden sijaan. (Spiriduso 1995, 242.)

#### 4 MOTORISTEN TAITOJEN EROTTAMINEN MOTORISISTA KYVYISTÄ

Kyvyt ja taidot sekoitetaan usein keskenään. Motorisen oppimisen tarkastelun kannalta niiden erottaminen toisistaan on oleellista. (Schmidt & Wrisberg 2000, 26-29.) Whitingin (1975, 59) mukaan kykyjä ja taitoja käytetään usein synonyymeinä ja näiden termien käyttöön liittyy hankaluuksia. Hänen mukaansa ensimmäinen taidot ja kyvyt toisistaan erottanut tutkija oli Fleishman (Whiting 1975, 62).

Kliseemäisesti voidaan sanoa, että ihmiset eroavat monin tavoin toisistaan ja jokainen on yksilöllinen omalla tavallaan. Ominaisuudet, joihin yksilö ei voi itse vaikuttaa kuten sukupuoli, rotu sekä kulttuurillinen tausta, saattavat vaikuttaa myös motoriseen kyvykkyyteen ja taitojen oppimiseen. Nämä ominaisuudet ovat perittyjä. Myös motorinen kyvykkyys koostuu yksilön ominaisuuksista, jotka ovat periytyviä. (Schmidt & Wrisberg 2000, 26-29.)

Kyvyt ovat olemassa olevia tekijöitä, joita ei voi harjoittelulla muuttaa (Schmidt & Wrisberg 2000, 26-29). Whiting (1975, 62) ehdottaa, että tietty motorinen kyvykkyys on vaatimuksena erityisten ja yksittäisten motoristen taitojen omaksumiselle. Motoriset kyvyt eivät kuitenkaan yleisesti ole tehtäväkohtaisia. (Whiting 1975, 62).

Taitoja puolestaan pystyy harjoittelulla kehittämään ja useiden taitojen hallinta vaatii monien vuosien harjoittelua ja pitkää oppimisprosessia. Motorinen kyvykkyys voi vaikuttaa oppimisprosessin keston. Jos henkilö omaa paljon tiettyyn taitoon vaadittavia kykyjä, pitäisi hänen myös suoriutua tehtävästä taitavammin kuin toinen yksilö vähemmällä kyvyillä. Tämä ei silti tarkoita, että toinen henkilö on kaikissa motorisissa tehtävissä taitavampi, koska eri tehtävät vaativat erilaisia kykyjä sekä taitoja. (Schmidt & Wrisberg 2000, 26-29.)

## 5 MOTORISTEN TAITOJEN LUOKITTELU

### 5.1. Erillis-, jatkuvat- ja sarjataidot

Motoristen taitojen luokittelu yksinkertaistaa ja helpottaa kokonaisuuden ymmärtämistä (Schmidt 1988, 45). Schmidt (1988, 45) toteaa, että luokittelutapoja on monia. Tärkeä jaottelutapa on taitojen jakaminen erillis-, jatkuviin ja sarjataitoihin. Tehtävät, joilla on selkeä alku ja loppu ovat erillistaitoja. Erillistaidot voivat olla hyvin nopeita ja kestoaltaan lyhyitä, kuten jalkapallon potkaiseminen. Ne voivat vaatia myös kognitiivista reagointia, kuten visuaaliseen stimuluseseen reagoiminen. Jatkuvat taidot määritellään niin, ettei niissä ole havaittavissa selkeää alkua ja loppua, vaan niiden tarkastelu voidaan aloittaa mielivaltaisesti ja silti suoritusmalli on samanlainen. Suoritus voi kestää huomattavasti pidempään kuin erillistaitoa vaativa tehtävä. Tavallisia esimerkkejä ovat juokseminen ja uiminen. (Schmidt 1975, 24-25; 1988, 46.) Sarjataidoiksi voidaan luokitella kokonaisuudet, jotka muodostuvat useista eri erillistaidoista. Schmidt (1988, 47) antaa erimerkiksi sarjataidoista auton käynnistämisen, jossa on monta erillistä vaihetta, mutta tuloksen kannalta kaikki osa-alueet ovat tärkeitä.

Motorista taitoa on usein vaikea erottaa sen toimintaympäristöstä. Esimerkiksi autolla ajaminen vaatii mukautumista erilaisiin olosuhteisiin ja olosuhteet vaikuttavat kuljettajan toimintaan. Toisaalta kuljettaja taas vaikuttaa toimillaan ympäristöönsä. Tällainen vastavuoroinen suhde vaikeuttaa niiden motoristen toimintojen nimeämistä, jotka ovat yhteydessä tapahtumaan. (Schmidt 1988, 5.)



## 5.2. Avoimet ja suljetut taidot

Toinen yleinen jaottelutapa taidoille liittyy motorisen tehtävän suoritusympäristöön. Avoimiksi taidoiksi voidaan kutsua niitä taitoja, joiden suoritus on alttiina ympäristön muuttuville vaikutuksille. Onnistuminen avoimissa taidoissa vaatii usein nopeaa reagointia ennalta arvaamattomiin tilanteisiin. Muuttuvana tekijänä voi olla joko ympäristö tai vaikka vastustaja, jonka toimintaa ei voi ennalta ennustaa. Monet pallopelit tai vaikka paini ovat hyviä esimerkkejä avoimien taitojen käytöstä. Suljetuiksi taidoiksi puolestaan luokitellaan tehtävät, joiden suorittaminen tapahtuu muuttumattomassa ympäristössä ja tilanne suoritukselle on aina vakio. Toisaalta ympäristö voi muuttua, mutta sen muutokset ovat joko ennustettavissa tai opittuja harjoittelun ansiosta. Muutokseen pystytään jo ennakolta valmistautumaan eikä se tule yllätyksenä suorittajalle. Useimmat motoriset tehtävät sopivat johonkin edellisistä kategorioista. (Schmidt 1975, 24-25; 1988, 47-49; Schmidt & Lee 1999; 17-18. )

## 6 MOTORISET TAIDOT JA MOTORINEN OPPIMINEN

Motoristen taitojen oppiminen askarruttaa monia opettajia ja valmentajia, jotka yrittävät opettaa näitä taitoja. Uuden motorisen taidon oppimisen analysointi sisältää tietyn suorituksen tavoitteellisen tuloksen ja biomekaaniset tekijät, jotka vaikuttavat tuohon tulokseen. (Landa 1978, 344.) Schmidt ja Wrisberg (2000, 176) näkevät motorisen oppimisen muutoksina yksilön sisäisissä prosesseissa, jotka määrittävät yksilön taitavuuden motorisissa tehtävissä. Motoriset taidot voivat olla joko hyvin yksinkertaisia kuten sormien napsuttelu tai erittäin monimutkaisia ja vaikeita kuten seiväshyppy (Schmidt, 1988, 4). Motoriset taidot ovat aina ulkoisesti havaittavissa ja niihin vaikuttaa monta tekijää, kuten motivaatio, keskittyminen, fyysinen rasitustila ja kunto.

Motorinen oppiminen puolestaan on sisäinen prosessi, joka heijastaa yksilön suorituskyykyä ja sitä voidaan tulkita uusien motoristen taitojen omaksumisella sekä fyysisten suoritusten kautta. Motorista oppimista ei suoranaisesti voida havaita erillisenä. (Schmidt & Wrisberg 2000,12.) Motorinen oppiminen on henkilökohtainen löydös, joka tuottaa muutoksia ja kehitystä yksilön motorisissa toiminnoissa. Muutoksia ja kehitystä ilmenee kun oppilas aktiivisesti harjoittelee kyseistä taitoa. (Piscopo & Baley 1981, 153.)

Harjoittelulla on suuri merkitys taitojen oppimiseen. Harjoittelulla ja toistojen avulla voidaan kehittää yksittäisen taidon suoritusta ja näin tapahtuu motorista oppimista. Paras tapa motorisen oppimisen arviointiin on motoristen taitojen observointi. (Schmidt & Wrisberg 2000,12.) Floyer-Lean ja Matthews (2004) mukaan motorisissa taidoissa tapahtuvat muutokset ovat pysyviä, sillä toistojen aikana taidon edellyttämissä neuraalisissa yhteyksissä tapahtuu sekä kemiallisia että rakenteellisia muutoksia; hermojen väliset synapsiyhteydet jäsentyvät tai vanhat korvautuvat. Harjoituksen ja kokemusten avulla motorisesta oppimisesta muodostuu aivoihin sisäisiä malleja, jotka helpottavat motorista toimintaa oleellisesti. (Floyer-Lea & Matthews 2004.) Onnistuneesta motorisesta suorituksesta välittyvät tuntemukset lihasten ja havaintomotorisen järjestelmän kautta motoriseen muistiin ja näin oppimisen on

mahdollista edetä (Brooks 1986, 12-13). Uutta motorista taitoa harjoiteltaessa oppiminen on aluksi nopeaa ja edistystä tapahtuu paljon lyhyessä ajassa. Pian oppiminen kuitenkin hidastuu ja muutokset oppimisessa tapahtuvat vähitellen. (Floyer-Lea & Matthews 2005.) Kun oppiminen etenee autonomiselle tasolle ja taidon hallinta automatisoituu, aktiivinen aivotoiminta vähenee (Floyer-Lea & Matthews 2004). Piscopon ja Baleyn (1981,153) mukaan motorinen oppiminen on tehokkainta, jos taitoja harjoitellaan progressiivisesti. Perustaitojen hallinnan pitää olla vakalla pohjalla ennen monimutkaisten taitojen harjoittelua. Ennen voltin harjoittelua tulisi hallita kuperkeikka sujuvasti. (Piscopo & Baley 1981, 153.) Opittujen taitojen uskotaan olevan varsin pysyviä. Kun yksilö oppii uuden taidon, niin samalla ilmenee joitakin pysyviä muutoksia, jotka eivät hetkessä katoa. Voidaan jopa sanoa, että harjoittelun ja oppimisen johdosta ihminen ei koskaan enää ole aivan samanlainen kuin ennen oppimista. Opittujen asioiden säilyvyys on tärkeää, koska se rajaa pois tilapäistekijöiden mahdollisuuden taitojen oppimisessa. (Schmidt & Lee 1999, 264-265.) Motorinen oppiminen on prosessi, johon liittyy joko harjoittelu tai kokemukset, jotka johtavat suhteellisen pysyviin muutoksiin yksilön kyvyissä tuottaa liikettä (Schmidt & Lee 1999, 264-265). Schmidt ja Lee uskovat edellisen lauseen sisältävän ytimen motorisen oppimisen määrittelystä.

Motorinen oppiminen on hyvin laaja käsite. Motorisella oppimisella voidaan viitata usean eri taidon oppimiseen. Nämä taidot voivat olla keskenään hyvinkin erilaisia. Tässä tutkimuksessa ikääntyneiden ihmisten motorisella oppimisella tarkoitetaan eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käytön oppimista 55-78-vuotiailla koehenkilöillä.

## 7 MOTORISEN OPPIMISEN VAIHEET

Yksilö tuo oppimistilanteeseen oman oppimismotivaationsa, aikaisemmat kokemuksensa sekä perityt ominaisuutensa. Jokainen aloittaa myös oppimisprosessin omalta tasoltaan. Motorisen oppimisen vaiheista on käytetty monia eri nimityksiä, mutta vaiheiden kuvaukset ovat samankaltaisia. (Schmidt & Wrisberg 2000, 186.) On huomattu, että uutta taitoa harjoitellessa yksilö etenee vähitellen tiettyjen vaiheiden mukaisesti, vaikka selviä rajoja vaiheille ei voida määritellä (Fitts & Posner 1967, 11; Schmidt 1975, 46). Vaiheet ovat kognitiivinen, assosiatiivinen ja autonominen vaihe (Fitts & Posner 1967, 11-15; Schmidt 1975, 46-47; Schmidt 1988, 460).

Motorisen oppimisen vaiheita ovat käsitelleet muun muassa Adams, (1971), Fitts & Posner (1967), Schmidt (1975, 46-47) sekä Schmidt & Wrisberg (2000, 186). Adams (1971) tosin kuvasi motorisen oppimisen etenemistä kahden vaiheen kautta (Oxendine 1984, 22). Myös myöhemmät tutkijat ovat kuvanneet motorista oppimista kaksivaiheiseksi. Floyer-Lea ja Matthews (2005) tarkastelevat lyhyen ajan oppimista, jossa taitotason kehittyminen ja oppiminen on nopeaa sekä pidemmän aikavälin oppimista, jossa taitotason kehittyminen on hitaampaa, mutta missä taitotaso on jo korkeammalla.

### 7.1. Kognitiivinen vaihe

Kognitiivisessa vaiheessa oppijalle luodaan kuva opittavasta taidosta ja siihen liittyvistä malleista (Schmidt 1988, 460). Pienten lasten ollessa kyseessä opittava taito on hyvä esittää visuaalisesti joko ihmismallia tai kuvaa käyttämällä. Oppijalle on hyödyllistä selvittää taidon keskeiset kohdat, joihin tulisi kiinnittää huomioita. Ei ole hyvä kuitenkaan yrittää opettaa montaa huomiota vaativaa asiaa yhdellä kerralla. On myös tärkeää saada oppija ajattelemaan aikaisempia kokemuksiaan vastaavanlaisista taidoista ja mahdollisesti yhdistämään hallitsemiaan taitoja tähän uuteen taitoon. Palautteen annossa on mahdollista käyttää yksilön omia tuntemuksia. (Numminen & Laakso 2001, 24.) Nimensä mukaisesti kognitiivinen toiminta on tässä vaiheessa tärkeää, jotta oppija

pääsee sisälle tehtävän ideasta. Tärkeimmät edistysaskeleet taidon omaksumisessa tapahtuvat juuri idean sisäistämisessä. Tässä vaiheessa taidossa harjaantuminen on hyvin voimakasta ja suoritus paranee eniten verrattuna muihin vaiheisiin. Suorittamisen tasossa saattaa tapahtua suuria muutoksia eikä varsinaista suoritusvarmuutta ole vielä kehittynyt. (Schmidt 1988, 460.) Floyer-Lean ja Matthews (2004) mukaan kognitiivisessa vaiheessa, jolloin ajattelu on tietoisesti suunnattu juuri taidon oppimiseen, on myös aivotoiminta vilkkaimmillaan etenkin etuivokuoren alueella.

### 7.2. Assosiativinen vaihe

Assosiativinen vaihe alkaa kun yksilö on löytänyt itselleen tehokkaimman tavan suorittaa tehtävää ja pystyy tekemään hienovaraisia muutoksia omassa suorituksessaan onnistuakseen vieläkin paremmin (Schmidt 1988, 460). Kokeilujen myötä virhesuoritukset vähenevät ja uudet liikemallit voimistuvat (Fitts & Posner 1967, 12). Taitojen kehittyminen ei ole yhtä nopeaa kuin kognitiivisessa vaiheessa. Tekemisessä ilmenee suoritusvarmuutta, eikä yllättäviä tason muutoksia enää tapahdu. (Schmidt 1988, 460.) Assosiativisessa vaiheessa painopiste on itse aktiivisessa tekemisessä. Toiminta voi olla mentaalista, joka aktivoi hermostollisen toiminnan. Hermostollinen toiminta on edellytyksenä fyysiselle suoritukselle. Toiminta voi myös olla itse fyysisen suorituksen harjoittamista. Toistojen avulla toiminta harjaantuu ja oppija alkaa itsekin havaita kehitystä. Palaute on yksilölle tärkeää tässä vaiheessa ja häntä voidaan kannustaa myös huomioimaan omien aistitoimintojensa kautta tulevaa palautetta, ettei hän tulisi riippuvaiseksi ulkoisesta palautteesta. (Oxendine 1984, 23-24; Numminen & Laakso 2001, 24-25.)

### 7.3. Autonominen vaihe

Autonomisessa vaiheessa taidon suorittaminen on kehittynyt vaiheeseen, jossa eri rakenneosat muodostavat yhtenäisen ja sujuvan kokonaisuuden. Oppija pystyy säilyttämään opitun suoritusmallin samanlaisena, vaikka hän muuttaisi voimankäyttöä tai nopeutta suorituksessa. (Fitts & Posner 1967, 14-15; Schmidt 1975, 47; Schmidt 1988,

461.) Taidon suorittaminen on automaattista eikä vaadi tarkempaa ajattelua (Floyer-Lea & Matthews 2004). Taidon automatisoituminen mahdollistaa huomion siirtämisen muihin asioihin suorittamisen tason pysyessä silti vakaana (Doyon ym. 1998). Jos kahden eri motorisen taidon suorittaminen onnistuu samanaikaisesti yhtä hyvin kuin erikseen suoritettaessa, niin ainakin toinen taito on autonomisella tasolla. Jos kahden eri taidon yhtäaikainen suorittaminen puolestaan heikentää toisen taidon suoritustasoa niin kumpikaan taidoista ei ole automatisoituneita vaan vaativat vielä tarkempaa huomiota. (Mulder, Zijlstra, & Geurts 2002.) Autonomisella tasolla oleva taidon hallinta mahdollistaa samanaikaisesti myös uuden oppimista. Refleksit eli selkäytimestä lähtevät automaattiset reaktiot ja autonomisella tasolla olevat taidot muistuttavat melkoisesti toisiaan. Molemmat toimivat ilman tietoista ajattelua tai suullista ilmaisua. Toisaalta erinomaisestikin hallitun taidon suoritus voi epäonnistua, jos tilanteessa ilmenee odottamaton häiriötekijä. (Fitts & Posner 1967, 14-15.) Kun taito on automatisoitunut, niin aivot toiminta otsalohkon alueella vähenee (Floyer-Lea & Matthews 2004).

Autonominen vaihe mahdollistaa ennakkoinnin, joka edellyttää sisäisen mallin vastaavan ulkoista opittavaksi asetettua mallia. Ennakointi on muistin avulla tilanteen lukemista sekä tulevan päättelemistä ja siihen valmistautumista. (Numminen & Laakso 2001, 25-26.) Lapsilla ennakointi helpottaa erilaisia pelejä ja leikkejä. Kyseinen kehitys tarjoaa uuden avaramman maailman ja mahdollisuuden nauttia asioista joihin lapsi voi keskittyä motorisen suorituksen sijaan. (Numminen 1996, 26.) Ennakointikyky on edellytystehto turvalliseen liikkumiseen liikenteessä. Samoin monet urheilulajit ja toiminnat vaativat ennakkointia onnistuakseen sujuvasti.

## 8 OPPIMISEN SIIRTOVAIKUTTUS

Ensimmäisten elinvuosien jälkeen täysin uuden motorisen taidon oppiminen on harvinaista. Suurimmalta osin uusien taitojen oppiminen on vanhojen taitojen hyödyntämistä uusissa tilanteissa ja olosuhteissa. (Fitts & Posner 1967, 19; Magill 2004, 232.) Siirtovaikutuksella tarkoitetaan jo opitun taidon hyödyntämistä uuden motorisen taidon oppimisessa (Harrison 1984, 105; Schmidt & Wrisberg 2000,182). Siirtovaikutus voi olla positiivinen, negatiivinen tai neutraali (Magill 1997, 157). Neutraalilla siirtovaikutuksella ei Magillin (1997,157) mukaan ole vaikutusta oppimisprosessissa.

### 8.1. Positiivinen siirtovaikutus

Positiivista siirtovaikutusta ilmenee kun uuden taidon oppiminen helpottuu jo opittujen taitojen ansioista (Magill 1997, 157; Schmidt 1988, 407-409). Tämä edellyttää kyseisten taitojen samankaltaisuutta. Jos uudessa tehtävässä on monia yhdistäviä tekijöitä jo hallittuun taitoon, voidaan uuden taidon oppimisen olettaa olevan helpompaa. Siirtovaikutuksen hyödyntäminen on tehokkaimmillaan kun ollaan vasta aloittamassa uuden taidon opettelua. Kun yksilön taitotaso kehittyy uudessa taidossa, pitäisi huomio oppimisessa siirtää kyseisen taidon yksityiskohtiin samankaltaisuuksien sijaan. (Schmidt, 1988, 407-409.) Positiivisen siirtovaikutuksen on havaittu esiintyvän myös erilaisissa motorisissa tehtävissä aikuisten ja ikääntyneiden motorisessa oppimisessa (Lam & Dietz 2004; Bock 2005).

### 8.2. Negatiivinen siirtovaikutus

Jos yksilö omaa vahvan taustan opittavan taidon kaltaisessa, mutta kuitenkin luonteeltaan erilaisessa suorituksessa, voi oppiminen vaikeutua. Tätä ilmiötä kutsutaan negatiiviseksi siirtovaikutukseksi. (Schmidt & Wrisberg 2000,182; Schmidt 1988, 409.) Negatiivinen siirtovaikutus ilmenee kun vanhat taidot ja niiden suoritusmallit vaikeuttavat tai estävät uuden motorisen taidon omaksumista. Esimerkiksi tenniksen kämmenlyönnin

toimintamalli voi haitata sulkapallon kämmenlyönnin oppimista. (Magill 1997, 157; Oxendine 1984, 148.) Negatiivista siirtovaikutusta esiintyy melko harvoin ja uutta taitoa harjoitellessa voi ohjaaja korostaa uuden taidon ydinkohtia välttääkseen tämän mahdollisuuden (Schmidt & Wrisberg 2000,182).

Jos negatiivista siirtovaikutusta kuitenkin ilmenee ja sen vaikutusta ei pystytä poistamaan, voi oikean suoritusmallin oppiminen tulla erittäin vaikeaksi. Näiden seikkojen vuoksi opettajat ovat erittäin kiinnostuneita positiivisen siirtovaikutuksen hyödyntämisestä, mutta he ovat myös halukkaita estämään negatiivisen siirtovaikutuksen ilmenemisen. Negatiivista siirtovaikutusta ei ole kovinkaan paljoa tutkittu ja useimmat siirtovaikutusta koskevat tutkimukset ovat keskittyneet sen positiivisiin vaikutuksiin. Oxendinen (1984, 148-149) mukaan Lewis, McAllister ja Adams (1951) kuitenkin osoittivat negatiivisen siirtovaikutuksen olemassa olon ilmenevän. Schmidt (1975, 69-70) toteaa Lewisin, McAllisterin ja Adamsin tutkimukseen viitaten, että tehtävien tulee olla suorituksiltaan lähes päinvastaisia, jotta negatiivinen siirtovaikutus olisi mahdollinen. Schmidt (1975, 70) uskoo, että tutkimuksissa havaittu negatiivinen siirtovaikutus johtui enemmän tehtävän kognitiivisesta luonteesta kuin motoriseen oppimiseen vaikuttavasta negatiivisesta siirtovaikutuksesta. Negatiivinen siirtovaikutus on väliaikaista eikä vaikuta oppimisen kaikissa vaiheissa (Magill 2004, 239).



## 9 PALAUTTEEN MERKITYS OPPIMISELLE

Informaatiota, joka antaa tietoa suorituksesta oppilaalle itselleen kutsutaan palautteeksi. Palaute voi olla monissa eri muodoissa. Se voi tulla eri viestijärjestelmien kautta ja oppilas voi saada sitä useista eri lähteistä. Yhteistä kaikelle palautteelle on sen tarkoitus ylläpitää tai muuttaa suoritusta positiiviseen suuntaan ja edesauttaa oppimisprosessia. Joskus palautteen puute voi jopa estää oppimista. (Schmidt 1988, 423-427.) Monet tutkijat ovat todenneet, että palautteen vaikutus oppimiselle on itse harjoittelun jälkeen kaikkein tärkeintä. (Harrison 1984, 111; Schmidt 1988, 423; Schmidt & Lee 1999, 324; Schumway-Cook & Woollacot 2001, 454.) Tutkimukset osoittavat, että palaute ja tulosten arviointi myötävaikuttavat positiivisesti oppimisprosessiin (Harrison 1984, 111; Schumway-Cook & Woollacot 2001, 454; Carnahan, Vandervoort & Swanson 1996; Wishart & Lee 1997; Rice 2003).

### 9.1. Sisäinen ja ulkoinen palaute

Sisäinen palaute saadaan henkilökohtaisten aistihavaintojen kautta. Palaute voi olla konkreettinen näköhavainto, lihastuntemus tai vaikka oman suorituksen tuottaman äänen kuuleminen. Usein sisäinen palaute ei vaadi ylimääräistä arviointia, vaan onnistumiset ja epäonnistumiset ilmenevät melko selkeästi aistihavaintojen kautta. Epäonnistunut uimahyppy ilmenee pistelevänä kipuna selässä tai pallon uppoamisen maaliin näkee selvästi. Lähes kaikki fyysiset suoritukset mahdollistavat jonkinlaisen sisäisen palautteen muotoutumisen ja suorituksen arvioinnin. Sisäinen palaute on usein rikasta ja monipuolista sekä sisältää oleellista tietoa suorituksesta. Joskus oppilas tai urheilija voi tietää suorituksen epäonnistuneen, vaikka suoritus olisi vielä kesken. Palautetta saadaan siis myös kesken suorituksen. Joskus sisäisen palautteen saaminen suorituksesta on hankalaa ja sitä pitää oppia tulkitsemaan. (Schmidt 1988, 424; Schmidt & Lee 1999, 324-325.) Tarttumista ja tarkkuutta vaativissa tehtävissä visuaalinen palaute on erittäin tärkeää (Schumway-Cook & Woollacot 2001, 454).

Ulkoinen palaute täydentää usein sisäistä palautetta ja se saadaan ulkopuoliselta taholta kuten opettajalta tai valmentajalta. Ulkoinen palaute on usein verbaalista, mutta se voi olla myös nonverbaalia kuten sykemittarin lukema, aika sekuntikellossa tai tulosluettelo. Palaute voidaan saada suorituksen aikana tai välittömästi suorituksen jälkeen tai kootusti pidemmän harjoitusjakson jälkeen. (Schmidt 1988, 424; Schmidt & Lee 1999, 324-325.)

## 9.2. Tulosten arviointi (knowledge of results) ja palaute (feedback)

Palautetta käsittelevissä tutkimuksissa (Schmidt 1988, 423-455; Oxendine 1984, 100-104; Schmidt & Lee 1999, 325-326) erotetaan tulosten arviointi (knowledge of results) ja palaute (feedback) toisistaan. Tulosten arviointi (KR) tulee usein ulkoisesta lähteestä, kuten opettajalta tai videonauhalla (Schmidt 1988, 426; Oxendine 1984, 102-103). Se voi olla myös havaittavista suorituksen onnistumisesta oppilaalle itselleen kuten esimerkiksi koripallon uppoaminen koriin. Tällöin palaute voi tulla niin sisäisesti kuin ulkoisestikin. Tulosten arviointi (KR) viittaa aina suoritustulokseen, ei niinkään itse suoritukseen. (Schmidt & Lee 325-326.) Palautetta suorituksesta käsitellään usein termein knowledge of performance (KP). Tämän termin antoi Gentile (1972) palautteelle, joka kohdistuu oppilaan toimintaan ja kehonliikkeisiin suorituksen aikana (Schmidt ja Lee 1999, 326). Palautteella suorituksesta pyritään korjaamaan virheellisiä liikemalleja ja antamaan oppilaalle palautetta asioista, joita hänen itsensä on vaikea havainnoida suorituksen aikana. Oppimisen etenemisen kannalta epäonnistuneen suorituksen jälkeen opettajan on tehokkaampaa antaa palautetta itse suorittamisesta kuin suorituksen tuloksesta, jonka oppilas voi havaita itsekin. Palautteen annossa on tärkeämpää kertoa mitä voi tehdä toisin, eikä keskittyä siihen mikä meni väärin. (Schmidt ja Lee 1999, 324-326). Vaikka palaute suorituksesta (KP) voi tuntua oppimisen kannalta tehokkaammalta kuin tulosten arviointi (KR), palautetta käsittelevät tutkimukset ovat suurilta osin keskittyneet tulosten arvioinnin vaikutukseen oppimiselle. Tämä johtuu vaikeudesta mitata ja kontrolloida palautetta suorituksesta. (Schmidt 1988, 428.)

## 10 IKÄÄNTYNEIDEN IHMISTEN MOTORINEN OPPIMINEN

Motorista oppimista on tutkittu jo viime vuosisadan alusta. Silti ikääntyneiden ihmisten motorisesta oppimisesta ja erityisesti heille sopivista oppimisstrategioista tiedetään edelleen melko vähän. (Rice 2003.) Ikääntyneiden henkilöiden motorisen oppimisen tutkiminen on erittäin tärkeää tehokkaiden kuntoutus- ja harjoitusohjelmien löytämisen vuoksi (van Hedel & Dietz 2004). Ikääntyminen ei tarkoita kyvyttömyyttä uusien motoristen taitojen oppimiseen. Yli 50-vuotiaat voivat hyvinkin oppia uusia taitoja, mutta heidän oppimisprosessissa tulee huomioida etenemisen nopeus esittäessä uusia asioita. Ikääntyneet ihmiset tarvitsevat selkeät ohjeet uutta taitoa esittäessä ja mahdollisuuden oppimiseen heidän omassa tahdissaan ja omilla ehdoillaan. (Piscopo & Baley 1981, 523.) Omitut motoriset taidot pysyvät suoritustasoltaan melko vakaina aina keski-ikästä vanhuuteen asti (Haywood 1986, 164). Fisherin (1996) mukaan ikääntyneiden henkilöiden oppiminen on hitaampaa lähes kaikenlaisissa tehtävissä verrattuna nuoriin. Monet muutkin tutkimustulokset vahvistavat kyseistä käsitystä. Steinberg ja Glass (2001) ehdottavat, että Singerin (1998) esittämä viisivaiheinen strategia (Five-Step strategy) olisi hyödyllinen motorisessa oppimisessa myös ikääntyneiden ihmisten osalta. Strategian vaiheet ovat hyvä valmistautuminen, suorituksen mielikuvaharjoittelu, mielen vapauttaminen muista asioista, tarkka keskittyminen ja suorituksen itse arviointi.

Tunney ym. (2003) tutkivat nuorten aikuisten (20-35 vuotta) ja ikääntyneiden henkilöiden (61-90 vuotta) oppimista toiminnallisessa motorisessa tehtävässä yhden harjoituskerran perusteella. Suoritukset pisteytettiin harjoituksen viimeisellä suorituskerralla ja 48 tuntia myöhemmin tehdyllä suorituksella. Harjoituskerta kesti enintään 20 minuuttia tai viisi yritystä. Nuoret aikuiset suoriutuivat niin ensimmäisestä kuin 48 tuntia myöhemmin suoritetusta mittauksesta selvästi paremmilla pisteillä kuin ikääntyneet henkilöt. Ikääntyneiden suoritukset heikkenivät huomattavasti ensimmäisestä mittauksesta 48 tuntia myöhemmin suoritettuun mittaukseen. Tulokset viittaavat siihen, että ikääntyneet eivät opi uusia motorisia taitoja yhtä tehokkaasti kuin nuoret ja taitojen säilyminen on myös heikompaa ikääntyneillä kuin nuorilla. Ikääntyneiden ihmisten

motorista oppimista voidaan tehostaa tarkemmalla tehtävän ohjeistuksella ja harjoituskertojen ajoittamisella lähemmäksi itse tehtävän suoritusta. (Tunney ym. 2003.)

Samansuuntaisia tuloksia saivat myös Etnier ja Landers (1998). He havaitsivat, että nuoret oppivat ikääntyneitä henkilöitä nopeammin ja tarvitsevat vähemmän harjoituskertoja saavuttaakseen vaaditun taitotason. He eivät havainneet kyseisessä tutkimuksessa fyysisellä kunnolla olevan yhteyttä oppimismopeuteen tai suoritustasoon. Etnier, Romero ja Traustadottir (2001) tutkivat puolestaan iän, aerobisen kunnan sekä motorisen taidon oppimisen ja sen säilymisen yhteyksiä. Tutkimuksessa vanhemmat ja heikossa aerobisessa kunnossa olevat yksilöt tarvitsivat useampia yrityksiä saavuttaakseen vaaditut kriteerit osaamiselle. He selviytyivät heikosti myös taidon säilymisen testauksessa. Näyttää siis siltä, että ikääntymisellä on negatiivinen yhteys oppimismopeuteen ja hyvällä aerobisella kunnolla puolestaan positiivinen yhteys oppimismopeuteen. Syitä näille ilmiöille ei kuitenkaan ole pystytty tarkasti erittelemään. (Etnier, Romero & Traustadottir 2001.)

Smith ym. (2005) tutkivat 18-95-vuotiaiden motorista oppimista visiomotorisessa eli näköhavaintoa hyödyntävässä tehtävässä sekä motorisen taidon säilymistä ilman harjoittelua testaamisen välissä. Visiomotorisen käsittelytehtävän oppiminen oli selkeästi hitaampaa yli 62-vuotiailla kuin nuoremmilla koehenkilöillä. Yllättävää tuloksissa kuitenkin olivat motorisen muistin tehokas toiminta sekä opitun taidon säilyminen ja jopa parantuminen ilman ylläpitävää harjoittelua. Taidon säilymistä testattiin poikkeuksellisen pitkä ajan jälkeen (2 vuotta). Nuorilla aikuisilla suoritukset paranivat 10 % ja ikääntyneillä puolestaan 13 %. Tutkijat olettavat, että motorisen muistin ansioista opitut taidot säilyvät aikuisilla ainakin kahden vuoden ajan ilman ylläpitävää harjoittelua. Nämä tulokset ovat toisaalta ristiriidassa ikääntymisestä johtuvien negatiivisten kognitiivisten ja motoristen toimintojen muutosten kanssa. (Smith ym. 2005.)

Van Hedel ja Dietz (2004) tutkivat nuorten ja iäkkäiden henkilöiden eroavaisuuksia lokomotorisen tehtävän oppimisessa ja sen suoritustarkkuudessa. Suoritustarkkuutta testattiin myös rajoitetulla näköaistilla. Tulokset viittasivat siihen, että molemmat

ikäryhmät oppivat taidon samalla tavalla. Suoritustarkkuudessa nuoret onnistuivat iäkkäitä henkilöitä paremmin ja molempien ryhmien suoritustarkkuus heikkeni näköaistin rajoittamisen yhteydessä. Tosin harjoittelun avulla nuoret paransivat omaa suoritustaan myös rajoitetulla näköaistilla, johon iäkkäät eivät kyenneet. Tämä viittaa siihen, että suoritustarkkuuden lisäksi rajoitettu näköaisti vaikuttaa iäkkäillä myös motoriseen oppimiseen. (van Hedel & Dietz 2004.)

Ikääntyneillä henkilöillä liikkeen tietoinen kontrolli, joka sisältää suorituksen kognitiivisen valmistelun ja harkitun toteutuksen, kestää kauemmin kuin nuorilla ja siksi ikääntyneet ihmiset tarvitsevat enemmän yksittäisiä toistoja ja harjaannuttamista oppiakseen kyseisen taidon ja saavuttaakseen asetetut tavoitteet. Reagointia vaativien ärsykkeiden tulee olla tarpeeksi selkeitä, eikä niitä saisi olla useita samalla kerralla silloin kun pyritään edistämään ikääntyneiden motorista oppimista. Myös motorisen taidon automatisoituminen ja motorisen oppimisen korkeimman asteen (autonominen vaihe) saavuttaminen kestää ikääntyneillä henkilöillä kauemmin kuin nuorilla. (Ruuskanen 1997.) Ikääntyneet ihmiset voivat kompensoida hidastunutta toimintanopeuttaan tehostamalla ennakoitua opittuihin signaaleihin (Jagacinski 1996). Kuitenkin myös ikääntyneet henkilöt ovat kykeneviä oppimaan uusia ja suhteellisen monimutkaisia karkeamotorisia taitoja sekä saavuttamaan autonomisen vaiheen motorisen taidon oppimisessa. (Ruuskanen 1998, 61-62.)

Ärsyksen väärä tulkitseminen, joka johtaa virheelliseen motoriseen suoritukseen on oppimisen kannalta ratkaisevampaa ikääntyneillä ihmisillä, koska he eivät kykene korjaamaan virhesuoritusta yhtä tehokkaasti kuin nuoret (Welford 1982). Jatkuvien taitojen suorittaminen ja oppiminen voi olla ikääntyneille hankalaa, koska ensimmäisen suoritusvaiheen toteutus saattaa olla vielä kesken, silloin kun he joutuvat jo prosessoimaan seuraavaan vaiheeseen liittyvää informaatiota. Tämä johtuu ikääntyneiden ihmisten tarpeesta monitoroida eli suunnitella ja toteuttaa suorituksiaan pitempään sekä vaikeudesta samanaikaisesti keskittyä seuraaviin vaiheisiin. (Welford 1982.) Pitkien ja monimutkaisten liikesarjojen suorittaminen tuottaa usein myös vaikeuksia. Heikentynyt kognitiivinen prosessointi, motoriseen ohjelmointiin liittyvä muistikapasiteetin rajallisuus

ja mieleenpalautusongelmat voivat olla yhteydessä liikesarjojen suorittamiseen. (Welford 1982; Craik & Jacoby 1996.) Ikääntyneillä ihmisillä saattaa ilmetä negatiivista siirtovaikutusta eli aikaisemmin opittu taito saattaa hidastaa uuden tehtävän oppimista (Welford 1982). Ikääntyneillä henkilöillä on usein myös vaikeuksia säilyttää huomio keskittyneesti itse suorituksessa, mikä puolestaan vaikeuttaa oppimisen tapahtumista (Spirduso 1995, 243). Visuaalinen palaute on erityisen tärkeää ikääntyneiden motoriselle oppimiselle ja ilman sitä heidän on vaikea parantaa suoritustasoaan. Harjoittelun jatkuessakin ikääntyneet osoittavat riippuvuutta visuaalisesta palautteesta. (Seidler-Dorbin & Stelmach 1997; van Hedel & Dietz 2004.)

#### 10.1. Tutkimuksia palautteen yhteydestä ikääntyneiden henkilöiden oppimiseen

Rice (2003) tutki palautteen (KR, knowledge of results) frekvenssin yhteyttä uuden motorisen taidon oppimiseen, säilymiseen ja siirtovaikutukseen sekä suhteellisen helppoissa että suhteellisen vaikeissa tehtävissä 60-87-vuotiailla. Tutkimuksessa koehenkilöt jaettiin sattumanvaraisesti neljään eri ryhmään. Helppoa tehtävää suorittavat jaettiin kahteen ryhmään. Toiselle ryhmälle annettiin palautetta jokaisen suorituksen jälkeen. Toiselle annettiin palautetta joka kolmannen suorituksen jälkeen. Samoin toimittiin vaikeampaa tehtävää suorittavien osalta. Harjoitteluvaiheen alussa harvemmin palautetta saaneet ryhmät tekivät enemmän virheitä, mutta virheet korjaantuivat viimeisissä suorituksissa. Vaikeammassa tehtävässä harvemmin palautetta saanut ryhmä pystyi selvästi paremmin hyödyntämään opitun siirtovaikutusta. Opitun taidon säilymisessä ei todettu eroja eri ryhmien välillä. Näiden tulosten pohjalta Rice (2003) ehdottaa, että pyrittäessä hyödyntämään oppimisen siirtovaikutusta iäkkäillä ihmisillä etenkin vaikeissa tehtävissä, olisi tehokkaampaa käyttää harvemmin annettua palautetta.

Samoja asioita ovat tutkineet myös Carnahan, Vandervoort & Swanson (1996) sekä Wishart ja Lee (1997). Carnahan ym. (1996) tutkivat pystyvätkö ikääntyneet henkilöt hyödyntämään palautetta (KR) tietokoneella suoritettua tehtävän oppimisprosessissa samalla tavalla kuin nuoret. Palautetta annettiin joko jokaisen suorituksen jälkeen tai vasta harjoituskerran päättyessä kokoavasti. Harjoitteluvaiheessa nuorilla ei ilmennyt

eroja palautteenantoryhmien välillä. Ikääntyneet henkilöt, jotka saivat palautetta kootusti harjoituskerran jälkeen, osoittivat parempaa ja pysyvämpää suorittamisen tasoa kuin jokaisen suorituksen jälkeen palautetta saaneet iäkkäät. Taidon säilymisessä kootusti palautetta saaneet selviytyivät paremmin molemmissa ikäryhmissä. taidon säilymisessä ikäryhmien välillä ei ollut eroa tarkkuudessa tai varianssissa. (Carnahan ym. 1996.) Wishart ja Lee (1997) totesivat, että ikääntyneet ihmiset hyödyntävät palautetta samalla tavoin kuin nuoret omassa oppimisprosessissaan.

## 10.2. Motoriseen oppimiseen yhteydessä olevia tekijöitä ikääntyneillä

Monet fyysiset ominaisuudet heikkenevät ikääntymisen myötä ja vaikuttavat osaltaan oppimisprosessin keston. Motoristen toimintojen suorittamiseen ja motoristen taitojen oppimiseen vaikuttavia tekijöitä ovat rajoittunut nivelten liikkuvuus, heikentyneet voimantuotto, aistihavainnot sekä koordinaatio ja vartalonhallinta. Nämä tekijät saattavat rajoittaa ikääntyneiden ihmisten toimintojen nopeutta, eikä ikääntyneiltä pidä odottaakaan yhtä nopeita toimintoja kuin nuorilta. Monet urheilulajit ovat sovellettavissa ikääntyneille sopiviksi pienillä sääntömuutoksilla. Aistitoimintojen heikkeneminen alkaa 50 ikävuoden jälkeen. Proprioseptiikan heikentyminen etenkin jaloissa vaikuttaa oleellisesti kinestesiaan eli kehon liikeaistiin ja sen myötä myös motoristen taitojen suorittamiseen. (Piscopo & Baley 1981, 523-524.) Proprioseptorit tuottavat tietoa kehon eri osien hallinnasta ja niiden suhteesta ympäristöön. Tällä ei tarkoiteta visuaalista informaatiota vaan vartalon tuntemusta ja lihasaistia. (Schmidt & Lee 1993, 110.)

Useiden motoristen taitojen suoritustaso laskee ikääntymisen myötä (Walker, Philpin & Spruell 1996). Suoritustason lasku ja vaihtelu ilmenevät niin yksilö kuin ryhmätasolla. Aktiivisten ja passiivisten ikääntyneiden henkilöiden väliset erot voivat olla valtavia. (Spirduso 1982.) Yhtä ainuttakaan syytä suoritustason laskemiselle ei ole pystytty löytämään. Heikentynyt voimantuotto on osatekijänä monissa motorisissa tehtävissä ja se selittää osaltaan suoritustason laskua. Suoritustason on kuitenkin havaittu laskevan myös tehtävissä, jossa voimantuotto ei ole ratkaiseva tekijä. (Walker, Philbin & Spruell 1996.) Light ja Spirduso (1990) tutkivat ikääntymisen yhteyttä reaktioaikaan. Tulokset osoittivat

reaktioajan olevan ikäriippuvainen sekä myös yhteydessä tehtävän monimutkaisuuteen. Iäkkäiden henkilöiden reaktioajat olivat pidempiä kuin nuorten ja ikääntymisen vaikutukset korostuivat monimutkaisemmissa tehtävissä. Tästä voidaan päätellä reaktioajan pidentyvän ikääntymisen johdosta ja näin ollen vaikuttavan myös motoriseen oppimiseen. (Light & Spirduso 1990.) Ikääntyneet henkilöt ovat herkkiä myös harjoitustilanteessa ilmeneville häiriötekijöille. Tästä johtuen heidän on vaikea säilyttää keskittymistä itse tehtävän suorittamiseen. (Spirduso 1995, 423.) Schaller (1998) ehdottaa, että ratkaisevaa ikääntyneiden ihmisten motoriselle oppimiselle saattavat olla myös heidän aiemmat kokemuksensa eri urheilulajeista sekä jo nuoruudessa kehittyneet tietyt koordinaatiotaidot.

### 10.3. Lihasvoima

Lihasvoimantuottoa vaaditaan lähes kaikkien liikunta-aktiiviteettien ja päivittäisten toimien suorittamiseen. Voimantuoton merkitys korostuu ikääntyessä. Heikentynyt ja vähäinen lihasvoimantuotto voivat olla rajoittavia tekijöitä toimintakyvylle sekä altistaa suuremmalle kaatumisriskille. (Spirduso 1995, 123.) Lihasvoimantuotto on yhteydessä muihin ikääntymisen myötä heikkeneviin ominaisuuksiin kuten toimintakykyyn ja tasapainon hallintaan (Schumway-Cook & Woollacot 2001, 242-246; Laukkanen 2003). Keski-ikästä lähtien maksimaalinen voima vähenee 5-15 prosenttia vuosikymmentä kohden (Sakari-Rantala 2003, 9). Kostkan (2005) saamien tulosten mukaan nelipäisen reisilihaksen maksimaalinen voimantuottokyky heikkeneminen saattaa alkaa jo 40-ikävuoden jälkeen.

Jokapäiväisessä liikkumisessa ihminen pyrkii liikkumaan taloudellisesti ja välttämään maksimaalisia ponnistuksia. Heikentyneestä voimantuotosta johtuen ikääntyneillä ihmisillä päivittäisetkin askareet saattavat olla lähellä maksimaalista suoritusta. (Hortobagyi, Mizelle, Beam & De Vita 2003.) Voimantuoton heikkeneminen on suurempaa alaraajoissa kuin yläraajoissa. Eksentrisen voimantuottokyky puolestaan vaikuttaa säilyvän paremmin kuin konsentrisen voimantuotto. (Spirduso 1995, 126-127.)



Voimaharjoittelulla voidaan saavuttaa positiivisia tuloksia ja hidastaa ikääntymisen aiheuttamaa heikkenemistä sukupuolesta riippumatta (Häkkinen & Häkkinen 1995). LaStayo ym. (2003) hyödynsivät eksentristä voimaharjoittelulaitetta tutkiessaan voimaharjoitteluintervention vaikutuksia toiminnanvajauden kehittymiselle alttiina olevilla ikääntyneillä ihmisillä. Koehenkilöt olivat keski-ikältään 80-vuotiaita. Eksentrisellä voimaharjoittelulaitteella harjoitelleet paransivat 11 viikon intervention jälkeen isometristä maksimivoimaa keskimäärin 60 prosenttia. Koehenkilöt kokivat harjoittelun helpoksi ja vaivattomaksi sekä harjoittelusta aiheutuneet lihaskivut vähäisiksi. Eksentrisen voimaharjoittelun voidaan todeta soveltuvan hyvin myös ikääntyneille ihmisille. Vähäinen hapen tarve sekä kevyt rasitus verenkiertoelimistölle suhteessa harjoittelussa tuotettavaan voimaan ovat merkittäviä hyötyjä eksentrisessä voimaharjoittelussa. Tämä mahdollistaa heikkokuntoisten sekä sydän- ja vesisuonitaudeista kärsivien ikääntyneiden ihmisten harjoittelun tehokkaammin ja turvallisemmin kuin perinteisillä menetelmillä. (LaStayo, Reich, Urquhart, Hoppeler & Lindstedt 1999.)

#### 10.4. Havaintomotoriset taidot ja niiden muutokset ikääntyessä

Havaintomotoriset taidot tarkoittavat kykyä hyödyntää omien aistinelinten kautta ympäristöstä saatuja tietoja omien motoristen toimintojen suorittamiseen sekä kykyä myös kontrolloida ja tarvittaessa muuttaa näitä toimintoja. Oleellista tehtävän kannalta on tärkeiden aistiärsykkeiden erottelu vähemmän tärkeistä, sekä tulkita niitä aiempien kokemusten ja muistitietojen avulla. Hyvät havaintomotoriset taidot helpottavat oikean motorisen liikemallin löytämistä. Havaintomotorisen järjestelmän toiminta on keskeistä nopeutta, ajoitusta ja lyhyttä reagointia vaativissa tehtävissä. (Welford 1984, Eran 1997 mukaan; Bock & Schneider 2002.) Havaintomotorinen järjestelmä joutuu mukautumaan kehossa tapahtuvien fyysisten ja neurobiologisten muutosten mukaisesti. Esimerkiksi havaintomotorinen järjestelmä joutuu mukautumaan uusien silmälasien, fyysisen kasvun ja ikääntymisen tuomiin muutoksiin vartalon koossa, mittasuhteissa sekä biomekaanisissa valmiuksissa tai vaikka uuden auton ajettavuusominaisuuksiin. (Bock & Schneider 2002.)

Tutkimustulokset ovat osoittaneet havaintomotorisen järjestelmän toimintanopeuden olevan iäkkäillä henkilöillä hitaampi kuin nuorilla. Havaintomotorisen nopeuden alenemista on usein pidetty yhtenä ikääntymiseen liittyvien muutoksien peruspiirteenä. Hidastunut toimintanopeus korostuu monimutkaisissa ja vaativissa tehtävissä. (Era1997.) Myös aistinärsykkeellä sekä sen edellyttämällä motorisella vasteella on vaikutusta toimintanopeuteen. Eran (1997) mukaan Welford (1984) tutki reagointia eri aistikanavien kautta tuleviin aistiärsykkeisiin. Mekaanisessa tuntoaistissa ei ollut eroja ikäryhmien välillä, mutta reagointi kuulo- ja näköhavaintoihin oli heikompaa iäkkäillä kuin nuorilla. Tosin harjoittelulla voidaan saavuttaa kehitystä myös ikääntyneillä henkilöillä. Ikääntymisen myötä tulevat vaikutukset eivät myöskään ole kokonaan peruuttamattomia. Fyysisesti aktiivisten ihmisten havaintomotorinen nopeus on yleensä suurempi kuin passiivisilla. Sama havainto on tehty kaikilla ikäryhmillä. (Era 1997.)

Mulder, Zijlstra & Geurts (2002) havaitsivat, että muutokset havaintomotorisessa informaatiossa ja kognitiivisen tehtävän samanaikainen suorittaminen vaikuttavat merkittävästi kävelyn liikemalliin ikääntyneillä henkilöillä mutta vain vähän nuorilla. Tutkimuksen tulosten mukaan havaintomotorisen järjestelmän adaptaatio ei ole ikääntyneillä yhtä sujuvaa kuin nuorilla. (Mulder ym. 2002.) Ikääntyneillä ihmisillä havaintomotorisen järjestelmän adaptaation heikkous saattaa ennemminkin johtua heikosta strategisesta kontrollista adaptaatiolle kuin itse muutoksiin vastaamisesta ja adaptaatiokyvyn heikkoudesta (Bock 2005). Ikääntyneille henkilöille aikaisemmat kokemukset havaintomotorisen järjestelmän mukautumisesta korostuvat ja helpottavat mukautumista. Mukautumiskykyä ei pidä sekoittaa havaintomotorisen järjestelmän toimintanopeuteen. (Bock & Schneider 2002.)

## 10.5. Muutokset tasapainossa ja kehon asennon hallinnassa

Kaikissa kehon asennon ylläpitoon ja tasapainoon vaikuttavissa elinjärjestelmissä on todettu muutoksia ikääntymisen myötä. Tieto kehon eri osien asennoista suhteessa toisiinsa muuttuu epätarkemmaksi ja näin ollen proprioseptisen järjestelmän toiminta heikkenee. Esimerkiksi jalkapohjien kautta saatu tieto vartalon asennon muutoksista heikkenee johtuen taantuneesta mekaanisesta tuntoaistista. (Era 1997; Dietz & Colombo 1998.) Heikentyneet aistihavainnot vartalon perifeerisissä osissa johtavat lisääntyneeseen riippuvuuteen sekä näköaistista että vestibulaarisen järjestelmän toiminnasta pystyasennon ja tasapainon säilyttämiseksi. Toisaalta myös näköaisti ja vestibulaarisen järjestelmän toiminta heikkenee ikääntymisen vaikutuksesta. (Schumway-Cook & Woollacot 2001, 235-236.)

Jaettu huomio vaikeuttaa tasapainon hallintaa ikääntyneillä henkilöillä. Tasapainon ylläpitäminen vaatii kognitiivista huomiota. Kun kognitiivinen huomio siirtyy muualle, niin tasapainon hallinta heikkenee. Mitä monimutkaisempi huomioita vaativa toinen tehtävä on, sen suurempi vaikutus sillä on myös tasapainon hallintaan. (Lundin-Olsson ym. 1997; Doyon ym. 1998; van Hedel & Dietz 2004.) Ikääntyneet henkilöt, joilla on tarve pysähtyä kävellessä, kun he alkavat puhumaan, omaavat suuremman alttiuden kaatumiselle (Lundin-Olsson, Nyberg & Gustafson 1997). Riski kaatumiselle kasvaa oleellisesti 64 ikävuoden jälkeen ja naisille kaatumistapaturma sattuu miehiä useammin (Schumway-Cook & Woollacot 2001, 227). Harjoittelulla pystytään ylläpitämään yksilön kävelynopeutta ja askelkorkeutta sekä kykyä itsenäiseen kävelyyn (Jensen, Nyberg, Rosendahl, Gustafson & Lundin-Olsson 2004). Tasapainoon voidaan vaikuttaa positiivisesti voima-, aerobisella-, ja tasapainoharjoittelulla sekä näiden kaikkien yhdistelyllä harjoittelulla (Schumway-Cook & Woollacot 2001, 242-246).

## 10.6. Toimintakyky

Toimintakyky on laaja hyvinvointiin liittyvä käsite. Toimintakyvylle ei ole olemassa yhtä yleisesti hyväksyttyä käsitteistöä ja se voidaan määritellä monin eri tavoin. Keskeistä toimintakyvyn tarkastelulle ikääntyneitä ihmisiä tutkittaessa on ollut päivittäisistä toimista selviytyminen itsenäisesti. Tämän ajattelumallin pohjalta korostuvat toiminnanvajavuudet, jotka lisääntyvät ikääntymisen myötä. Aistien heikentyminen sekä tuki- ja liikuntaelimestön sairauksien ja vaurioiden aiheuttamat ongelmat johtavat merkittävältä osalta toimintavajavuuksien ilmenemiseen. Yleistettävän toimintakyvyn määritelmään kuuluvat myös fyysiset, psyykkiset ja sosiaaliset ulottuvuudet. (Heikkinen 1997; Laukkanen 2003.) Ruuskasen mukaan (1997) toimintakyvyn ylläpitäminen ja parantaminen liikunnan avulla edellyttää tietoa ja taitoa liikunnan toteuttamisen sekä tehtävien ja tavoitteiden asettamisessa. Toimintakykyyn liittyvät tekijät aiheuttavat eniten rajoituksia ryhmäliikunnan sujuvalle toiminnalle ja sen onnistumiselle. Iäkkäiden liikuntaryhmät saattavat olla erittäin heterogeenisiä. Olisi tärkeää huomioida osallistujien fyysiset valmiudet ryhmien muodostuksessa ja toiminnan suunnittelussa, jotta osallistujat hyötyisivät liikunnasta mahdollisimman tehokkaasti. (Ruuskanen 1997.)

## 10.7. Motivaatio

Motivaatio vaikuttaa kaikkiin fyysisiin suorituksiin. Joskus vahva motivaatio voi johtaa uskomattomiin suorituksiin, kun taas toisinaan motivaation puute saattaa estää oppimista tai onnistumista tehtävän suorittamisessa. Motivaation tarkka määrittely on ongelmallista, mutta muutamat tietyt piirteet kuvaavat motivaatiota selventävästi. Motivaatio on se perimmäinen syy, joka saa yksilön toimimaan tietyllä tavalla. Motivaatio ja intensiteetti ovat usein suoraan verrannollisia toistensa kanssa. Kun motivaatio nousee, kasvaa myös suorittamisen intensiteetti. Kolmas tunnusomainen piirre on korkean motivaation aiheuttama sinnikkyys ja päättäväisyys. Korkealla motivaatiolla varustettu yksilö jaksaa harjoitelle pidempään ja tehokkaammin kuin huonosti motivoitunut, jonka kiinnostus harjoitteluun saattaa loppua nopeastikin. (Anshel 1997, 116-117; Young ym. 2000,158.)

Sisäinen motivaatio on yksilölähtöistä ja vaihtelee tapauskohtaisesti. Sisäisen motivaation lähteitä voi olla hyvän olon tunne, terveys ja henkilökohtainen kunto tai uuden taidon

hallitseminen. Hyvin motivoituneet henkilöt myös yleensä oppivat nopeammin ja suoriutuvat paremmin kuin heikosti motivoituneet. Ulkoinen motivaatio voi puolestaan olla suorituksesta saatu palkinto, joka kannustaa onnistumiseen. (Young, LaCourse & Husak 2000, 158-159.)

Liikunnan terveydelle hyödylliset vaikutukset ovat usein ikääntyneille ihmisille tärkeä motivaation lähde fyysisen aktiivisuuden harrastamiseen ja terveydelliset hyödyt toimivat myös kannustimena motoriselle oppimiselle. Liikunnan motiivina on usein juuri oma terveys. Ikääntyneet ihmiset kokevat liikunnan fyysiset ja psyykkiset terveysvaikutukset tärkeämpinä motivaation lähteinä kuin nuoret. (Wilcox ym. 2002; Denk 1997.)

## 11 TUTKIMUSONGELMAT

Aivan uuden motorisen taidon opettaminen ja oppimisen tutkiminen ikääntyneillä on harvinaista. Aikaisemmat tutkimukset ikääntyvien motorisessa oppimisessa ovat pääosin keskittyneet tutkimaan palautteen yhteyttä oppimisprosessiin (Wishart & Lee 1997, Carnahan, Vandervoort & Swanson 1996 & Rice 2003.) sekä nuorten ja ikääntyneiden välisiin eroihin motorisessa oppimisessa (Tunney ym. 2003; van Hedel & Dietz 2004 & Smith, ym. 2005.)

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella eksentrisen lihasharjoituslaitteen käytön oppimista ikääntyvillä aikuisilla. Tutkimuksessa tarkastellaan motorisen taidon oppimisen yhteyttä sukupuoleen, ikään ja liikunta-aktiivisuuteen. Tutkimuksessa selvitetään myös koehenkilöiden kokemuksia taidon oppimisesta. Yksityiskohtaiset tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käytön oppiminen kehittyy ikääntyvillä aikuisilla?
  - 1.1. Miten naisten ja miesten motorinen oppiminen kehittyy intervention aikana?
  - 1.2. Miten 55-63 ja 64-78-vuotiaiden motorinen oppiminen kehittyy intervention aikana?
  - 1.3. Miten vähemmän liikkuvien ja aktiivisesti liikkuvien motorinen oppiminen kehittyy intervention aikana?
  
2. Miten koehenkilöt kokevat harjoittelun eksentrisellä voimaharjoituslaitteella?
  - 2.1 Millaisia huomioita koehenkilöillä on voimaharjoituslaitteella harjoittelusta?
  - 2.2 Mihin fyysiseen suoritukseen koehenkilöt vertaavat voimaharjoituslaitteella harjoittelua?

## 12 TUTKIMUSMENETELMÄT

### 12.1. Koehenkilöt

Tämä tutkimus on osa Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiö LIKES:issä toteutettua ikääntyvien ihmisten voimaharjoittelututkimuksesta. Tutkimukseen etsittiin vapaaehtoisia 55 vuotta täyttäneitä henkilöitä, joilla ei ollut lääkärin toteamaa estettä kevyelle liikunnalle, lehti-ilmoituksella Keski-suomalaisessa 21.9.2004. Suuresta joukosta (n=170), valittiin 39 henkilöä harjoittelemaan uutta motorista taitoa. Poissulkukriteereinä olivat vaikeat sydän- ja verisuonisairaudet sekä harjoittelua haittaavat tuki- ja liikuntaelinsairaudet, jotka kartoitettiin alustavasti haastatteluissa. Lääkärintarkastuksessa varmistuttiin lopullisesti harjoittelun turvallisuudesta kaikille koehenkilöille. Lääkärintarkastusten perusteella kolme osallistujaa jouduttiin karsimaan, jolloin aloitusryhmän kooksi muodostui 36 henkilöä. Harjoitusjakson aikana kolmelle henkilölle ei kertynyt riittävästi harjoituskertoja, jotta heidän tulostensa huomioiminen tilastoanalyysissä olisi ollut järkevää. Näin ollen neljä analysoitua harjoitusta saatiin yhteensä 33 koehenkilölle. Tutkimukseen osallistuneet olivat keski-ikästä 63,9-vuotiaita. Nuorin koehenkilö oli 55-vuotias ja vanhin 78-vuotias. Naisia osallistujista oli 17 ja miehiä 16. (Taulukko 1)

Koehenkilöt ilmoittivat oman liikunta-aktiivisuutensa alkumittauksissa. (LIITE 1) Liikunta-aktiivisuudesta rekisteröitiin eri liikuntalajien harrastusmäärät ja liikunnan harrastuskertojen määrät viikkotunteina. Koehenkilöt ilmoittivat harrastavansa keskimäärin kahta eri liikuntamuotoa, yhteensä  $5,1 \pm 4,2$  tuntia liikuntaa viikossa. Liikunta-aktiivisuuden hajonnat olivat kuitenkin suuria. Naisten liikunta-aktiivisuus ( $6,3 \pm 5,3$  h/vko) oli suurempi kuin miesten ( $3,8 \pm 3,8$  h/vko) tarkasteltuna tunteina viikossa. (Taulukko 1)

TAULUKKO 1. Koehenkilöiden taustat

Muuttuja	Yhteensä (n=33)		Naiset (n=17)		Miehet (n=16)	
	ka	(kh)	ka	(kh)	ka	(kh)
Ikä	63,7	(5,89)	62,8	(5,3)	64,7	(6,5)
Lajimäärä	2,0	(1,2)	2,3	(1,3)	1,6	(1,0)
h/vko	5,1	(4,2)	6,3	(5,3)	3,8	(3,8)

## 12.2. Tutkimuksen kulku

Kaikille lihasvoimatutkimukseen osallistuneille tehtiin toimintakykymittaukset, joihin kuuluivat jalkojen voimamittaus, tasapainomittaus, TUG-testi, portaiden kävely ylös ja alas sekä 10 metrin kävelytesti. Nämä testit suoritettiin ennen harjoittelun aloittamista, keskellä harjoitusjaksoa sekä harjoitusjakson jälkeen. Näiden testien tuloksia ei kuitenkaan esitetä tässä raportissa. Ne raportoidaan myöhemmin muissa yhteyksissä.

Oppimisprosessin kulkua tutkittiin neljältä eri harjoituskerralta taulukon 2 mukaisesti. Koehenkilöt haastateltiin tutkimuksen alkuvaiheessa ja he vastasivat uuden taidon harjoittelemista koskevaan kyselyyn harjoitusjakson toisella viikolla. (Taulukko 2)



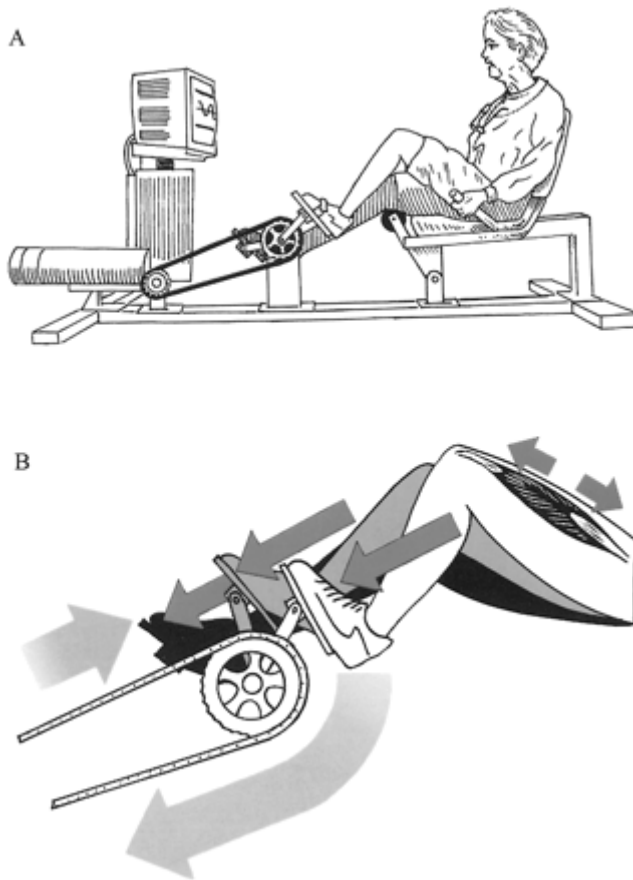
## TAULUKKO 2. Tutkimuksen aikataulu

		Yleiset toimintakykymittaukset
		VIIKKO
Intervention alkuvaihe	HARJOITUKSET 1-2	1 Tutustuminen laitteeseen <b>Harjoituksen analysointi</b> ja Haastattelu
	HARJOITUKSET 3-4	2 Keskittyminen oppimiseen Kysely
	HARJOITUKSET 5-6	3 Keskittyminen oppimiseen <b>Harjoituksen analysointi</b>
Intervention keskivaihe	HARJOITUKSET 7-8	4 Painotus voimaharjoitteluun Yleiset toimintakykymittaukset
	HARJOITUKSET 9-11	5 Keskittyminen voimaharjoitteluun
	HARJOITUKSET 12-14	6 <b>Harjoituksen analysointi</b>
Intervention loppuvaihe	HARJOITUKSET 15-16	7 Keskittyminen voimaharjoitteluun
	HARJOITUKSET 18-20	8 <b>Harjoituksen analysointi</b>
	HARJOITUKSET 21-23	9 Viimeiset harjoitukset
	HARJOITUS 24	10 <i>Yleiset toimintakykymittaukset</i>

### 12.3. Voimaharjoituslaitteen ja harjoiteltavan taidon esittely

Tässä tutkimuksessa opeteltavana oli jatkuvaksi motoriseksi taidoksi luokiteltava suoritus, josta koehenkilöillä ei ollut aiempaa kokemusta. Fysiologisesti taidon suoritusmekaniikkaa voidaan verrata portaiden alaspäin kävelyyn. Portaiden laskeutumisessa painovoimaa pitää vastustaa lihasvoimalla. Lihasvoimalaitteella toimittaessa painovoiman korvasi sähkömoottorin tuottama voima. Koehenkilöiden tehtävänä oli vastustaa poljinten takaperin pyörivää liikettä tasaisesti laitetta pysäyttämättä.

Tutkimuksessa käytetty laite on vaakatasossa istuttavan kuntopyörän näköinen (Kuva 1A), mutta sen toimintaperiaate poikkeaa tavallisesta kuntopyörästä. Harjoituslaite toimii sähkömoottorin avulla, joka pyörittää polkimia säädettävällä nopeudella taaksepäin. Tavoitteena ei siis ollut polkea mukana, vaan päinvastoin, vastustaa laitteen pyörimistä vuorojaloin eksentristä voimantuottoa hyödyntäen. Polkimien pyörimisnopeus ei vastustamisesta hidastunut vaan koehenkilö joutui sopeutumaan moottorin tuottamaan nopeuteen. Kuvassa 1A on vuonna 2003 Yhdysvalloissa suoritettussa tutkimuksessa käytetty voimaharjoituslaite, joka toimi samalla periaatteella kuin tässä tutkimuksessa käytetty laite. Kuvassa 1B. ilmenee laitteen toimintamekaniikka. (LaStayo, Ewy, Pierotti, Johns & Lindstedt 2003.)



Kuva 1 A ja B. Tutkimuksessa käytetyn laitteen kaltainen harjoituslaite (LaStayo, Ewy, Pierotti, Johns & Lindstedt 2003)

Vaikka kyseessä on niin sanottu kuntosalilaite, voidaan sen käyttäminen luokitella motoriseksi taitosuorituksiksi. Voimantuotto yksinään ei ollut riittävä kriteeri onnistuneelle suoritukselle vaan oleellisena osana olivat myös oikean rytmin löytäminen ja siinä pysyminen. Rytmiksi muodostui jarrutuksen ajoittamisesta vuorojaloin työskenneltäessä. Jarrutuksen tuli alkaa kun polvi alkoi lähestyä rintaa ja loppua kun jalka alkoi taas suoristua. Sopiva lihasvoimantuotto ja -sääntely sekä rentouden ja työskentelyn tasapainoinen vuorottelu olivat myös oleellisia osa-alueita onnistuneessa suorituksessa.

Laite käynnistyi koehenkilön painaessa peukalolla tai etusormella käyttökytkintä. Painiketta tuli pitää pohjassa koko harjoituksen ajan. Laite pysähtyi jos käyttökytkimestä päästi irti. Harjoituksen ohjaaja pystyi säätämään laitteen pyörimisnopeutta ja vastuksen

voimakkuutta. Koehenkilö puolestaan huolehti ainoastaan käyttökytkimen painamisesta ja polkimien vastustamisesta.

Koehenkilö pystyi havainnoimaan oman suorituksensa onnistumista laitteen näyttövaloista. Kun voimantuotto ja rytmi olivat oikeita, vihreä valo paloi tasaisesti näyttössä. Jos voimantuotto oli liian vähäistä tai rytmi kadoksissa vihreä valo vilkkui näyttössä. Punainen valo syttyi kun voimantuotto ylitti asetetun vastuksen ja suuresta voimantuottorajan ylityksestä laite pysähtyi kokonaan. Kyseiset havainnointimerkit toimivat siis ulkoisena palautteena ja ohjasivat harjoittelua oikeaan suuntaan. Koehenkilöt saivat onnistumisestaan palautetta myös harjoituksen ohjaajalta, joka ohjasi harjoitusta koko suorituksen ajan.

#### 12.3.1. Eksentrisen voimantuoton asettamat haasteet motoriselle oppimiselle

Voimantuoton vaihtelu on suurempaa eksentrisessä kuin konsentrisessä lihastyössä. Eksentriset lihassupistukset ovat siis vaikeampia suorittaa kuin konsentriset lihassupistukset. (Fang, Siemionow, Sahgal, Xiong & Yue 2001.) Vaikka lihassupistukset suoritetaan samoilla lihaksilla konsentrisessä ja eksentrisessä lihastyössä, niin suoritukset eroavat aivo- ja hermostotoiminnan osalta toisistaan (Enoka 1996; Fang ym. 2001). Fang ym. (2001) toteavat, että koska eksentriset lihassupistukset ovat monimutkaisempia kuin konsentriset, aivojen ja hermoston aktiivisuus on suurempaa eksentrisessä voimantuotossa. Näiden tulosten valossa tutkimuksessa käytetyn eksentrisen voimaharjoittelulaitteen voidaan olettaa tuovan lisähaastetta motoriseen oppimiseen.

#### 12.4. Harjoittelun eteneminen

Harjoitusjakson pituus oli 10 viikkoa ja koehenkilöille kertyi  $20 \pm 2,5$  harjoituskertaa. Harjoittelu aloitettiin noin 20 minuutin jaksoissa kaksi kertaa viikossa. Tarkoituksena oli oppia laitteen käyttö mahdollisimman nopeasti, jotta harjoittelun painopiste voitiin siirtää itse voimaharjoitteluun.

Ensimmäinen harjoitus alkoi laitteen esittelyllä ja käyttöturvallisuuteen liittyvillä asioilla. Aluksi kiinnitettiin huomio rentona olemiseen ja siihen, ettei harjoittelija avustanut laitteen mukana väärään suuntaan vaan tottui polkimien taakse päin pyörimiseen. Pelkkää totuttelua ja rentona olemista harjoiteltiin kolmella eri nopeudella (30/40/50 rpm) minuutin ajan. Totuttelun jälkeen aloitettiin varsinainen vastustamisen harjoittelunopeudella 30 kierrosta minuutissa. Koehenkilölle kerrottiin toiminnan ydinkohdat eli vastustamisen mekaaninen suoritus ja sen ajoittaminen. Vastustaminen tuli aloittaa silloin, kun jalka alkoi koukistua ja polvi läheni rintaa. Samanaikaisesti toisen jalan oli tarkoitus rentoutua ja olla vastustamatta sekä polkematta laitteen mukana. Tärkeätä oli löytää sopiva rytmi ja pystyä työskentelemään tasaisella vastuksella. Vastustamisen harjoittelua jatkettiin myös 40 ja 50 rpm nopeuksilla. Ensimmäisellä kerralla pyrittiin luomaan harjoittelijalle kognitiivinen malli liikesuorituksesta. Harjoituslaitteen käyttämiseen tottuminen, rentouden saavuttaminen sekä vastustamisen perushallinta olivat tavoitteina ensimmäisille kerroille. Rentouden säilyminen oli tärkeää, sillä laitteen mukana polkemalla energiaa kului väärin asioihin ja työskentely saattoi tuntua huomattavan rasittavalta. Jatkon kannalta oli tärkeää välttää jalkojen liiallinen kipeytyminen, ja siksi ensimmäiset kerrat olivat melko lyhyitä ja kevyitä.

Toisella harjoituskerralla totuteltiin edelleen laitteen käyttämiseen ja alkuverryttely suoritettiin ilman vastustamista edelleen rentouteen pyrkien. Työskentelyvaiheessa harjoiteltiin kolmella eri nopeudella (30, 40, 50 rpm). Tällä kerralla kerrottiin koehenkilölle laitteen näyttövaloista sekä keskityttiin niiden seuraamiseen. Koehenkilöt pääsivät kokeilemaan myös varsinaista kokonaissuoritusta omien voimiensa sallimissa rajoissa. Suoritusta tuli pyrkiä korjaamaan valojen ja ohjaajan antaman palautteen mukaan. Valot antoivat ulkoista palautetta ja niiden avulla koehenkilö pystyi arvioimaan omaa onnistumistaan.

Kolmannella harjoituskerralla kehitettiin edelleen taidon keskeisiä osa-alueita, jotka olivat tulleet tutuiksi aiemmissa harjoituksissa. Kolmas harjoitus oli rakenteeltaan lähes toisen harjoituskerran mukainen, mutta nyt keskityttiin aiempaa enemmän taidon

oppimiseen. Huomiota kiinnitettiin yhä enemmän oikean rytmin löytämiseen ja siinä pysymiseen sekä hankalilta tuntuneisiin osa-alueisiin.

Neljännestä harjoituskerrasta lähtien keskityttiin vastuksen nostamiseen ja vastuksen muutokseen mukautumista. Verryttelyt suoritettiin edelleen ilman vastusta. Aluksi toimittiin eri nopeuksilla, mutta kun harjoittelu aloitettiin raskaammalla vastuksella, valittiin kierrosnopeus koehenkilön toiveen mukaan. Vastuksen muutokseen mukautuminen tapahtui voimansäätelyllä ja rytmin säilyttämisellä. Vastuksen muutokseen voitiin keskittyä vasta kun toiminta ja yleinen suoritusmalli hallittiin. Tosin suuremman vastuksen käyttäminen saattoi jopa helpottaa työskentelyä etenkin fyysisesti vahvemmillä koehenkilöillä.

Eri henkilöiden oppimisprosesseilla oli eroja ja nämä erot pyrittiin huomioimaan harjoituksissa sekä etenemään yksilön henkilökohtaisen kehityksen mukaan. Kahdeksannesta harjoituskerrasta eteenpäin harjoittelua jatkettiin kolme kertaa viikossa kolmea eri harjoitusta vaihdellen (LIITEET 2- 4.)

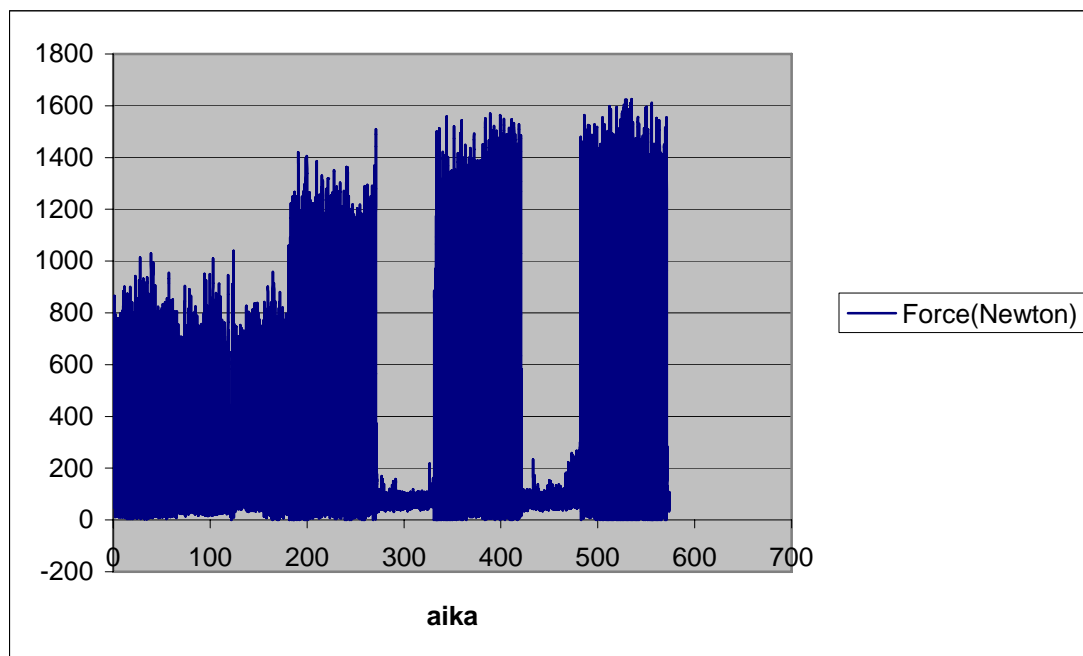
## 12.5. Tutkimuksessa käytetty mittari ja mittausmenetelmät

Eksentrisen voimaharjoituslaitteen käytön oppimista ei ole aiemmin tutkittu. Tässä tutkimuksessa jouduttiin kehittämään mittari, jolla pystyttiin tarkastelemaan koehenkilöiden osaamisen tasoa ja seuraamaan oppimisprosessin kehitystä. Mittarin luomisessa tärkeää oli sen objektiivisuus käyttäjästä ja arvioitsijasta riippumatta.

Koehenkilöiden tehtävänä oli tuottaa jokaisella jarrutuksella tasainen voima, jonka oli tarkoitus myös vastata yksilöllisesti sopivaksi säädettyä voimatasoa. Koehenkilöiden harjoituksissa tuottama jarrutusvoima mitattiin voimaharjoituslaitetta käyttävän servomoottorin ohjaimen moottorille syöttämän virran perusteella. Servo-ohjain tarkkaili jatkuvasti (1000 Hz taajuudella) moottorin pyörintänopeutta ja pyrki säilyttämään sen vakiona (säädettyinä). Mikäli nopeus hidastui, ohjain syötti moottoriin lisää virtaa (vasteaika 2 ms) ja ylläpiti näin vakioista pyörimisnopeutta. Näin ollen laitetta vastustava

voima voitiin laskea ohjaimen moottorille syöttämän virran perusteella. Virtasignaalin ja polkimeen tuotetun voiman suhde varmistettiin erillisellä kalibraatiomittauksella (Tolonen 2005), jossa voiman huippuarvojen ja virtasignaalin huippuarvojen välille saatiin lineaarinen yhteys ( $r^2=0,99$ ).

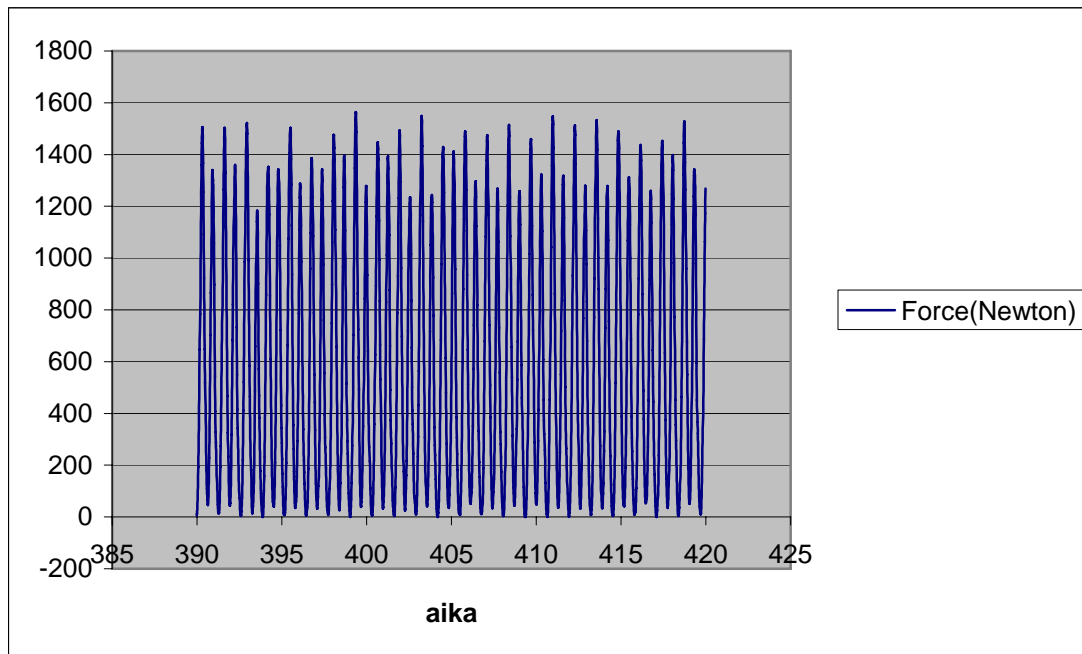
Harjoitusilanteissa ohjaimen virtasignaali kerättiin 50Hz taajuudella koko harjoitusjakson ajalta. (Kuvio 1.) Keräyksessä käytettiin Metitur Oy:n AD-muunninta ja GoodStrength-ohjelmistoa. Kerätyt signaalit käsiteltiin MS-Excel – taulukkolaskentaohjelmalla, jossa signaalivaihteluiden tasaamiseksi käytettiin kolmen peräkkäisen arvo (20ms) liukuvaa keskiarvoa. Tämän jälkeen jokaisen jarrutusvaiheen huippuvoimat poimittiin laskennalliseen tarkasteluun ja siinä tutkittiin voimien tasaisuutta.



KUVIO 1. Jarrutusten muodostama kuvio voimaintervalliharjoituksesta, 18 harjoituskerta

Voimantuoton tasaisuutta kuvattiin tarkastelujakson huippuvoimien vaihtelulla 30 sekunnin jakson ajalta (huippuvoimien keskihajonta suhteessa keskimääräiseen huippuvoimaan). Tästä kaavasta saatiin koehenkilölle lukuarvo, jota kutsutaan tässä tutkimuksessa osaamisindeksiksi (Kuvio 2). Oppimisprosessin etenemistä tarkasteltiin

osaamisindeksin muutoksena. Osaamisindeksin pieneneminen kertoi oppimisprosessin etenemisestä.



KUVIO 2. 30 sekunnin jakso, jolta osaamisindeksi laskettiin. 18 harjoituskerta

Koehenkilöiden kokemuksia eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käytön oppimisesta kartoitettiin myös kyselylomakkeella (Liite 5). Kyselylomake testattiin viidellä laitteeseen tutustuneella henkilöllä ja muokattiin tutkimukseen sopivaksi.

Voimaharjoittelulaitteen käytön oppimista koskeville kysymyksille (kysymykset 1-9) laskettiin luotettavuus Cronbachin alfalla. Luotettavuuden voidaan todeta olleen hyvä ( $=0,84$ ). Tutkija oli paikalla koehenkilöiden täyttäessä kyselylomaketta ja näin ollen hän pystyi selvittämään mahdollisia kysymyksiä.

Tutkimuksen kvantitatiivista osaa pyrittiin täydentämään kvalitatiivisin menetelmin, jotta huomioida uuden taidon oppimisesta saataisiin kartoitettua mahdollisimman laajasti.

Tutkimukseen osallistuneet haastateltiin lyhyen teemahaastattelun avulla ensimmäisten harjoituskertojen yhteydessä. Tunteuksia, ajatuksia ja huomioita kerättiin myös jokaisesta harjoituksesta tutkijapöytäkirjaan. Haastattelussa pyrittiin selvittämään koehenkilöiden toiveita, tavoitteita, odotuksia sekä tunteuksia uuden taidon opettelemisesta.



## 12.6. Tutkimusaineiston analysointi

Tutkimuksen kvantitatiivinen aineisto muokattiin ja koottiin käsiteltävään muotoon Microsoft Excel-ohjelmalla. Käsitelty data siirrettiin SPSS-ohjelmaan (SPSS 12.0 for Windows), jolla varsinainen tilastollinen käsittely suoritettiin. Analysointivaiheessa käytettiin muuttujien uudelleen luokittelua. Tulosten tilastollista muutosta tarkasteltiin osaamisindeksin ja keskihajontojen suhteen. Muutosten tilastollista merkitsevyyttä tarkasteltiin toistomittausten varianssianalyysillä. Harjoitukset analysoitiin kahden viikon välein ja neljä analysoitua harjoitusta saatiin yhteensä 33 koehenkilölle. Viimeinen tutkimukseen sisälletty harjoituskerta oli kahdeksastoista harjoitus. Vertailut tehtiin toisesta harjoituskerrasta kuudenteen harjoituskertaan, kuudennen harjoituksen ja kahdennentoista harjoituksen välillä sekä kahdennentoista ja kahdeksannentoista harjoituskertojen välillä. Koehenkilöiden tuloksia tarkasteltiin aluksi yhtenäisenä joukkona. Kehitystä tarkasteltiin myös sukupuolen, ikäryhmien sekä fyysisen aktiivisuuden mukaan tehtyjen luokittelujen suhteen. Näissä kaikissa analysoinneissa käytettiin toistomittausten varianssianalyysia.

## 12.7. Validiteetti

Validiteetti kuvaa mittarin kykyä mitata niitä asioita, joita sillä on pyritty mittaamaan (Alkula, Pöntinen & Ylöstalo 1994, 89; Metsämuuronen 2003, 43; Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2004, 216). Koska mittarin tarkoituksena on mitata tiettyä asiaa, tulee sen sisällön olla tutkittavan käsitteen kannalta järkevä ja perusteltu. Validius syntyy tutkijan asiantuntemuksesta, aikaisempien tutkimuksien hyödyntämisestä ja loogisuudesta, joilla perustellaan valittu indikaattori. (Alkula ym. 1994, 90-92.) Motorista oppimista ei voida havaita suoraan, joten tässä tutkimuksessa oppimista tarkastellaan suoritustason muutoksena, jossa osaamisindeksiä verrataan aina edelliseen analysoituun harjoitukseen. Motorista oppimista voidaan mitata lukemattomilla eri tavoilla ja tuloksetkin voivat muuttua radikaalisti mittarista riippuen.

Myös tämän tutkimuksen yhteydessä on tarpeellista miettiä kuinka hyvin käsitevaliditeetin kriteerit täyttyvät ja miten eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käytön oppiminen kuvastaa motorista oppimista.

Voimaharjoittelulaitteen käyttö voidaan luokitella jatkuvaksi motoriseksi taitosuoritukseksi. Jatkuvilla motorisilla taidoilla ei ole selkeää alkua eikä loppua (Schmidt 1975, 24-25). Kävely, pyöräily, hiihto sekä kaikki jatkuvat sarjataidot koostuvat useista peräkkäisistä suorituksista. Suoritusten tulee olla sujuvia ja jatkuvia, jotta ne olisivat tehokkaita. Yksi askel ei vielä ole kävelyä, mutta 10 peräkäistä askelta jo on. Kun yksittäinen suoritus loppuu, niin toinen alkaa. Useimmissa taidoissa yksittäiset osa-alueet nivoutuvat niin vahvasti yhteen, että niitä on vaikea erottaa toisistaan. Koska toiminta tässä tutkimuksessa käytetyllä eksentrisellä voimaharjoituslaiteella perustuu juuri samalla tavalla jatkuvaan suoritukseen, voidaan sen perustellusti katsoa olevan motorinen suoritus. Motorinen oppiminen puolestaan ilmenee tutkimuksessa osaamisindeksin kehityksenä.

Ulkoisella validiteetilla tarkoitetaan tutkimuksen yleistettävyyttä (Metsämuuronen 2003, 43). Tämän tutkimuksen otos oli melko pieni, joten yleistettävyyden suhteen tulee olla varovainen.

## 12.8. Reliabiliteetti

Tutkimuksen reliabiliteetilla tarkoitetaan mittaustulosten toistettavuutta ja luotettavuutta. Samaa ilmiötä mitattaessa samoilla mittareilla ja välineillä pitäisi myös muiden tutkijoiden päätyä vastaavanlaisiin tuloksiin. (Coolican 1999, 50.) Metsämuuronen (2003, 44) mukaan rinnakkaismittareiden käyttö on mahdollisuuksien salliessa kannattavaa, mutta mitattavan ominaisuuden muuttuessa oleellisesti kahden mittauksen välillä ei ole suositeltavaa käyttää rinnakkaismittareita. Esimerkiksi taidon tai osaamisen mittaamisessa korrelaatio mittauskertojen välillä ei anna luotettavaa kuvaa ilman taitoa ylläpitävää harjoittelua. (Metsämuuronen 2003, 100-101.) Reliabiliteetti voidaan laskea myös toistomittauksilla tai mittarin sisäisen yhtenäisyyden eli konsistenssin kautta.

Reliabiliteetti laskee mittauksen eri vaiheissa tapahtuvista satunnaisvirheistä, kuten esimerkiksi mittaajan huolimattomuudesta. Konkreettisissa mittauksissa, joissa mittaukseen ei vaikuta vastaajan muisti, mieliala, tutkijan subjektiivisuus tai huolimattomuus, satunnaisvirheet ovat harvinaisempia (Alkula ym.1994, 94).

Oppimista tutkittiin osaamisindeksimittarilla, jossa osaamisindeksi laskettiin 30 sekunnin edustavalta jaksolta. Koska mitattavana ilmiönä on kehittyvä taito, reliabiliteetti pyrittiin varmistamaan vaiheessa, jolloin tapahtuu hyvin vähän muutosta. Viimeisessä harjoituksessa suoritustaso oli mahdollisimman vakioitunut ja siksi tästä harjoituskerrasta valittiin kaksi edustavaa 30 sekunnin jaksoa, joille laskettiin Pearsonin korrelaatiokerroin, joka oli (0,951). Mittarin sisäisen reliabiliteetin voidaan tämän perusteella katsoa olevan erittäin hyvä ( $p < 0,001$ ).

Tässä tutkimuksessa harjoitukset suoritettiin vakioidussa ympäristössä ja saman ohjaajan kanssa. Harjoitustilanteessa oli paikalla ainoastaan yksi koehenkilö kerrallaan. Suoritukseen vaikuttavat ulkopuoliset häiriötekijät oli minimoitu. Suoritustason mittaukset eli analysoidut harjoitukset eivät poikenneet mitenkään normaaleista harjoituksista, joten varsinaista testijännitystä ei voinut mittauksiin syntyä. Näin pyrittiin karsimaan mahdollisia satunnaisvirheitä ja nostamaan tutkimuksen reliabiliteettia. Kaikki harjoitukset analysoi sama henkilö, joten yhtenäinen linja säilyi koko tutkimusjoukon kohdalla. Kaikki analysoidut harjoitukset tarkastettiin uudelleen mahdollisten virheiden varalta.

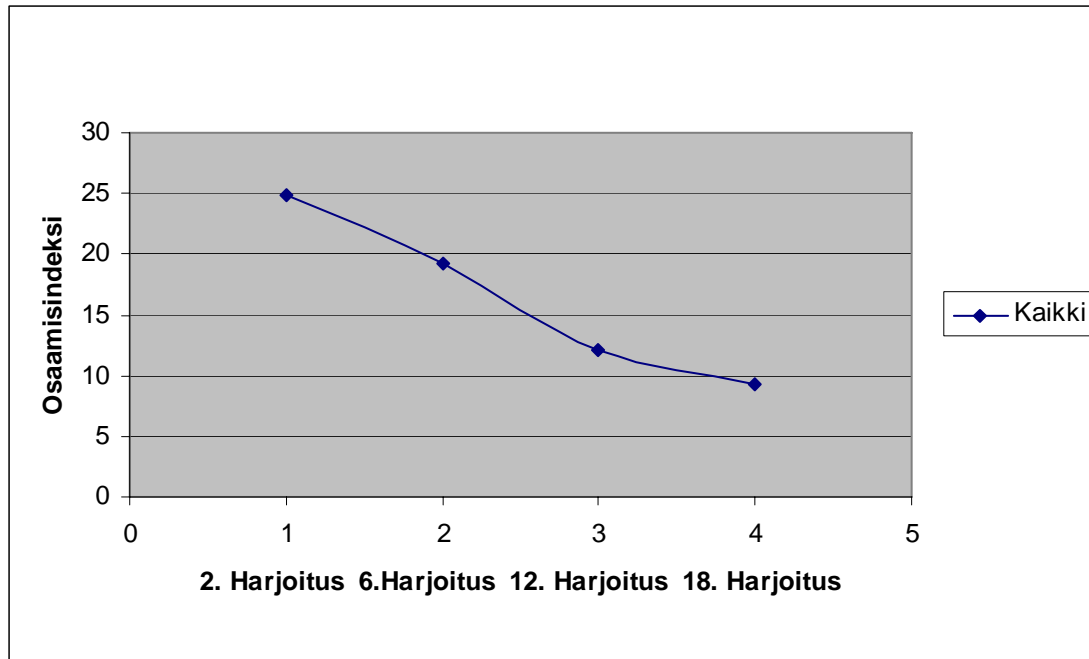
Koehenkilöt ilmoittivat liikunta-aktiivisuutensa tunteina viikossa sekä harrastettujen lajien määränä viikossa. Näille kahdelle mittarille laskettiin Pearsonin korrelaatiokerroin. Kertoimeksi saatiin 0,658 ja se on erittäin merkitsevä ( $p < 0,001$ ). Liikunta-aktiivisuuden tarkasteluun valittiin liikunnan harrastusmäärä tunteina viikossa. Fyysisellä kunnolla voidaan katsoa olevan vahvempi yhteys liikunnan määrään ja kestoon kuin eri liikuntalajien harrastusmäärään.

## 13 TULOKSET

Oppimisprosessin kehitystä tarkasteltiin objektiivisella osaamisindeksi mittarilla. Motorinen oppiminen ilmeni osaamisindeksin pienenemisenä (ks. kappale 12.5: Tutkimuksessa käytetty mittari ja mittausmenetelmät). Kuvioissa kehitys näkyy laskevana kulmakertoimena. Oppimisprosessia tarkasteltiin analysoimalla harjoitukset 2,6,12,18. Toisen ja kuudennen harjoituskerran välinen jakso nimettiin intervention alkuvaiheeksi. Intervention keskivaihe oli kuudennen ja kahdennentoista harjoituskerran välinen jakso. Intervention loppuvaihe sijoittui kahdennentoista ja kahdeksannentoista harjoituskerran väliin. Jaksojen nimeämisellä pyrittiin helpottamaan tulosten tarkastelua.

### 13.1. Oppimisprosessin kehitys ikääntyvillä aikuisilla

Oppimisprosessin lähtötasoa kuvasi toisella harjoituskerralla suoritettu mittaus. Toisen harjoituskerran osaamisindeksi oli koehenkilöillä  $24,92 \pm 9,02$ . Ensimmäisen mittauksen keskihajonta 9,02 kertoo suurista eroista suoritustasossa. Motorista oppimista tapahtui harjoitusjakson jokaisessa vaiheessa. Toisen ja kuudennen harjoituskerran välillä eli intervention alkuvaiheessa oppimisprosessi oli käynnistynyt ja muutos oli tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0,01$ ). Sekä intervention keskivaiheessa, että loppuvaiheessa tapahtunut muutos oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $p < 0,001$ ). Loppumittaukseen mennessä harjoituksia oli kertynyt 18 ja koehenkilöiden osaamisindeksiksi muodostui  $9,21 \pm 2,34$ . (Kuvio 3, Taulukko 3.)



KUVIO 3. Oppimisprosessin kehitys harjoitusjakson aikana

TAULUKKO 3. Koehenkilöiden oppimisprosessin kehitys osaamisindeksi-arvoina ja keskihajontoina sekä muutoksen merkitsevyys harjoitusten välillä

Mittaus	ka	kh	F	p
Harjoitus 2	24,92	9,03		
Harjoitus 6	19,29	8,8	7,27	0,01**
Harjoitus 6	19,29	8,8		
Harjoitus 12	12,07	5,19	23,21	0,000***
Harjoitus 12	12,07	5,19		
Harjoitus 18	9,21	2,34	12,8	0,001***

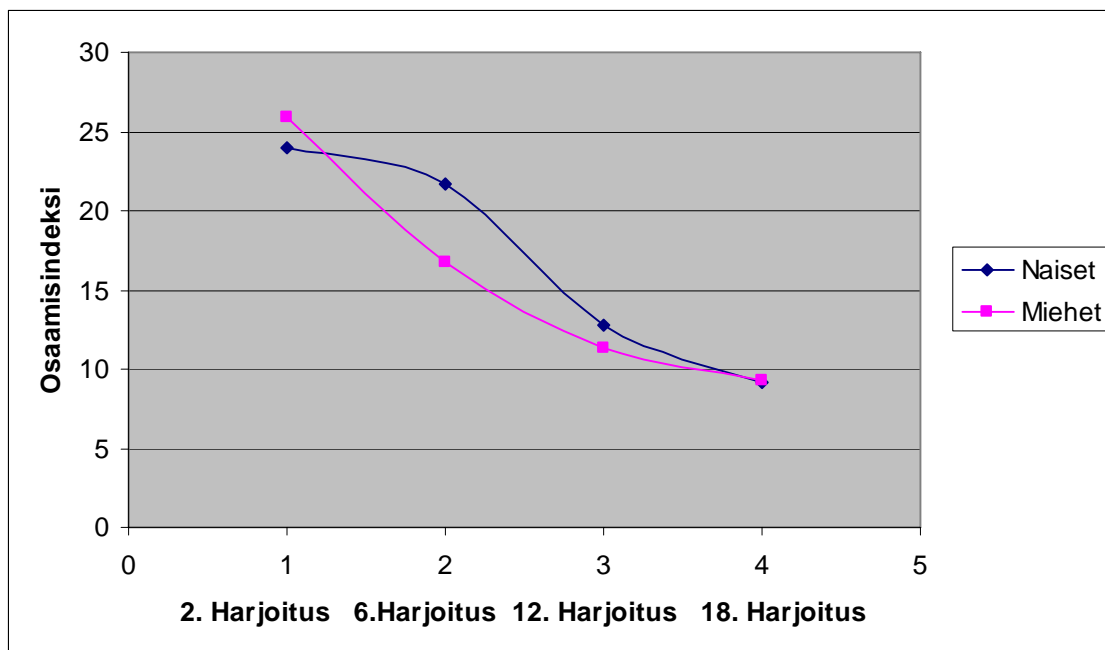
$p < 0,05 = *$ ,  $p < 0,01 = **$ ,  $p < 0,001 = ***$

### 13.2. Oppimisprosessin kehitys naisilla ja miehillä

Naisten osaamisindeksi toisella harjoituskerralla oli  $24,0 \pm 7,7$  ja miesten osaamisindeksi  $26,0 \pm 10,4$ . Kuudennella harjoituskerralla naisten osaamisindeksi oli  $21,7 \pm 10$  ja miesten  $16,6 \pm 6,5$ . Naisten osaamisindeksin muutos intervention alkuvaiheessa ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $F=0,481$ ;  $p > 0,05$ ) mikä osoittaa, että motorista oppimista ei ollut vielä tapahtunut. Miesten osaamisindeksin muutos intervention alkuvaiheessa oli

sen sijaan tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $p < 0,001$ ). Näin ollen miesten motorisen oppimisen voidaan katsoa edenneen oleellisesti harjoitusjakson alusta.

Naisten motorinen oppiminen oli edennyt intervention keskivaiheessa tilastollisesti erittäin merkitsevästi ( $p < 0,001$ ). Myös miesten muutos tässäkin vaiheessa oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $F=16,9$ ;  $p < 0,001$ ). Loppumittauksissa naisten ja miesten osaamisindeksi olivat lähes samoja. (naisten:  $9,2 \pm 2$ , miesten:  $9,3 \pm 2,6$ ) Intervention loppuvaiheessa naisilla oli tapahtunut tilastollisesti erittäin merkitsevää muutosta ( $p < 0,001$ ), kun taas miesten osaamisindeksin muutos ei ollut loppuvaiheessa tilastollisesti merkitsevä. (Taulukko 4). Naisten ja miesten ryhmien välisessä vertailussa ei oppimisprosesseilla ollut tilastollista eroa intervention aikana.



KUVIO 4. Oppimisprosessin kehitys sukupuolittain osaamisindeksin muutoksena.

TAULUKKO 4. Naisten ja miesten oppimisprosessin kehitys ja osaamisindeksin muutoksen tilastollinen merkitsevyys harjoitusjakson aikana

Mittaus	Naiset n=17				Miehet n=16			
	ka	kh	F	p	ka	kh	F	p
Harj. 2	23,95	7,73			25,96	10,38		
Harj. 6	21,7	10,1	0,481	0,498	16,7	6,53	15,2	0,001***
Harj. 6	21,7	10,1			16,7	6,53		
Harj. 12	12,81	4,31	11,6	0,004**	11,28	6,02	16,9	0,001***
Harj. 12	12,81	4,31			11,28	6,02		
Harj. 18	9,18	2,12	10,7	0,005**	9,25	2,61	3,13	0,097

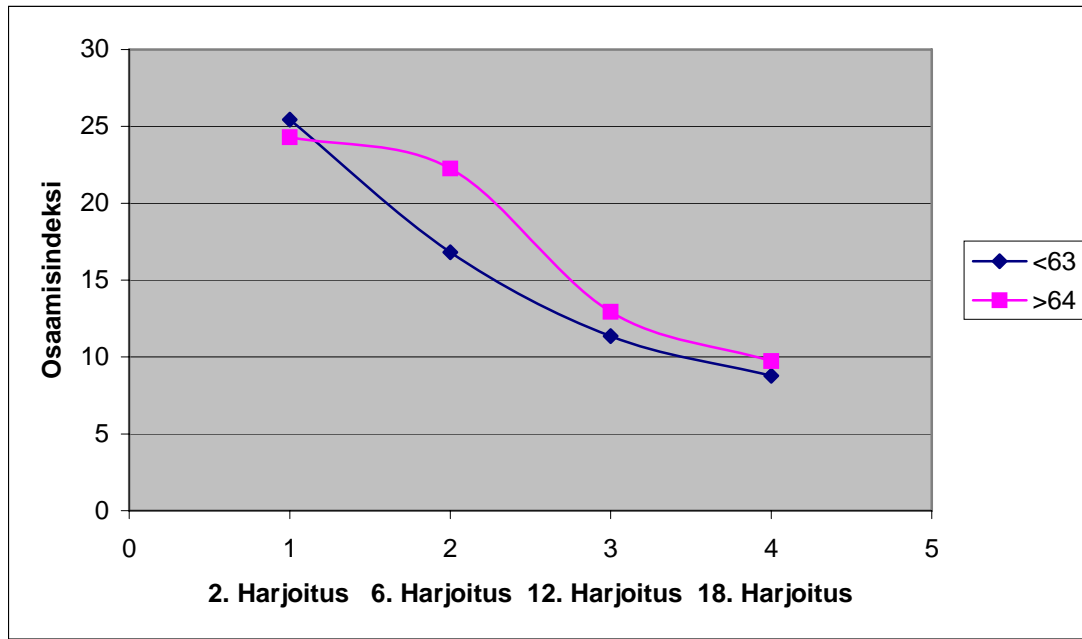
$p < 0,05 = *$ ,  $p < 0,01 = **$ ,  $p < 0,001 = ***$

### 13.3. Oppimisprosessin kehitys eri ikäryhmillä.

Iän yhteyttä motoriseen oppimiseen tarkasteltiin jakamalla koehenkilöt kahteen ikäryhmään. Alle 64-vuotiaat muodostivat nuorempien ryhmän ja yli 64-vuotiaat vanhempien ryhmän. Nuorempien osaamisindeksi oli  $25,5 \pm 7,2$  toisella harjoituskerralla. Nuoremmalla ryhmällä motorista oppimista oli tapahtunut heti harjoitusjakson alkuvaiheessa ja osaamisindeksin muutos oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $p < 0,001$ ). Vanhempien ryhmän osaamisindeksi oli toisella harjoituskerralla  $24,3 \pm 11$ . Vanhempien ryhmällä ei ollut vielä tapahtunut tilastollisesti merkitsevää edistystä motorisessa oppimisessa intervention alkuvaiheessa.

Niin nuorempien kuin vanhempienkin osaamisindeksin muutos intervention keskivaiheessa oli tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0,01$ ). Molemmilla ryhmillä oppimisprosessin voidaan katsoa edenneen tutkimuksen tässä vaiheessa. Intervention loppuvaiheessa tapahtunut tilastollinen muutos oli niin nuoremmassa ikäryhmässä, kuin vanhemmassa ikäryhmässä melkein merkitsevä, ( $p < 0,05$ ). Kummankin ryhmän oppimisprosessin kehitys vaikuttaisi tasaantuneen kahdennentoista harjoituskerran jälkeen. Loppumittauksessa eli kahdeksannellatoista harjoituskerralla nuoremmassa ikäryhmän osaamisindeksi oli  $8,8 \pm 1,4$  ja vanhemman ikäryhmän osaamisindeksi oli

9,7±3,1 (Kuvio 5, Taulukko 5). Nuoremman ja vanhemman ryhmän välisessä vertailussa oppimisprosesseilla ei ollut tilastollista eroa intervention aikana.



KUVIO 5. Osaamisindeksin kehitys ikäryhmittäin

TAULUKKO 5. Nuoremman ja vanhemman ryhmän oppimisprosessin kehitys ja osaamisindeksin tilastollinen muutos harjoitusjakson aikana

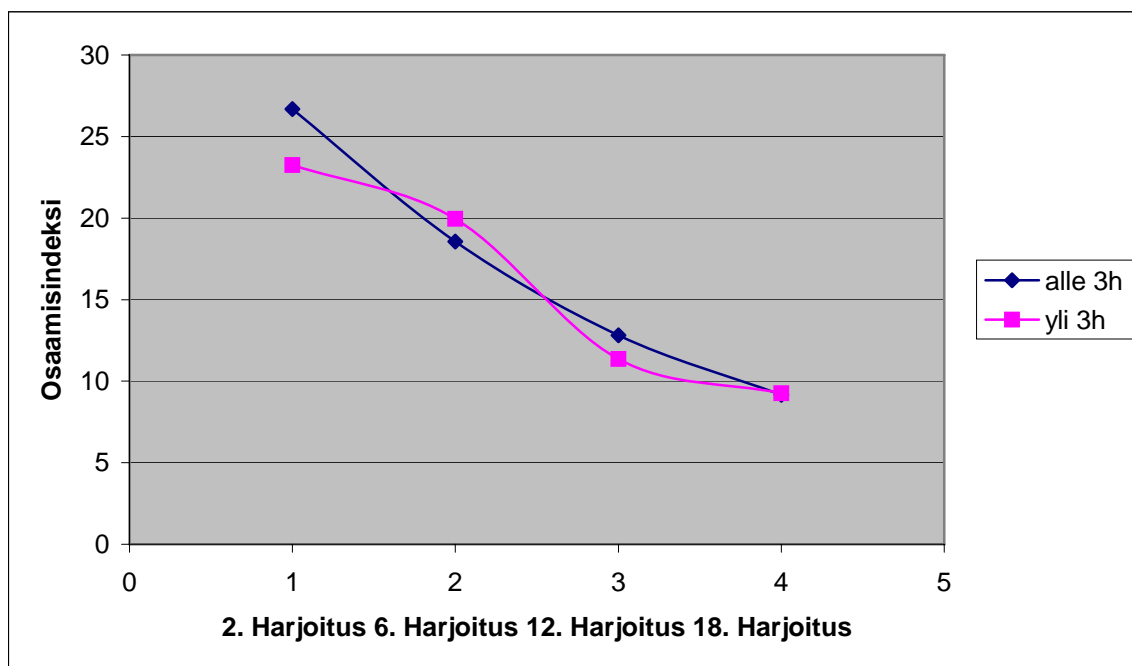
Mittaus	Nuoremmat n=17				Vanhemmat n=16			
	ka	Kh	F	P	ka	Kh	F	p
Harj. 2	25,45	7,17			24,29	11,1		
Harj. 6	16,81	5,67	15,5	0,001***	22,26	11	0,312	0,0585
Harj. 6	16,81	5,67			22,26	11		
Harj. 12	11,35	4,92	11,7	0,003**	12,93	5,53	12,47	0,003**
Harj. 12	11,35	4,92			12,93	5,53		
Harj. 18	8,78	1,44	5,6	0,031*	9,74	3,07	7,035	0,019*

p<0,05=\*, p<0,01=\*\*, p<0,001=\*\*\*



### 13.4. Oppimisprosessin kehitys liikunta-aktiivisuuden suhteen

Koehenkilöiden liikunta-aktiivisuutta mitattiin tutkimuksessa harrastettuina tunti määrinä viikossa, jonka he olivat itse kirjallisesti ilmoittaneet. (Liite 4). Tämän perusteella koehenkilöt jaettiin kahteen ryhmään. Alle kolme tuntia viikossa liikuntaa harrastavat henkilöt muodostivat vähemmän liikkuvien ryhmän ja yli kolme tuntia viikossa liikkuvat ihmiset muodostivat aktiivisemmän ryhmän. Vähemmän liikkuvia oli 16 henkilöä ja aktiivisia, eli yli kolme tuntia viikossa liikuntaa harrastavia, oli 17 henkilöä.



KUVIO 6. Oppimisprosessin kehitys liikunta-aktiivisuuden suhteen

Vähemmän liikkuvien osaamisindeksi oli oppimisprosessin alussa eli toisella harjoituskerralla  $26,7 \pm 10,4$ . Vähemmän liikkuvan ryhmän motorinen oppiminen edistyi intervention alkuvaiheessa merkitsevästi ( $p < 0,01$ ). Intervention keskivaiheessa osaamisindeksin muutos oli tilastollisesti erittäin merkitsevää ( $F=20,5$ ;  $p < 0,001$ ). Viimeisellä analysoidulla harjoituskerralla eli kahdeksannellatoista harjoituksella vähemmän liikkuvien ryhmän osaamisindeksi oli  $9,2 \pm 2,7$ . Motorista oppimista oli tapahtunut myös intervention viimeisessä vaiheessa tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0,01$ ). (Kuvio 6, Taulukko 6).

TAULUKKO 6. Aktiivisen ja vähemmän liikkuvien ryhmien oppimisproessin kehitys ja osaamisindeksin tilastollinen muutos harjoitusjakson aikana

Mittaus	yli 3h/vko n=17				alle 3h/vko n=16			
	ka	Kh	F	p	ka	kh	F	p
Harj. 2	23,26	7,48			26,69	10,38		
Harj. 6	19,95	11,23	0,94	0,348	18,57	5,43	12,7	0,003**
Harj. 6	19,95	11,23			18,57	5,43		
Harj. 12	11,36	4,79	10,5	0,005**	12,82	5,63	20,5	0,000***
Harj. 12	11,36	4,79			12,82	5,63		
Harj. 18	9,26	2,05	3,47	0,081	9,16	2,68	10,4	0,006**

$p < 0,05 = *$ ,  $p < 0,01 = **$ ,  $p < 0,001 = ***$

Yli kolme tuntia viikossa liikuntaa harrastaneiden eli aktiivisten osaamisindeksi oli toisella harjoituskerralla  $23,3 \pm 7,5$ . Intervention alkuvaiheessa osaamisindeksin muutos ei ollut aktiivisten ryhmällä tilastollisesti merkitsevä ja näin ollen motorista oppimista ei varsinaisesti tapahtunut tässä vaiheessa. Aktiivisten ryhmällä voidaan havaita motorista oppimista tapahtuneen intervention keskivaiheessa. Osaamisindeksin kehitys oli tässä vaiheessa tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0,01$ ). Kahdeksannellatoista harjoituskerralla ryhmän oppimisprosessi oli saavuttanut intervention aikaisen huippunsa ja ryhmän osaamisindeksi oli  $9,26(2,05)$ . Loppuvaiheen muutos ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä (Kuvio 6, Taulukko 6). Vähemmän liikkuvien ja aktiivisten ryhmien välisessä vertailussa ei oppimisprosesseilla ollut tilastollista eroa intervention aikana.

### 13.5. Koehenkilöiden mielipiteet voimaharjoituslaitteella harjoittelusta

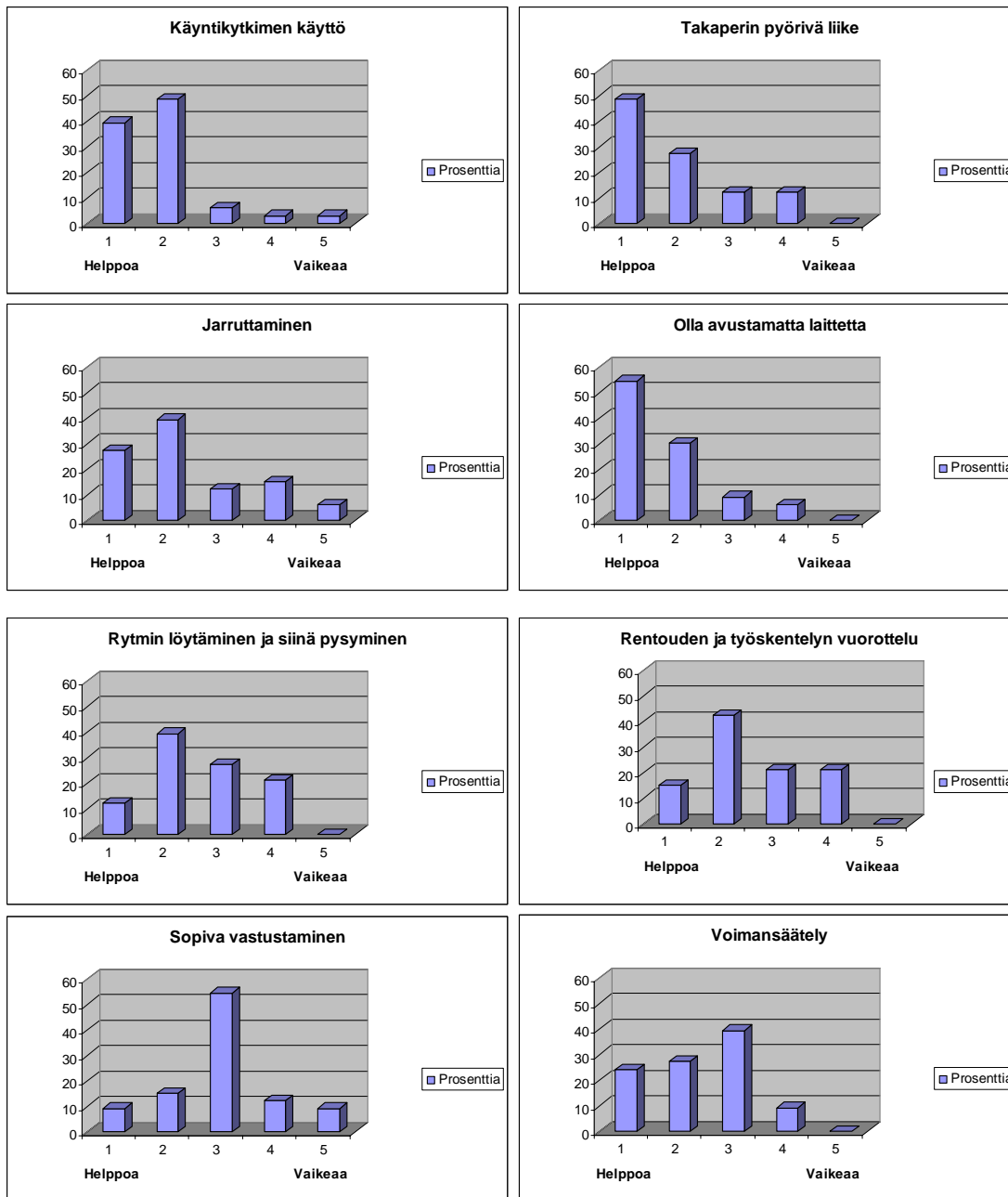
Koehenkilöt vastasivat harjoitusjakson toisella viikolla kyselyyn, jolla kartoitettiin heidän mielipiteitään eksentrisen voimaharjoittelulaitteella harjoittelusta ja sen eri osa-alueista. Koehenkilöt kokivat rytmin löytämisen ja voimansäätelyn taidon haasteellisimmiksi osa-alueiksi. Kaiken kaikkiaan he eivät pitäneet eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käytön oppimista vaikeana vaan suorastaan melko helppona.

Koehenkilöt kokivat tehtävän tavoitteen pääsääntöisesti selkeäksi. Käyntikytkimen käyttöä tutkimukseen osallistuneista suurin osa arvioi helpoksi tai melko helpoksi. Ainoastaan kaksi koehenkilöä piti käyntikytkimen käyttöä vaikeana tai melko vaikeana. Kolme neljäsosaa koehenkilöistä arvioi poljinten taaksepäin pyörivää suuntaa joko helpoksi tai melko helpoksi. Koehenkilöistä 12 % piti poljinten taaksepäin pyörivää suuntaa melko vaikeana

(Kuvio 7).

Poljinten jarruttamista kaksi kolmasosaa koehenkilöistä piti helppona tai melko helppona. Viidesosa osallistujista puolestaan mielsi jarruttamisen melko vaikeaksi tai vaikeaksi. Ainoastaan kahden henkilön mielestä oli melko vaikeaa olla avustamatta laitetta kun jalka ojentuu ja sen tulisi rentoutua. Rytmin löytämistä ja siinä pysymistä arvioi melko vaikeaksi hieman yli viidennes koehenkilöistä. Yli neljäsosan mielestä rytmin löytäminen ja siinä pysyminen ei ollut helppoa, mutta ei hankalaakaan. Rentouden ja työskentelyn vuorottelua koehenkilöistä 15 % arvioi helpoksi, kun taas yli viidesosan mielestä se oli melko vaikeaa. (Kuvio 7.)

Sopivaa vastustamista eli vihreän merkkivalon tasaista palamista arvioitiin vaikeimmaksi osa-alueeksi taidon harjoittelussa. Koehenkilöistä reilu viidennes piti sopivaa vastustamista melko vaikeana tai vaikeana. Yli puolet osallistujista ei pitänyt sopivaa vastustamista helppona, mutta ei vaikeanakaan. Puolestaan helpoksi tai melko helpoksi sopivan vastustamisen mielsi alle neljäsosaa koehenkilöistä. Vastuksen muutokseen mukautumista eli voimansäätelyä piti helppona tai melko helppona yli puolet koehenkilöistä. (Kuvio 7.)



KUVIO 7. Prosentuaaliset mielipidejakaumat käyntikytkimen käytöstä, takaperin pyörivästä liikkeestä, jarruttamisesta, voimansäätelystä, rytmin löytämisestä, olla polkematta laitteen mukana, rentouden ja työskentelyn vuorottelusta sekä sopivasta vastustamisesta. (LIITE 5)

### 13.5.1. Koehenkilöiden mielipiteitä laitteella harjoittelusta ja oppimisesta

Toiminnan esittelyn ja laitteeseen tutustumisen jälkeen mielipiteet uuden taidon harjoittelusta ja laitteen käytön oppimisesta olivat kiinnostavia. Yleinen mielipide oli, että harjoittelu ei ollut hankalaa, mutta suorituksen todettiin olevan erilaista kuin useimmat tutut fyysiset suoritukset. Muutaman henkilön mielestä harjoittelu tuntui oudolta ja uudelta. Useiden koehenkilöiden mielestä suoritus tuntui helpolta ja mukavalta, mutta he totesivat suorituksen silti vaativan keskittymistä. Koehenkilö joutui suorituksessa sovittamaan voimantuottonsa moottorin tuottamaan voimaan ja saavuttamaan poljinten pyörimisnopeuden edellyttämän rytmin. Nämä seikat edellyttivät jatkuvaa keskittymistä.

Vastustamisen ajoitus ja rytmin löytäminen koettiin etenkin harjoitusjakson alussa haastaviksi. Voimaharjoituslaitteella harjoiteltiin kolmella eri poljinten pyörimisnopeudella (30,40,50 kierrosta minuutissa). Osa koehenkilöistä tunsu, että suurempi nopeus helpotti suoritusta, kun taas toisten mielestä se vaikeutti suoritusta. Miellyttävimmäksi nopeudeksi koettiin 40 kierrosta minuutissa. Suoritusvastus asetettiin yksilöllisesti suhteutettuna henkilökohtaiseen voimatasoon. Useat henkilöt kokivat sormella painettavan käyntikytkimen melko hankalaksi, vaikka tämä ei ilmennyt kyselyn tuloksista.

Usean henkilön mukaan vastuksen lisääminen helpotti suoritusta ja myös oppimista. He kokivat, että heidän oli helpompi tuottaa suurempia voimia kun oli konkreettisesti jotain, jota voi vastustaa. Suurempi vastus edesauttoi suorituksen onnistumista. Eksentrisesti tuotettu voimataso on helpompi säilyttää lähempänä maksimitasoa kuin konsentrisesti tuotettu voima. Myös rasituksen on todettu vaikuttavan vähemmän eksentriseen voimantuottokykyyn kuin konsentriseen. (Kraemer ym. 2001. Nämä seikat voivat osittain selittää suuremman vastuksen mieltämistä helpommaksi suorituksen onnistumisen kannalta.

Kysyttäessä miltä uuden taidon opetteleminen tuntuu, useimmat vastasivat uuden taidon opettelemisen tuntuvan erittäin mielenkiintoiselta ja jopa jännittävältä.

*Mielenkiintoista ja mukavaa. Voiko tästä olla hyötyä? (Nainen 63 vuotta, ensimmäinen harjoitus)*

Vaikka ainoastaan kolme henkilöä kertoi ensimmäisellä kerralla hieman jännittävänsä harjoittelua ja oppimista, niin kaikkien mielestä seuraaville kerroille oli helpompi tulla kun tiesi mitä odottaa.

*Tänne harjoituksiin on mukava tulla, ei jännitä ja on kuin tulisi kotiinsa. (Nainen 66 vuotta, kolmas harjoitus)*

Koehenkilöt havainnoivat myös omaa suoritustaan ja oppimistaan. Suurin osa oppimista koskevia havaintoja ajoittui kolmannen ja kuudennen harjoituskerran väliin. Vastauksista ilmeni keskittymisen tärkeys suorituksen onnistumiselle. Ruuskasen (1998, 58) tutkimuksessa iäkkäiden naisten itse arvioitu oppiminen oli yhteydessä kinesiologisesti mitattuun motoriseen oppimiseen.

*Täytyy keskittyä äärimmilleen, jotta suoritus pysyisi tasaisena. (Mies 68 vuotta, kolmas harjoitus)*

*Hetkittäistä oppimista alkaa tuntua ja koko ajan tekeminen tulee tutummaksi. (Mies 63 vuotta, neljäs harjoitus)*

*Vasemmalla jalalla hieman vaikeampi ehtiä mukaan, mutta kyllä tämä alkaa jo tuntua helpommalta. (Nainen 58 vuotta, viides harjoitus)*

Joukkoon mahtui myös huomioita oppimista hidastavista osa-alueista. Näistä havainnoista suuri osa keskittyi käyntikytkimen arvioimiseen.

*Käyntikytkimen painaminen haittaa vähän suoritusta, kun siihenkin joutuu keskittymään. (Nainen 60 vuotta, viides harjoitus)*

*Saakuran nappi! Pitäisi varmaan liimalla laittaa sormi kiinni, jottei kone pysähtelisi jatkuvasti. (Nainen 74 vuotta, kuudes harjoitus)*

Rytmiin pääsemistä ja siinä pysymistä pidettiin tärkeänä. Kun toiminta eri nopeuksilla oli tullut tutuksi eikä rytmiin enää joutunut kiinnittämään huomiota, nousi voimansäätely suurimmaksi haasteeksi.

*Rytmin löytäminen on se tärkein tekijä oppimisessa. (Mies 68 vuotta, 11. harjoitus)*

*Ei enää ongelmia rytmin kanssa, vaan voi keskittyä voimansäätelyyn. Rytmiin totunut ja se on jo helppoa. (Mies 60 vuotta, 11. harjoitus)*

*Voi jo keskittyä pelkästään harjoitteluun. Ei tarvitse enää miettiä niin kovin työskentelyä. Päivät ovat hieman erilasia, joskus rytmi löytyy helpommin kuin toisinaan. Nyt on lähinnä voimansäätely sekä vastuksen muutokseen mukautuminen haasteina. (Nainen 59 vuotta, 12. harjoitus)*

Koehenkilöt alkoivat havainnoida myös taidon automatisoitumista. Heidän havaintonsa osoittavat motorisen oppimisen edenneen autonomiseen vaiheeseen, jolloin varsinainen suoritus onnistuu vähemmälläkin huomiolla. Myös Ruuskasen (1998) tutkimuksessa koehenkilöt osoittivat merkkejä harjoitellun liikkeen automatisoitumisesta. Taito on automatisoitunut, kun suoritus ei vaadi tarkempaa ajattelua ja huomion siirtäminen muihin asioihin on mahdollista ilman suorituksen heikkenemistä (Doyon ym. 1998; Floyer-Lea & Matthews 2004).

*Tässähän tuntee itsensä jo osaksi konetta. Suorittaminen ei ole enää hankalaa, rytmi löytyy helposti ja oikeastaan ainut haaste on voimansäätely vastusta nostettaessa. Valoa ei tarvitse enää seurata niin tiiviisti vaan rytmin tuntee tekemällä. (Mies 63 vuotta 13. harjoituskerta)*

Eräs koehenkilö arvio harjoittelua ja eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käyttöä seuraavasti:

*Oppimista tuntuu tapahtuvan harjoituskertojen välillä. Etenkin harjoittelujakson alussa. Viidennen ja kuudennen kerran jälkeen taaksepäin polkeminen ei enää ongelma vaan siihen on jo tottunut. Voi keskittyä voiman säätelyyn. On ehkä helpompia toimia lähellä maksimivoimakapasiteettia. Tasaantumista on tapahtunut vasemman jalan suhteen. Voisi kuvitella tämän tyyppistä tekemistä helpommaksi, mutta selvästi vaatii harjoittelua ja oppimista. (Mies 63 vuotta, 11. harjoitus)*

Edellä oleva arvio kuvastaa hyvin oppimisprosessin etenemistä. Ensimmäiset yritykset ovat lähinnä tutustumista uuteen laitteeseen ja toimintamalliin. Tämä vaihe viittaa selkeästi motorisen oppimisen kognitiiviseen vaiheeseen. Kun tutustumisvaihe on ohi ja toimintamalli on mielletty, niin oppiminen on nopeimmillaan ja voidaan puhua motorisen oppimisen assosiatiivisesta vaiheesta. Suoritustason tasaantuessa kehitystä tapahtuu, mutta ei enää yhtä nopeasti kuin aiemmin. Voidaan puhua taidon automatisoitumisesta, kun suoritus ei vaadi yhtä intensiivistä keskittymistä onnistuakseen. Tässä vaiheessa aivot toiminnan on havaittu vähenevän. (Floyer-Lea & Matthews 2004)

Harjoitusjakson lopussa 64-vuotias mies arvio omaa osallistumistaan:

*Olen ollut todella tyytyväinen harjoitteluun ja valmis osallistumaan heti uuden mahdollisuuden tullen uuteen tutkimukseen. Pitää lukea lehdet tarkasti. Joka kerran olen odottanut innolla harjoitusta. Aluksi oli jännittävää, että osaako ja pystyykö tekemään. Oppiminen sujui ihan hyvin muutaman ”tumpeloinnin” jälkeen.*

Vaikka alun haastatteluissa harvat kertoivat jännittäneensä oppimistaan ja harjoittelua niin harjoitusjakson lopussa useat myönsivät oman oppimiskykynsä askarruttaneen heitä ja he kokivat oman oppimisensa tärkeäksi.



### 13.5.2. Koehenkilöiden vertaukset voimaharjoittelulaitteen käytöstä muuhun fyysiseen aktiivisuuteen

Pyydettyessä koehenkilöitä vertaamaan laitteella harjoittelua johonkin fyysiseen aktiivisuuteen saatiin useita erilaisia vastauksia. Viisi ihmistä vertasi suoritusta väärinpäin poljettavaan kuntopyörään, neljä vertasi jyrkän ylämäen tai rappujen kävelyyn. Neljälle koehenkilölle suorituksesta tuli mieleen kevyt pyöräily. Kolme henkilöä vertasi suoritusta soutamiseen. Kahden henkilön mielestä suoritus muistutti portaissa tai suossa kävelyä. Suoritusta verrattiin myös takaperin juoksemiseen, kanootilla takaperin melomiseen, narulla hyppelyyn, takaperin ylämäen kävelyyn, kevyeen kävelyyn, autolla ajoon, jyrkän alamäen kävelemiseen, kyykkyy-n-ylös liikkeeseen, tanssiin, jalkapallon saksipotkuun, hölkkäämiseen ja risukossa kävelyyn. Yksi henkilö ei osannut verrata mihinkään toiseen suoritukseen, koska laitteella harjoittelu tuntui niin erilaiselta. Vaihtelevat vastaukset kertoivat kyseisen suorituksen erilaisuudesta tavallisimpiin fyysisiin aktiviteetteihin verrattuna.

*Ei tässä nyt oikeen osaa mitään tarkkaa sanoa, mutta mulle tulee tästä lähinnä mieleen korkeassa risukossa kävely. Tarkkana pitää olla ja pitemmän päälle voi raskaaksikin käydä. (Mies 64 vuotta)*

## 14 POHDINTA

### Motorinen oppiminen

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kartuttaa tietoa ikääntyneiden motorisesta oppimisesta. Metodien valinnassa olisi ollut lukemattomia mahdollisuuksia ja myös harjoiteltavaksi motoriseksi taidoksi olisi voitu valita lähes mikä tahansa fyysinen suoritus. Eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käytön oppiminen osoittautui onnistuneeksi valinnaksi. Koehenkilöt suhtautuivat eksentrisen voimaharjoituslaitteen käytön opetteluun erittäin positiivisesti ja oppiminen vaikutti olevan heille tärkeää. Kaikki koehenkilöt osoittivat olevansa kyvykkäitä oppimaan harjoituslaitteen käytön intervention aikana. Vahvimmin oppimista tapahtui ennen kahdettatoista harjoituskertaa, jonka jälkeen usealla koehenkilöllä motorinen oppiminen näytti tasaantuneen.

Koehenkilöillä ei ollut laitteesta aiempaa kokemusta ja miellelyhtymät muihin fyysisiin suorituksiin vaihtelivat paljon. Koehenkilöiden kuvausten pohjalta harjoittelun eksentrisellä voimaharjoituslaitteella voidaan todeta olevan hyvin erilaista muihin fyysisiin suorituksiin verrattuna. Tätä huomiota vahvistaa Fangin ym. (2001) tekemät huomiot eksentrisen lihastyön erilaisuudesta verrattuna konsentriseen ja perinteiseen voimaharjoitteluun. Motorisen oppimisen mittaamiseen käytettiin objektiivista mittaria, joka kuvasi eksentrisen voimantuoton säätelykykyä eli suorituksen tasaisuutta ja sujuvuutta. Objektiivisen mittarin käyttö tutkimuksessa vaikutti onnistuneelta ratkaisulta, jolla tutkijan subjektiviteetti oppimisen arvioinnissa pystyttiin välttämään. Tämä on harvinainen mahdollisuus useimmissa oppimisympäristöissä. Tracyn, Byrnesin ja Enokan (2004) mukaan ikääntyneillä ihmisillä tapahtuu harjoittelusta johtuvaa kehitystä voimantuoton säätelyssä juuri eksentrisessä voimantuotossa, mutta ei konsentrisessä voimantuotossa. Myös tässä tutkimuksessa oppimista tapahtui eksentrisen voimantuoton säätelykyvyssä.

Oppimisprosessin tarkastelu koehenkilöjoukossa osoitti, että motorista oppimista tapahtui harjoitusjakson jokaisessa vaiheessa. Vaikka osaamisindeksi kehittyi jokaisella

mittauskerralla, suuri hajonta harjoitusjakson alussa kertoi erilaisista lähtötasosta sekä taidosta muodostettavan kognitiivisen kuvan yksilöllisestä prosessista. Osalla koehenkilöistä kognitiivinen kuva tehtävästä muodostui todennäköisesti vasta kuudennen harjoituskerran jälkeen, jolloin myös oppiminen tehostui. Kun kognitiivinen kokonaiskuva taidosta on sisäistetty, on motorinen oppiminen tehokkaimmillaan (Schmidt 1988, 460). Nopeinta motorinen oppiminen vaikutti olevan intervention keskivaiheessa. Kuudennen harjoituskerran jälkeen harjoitustiheys kasvoi kahdesta kerrasta viikossa kolmeen kertaan. Harjoitus tiheyden kasvu saattoi osaltaan vaikuttaa motorisen oppimisen tehokkaimman vaiheen sijoittumiseen intervention keskivaiheeseen. Harjoitusjakson neljän ensimmäisen viikon jälkeen jokainen osallistuja pystyi käyttämään harjoituslaitetta turvallisesti ja toimimaan eri nopeuksilla omien voimien mahdollistavilla vastuksilla. Nämä tulokset olivat yhdenmukaisia Ruuskasen (1998) saamien tulosten mukaan, jossa todettiin ikääntyneiden ihmisten olevan kyvykkäitä oppimaan suhteellisen haasteellisia karkeamotorisia taitoja ja saavuttamaan myös autonomisen vaiheen motorisessa oppimisessa.

Welfordin (1982) mukaan ärsykkeen virheellinen tulkinta saattaa hidastaa motorista oppimista ikääntyneillä ihmisillä. Virheellinen tulkinta suorituksesta harjoitusjakson alussa saattoi vaikuttaa osalla koehenkilöillä tehokkaimman oppimisvaiheen ajoittumiseen vasta kuudennen harjoituskerran jälkeen. Jos ensimmäinen mielikuva suorituksesta oli virheellinen, niin sen korjaaminen vaati kognitiivisen vaiheen uudelleen aloittamista.

### Sukupuoli ja motorinen oppiminen

Tarkasteltaessa motorisen oppimisen prosessia naisilla ja miehillä havaittiin, että oppimisprosessit ovat erilaiset, mutta lopullinen osaamisindeksi viimeisellä analysoidulla harjoituskerralla oli lähes sama. Miesten oppimisprosessi käynnistyi naisia aiemmin. Naisten oppimisprosessissa tehokkain vaihe sijoittui intervention keskivaiheelle, kun taas miehillä tehokkain vaihe oli intervention alkuvaiheessa toisen ja kuudennen kerran välissä. Naisilla ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta osaamisindeksissä

toisen ja kuudennen harjoituskerran välillä. Tätä voi osittain selittää naisten mahdollinen varovaisuus voimankäyttöön vielä toisella harjoituskerralla, jonka jälkeen voimantuotto kasvoi. Varovaisuuden häviäminen puolestaan näkyi kuudennella harjoituskerralla korkeampana voimatasona sekä osalla koehenkilöistä myös heikompana osaamisindeksinä. Naisten keskihajonta oli suuri kuudennella harjoituskerralla, eli heidän ryhmässä yksilölliset erot olivat tässä vaiheessa suuria.

Miesten motorinen oppiminen kehittyi intervention keskivaiheessa, mutta kahdennentoista harjoituskerran jälkeen miesten oppiminen ei edennyt enää oleellisesti, vaan oli lähes saavuttanut huippunsa. Tässä vaiheessa suurella osalla miehistä taidot näyttivät automatisoituneen. Heidän ei tarvinnut enää seurata valosignaalia jatkuvasti; he pystyivät esimerkiksi keskustelemaan suorituksen aikana ilman, että suoritustaso olisi heikentynyt. Naisilla tapahtui myös viimeisessä vaiheessa selvää kehitystä ja oppimista tapahtui aina viimeiseen analysoituun harjoitukseen asti. Myös naisilla tapahtui taidon automatisoitumista.

#### Ikä ja motorinen oppiminen

Aiemmissä tutkimuksissa on keskitytty vertaamaan ikääntyneiden henkilöiden motorista oppimista nuorten aikuisten motoriseen oppimiseen. Tutkimustulokset ovat osoittaneet ikääntyneiden ihmisten oppimisen olevan hitaampaa nuoriin aikuisiin verrattuna. (Etnier & Landers 1998; Smith ym. 2005.)

Tässä tutkimuksessa koehenkilöt jaettiin alle 64 vuotiaisiin ja jo 64 vuotta täyttäneisiin. Nuoremman ryhmän keski-ikä oli  $59,6 \pm 2,3$  vuotta. Vanhemman ryhmän keski-ikä oli puolestaan  $66,8 \pm 5,0$  vuotta. Ikäjaottelun mukaisessa tarkastelussa nuoremman ryhmän motorinen oppiminen eteni heti harjoitusjakson alusta lähtien. Oppiminen jatkui koko harjoitusjakson ajan, mutta hidastui kahdennentoista harjoituskerran jälkeen. Verrattuna nuorempaan ryhmään vanhemman ryhmän oppiminen käynnistyi myöhemmin ja heidän tehokkain vaiheensa ajoittui intervention keskivaiheeseen. Myös vanhemman ryhmän oppiminen hidastui kahdennentoista harjoituskerran jälkeen, mutta jatkui aina viimeiseen

intervention loppuun asti. Nuorempi ryhmä kehittyi eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käytön oppimisessa vanhempaa ryhmää hieman aiemmin. Kuitenkin vanhemman ryhmän jäsenet osoittivat olevansa kykeneviä oppimaan yhtä lailla uusia motorisia taitoja kuin heitä hieman nuoremmat henkilöt. Vaikka vanhempien oppimisprosessi käynnistyi nuorempaa ryhmää hieman hitaammin, pystyivät he saavuttamaan lähes saman osaamisindeksi-arvon harjoitusjakson loppuun mennessä. Molemmat sukupuolet sijoittuivat tasaisesti eri ikäryhmiin, joten sukupuolella ja iällä ei ollut yhteisvaikutusta motoriseen oppimiseen.

### Liikunta-aktiivisuus ja motorinen oppiminen

Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että aerobisella kunnolla on positiivinen yhteys ikääntyneiden motoriseen oppimiseen (Etnier ym. 2001). Tässä tutkimuksessa ei varsinaisesti mitattu fyysisen kunnan yhteyttä ikääntyneiden ihmisten motoriseen oppimiseen. Liikunta-aktiivisuuden yhteyttä motoriseen oppimiseen tarkasteltiin jaotteleamalla koehenkilöt aktiivisesti liikuntaa harrastavien ja vähemmän liikkuvien ryhmiin heidän oman ilmoituksensa perusteella. Vähemmän liikkuvien ryhmän osaamisindeksi-arvo toisella harjoituskerralla oli aktiivista ryhmää hieman heikompi, mutta heidän oppimisessaan tapahtui merkittävää edistystä jo intervention alkuvaiheessa. Vähemmän liikkuvilla tapahtui oppimista melko tasaisesti koko harjoitusjakson aikana. Vähemmän liikkuvien ryhmällä oppiminen vaikutti olevan voimakkainta intervention keskivaiheessa.

Aktiivisten ryhmän osaamisindeksi näytti keskiarvon perusteella olevan alussa vähemmän liikkuvien ryhmää hieman parempi, mutta heidän oppimisprosessissaan varsinainen kehitys tapahtui hieman myöhemmin kuin vähemmän liikkuvilla. Aktiivisten ryhmän oppiminen oli tehokkaimmillaan intervention keskivaiheessa. Ryhmän oppiminen tasaantui pian kahdennentoista harjoituskerran jälkeen eikä heillä tapahtunut enää suurta muutosta intervention loppuvaiheessa.

Molemmat liikunta-aktiivisuus ryhmät päätyivät lähes samaan lopputulokseen. Koska vähemmän liikkuvan ryhmän lähtötaso oli intervention alussa heikompi, voidaan heidän katsoa kehittyneen jopa aktiivisten ryhmää enemmän. Liikunta-aktiivisuudella ei tässä tutkimuksessa ollut positiivista yhteyttä motoriseen oppimiseen. Saadut tulokset ovat lähes vastakkaisia Etnierin ym. (2001) saamiin tuloksiin. Tämän tutkimuksen tulokset voidaan nähdä rohkaisevana tekijänä erityisesti vähän liikuntaa harrastavilla. Heidän mahdollisuutensa oppia uusia motorisia taitoja sekä omaksua erilaisia harrastusmahdollisuuksia ovat hyvät myös myöhemmällä iällä.

#### Koehenkilöiden jakautuminen eri vertailuryhmiin

Tutkimuksessa käytetyt taustamuuttujat olivat riippumattomia toisistaan ja koehenkilöt sijoittuivat sattumanvaraisesti eri vertailuryhmiin. Sukupuoli, ikä tai liikunta-aktiivisuus ei korreloineet keskenään. Kun oppimisprosesseja verrattiin taustamuuttujien mukaisesti keskenään, ei ryhmien oppimisprosessien välillä ollut tilastollisia eroja. Tämän seikan osalta suhteellisen pieni tutkimusjoukko sekä suuret hajonnat osaamisindekseissä voivat olla selittäviä tekijöitä. Tutkimusjoukon koon vuoksi yleistyksiä ei voida tehdä, mutta tulokset ovat kuitenkin suuntaa antavia. Lisätutkimukset voidaan nähdä tarpeellisina.

#### Aiempien kokemusten yhteys motoriseen oppimiseen

Schallerin (1998) mukaan valmiudet ikääntyneiden motoriselle oppimiselle saattaa löytyä nuoruusvuosien aikana omaksuttujen koordinaatiotaitojen luomista edellytyksistä.

Motorisen oppimisen voidaan todeta olevan erittäin yksilöllistä ja sidonnaista henkilökohtaisiin ominaisuuksiin sekä aiempiin kokemuksiin, joita voi olla vaikea eritellä. Vaikka aiempien liikuntakokemusten yhteyttä ei tässä tutkimuksessa mitattu, niin haastatteluissa ilmenneiden tietojen perusteella saattoi havaita oppimisen olevan suhteellisen vaivatonta aiemmin monipuolisesti liikuntaa harrastaneille. Toisaalta vahvat mielle yhtymät muihin suorituksiin tuntuivat jopa hidastavan eräiden koehenkilöiden oppimista. Koehenkilöillä, jotka yhdistivät harjoiteltavan taidon vahvasti pyöräilyyn, oli vaikeuksia jo opitun suorituksen mukauttamisessa uuteen liikemalliin. Koehenkilö saattoi

harjoituksen alussa yrittää polkea laiteella kuten polkupyörällä. Oppimisen siirtovaikutusta on vaikeaa mitata ja etenkin negatiivisen siirtovaikutuksen mittaaminen on hankalaa. Negatiivista siirtovaikutusta esiintyy melko harvoin. Kun taidot poikkeavat toisistaan oleellisesti, mutta sisältävät silti yhteisiä elementtejä, voi negatiivista siirtovaikutusta ilmetä. (Schmidt & Wrisberg 2000,182.) Siirtovaikutuksen ja aiempien liikuntakokemusten yhteyttä ikääntyneiden ihmisten motorisessa oppimisessa olisi mielenkiintoista tutkia tarkemmin.

### Eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käytön oppiminen

Ydinkeskeisessä motorisessa oppimisessa yksilön oppimisprosessi rakentuu taidon keskeisimmän osan eli ytimen ympärille (Eloranta 2003; Eloranta & Jaakkola 2003). Ydinkeskeisen motorisen oppimisen periaatteita mukaillen näkisin eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käytön oppimisen muodostuvan erilaisista osa-alueista, joita voisi verrata palapelin palasiin. Koko oppimisprosessi rakentuu muutaman ydinpalasen ympärille ja yhdenkin palasen puuttuessa suoritus on vajavainen. Näistä paloista koostuu taidon sisällöllinen ydin. Palapeliä voi lähteä rakentamaan lähes mistä suunnasta tahansa, mutta kokonaisuuden hahmottumiseksi kaikki osa-alueet tarvitaan. Eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käytön oppimisessa ydinpalasiksi nousivat rytmi ja voimansäätely. Jos voimansäätely onnistui, mutta suoritusrytmi oli väärä, niin kokonaisuus oli heikko. Kun oikea rytmi löytyi ja työskentelyn sekä rentoutuksen vuorottelu onnistui, tarvittiin vielä sopiva voiman säätely, jotta suoritus onnistui.

Suoritus eksentrisellä voimaharjoittelulaitteella voidaan katsoa jatkuvaksi motoriseksi taidoksi. Fyysinen suoritus on sidottu kyseiseen laitteeseen. Taitoa ei näin ollen voi erottaa ympäristöstään. Jatkuvat motoriset taidot koostuvat toistuvista suoritusmalleista, joita yhdistämällä syntyy varsinainen suoritus. Jatkuvien motoristen taitojen harjoittelussa näille toistuville suoritusmalleille tulee lukemattomia toistoja. Haywoodin (1986, 164) mukaan opitut motoriset taidot pysyvät melko vakaina aina vanhuuteen asti. Jatkuvat motoriset taidot pysyvät todennäköisesti erillistaitoja vakaampina. Suoritusmallien suurien toistomäärien ansiosta aivoihin syntyy hermoyhteyksiä, joiden

avulla motorisen muistin toiminta tehostuu (Floyer-Lea & Matthews 2004). Smith ym. (2005) uskovat opittujen motoristen taitojen säilyvän ilman ylläpitävää harjoittelua ainakin kahden vuoden ajan. Olisikin mielenkiintoista mitata eksentrisen voimaharjoittelulaitteen käytön osaamisen säilyvyyttä koehenkilöillä kahden vuoden kuluttua.

#### Kehitysehdotuksia tutkimuksen toteutukselle

Laajempi tutkimusjoukko antaisi paremman kuvan tutkittavasta ilmiöstä, mutta tutkimusasetelma asettaa tämän suhteen rajoitteita. Koska ohjaus tapahtuu yksilöllisesti ja eksentrisiä voimaharjoittelulaitteita on rajoitetusti, jo nyt 33: n henkilön tutkimusjoukko oli lähellä maksimikokoa. Yksilöllinen ohjaus antaa oppimisen kannalta hyvät edellytykset, mutta oppimisprosessin alkuvaiheessa olisi erityisen tärkeää, että harjoituksia ohjaa sama henkilö. Näin ohjaaja tietäisi tarkalleen mihin edellisessä harjoituksessa jäätiin ja harjoitusta voitaisiin välittömästi jatkaa samalta tasolta. Nyt harjoitusjakso aloitettiin melko kevyesti, koska ei ollut varmaa tietoa kuinka koehenkilöt kokisivat harjoittelun fyysisen rasittavuuden. Oppimisen kannalta olisi voinut olla tehokkaampaa aloittaa varsinaisen kokonaissuorituksen harjoittelu vielä aiemmin ja jopa hieman suuremmilla vastuksilla. Tässä tutkimuksessa oppiminen tehostui kun harjoitustiheys nostettiin kolmeen harjoituskertaan viikossa. Oppimisen kannalta voisi olla hyödyllistä harjoitella heti intervention alusta kolme kertaa viikossa. Kun koehenkilö sisäisti tehtävän idean eli oikea kognitiivinen kuva muodostui, vaikutti tapahtuvan niin sanottu ”ahaa-elämys” ja oppiminen tehostui selvästi.

Tämä tutkimus on suuntaa antava ja sillä onnistuttiin kartuttamaan lisätietoa ikääntyneiden ihmisten motorisesta oppimisesta. Ennen kaikkea tulokset tulisi nähdä positiivisena kannustuksena uusien motoristen taitojen harjoitteluun ja oppimiseen iästä, sukupuolesta tai fyysisestä aktiivisuudesta riippumatta.



## LÄHTEET

- Adams, J. A. 1971. A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behaviour*, 3, 111-119.
- Alkula, T., Pöntinen, S. & Ylöstalo, P. 1994. *Sosiaalitutkimuksen kvantitatiiviset menetelmät*. Porvoo: WSOY.
- Anshel, M. H. 1997. *Sport Psychology*. 3<sup>rd</sup> ed. AZ: Gorsuch Scarisbrick.
- Bock, O. 2005. Components of sensorimotor adaptation in young and elderly subjects. *Experimental Brain Research*, 160, 259-263.
- Bock, O. & Schneider, S. 2002. Sensorimotor adaptation in young and elderly humans. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 27(7), 761-767.
- Brooks, V. B. 1986. *The neural basis of motor control*, New York: Oxford University Press.
- Carnahan, H., Vandervoort, A. A. & Swanson, L. R. 1996. The influence of summary knowledge of results and aging on motor learning. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 67(3), 280-287.
- Coolican, H. 1999. *Research Methods and Statistics in Psychology*. 2<sup>nd</sup> ed. London: Hodder & Stoughton.
- Craik, F. I. M. & Jacoby, L. L. 1996. Aging and Memory: Implications for skilled performance. Teoksessa. W. A. Rogers, A. D. Fisk, & N. Walker. (toim.) *Aging and skilled performance*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 113-137.
- Dietz, V. & Colombo, G. 1998. Influence of body load on the gait pattern in Parkinson's disease. *Movement Disorder* 13, 255-261.
- Denk, H. 1997. Health- the main motivation for physical activities for the elderly? Teoksessa. G. Huber (toim.) *Healty Aging Activity and Sports*, University of Heidelberg. 394-408.
- Doyon, J., Laforce, R., Bouchard, G., Gaudreau, D., Roy, J., Poirier, M., Bedard, P. J., Bedard, F., and Bouchard, J. P. 1998. Role of the striatum, cerebellum and frontal lobes in the automatization of a repeated visuomotor sequence of movements. *Neuropsychologia* (36), 625-641.
- Eloranta, V. 2003. Ydinkeskeinen oppiminen. Teoksessa P. Heikinaro-Johansson, T. Huovinen ja L. Kytökorpi. (toim.) *Näkökulmia liikuntapedagogiikkaan*. Helsinki: WSOY, 85-100.

- Eloranta, V. & Jaakkola, T. 2003. Ydinkeskeinen motorinen opettaminen. *Liikunta ja Tiede* 40, 4-9.
- Enoka, R. M. 1996. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *Journal of Applied Physiology* 81(6), 2339-2346.
- Era, P. 1997. Havaintomotoriikan ja kehon asennonhallintakyvyn muutokset vanhetessa ja liikunta. Teoksessa. P. Era (toim.) *Ikääntyminen ja Liikunta*, 49-62. Likes- Research Reports on Sport and Health. 108. Jyväskylä.
- Etnier, J. L. & Landers, D. M. 1998. Motor performance and motor learning as a function of age and fitness. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 69(2), 136-146.
- Etnier, J. L., Romero, D. H. & Traustadottir, T. 2001. Acquisition and retention of motor skills as a function of age and aerobic fitness. *Journal of Aging and Physical Activity* 9(4), 425-437.
- Fang, Y., Siemionow, V., Sahgal, V., Xiong F. & Yue, G. H. 2001. Greater movement-related cortical potential during human eccentric versus concentric muscle contractions. *Journal of Neurophysiology* 86(4), 1764-1772.
- Fisher, D. L. 1996. State models of paired associate learning: The general acquisition, decrement, and training hypotheses. Teoksessa. W. A. Rogers, A. D. Fisk & N. Walker (toim.) *Aging and skilled performance*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 17-43.
- Fitts, P. M. & Posner, M. I. 1967. *Human Performance*. Belmont, CA: Brooks/ Cole.
- Floyer-Lea, A & Matthews, P. M. 2004. Changing brain networks for visuomotor control with increased movement automaticity. *Journal of Neurophysiology* 92(4), 2405-2412.
- Floyer-Lea, A & Matthews, P. M. 2005. Distinguishable brain activation networks for short- and long-term motor skill learning. *Journal of Neurophysiology*. American Physiological Society. 94, 512-518.
- Gabbard, C. P. 2004. *Lifelong Motor Development*. 4<sup>th</sup> ed. Pearson Education. San Francisco, CA: Benjamin Cummings.
- Gallahue, D. L. & Donnelly, F. C. 2003. *Developmental physical education for all children*. 4<sup>th</sup> ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gentile, A. M. 1972. A working model of skill acquisition with application to teaching. *Quest*, Monograph XVII, 3-23.

- Harrison, J. M. 1984. Instructional strategies for physical education. Dubuque. IO: C. Brown Company Publishers.
- Haywood, K. M. 1986. Life span motor development. Champaign, IL: Human Kinetics.
- van Hedel, H. J. A. & Dietz, V. 2004. The influence of age on learning a locomotor task. *Clinical Neurophysiology*, 115(9), 2134-2143.
- Heikkinen, E. 1997. Iäkkäiden ihmisten terveys, toimintakyky ja elämänlaatu. Teoksessa. P. Era (toim.) *Ikääntyminen ja Liikunta*, 1-16. Likes- Research Reports on Sport and Health. 108. Jyväskylä.
- Heikkinen, E. 2003. Vanhenemisen ulottuvuudet ja onnistuvan vanhenemisen edellytykset. Teoksessa. E. Heikkinen & T. Rantanen (toim.) *Gerontologia*. Helsinki: Duodecim, 330-335.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2004. Tutki ja kirjoita. 10., osin uudistettu laitos. Helsinki: Tammi.
- Hortobagyi, T., Mizelle, C., Beam, S. & De Vita, P. 2003. Old adults perform activities of daily living near their maximal capabilities. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 58, 456-460.
- Häkkinen, K & Häkkinen, A. 1995. Neuromuscular adaptations during intensive strength training in middle-aged and elderly males and females. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*, 35(3), 137-47.
- Jagacinski, R. J. 1996. Control theoretic approaches to age-related differences in skilled performance. Teoksessa. W. A. Rogers, A. D. Fisk & N. Walker (toim.) *Aging and skilled performance*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 65-81.
- Jensen, J., Nyberg, L., Rosendahl, E., Gustafson, Y. & Lundin-Olsson, L. 2004. Effects of a fall prevention program including exercise on mobility and falls in frail older people living in residential care facilities. *Aging Clinical Experimental Research* 16(4), 283-292.
- Kostka, T. 2005. Quadriceps maximal power and optimal shortening velocity in 335 men aged 23-88 years. *European Journal of Applied Physiology* 95(2-3), 140-145.
- Kraemer, W. J., Gardiner, D. F., Gordon, S. E., Koziris, L. P., Sebastianelli, W., Putukian, M., Newton, R. U., Ratamess, N. A., Volek, J. S. & Hakkinen, K. 2001. Differential effects of exhaustive cycle ergometry on concentric and eccentric torque production. *The Journal of Sports Science and Medicine* 4(3), 301-309.

- Lam, T. & Dietz, V. 2004. Transfer of motor performance in an obstacle avoidance task to different walking conditions. *Journal of Neurophysiology* 92, 2010-2016.
- Landa, J. 1978. Biomechanical analysis of skill acquisition on a novel throwing task. Teoksessa P. Klavora, & J. Flowers (toim.) *Motor learning and biomechanical factors in sport*. School of physical education, University of Toronto, 344-350.
- LaStayo, P. C., Reich, T. E., Urquhart, M., Hoppeler, H. & Lindstedt, S. L. 1999. Chronic eccentric exercise: improvements in muscle strength can occur with little demand for oxygen. *American Journal of Physiology* 45, 611-615.
- LaStayo, P. C., Ewy, G. A., Pierotti, D. D., Johns R. K. & Lindstedt, S. 2003. The positive effects of negative work: Increased muscle strength and decreased fall risk in a frail elderly population. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 58, 419-424.
- Laukkanen, P. 2003. Toimintakyky ja ikääntyminen – käsitteestä ja viitekehuksesta päivittäistoiminnoista selviytymisen arviointiin. Teoksessa. E. Heikkinen & T. Rantanen (toim.) *Gerontologia*. Helsinki: Duodecim, 255-266.
- Lewis, D., McAllister, D.E. & Adams, J. A. 1951. Facilitation and interference in performance on the modified Mashburn apparatus: 1. The effects of varying the amount of original learning. *Journal of Experimental Psychology*. 41, 247-260.
- Light, K. E. & Spirduso, W. W. 1990. Effects of adult aging on the movement complexity factor of response programming. *Journal of Gerontology* 45(3), 107-109.
- Lundin-Olsson, L., Nyberg, L. & Gustafson, Y. 1997. Stops walking when start talking' as a predictor of falls in elderly people. *The Lancet* 349(9052), 617-622.
- Magill, R. A. 1997. *Motor learning and control: Concepts and applications*. 5<sup>th</sup> ed. Boston: McGraw-Hill.
- Magill, R. A. 2004. *Motor learning and control: Concepts and applications*. 7<sup>th</sup> ed. Boston: McGraw-Hill.
- Metsämuuronen, J. 2003. *Tutkimuksen tekeminen ihmistieteissä*. 2. uudistettu painos. Helsinki: International Methelp.
- Mulder, T., Zijlstra, W. & Geurts, A. 2002. Assessment of motor recovery and decline. *Gait Posture* 16(2), 198-210.

- Numminen, P. 1996. Kuperkeikka: varhaiskasvatuksen liikunnan didaktiikkaan. Helsinki: Lasten Keskus.
- Numminen, P. & Laakso, L. 2001. Liikunnan opetusprosessin A,B,C. Jyväskylän Yliopisto. Liikuntakasvatuksen laitos. Liikuntakasvatuksen tutkimus- ja kehittämiskeskus.
- Oxendine, J. B. 1984. Psychology of Motor Learning. 2<sup>nd</sup> ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Pankrazi, R. P. 2001. Dynamic physical education for elementary school children. 13<sup>th</sup> ed. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Payne, V. G. & Isaacs, L. D. 1998. Human motor development 4<sup>th</sup> ed. CA: Mayfield Publishing Company.
- Piscopo, J. & Baley, J. A. 1981. Kinesiology, the science of movement. NY: John Wiley & Sons.
- Rice, M. S. 2003. Motor learning strategies for well elderly: a pilot study. Physical & Occupational Therapy in Geriatrics 21(3), 59-74.
- Ruuskanen, J. 1997. Omaehtoisen sekä ohjatun liikunnan suunnittelu, toteutus ja arviointi. Teoksessa P, Era (toim.) Ikääntyminen ja Liikunta, 141-164. Likes- Research Reports on Sport and Health. 108. Jyväskylä.
- Ruuskanen, J. 1998. The impact of training on the acquisition of gross-motor tasks among elderly women in two different age groups. Likes- Research Reports on Sport and Health. 111. Jyväskylä.
- Sakari-Rantala, R. 2003. Iäkkäiden ihmisten liikunta- ja kuntosaliharjoittelu. Likes- research reports on sport and health. 142. Jyväskylä.
- Schaller, H. J. 1998. Bewegungsbiographie und motorische Lernfähigkeit im hohen Erwachsenenalter. Sportwissenschaft 28(2), 153-163.
- Scheid, V. 1994. Motorische Entwicklung in der frühen Kindheit. Teoksessa J. Baur, K. Bös & R. Singer. (toim.) Motorische Entwicklung. Schorndorf: Hofmann. 260-275.
- Schmidt, R. A. 1975. Motor skills. NY: Harper and Row.
- Schmidt, R. A. 1988. Motor control and learning. 2<sup>nd</sup> ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R. A. & Lee, T. D. 1999. Motor control and learning: behavioral emphasis. 3<sup>rd</sup> ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R. A. & Wrisberg, C.A. 2000. Motor learning & performance. 2<sup>nd</sup> ed. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Schumway-Cook, A. & Woollacot, M. J. 2001. Motor Control: Theory and Practical Applications. 2<sup>nd</sup> ed. Baltimore, MA: Lippincot Williams & Wilkins.
- Seidler-Dobrin R. D. & Stelmach, G. E. 1997. Practice and visual feedback in the elderly. Teoksessa. G. Huber (toim.) Healty aging activity and sports, University of Heidelberg. 109-117.
- Singer, R. N. 1988. Strategies and metastrategies in learning and performing self-paced athletic skills. *The Sport Psychologist*, 2(1), 49-68.
- Smith, C. D., Walton, A., Loveland, A. D., Umberger, G. H., Kryscio, R. J. & Gash, D. M. 2005. Memories that last in old age: motor skill learning and memory preservation. *Neurobiology of Aging* 26(6), 883-890.
- Spirduso, W. W. 1982. Physical fitness in relation to motor aging. Teoksessa. J.A Mortimer, F. J. Pirozzolo & G. J. Maletta. (toim.) *The aging motor system. Advantages in neurogerontology*. Vol 3, NY: Praeger Publishers, 120-151.
- Spirduso, W. W. 1995. *Physical dimensions of aging*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Steinberg, G. M. & Glass, B. 2001. Can the five-step strategy enhance the learning of motor skills in older adults? *Journal of Aging and Physical Activity*, 9(1), 1-9.
- Sääkslahti, A. 2005. Liikuntaintervention vaikutus 3-7 vuotiaden lasten fyysiseen aktiivisuuteen ja motorisiin taitoihin sekä fyysisen aktiivisuuden yhteys sydän ja verisuonitautien riskitekijöihin. *Studies in sport physical education and health* 104. Jyväskylän Yliopisto. Tilastokeskus. 2005. Väestötilastot. [http://www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/taskus\\_vaesto.html](http://www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/taskus_vaesto.html) 10.4.2005
- Tolonen, J. 2005. Harjoituslaitteen voimamittausjärjestelmän kehitys. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu. Tekniikka ja Liikenne. Opinnäytetyö.
- Tracy, B. L., Byrnes, W. C. & Enoka, R. M. 2004. Strength training reduces force fluctuations during anisometric contractions of the quadriceps femoris muscles in old adults. *Journal of Applied Physiology*. 96(4), 1530-1540.
- Tunney, N., Taylor, L. F., Gaddy, M., Rosenfeld, A., Pearce, N., Tamanini, J. & Treby, A. 2003. Aging and motor learning of a functional motor task. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics* 21(3), 1-16.
- Uusitalo, H. 1991. Tiede, tutkimus ja tutkielma. WSOY.

- Young, D. E., LaCourse, M. G. & Husak, W. S. 2000. A Practical guide to motor learning. 2<sup>nd</sup> ed. IO: Eddie Powers Publishing.
- Walker, N., Philbin, D. A. & Spruell, C. 1996. The use of signal detection theory in research on age-related differences in movement control. Teoksessa. A. Rogers, A. D. Fisk & N. Walker (toim.) Aging and skilled performance. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 45-64.
- Welford, A. T. 1982. Motor Skills and Aging. Teoksessa. J. A. Mortimer, F. J. Pirozzolo & G. J. Maletta (toim.)The aging motor system. Advantages in neurogerontology. Vol 3, New York, NY: Praeger Publishers, 152-187.
- Whiting, H. T. A. 1975. Concepts in skill learning. London: Lepus Books.
- Wilcox, S., Tudor-Locke, C. E. & Ainsworth, B. E. 2002. Physical activity patterns, assessment, and motivation in older adults. Teoksessa. R. J. Shephard (toim.) Gender, physical activity and aging. Boca Raton: CRC Press. 13-39.
- Wishart, L. R. & Lee, T. D. 1997. Effects of aging and reduced relative frequency of knowledge of results on learning a motor skill. *Perceptual and Motor Skills* 84(3), 1107-1122.
- Woollacot, M. H., Shumway-Cook, A. & Nashner, L. 1982. Postural Reflexes and Aging. Teoksessa. J.A Mortimer, F. J. Pirozzolo & G. J. Maletta. (toim.) The aging motor system. Advantages in neurogerontology. Vol 3, NY: Praeger Publishers, 98-119.

## LIITTEET

## LIITE 1

## TOIMINTAKYVYN KYSELYLOMAKE

Nimi: \_\_\_\_\_ Ikä: \_\_\_\_\_

Ammatti: \_\_\_\_\_ Asumismuoto: \_\_\_\_\_

Apuvälineet: \_\_\_\_\_

Seuraavassa tiedustellaan selviytymistänne päivittäisistä toiminnoista. Merkitkää sarakkeeseen toimintakykyne taso vastaava numero kunkin toiminnon kohdalle.

Tasot:           0 = selviän vaikeuksitta           3 = en selviä ilman toisen apua  
                   1 = on lieviä vaikeuksia           4 = en pysty autettunakaan  
                   2 = on suuria vaikeuksia

## Päiväys Huomioita

--	--

## PERUSTOIMINNOT (PADL)

1. SYÖMINEN		
2. PESEYTYMINEN		
3. WC-TOIMINNOT		
4. VUOTEeseen MENO JA POIS TULO		
5. PUKEUTUMINEN		
6. SISÄLLÄ LIIKKUMINEN		
7. ULKONA LIIKKUMINEN		
8. PORTAISSA LIIKKUMINEN		
9. VARPAAN KYNSIEN LEIK- KAAMINEN		

## ASIOIDEN HOITAMINEN (IADL)

10. LÄÄKKEIDEN ANNOSTELU JA OTTO		
11. PUHELIMEN KÄYTTÖ		
12. RUOANVALMISTUS		
13. KEVYET TALOUSTYÖT		
14. RAHA-ASIOIDEN HOITO		
15. PYYKINPESU		



<b>16. JULKISTEN KULKUVÄLINEIDEN KÄYTTÖ</b>		
<b>17. KAUPASSA KÄYNTI</b>		
<b>18. RASKAAT TALOUSTYÖT</b>		
<b>PISTEET YHTEENSÄ</b>		

(Lähde: Ikivihreät-projekti 1996, Laukkanen 1998)

**Seuraavien kysymysten tarkoituksena on selvittää sitä, miten selviydytte erilaisista ruumiillista ponnistelua vaativista toiminnoista.**

**Tasot:**            **0=selviän vaikeuksista;            3 = en selviä ilman toisen apua**  
                         **1=on lieviä vaikeuksia;            4 = en pysty autettunakaan**  
                         **2=on suuria vaikeuksia**

Päiväys

--	--

<b>1. Pystyttekö nousemaan portaita välillä levähtämättä yhden kerrosvälin ?</b>	_____	_____
<b>2. Pystyttekö kävelemään yhtäjaksoisesti vähintään 2 km ?</b>	_____	_____
<b>Jos pystytte kävelemään alle 2 km niin kuinka pitkän matkan ? _____</b>	_____	_____
<b>3. Pystyttekö juoksemaan ainakin 100 metriä ?</b>	_____	_____
<b>3. Pystyttekö nostamaan n. 10 kg painavan taakan (esim. täysinäinen vesiämpäri lattialta pöydälle)?</b>	_____	_____

(Lähde: Ikivihreät-projekti 1991)

Liikunnan harrastus viimeisen 2 viikon aikana  
krt/vko kesto

Kävely \_\_\_\_\_

Pyöräily \_\_\_\_\_

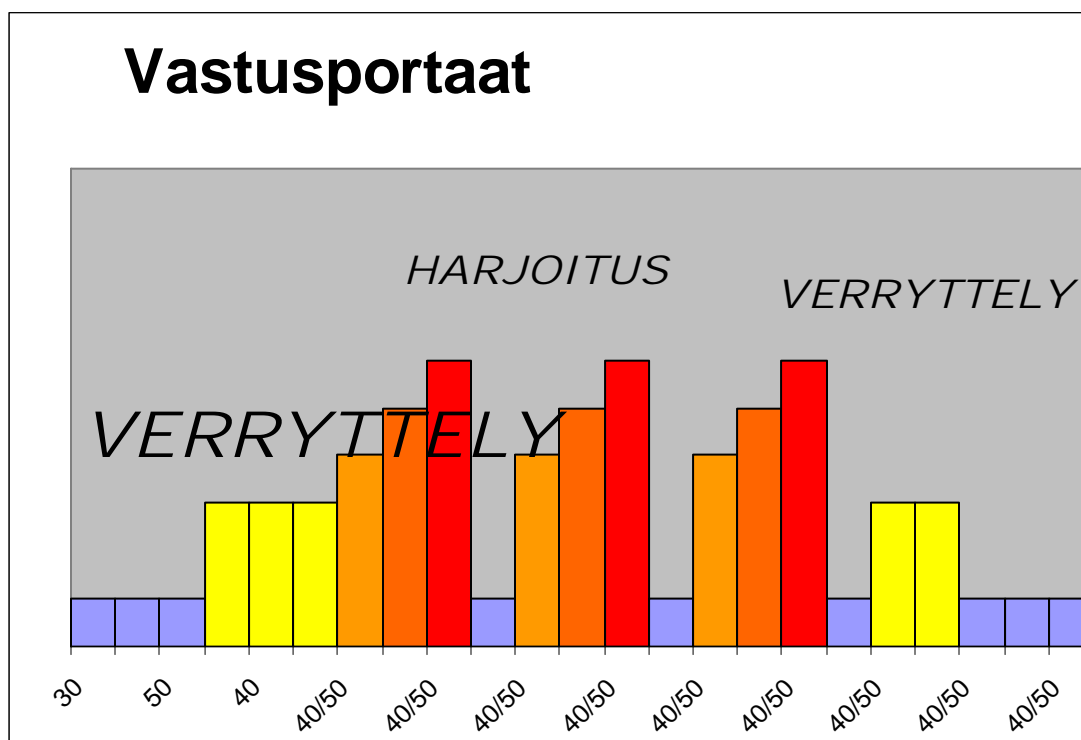
Juoksu \_\_\_\_\_

Uinti \_\_\_\_\_

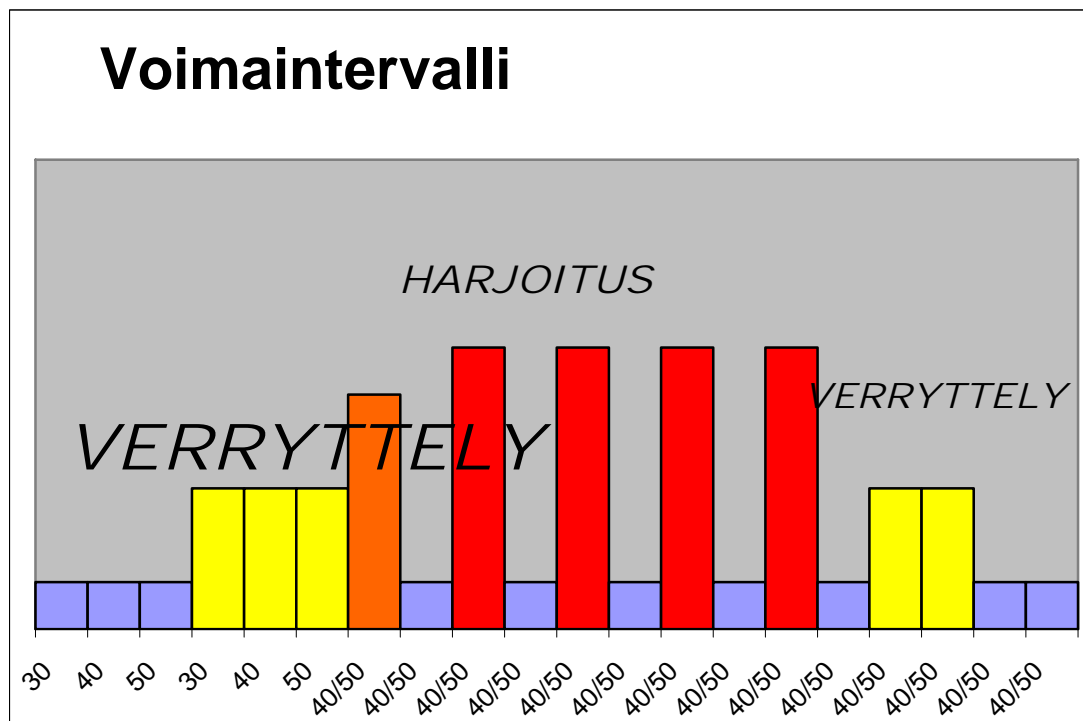
Muu, mikä \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## LIITE 2



## LIITE 3





## LIITE 5

Pro gradu tutkielma, syksy 2004/ Jarno Purtsi  
 LIHASHARJOITUSLAITTEEN KÄYTTÖTUTKIMUS / Uuden motorisen taidon oppiminen  
 Ympyröi

## Taustatiedot

Nimi \_\_\_\_\_

Ikä \_\_\_\_\_

Sukupuoli \_\_\_\_\_

Päivämäärä \_\_\_\_\_ 2004 Harjoituskerta:

## 1. Oliko tehtävän tavoite selkeä?

Selkeä				Epäselvä
1	2	3	4	5

## 2. Onko takaperin pyörivä liike?

Helppoa				Vaikeaa
1	2	3	4	5

## 3. Onko käyntikytkimen käyttö harjoituksen aikana?

Helppoa				Vaikeaa
1	2	3	4	5

## 4. Onko rytmin löytäminen ja siinä pysyminen?

Helppoa				Vaikea
1	2	3	4	5

## 5. Onko jarruttaminen?

Helppoa				Vaikeaa
1	2	3	4	5

## 6. Onko sopiva vastustaminen?(vihreän valon yhtenäinen palaminen)

Helppoa				Vaikeaa
1	2	3	4	5

## 7. Onko voimansäätely

Helppoa				Vaikeaa
1	2	3	4	5

## 8. Onko laitetta avustamatta oleminen ?

Helppoa				Vaikeaa
1	2	3	4	5

## 9. Onko rentouden ja työskentelyn vuorottelu?

Helppoa				Vaikeaa
1	2	3	4	5

## 10. Mikä harjoitusnopeuksista oli helpoin?

30rpm 40rpm 50rpm

## 11. Miten arvioisit omaa osaamistasi?

erinomaista				heikkoa
1	2	3	4	5