



Turun yliopisto
University of Turku

MINKÄ NUORENA HALLITSEE SEN AIKUISENA TAITAA?

Liikehallinnan pysyvyys kouluiästä aikuisikään -
24 vuoden seurantatutkimus

Joonas Kalari

Turun yliopisto

Kasvatustieteiden tiedekunta

Opettajankoulutuslaitos

Rauman yksikkö

Oppimisen, opetuksen ja oppimisympäristöjen tutkimuksen tohtoriohjelma

Työn ohjaajat:

Professori (emerita) Marjaana Soininen

Turun yliopisto

Kasvatustieteiden tiedekunta

Opettajankoulutuslaitos

Rauman yksikkö

Professori (emeritus) Heimo Nupponen

Turun yliopisto

Kasvatustieteiden tiedekunta

Opettajankoulutuslaitos

Rauman yksikkö

Tarkastajat:

Professori (emeritus) Lauri Laakso

Jyväskylän yliopisto

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Liikuntakasvatuksen laitos

Professori Heikki Ruismäki

Helsingin yliopisto

Käyttäytymistieteellinen tiedekunta

Opettajankoulutuslaitos

Vastaväittäjä:

Professori (emeritus) Lauri Laakso

Jyväskylän yliopisto

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Liikuntakasvatuksen laitos

Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck-järjestelmällä.

ISBN 978-951-29-6415-4 (Painettu)

ISBN 978-951-29-6416-1 (Sähköinen)

ISSN 0082-6995 (Painettu)

ISSN 2343-3205 (Verkojulkaisu)

Painosalama Oy – Turku, 2016

TIIVISTELMÄ

TURUN YLIOPISTO Kasvatustieteiden tiedekunta, opettajankoulutuslaitos, Rauman yksikkö

KALARI, JOONAS: Minkä nuorena hallitsee sen aikuisena taitaa?

Liikehallinnan pysyvyys kouluiästä aikuisikään – 24 vuoden seurantatutkimus.

Väitöskirja, 184 s., 18 liites. kasvatustiede, huhtikuu 2016

Tässä 24 vuoden pitkittäistutkimuksessa tutkitaan liikehallinnan kehitystä ja pysyvyyttä kouluiästä aikuisikään. Lisäksi ennustetaan ja selitetään aikuisiän liikehallintaa kouluiän liikehallinnan perusteella. Tutkimukseen osallistui 44 miestä ja 44 naista eri puolilta Suomea, joiden liikehallintaa mitattiin kouluiässä 1985 ja 1988 (9–16-vuotiaina) sekä aikuisiässä 2009 (33–39-vuotiaina). Liikehallintaa mitattiin kuudella liiketehtävämittarilla (flamingoseisonta, tarkkuusheittokiinnotto, kahdeksikkokuljetus, edestakaisinhypely, vauhditon 5-loikka ja kärrynpyörä) sekä niistä lasketulla summamuuttujalla.

Miesten ja naisten liikehallintaa vertailtiin varianssianalyysillä. Kouluiässä pojat menestyivät välineenkäsittelytehtävissä ja tytöt tasapaino- ja voimistelutehtävissä, mutta kokonaisuutena sukupuolten välillä ei ollut eroa. Aikuisena miehet olivat naisia parempia lähes kaikissa tehtävissä. Kovarianssianalyysissä havaittiin, että kehonrakenteeltaan (BMI) erilaisten ryhmien liikehallinnassa oli vain yksittäisiä eroja koulu- ja aikuisiässä.

Toistettujen mittausten varianssianalyysissä ilmeni, että kouluiässä molempien sukupuolten liikehallinnan kehitys oli samanlaista. Kouluiän jälkeen kevyiden ja keskipainoisten poikien liikehallinta parani, mutta painavien tulokset eivät muuttuneet. Kevyiden tyttöjen tuloksissa ei tapahtunut muutosta, mutta keskipainoisten ja painavien tulokset heikkenivät. Koululiikunnan tehostus- ja vertailuryhmien välille kouluiässä muodostuneet erot kaventuivat tai katosivat aikuisena. Kouluiän liikehallinnaltaan eritasoisten ryhmien väliset erot kaventuivat, mutta eivät poistuneet kouluiän jälkeen.

Klusterianalyysissä tutkittavat jakaantuivat kouluiässä neljään liikehallintatyyppiin (yleishyvät, tasapainoiset, pallotaitajat ja yleisheikot), jotka säilyivät myös aikuisiässä, mutta niiden väliset erot kaventuivat. Ristiintaulukointi ja khiin neliö -testi osoittivat, että tasoryhmän ja liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyys oli vahvaa kouluiästä aikuisikään. Koulu- ja aikuisiän liikehallintatulosten välinen korrelaatio oli naisilla (0.69) vahvempaa kuin miehillä (0.48). Yksittäiset mittaustulokset kouluiässä selittivät keskimäärin 33 % aikuisiän tuloksista (korrelaation neliö). Regressioanalyysissä miesten aikuisiän liikehallintaa selittivät kouluiän muuttujista parhaiten liikehallinnan monipuolisuus sekä liikkuvuus (61 %), mutta naisilla vain liikehallinnan monipuolisuus (37 %).

Miesten ja naisten erot liikehallinnassa syntyivät kouluiän jälkeen, mikä johtunee erilaisista liikuntatavoista ja -harrastuksista. Kouluiän liikehallinta määrittäi vahvasti varsinkin tytöillä aikuisiän liikehallintaa sekä yksilö- että ryhmätasolla, mikä korostaa monipuolisen koululiikunnan merkitystä. Yksilölliset muutokset olivat mahdollisia. Kouluiän jälkeen erityisesti naiset ja kehonrakenteeltaan painavat tarvitsisivat hermolihasarjelmää monipuolisesti kuormittavaa ja liikesuunniltaan moniulotteista liikuntaa liikehallinnan kehittämiseksi ja ylläpitämiseksi. Naisten liikehallinnan taantuminen varsinkin tasapainotehtävissä voi altistaa kaatumistapaturmille ja rajoittaa fyysistä toimintakykyä.

Asiasanat: liikehallinta, pitkittäistutkimus, kehitys, pysyvyys, liikehallintatyytit, ennuste

ABSTRACT

UNIVERSITY OF TURKU Faculty of Education, Department of Teacher Education
(Rauma)

KALARI JOONAS: Coordinative abilities from childhood to adulthood – A 24-year longitudinal study. Dissertation, 184 p. 18 app. Educational Science. April 2016

The aim of this longitudinal study is to investigate development and stability of coordinative abilities from childhood to adulthood. The predictors of adults' coordinative abilities at school age and the effect of school based intervention to coordinative abilities in adulthood are also explained. The sample consisted of 44 men and 44 women from different parts of Finland who were measured 1985 and 1988 (9-16 years old) and 2009 (33-39 years old). Coordinative abilities were measured with six movement tests: flamingo balance, throw and catch, ball dribbling, side jumps, standing 5 jump and cartwheel. Also the sum variable of the test results was used.

At school age boys were better in ball handling tasks and girls in balance and gymnastic tasks, but on the whole there was no differences between sexes. Adult men were better than women in almost every tasks. The BMI didn't explain the differences within the groups of men or women neither at school age nor as an adult.

The development of coordinative abilities at school age was similar in both sexes. After school age boys developed their results further but girls' results decreased. Especially light weight boys improved and heavy weight girls lost their results. The differences between intervention and control group disappeared as an adult. The differences between level groups at school age diminished but didn't disappear as an adult.

In cluster analysis participants were divided four different types at school age (all round experts, balanced, dribblers and general weaks). The types stayed same as an adult but the differences between the types narrowed. The position in the level group and the diversity of coordinative abilities were very stable from childhood to adulthood. The Pearson correlation between school age and adult results was stronger in women (0.69) than in men (0.48). Test results at school age explained 33 % about the test results as an adult. In regression analysis 61 % of men's coordinative ability was explained by the diversity of coordinative abilities and flexibility at school age. Women's coordinative ability was explained only by the diversity of coordinative abilities at school age (37 %).

The differences in coordinative abilities between adult men and women developed only after school age which was probably caused by different hobbies and moving habits. The coordinative abilities in adulthood are strongly determined at school age both in individual and group level and particularly in women. This emphasizes the importance of school physical education. Nevertheless large individual changes were possible. The development of coordinative ability call for neuromuscular varied load exercises and multidimensional movement. Popular activities in adulthood like walking, cycling and swimming are not enough. From a public health point of view the most significant result is the regression of women's coordinative abilities after school age particularly in balance tasks which might result in fall accidents and limit the capacity of independent life later.

Key words: Coordinative abilities, longitudinal, development, stability, types of coordinative abilities, prediction

ESIPUHE

Tämä kahdeksan vuotta kestänyt väitöskirjatyö sai alkunsa keväällä 2008 Rauman opettajankoulutuslaitoksessa toimiessani liikunnan didaktiikan lehtorina. Silloinen esimieheni professori Heimo Nupponen ehdotti tutkimustyötä hänen johtamansa Koululiikunnan vaikuttavuus -tutkimushankkeen (KOVA) parissa. Koin itseni enemmän liikunnanopettajaksi kuin tutkijaksi, mutta lupasin lähteä mukaan, jos saan tutkia ihmisen liikettä ja tutkimus liittyy liikunnanopettajan työhön. Tästä päästiin yhteisymmärrykseen ja sovimme että saisin tutkia KOVA -tutkimukseen osallistuneiden aikuisten liikehallintaa ja Heimo lupautui tutkimuksen toiseksi ohjaajaksi.

Elokuussa 2008 makasin olohuoneen lattialla, seurasin toisella silmällä Ateenan olympialaisia ja kirjoitin tutkimussuunnitelmaa, jolloin tutkimuksen aiheeksi konkretisoitui liikehallinnan kehitys ja pysyvyys kouluiästä aikuisikään. Aihe herätti innostusta, koska vastaavia kouluiästä aikuisikään ulottuvia liikehallintaan keskittyviä seurantatutkimuksia ei ollut aikaisemmin tehty. Tutkimuksen tarkoituksen pystyi tiivistämään kahteen perustavanlaatuisen kysymyksen koulun liikunnanopetuksen näkökulmasta: Mitä merkitystä liikehallinnan harjoittamisella kouluiässä on aikuisiän liikehallinnan kannalta ja ovatko kouluiässä taitavat myös taitavia aikuisia. Vaikka tarkempia tutkimuskysymyksiä asaroitiin matkan varrella useaan otteeseen, niin nämä kaksi kysymystä säilyivät keskiössä koko tutkimuksen ajan. Nyt huhtikuussa 2016 uskallan väittää, että liikehallinta aikuisena määrittäyty vahvasti jo kouluiässä, mutta suuretkin muutokset ovat mahdollisia myös kouluiän jälkeen - onneksi. Liikehallinnan harjoittamiselle kouluiässä on siis vahvat perusteet.

Tutkimuksen etenemistä elokuusta 2008 huhtikuun 2016 väitöspäivään voisi kuvailla sangen epälineaariseksi. Väliin on mahtunut seitsemän eri työtehtävää kahdella paikkakunnalla ja perhekoko on kasvanut kahdella työllä. Talvella 2012-2013 kirjoitin vain neljä sivua uutta tekstiä. Kevään jatko-opintoseminaarin jälkeen totesinkin, ettei tähän tällä tahdilla elinikä riitä, joten vauhtia oli kiristettävä. Loppukiri oli mahdollista kiitos ympäröivien ihmisten. Suuren kiitoksen ansaitsevat työni ohjaajat Marjaana Soininen ja Heimo Nupponen Rauman opettajankoulutuslaitoksesta, jotka vielä täysinpalvelleina professoreina jakoivat auttaa työni loppuunsaattamisessa. Marjaanaa kiitän erityisesti määrätietoisestä välitavoitteiden asettamisesta sekä ratkaisukeskeisestä positiivisesta palautteesta ja Heimoa koko tutkimuksen mahdollistamisesta, perusteellisesta pohja-aineistosta, väsymättömistä vastauksista sekä viisaista kysymyksistä, jotka pitivät tutkimuksen

otteessaan aina maaliin saakka. Kiitos myös väitökseni esitarkastajille professoreille Lauri Laaksolle ja Heikki Ruismäelle, joiden huolellisen, kannustavan ja rakentavan palautteen avulla työni hioutui lopulliseen muotoonsa. Haluan vielä muistaa Rauman opettajankoulutuslaitoksella esimiehenäni toiminutta Riitta Asantia, joka uutterasti huolehti siitä, että tutkimusta tehdään silloin kun siihen on tilaisuus, mutta antoi yhtälailla myös vilpittömää tukea suunnitelmilleni muilla työelämän poluilla.

KOVA -tutkimuksen aikuisiän liikehallinnan mittauksia toteutettiin eri puolilla Suomea. Mittauksia johtivat professori Heimo Nupponen sekä lehtorit Seppo Penttinen ja Mikko Pehkonen, joka valitettavasti siirtyi ajasta ikuisuuteen ennen tämän tutkimuksen valmistumista. Lisäksi mittauksissa oli eri tavoilla mukana lukuisa joukko Rauman, Turun, Joensuun, Oulun ja Rovaniemen opettajankoulutuslaitoksen henkilökuntaa ja opiskelijoita. Heille ja lisäksi mittauksiin osallistuneille 88 koehenkilölle kuuluu lämmin kiitos.

Tutkimusta ovat tukeneet Turun yliopistosäätiö ja Suomen kulttuurirahaston Satakunnan maakuntarahasto, joiden myöntämät apurahat ovat mahdollistaneet täysipäiväisen tutkimustyön. Myös Turun yliopiston Rauman opettajankoulutuslaitos on tukenut työtäni tarjoamallaan työtiloilla ja myöntämillään virkavapauksilla. Tutkimuksen viimeistelyyn ja jatko-opintojen loppuunsaattamiseen sain suurta apua Tampereen yliopiston kasvatustieteen yksiköltä, joka myönsi minulle erillisoikeuden suorittaa jatko-opintokursseja asuinpaikkakunnallani Tampereella ja luvan käyttää yksikön tiloja kirjoitustyöhön.

Väitöksen tekeminen oli pitkä ja mutkainen suoritus, jossa kirimaaleja oli vähän. Sangen hidasta ja sitkeää siis. Valmiuksista tällaiseen suoritukseen haluan kiittää ennen kaikkea vanhempiani Eliseä ja Tapania, jotka ovat aina sekä kannustaneet paneutumaan asioihin että myös antaneet tukea sille omalle jutulle, oli se sitten koristekanootti tai tohtorinhattu. Kiitän myös siskoani Tuulia mielenkiintoisista kysymyksistä ja kannustavista kommentteista vuosien varrella. Erityisen isot kiitokset kuuluvat vaimolleni Tanjalle, joka auttoi laittamaan lukuisat palikat kohdalleen sekä työn että arjen parissa unohtamatta jatkuvaa kannustusta ja positiivista suhtautumista rönsyileviin mietintöihini. Työnteko ei myöskään olisi ollut mahdollista ilman palautumista, josta on kiittäminen tyttäriäni Kaislaa ja Inkamaria, jotka väsymättä auttoivat jättämään työasiat sinne ”työopistoon”, kuten Inkamari asian ilmaisi.

Sisällys

1	JOHDANTO	13
2	LIKEHALLINTA	16
2.1	Fyysinen kunto, liikuntakyvyt ja liikehallinta.....	16
2.2	Liikehallinnan käsitteet	21
2.3	Liikehallinnan kehittyminen	33
2.3.1	Liikehallinnan kehitys iän mukana	34
2.3.2	Liikehallinnan harjoitettavuus	42
2.3.3	Liikehallinnan pysyvyys	47
2.3.4	Interventiotutkimukset	55
2.3.5	Liikehallinta eri aikakausina	60
2.3.6	Muita liikehallinnan kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä	61
3	TUTKIMUSONGELMAT.....	66
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	68
4.1	Tutkimuksen aineisto ja kohdejoukko.....	69
4.2	Liikehallintamittarit ja mittausten toteuttaminen	73
4.3	Käytetyt muuttujat ja mittareiden luotettavuus	74
4.3.1	Yksittäisten liikehallintamuuttujien ominaisuudet	75
4.3.2	Liikehallintamittareiden reliabiliteetti	79
4.3.3	Liikehallintamuuttujien reliabiliteetti ja validiteetti	82
4.3.4	Liikehallinnan summamuuttuja	84
4.3.5	Liikkuvuus- ja lihasvoimamuuttujat	86
4.4	Tilastolliset menetelmät	90
5	TULOKSET	92
5.1	Liikehallinta koulu- ja aikuisiässä.....	92
5.1.1	Sukupuolten väliset erot liikehallinnassa.....	92
5.1.2	Kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien väliset erot liikehallinnassa.....	94
5.1.3	Liikehallintatyypit.....	99
5.1.4	Liikehallinnan monipuolisuus.....	101
5.2	Liikehallinnan kehitys kouluiästä aikuisikään	102
5.2.1	Miesten ja naisten liikehallinnan kehitys.....	102
5.2.2	Liikehallinnan kehitys kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä	109
5.2.3	Koululiikunnan tehostuksen osuus liikehallinnan kehityksessä	115
5.3	Liikehallinnan pysyvyys kouluiästä aikuisikään.....	120
5.3.1	Liikehallinnan normatiivinen pysyvyys.....	120
5.3.2	Liikehallinnan suhteellinen pysyvyys.....	122

5.3.3	Liikehallintatyyppien pysyvyys 1988-2009	129
5.3.4	Liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyys.....	132
5.4	Aikuisiän liikehallinnan ennusteet.....	133
5.4.1	Yksittäisten muuttujien selitysosuudet.....	134
5.4.2	Ennusteet lähtötasoltaan erilaisten ryhmien liikehallinnan kehityksessä.....	135
5.4.3	Aikuisiän liikehallinnan selittäjät kouluiässä.....	138
6	POHDINTA.....	141
6.1	Luotettavuustarkastelu	141
6.2	Yhteenveto tutkimuksen tuloksista.....	145
6.2.1	Miesten ja naisten liikehallinnan kehitys	148
6.2.2	Kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien liikehallinnan kehitys.....	151
6.2.3	Koululiikunnan tehostuksen osuus kouluiän jälkeisessä liikehallinnan kehityksessä.....	153
6.2.4	Liikehallinnan pysyvyys kouluiästä aikuisikään.....	154
6.2.5	Aikuisiän liikehallinnan ennusteet ja selitysmalli.....	159
6.3	Johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset	162
7	LÄHTEET	170
8	LIITTEET.....	185

KUVIOLUETTELO

Kuvio 1	Motorinen suorituskyky (Hirtz 2007, 213 muunnettu).....	20
Kuvio 2	Liikehallinnan osa-alueet Blumen (1978) ja Hirtzin (2007) mukaan.....	24
Kuvio 3	Liikuntakykyisyyden rakenne (Nupponen 1997, 18)	25
Kuvio 4	Liikehallinnan ulottuvuudet (Bös & Mechling 1983, 185 muunnettu)	28
Kuvio 5	Motorisen suorituskyvyn kehitys iän mukana (Weiss 1978, 58 muunnettu).....	35
Kuvio 6	Liikehallinnan normatiivinen pysyvyys.....	48
Kuvio 7	Miesten koulu- ja aikuisiän istumaannousutestitulosten väliset yhteydet (Mikkelsen 2007, 72).....	49
Kuvio 8	Liikehallinnan yksilön sisäinen pysyvyys	53
Kuvio 9	Tutkimuksen kohdejoukon muodostuminen (Nupponen ym. 2010, 33)	70
Kuvio 10	Liikehallintatyypit vuonna 1988	100
Kuvio 11	Liikehallintatyypit vuonna 2009	100
Kuvio 12	Flamingoseisannon kehitys miehillä ja naisilla (asteikko käännetty).....	105
Kuvio 13	Tarkkuusheittokiinnioton kehitys miehillä ja naisilla.....	106
Kuvio 14	Kahdeksikkokuljetuksen kehitys miehillä ja naisilla.....	106
Kuvio 15	Edestakaisinhypelyn kehitys miehillä ja naisilla	107
Kuvio 16	Vauhdittoman 5-loikan kehitys miehillä ja naisilla	108
Kuvio 17	Kärrynpyörän kehitys miehillä ja naisilla	108
Kuvio 18	Liikehallinnan kehitys miehillä ja naisilla	109
Kuvio 19	Miesten liikehallinnan kehitys kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä kouluiästä aikuisikään (1988-2009)	113
Kuvio 20	Naisten liikehallinnan kehitys kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä kouluiästä aikuisikään (1988-2009)	114
Kuvio 21	Miesten tehostus- ja vertailuryhmien liikehallinnan kehitys kouluiästä aikuisikään (1988-2009).....	118
Kuvio 22	Naisten tehostus- ja vertailuryhmien liikehallinnan kehitys kouluiästä aikuisikään (1988-2009).....	119
Kuvio 23	Miesten ja naisten flamingoseisannon koulu- ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009).....	123
Kuvio 24	Miesten ja naisten tarkkuusheittokiinnioton koulu- ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009)	124
Kuvio 25	Miesten ja naisten kahdeksikkokuljetuksen koulu- ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009)	124

Kuvio 26	Miesten ja naisten edestakaisinhyppelyn koulu- ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009)	125
Kuvio 27	Miesten ja naisten vauhdittoman 5-loikan koulu- ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009)	126
Kuvio 28	Miesten ja naisten kärrynpyörän koulu- ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009)	126
Kuvio 29	Miesten ja naisten kokonaisliikehallinnan koulu- ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009)	127
Kuvio 30	”Yleishyvien” liikehallintaprofiilit 1988 ja 2009 sekä sukupuoli- ja kouluastevakioidut liikehallintamuuttujien tulokset	130
Kuvio 31	”Tasapainoisten” liikehallintaprofiilit 1988 ja 2009 sekä sukupuoli- ja kouluastevakioidut liikehallintamuuttujien tulokset	130
Kuvio 32	”Pallotaitajien” liikehallintaprofiilit 1988 ja 2009 sekä sukupuoli- ja kouluastevakioidut liikehallintamuuttujien tulokset	131
Kuvio 33	”Yleisheikkojen” liikehallintaprofiilit 1988 ja 2009 sekä sukupuoli- ja kouluastevakioidut liikehallintamuuttujien tulokset	132
Kuvio 34	Miesten kokonaisliikehallinnan kehitys tasoryhmittäin kouluiän jälkeen.....	137
Kuvio 35	Naisten kokonaisliikehallinnan kehitys kouluiän jälkeen tasoryhmittäin	138

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1	Liikehallinnan interventiotutkimukset	57
Taulukko 2	Aikuisiässä mittauksiin osallistuneiden ja osallistumattomien tulosten keskiarvot, keskihajonnat ja erojen merkitsevyydet kouluiässä syksyn 1985 mittauksissa	72
Taulukko 3	Aikuisiän liikehallintamittaukset vuonna 2009 (Kalari ym. 2012, 188 muunnettu)	74
Taulukko 4	Poikien ja tyttöjen ja liiketehtävämuitojien väliset ikävakioidut korrelaatiokertoimet vuosien 1985, 1988 ja 2009 mittauksissa	77
Taulukko 5	Yksittäisten muuttojien korrelaatiot (r) muiden muuttojien summaan.....	79
Taulukko 6	Tutkimuksessa käytettyjen liikehallintamittareiden toistoreliabiliteetti (r) aiemmissa tutkimuksissa.....	80

Taulukko 7	Liikehallinnan summamuuttujan Cronbachin alfa -kertoimet...	85
Taulukko 8	Liikkuvuus- ja lihasvoimamittarit vuoden 1988 mittauksissa ...	86
Taulukko 9	Liikkuvuus- ja lihasvoimamuuttujien keskinäiset yhteydet sekä yhteydet liikehallintamuuttujiin vuoden 1988 mittauksissa (osittaiskorrelaatio, ikävakiointu)	87
Taulukko 10	Tutkimusongelmat ja tilastolliset menetelmät	91
Taulukko 11	Sukupuolten väliset erot liikehallinnassa vuosina 1985, 1988 ja 2009.....	93
Taulukko 12	Miesten liikehallinnan ikävakioidut tulokset kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä ja niiden välisten erojen merkitsevyydet 1985, 1988 ja 2009.....	97
Taulukko 13	Naisten liikehallinnan ikävakioidut tulokset kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä ja niiden välisten erojen merkitsevyydet 1985, 1988 ja 2009.....	98
Taulukko 14	Koehenkilöiden jakautuminen luokkiin liikehallinnan monipuolisuuden perusteella mittausajankohdittain.....	102
Taulukko 15	Liikehallinnan kehitys miehillä ja naisilla (ANOVA).....	104
Taulukko 16	Liikehallinnan kehitys kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä 1988-2009.....	111
Taulukko 17	Liikehallinnan kehityksen vertailu koululiikunnan tehostus- ja vertailuryhmissä kouluiästä aikuisikään (1988-2009)	116
Taulukko 18	Liikehallinnan normatiivinen pysyvyys kouluiästä aikuisikään.	121
Taulukko 19	Ryhmän sisäisessä asemassa kouluiästä aikuisikään tapahtuneet muutokset liikehallinnassa.	121
Taulukko 21	Liikehallinnan suhteellinen pysyvyys kouluiästä aikuisikään (1988-2009) kehonpainoryhmittäin	128
Taulukko 22	Liikehallinnan monipuolisuuden riippuvuus mittausajankohtien välillä	133
Taulukko 23	Liikehallinnan monipuolisuudessa tapahtuneet muutokset mittausajankohtien välillä	133
Taulukko 24	Yksittäisten muuttujien korrelaatiot ja selitysosuudet koulu- ja aikuisiän tulosten välillä (1988-2009)	135
Taulukko 25	Lähtötasoltaan erilaisten ryhmien kokonaisliikehallinnan kehitys kouluiän jälkeen (1988-2009)	136
Taulukko 26	Aikuisiän liikehallintaa selittävät tekijät regressioanalyysissä.....	139

LYHENTEET

sek = sekunti

min = minuutti

krt = kertaa

cm = senttimetri

n = kohdejoukon lukumäärä

ka = keskiarvo

kh = keskihajonta

sp = sukupuoli

r = Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerroin

r_s = Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin

M = mies

N = nainen

P = poika

T = tyttö

p = tilastollinen merkitsevyys

* = melkein merkitsevä $p \leq 0.05$

** = merkitsevä $p \leq 0.01$

*** = erittäin merkitsevä $p \leq 0.001$

1 JOHDANTO

Koulun liikunnanopetuksen tavoitteena on vaikuttaa myönteisesti oppilaan fyysiseen, psyykkiseen ja sosiaaliseen toimintakykyyn ja hyvinvointiin. Tavoitteen saavuttamiseksi oppilaille pyritään tarjoamaan sellaisia taitoja, tietoja ja kokemuksia, joiden pohjalta on mahdollista omaksua liikunnallinen elämäntapa. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004.) Koululiikunnan pitäisi vastata sekä tämän päivän että toistaiseksi tunte mattoman tulevaisuuden liikuntakulttuurin tarpeisiin, jotta se tukisi oppilaiden liikunnalisen elämäntavan omaksumista. Tulevaisuuden liikuntaharrastusmahdollisuuksia on mahdoton ennustaa, joten on vaikea sanoa, mitkä taidot auttavat parhaiten harrastustavoitteen toteuttamisessa. Taitojen oppimisen peruseriaatteena voidaan pitää oppimaan oppimista, joka antaa edellytykset uusien lajien oppimiselle. (Laakso 2007, 21.)

Koulun liikuntatuntien määrä suhteessa laajaan sisältöön ja yhä lukuisempiin lajeihin harvoin riittää lajitaitojen ja -tietojen pysyvään omaksumiseen. Vähäisistä tuntimääristä huolimatta oppilaat voivat eri lajien ja liikuntamuotojen harjoittelemisen kautta kehittää yleistä liikehallintaa, joka muodostuu lajeista riippumattomista koordinatiivisista kyvyistä. Ne luovat edellytykset yksittäisten taitojen oppimiselle (Hirtz 1988; Roth & Winter 1994). Hyvä liikehallinta voi myös edistää taitojen oppimista (Fetz 1989; Ludvig & Hirtz 1981) ja sillä on ratkaiseva rooli monessa urheilusuorituksessa (Büsch & Strauss 2005). Liikehallinnan merkitys ei rajoitu vain koululiikuntaan tai kilpaurheiluun, vaan sitä tarvitaan monissa työtehtävissä ja arkipäivän toiminnoissa, esimerkiksi tasapainon ylläpitämisessä (Hirtz 1988). Liikehallinnan merkitys on huomioitu myös vuonna 2009 uusituissa aikuisten kansallisissa terveysliikuntasuosituksissa, jossa liikehallinnan osuutta kokonaisliikuntamäärästä suurennettiin aikaisempiin suosituksiin verrattuna (Terveysliikuntasuositukset 2009).

Koululaisten liikehallinnasta on tehty runsaasti tutkimuksia sekä Suomessa (Holopainen 1990; Nupponen, Halonen, Mäkinen, & Pehkonen 1991; Nupponen 1997) että ulkomailla, erityisesti Saksassa (mm. Bös 1987; Hirtz 1976; Hirtz & Hinsching 1983; Hirtz & Sharma 1995; Volbekiene & Gričiute 2007). Suurin osa tutkimuksista on tehty poikit-

taiasasetelmalla ja niissä on tutkittu sekä fyysistä kuntoa että liikehallintaa. Pitkittäistutkimuksia, joissa kehitystä on seurattu tiheästi vähintään kolmen vuoden välein, on tehty varsin vähän. Pisimmät Suomessa toteutetut tutkimukset ovat kestäneet kuusi vuotta (Holopainen 1990; Nupponen 1997) ja ulkomaillakin pitkäaikaisimmat tutkimukset ovat kestäneet kuudesta kahdeksaan vuotta (Hirtz 1988; Hirtz, Kopelmann & Sharma 1998).

Aikuisten liikehallintaa on tutkittu jonkin verran poikittaisaineistolla. Aikuisten liikehallintaan keskittyviä tutkimuksia ovat tehneet Rinne (2010) sekä Schielke ja Vilkner (1994). Lisäksi joissakin aikuisten kuntotutkimuksissa on ollut mukana liikehallintaa mittaavia osioita (esim. Eisfeld 2005; Tsigilis, Doua & Dokmakidis 2002).

Kouluiästä aikuisikään ulottuvista pitkittäistutkimuksista suurin osa on keskittynyt fyysisen kunnan mittaamiseen (esim. Andersen & Haraldsdóttir 1993; Barnekow-Bergkvist, Hedberg, Janlert & Jansson 1998; Mikkelsen 2007; Rutenfranz 1986). Muutamissa pitkittäistutkimuksissa käytetyissä testitehtävissä on ollut liikehallinnan merkitystä korostavia tehtäviä tai niissä on ollut mukana liikehallintaa mittaavia osioita (Ahnert 2005; Beunen, Lefevre, Claessens, Lysens, Maes, Renson, Simons, Vanden Eyende, Vanreusel & Van Den Bossche 1992; Kemper 1995; Lefevre, Beunen, Steen, Claessens & Renson 1990; Schott 2000). Näissä tutkimuksissa aikuisiän mittauskertoja on ollut harvakseltaan yhdestä kahteen kertaa. Kaikkiaan fyysisestä kunnosta ja liikehallinnasta on tehty erittäin vähän pitkittäistutkimuksia ja liikehallintaan keskittyvät pitkäaikaiset seurantatutkimukset kouluiästä aikuisikään puuttuvat kokonaan.

Liikehallintakykyjen tiedetään kehittyvän varhaislapsuudesta lähtien elimistön kypsymisen ja harjoittelun myötä. Nopein kehitysvaihe on 7–12-vuotiaana ennen murrosikää ja huippu saavutetaan 16–18 vuoden iässä. (Hirtz 1988, 50–51, Hirtz & Starosta 2002; Holopainen 1990, 26–29; Roth & Winter 1994, 193–198.) Kouluiän jälkeisestä liikehallinnan kehityksestä on niukasti tietoa. Joissakin tehtävissä suoritukset ovat parantuneet lähes 30 ikävuoteen saakka ja alkaneet sitten hiljalleen heiketä. Toisaalta on myös havaittu, kuinka joissain tehtävissä suoritukset ovat alkaneet heikentyä jo ennen 20 ikävuotta. (Beunen ym. 1992; Kemper 1995; Lefevre ym. 1990; Roth & Winter 1994; Schott 2000.) Kouluiän liikehallinnan kehitykseen on pystytty vaikuttamaan sekä liikuntatunteihin, että oppituntien ulkopuoliseen koulun liikuntaan kohdistuvilla interventioilla (Graf Koch, Falkowski, Jouck, Christ, Stauenmaier, Bjarnason-Wehrens, Tokarski, Dordel & Predel 2005; Graf, Koch, Falkowski, Jouck, Christ, Staudenmaier & Dordel 2008; Hirtz 1988; Nupponen

ym. 1991; Pehkonen 1999). Kouluiässä saavutetun liikehallinnan tason säilymisestä aikuisena on joitakin viitteitä, mutta aihe on edelleen kiistanalainen. Liikuntainterventioiden positiivinen vaikutus motoriseen kehitykseen lapsena ja nuorena on osoitettu useissa tutkimuksissa (esim. Hirtz & Forschungszirkel "N.A. Bernstein" 2007, 205-230), mutta interventioiden pitkäaikaisvaikutuksia ei ole tutkittu riittävästi.

Tämä tutkimus on kvantitatiivinen pitkittäistutkimus liikehallinnan kehityksestä 24 vuoden aikana kouluiästä aikuisikään. Tutkimuksen pohjana on vuosina 1985-1988 toteutettu Tehostetun koululiikunnan tutkimus (Nupponen ym. 1991), mikä antaa mahdollisuuden pitkittäisaineiston käyttöön. Tutkimuksen tavoitteena on kuvata samojen henkilöiden liikehallinnassa tapahtuneita muutoksia kouluiässä (1985-1988) ja aikuisiässä (2009), vertailla liikehallinnan kehitystä erilaisten ryhmien välillä, tutkia liikehallinnan pysyvyyttä kouluiästä aikuisikään ja etsiä selittäjiä aikuisiän liikehallinnalle. Tutkimuksessa on mukana myös kvasikokeellinen asetelma, jossa tarkastellaan vuosina 1985-1988 toteutettujen koululiikunnan tehostamistoimenpiteiden yhteyttä aikuisiän liikehallintaan koe- ja vertailuryhmien välillä.

Tutkimuksen aihevalintaa voidaan perustella sekä koululiikunnan että muun yhteiskunnan näkökulmasta. Opettajien on tärkeää tietää, milloin ja miten eri liikehallinnan osat alueet kehittyvät sekä millaisia mahdollisuuksia heillä on vaikuttaa oppilaiden liikehallintaan. Tieto kouluiän liikehallinnan mahdollisesta yhteydestä aikuisiän liikehallintaan on arvokasta koululiikunnan tavoitteiden arvioimisessa ja määrittelemisessä. Opetusviranomaiset ja opetussuunnitelmien laatijat tarvitsevat tietoa liikunnanopetuksen, liikuntainterventioiden ja muun koululiikunnan pitkäaikaisvaikutuksista päättäessään koululiikunnan tavoitteista, tuntimääristä sekä sisällöistä. Oppilaiden vanhemmilla on tarve saada perusteltua tietoa koulun liikunnasta ja sen päämääristä voidakseen vaikuttaa lastensa muuhun liikuntaan. Myös oppilaille voidaan paremmin perustella ja motivoida, miksi ja millaista liikuntaa koulussa opetetaan. Aikuisiän liikehallinnan näkökulmasta on mielenkiintoista tietää, kuinka kouluiässä saavutettu liikehallinnan taso pysyy kouluiän jälkeen sekä onko liikehallinnan harjoittaminen tarpeellista jo kouluiässä. Koululiikunnan tutkimustietoa tarvitaan myös koulujen oppituntien ulkopuolisen liikuntakulttuurin kehittämiseksi. Tieto liikehallinnan kehityksestä auttaa myös terveystieteellisiä kohdentamaan liikuntasuosituksia ja mahdollisia interventioita entistä paremmin eri ikäryhmille. Voidaan myös pohtia, millainen eri-ikäisten liikehallinnan tason tulee olla terveyden ja toimintakyvyn kannalta ja miten sitä voidaan edistää.

2 LIIKEHALLINTA

Liikehallinta on monille tuttu käsite arkikielessä, jossa sille annetaan hyvin monenlaisia merkityksiä kuvaamaan ihmisen liikkumista. Liikehallinnan käsitteenmäärittely ei ole yksiselitteistä myöskään tieteellisissä teksteissä, joissa sille on annettu useita samansuuntaisia, mutta varsinkin teoreettisista viitekehyksistään erilaisia määritelmiä. Tämä kuvastaa liikehallinta -käsitteen moniulotteisuutta ja toisaalta epätietoisuutta käsitteen suhteesta muihin läheisiin käsitteisiin. Liikehallinnan systemaattinen tutkiminen edellyttää käsitteen suhteuttamista muihin läheisiin käsitteisiin (fyysiseen kuntoon, liikuntakykyihin, motoriseen suorituskyykyyn) sekä erilaisten liikehallinnan käsitteenmäärittelyjen vertailua ja synteesiä.

2.1 Fyysinen kunto, liikuntakyvyt ja liikehallinta

Koululaisten kuntotestien kehitystyö alkoi Amerikassa 1950-luvulla (Kraus & Hirschland 1954) eurooppalaisten seuratussa perässä 1960-luvulta lähtien (Hebbelinck & Borms 1969; Haag 1970). Suomessa koululaisten kunnan mittaamiseen tarkoitettujen testipatteristojen kehittäminen käynnistyi 1960- ja 1970-lukujen taitteessa Juhani Kirjosen tutkimusryhmän johdolla (Kirjonen & Laakso 1969; Kirjonen & Mattila 1969; Kirjonen & Laakso 1971; Laakso 1972). Kirjosen ryhmän tutkimus ja testistöt kohdistuivat poikiin. Tytöt otettiin mukaan kuntotutkimuksiin 1970-luvun lopussa, jolloin Nupponen (1979) julkaisi laajemmat, molemmille sukupuolille suunnitellut testistöt. Niiden myötä kuntotesteistä tuli olennainen osa koulujen liikunnanopetusta. Koululaisten fyysisen kunnan mittaaminen on aina herättänyt kiivasta keskustelua puolesta ja vastaan (Kemper & Van Mechelen 1996). Yksi syy tunteikkaaseen keskusteluun on *fyysinen kunto* -käsitteen laajuus ja epämääräisyys, joka jättää varaa tulkinnalle ja väärinymmärryksille. Fyysinen kunto -käsite on operationalisoitava huolellisesti, jotta sen mittaamiselle voidaan luoda yksiselitteiset tavoitteet. (Pate 1988; Seefeldt & Vogel 1989.) Fyysisestä kunnosta on olemassa lukuisia määritelmiä 1920-luvulta lähtien (esim. Caspersen, Powell & Christenson 1985; Clarke 1967; Darling 1948; Nupponen 1997; Pate 1988; Rogers 1926). Fyysisen

kunnan määritelmät voidaan jakaa suorituskykyä tai terveystuntoa painottaviin määritelmiin. (Pate 1988; Eurofit 1988).

Fyysistä kuntoa kuvaava englanninkielinen käsitteistö Euroopassa on muodostunut pitkälle EUROFIT -kuntotestistöä (Eurofit 1988) edeltäneen tutkimustyön tuloksena. EUROFIT on Euroopan Unionin jäsenmaille kehitetty yhteinen kouluikäisten nuorten fyysisen kunnan mittaamiseen tarkoitettu testipatteristo, josta on tehty myös aikuisille sopiva versio (Eurofit 1988; Oja & Tuxworth 1995). EUROFIT -kuntotestistön teoreettisessa viitekehyksessä fyysinen kunto (physical fitness) on jaettu terveystuntoon (health related fitness) ja suorituskykyyn liittyvään kuntoon (performance related fitness). *Terveystunnon*lla tarkoitetaan kykyä suoriutua päivittäisistä työtehtävistä ja ylläpitää sellaista kuntoa, jolla vältetään liikkumattomuudesta johtuvat sairaudet. *Terveystuntoa* voidaan jakaa hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintaan, lihasvoimaan ja -kestävyyteen, liikkuvuuteen sekä kehon koostumukseen. *Suorituskykyyn* liittyvä kunto tarkoittaa motorisia kykyjä ja psykomotorista kapasiteettia, jotka vastaavat liikkeen kontrollista ja toteutuksesta. Siihen kuuluvat edellä mainittujen terveystunnon osa-alueiden lisäksi ketteryys, teho, nopeus ja tasapaino. Suorituskykyyn liittyvä kunto kuvaa fyysistä kuntoa kokonaisuutena ja terveystuntoa on sen osa-alue. (Eurofit 1988; Georgiades & Klissouras 1989.) Myös Yhdysvalloissa käytetään käsitteitä suorituskykyyn liittyvä kunto ja terveystuntoa, joiden määritelmät ovat lähes identtisiä EUROFITissä esitetyn fyysisen kunnan määritelmien kanssa (mm. Pate 1983 & 1988; Bouchard & Shepard 1994; ACSM's health related fitness manual 2005). Saksankielisellä kielialueella suorituskykyyn liittyvästä kunnosta käytetään käsitettä motorinen suorituskyky *Motorische Leistungsfähigkeit* (esim. Bös & Mechling 1983; Hirtz 1988; Roth 1982), jonka englanninkielinen vastine on motor performance (mm. Pate 1988; Malina, Bouchard & Bar-Or 2004; Schmidt & Wrisberg 2004).

Edellä esitetyn fyysinen kunto -käsitteen määrittelyiden taustalla on ajatus siitä, että on olemassa erilaisia latenteja liikuntakykyjä, jotka määrittävät ihmisen suorituskyvyn erilaisissa liike- ja liikuntatehtävissä. *Liikuntakyvyt* ovat melko pysyviä, osin perittyjä ja osin harjoituksen tuloksena kehittyneitä yleisiä psyykkisiä ja fyysisiä suorituskykyjen edellytyksiä, jotka ilmenevät liiketehtävien kautta. *Liikuntakyvyt* eivät rajoitu tiettyihin lajeihin, vaan ne ovat kaikkien havaittavien liikkeiden taustalla. Ne luovat edellytykset yksittäisten taitojen oppimiselle ja kehittymiselle. *Liikuntakykyjen* kehittyminen on sidoksissa biologiseen ikään, sukupuoleen ja fyysiseen toimintaan (Bös & Mechling 1983, 66-97; Hirtz

1988, 8-32; Roth 1982, 19-36; Schmidt & Wrisberg 2004, 25-47). Liikuntakykyjen tutkimuksella on pitkä historia sekä amerikkalaisessa (Clarke 1967; Fleishman 1964) että saksalaisessa (Gundlach 1968; Schnabel 1973) liikuntatutkimusperinteessä. Saksassa liikuntakykyjä kuvataan käsitteellä *Motorische Fähigkeiten*. (mm. Bös & Mechling 1983; Bös 1987; Hirtz 1988 & 2007; Roth 1982). Englanninkielessä liikuntakyvyistä käytetään käsitettä *Motor Abilities* (esim. Fleishman 1964; Schmidt & Wrisberg 2004). Suomessa vastaava käsite on liikuntakykyisyys (Holopainen 1990; Nupponen 1997; Pitkänen, Komi, Nupponen, Rusko, Telama & Tiainen 1979).

Liikuntakykyjen jaotteluista on esitetty lukuisia näkemyksiä (ks. Bös & Mechling 1983, 71), joissa kykyjen lukumäärä on vaihdellut muutamista useisiin kymmeneen (Schmidt & Wrisberg 2004, 47). Liikuntakykyjen jaottelut perustuvat faktorianalyyysiin (esim. Fleishman 1964; Hirtz 1988, Pitkänen 1964), käsiteteoreettiseen päättelyyn (esim. Roth 1981; Mechling 1982) tai teoreettisen päättelyn ja tilastollisten menetelmien yhdistelmiin (Roth 1982).

Saksassa liikuntakyvyt on jaoteltu kuntokyyhiin ja koordinaatiivisiin kykyihin (mm. Bös 1987; Bös ja Mechling 1983; Gundlach 1968; Hirtz 1988; Roth 1982). Amerikkalaisista liikuntakykyjen määrittelyistä tunnetuin on Fleishmanin (1964) esittämä liikuntakykyjen jako havaintomotorisiin kykyihin ja fyysisiin kykyihin. Havaintomotoriset kykyjen määritelmät muistuttavat saksalaisia koordinaatiivisten kykyjen määritelmiä, mutta niissä on lisäksi eritelty tiettyjen raajojen toimintaan ja hienomotoriikkaan liittyviä kykyjä, joista ei ole erikseen mainintoja saksalaisissa käsitteistöissä. Fleishmanin (1964, 8-26) havaintomotoristen kykyjen jaottelua voidaan kritisoida tulosten sovellettavuuden osalta, sillä se perustuu nuorilla miehillä istuma-asennossa teetettyihin testeihin. Käsite on pikeminkin teoreettinen erittely psykomotorisista kyvyistä kuin käytännön liikunnanopetukseen soveltuva viitekehys. Fleishmanin (1964, 27-37) fyysiset kyvyt -käsite puolestaan muistuttaa saksalaisten kunto- ja koordinaatiokyky -käsitteiden yhdistelmää. Saksassa kuntokyvyyllä tarkoitetaan kestävyyttä, voimaa ja nopeutta sekä niiden alalajeja, kun taas Fleishman liittää fyysisiin kykyihin edellä mainittujen lisäksi vielä koordinaatioon, liikkuvuuteen ja tasapainoon liittyviä kykyjä. Saksalaisessa käsitteistössä koordinaatiokyvyyt ja liikkuvuus on erotettu kuntokyvyyistä.

Liikuntakykyjen jakoa kunto- ja koordinaatiivisiin kykyihin voidaan perustella elimistön fysiologisten toimintojen näkökulmasta. Kuntokyvyyt kuvaavat elimistön energiantuotto-

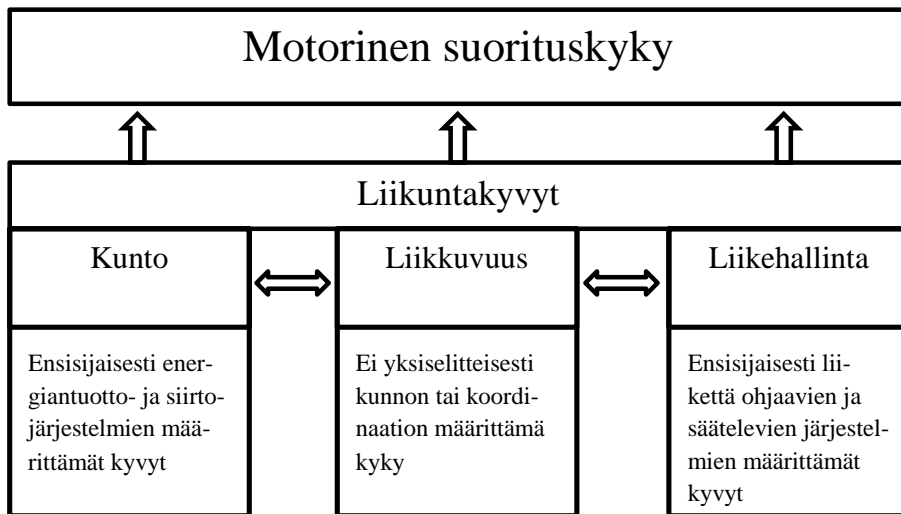
ja siirtojärjestelmän toimintaa, kun taas koordinatiivisilla kyvyillä tarkoitetaan liikettä ohjaavien ja säätelevien järjestelmien toimintaa. (Bös 1987; Bös & Mechling 1983; Hirtz 1988 & 2007; Roth 1982.) Kunto- ja koordinatiivisten kykyjen rajaa on kuitenkin mahdoton määritellä, koska molempia kykyjä tarvitaan kaikissa liiketehtävissä. Ne ovat toisistaan riippuvaisia ja toimivat yhteistyössä toisiaan täydentäen. Esimerkiksi Lämmle, Tittlbach, Oberger, Worth ja Bös (2010) sekä Busch, Strauß, Seidel, Pabst, Tietjens, Müller, Kretschmer ja Wirszing (2009) ovat osoittaneet, että kunto- ja koordinaatiokykyjen erottelu on ennemminkin teoriaan kuin todellisuuteen perustuva. Jaottelu on kuitenkin laajalti käytetty, se on ymmärrettävä, looginen ja mielekäs käytännön sovelluksissa. Rajanvedon ongelmat ilmenevät yksilöllisesti koordinatiivisesti haastavissa suorituksissa, jotka kuormittavat voimakkaasti myös energiantuotto- ja siirtojärjestelmää.

Useimmissa liikuntakykyjen jaotteluissa on mukana myös liikkuvuus. Liikkuvuutta ei kuitenkaan pidetä varsinaisena kykynä, mutta sillä on merkittävä vaikutus liiketehtävistä suoriutumiseen yhdessä kunto- ja koordinatiivisten kykyjen kanssa. Liikkuvuus on energia-aineenvaihdunnallisesti passiivinen eikä se ole suoranaisesti riippuvainen kunto- tai koordinaatiokyvyistä, vaan muodostaa oman erillisen ominaisuusalueensa (Bös 1987, 95; Bös & Mechling 1983, 199; Hirtz 2007, 228). *Liikkuvuus kuvaa nivelten liikelaajuutta sekä lihasten, jänteiden ja nivelsiteiden joustavuutta ja se voidaan jakaa staattiseen ja dynaamiseen liikkuvuuteen* (Gaschler 1994, 181-190; Nupponen 1997, 19). Liikkuvuudesta käytetään myös nimitystä notkeus.

Kuntokykyjen määritelmässä on runsaasti yhteneväisyyksiä, kun taas koordinatiivisista kyvyistä eli liikehallinnasta on paljon erilaisia näkemyksiä (Bös 1987; Bös ja Mechling 1983; Clarke 1967; Fleishman 1964; Gundlach 1968; Hirtz 1988 & 2007; Meinel & Schnabel 2007; Nupponen 1997; Pitkänen ym. 1979; Roth 1982). *Kuntokyvyt ovat joukko kykyjä, jotka kuvaavat energiantuotto- ja siirtojärjestelmän toimintaa fyysisessä rasituksessa. Kuntokykyjä ovat kestävyys, voima ja nopeus sekä niiden alalajeina aerobinen kestävyys, anaerobinen kestävyys, kestovoima, maksimivoima, nopeusvoima, kiihtyvyys ja maksiminopeus.* (Bös 1987, 84-99; Nupponen 1997, 17-19; Pitkänen ym. 1979, 121.).

Kuviossa 1 on esitetty Hirtzin (2007, 13) näkemys motorisesta suorituskyvystä, joka havainnollistaa hyvin saksankielisessä kirjallisuudessa käytettyä liikuntakykyjen jaottelua. Suomessa käytetty liikuntakykyjen jaottelu muistuttaa saksalaista kunto- ja koordinatiivisten kykyjen käsitejärjestelmää. Suomen kielessä käytetään vastaavia käsitteitä kunto

ja liikehallinta (Holopainen 1990, 21-31; Nupponen 1997 14-21, Pitkänen ym. 1979).
Liikehallinta on tämän tutkimuksen keskeisin käsite ja se määritellään luvussa 2.2.



Kuvio 1 Motorinen suorituskyky (Hirtz 2007, 213 muunnettu)

Arkikielessä liikuntakyvyt ja -taidot sekoitetaan usein toisiinsa, mutta niillä on kuitenkin olennaisia eroja. **Kyvyt** ovat latentteja perimän ja harjoittelun kautta kehittyneitä suorituskykyedellytyksiä, jotka eivät ole suoraan havaittavissa, vaan ilmenevät liiketehtävien kautta. **Taidot** ovat harjoittelun tuloksena muodostuneita havaittavia tehtäväspesifejä suorituksia. Kykyjä on selkeästi vähemmän kuin taitoja, joita voi olla satoja ja jopa tuhansia määritelmistä riippuen. Kyvyt ja taidot ovat toisistaan riippuvaisia siten, että kykyjen kehittyminen vaikuttaa taitojen kehittymiseen ja vastaavasti taitoja harjoittamalla voi kehittää myös kykyjä. (Bös 1987, 82-83; Schmidt & Wrisberg 2004, 25-47.) Nupponen (2001) kuvaa kykyjä ”kompetenssiksi” ja taitoja ”performanssiksi”. Esimerkiksi sirkustaiteilijalla, joka on hyvä kävelemään nuoralla, ajamaan yksipyöräisellä ja kävelemään puujaloilla, on todennäköisesti hyvä tasapainokyky. On kuitenkin vaikea selvittää, onko hänen tasapainokykynsä kehittynyt edellä mainittuja taitoja harjoittelemalla vai onko hän oppinut kyseiset taidot hyvin siksi, että hänellä oli lähtökohtaisesti hyvä tasapainokyky joko perimän tai joidenkin muiden taitojen harjoittelemisen kautta. Taitojen ja suorituksen kehittyminen tapahtuu kykyjen määrittämässä rajoissa (Schmidt & Wrisberg 2004, 30-31). Paraskaan lajitekniinen osaaminen ei riitä alle kymmenen sekunnin tulokseen sadan metrin juoksussa, mikäli henkilön voima- ja nopeuskyyt ovat puutteelliset.

Liikuntakykyjen mittaamisessa käytetyt motoriset testit ovat aina sidoksissa suorituksessa vaadittaviin taitoihin. Testisuoritus ilmentää siten sekä taitoa että sen taustalla vaikuttavia kykyjä. Liikuntakykytesteillä pyritään arvioimaan yksilön sisäisiä prosesseja konkreettisten tehtävien avulla. (Bös 1987, 82-83; Kemper & Van Mechelen 1996.) Esimerkiksi tässä tutkimuksessa käytetyn flamingoseisonta -testin tulos on riippuvainen sekä spesifistä taidosta (yhdellä jalalla seisominen), että yleisistä kyvyistä (mm. tasapainokyky ja kinesteettinen erottelukyky) ja tuntemattomista tekijöistä (virhevarianssi). Liikuntakykyjen mittaamisessa käytetyissä testeissä on yritetty välttää suoraan tiettyihin liikuntalajeihin liittyviä suorituksia, jotta ne mittaisivat mahdollisimman hyvin yleisiä kykyjä spesifien taitojen sijaan, eivätkä siten suosisi jonkin liikuntalajin harrastajia. Mikäli testisuoritus edellyttää tietyn taidon hallitsemista, sen harjoittelu vaikuttaa testitulokseen ja testi mittaa enemmän oppimista kuin kykyjä (Kemper & Van Mechelen 1996). Testien valinnassa on keskeistä arvioida, missä määrin testi mittaa yleisiä kykyjä ja missä määrin testisuoritukseen liittyvää spesifiä taitoa. Koska testitulos riippuu suorituksessa vaadittavasta taidosta, henkilön liikuntakykyjen arvioinnissa olisi luotettavuuden vuoksi käytettävä useita testejä.

2.2 Liikehallinnan käsitteet

Liikehallinnan käsitteissä ja niiden sisällöissä on runsaasti vaihtelua kielialueesta riippuen. Saksassa liikehallintaa on tutkittu perusteellisesti ja liikehallinnasta käytetään yksiselitteisesti saksankielistä termiä **Koordinative Fähigkeiten**, jonka määritelmät ovat myös hyvin yhteneviä. Englanninkielisessä liikuntatutkimuksessa liikehallinnan määritelmät ovat hajanaisempia ja saksankielistä Koordinative Fähigkeiten -käsitteen vastinetta on vaikea löytää. Suoraa käännöstä **Coordinative Abilities** esiintyy varsin harvoin. Sisällöltään saksankieliseen käsitteeseen ainakin osittain viittaavia yleisempiä englanninkielisiä käsitteitä ovat esimerkiksi **motor fitness**, **motor performance**, **neuromuscular fitness**, **motor abilities**, **motor functional capacity**, joiden määritelmät ovat kuitenkin saksankielistä Koordinative Fähigkeiten -käsitettä laajempia sisältäen usein sekä kuntoon (**fitness**), että taitoihin (**motor skills**) liittyviä elementtejä. Suomessa liikehallinta -käsitteen rinnalla on käytetty käsitteitä koordinaatiokyky ja suoraa saksankielistä käännöstä koordinaatiiviset kyvyt, jotka kaikki on määritelty sisällöltään lähes vastaavaksi saksalaisen Koordinative Fähigkeiten -käsitteen kanssa.

Tässä tutkimuksessa liikehallinnalla (liikehallintakyvyillä) tarkoitetaan perimän ja harjoittelun yhdessä muovaamia yleisiä suorituskykyedellytyksiä, jotka ovat osa liikuntakykyisyyttä yhdessä kuntokyvujen ja liikkuvuuden kanssa ja luovat edellytykset taitojen oppimiselle. Liikehallinta -käsitteen suhde muihin läheisiin käsitteisiin ilmenee kuviossa 1 esitetystä motorisen suorituskyvyn viitekehyksessä (Hirtz 2007, 13). Tutkimuksen käsitteistö ja teoriatausta nojaavat hyvin vahvasti saksan- ja suomenkieliseen liikehallintatutkimukseen, joissa on käytetty käsitteitä Koordinative Fähigkeiten ja liikehallinta. Täsmällisen englanninkielisen liikehallinta -käsitteistön puuttuessa englanninkielistä liikuntatutkimusta on hyväksytty mukaan erilaisilla käsitteillä, mikäli niiden sisällöstä oli selkeästi havaittavissa liikehallintaan liittyviä elementtejä, kuten viittauksia yleisiin suorituskykyedellytyksiin. Englanninkielisessä tutkimuksessa hyvin yleinen, harjoittelun ja oppimisen merkitystä korostava liikuntataitojen käsite (motor skills) ja niihin liittyvät tutkimukset on rajattu ulkopuolelle, koska tutkimuksessa haluttiin selvittää nimenomaan liikehallinnan kehitystä ja pysyvyyttä liikkeiden harjoittelun ja oppimisen sijaan.

Liikehallinta- ja koordinatiiviset kyvyt -käsitteet ovat hyvin samansisältöisiä. Nupponen (1997, 17) mukaan *liikehallinnalla ymmärretään niitä liike- ja liikuntatehtävissä ilmeneviä yksilöllisiä piirteitä, joissa liikettä ohjaavan järjestelmän toimivuus on keskeistä.* Koordinatiivisilla kyvyillä taas tarkoitetaan suhteellisen pysyviä ja yleisiä suorituskykyedellytyksiä, jotka vastaavat liikkeen ohjaus- ja säätelyprosessista (Hirtz 2007, 212-214). Tiukasti tulkittuna koordinatiivisilla kyvyillä tarkoitetaan vain liikkeen hermostollista säätelyä, kun taas liikehallinta voidaan ymmärtää hieman laajempaan käsitteeseen sisältäen myös lihas-, jänne- tasapaino-, kuulo- ja tuntoaistin tuoman havaintoinformaation liikkeen ohjauksessa. Liikehallinta -käsite ei erittele perimän ja oppimisen osuutta liikesuorituksessa (Nupponen 1997, 17). Toisaalta myös Hirtz (2007, 212-214) sekä Roth ja Winter (1994 191-193) tuovat esiin eri aistikanavien havaintoinformaation sekä perimän ja oppimisen merkityksen koordinatiivisiin kykyihin. Käsitteiden väliset erot ovat hiuksenhienot johtuen enemminkin määrittelijöistä ja kielellisistä tulkinnoista kuin eripuraisesta teoreettisesta taustasta. Tässä tutkimuksessa liikehallinta -käsitteellä tarkoitetaan sekä liikehallintaa että koordinatiivisia kykyjä.

Liikehallinta -käsitettä ei ole laajalti käytetty suomalaisessa liikuntakirjallisuudessa johtuen käsitteenmäärittelyn vaikeudesta (Nupponen 1997, 17). Toisaalta siihen liittyvä laaja saksankielinen tutkimus on jäänyt kielimuurin vuoksi vähälle huomiolle. Suomessa liikehallinta -käsite on tullut tunnetuksi lähinnä Pitkäsen ja muiden (1979), Holopaisen (1990)

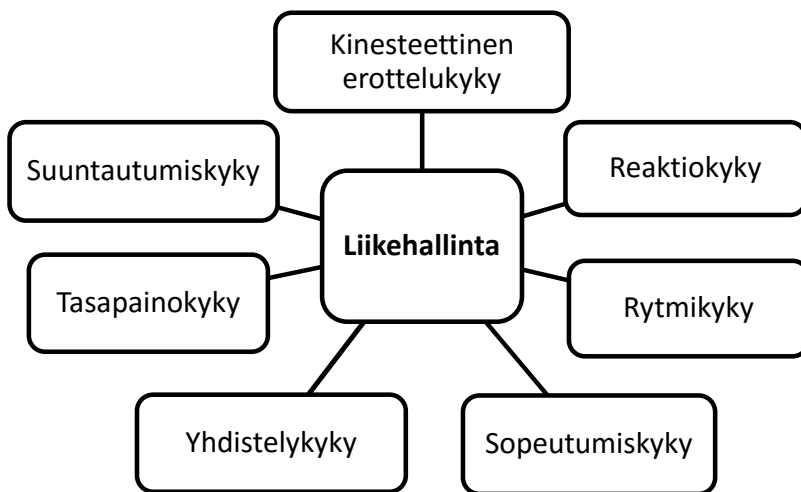
ja Nupposen (1981; 1997) tutkimuksista. Arkikielessä liikehallinta -käsitettä käytetään usein epämääräisesti viitaten jollakin tavalla taitavaan suoritukseen. Ilmaisua ei ole aivan vailla perusteita, sillä mm. Hirtz (2007) määrittelee taitavuuden yleiseksi ominaisuudeksi suorittaa monimutkaisia liikkeitä ja luokittelee taitavuuden koordinaatiokykyjen yläkäsitteeksi. Liikehallinta sekoitetaan helposti myös varhaiseen käsitykseen siitä, että on olemassa yksi yleinen motorinen kyky (general motor ability), jolla voitaisiin selittää kaiken liikuntataitojen oppimista. Tämä käsitys on kiistanalainen ja nykyisin korostetaan eri tehtävissä vaadittavien kykyjen olevan tehtävä- ja tilannespesifejä eikä ole olemassa yhtä yleistä liikunnallista oppimiskykyä. (Hirtz 2007; Schmidt & Wrisberg 2004, 25-47.)

Liikehallinnan osa-alueita kutsutaan liikehallintakyvyiksi. Niiden määrittely on huomattavasti kuntokkyjä vaikeampaa, koska hermostollisella tasolla tapahtuvan liikkeen ohjauksen ja liikkeen lopputuloksen välisistä yhteyksistä ei toistaiseksi tiedetä riittävästi. Esimerkiksi voiman tuottamiseen vaikuttavien kehon rakenteen (mm. lihassolujakauma ja -rakenne), fysiologisten prosessien (mm. motoristen yksiköiden rekrytointinopeus) sekä lopputuloksen (esim. nostettu kilomäärä) välisiä yhteyksiä voidaan selvittää hyvinkin tarkasti. Hirtzin (2007) mukaan liikehallintaa ei ole mahdollista kuvata yhdellä yleisellä ja tieteellisesti pätevällä erittelyllä, vaan erittelyt ovat aina sidoksissa tutkimusaineistoon ja mittareihin. Tässä valossa on ymmärrettävää, että liikehallintakyvyistä on runsaasti erilaisia toimiviksi todistettuja näkemyksiä (Bös & Mechling 1983; Hirtz 1988 & 2007; Pitkänen ym. 1979; Roth 1982; Zimmer 1984). Erilaiset liikehallinnan erittelyt kuvaavat siis parhaiten sitä kohdejoukkoa, joka on ollut tutkimuksen kohteena. Määrättyjen liikehallintakykyjen relevantti soveltaminen pedagogisesti tai tutkimuksellisesti edellyttää mahdollisimman samankaltaista kohderyhmää kuin teorian taustalla oleva aineisto.

Useimmat liikehallinnan jaottelut perustuvat kouluikäisillä tehtyihin tutkimuksiin. Saksankielisessä kirjallisuudessa tunnetaan parhaiten Rothin (1982) ja Hirtzin (1988) esittelemät jaottelut. Roth (1982) luokitteli liikehallinnan kahteen osa-alueeseen käyttäen sekä faktorianalyysiä että käsiteteoreettiseen päättelyyn perustuvia menetelmiä. Ensimmäinen osa-alue oli kyky koordinoita liikettä ajan suhteen, jolla tarkoitettiin kykyä suorittaa vaadittu liike mahdollisimman nopeasti. Toinen osa-alue oli kyky koordinoita liikettä tarkkuuden eli suorittaa liike mahdollisimman tarkasti. Tätä luokittelua on käyttänyt myös Bös (1987). Rothin (1982) esittämää kahteen ulottuvuuteen perustuvaa liikehallinnan jaottelua on pidetty liikehallinnan perusjaotteluna, josta voidaan johtaa tarkempia erittelyitä

(esim. Nupponen 1997, 18-20). Liikehallinnan kuvaaminen vain kahden osa-alueen avulla onkin varsin epätarkkaa.

Hirtz (1988, 32-35) jakoi faktorianalyysin perusteella liikehallinnan reaktio-, rytm-, tasapaino- ja suuntautumiskykyyn sekä kinesteettiseen erottelukykyyn ja nimesi ne koordinaatiivisiksi peruskävyiksi koululiikuntaan. Myöhemmin hän lisäsi jaotteluun vielä yhdistely- ja sopeutumiskyvyn, jolloin jaottelu sopi erityisen hyvin nuorten kilpaurheilun (Hirtz 2007). Myös Blume (1978) on esittänyt samanlaista seitsemään kykyyn perustuvaa liikehallinnan jaottelua kuin Hirtz (2007). Kuviossa 2 on esitetty Hirtzin (2007) ja Blumen (1978) näkemykset liikehallinnan jaottelusta.

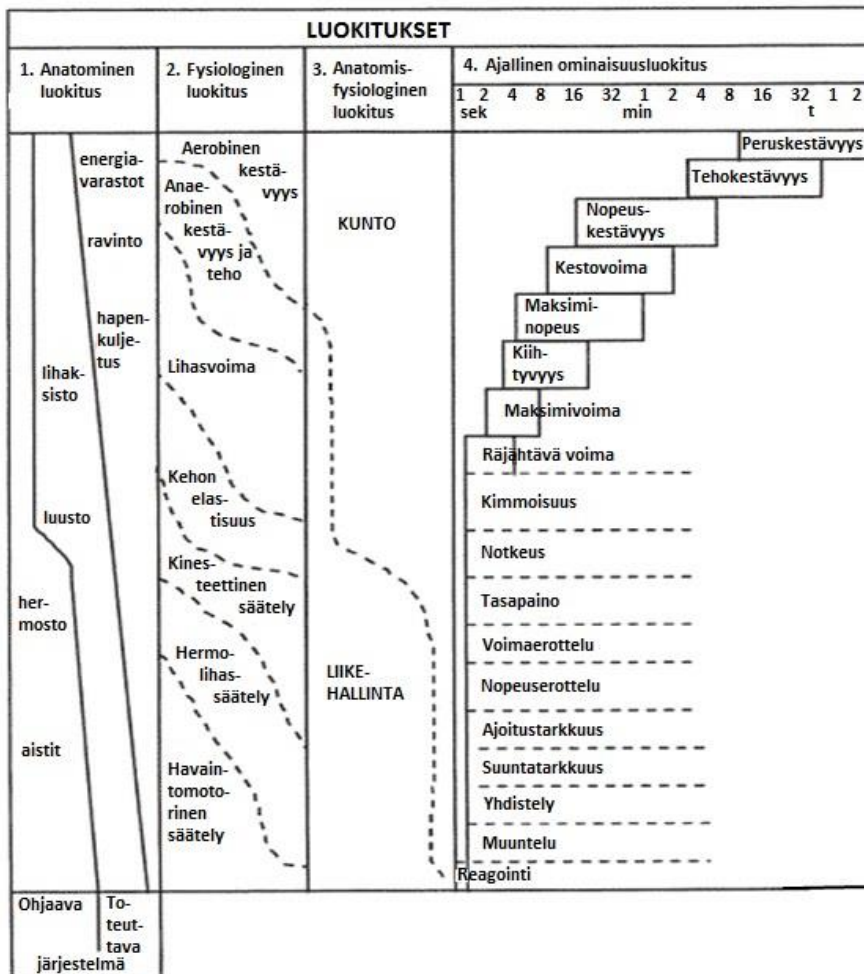


Kuvio 2 Liikehallinnan osa-alueet Blumen (1978) ja Hirtzin (2007) mukaan

Sekä Rothin (1982) että erityisesti Hirtzin (1988 & 2007) liikehallinnan jaottelut ovat osoittautuneet päteviksi pedagogisiksi apuvälineiksi liikunnanopetukseen, mikä oli yksi molempien tutkijoiden tavoitteista. Faktorianalyysiin perustuvista liikehallinnan malleista johdettujen teorioiden heikkous on kuitenkin yleistettävyydessä. Niissä ajatellaan, että jokaisella on sama määrä etukäteen määriteltyjä kykyjä, joita voidaan mitata.

Suomessa liikehallinnan jaottelun perustana on käytetty Pitkäsen ja muiden (1979) asiantuntijakäsittelyyn perustuvaa mallia liikehallinnasta. Jaottelun kantava idea on liikehallinnan erittely informaatiota välittävien aistikanavien perusteella. Vaikka Pitkäsen ja muiden (1979) esittämää liikehallinnan jaottelun toimivuutta ei ole testattu eri-ikäisillä kohderyhmillä, malli on ollut tärkeä työkalu koululaisten liikuntakykyjen tutkimuksessa (Holopainen 1990; Nupponen 1997; Nupponen ym. 1991; Telama, Nupponen & Holopainen

1982). Nupponen (1997, 18) täydensi Pitkäsen ja muiden (1979) mallia myöhemmin ryhmittelemällä joitakin liikehallinnan osa-alueita uudelleen. Tässä mallissa liikehallinta koostui tasapainosta, voima- ja nopeuserottelusta, ajoitus- ja suuntatarkkuudesta, yhdistelystä, muuntelusta sekä reagoinnista. Jaottelu on monella tapaa yhteneväinen Blumen (1978) ja Hirtzin (2007) esittämien mallien kanssa. Kuviossa 3 on esitetty Nupposen (1997, 18) versio liikehallinnan jaottelusta, joka on tullut tunnetuksi Suomessa koululaisien liikehallintatestien kautta (Nupponen, Soini & Telama 1999; Nupponen, Soini, Summanen & Telama 2007).



Kuvio 3 Liikuntakykyisyyden rakenne (Nupponen 1997, 18)

Erilaiset näkemykset liikehallinnan jaotteluista ovat kannustaneet tutkijoita kehittämään selkeämpiä ja helpommin havaittavia käsitteitä sekä paremmin yleistettäviä teoreettisia

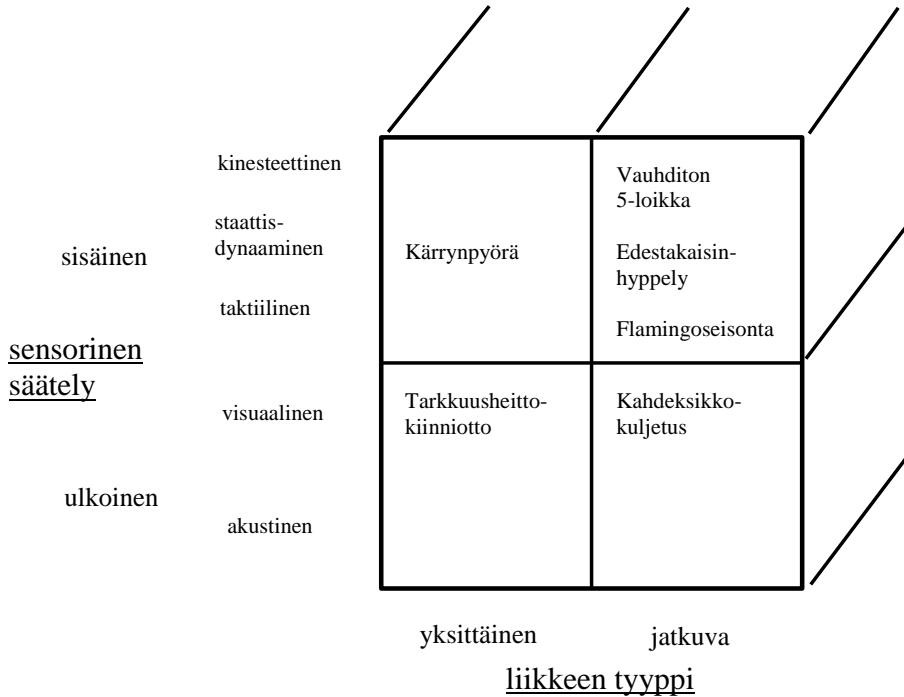
viitekehyksiä. Vaikka Hirtzin (1988) viiteen sekä Blumen (1978) ja Hirtzin (2007) seitsemään ominaisuuteen perustuvalla liikehallinnan jaotteluille on sekä empiiristä että teoreettista tukea, käsitteitä on pidetty liian tulkinnanvaraisena sekä aineistoon ja käytettyihin testeihin sidonnaisina. Hirtz (1994) sekä Zimmermann ja Rostock (2002) ovatkin esittäneet yksinkertaisempia jaotteluja erityisesti käytännön sovelluksia silmällä pitäen. Hirtz (1994) esitti Rothin (1982) määrittelemien kahden perusulottuvuuden (aika ja tarkkuus) lisäksi liikehallinnalle kolmannen perusulottuvuuden, kyvyn muunnella ja sopeuttaa liike nopeasti ja tarkasti vaihtuvissa olosuhteissa. Zimmermannin ja Rostockin (2002) kolmijakoinen malli muistuttaa Hirtzin (1994) jaottelua, mutta he nimesivät kolmanneksi ulottuvuudeksi muuntelu- ja sopeutumiskyvyn sijaan kyvyn koordinoita liikettä vaihtuvissa olosuhteissa ilman aikaa tai tarkkuuteen liittyviä lisämääritelmiä. Rothin kaksikulotteisen mallin mukaan on vaikea tarkastella tehtäviä, joissa vaaditaan sekä tarkkuutta että nopeutta, kuten välineenkäsittelytehtävät aikaa vastaan. Hirtzin (1994) ja Zimmermannin ja Rostockin (2002) kolmijakoisissa malleissa tätä ongelmaa ei ole, mutta vastaavasti muuntelu- ja sopeutumiskyky tai koordinaatiokyky vaihtuvissa olosuhteissa eivät ole yhtä yksiselitteisiä kuin koordinaatio ajan tai tarkkuuden suhteen.

Kröger ja Roth (1999) käänsivät kykylähtöisen liikehallinnan viitekehyksen pääläelleen ja lähestyivät aihetta persoonan ja ympäristön yhteisvaikutuksen kautta. Heidän mallissaan keskeistä on tarkastella, millaisia koordinaatiivisia vaatimuksia tehtävä tiettyssä tilanteessa edellyttää, jolloin ei ole olennaista, mitä kykyjä tehtävässä käytetään. Tehtävään kytkeytyvät koordinaatiiviset vaatimukset voivat olla esim. useiden eri liikkeiden suorittaminen samanaikaisesti tai eri liikkeiden sujuva yhdistäminen, joiden ratkaisemisessa kukaan käyttää kykyjä, taitoja ja strategioita yksilöllisellä tavalla. Teorian ympärille on Saksassa kehitetty *Heidelberger Ballschule* -nimellä tunnettu lajirajat ylittävä palloilukoulu-konsepti palauttamaan kadonnut pihapelikulttuuri. Kykylähtöisessä ajattelutavassa liikehallinnan osa-alueilla kuvataan latentteja hermoston tasolla tapahtuvia toimintoja, jotka eivät ole havaittavissa, kun taas koordinaatiiviset vaatimukset ilmenevät tehtävätasolla ja ovat siksi hyvin konkreettisia. Heidelberger Ballschulen menestys on osoittanut Krögerin ja Rothin (1999) mallin hyväksi didaktiseksi liikehallinnan opetusmetodiksi, mutta liikehallinnan tutkimisessa tieteellisessä mielessä mallista ei ole vielä riittävästi kokemuksia.

Toinen tehtävän ja persoonan yhteisvaikutuksen ympärille rakentuva näkökulma liikehallintaan on Buschin ja Straussin (2005) esittämä suorituksen laadullisten erojen malli. He

tutkivat liikehallinnan laadullisia eroja ja päätyivät esittämään, että yksilöt käyttävät suoritustarkkuutta vaativissa tehtävissä *mahdollisimman tarkasti* -strategiaa ja suoritusnopeutta vaativissa tehtävissä joko *mahdollisimman nopeasti* tai *mahdollisimman nopeasti ja tarkasti* -strategiaa. Malli ei kuitenkaan sopinut miehille ja naisille kaikissa tapauksissa eikä tutkimuksessa ollut mukana välineenkäsittelytehtäviä. Toisaalta menetelmä tarjoaa uuden näkökulman määrällisen tutkimuksen hallitsemiin liikehallinnan teorioihin ja toimii ehkä suunnannäyttäjänä laadullisille tutkimusmenetelmille. Toistaiseksi ei tiedetä, mitä vaikutusta erilaisilla tehtävillä, suoritustasolla, iällä ja harjoittelulla on käytettyyn strategiaan sekä kuinka pysyviä ne ovat.

Bösin ja Mechlingin (1983, 185) esittämä malli (Kuvio 4) on laaja hahmotelma liikehallinnan ulottuvuuksista ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Kuviota on täydennetty esimerkkitehtävillä. Bös ja Mechling (1983, 159-198) yhdistivät malliin tutkimustietoa motorisen oppimisen teorioista sekä liikkeen ohjauksen ja säätelyn fysiologisista tapahtumista. Mallissa tarkastellaan liikehallintaa kategorisesti sekä liikkeen aikaisten ohjaus- ja säätelyprosessien, että liikkeen tyyppin mukaan. Liikkeen aikana tapahtuvat ohjaus- ja säätelyprosessit on jaoteltu fysiologisesta näkökulmasta ulkoisten (visuaalinen ja akustinen) ja sisäisten (taktiilinen, staattis-dynaaminen ja kinesteettinen) aistijärjestelmien perusteella tapahtuviin prosesseihin. Liiketypit on jaettu yksittäisiin eli asyklisiin liikkeisiin, joissa palaute saadaan suorituksen jälkeen sekä jatkuviin eli syklisiin liikkeisiin, joissa palautetta saadaan jatkuvasti suorituksen aikana. Vastaavaa kuvausta liikkeen säätelystä ovat käyttäneet myös Meinel ja Schnabel (2007, 41-48).



Kuvio 4 Liikehallinnan ulottuvuudet (Bös & Mechling 1983, 185 muunnettu)

Yksittäisissä liikkeissä (esim. keihäänheitto) suorituksesta saatavaa palautetta on mahdollista käyttää vasta seuraavassa suorituksessa. Liikkeet suoritetaan ennalta päätetyn mallin mukaisesti eikä liikettä voi säädellä suorituksen aikana. Jatkuviissa liikkeissä (esim. juoksu) liikkeestä saadaan palautetta suorituksen aikana, jolloin liikettä voidaan säädellä jatkuvasti. Bösin ja Mechlingin (1983, 159-198) liikehallinnan mallissa ei tehdä oletuksia tietyistä liikehallintakyvyistä, vaan liikehallintaa tarkastellaan liiketehtävien näkökulmasta. Mallin hyvä puoli on sen riippumattomuus kohderyhmästä ja kykyjen määrittelyyn liittyvistä käsitteellisistä epäselvyyksistä. Se tarjoaa teoreettisen viitekehyksen liikehallinnan tarkasteluun hyvin erityyppisten liiketehtävien kautta.

On otettava huomioon, että liiketehtäväperusteisessa jaotellussa jotkut tehtävät saattavat sijoittua eri kategorioihin, vaikka niiden taustalla vaikuttaisivat samat kyvyt ja tehtävät olisivat voimakkaasti yhteydessä toisiinsa. Esimerkiksi siltakaato käsilläseisonnasta on yksittäinen liike ja puolivoltisarja jatkuva liike, mutta molemmat edellyttävät selän ja hartioiden liikkuvuutta sekä tasapainon hallintaa paino käsien päällä. Vastaavasti on mahdollista luoda tehtäviä, jotka sijoittuvat samaan liiketehtäväperusteiseen kategoriaan,

mutta joiden taustalla vaikuttavat eri liikuntakyvyt. Tällaisia tehtäviä ovat vaikkapa sarja jättiläisiä rekillä ja kestävyysjuoksu, jotka ovat molemmat jatkuvia liikkeitä ja liikkeen ohjaus tapahtuu sisäisten aistijärjestelmien avulla, mutta niiden suorittaminen edellyttää tyystin erilaisia liikuntakykyjä. Tutkimuksellisessa mielessä malliin sijoitettujen liiketehtävien rakennevaliditeettia on syytä tarkastella aineistokohtaisesti selvittämällä niiden yhteyksiä eri näkökulmista ennen lopullisten tulkintojen tekemistä.

Aikuisten liikehallintaa on tutkittu varsin vähän kouluikäisiin verrattuna (Hirtz ym. 2007), eikä aikuisten liikehallinnan osa-alueista ole tehty vastaavaa kattavaa erittelyä ja määrittelyä kuin kouluikäisillä. Suurin osa tutkimuksista on keskittynyt liikehallinnan tason mittaamiseen määrättyissä testeissä (esim. Ahnert 2005; Richter, Iske & Crasselt 1985) olettaen, että aikuisten liikehallinnan taustalla on samoja kykyjä kuin kouluikäisillä. On kuitenkin viitteitä siitä, että ikä (Greene, Williams & Macera 1993; Nagasaki, Itoh & Furuna 1995) ja suoritustaso (Schmidt & Wrisberg 2004, 25-47) vaikuttavat liikuntakykyjen rakenteeseen. Myös suorituksen taustalla olevat ajatusrakenteet muuttuvat iän myötä (Winter & Hartmann 2007, 343-373). Tämä tarkoittaa sitä, että tietyssä liike-tehtävässä suorituksen taustalla olevat liikuntakyvyt ja strategiat saattavat olla erilaisia kouluikäisten ja aikuisten sekä heikkojen ja taitavien välillä. Busch ja muut (2009) sekä Lämmle ja muut (2010) osoittivat, että kouluikäisten perusteella tehdyt liikehallinnan jaottelut eivät välttämättä päde eri kohdejoukoissa ja eri-ikäisillä. Ei ole siis lainkaan varmaa, että kouluikäisten tutkimusten perusteella rakennetut liikehallinnan teoreettiset rakenteet soveltuisivat sellaisenaan aikuisten tutkimiseen. Aikuisten liikehallintatutkimuksissa käytetyt liikehallintatestit ovat perustuneet pääasiassa erilaisiin päätelmiin, mitä kykyjä tietyt testit mittaavat, mikä saattaa olla harhaanjohtavaa. Esimerkiksi koululaisilla usein käytetyt yhdellä jalalla seisten tehtävät tasapainotestit (esim. Holopainen 1990; Kemper & Van Mechelen 1996; Nupponen 1997) saattavat iäkkäillä mitata enemmän lihasvoimaa (Wolfson, Whipple, Derby, Judge, King, Amerman, Schmidt & Smyers 1996). Aikuisten liikehallinnan osa-alueet kaipaisivatkin tarkempaa erittelyä, jolloin voitaisiin paremmin arvioida kykytasolla tapahtuvia muutoksia yksittäisten liiketehtävien sijaan.

Hirtzin (2007, 238-242) mukaan lukuisat erilaiset näkemykset liikehallinnan jaottelujen terminologiasta eivät tarkoita, että liikehallintaan liittyviä kykyjä ei olisi olemassa, vaan pikemminkin osoittavat ilmiön monisäikeisyyden. Tutkimukselliset ongelmat liittyvät enemmän ilmiön rajaukseen ja käsitteen määrittelyyn kuin itse ilmiön olemassaoloon.

Teoreettiset epäselvyydet eivät saisi johtaa liikehallinnan merkityksen laiminlyöntiin liikunnassa ja urheilussa (Hirtz 2007, 238-242.) Kemper ja Van Mechelen (1996) toteavatkin, että kykyjen nimet ovat enemmän semanttisia tulkintoja fyysistä suorituskykyä kuvaavista ominaisuuksista kuin niiden määritelmiä.

Liikehallinnan merkityksestä liikuntasuorituksessa ollaan yksimielisiä, mutta käsitteiden epämääräisyys ja erilaiset näkemykset liikehallinnan jaotteluista ovat aiheuttaneet kritiikkiä olemassa olevia teorioita kohtaan. Useista tutkimuksista huolimatta liikehallinnasta tiedetään vielä liian vähän, jotta olisi pystytty muodostamaan yhdenmukaista sekä empiirisesti että teoreettisesti pätevää käsitteistöä (Raczek, Waskiewicz & Juras 1997, 293; Roth 2002, 19). Mechling (2003, 352, 347) toteaaakin, että kykylähtöinen ajattelutapa puoltaa paikkaansa käytännön sovelluksissa, mutta tieteellisessä mielessä liikehallinnan teorioissa on liikaa aukkoja. Hänen mielestään liikehallintateemaa pitäisi lähestyä aivan uusista teoreettisista ja empiirisistä näkökulmista. Kritiikki kohdistuu erityisesti liikehallinnan yleistettävyyteen, kykyjen siirtovaikutukseen eri tehtävien välillä ja kykyjen pysyvyyteen (Busch & Strauss 2005; Mechling 2003, 354-355).

Liikehallinnan siirtovaikutuksesta ja kykyjen pysyvyydestä on kuitenkin jonkin verran näyttöä. Hirtz (1988) havaitsi kahdeksan vuoden pitkittäistutkimuksessa, että kouluikäisillä yleisen liikehallinnan harjoittamisella on vaikutusta myös lajispesifien taitojen kehittymiseen. Hirtz ja Sharma (1995) puolestaan osoittivat kuuden vuoden seurannassa yksilön liikehallinnan tason olevan varsin pysyvää kouluiässä. On huomioitava, että liikehallinnan yleistettävyyttä ja siirtovaikutusta sekä pysyvyyttä tukevat tutkimukset rajoittuvat pääasiassa kouluikäisiin ja nuoriin aikuisiin. Liikehallinnan pysyvyydestä kouluiästä aikuisikään on toistaiseksi niukasti näyttöä (Schott 2000). Yksilön sisäinen vaihtelu samaa ominaisuutta mittaavissa testeissä (Drowatzky & Zuccato 1967; Hirtz 2007, 239-240) ja liikehallinnan jaottelujen riippuvuus käytetyistä mittareista (Busch & Strauss 2005; Bös 1987, 99) osoittavat, että liikehallinnalla on sekä spesifiä että yleistä ulottuvuutta. Tarvittaisiin enemmän erityisesti pitkittäistutkimuksia liikehallinnan yksilöllisistä eroista ja kehityksestä kouluiästä aikuisikään, jotta liikehallinnan yleistettävyyttä, siirtovaikutusta ja pysyvyyttä voitaisiin paremmin arvioida.

Yhdenmukaisen, eri-ikäisille soveltuvan liikehallinnan käsitteistön puuttuessa tässä tutkimuksessa ei rajauduta tiukasti tiettyihin jaotteluihin tai käsitteisiin, vaan liikehallintaa

tarkastellaan laajasti useiden kirjallisuudessa esiintyneiden käsitteiden perusteella. Seuraavassa on määritelty tutkimuksessa käytetyt liikehallinnan käsitteet, jotka ovat yhdistelmiä eri lähteistä.

Hirtz (1988 & 2007) jakoi liikehallinnan seitsemään kykyyn. Määritelmät perustuvat laajaan kouluikäisten aineistoon ja niitä on käytetty etenkin saksankielisessä kirjallisuudessa. Käsitteet ovat tunnettuja myös Suomessa Holopaisen (1990), Nupponen (1997) ja Pitkäsen ja muiden (1979) ansiosta. **Tasapainokyky** tarkoittaa kykyä ylläpitää, korjata tai palauttaa oman kehon tasapaino eri asennoissa ja liikkeissä tilaan, jossa kehoon vaikuttavien voimien summa on nolla (Hirtz 2007, 225-226; Pollock, Durvard, Rowe & Paul 2000). Tasapainokyvyllä voidaan viitata myös ulkopuolisen esineen tasapainon ylläpitämiseen (Nupponen 1997, 19). Staattista tasapainokykyä tarvitaan jatkuvaan tasapainon ylläpitämiseen ja korjaamiseen yhdessä asennossa tai liikkeessä, kun taas dynaamista tasapainokykyä tarvitaan palauttamaan tasapaino mahdollisimman nopeasti liikkeestä toiseen siirryttäessä tai hetkellisen epätasapainotilan jälkeen (Hirtz 2007, 226). **Kinesteettisellä erottelukyvyllä** tarkoitetaan lihaksiston kykyä eritellä kinesteettisen aistin välittämää tietoa voiman, tilan ja ajan käytön sekä rentouden vaihtelusta ja sopeuttaa liike sen mukaan. **Suuntautumiskyky** merkitsee havainto- ja hermolihasjärjestelmän kykyä toimia tarkoituksenmukaisesti tilaan ja painovoimaan nähden. **Reaktiokyky** tarkoittaa vastauksen nopeutta ja motorista tarkoituksenmukaisuutta tiettyyn ärsykkeeseen. **Yhdistelykyky** on hermoston ja lihasten hallintaa siten, että liikkeet ja niiden osat muodostavat sujuvan kokonaisuuden. **Muuntelukyvillä** tarkoitetaan kykyä sopeutua epätavallisiin ja nopeasti odottamatta muuttuviin olosuhteisiin sekä kykyä kontrolloida liikkeen toteutusta ja tarvittaessa muuttaa sitä. **Rytmikyky** tarkoittaa liikkeen osien tai liikkeen oikea-aikaisuutta ja liikkeelle ominaisen rytmisen vaihtelun ymmärtämistä ja toteuttamista. (Hirtz 1988, 31-35; Hirtz 2007, 218-228; Holopainen 1990, 21-31; Nupponen 1997, 21-31.)

Rothin (1982) mukaan lukuisista yksityiskohtaisista kyvyistä voidaan lopulta johtaa kaksi laajaa suoritusajan tai -tarkkuuden määrittämää kykyalueita: liikehallinta aikapaineen alaisena (=liikehallinta nopeustehtävissä) ja tarkkuusliikehallinta ilman aikapainetta (=liikehallinta tarkkuustehtävissä). Edellä määritellyt seitsemän liikehallintakykyä voidaan tehtävän tyypistä riippuen sijoittaa jommallekummalle kykyalueelle. **Liikehallinta nopeustehtävissä** tarkoittaa kykyä suorittaa liiketehtävä tai -tehtävät mahdollisimman nopeasti ja muunnella liikettä nopeasti vaihtelevissa tilanteissa. Se on moniulotteinen kyky, joka on riippuvainen sekä energiantuotto- ja siirtojärjestelmän että liikkeen ohjauksesta

ja säätelystä vastaavan järjestelmän toiminnasta. **Liikehallinnalla tarkkuustehtävissä** tarkoitetaan kykyä ohjata liikettä mahdollisimman tarkasti suunnan ja ajoituksen suhteen sekä sopeuttaa ja muunnella liikettä tarkasti se vallitseviin olosuhteisiin. Se on varsin erillinen pääasiassa liikkeen ohjaus- ja säätelyjärjestelmästä riippuva kyky. (Bös 1987, 95; Roth 1982, 51-54).

Liikehallinnan kirjallisuudessa käytetään myös käsitteitä motorisesti yksinkertainen tai vaativa tehtävä. **Motorisesti yksinkertainen tehtävä** tarkoittaa yksittäisen raajan tai raajojen liikettä, jossa liikesuunta on suppea. **Motorisesti vaativa tehtävä** tarkoittaa koko kehon moniulotteista liikettä, jossa yhdistellään erilaisia liikkeitä yhtäaikaisesti tai peräkkäin sujuvaksi kokonaisuudeksi (Hirtz ym. 2007; Roth & Winter 1994, 191-216). Nämä liiketehtävän tyyppiä kuvaavat käsitteet eivät rajoitu tiettyihin kykyihin. Ne kuvaavat liikehallintaa yleisellä havaittavissa olevalla tasolla erotuksena kykypohjaisiin käsitteisiin, jotka kuvaavat latenteja eli piileviä kykyjä.

Kouluikäisten liikehallintaa on pystytty kuvailemaan tarkasti kykytasolla, koska tutkimuksia on paljon ja käsitteiden määrittely on ollut perusteellista. Kouluiän jälkeisen ajan liikehallintatutkimuksia on vähemmän, eivätkä kouluikäisille määritellyt liikehallintakyvyt ja -käsitteet välttämättä sellaisenaan sovellu kouluikäisiä vanhempien liikehallinnan tutkimiseen. Aikuisten ja ikääntyvien liikehallintatutkimuksissa kykytason käsitteiden määrittely on vähäistä, minkä vuoksi heidän liikehallintaansa on kirjallisuudessa kuvailtu usein yleisemmällä liiketehtävän tyyppin mukaisella tasolla. Liiketehtävän tyyppinä on käytetty esim. liikenopeutta ja tarkkuutta korostavia tehtäviä tai motorisesti yksinkertaisia ja motorisesti vaativia tehtäviä (Hirtz ym. 2007, 137-156; Roth & Winter 1994, 191-216; Schott 2000). Liiketehtävätyyppeihin perustuvan liikehallinnan jaottelun etuna kykytason käsitteisiin nähden on niiden soveltuvuus eri-ikäisten liikehallinnan tutkimiseen, mutta samalla joudutaan hieman tinkimään informaation tarkkuudesta, koska liiketehtävätyyppien jaottelut ovat varsin yleisiä kykytason jaotteluihin verrattuna. Ongelmaksi voi myös muodostua liiketehtävätyypin määrittelemisen, mikä ei välttämättä aina ole yksinkertaista. Liikehallinnan kuvailussa kykytason käsitteet ovat joistakin puutteistaan huolimatta perusteltuja kouluikäisillä, mutta sitä vanhempien liikehallintaa on parempi kuvailla liiketehtävätyypin perusteella, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia eri-ikäisten välillä, eikä epävarmuus liikehallintakykyjen määritelmässä vaikuttaisi tuloksiin.

2.3 Liikehallinnan kehittyminen

Liikehallinnan kehitys on yksi motoriseen kehitykseen liittyvistä ilmiöistä. Motorisella kehityksellä tarkoitetaan motorisissa toiminnoissa tapahtuvia muutoksia elämänkulun aikana (Hirtz ym. 2007, 21). Motoriseen kehityksen yhteydessä ihmisen elämänkulku on tyypillisesti jaoteltu erimittaisiin jaksoihin, joilla kuvataan ajanjaksolle tyypillisiä muutoksia motorisissa toiminnoissa. Ajanjaksot ovat sidottu kehitysbiologisiin tapahtumiin. Motorista kehitystä ei kuitenkaan voi pitää puhtaasti biologian ja perimän ohjaamana tapahtumasarjana, vaan yksilön ja ympäristön yhteisvaikutuksen tuloksena (Baur 1994, 257-259). Singer (1994, 69-71) tiivistää perimän ja ympäristön vaikutuksen motoriseen kehitykseen seuraavasti:

- Geeneillä on merkittävä vaikutus motoriseen kehitykseen.
- Geenit voivat vaikuttaa motoriseen kehitykseen eri tavalla eri iässä.
- Ympäristötekijöiden vaikutus motoriseen kehitykseen elämänkaaren aikana on merkittävä.
- Ei ole tutkittu riittävästi, millainen vaikutus eri ympäristötekijöillä on motoriseen kehitykseen.

Kehitysbiologisilla tapahtumilla ja perimällä on varsin suuri vaikutus kuntokkyjen, esimerkiksi voiman kehittymiseen. Liikehallinnan kehitys ei ole yhtä tiukasti sidoksissa tiettyyn ikään liittyviin kehitysbiologisiin tapahtumiin tai geeniperimään. Se on moniulotteinen ilmiö, jossa kehon sisäisten neurofysiologisten muutoksien lisäksi on kyse persoonan, toiminnan ja ympäristön yhteisvaikutuksesta. Muihin motorisen kehityksen tunnusmerkkeihin verrattuna liikehallinnan kehityksessä ilmenee vielä enemmän sekä yksilön sisäistä että yksilöiden välistä vaihtelua, minkä vuoksi liikehallinnan kehityksen kuvaaminen keskiarvoilla kuvaa vain yhtä puolta kehityksestä. (Roth & Winter 1994, 191-193.) Vähintään yhtä tärkeää on kuvata yksilöllistä kehitystä ja siinä havaittavaa vaihtelua.

Suurin osa liikehallinnan tutkimuksista on tehty poikittaisaineistoilla, joiden perusteella voi muodostaa suuntaa antavan kuvan liikehallinnan kehityksestä iän myötä. Pitkittäistutkimuksilla on pystytty selvittämään yksilön sisäisiä ja yksilöiden välisiä kehityseroja sekä liikehallinnan pysyvyyttä. Lähes kaikki liikehallinnan pitkittäistutkimukset on tehty kouluikäisillä ja aikuisista saatu tieto on varsin puutteellista. Liikehallinnan harjoittavuudesta ja interventioiden vaikutuksesta on saatu jonkin verran tietoa erilaisilla kokeellisilla asetelmilla tehdyistä tutkimuksista sekä koulu- että aikuisikäisillä. Liikehallinnan kehitystä on tutkittu myös poikittaisaineistoilla ikäkohorteittain, jolloin on voitu vertailla

saman ikäisten liikehallintaa eri aikakausilla. Kohorttitutkimukset rajoittuvat toistaiseksi kouluikäisiin. Lisäksi on löydetty joitakin muita tekijöitä, kuten kehonrakenne ja sosio-ekonominen asema, joilla saattaa olla vaikutusta liikehallinnan kehitykseen.

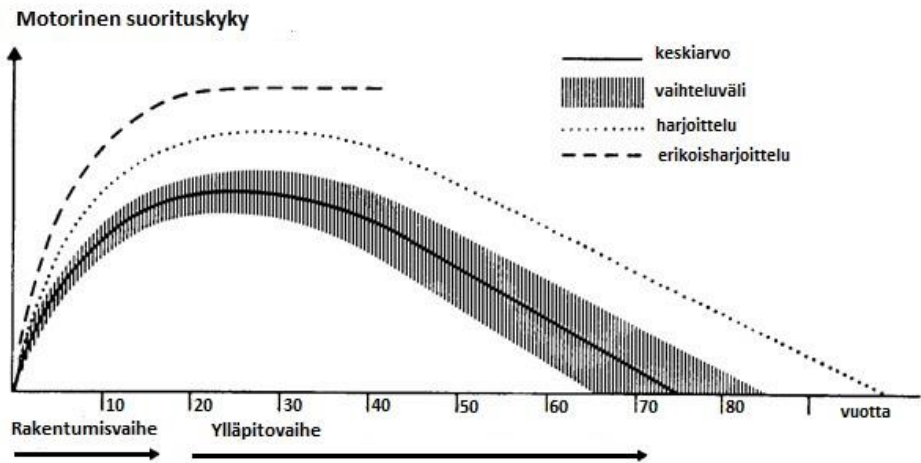
2.3.1 Liikehallinnan kehitys iän mukana

Motorinen kehitys ei ole lineaarista ja jatkuvaa, vaan se on jaksottaista, jossa vaihtelevat kehitys-, tasanne- ja taantuvat vaiheet. Muutoksen nopeus voi olla hidasta, normaalia tai nopeaa. Tätä voidaan arvioida vertaamalla muutosta määrättyllä ajanjaksolla ikäryhmän keskiarvoon. Tasannevaiheessa kehitystä kuvaavat arvot eivät muutu. Liikehallinnan kehitystä, pysyvyyttä ja taantumaa arvioitaessa on huomioitava yleisessä motorisessa suorituskyvyssä iän mukana tapahtuvat muutokset. Loivasti positiivinen kehitys lapsuudessa saattaa tarkoittaa itse asiassa taantumaa ja tasannevaihe myöhäisessä aikuisiässä puolestaan jopa positiivista kehitystä, kun muutosnopeus suhteutetaan muuhun motorisen ja biologisen iän kehitykseen. Kalenteriseen ikään liittyvät suuret yksilölliset ja yksilöiden väliset erot voivat tasoittua, kun suoritukset suhteutetaan biologiseen ikään (Bös 1994, 246). Biologisella iällä on merkittävä vaikutus erityisesti lasten ja nuorten, mutta myös aikuisten motoriseen suorituskykyyn (Lefevre, Beunen, Steens, Claessens & Renson 1990; Malina ym. 2004, 337–365).

Biologinen ikä voidaan määrittellä esimerkiksi luustoiän, pituuskasvun huippuvaiheen ja sukupuoliominaisuuksiin perustuvan kypsyysarvion perusteella. Biologisen iän selvittäminen on työlästä ja vaatii erityisosaamista, minkä vuoksi tutkimuksissa käytetään usein kalenteri-ikää iän määrittelyä. Erityisesti murrosiässä biologinen ikä ja kalenteri-ikä saattavat kuitenkin erota suuresti (Hakkarainen 2009a, 86-91). Mitä nuoremista lapsista on kyse, sitä suurempi vaikutus tuloksiin on myös sillä, lasketaanko ikä päivien vai vuosien mukaan. Jälkimmäisessä tapauksessa tutkimustuloksiin vaikuttaa pienenä, mutta joissain tapauksissa merkittävänä yksityiskohtana ikävuosien pyöristäminen puoli- tai tasavuosittain (Nupponen 1997, 86). Pyöristämisperiaate voi muuttaa ikää lähes vuodella, joten koehenkilöiden iän määrittely on aina raportoitava huolellisesti.

Roth ja Winter (1994, 191–198) jakavat liikehallinnan kehityksen viiteen vaiheeseen elämänkaaren aikana. Lineaarisen kehityksen kausi ulottuu lapsuudesta murrosiän alkuun. Murrosiässä ja osittain sen jälkeen on vaihtelevan kehityksen ja liikehallinnan uudelleen-

rakentumisen kausi. Kehityksen huippu saavutetaan murrosiän jälkeen viimeistään nuorena aikuisena. Kolmannella ja mahdollisesti neljännellä vuosikymmenellä liikehallinta on suhteellisen pysyvää, mikäli sitä harjoitetaan. Harjoittelematta liikehallinta alkaa taantua jo 20 ikävuoden jälkeen. Neljännessä ja viimeistään viidennestä ja kuudennessa vuosikymmenestä alkaen liikehallinta vähitellen heikkenee peruuttamattomasti kiihtyen lopulta ennen kuolemaa. Tässä luvussa keskitytään pääasiassa koulu- ja aikuisiän liikehallinnan kehityksen kuvailuun. Kuvio 5 havainnollistaa yleisen motorisen suorituskyvyn kehittymistä elämänkulun aikana. Kuviosta ilmenee myös harjoittelemisen merkitys motorisen suorituskyvyn kehittämisessä. Esimerkiksi harjoitelleen 50-vuotiaan suorituskyky vastaa n. 20-vuotiaan harjoittelemattoman suorituskykyä.



Kuvio 5 Motorisen suorituskyvyn kehitys iän mukana (Weiss 1978, 58 muunnettu)

Liikehallinta kehittyy lapsuudessa syntymästä lähtien murrosiän alkuun saakka voimakkaasti (Roth & Winter 1994, 193). Hermosto kehittyy voimakkaasti ja hermosolujen yhteyksien rakentuminen on voimakasta jo ennen kouluikää, mikä luo hyvät edellytykset varhaiselle liikehallinnan kehittymiselle. Tuolloin perheen ja sosiaalisen kasvuympäristön merkitys on suuri lapsen liikunnallisuuden tukemisessa ja sitä kautta liikehallinnan kehittämisessä. (Hirtz ym. 2007, 114-118.) Lopullinen liikehallinnan taso saavutetaan kuntokäytöihin verrattuna aiemmin, mitä selittää juuri hermoston muita elinjärjestelmiä varhaisempi kypsyminen. Suhteellisesti suurin kehitys tapahtuu alakouluikäisenä (7–12-vuotiaana), mitä edesauttaa lasten luontainen liikkumistarve, pieni koko ja paino, hyvä

liikkuvuus ja suhteellinen voima, vähäiset muutokset kehon mittasuhteissa sekä kaikille pakollinen koululiikunta, mikä antaa monipuolisia kehitysärsyksiä. Alakouluiässä ennen murrosikää liikehallinnan kehitystä tukevat myös kehon sisäiset psykofyysiset kehitysprosessit. Aivorungon ohjaamien ei-tahdonalaisten toimintojen sekä aivokuoren ohjaamien tahdonalaisten motoristen ohjausprosessien yhteistyö lisääntyy. Samalla lapsi oppii hillitsemään tahattomia ärsyksiä, jolloin keskittymiskyky paranee. Liikkeen säätelyä ohjaava hermosto kypsyy lähes täysimääräiseksi, hormonitoiminnassa tapahtuu vähän muutoksia ja kognitiivisten kykyjen kehitys on voimakasta. Nämä seikat edistävät liikkeiden oppimista. (Roth & Winter 1994, 193-194; Winter & Hartmann 2007, 284-297.)

Lapset saavuttavat kahden ensimmäisen kouluvuoden aikana (7–9-vuotiaana) 50 % tason koko kouluiän (7–15-vuotiaiden) liikehallinnan kehityksestä kinesteettisen erottelukyvyn kehittyessä kaikkein nopeimmin. Vuosittainen kehitysnopeus vaihtelee 20–40 %. (Hirtz ym. 2007, 122-123.) Tyttöjen ja poikien kehitys ei eroa juurikaan toisistaan tässä vaiheessa, joskin pojat ovat tyttöjä parempia välineenkäsittelytehtävissä ja tytöt puolestaan poikia parempia rytmikykyä vaativissa tehtävissä (Hirtz 1988, 50-51; Holopainen 1990, 80-93; Nupponen 1997, 127-134). Alakouluiän nopean kehityksen vaihe on liikehallinnan kehityksen ensimmäinen huippu, eikä vastaavaa kehitysnopeutta ole enää myöhemmin mahdollista saavuttaa (Hirtz ym. 2007, 123; Roth & Winter 1994, 194).

Murrosiän tyypillisinä tunnuksina pidetään pituuskasvun nopeutumista ja sekundaaristen sukupuolimerkkien (häpykarvoituksen lisääntyminen, tyttöjen rintojen suurentuminen ja kuukautisten alkaminen sekä poikien sukuelinten kehittyminen) ilmenemistä. Murrosikä alkaa tytöillä 10-12 vuoden iässä ja pojilla 1-2 vuotta myöhemmin, ja se kestää yksilöllisesti kahdesta viiteen vuotta (Hakkarainen 2009a, 76-91). Murrosiässä liikehallinnan kehitys hidastuu. Tyttöillä tämä vaihe alkaa poikia aiemmin. Samaan aikaan tapahtuu kaikkien fyysisten ominaisuuksien uudelleenrakentuminen, mikä heijastuu myös liikehallinnan kehitykseen. (Hirtz 1988, 50-51.) Kehon painossa, pituudessa ja mittasuhteissa tapahtuu suuria muutoksia, mitkä vaikeuttavat liikkeiden säätelyä. Raajojen nopean pituuskasvun myötä vipuvarret ovat suuria verrattuna vielä kehittymässä oleviin voimaominaisuuksiin, jolloin liikkeen tuottaminen ja ohjaus on epätarkkaa. Keskiarvojen perusteella liikehallinta näyttää murrosiässä kehittyvän lievästi positiivisesti tai säilyvän muuttumattomana, mutta yksilöiden väliset kehityserot voivat olla suuria. (Roth & Winter 1994, 195-196.)

Pitkittäistutkimuksissa on havaittu, että yksilöllinen kehitys voi olla myös negatiivista. Erityisesti kinesteettinen erottelukyky ja liikehallinta nopeutta vaativissa tehtävissä saatavat heiketä jopa 30 %. Murrosiän tasanne- ja taantumavaiheet liikehallinnan kehityksessä ovat yhteydessä pituuskasvun huippunopeuteen. Nopea kasvuvauhti vaikuttaa liikehallinnan kehitykseen negatiivisemmin kuin hidaskasvu. (Hirtz ym. 2007, 126-129; Hirtz & Starosta 2002.) Murrosiän kasvunopeuden negatiivinen vaikutus liikehallintaan on motorisesti vaativissa tehtävissä voimakkaampi ja ajallisesti pitempi kuin yksinkertaisissa tehtävissä (Roth & Winter 1994, 203-204). Murrosikä ei kuitenkaan välttämättä merkitse tasanne- tai taantumavaihetta liikehallinnan kehityksessä. Glasauer (2003) ja Sharma (1993) osoittivat, että intensiivisellä harjoittelulla voidaan ehkäistä murrosiän aiheuttamat negatiiviset muutokset liikehallinnan kehityksessä. Murrosikää voidaan pitää liikehallinnan kehityksessä epäjatkuvuuden, uudelleenrakentumisen ja eriytyvyyden aikana. Liikehallinnan yksilöllistä kehitystä korostaa myös murrosiän sosiaalinen ympäristö, mikä vaikuttaa nuorten mielenkiinnon kohteisiin ja sitä kautta liikunta-aktiivisuuden määrään ja laatuun (Roth & Winter 1994, 196).

Poikien ja tyttöjen liikehallinnan kehitys alkaa eriytyä n. 13 vuoden iässä (Hirtz 1988, 41-51; Malina ym. 2004, 223-224). Tasapainokyvyssä sukupuolten kehitys saattaa erilaistua jo aiemmin, mutta tulokset ovat ristiriitaisia. Fjortoft (2000), Toole ja Kretzschmar (1993), Kalaja, Jaakkola, Liukkonen ja Watt (2010) sekä Pehkonen (1999) havaitsivat, että tyttöjen tasapainokyky oli poikia parempi, mutta Butterfieldin ja Loovisin (1993), Hirtzin (1988) ja Nupposen (1997) tutkimuksissa sukupuolten välillä ei ollut eroa. Toolen ja Kretzschmarin (1993) meta-analyysissä tyttöjen tasapainokyky oli poikia parempi varhaislapsuudesta läpi murrosiän. Hirtzin (1988, 41-51) tutkimuksessa (n=2500) poikien ja tyttöjen kehitys eriytyi vasta murrosiässä. Poikien tasapainokyvyn kehitys jatkui läpi murrosiän, mutta tytöillä oli havaittavissa selkeä tasanne- tai taantumavaihe. Murrosiässä poikien hyväksi muodostunut ero säilyi myös murrosiän jälkeen. Samansuuntaisia tuloksia on myös Ahnertin (2005, 325) tutkimuksessa, jossa liikehallinta tasapainotehtävissä kehittyi 12 ikävuoteen saakka ja pysyi sen jälkeen pojilla ennallaan, kun taas tytöillä tasapainokyky alkoi taantua.

Myös iäkkäillä tasapainokyvyn sukupuolieroista on ristiriitaista tietoa. Stonesin ja Kozman (1987) tutkimuksessa iäkkäiden tasapainokyvyssä ei ollut eroa sukupuolten välillä. Stonesin, Stonesin ja Kozman (1987) tutkimuksessa yli 60 -vuotiaiden miesten tasapainokyky oli naisia parempi, kun taas Rudisillin ja Toolen (1993) tutkimuksessa 50–79-

vuotiaat naiset menestyivät miehiä paremmin tasapainotehtävissä. Sukupuolten välisiin eroihin tasapainokyvyssä vaikuttavat myös käytetyt mittarit (Malina ym. 2004, 223-224; Nupponen 1997, 127-130). Esimerkiksi Nupponen (1997, 127-130) tutki tasapainoa kahdesta mittarista muodostetulla summamuuttujalla ja havaitsi, että poikien ja tyttöjen tasapainon kehityksessä ei ollut eroa, mutta osamittareiden välillä sukupuolten kehitys oli erilaista. Tasapainon katsotaankin olevan varsin spesifi kyky ja riippuvainen suuresti käytetystä liiketehtävästä. Eri tasapainotestit mittaavat erilaista tasapainokykyä. (Drowatzky & Zuccato 1967; Tsigilis, Douda & Tokmakidis 2002; Tsigilis, Zachopolou & Mavridis 2001.)

Hirtz, Hotz ja Ludvig (2000, 106) osoittivat, että kouluikäisten tasapainokyvyn osa-alueet kehittyvät eri tahtiin. Dynaaminen tasapaino kehittyi valtaosin ikävuosien 7-11 välillä, kun taas staattinen tasapaino alkoi kehittyä voimakkaasti vasta 9 vuoden iässä ja kehitys jatkui 14 ikävuoteen saakka. Staattisen tasapainon kehitys oli vahvasti yhteydessä murrosiässä tapahtuvaan lihasvoiman kehitykseen. Myös Nupposen (1997, 127-130; 293-294) tuloksissa on nähtävissä samankaltainen kehitystrendi staattisen ja dynaamisen tasapainon välillä. Staattisen tasapainon ja lihasvoiman yhteys on varteenotettava tekijä tasapainokyvyn mittaamisessa, sillä staattisen tasapainon mittaaminen saattaa mittarista riippuen kertoa enemmän koehenkilön lihasvoimasta kuin tasapainokyvystä.

Hirtz (1988, 38-51) havaitsi, että reaktiokyvyn kehitys on erilaista sukupuolten välillä motorisesti yksinkertaisissa ja vaativissa tehtävissä. Sukupuolten väliset erot reaktiokyvyssä motorisesti yksinkertaisissa tehtävissä ovat vähäisiä läpi kouluiän. Motorisesti vaativissa tehtävissä poikien ja tyttöjen reaktiokyvyn kehitys eriytyi murrosiässä. Pojilla kehitys hidastui, mutta jatkui läpi murrosiän, kun taas tytöillä kehitys pysähtyi ja kääntyi uudelleen nousuun vasta murrosiän jälkeen. Murrosiässä syntynyt ero poikien hyväksi säilyi myös kasvupyrähdyksen päätyttyä. Hirtz ja muut (2007, 175) osoittivat, että kouluikäisillä pojilla reaktiokyvyn osa-alueet kehittyivät samaa tahtia n. 10-vuotiaaksi, jonka jälkeen reaktiokyvyn kehitys hidastui motorisesti vaativissa tehtävissä, kun taas motorisesti yksinkertaisissa tehtävissä reaktiokyvyn kehityksessä ei ilmennyt hidastumista murrosiän aikana.

Suuntautumiskyky kehittyy pojilla tyttöjä nopeammin, mikä ilmenee erityisesti tarkkuusheitossa. Kasvupyrähdys hidastaa sekä poikien että tyttöjen suuntautumiskyvyn kehitystä (Hirtz 1988, 41-51). On viitteitä siitä, että välineenkäsittelytehtävissä poikien ja tyttöjen

kehitys eriytyy jo ennen murrosikää (Holopainen 1990, 80-93; Nupponen 1997, 131-134) ja sukupuolten väliset erot säilyvät vielä murrosiän jälkeenkin (Hirtz 1988, 41-51.)

Rytmiyky kehittyy jyrkästi 7-vuotiaasta murrosiän alkuun saakka. Murrosikä näyttäisi vaikuttavan negatiivisesti erityisesti tyttöjen rytmikyvyn kehitykseen, joka tosin on lähtökohtaisesti tytöillä hieman poikia parempi. Rytmikyvyssä sukupuolten väliset erot tasaantuvat 16-18 vuoden iässä. (Hirtz 1988, 41-51; Holopainen 1990, 80-93.)

Kinesteettinen erottelukyky kehittyy voimakkaimmin ennen murrosikää, joskin sen osa-alueet kehittyvät eri tahtiin. Spatiaalisen eli tilaan liittyvän kinesteettisen erottelukyvyn kiivain kehityskausi on ikävuosien 7-10 välillä, kun taas ajoitukseen liittyvä kinesteettinen erottelukyvyn kehityspyrahdyks alkua vasta 9 vuoden iässä, ja se jatkuu n. 12-vuotiaaksi. (Hirtz 1988, 41-44; Hirtz ym. 2007, 173). Kinesteettisen erottelukyvyn kehityksessä sukupuolten väliset erot ovat vähäisiä. Kasvupyrahdyksen aiheuttama kehityksen hidastuminen ja jopa taantuminen on varsin voimakasta, ja se alkaa tytöillä vähintään vuotta aiemmin. Murrosiän jälkeen kinesteettinen erottelukyky kehittyy molemmilla sukupuolilla voimakkaasti, ja sen kehitys tasaantuu 20 ikävuoteen mennessä. (Hirtz 1988, 41-51.)

Nupposen (1997, 131-134) tutkimuksessa nopeus- ja voimaerottelua sekä ajoitustarkkuutta kuvattiin käsitteellä liikesäätely, joka on hyvin lähellä saksankielisessä kirjallisuudessa (esim. Hirtz 1988) käytettyä kinesteettisen erottelukyvyn käsitettä. Liikesäätelyä mitattiin pallonkuljetus- ja tarkkuusheittokiinniotesteillä. Liikesäätelyn kehityksessä pojat olivat tyttöjä lähes kaksi vuotta edellä koko kouluajan, mutta kehitysnopeudessa sukupuolten välillä ei ollut eroja. Kiivain kehitysvaihe oli molemmilla sukupuolilla 9-11 vuoden iässä, mutta se alkoi pojilla hieman tyttöjä aiemmin. Kehitys tasaantui molemmilla sukupuolilla murrosiän jälkeen noin 16-vuotiaana, jolloin poikien liikesäätelyn taso jäi tyttöjä korkeammalle. Nupposen mittaama liikesäätelyn kehitys kouluiässä oli siis hieman erilaista Hirtzin (1988, 41-44) esittämään kinesteettisen erottelukyvyn kehitykseen verrattuna.

Murrosiästä lähtien sukupuolten välinen ero liikehallinnassa kasvaa poikien hyväksi erityisesti motorisesti vaativissa sekä liikenopeutta edellyttävissä tehtävissä, kun taas motorisesti yksinkertaisissa sekä tarkkuustehtävissä poikien ja tyttöjen väliset erot ovat pieniä

(Roth & Winter 1994, 206-209). Erot johtunevat poikien nopeusvoiman ja erityisesti kiihtyvyyden tyttöjä voimakkaammasta kehityksestä murrosiässä (Hakkarainen 2009b, 197-199; Hodgkins 1963, 342).

Murrosiän jälkeen nuorena aikuisiässä liikkeiden ohjaus- ja säätelyjärjestelmät, kehon rakenne ja elinjärjestelmät ovat kypsyneet lähes täysimääräisiksi, minkä ansiosta liikehallinnan kehitys kääntyy uudelleen nousuun. Kehitys on kuitenkin vain harvoin yhtä voimakasta kuin ennen murrosikää. Tässä ikävaiheessa yksilölliset erot lisääntyvät ja jokaiselle muodostuu oma ”motorinen käsiala”, joka on riippuvainen mm. kehon rakenteesta, liikunnan määrästä ja laadusta. (Roth & Winter 1994, 196.) Hirtzin (1988, 41-51) mukaan liikehallinnan luontaisen kehityksen huippu saavutetaan noin 17-vuotiaana, nopeustehtävissä yleensä tarkkuustehtäviä aiemmin. Saavutettu taso säilyy kolmannen ikävuosikymmenen alkuun.

Neurologisen kypsymisen ansiosta liikehallinta kehittyy maksimiinsa keskimäärin kuntokkyjä aiemmin. Sopivalla harjoittelulla liikehallintaa on mahdollista kehittää edelleen myös luontaisen kehityksen päätyttyä. (Roth & Winter 1994, 196-206.) Harjoittelematta liikehallinta alkaa heiketä erityisesti tytöillä jo 17–18-vuoden iässä (Hirtz ym. 2007, 133-137). Samaan ikävaiheeseen ajoittuu myös toisen asteen koulutuksen päätyminen, mikä tarkoittaa monelle merkittävää vähennystä monipuolisen liikunnan määrässä pakollisen koululiikunnan loputtua. Motorisesti vaativissa tehtävissä liikehallinnan kehityksen maksimaalinen vaihe saavutetaan varhaisemmin kuin yksinkertaisemmissa tehtävissä. Vastaavasti motorisesti vaativissa tehtävissä liikehallinta alkaa myös heiketä yksinkertaisia tehtäviä aiemmin. (Hirtz ym. 2007, 133-134; Roth & Winter 1994, 198-206.)

Kolmannella ikävuosikymmenellä liikehallinnan taso on suhteellisen pysyvä, mikä tarkoittaa tason säilymistä tai hidasta taantumista. Tässä iässä liikehallinnan kehitykseen on mahdollista vaikuttaa ainoastaan harjoittelulla, koska hermoston ja muiden elinjärjestelmien luontainen kehitys on saavuttanut huippunsa. Muun motorisen suorituskyvyn kehityksestä poiketen liikehallinta alkaa väijäämättä taantua jo kolmannen ikävuosikymmenen alussa, joskin harjoittelulla on vielä mahdollista ylläpitää saavutettua tasoa. Erilaiset elintavat ja varsinkin laadulliset erot liikunta-aktiivisuudessa kasvattavat liikehallinnan eroja yksilöiden välillä. (Roth & Winter 1994, 196-197; Winter & Hartmann 2007, 345-358.)

Saavutettu liikehallinnan taso säilyy parhaiten motorisesti yksinkertaisissa tehtävissä (Hirtz ym. 2007, 137-140). Motorisesti vaativissa tehtävissä liikehallinta puolestaan alkaa taantua 20 ikävuoden tienoilla tehtävän tyyppistä riippuen. Samassa ikävaiheessa 20–30-vuotiaana myös liikunta-aktiivisuus yleensä vähenee (Telama & Yang 2000), mikä kiihdyttää liikehallinnan taantumaa. Nopeustehtävissä liikehallinta heikkenee aiemmin ja voimakkaammin kuin tarkkuustehtävissä (Hirtz ym. 2007, 133-134; Roth & Winter 1994, 198-206). Liikehallinta nopeustehtävissä on tarkkuustehtäviä enemmän sidoksissa myös kuntokkyjen, erityisesti nopeuden, kehitykseen. Nopeus alkaa taantua harjoittelematta jopa ennen 20 ikävuotta (Bös 1994, 242), mikä selittää liikehallinnan kehityksen erilaaisuutta motorisesti vaativissa nopeus- ja tarkkuustehtävissä. On viitteitä, että motorisesti yksinkertaisissa tehtävissä liikehallinta heikkenee puolestaan iän myötä varhaisemmin tarkkuutta kuin nopeutta vaativissa tehtävissä (Teipel 1988, 320), mutta ilmiöstä on toistaiseksi niukasti tietoa. Hirtz ja muut (2007, 137-140) osoittivat, että mitä enemmän tehtävän suorittaminen edellyttää monipuolista koko kehon liikehallintaa ja liikenopeutta sekä mitä enemmän tehtävässä vaaditaan kuntokkyjä, sitä aiemmin ja jyrkemmin liikehallinta taantuu.

Keski-ässä yli 40-vuotiailla ja viimeistään 50 ikävuoden jälkeen liikehallinta alkaa väijäämättä taantua elimistön toimintojen, liikkuvuuden ja hermosolujen uudelleenmuodostumisen heikkenemisen myötä. Ikääntymisen myötä taantuu etenkin kyky suorittaa useita liikkeitä samanaikaisesti ja liikkeestä toiseen siirtyminen kömpelöityy. (Kiphard 1983, 95-103; Roth & Winter 1994, 196-197.) Vaativissa kokonaisuomotorisissa suorituksissa liikehallinta heikkenee melko suoraviivaisesti laskien 50-60 vuoden ikään mennessä alle 10-vuotiaan tasolle (Hirtz ym. 2007, 137-140). Naisilla tämä voi tapahtua vielä nopeammin, koska he ovat useimmissa tehtävissä miehiä heikompia. Yksinkertaisissa havaitsemis- ja reaktiotehtävissä saavutettu liikehallinnan taso voi säilyä lähes muuttumattomana kuudennelle vuosikymmenelle ennen jyrkempää taantumista (Hirtz ym. 2007, 137-140).

Taantumisnopeudessa ei ole juuri eroja sukupuolten välillä, joskin aiemmin muodostuneet erot sukupuolten välille erityisesti motorisesti vaativissa sekä nopeustehtävissä säilyvät melko pitkään. Sukupuolen sijaan taantumisnopeuteen vaikuttaa ratkaisevasti liikunnan määrä ja laatu. Spesifillä harjoittelulla liikehallinnan taantumista voi hidastaa vielä myöhäisessä aikuisiässäkin. (Roth & Winter 1994, 197; Winter & Hartmann 2007, 354-368.) Liikehallinnan erot liikunnallisesti aktiivisten ja passiivisten välillä jatkavat suurenemistaan ikääntymisen myötä. Liikunnallisesti aktiivisilla ihmisillä liikehallinnan

taantuminen näyttäisi pysähtyvän n. 60 vuoden iässä ja säilyvän sillä tasolla jopa kaksi vuosikymmentä liikunnallisesti passiivisiin verrattuna. Liikehallinnan kannalta ei ole merkitystä, liittykö liikunta-aktiivisuus kilpaurheiluun vai muuten liikunnalliseen elämäntapaan. (Hirtz ym. 2007, 140-143; Rikli & Busch 1986.)

2.3.2 Liikehallinnan harjoitettavuus

Harjoittelulla on merkittävä vaikutus liikehallintaan varhaislapsuudesta lähtien. Suurin osa liikehallinnan harjoitettavuutta koskevista interventioista on tehty kouluikäisillä, mutta myös aikuisten ja ikääntyvien liikehallinnan harjoitettavuudesta on jonkin verran tutkimuksia.

Harjoitettavuuteen liittyvä käsite ”developmental reserve capacity” (Baltes 1990) eli mahdollinen kehitysreservi, joka tarkoittaa kuinka paljon kehitystä voidaan lisätä harjoittelun, oppimisen ja sopeutumisen kautta. Liikehallinnassa tämä mahdollinen kehitysreservi on riippuvainen iästä, liiketehtävien tyypistä ja sukupuolesta ja niiden yhdysvaikutuksesta. Myös muilla persoonakohtaisilla tekijöillä, kuten lähtötasolla tai kehitysvammalla, on vaikutusta kehitysreserviin.

Harjoitettavuuden yhteydessä mainitaan usein ikään liittyvät herkkyyskaudet (Baur 1987; Hakkarainen & Nikander 2009; Hirtz & Starosta 2002; Winter & Hartmann 2007), joilla tarkoitetaan tietyn ominaisuuden tai kyvyn kehittämisen kannalta optimaalisinta ajanjaksoa. Herkkyyskaudet on tavallisesti määritelty poikittaistutkimusten perusteella ajanjaksolle, jolloin ominaisuus tai kyky kehittyi luontaisesti eniten. On päätelty, että myös niiden harjoitettavuus on tällöin suurinta. Nopea luontaisen kehityksen kausi ei kuitenkaan välttämättä tarkoita, että myös harjoitettavuus olisi tällöin suurinta. (Hirtz & Starosta 2002.) Poikittaistutkimuksissa ilmenevät jyrkät kehityskaudet eivät kuitenkaan kerro yksilöllisestä kehityksestä eivätkä biologisesta iästä. Baltesin (1990) kehitysreservikäsitteen viitaten luontaisen nopean kehityksen kausi saattaa myös tarkoittaa, että harjoittelulla ei voi kovin paljon kiihdyttää kehitystä eli kehitysreservi on tuolloin pieni. Harjoitettavuuden kannalta herkkyyskautta paremmin kuvaava määritelmä voisi olla ”ajanjakso, jolloin kehitysreservi on suurin”, jolloin harjoittelulla on eniten merkitystä.

Motorisella oppimisella on keskeinen rooli liikehallinnan harjoittamisessa. Motorinen oppiminen tarkoittaa harjoittelun aikaansaamia kehon sisäisiä tapahtumasarjoja, jotka johtavat pysyviin muutoksiin suorituskyvyssä (Schmidt & Wrisberg 2004, 11). Motorisen oppimisen herkkyykskausien olemassaolosta ja mahdollisista ajanjaksoista on erilaisia näkemyksiä (Baur 1987; Fetz 1989; Joch & Hasenberg 1991; Willimczik, Meierarend, Pollmann & Reckeweg 1999; Winter & Hartmann 2007), mutta suotuisin ikävaihe näyttäisi olevan alakouluikäisenä ennen murrosikää. Se ei kuitenkaan tarkoita sitä, että oppiminen ei olisi mahdollista myöhemmin. Motoriselle oppimiselle optimaalisesta iästä ei kuitenkaan voi vetää suoraa johtopäätöstä siihen, mikä olisi paras ikä harjoittaa liikehallintaa. Liikehallinta koostuu eri osa-alueista, joilla kullakin on oma kehitysaikataulunsa ja herkin harjoitettavuuden kausi, kun taas motorisen oppimisen herkkyykskaudella viitataan ajanjaksoon, jolloin yleinen kyky oppia liikuntatehtäviä on parhaimmillaan. Hyvä liikehallinta voi itse asiassa edistää motorista oppimista (Fetz 1989; Hirtz & Starosta 2002; Ludvig & Hirtz 1981).

Pitkittäistutkimusten perusteella tiedetään, että luontaisesti voimakkain liikehallinnan kehityskausi on 7-12 vuoden iässä, hidastuen ja jopa taantuvan murrosiässä ja kiihtyen uudelleen murrosiän jälkeen ennen kuin kääntyy hiljalleen laskuun noin 20 ikävuoden tienoilla osa-alueesta riippuen. Hirtz (1988, 36-61) sekä Hirtz ja muut (2007, 206-219) osoittivat yksilöiden välisen liikehallinnan vaihtelun olevan voimakkainta alakouluikäisessä ja erojen kaventuvan murrosiästä alkaen. Heidän mukaansa suuri vaihtelu kertoi mahdollisesta kehityseservistä, minkä perusteella he esittivät, että optimaalisin liikehallinnan kehityskausi on 7-12 vuoden iässä. Yksilöiden välinen vaihtelu ei kuitenkaan ole samantyyppistä kaikilla liikehallinnan osa-alueilla (Hirtz ym. 2007, 206-219; Holopainen 1990, 80-102; Nupponen 1997, 139-147 ja 155-156). Vaihtelun on todettu olevan ennen murrosikää voimakkaampaa motorisesti vaativissa ja nopeustehtävissä kuin motorisesti yksinkertaisissa ja tarkkuustehtävissä. Vastaavasti ensin mainituissa tehtävissä harjoittelu on tuolloin myös tehonnut hyvin, kun taas jälkimmäisissä tehtävissä harjoittelun vaikutus oli tasaisempaa eri-ikäisillä. (Hirtz 1988, 36-61; Hirtz ym. 2007, 206-219). Tämä viittaa siihen, että erityisesti motorisesti vaativissa sekä nopeustehtävissä liikehallinnan paras harjoitusaika on edellä mainittu 7-12 vuoden ikä, kun taas motorisesti yksinkertaisemmissa ja tarkkuustehtävissä liikehallinnan harjoittelun tehokkuuteen vaikuttavat muut tekijät ikää enemmän eikä niiden kohdalla ole havaittavissa yhtä selkeää herkkyykskautta. Liikehallintaa voidaan harjoittaa menestyksekkäästi iästä riippumatta. Harjoituksen vaikutus

on suurempi motorisesti vaativissa ja nopeustehtävissä kuin yksinkertaisissa ja tarkkuustehtävissä (Hirtz ym. 2007, 205-230; Roth & Winter 1994, 211-214).

Hirtz (1988, 52-66) tutki liikehallintaa painottavan opetuksen vaikutusta 8–11 -vuotiaiden koululaisten liikehallintaan pitkittäisasetelmalla, jossa oppilaat jaettiin koe- ja kontrolliryhmiin. Lähtötilanteessa ryhmien välillä ei ollut eroja. Kolme vuotta kestäneen intervention aikana koeryhmään (n = 130) kuuluneiden poikien ja tyttöjen liikehallinta kehittyi useimmilla osa-alueilla kaksinkertaisesti tavallista opetusta saaneisiin verrattuna ja joillakin osa-alueilla jopa enemmän kuin useita kertoja viikossa kilpaurheilua harjoitteleiden oppilaiden. Kinesteettisen erottelukyvyn ja rytmikyvyn kehittymiseen interventiolla ei ollut vaikutusta. Liikehallintaa painottavasta opetuksesta hyötyivät etenkin liikehallinnaltaan heikot oppilaat. Interventiolla oli positiivinen vaikutus myös motoriseen oppimiskykyyn, oppimisen pysyvyyteen ja opitun mieleen palauttamiseen. Tyttöjen kehitys oli suurinta koko kehon liikehallintaa ja nopeutta vaativissa tehtävissä, kun taas pojat kehittivät eniten tarkkuutta ja hienomotoriikkaa vaativissa tehtävissä. Opetuskokeilun päätyttyä vajaa puolet koeryhmän oppilaista osallistui jatkotutkimukseen. Intervention aikana saavutettu ero kontrolliryhmään verrattuna oli säilynyt vielä 16-vuotiaana tutkimuksen päättyessä. Alakouluikä on erityisen herkkä ajanjakso liikehallinnan kehitykselle ja tuolloin tapahtuneet muutokset saattavat vaikuttaa loppuelämän (Hirtz ym. 2007, 219).

Nupposen ja muiden (1991) tutkimuksessa tarkasteltiin erilaisten koulun liikuntatuntien ulkopuolisten tehostamistoimien (mm. teemapäivät, kilpailutapahtumat, liikuntakerhot, ryhmäkoon pienentäminen, välituntiliikunnan aktivointi ja yhteistyö urheiluseurojen kanssa) vaikutusta 9–16-vuotiaiden oppilaiden kuntoon ja liikehallintaan kolmen vuoden intervention aikana. Tutkimukseen osallistui yhteensä 2007 oppilasta, joista noin puolet kuului tehostamistoimien piiriin. Intervention päätyttyä tehostamistoimien piiriin kuuluneiden liikehallinta oli suurimmassa osassa testitehtäviä vertailuoppilaita parempi. Tehostuksesta hyötyivät eniten yläkouluikäiset (13–16-vuotiaat) pojat ja vähiten yläkouluikäiset tytöt. Pojilla tehostuksen osuus ulottuu useampaan liikehallinnan osa-alueeseen kuin tytöillä. Koko ikäryhmällä (9–16-vuotiaat) tehostus edisti erityisesti tasapainoa ja liikehallintaa telinevoimistelutehtävissä. Osa oppilaista osallistui vielä kolme vuotta intervention päätyttyä tapahtuneeseen jälkiseurantaan, jossa todettiin intervention aikana liikehallinnassa syntyneiden erojen säilyneen suurimmassa osassa tehtäviä (Nupponen 1997, 206-219).

Harjoittelulla voidaan ehkäistä murrosikään tyypillisesti liittyvää liikehallinnan kehityksen taantumista. Sharma (1993) tutki harjoittelun vaikutusta käsipalloa harrastavien 13-vuotiaiden poikien liikehallintaan viiden kuukauden harjoittelun aikana. Harjoittelun ansiosta liikehallinta kehittyi murrosiästä huolimatta. Lähtötilanteessa biologiselta iältään myöhään kypsyneiden liikehallinta oli varhain kypsyneitä parempaa, mutta jälkimmäiset puolestaan kehittivät edellisiä enemmän harjoittelun aikana. Glasauerin (2003) tutkimuksessa verrattiin koripalloa harrastavien 14-vuotiaiden poikien liikehallinnan kehitystä pituuskasvun nopeuteen 18 viikon harjoittelujakson aikana. Harjoituksissa painotettiin yleistä ja lajispesifiä liikehallintaa. Sekä hitaasti että nopeasti kasvaneiden liikehallinta kehittyi tutkimusjakson aikana, mutta edelliset kehittivät jälkimmäisiä enemmän. Myös Hirtzin (1988) tutkimuksessa sekä kilpaurheilua harrastavien että liikehallintaa painottavassa opetuksessa mukana olleiden liikehallinta kehittyi murrosiän kasvupyrähdysen aikana. Liikehallinnan harjoittelusta murrosiän aikana voidaan todeta, että harjoitusvaste on käänteisesti verrannollinen pituuskasvun nopeuteen ja lähtötasoltaan heikot hyötyvät harjoittelusta eniten. Harjoittelusta on kuitenkin hyötyä lähtötasosta tai kasvunopeudesta riippumatta. Harjoittelun ansiosta liikehallinnan taso säilyy vähintään saavutetulla tasolla, jolloin lähtökohdat liikehallinnan harjoittamiseen kasvupyrähdysen päätyttyä ovat harjoittelemattomia paremmat.

Liikehallinnan luontainen kehitys kiihtyy murrosiän jälkeen ja on viitteitä siitä, että tämä ajanjakso noin 20 ikävuoteen saakka olisi myös varsin otollinen liikehallinnan harjoitettavuudelle. Hirtzin (1988) tutkimuksessa oppituntien ja koulun ulkopuolella useita kertoja viikossa urheilua harrastavien reaktiokyky motorisesti vaativissa tehtävissä ja kineesteettinen erottelukyky kehittyivät murrosiän jälkeen harjoittelemattomia enemmän. Hirtz (1988, 51) kutsuikin ikävuosia 17-21 liikehallinnan optimoinnin vuosiksi, jolloin liikehallinnan harjoitusvaste on lähes yhtä hyvä kuin ennen murrosikää. Myös Schielke (1983) havaitsi harjoittelun purevan hyvin nuorena aikuisiässä. Hän tutki viikoittaisen liikehallintaa painottavan harjoituksen (90 min) vaikutusta 18–23-vuotiaiden opiskelijoiden liikehallintaan. Kahden vuoden tutkimusjakson aikana koehenkilöiden liikehallinta kehittyi jopa 20 %, kun taas harjoittelemattomilla liikehallinta pysyi ennallaan tai taantui.

Vaikka Hirtzin (1988), Sharman (1993) ja Glasauerin (2003) tutkimuksissa todettiin lähtötasoltaan heikoimpien hyötyvän eniten liikehallinnan harjoittelusta, niin myös lähtötasoltaan hyvät voivat kehittää liikehallintaansa. Krüger ja Zimmerman (1983) osoittivat, että aikuisten kilpaurheilijoiden (telinevoimistelijat, melojat, käsipalloilijat) liikehallintaa

voitiin parantaa merkitsevästi useita viikkoja (6-12 viikkoa) kestäneen harjoittelujakson aikana.

Aikuisten ja iäkkäiden liikehallinnan harjoitettavuudesta on joidenkin kokeellisten tutkimusten lisäksi saatu tietoa retrospektiivisesti kartoittamalla liikehallintaa selittäviä tekijöitä. Sekä kilpaurheilun että liikunnan harrastamisen on havaittu olevan positiivisesti yhteydessä liikehallintaan opiskelijoilla, aikuisilla ja ikääntyvillä. Jochade ja Schwarzen (1984) tutkimuksessa havaittiin urheilun harrastamisen määrällä olevan yhteyttä opiskelijoiden liikehallintaan. Israel ja Weidner (1988) sekä Hirtz ja muut (1990) osoittivat, että kilpaurheilua harrastavien aikuisten liikehallinta oli ei-urheilevia parempaa. Spirduson ja Cliffordin (1978) tutkimuksessa 60–70-vuotiaiden juoksijoiden ja mailapelejä harrastavien reaktiokyky vastasi 20–30-vuotiaiden urheilua harrastamattomien tasoa. Rikli ja Busch (1986) vertailivat liikunnallisesti aktiivisten, inaktiivisten ja golfia harrastavien iäkkäiden naisten (yli 60-vuotiaat) motorista suorituskykyä. Liikunnallisesti aktiivisten ja golfia harrastavien naisten tasapaino ja reaktiokyky eivät eronneet toisistaan, mutta molemmat olivat merkitsevästi parempia kuin inaktiiviset naiset. Aktiivisten ja golfia harrastavien iäkkäiden naisten suorituskyky oli lähes nuorten naisten tasolla. Harjoittelulla voidaan ehkäistä iän mukana tapahtuvaa luontaista liikehallinnan heikkenemistä. Harjoittelun vaikutus ei välttämättä näy absoluuttisena kehityksenä, mutta ikään suhteutettuna harjoittelun vaikutus voi olla hyvinkin suurta.

Iäkkäillä itse asiassa jo tason säilyminen kertoo tuottavasta harjoittelusta. Lisääntyneiden kaatumatapaturmien vuoksi iäkkäiden tasapainon kehittämiseksi on tehty useita kokeellisia tutkimuksia. Esimerkiksi Wolfson, Whipple, Derby, Judge, King, Amerman, Schmidt ja Smyers (1996) sekä Mansfield, Peters, Liu ja Maki (2010) osoittivat, että iäkkäiden tasapainoa on mahdollista kehittää intensiivisellä ja spesifillä harjoittelulla varsin lyhyessä ajassa. El-Khoury, Cassou, Charles ja Dargent-Molina (2013) puolestaan tutkivat kaatumisia ehkäisevien harjoitusohjelmien tehokkuutta meta-analyysillä, johon kelpuutettiin mukaan 17 satunnaiskontrolloitua tutkimusta. Tutkimuksessa todettiin, että erilaisilla kaatumisen ehkäisyyn tähtäävillä interventioilla voidaan vähentää sekä kaatumisista aiheutuvia vammoja että ehkäistä lääkarinhoitoa vaativien kaatumisten määrää. Tulokset harjoitusohjelmissa korostettiin tasapainon harjoittelua, vaikka niissä harjoitettiin myös muita liikuntakykyjä.

Liikehallinnan harjoitettavuudessa on havaittavissa kaksi selkeämpää ajanjaksoa, jolloin harjoitusvaste on korkeimmillaan. Ensimmäinen ja vahvemmin harjoitukselle herkkä ajanjakso on kouluiän alusta murrosiän alkuun ja toinen murrosiän jälkeen noin 20-vuotiaaksi. Varsinkin ensimmäisellä herkkyyskaudella liikehallinnan luontainen kehitys on voimakasta. Liikehallinta on kuitenkin harjoitettavissa muina ajanjaksoina, jolloin harjoittelun suhteellinen osuus liikehallinnan kehityksessä on itse asiassa suurempi kuin edellä mainittuina herkkyyskausina. Luontaisen kehityksen ja kypsymisen päätyttyä liikehallintaan voi vaikuttaa vain harjoittelulla. Aikuisena ja iäkkäänä liikehallinnan taso on riippuvaisempi jatkuvasta liikunta-aktiivisuudesta kuin iästä. Liikehallintaa voi harjoittaa tuloksettaasti sekä kilpaurheilun että muun liikunta-aktiivisuuden kautta. Harjoitusvaste on suurin lähtötasoltaan heikoilla, mutta myös hyvät hyötyvät harjoittelusta.

2.3.3 Liikehallinnan pysyvyys

Pysyvyys on yksi liikuntakykyteorian kivijaloista (Roth & Winter 1994). Pysyvyyden tutkiminen edellyttää pitkittäistutkimuksia, joita liikehallinnasta ei ole kovin paljon tehty. Liikehallinnan pysyvyyttä on tutkittu osana yleistä motorisen kehityksen pysyvyyttä (Hirtz ym. 2007; Holopainen 1990; Nupponen 1997). Liikehallinnan pysyvyys on monitahoinen ilmiö, jota voidaan eritellä yksilö- ja ryhmätasolla sekä suhteellisen ja absoluuttisen pysyvyyden näkökulmasta. Hirtzin ja muiden (2007, 148-149) motorisen kehityksen viitekehityksessä pysyvyys oli jaettu normatiiviseen, suhteelliseen ja yksilön sisäiseen pysyvyyteen sekä iänmukaisen kehityksen pysyvyyteen ja liikerakenteen pysyvyyteen. Tätä viitekehystä voidaan soveltaa myös liikehallinnan pysyvyyden tarkasteluun.

Liikehallinnan normatiivinen pysyvyys kuvaa, miten yksilön liikehallinnan taso säilyttää asemansa samaan ikäkohorttiin verrattuna tietyllä ajanjaksolla. Kehitystä voi siis tapahtua absoluuttisesti, mutta yksilön asema ryhmässä ei muutu, mikäli myös muut kehittyvät samalla nopeudella. Kuviossa 6 havainnollistetaan kuvitteellisen tutkimuksen avulla, miten normatiivinen pysyvyys ilmenee. Tutkimusasetelmassa liikehallintaa on mitattu samoilta henkilöiltä ensimmäisen kerran vuonna 1976 ja toisen kerran vuonna 1996. Molemmilla mittauskerroilla koehenkilöt (n=100) on jaettu liikehallinnaltaan eritasoisin ryhmiin (heikko, keskinkertainen, hyvä). Kun koehenkilöt sijoitetaan molempien mittauskertojen liikehallinnan tason perusteella kuviossa 6 esitettyyn taulukkoon, voidaan havaita, mitä yksilön asemalle ryhmässä tapahtuu. Punaiset ruudut kuvaavat niitä, joiden

asema ryhmässä ei muutu, vihreät niitä joiden asema paranee ja keltaiset niitä joiden asema heikkenee. Taulukon perusteella asema ryhmässä heikkenee 30 %:lla, säilyy samana 40 %:lla ja paranee 30 %:lla koehenkilöistä.

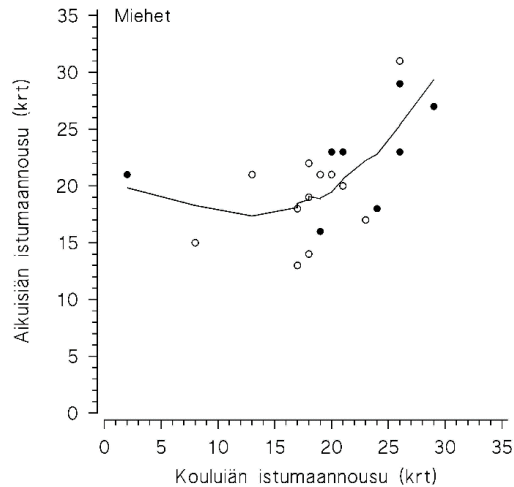
Liikehallinta 1976	Liikehallinta 1996		
	heikko	keskinkertainen	hyvä
heikko	5	10	5
keskinkertainen	10	30	15
hyvä	5	15	5

Kuvio 6 Liikehallinnan normatiivinen pysyvyys

Liikehallinnan normatiivisesta pysyvyydestä tiedetään varsin vähän. Hirtz ja muut (2007, 168-171) tutkivat liikehallinnan normatiivista pysyvyyttä yksilötasolla. Kyseisessä kuuden vuoden seuruututkimuksessa 6–12-vuotiailla koululaisilla vertailtiin kunnan ja liikehallinnan normatiivista pysyvyyttä sekä sukupuolten välisiä eroja. Useista tehtävistä koostetulla summamuuttujilla laskettuna normatiivinen pysyvyys oli suurempi kunnossa kuin liikehallinnassa. Liikehallinnassa pojat (59 %) säilyttivät tyttöjä (48 %) paremmin asemansa. Nupponen (2007, 159-165) vertaili kolmen lähtötasoltaan erilaisen ryhmän liikehallinnan pysyvyyttä. Tässä pitkittäistutkimuksessa 9–16-vuotiailla koululaisilla ryhmien välinen luokitus säilyi, mutta niiden väliset erot liikehallinnassa pienenevät ja ryhmien sisäinen hajonta kasvoi kolmen vuoden seurannan aikana. Myös Holopainen (1990, 96) vertaili liikehallinnan pysyvyyttä kolmen lähtötasoltaan erilaisen ryhmän kesken (heikko, keskinkertainen, hyvä). Kuuden vuoden seurannassa 7–16-vuotiaiden koululaisten liikehallinnan tason pysyvyyttä ikätovereihin verrattuna arvioitiin kolmiportaisesti asteikolla: heikentynyt, pysynyt samana, parantunut. Hyvillä oppilailla liikehallinnan taso säilyi pääosin samana. Liikehallinnan taso pysyi samana tai parantui noin 80 %:lla oppilaista.

Suhteellisella pysyvyydellä tarkoitetaan missä määrin yksilön taso säilyy määrättyllä ajanjaksolla hänen aikaisempaan tasoonsa verrattuna. Suhteellisesta pysyvyydestä käytetään myös englanninkielistä käsitettä tracking ja sen mittana tulomomentti- tai järjestyskorrelaatiota (Beunen ym. 1992). Kuviossa 7 on havainnollistettu koulu- ja aikuisiän välistä suhteellista pysyvyyttä lihasvoimaa mittaavan istumaannousutestitulosten avulla, joista

on piirretty sirontakuvi (Mikkelsson 2007, 72). Kuvioon on lisäksi piirretty musta yhtenäinen viiva (LOWESSin regressiokäyrä) havainnollistamaan tulosten epälineaarista yhteyttä. Vähäisistä liikehallintatutkimuksista ei vastaavia kuvaajia ole toistaiseksi löytynyt.



Kuvio 7 Miesten koulu- ja aikuisiän istumaannousutestitulosten väliset yhteydet (Mikkelsson 2007, 72)

Liikehallinnan suhteellinen pysyvyys on melko hyvin tunnettu ilmiö varsinkin kouluikäisillä, mutta aikuisikäen ulottuvia tutkimuksia on vähemmän. Nupposen (1997, 152-155) kolmen vuoden pitkittäistutkimuksessa 9–16-vuotiaiden koululaisten kunnan suhteellinen pysyvyys oli suurempi kuin liikehallinnan. Sukupuolten ja ikäryhmien välillä liikehallinnan suhteellisessa pysyvyydessä ei sen sijaan ollut juuri eroja. Pysyvyys laski mitausaikavälin kasvaessa ja oli alhaisinta esimurrosiässä. Yli kahden vuoden aikavälillä pysyvyyuskertoimet laskivat yleensä alle 0.50 tason.

Hirtzin ja muiden (2007, 153-156) esittämässä neljään eri pitkittäisaineistoon pohjautuvassa yhteenvedossa liikehallinnan suhteellinen pysyvyys kouluikäisillä vaihteli heikosta kohtalaiseen. Korrelaatiokertoimet olivat välillä 0.20-0.60. Parhaiten liikehallintakyvyistä säilyttivät tasonsa reaktiokyky ja tasapainokyky ja heikoiten kinesteettinen erotte-lukyky ja rytmikyky. Liikehallinnan suhteellinen pysyvyys nopeustehtävissä säilyi melko hyvin kouluiässä, mutta ei enää mitausaikavälin kasvaessa. Tarkkuustehtävissä liikehallinnan suhteellinen pysyvyys sen sijaan säilyi korkeana myös kouluiästä aikuisikäen.

Reaktiokyvyn korrelaatiokertoimet kouluikäisillä Greifswaldin (1988-1995) kuuden vuoden seuruututkimuksessa olivat pojilla 0.59 ja tytöillä 0.34. Toisessa lyhyemmässä kolmen vuoden seuruututkimuksessa (1986-1990) reaktiokyvyn korrelaatiokertoimet olivat puolestaan tytöillä (0.59) paremmat kuin pojilla (0.43). Reaktiokyky on vahvasti yhteydessä perimään, mikä saattaa selittää melko hyvää suhteellista pysyvyyttä (Hirtz ym. 2007, 153-156).

Kouluiässä tasapainon suhteellinen pysyvyys on tytöillä vahvempaa kuin pojilla. Greifswaldin 1975-1983 kahdeksan vuoden pitkästä tutkimuksesta (Hirtz ym. 2007, 35-36, 153-156) tasapainon suhteellinen pysyvyyden korrelaatio oli tytöillä 0.51 ja pojilla 0.41. Uudemmassa Greifswaldin 1988-1995 kuuden vuoden seuruututkimuksessa (Hirtz ym. 2007, 36-37, 153-156) tyttöjen korrelaatio tasapainossa oli jopa 0.61, kun taas pojilla korrelaatio ei ollut merkitsevä. Myös Holopaisen (1990, 97-98) kuuden vuoden pitkästä tutkimuksessa 7-16-vuotiailla tasapainokyvyn suhteellinen pysyvyys oli parempi tytöillä kuin pojilla. Tytöillä korrelaatiot olivat kaikilla ikäkohorteilla merkitseviä ja vaihtelivat välillä 0.44-0.71, kun taas pojilla vain osa korrelaatioista oli merkitseviä, ja ne vaihtelivat välillä 0.13-0.64. Nupposen (1997, 154) tutkimuksessa tasapainon suhteellisessa pysyvyydessä sukupuolten välillä ei ollut eroja. Tutkimuksessa seurattiin yhtä osajoukkoa kuusi vuotta alakoulusta yläkouluun. Tasapainon suhteellinen pysyvyys oli tytöillä 0.47 ja pojilla 0.46. Tyttöjen tasapaino vaikuttaisi olevan melko pysyvää lapsuudessa ja nuoruudessa, mutta pojilla yhteydet ovat heikompia, jopa merkityksettömiä. Murrosiässä tapahtuvat kehon suhteiden muutokset saattavat selittää tyttöjen tasapainon parempaa suhteellista pysyvyyttä. Pojilla murrosiässä lisääntyä erityisesti ylävartalossa massa, kun taas tytöillä massa kertyy pääasiassa lantion seudulle (Hakkarainen 2009a, 82). Ylävartalon painon lisääntyminen nostaa kehon painopistettä ja vaikeuttaa tasapainon ylläpitoa, kun taas lantion seudulle kertyvä massa madaltaa painopistettä ja helpottaa tasapainon ylläpitoa.

Keski-ikäisillä aikuisilla tasapaino sen sijaan näyttäisi säilyvän varsin hyvin. Lefevre, Philippaerts, Delvaux, Thomis, Vanreusel, Vanden Eyende, Claessens, Lysens, Renson ja Beunen (2000) tutkivat aikuisiän tasapainon suhteellista pysyvyyttä 30-40-vuotiailla miehillä. Ikävälillä 30-35 vuotta tasapainon pysyvyyden korrelaatio oli 0.74 ja ikävälillä 35-40 vuotta 0.71. Tutkimuksen seuranta-aika oli viisi vuotta ja siinä mitattiin staattista tasapainoa. Tasapainon suhteellisesta pysyvyydestä kouluiästä aikuisikään ei ole tietoa ja aikuisiän tasapainon pysyvyydestäkin kaivattaisiin kipeästi lisätutkimuksia.

Hirtzin ja muiden (2007, 153-156) yhteenvedossa liikehallinnan suhteellinen pysyvyys nopeustehtävissä oli kouluikäisillä melko korkea varsinkin lyhyellä aikavälillä. Lyhyemmässä kolmen vuoden seurannassa pysyvyyden korrelaatio pojilla oli 0.64 ja tytöillä 0.57. Pidemmässä kuuden vuoden pitkittäistutkimuksessa suhteellinen pysyvyys oli tytöillä lähes sama (0.54), mutta pojilla enää 0.34. Pidemmällä aikavälillä liikehallinnan suhteellinen pysyvyys nopeustehtävissä on heikkoa. Schottin (2000, 153-166) kouluiästä aikuisuuteen ulottuvassa lähes 20 vuoden pitkittäistutkimuksessa (10-28 ikävuotta) liikehallinnan suhteellinen pysyvyys nopeustehtävissä oli enää 0.19 eikä korrelaatio ollut merkitsevä. Lyhyemmällä seurantaväleillä (10-20 ikävuotta ja 20-28 ikävuotta) korrelaatiot olivat hieman korkeampia (0.28 ja 0.33), mutta eivät merkitseviä. Schottin tutkimuksessa käytetyt testit eivät tosin olleet ensimmäisellä mittauskerralla samoja kuin kahdella jälkimmäisellä, mikä saattaa selittää heikkoa pysyvyyttä. Toisaalta pysyvyys ei ollut merkitsevä myöskään kahden viimeisen mittauskerran välillä (20 ja 28 ikävuotta), jolloin testit olivat samat. Hirtzin ja muiden (2007, 153-156) mukaan liikehallinnan tason säilyttäminen nopeustehtävissä vaatii jatkuvaa harjoittelua. Harjoittelemattomuus todennäköisesti selittää suhteellisen pysyvyyden voimakasta heikkenemistä seuranta-ajan kasvaessa yli kymmeneen vuoteen.

Toisaalta liikehallinta nopeustehtävissä saattaa myös säilyä kohtuullisena kouluikäisestä lähes 30-vuotiaaksi, mikäli tehtävissä vaaditaan liikehallinnan lisäksi myös kuntokykäjä (voimaa ja nopeutta). Kemperin (1995, 77-78) 15 vuoden seuraututkimuksessa (13-27v) yksi testeistä oli 10x5m:n sukkulajuoksu, joka mittaa jonkin verran liikehallintaa nopeustehtävissä, mutta myös nopeutta ja voimaa. Tässä testissä suhteellisen pysyvyyden korrelaatiokertoimet olivat miehillä 0.40 ja naisilla 0.41. Myös Beunenin ja muiden (1992) 17 vuoden pitkittäistutkimuksessa yksi testeistä oli 10x5 m:n sukkulajuoksu. Koehenkilöinä oli miehiä, joita seurattiin 13-vuotiaasta 30 vuoden ikäiseksi. Sukkulajuoksun suhteellisen pysyvyyden korrelaatio oli 0.45, joka on lähes sama kuin Kemperin (1995, 77-78) tutkimuksessa.

Liikehallinnan suhteellinen pysyvyys tarkkuustehtävissä sen sijaan näyttäisi olevan varsin korkea kouluikäisestä aikuiseksi, joskin tutkimuksia on niukasti. Schottin (2000, 153-166) tutkimuksessa liikehallinnan suhteellinen pysyvyys tarkkuustehtävissä lähes 20 vuoden pitkittäistutkimuksessa oli melko korkea. Koko mittausajanjaksolla (10-28 ikävuotta) korrelaatio oli 0.49. Ikävälillä 20-28 vuotta korrelaatio oli 0.54, mutta ensimmäisellä mit-

tausajanjaksolla (10-20 vuotta) vain 0.34, mitä saattaa selittää hieman erilaiset testit ensimmäisellä ja toisella mittauskerralla. Toisaalta suhteellinen pysyvyys oli korkea ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä erilaisista mittareista huolimatta. Korkea suhteellinen pysyvyys kertonee siitä, että liikehallinta tarkkuustehtävissä säilyy varsin hyvin ilman harjoittelua kouluiästä aikuisikään, mutta vastaavasti aikuisena sen taso on se, mikä kymmenvuotiaana on hankittu.

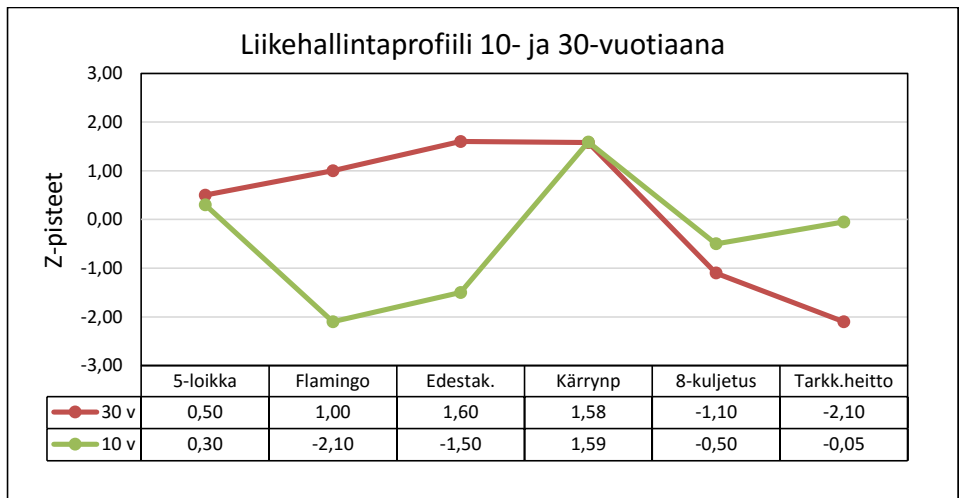
Heikoin suhteellinen pysyvyys on kinesteettisessä erottelukyvyyssä ja rytmikyvyssä. Greifswaldin 1975-1983 (Hirtz 2007, 35-36, 153-156) kahdeksan vuoden pitkästä tutkimuksessa koululaisilla korrelaatiot vaihtelivat välillä 0.21-0.32, eikä yksikään niistä ollut merkitsevä. Tutkimuksessa käytettyjen testien tulokset osoittautuivat olevan voimakkaasti harjoittelusta riippuvaisia ja yksilön testitulokset vaihtelivat suuresti, mikä selittää heikkoja pysyvyksiä. Holopaisen (1990, 97-98) kuuden vuoden seuraututkimuksessa koululaisten rytmikyvyn korrelaatiot vaihtelivat ikäkohorteittain välillä 0.27-0.68, joista osa oli merkitseviä. Erot eri ikäkohorttien välillä olivat suuret, joten kokonaisuutena rytmikyvyn pysyvyys jäi alhaiseksi.

Nupponen (1997, 152-155) tutki liikehallinnan suhteellista pysyvyyttä liikesäätelyksi ja lihashallinnaksi nimetyillä summamuuttujilla, joista edellinen sisälsi välineenkäsittelytehtäviä ja jälkimmäinen telinevoimisteluun liittyviä tehtäviä. Liikesäätelyn suhteellinen pysyvyys kuuden vuoden seurannassa kouluikäisillä tytöillä oli 0.38 ja pojilla 0.60, kun taas lihashallinnan pysyvyys oli tytöillä 0.39 ja pojilla 0.43. Poikien vahva liikesäätelyn pysyvyys viittaisi siihen, että liikehallinta välineenkäsittelytehtävissä säilyisi varsin hyvin lapsuudesta teini-ikään.

Liikehallinnan suhteellinen pysyvyys näyttäisi olevan naisilla parempaa kuin miehillä. Tätä tukee myös Ahnertin (2005, 325-326) tutkimustulos, jossa seurattiin liikehallinnan kehitystä esikouluiästä (6-vuotiaat) varhaiseen aikuisikään (23-vuotiaat) liikehallintaa monipuolisesti mittaavilla testipatteristoilla. Korrelaatiot esikouluiän ja varhaisen aikuisiän välillä olivat miehillä 0.30 ja naisilla 0.54. Myös peruskoulun päättymisen ja varhaisen aikuisiän välillä naisten korrelaatio (0.63) oli suurempi kuin miesten (0.52).

Yksilön sisäisellä pysyvyydellä tarkoitetaan yksilön kykyprofiilin pysyvyyttä tietyllä ajanjaksolla (Hirtz ym. 2007, 149 ja 163-167). Kykyprofiilissa yksilön tulokset liikehallinnan eri osa-alueiden testeissä vakioidaan ryhmän keskiarvoon nähden (esimerkiksi z-pisteiksi), jotta eri osa-alueita voidaan verrata toisiinsa.

Kuviossa 8 on havainnollistettu kuvitteellisen henkilön avulla liikehallintaprofiilin pysyvyyttä 20 vuoden aikana. Kyseisen henkilön liikehallintaa mitattiin kuudessa eri tehtävässä sekä koulu- (10-vuotiaana) että aikuisiässä (30-vuotiaana). Kuvioista voidaan havaita, että henkilön liikehallinta parani huomattavasti molemmissa tasapainotehtävissä (flamingoseisonta ja edestakaisinhyppely), heikkeni kummassakin välineenkäsittelytehtävässä (kahdeksikkokuljetus ja tarkkuusheittokiinniotto) ja säilyi muuttumattomana vauhdittomassa 5-loikassa ja kärrynpyörässä. Kuvitteellisen henkilön yksilön sisäisen liikehallinnan pysyvyys oli siis varsin heikkoa, koska hänen kykyprofiilissaan tapahtui huomattavia muutoksia. Kouluikässä heikko liikehallinta tasapainotehtävissä oli kehittynyt aikuisena hänen vahvimaksi osa-alueekseen, kun taas kouluikässä keskiverto liikehallinta välineenkäsittelytehtävissä oli aikuisena laskenut hänen heikoimmaksi osa-alueekseen.



Kuvio 8 Liikehallinnan yksilön sisäinen pysyvyys

Liikehallinnan eri osa-alueiden kehitys tunnetaan varsin hyvin yleisellä tasolla (ks. luku 2.3), mutta se millä tavalla ne kehittyvät suhteessa toisiinsa yksilöllisesti on varsin huonosti tunnettu. Ilmiö on mielenkiintoinen, koska se kuvaa säilyvätkö vahvat osa-alueet vahvoina ja heikot heikkoina vai onko kehitykseen mahdollista vaikuttaa. Harvat tutkimukset on tehty kouluikäisillä ja seuranta-ajat ovat olleet verrattain lyhyitä. Glasauer (2003, 281-288) tutki liikehallintaa painottavan harjoittelun vaikutusta yksilön liikehallinnan kykyprofiilin pysyvyyteen 13–15-vuotiailla koripalloilijoilla. Nopeasta pituuskasvusta ja voimakkaasta kehon rakenteen kehityksestä huolimatta yksilöiden kykyprofiilit säilyivät samoina kuuden kuukauden tutkimusjakson aikana. Yksittäisissä osa-alueissa

tapautui toki muutoksia molempiin suuntiin ja joillakin koehenkilöillä myös liikehallinnan kokonaistaso parantui hieman, mutta kykyprofiilit eivät muuttuneet. Glasauerin (2003, 281-288) tutkimusjakso oli kovin lyhyt, mutta se osoitti että yksilön liikehallintaprofiili on varsin pysyvä suurienkin kehollisten muutoksien aikana. Toki on huomioitava, että liikehallintaa harjoitettiin aktiivisesti koko tutkimuksen ajan.

Nupponen (1997, 155-159) puolestaan tutki 9–16-vuotiaiden oppilaiden yksilöllisiä kehitysvaihteluita kyvyttään sekä selvittämällä, voiko yhden kyvyn kehittymisen perusteella ennustaa muiden kykyjen kehitystä. Kumpikaan ongelmanasettelu ei varsinaisesti kuvaa yksilön kykyprofiilin pysyvyyttä, mutta sivuaa sitä läheisesti. Oppilaiden yksilöllisiä kehitysvaihteluita Nupponen (1997, 155-156) tutki keskimääräisestä kehityksestä poikkeavien yksilöiden avulla. Hän havaitsi, että sama oppilas sijoittuu kehitykselliseen ääriryhmään korkeintaan kahdessa kyvyssä, joskin tapaukset olivat harvinaisia. On huomioitava, että tutkimuksessa käytetyistä neljästä kykymuuttujasta vain kaksi (tasapaino ja liikesäätely) edustivat liikehallintakykyjä. Nupposen (1997, 157-159) tutkimuksessa yksittäisen liikuntakyvyn kehitys selitti 0-22 % muiden kykyjen kehityksen varianssista. Eritoten liikesäätelyn kehitys oli spesifiä eikä ennustanut hyvin muiden kykyjen kehitystä. Liikehallintakyvyistä tasapaino selitti parhaiten ala-asteen tyttöjen ja lihashallinta yläasteen poikien liikuntakykyjen kehitystä.

Iän mukaisen kehityksen pysyvyydellä tarkoitetaan kehityksen samankaltaisuutta saman ikäisillä riippumatta ikäkohortista, tutkimusasetelmasta ja käytetyistä testeistä (Hirtz ja muut 2007, 148-149). Liikehallinnan osalta tutkimustuloksia on vähän. Hirtzin ja muiden (2007, 157-163) esittämässä useiden tutkimusten yhteenvedossa liikehallinnan iän mukainen kehitys lapsilla ja nuorilla osoittautui samanlaiseksi koehenkilöiden taustoista riippumatta. He vertailivat liikehallinnan kehitystä eri ikäkohorttien, tutkimusasetelmien ja käytettyjen testien välillä ja päätyivät tulokseen, jossa iän mukainen liikehallinnan kehitys oli samanlaista riippumatta edellä mainituista muuttujista. Hirtz ja muut (2007, 157-163) selittävät liikehallinnan iän mukaisen kehityksen samankaltaisuutta kaikille lapsille ja nuorille yhtenäisellä kypsyemisprosessilla ja määrättyillä kehitystehtävillä, minkä vuoksi liikehallinnan kehitys on riippumaton ikäkohortista, kulttuurista, tutkimusasetelmasta ja käytetyistä testeistä.

Liikehallinnan iän mukaisen kehityksessä eri maiden lasten ja nuorten välillä sen sijaan saattaa olla eroja. Hirtz ja muiden (2007, 175-177) yhteenvedossa mainitaan yksi tutkimus (Kohoutek, Hendl, Vele ja Hirtz 2005), jossa osoitettiin, että suuntautumis-, reaktio- ja tasapainokyky kehittyivät eri tahtia tshekkiläisillä lapsilla saksalaislapsiin verrattuna, mutta erot tasoittuivat 14 ikävuoteen mennessä. Tutkijat perustelivat eroja lasten vapaa-ajan liikuntatottumusten erilaisuudella ja kouluopetuksen painotuksella. Tutkimusten puutteen vuoksi aiheesta voi tehdä vain varovaisia päätelmiä. Kuitenkin esimerkiksi Länsi-Euroopan, Itä-Aasian ja Keski-Afrikan kulttuurit sekä elinolosuhteet ja -tavat ovat varsin erilaisia ja olisi hämmästyttävää, mikäli se ei näkyisi lasten ja nuorten liikehallinnan kehityksessä.

Aikuisten liikehallinnan kehityksen iänmukaista pysyvyyttä ei ole tutkittu. Voisi olettaa, että aikuisten liikehallinnan kehitys vaihtelisi enemmän ikäluokkien, tutkimusasetelmien, käytettyjen testien välillä, koska aikuisiässä elimistön luontainen kasvu ja kehitys ovat päättäneet, jolloin ympäristöllä, harjoittelulla ja elintavoilla on suhteellisesti suurin osuus liikehallinnan kehitykseen.

Liikerakenteen pysyvyydellä tarkoitetaan motoriseen kehitykseen liittyvien perusliikuntataitojen hierarkkista rakentumista. Perusliikuntataitojen oppiminen noudattaa aina määrättyä etenemispolkua, jossa edellinen vaihe on hallittava ennen seuraavaan vaiheeseen siirtymistä. Esimerkiksi pienen lapsen on opittava hallitsemaan päätään ja keskivartaloon ensin makuulla ja istuen ennen kun hän voi oppia kävelemään ja vanhempien lasten on puolestaan osattava pompottaa palloa hyvin paikallaan ja kävellen ennen kun he voivat oppia pompottamaan palloa juosten. (Hirtz ym. 2007, 148-153.). Liikerakenteen pysyvyys -käsite liittyy siis ennemminkin liikuntataitojen kuin liikehallinnan kehitykseen.

2.3.4 Interventiotutkimukset

Kouluissa on toteutettu eripituisia interventioita, joilla on pyritty kehittämään lasten ja nuorten liikehallintaa. Erilaiset tehostamistoimet ovat kohdistuneet liikuntatuntien sisältöön ja määrään, mutta myös varsinaisten liikunnan oppituntien ulkopuoliseen toimintaan, kuten välituntiliikuntaan ja liikuntakerhoihin. Seuraavassa esitellään liikehallinnan interventiotutkimuksia sekä pohditaan interventioiden tehokkuutta ja pitkäaikaisvaiku-

tuksia. Taulukkoon 1 on koottu vähintään kuusi kuukautta kestäneitä kouluissa toteutettuja interventioita, joissa liikehallinta on ollut tutkimuksessa riippuvana muuttujana. Mukana on myös yksi päiväkodissa tehty interventio.

Taulukko 1 Liikehallinnan interventiotutkimukset

Tekijät	Kohdejoukko ja tutkimusjakson pituus	Interventiomenetelmät	Tulokset
Kambas ym. 2004	4–6-vuotiaat päiväkotilapset n=146 Koeryhmä 71 Vertailuryhmä 75 7 kk interventio	Koeryhmällä liikehallinnan ja motoristen perustaitojen opetusta 2x45min/vk. Vertailuryhmällä tavallista liikuntaa vastaava määrä.	Koeryhmän liikehallintaa parani merkittävästi vertailuryhmään nähden. Interventiolla onnistuttiin myös vähentämään jonkin verran liikuntatapaturmia.
Jurak ym. 2006	7–10-vuotiaat koululaiset n=328 Koeryhmä 157 Vertailuryhmä 171 4 vuoden interventio	Koeryhmällä 90 min/vk enemmän liikuntaa vertailuryhmään nähden. Sisällöt vaihtelivat kouluittain, ei erityistä painotusta.	Koeryhmän liikehallintaa kehittyi merkittävästi vertailuryhmää enemmän.
Walther ym. 2009	10–11-vuotiaat koululaiset n=182 Koeryhmä 109 Vertailuryhmä 73 12 kk interventio	Koeryhmällä liikuntaa 45min/pv, josta väh. 15min kestävyysharjoittelua. Vertailuryhmällä liikuntaa 2x45min/vk.	Liikehallinnassa ei eroa koe- ja vertailuryhmien välillä.
Graf ym. 2005 ja Graf ym. 2008	6–9-vuotiaat koululaiset n=639 Koeryhmä 451 Vertailuryhmä 188 20 kk interventio (Graf ym. 2005) Jälkiseuranta 4v intervention päättymisestä (Graf ym. 2008)	Koeryhmällä päivittäinen 5min liikuntatuokio. Väli-tuntiliikuntaan kannustettiin järjestämällä liikuntatiloja ja -välineitä. Liikuntatunneilla painotettiin motorisia taitoja. Fyysisen aktiivisuuden kannustavaa terveyskasvatusta. Vertailuryhmällä yhtä paljon liikuntatunteja, mutta ilman erityispainotusta.	Koeryhmän liikehallintaa parani intervention aikana merkittävästi koeryhmää enemmän. Jälkiseurannassa ryhmien väliset erot olivat säilyneet.
Hirtz 1988	8–11-vuotiaat koululaiset n=130 Koeryhmä Vertailuryhmä 3 vuoden interventio Vuositainen jälkiseuranta (n=56) 5 vuoden ajan intervention päättymisestä	Koeryhmän liikuntatunneilla monipuolista liikehallintaa, lisäksi oppisisällöt jaksotettu painotetusti tietyn liikehallintakyvyn kehittämiseksi. Vertailuryhmällä vastaava määrä normaaleja liikuntatunteja.	Koeryhmän liikehallintaa (pl. rytmikyky) parani intervention aikana merkittävästi koeryhmää enemmän. Jälkiseurannassa ryhmien väliset erot säilyivät. Erityisesti liikehallintaan heikot tytöt hyötyivät interventiosta.
Nupponen 1997	9–16-vuotiaat koululaiset n=2007 Koeryhmä 912 Vertailuryhmä 1095 3 vuoden interventio Jälkiseuranta (n=343) 3v intervention päättymisestä	Koeryhmän kouluissa oppituntien ulkopuolisen liikunnan tehostamista, kuten väli-tuntiliikuntaa, liikuntakerhoja, monitoimipäiviä, kilpailuja, yhteistyö urheiluseurojen kesken. Vertailuryhmän kouluissa ei liikunnallisia erityistoimenpiteitä.	Koeryhmän liikehallintaa parani intervention aikana merkittävästi koeryhmää enemmän. Jälkiseurannassa ryhmien väliset erot olivat säilyneet erityisesti pojilla.

Taulukossa 1 esitettyjen tutkimusten tuloksista ilmenee, kuinka liikehallinta kehittyi, kun sitä harjoitellaan. Tulosten takaa paljastuu kuitenkin mielenkiintoisia havaintoja. Hirtzin

(1988) tutkimuksessa osoitettiin, että koeryhmän liikehallinta kehittyi kaksi kertaa vertailuoppilaita nopeammin ja interventioista hyötyivät erityisesti liikehallinnaltaan heikot tytöt. Koeryhmän tyttöjen liikehallinta kehittyi intervention aikana jopa vertailuryhmään kuuluneiden vapaa-ajallaan urheilua harrastavia tyttöjä sekä vertailuryhmän poikia paremmaksi. Tämä osoitti, että kouluiässä sukupuolten väliset ja sisäiset erot liikehallinnassa johtuvat pääosin harjoittelusta (tai harjoittelemattomuudesta) ja eroihin on mahdollista vaikuttaa. Toinen mielenkiintoinen seikka oli Jurakin ja muiden (2006) sekä Nupposen (1997) tutkimuksissa havaittu liikehallinnan paraneminen erityisen harjoittelun sijaan liikunnan määrää sekä oppimisympäristöjä ja -rakenteita muokkaamalla. Toisaalta Walterin ja muiden (2009) tutkimuksessa pelkkä liikunnan määrän lisääminen ei edistänyt liikehallinnan kehitystä, joten liikunnan laadullakin on merkitystä.

Liikehallinta -käsite riippuvana muuttujana rajaa toteutettujen tutkimusten lukumäärän melko suppeaksi. Huomioimalla myös motorisiin taitoihin (motor skills) kohdistuneet interventiot, tutkimuksia löytyy runsaammin. Esimerkiksi Boyle-Holmesin, Grostin, Russellin, Lariksen, Robinin, Hallerin, Potterin ja Leen (2009), Ericssonin ja Karlssonin (2014), Kalajan (2012), van Beurdenin, Barnettin, Zaskin, Dietrichin, Brooksin ja Beardin (2003) pitkittäistutkimuksissa sekä Morganin, Barnettin, Cliffin, Okelyn, Scottin, Cohenin ja Lubansin (2013) 19 interventiota sisältäneessä meta-analyysissä on osoitettu, kuinka erilaiset interventiot ovat tehokkaita lasten motoristen taitojen kehittämisessä. Edellä mainituissa tutkimuksissa oli mukana mittareita, jotka olisivat hyvin voineet toimia myös liikehallintamittareina. Taitojen ja liikehallinnan kehittyminen ja harjoittaminen ovat vahvasti sidoksissa toisiinsa, minkä vuoksi erilaiset mittarit mittaavat aina jossain määrin molempia. Jokainen tutkija on perustellut omissa tutkimuksissaan mittareiden mittaushetkeksi taidon tai liikehallinnan. Tämän käsitteellisen rajanvedon vuoksi motorisiin taitoihin kohdistuvia tutkimuksia ei tässä yhteydessä käsitellä syvemmin. Motorisia taitoja mitanneiden interventiotutkimusten tulokset ovat hyvin samankaltaisia kuin liikehallintaa mittaavissa tutkimuksissa, mikä vahvistaa isoa kuvaa siitä, että koulussa toteutetuilla interventioilla voidaan vaikuttaa lasten liikunnalliseen kehitykseen.

Interventioiden tehokkuutta ajatellen olisi tärkeää tietää, mitä liikehallinnalle tapahtuu intervention päättymisen jälkeen: Ovatko muutokset vain hetkellisiä vai pysyviä? Grafan ja muiden (2005) tutkimuksen jälkiseurannassa neljä vuotta intervention päättymisestä intervention aikana muodostuneet erot liikehallinnassa koeryhmän hyväksi olivat säily-

neet (Graf ym. 2008). Hirtzin (1988) tutkimuksessa koeryhmän oppilaita seurattiin vuosittain viisi vuotta intervention päättymisestä, minkä aikana havaittiin, että intervention aikana muodostuneet erot säilyivät koko jälkiseurannan ajan. Koeryhmän oppilaat pysyivät myös omaksumaan vertailuoppilaita nopeammin uusia motorisia taitoja, sekä palauttamaan mieleen aiemmin oppimiaan taitoja. Hirtz (1988, 66) otaksuu, että 8–11-vuotiaana painotetun opetuksen ansiosta saavutettu taso liikehallinnassa saattaa kantaa koko elämän ajan. Tätä ei kuitenkaan toistaiseksi ole pystytty osoittamaan. Nupposen (1997, 206-219) tutkimuksen jälkiseurantaan kolme vuotta intervention jälkeen osallistui 2007 alkuperäisestä oppilaasta 343 oppilasta, joskaan kaikki eivät olleet mukana kaikissa mittauksissa. Uusintamittauksissa havaittiin, että intervention aikana syntyneet erot koeryhmän hyväksi olivat säilyneet pojilla noin puolessa mitatuista liikehallinnan osa-alueista. Tytöillä eroa oli vain tasapainossa ja siinäkin ryhmien väliset erot olivat kavenneet jälkiseurannan aikana. Voimistelutyypisistä tehtävistä koostetussa lihashallinnan summa- muuttujassa koeryhmän tytöt olivat jopa kasvattaneet eroa vertailuryhmään nähden, mutta ero ei ollut merkitsevää.

Liikehallintainterventioiden jälkiseurantaan liittyvien tutkimusten niukkuuden vuoksi Barnettin, van Beurdenin, Morganin, Brooksin, Zaskin ja Beardin (2009) julkaisema motorisia taitoja käsitellyt tutkimus ansaitsee tulla esitellyksi tässä yhteydessä. Barnett ja muut (2009) tutkivat 12 kuukautta kestäneen motorisia taitoja painottavan opetuksen (kts. tarkemmin van Beurden ym. 2003) vaikutuksia kuusi vuotta intervention päättymisen jälkeen. Jälkiseurannassa havaittiin, että vertailuryhmään (n=127) nähden koeryhmän (n=148) oppilaat olivat kasvattaneet eroa kiinniotossa ja säilyttäneet eron hyppäämisessä sekä laukkaamisessa lähtötilanteeseen nähden. Heittämisessä ja potkaisemisessa ryhmien välinen ero oli poistunut. Tulokset ovat samansuuntaisia Nupposen (1997, 206-219) tutkimuksen tuloksien kanssa siinä mielessä, että intervention aikana syntyneet erot kasvoivat, pysyivät ennallaan tai kaventuivat osa-alueista riippuen. Edellä mainittujen tutkimusten perusteella näyttäisi siltä, että kouluissa toteutetuilla interventioilla voi olla pitkäaikaisvaikutuksia joihinkin liikehallinnan ja motoristen taitojen osa-alueisiin. Epäselvää on, millaisia ja kuinka pitkiä interventioita tarvitaan pysyvien muutosten aikaansaamiseksi. Nupposen (1997, 206-219) tutkimuksessa interventio kohdistui koulun liikuntatuntien ulkopuoliseen toimintaan, Barnettin ja muiden (2009) sekä Hirtzin (1988) tutkimuksessa interventio liittyi liikunnan opetuksen sisältöön, kun taas Graf ja muiden (2005 & 2008) tutkimuksissa käytettiin molempia interventiomenetelmiä. Tulosten pe-

rusteella vaikuttaisi siltä, että suoraan liikuntatuntien opetukseen suunnatuilla toimenpiteillä on mahdollista saada pysyvämpiä ja pidempiaikaisia muutoksia liikehallinnan taitojen kehittämisessä kuin muuhun koulun liikuntaan kohdistuvilla toimenpiteillä.

2.3.5 Liikehallinta eri aikakausina

Liikehallinta eri aikakausina tarkoittaa aikakausi- ja kulttuurisidonnaisia muutoksia liikehallinnan kehityksessä. Ilmiöstä voidaan käyttää myös termiä sekulaarinen trendi. Kuntokkykyjen vertailuarvoja on 1920-luvulta, mutta liikehallinnasta löytyy vertailutietoja vasta 1960-luvun lopulta alkaen (Hirtz ym. 2007, 78-80; Malina ym. 2004, 664-671). Liikehallinnan sekulaarinen trendi on ollut tämän jälkeen pääosin positiivinen, mutta on viime vuosina kääntynyt hienoiseen laskuun. Hirtzin ja muiden (2007, 94-112) useista tutkimuksista koostetussa yhteenvedossa alakouluikäisten lasten liikehallinta nopeutta vaativissa tehtävissä oli parantunut 1970-luvulta 1990-luvulle 5-8 % ja kehitys oli erityisen voimakasta 1980-luvulta 1990-luvulle. Myös Schottin (2000, 194-195) tutkimuksessa havaittiin sama ilmiö. Hän vertaili alakoululaisten liikehallintaa vuosina 1976 ja 1996. Vuonna 1996 10-vuotiaiden lasten liikehallinta nopeustehtävissä oli 34 % parempi kuin 1976, mitä voidaan pitää poikkeuksellisen suurena. Vastaavasti tarkkuustehtävissä 10-vuotiaiden liikehallinnassa ei ollut eroa vuosina 1976 ja 1996.

1990-luvulta eteenpäin liikehallinnan kehitys on ollut hieman positiivinen alle 14-vuotiailla, mutta sitä vanhemmillä tulokset ovat pysyneet samoina tai ovat jopa laskeneet erityisesti koko kehon motoriikkaa vaativissa tehtävissä. Tulosten taantuminen ja heikkeneminen motorisesti vaativissa tehtävissä on tytöillä suurempaa kuin pojilla. Toinen kehitystrendi 1990-luvulta lähtien on liikehallinnan ääripäiden erojen kasvaminen. Hyvät ovat entistä parempia ja heikot entistä heikompia. (Hirtz ym. 2007, 94-112.)

Pienimmillä lapsilla kehitystrendi on parhaiten havaittavissa. Hirtz ja muut (2007, 102-104) vertailivat vuosina 1987 ja 1988 koulun aloittaneiden liikehallintaa vuonna 2001 koulun aloittaneiden liikehallintaan. Vuonna 2001 koulun aloittaneiden liikehallinta oli havaintokkykyä ja yksinkertaista reaktiokkykyä mittaavissa tehtävissä n. 10 % parempi 1980-luvun lopun ikätovereihinsa verrattuna, mutta lähes 25 % heikompia erottelu- ja suuntautumiskykyä sekä nopeutta vaativissa liikehallintatehtävissä.

Myös sukupuolten välillä liikehallinnassa on tapahtunut muutoksia vuosien saatossa. Hirtz ja muut (2007, 94-112) havaitsivat, että tyttöjen ja poikien liikehallinnan erot ovat pienentyneet 1970-luvulta 2000-luvulle. Tytöt ovat ottaneet poikia kiinni 30 vuodessa 3-8 %. Havaintokyvvyssä tytöt ovat joillain osa-alueilla jopa ohittaneet pojat.

Havainto- ja reaktiokyvyn paranemista selittänee yhteiskunnan muutos tietoyhteiskunnaksi ja räjähdysmäisesti kasvanut tietokoneiden sekä muun viihdemedian käyttö. Tietoyhteiskunnassa toiminen ja tietotekniikan käyttö korostavat nopeaa tiedon poimintaa, havaintokykyä ja reagointia, mutta kehittävät motorisesti lähinnä hiirikäden nopeutta. Samanaikaisesti vähentynyt omaehtoinen liikunta ja istuvan elintavan lisääntyminen ovat heikentäneet kokonaismotoriikan kehitystä. Myös lasten ja nuorten kehon painon lisääntymisellä ja murrosiän aikaistumisella (Hirtz ym. 2007, 107-111) saattaa olla negatiivinen vaikutus koko kehon liikehallintaa vaativiin tehtäviin. Tyttöjen ja poikien liikehallinnan erojen pieneminen saattaa selittyä liikuntakulttuurin muutoksilla. Nykyisin tytöt harrastavat samoja lajeja kuin pojatkin ja myös naisten urheilun arvostus on noussut. Aikuisien liikehallinnan aikakausittaisia eroja ei ole tutkittu aiempien vertailuarvojen puuttuessa ja aihe kaipaisikin kipeästi tutkimista. Voisi kuitenkin olettaa, että sekulaarinen trendi olisi samansuuntainen myös aikuisilla, koska liikehallinnan voimakkain kehitysvaihe on lapsuudessa ja nuoruudessa.

2.3.6 Muita liikehallinnan kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä

Ympäristöllä, sosiaalisella asemalla, älykkyydellä, kognitiivisilla kyvyillä ja kehityshäiriöillä on havaittu olevan yhteyttä liikehallinnan tasoon, joskin tulokset ovat näiltä osin jonkin verran ristiriitaisia. Sosiaalisella ja materiaalisella ympäristöllä on harvoin suora yhteys liikehallinnan kehitykseen, mutta niiden yhdysvaikutus voi olla merkitsevä (Bös & Mechling 1983, 277-293; Roth & Winter 1994, 214). On havaittu, että esimerkiksi urheiluvälineiden saatavuudella ja liikuntapaikkojen läheisyydellä on positiivinen yhteys alle kouluikäisten ja ekaluokkalaisten liikehallintaan. Sosiaalisella ympäristöllä on todettu olevan merkitystä vasta yhdessä materiaalisen ympäristön tekijöiden kanssa. (Baur 1994).

Voisi olettaa, että sosiaalisen ja materiaalisen ympäristön vaikutus olisi myös jonkin verran kulttuurisidonnainen. Perheen sosioekonomisen aseman yhteydestä kouluikäisten ja sitä nuorempien lasten liikehallintaan on jonkin verran näyttöä. Baurin (1994, 87-88) 12

tutkimuksen yhteenvedossa tarkasteltiin perheen sosioekonomisen aseman yhteyttä lasten ja nuorten motoriseen suorituskyykyyn. Tutkimuksissa käytetyissä motorisen suorituskyykyyn testeissä oli mukana myös liikehallintaa mittaavia osioita, mutta liikehallintaa ei tarkasteltu erikseen. Näiden vuosina 1972-1989 tehtyjen tutkimusten mukaan ylempi sosioekonominen asema korreloi seitsemässä tutkimuksessa positiivisesti lasten ja nuorten motoriseen suorituskyykyyn, mutta viidessä tutkimuksessa motorisessa suorituskyykyssä ei ollut eroja sosiaalisten luokkien välillä. Myös tuoreemmassa Kleinin, Frölichin ja Emrichin (2011) tutkimuksessa havaittiin korkealla sosiaalisella asemalla olevan positiivinen yhteys liikehallintaan kouluikäisillä lapsilla ja nuorilla.

Ahnertin (2005, 327) 8–23-vuotiaiden pitkittäistutkimuksessa liikehallinnassa ei havaittu eroja sosioekonomiselta asemaltaan erilaisten ryhmien välillä eroja. Sosioekonomisen aseman yhteys lasten ja nuorten liikehallintaan näyttäisi ilmenevän vasta välillisten mekanismien (esim. harrastusmahdollisuudet, perheen tuki ja malli) kautta, jotka kasaantuneessaan saattavat voimistaa korkeamman sosioekonomisen aseman positiivista vaikutusta liikehallintaan.

Sosiaalisen ja materiaalisen ympäristön merkitystä aikuisten liikehallinnassa ei ole juuri tutkittu. Sosiaalisella statuksella, tuloilla, koulutuksella ja ammatilla on havaittu olevan jonkin verran yhteyttä 60- ja 70 -vuotiaiden liikehallintaan, mutta tulokset vaihtelivat ikäryhmien ja sukupuolten välillä (Roth & Winter 1994, 213-216). Edellä mainitut tutkimustulokset ovat tosin 1970-luvulta, joten tällä saralla kaivattaisiin kipeästi lisätutkimusta. Sosioekonominen asema vaikuttaa aikuisten harrastamiin liikuntalajeihin (Tofahrn 1997), mitä kautta se saattaisi vaikuttaa myös liikehallintaan, joka on aikuisiässä voimakkaasti riippuvainen harjoittelusta. Toisaalta liikehallinta ei ole sidoksissa tiettyihin lajeihin, vaan samoja kykyjä voidaan harjoittaa monin eri tavoin. On todennäköisempää, että aikuisten liikehallintaan vaikuttavat ennemminkin liikuntaharrastamisen määrä ja laatu kuin sosiaalinen luokka.

Alhainen älykkyys (Intelligence Quotient) ja heikot kognitiiviset kyvyt ovat olleet yhteydessä keskivertoa heikompaan liikehallintaan henkilöillä sekä lapsilla että aikuisilla, joilla on todettu aivojen toimintahäiriö tai jokin kehitysvamma (esim. CP-vamma) (Rinne 2010; Roth & Winter 1994, 209-211). Terveillä henkilöillä älykyyden ja liikehallinnan yhteys on heikko tai olematon (Roth & Winter 1994, 209-211). Vaikka kognitiivisilla kyvyillä itsessään on harvoin suoraa vaikutusta liikehallintaan (Bös & Mechling 1983,

260-278), ne voivat olla yhteydessä toisiinsa välillisesti. Kognitiivisten ja motoristen taitojen on osoitettu kehittyvän rinnakkain erilaisten epäsuorien vaikutusmekanismien, kuten aivojen aineenvaihdunnan lisääntymisen ja aivojen rakenteellisen kehittymisen kautta (Trudeau & Shepard 2008). Kognitiivisilla kyvyillä on havaittu olevan yhteyttä tasapainokykyyn sekä päiväkotii-ikäisillä että seniori-ikäisillä, mutta kouluikäisillä lapsilla yhteydet ovat epäselvempiä. Kognitiivisten kykyjen ja tasapainokyvyn yhteyttä saattaa selittää se, että molemmissa käytetään samoja aivoalueita ja -toimintoja. (Brauer, Woollacott & Shumway-Cook 2001; Chan 2006, 84-94). Toisaalta myös tutkimusasetelmalla voi olla vaikutusta tuloksiin, sillä Ahnertin (2005, 327) pitkittäistutkimuksessa nonverbaalinen älykkyys selitti 11-15 % alle 10-vuotiaiden lasten liikehallinnan varianssista, mutta ei enää sitä vanhemmilla. Mielenkiintoisin tulos Ahnertin tutkimuksessa oli, että esikouluikässä tehty nonverbaalinen älykkyystesti selitti motoriikkatestiä paremmin liikehallintaa nuorena aikuisena.

Voelcker-Rehagen (2005) tutkimuksessa liikehallinta korreloi vahvasti optiseen erottelukykyyn päiväkotii-ikäisillä lapsilla. Voelcker-Rehagen, Godde ja Staudinger (2010) puolestaan osoittivat, että liikehallinnalla oli vahvasti yhteyttä toiminnanohjaukseen ja havainnointinopeuteen 70-vuotiailla. Myös Planinsecin (2002), Uhrichin ja Schwalmin (2007) sekä Budden, Voelcker-Rehagen, Pietrassbyk-Kendziorran, Ribeiron ja Tidown (2008) tutkimuksissa havaittiin liikehallinnan ja kognitiivisten kykyjen olevan yhteydessä toisiinsa eri-ikäisillä lapsilla ja nuorilla.

Kielellisen älykkyuden on havaittu olevan vahvasti yhteydessä lasten motoriseen suoriutuskykyyn, sillä testisuoritusten yksityiskohtaisten ohjeiden ymmärtäminen edellyttää kielellistä älykkyyttä (Schneider 1994, 362-364). Pienillä lapsilla liikehallinta ja kognitiivisten kykyjen kehitys kietoutuu toisiinsa varsin yleiselläkin tasolla. Vanhemmilla puolestaan yhteys on spesifimpää ja sitä suurempi mitä samankaltaisempia kognitiiviset ja liikehallintatehtävät ovat. Esimerkiksi hyvä keskittymiskyky voi parantaa liikehallintaa tarkkuustehtävissä (Bös & Schneider 1997).

Ylipainon on todettu olevan negatiivisesti yhteydessä liikehallintaan sekä lapsilla ja nuorilla aikuisilla (D'Hondt, Deforche, Vaeyens, Vandorpe, Vandendriessche, Pion, Philippaerts, de Bourdeaudhuij & Lenoir 2011; Graf, Koch, Kretschmann-Kandel, Falkowski, Christ, Coburger, Lehmacher, Bjarnason-Wehrens, Platen, Tokarski, Predel & Dordel 2004; Lubans, Morgan, Cliss, Barnett & Okely 2010; Okely, Booth & Chey 2004). Kehon

painon negatiivinen vaikutus on sitä suurempi, mitä enemmän tehtävä edellyttää koko kehon liikuttamista ja nopeutta. (Malina ym. 2004, 224-227). Välineenkäsittelytehtävissä ylipainosta ei ole merkittävää haittaa (Okely ym. 2004). Sitä kumpi on syy ja kumpi seuraus, on vaikea osoittaa. Ylipainoisten heikompa liikehallintaa normaalipainoisiin verrattuna voidaan selittää kahdella tavalla. Ylimääräinen kehon massa heikentää suhteellista voimaa, mikä ilmenee voimaa ja nopeutta vaativissa tehtävissä, joissa pitää liikuttaa koko kehoa. Toisaalta inaktiivinen elämäntapa heikentää motorisia kykyjä, mikä edelleen vähentää liikunta-aktiivisuutta johtaen lopulta pitkällä aikavälillä ylipainoon.

Koska ylimääräisellä kehonpainolla on negatiivinen yhteys lasten liikehallintaan, voisi olettaa, että kouluiän kehonpainolla olisi yhteyttä myös liikehallintaan myöhäisemmässä iässä. Pitkittäistutkimuksien niukkuuden vuoksi yhteys on kuitenkin epäselvä. Ahnertin (2005) tutkimuksessa kehonpaino 8- ja 10-vuotiaana selitti hieman (9.7 % ja 4.2 %) poikien liikehallinnasta 23 vuoden ikäisenä, mutta tytöillä yhteyttä ei havaittu. Schottin (2000) pitkittäistutkimuksessa etsittiin parasta selitysmallia aikuisiän motoriselle suorituskyyville, joka koostui aerobisesta kestävydestä, maksimivoimasta ja liikehallinnasta tarkkuustehtävissä. Kouluiän kehonpainolla 10-vuotiaana ei ollut merkitsevää yhteyttä motoriseen suorituskyykyyn 28-vuotiaana. Schottin tuloksista on kuitenkin vaikea tehdä johtopäätöksiä liikehallinnan kannalta, koska yhdistetyn muuttujan (motorinen suorituskyyky) kaikki osa-alueet eivät korreloineet keskenään. Esimerkiksi kehon painolla saattaa olla positiivinen vaikutus maksimivoimaan suorituksesta riippuen ja negatiivinen vaikutus aerobiseen kestävytyteen (Malina ym. 2004, 224-227), jolloin yhteydet kumoavat toisensa. Kouluiän kehonpainon yhteys aikuisiän liikehallintaan tarvitsee vielä vahvistusta.

Yli 20-vuotiaiden aikuisten painon ja liikehallinnan yhteys on toistaiseksi tutkimusten puuttuessa selvittämättä. Ylipainoisten aerobisen kunnon (kestävyys) ja hermolihasjärjestelmän kunnon (voima ja nopeus) on todettu olevan heikompi normaalipainoisiin verrattuna (Duvigneaud, Matton, Wijndaele, Deriemaeker, Lefevre, Philippaerts, Thomis, Delecluse & Duquet 2008; Fogelholm, Malmberg, Suni, Santtila, Kyröläinen & Mäntyselä 2006), joten ylipainolla on todennäköisesti merkitystä myös aikuisten liikehallinnassa etenkin suhteellista voimaa ja nopeutta vaativissa tehtävissä. Kehon painon merkitys liikehallinnassa kuitenkin näyttäisi vähenevän iän myötä, sillä iäkkäillä (yli 70 -vuotiaat) kehon painolla ei ole todettu olevan yhteyttä liikehallintaan (Apovian, Frey, Wood, Rogers, Still & Jensen 2002; Hergenroeder, Wert, Hile, Studenski & Brach 2011). Vai-

kuttaisi siltä, että vanhemmiten muut liikehallintaan vaikuttavat tekijät tulevat kehon painoa tärkeämmiksi. Kehon painolla saattaa kuitenkin olla vaikutusta ikääntyvien liikehallintaan, mikäli se rajoittaa liikunta-aktiivisuutta ja liikehallinnan harjoittamista tai ylläpitoa.

3 TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimuksessa kuvaillaan, vertaillaan, ennustetaan ja selitetään liikehallintaa kouluikästä aikuisikään. Liikehallintaa kuvaillaan yhtenä kokonaisuutena (tunnuslukuna), yksittäisinä mittaustuloksina ja yksittäisten mittaustulosten monipuolisuutena. Lisäksi kuvaillaan aineiston perusteella luokiteltuja liikehallintatyppejä. Kuvailussa käytetään jakoperusteena kohdehenkilöiden sukupuolta ja luokiteltua kehon massaindeksiä (BMI). Liikehallinnan kehitystä tarkastellaan keskimääräisinä muutoksina ja vaihteluna yksittäisten mittaustulosten ja kokonaisliikehallinnan avulla. Kehityksen vertailua tehdään sukupuolen, kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien sekä koululiikunnan tehostus- ja vertailuryhmien välillä. Liikehallinnan pysyvyyttä kouluikästä aikuisikään tarkastellaan liikehallinnan normatiivisena, suhteellisena pysyvyytenä sekä yksilön sisäisenä eli liikehallintatyyppien pysyvyytenä. Aikuisiän liikehallinnan ennustetta tutkitaan yksittäisten liiketehtävien ja lähtötasoltaan erilaisten ryhmien näkökulmasta. Lopuksi selitetään aikuisiän liikehallintaa sukupuolella, kouluikäen kehonrakenteella, liikkuvuudella ja lihasvoimakkuudella, liikehallinnan monipuolisuudella sekä koululiikunnan tehostuksella.

1. Liikehallinnan taso, vaihtelu, ryhmittely ja monipuolisuus koulu- ja aikuisiässä

- 1.1. Onko liikehallinnan tasossa ja vaihtelussa sukupuolten välisiä eroja kouluikässä (1985 ja 1988) sekä aikuisiässä (2009)?
- 1.2. Onko kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien välillä eroa liikehallinnan tasossa ja vaihtelussa koulu- ja aikuisiässä (1988 ja 2009)?
- 1.3. Minkälaisiin liikehallintatyyppisiin tutkimushenkilöt jakaantuivat vuosina 1985, 1988 ja 2009?
- 1.4. Kuinka monipuolista vs. yksipuolista liikehallintaa oli kouluikässä (1985, 1988) ja aikuisiässä (2009)?

2. Liikehallinnan kehitys kouluiästä aikuisikään

- 2.1. Onko liikehallinnan kehityksessä eroa sukupuolten välillä koulu- ja aikuisiässä (1985-1988-2009)?
- 2.2. Onko liikehallinnan kehityksessä eroa kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien välillä kouluiän jälkeen (1988-2009)?
- 2.3. Onko koululiikunnan tehostus- ja vertailuryhmien välillä eroa liikehallinnan kehityksessä kouluiän jälkeen (1988-2009)?

3. Liikehallinnan pysyvyys kouluiästä aikuisikään

- 3.1. Millaista on liikehallinnan tasoryhmän pysyvyys (normatiivinen pysyvyys) koulu- ja aikuisiän välillä (1988-2009)?
- 3.2. Onko liikehallinnan pysyvyydessä (suhteellinen pysyvyys) eroa sukupuolten ja kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien välillä kouluiän jälkeen (1988-2009)?
- 3.3. Millaista on liikehallintatyyppien pysyvyys (yksilön sisäinen pysyvyys) kouluiän jälkeen (1988-2009)?
- 3.4. Säilyykö liikehallinnan monipuolisuus kouluiästä aikuisikään (1988-2009)?

4. Aikuisiän liikehallinnan ennusteet ja selitysmalli

- 4.1. Millaisia selitysosuuksia yksittäisillä muuttujilla on koulu- ja aikuisiän välillä (1988-2009)?
- 4.2. Miten kouluiän liikehallinnan lähtötaso (1988) ennustaa aikuisiän (2009) liikehallintaa?
- 4.3. Miten kouluiän (1988) kehonrakenne, liikkuvuus, lihasvoimakkuus ja liikehallinnan monipuolisuus sekä koululiikunnan tehostus selittävät miesten ja naisten aikuisiän (2009) liikehallintaa?

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tämä tutkimus on osa valtakunnallista Koululiikunnan vaikuttavuus (KOVA) -tutkimusta, jossa tarkastellaan samojen henkilöiden liikunta-aktiivisuuden, -motiivien, -kokemusten ja liikuntakykyisyyden yhteyksiä kouluiän ja aikuisiän välillä sekä koululiikunnan vaikuttavuutta aikuisiän liikunta-aktiivisuuteen ja liikuntakykyisyyteen. KOVA -tutkimus on jatkoa vuosina 1985-1988 toteutetulle Tehostetun koululiikunnan pitkittäistutkimukselle (TEKO). Tehostetun koululiikunnan tutkimuksessa selvitettiin Länsi-, Itä-, Pohjois-Suomen peruskoululaisten liikunnallisten, tiedollisten ja sosiaalisten toimintojen määrää, vaihtelua, muutoksia ja yhteyksiä sekä koululiikunnan tehostamistoimien vaikutuksia kolmen lukuvuoden aikana (Nupponen ym. 1991). Tutkimusta jatkettiin myöhemmin kolmella vuodella jälkiseurantana (Nupponen 1997; Pehkonen 1999). TEKO -tutkimuksessa oli mukana yhteensä 2007 koululaista silloisista Turun ja Porin-, Pohjois-Karjalan ja Lapin lääneistä.

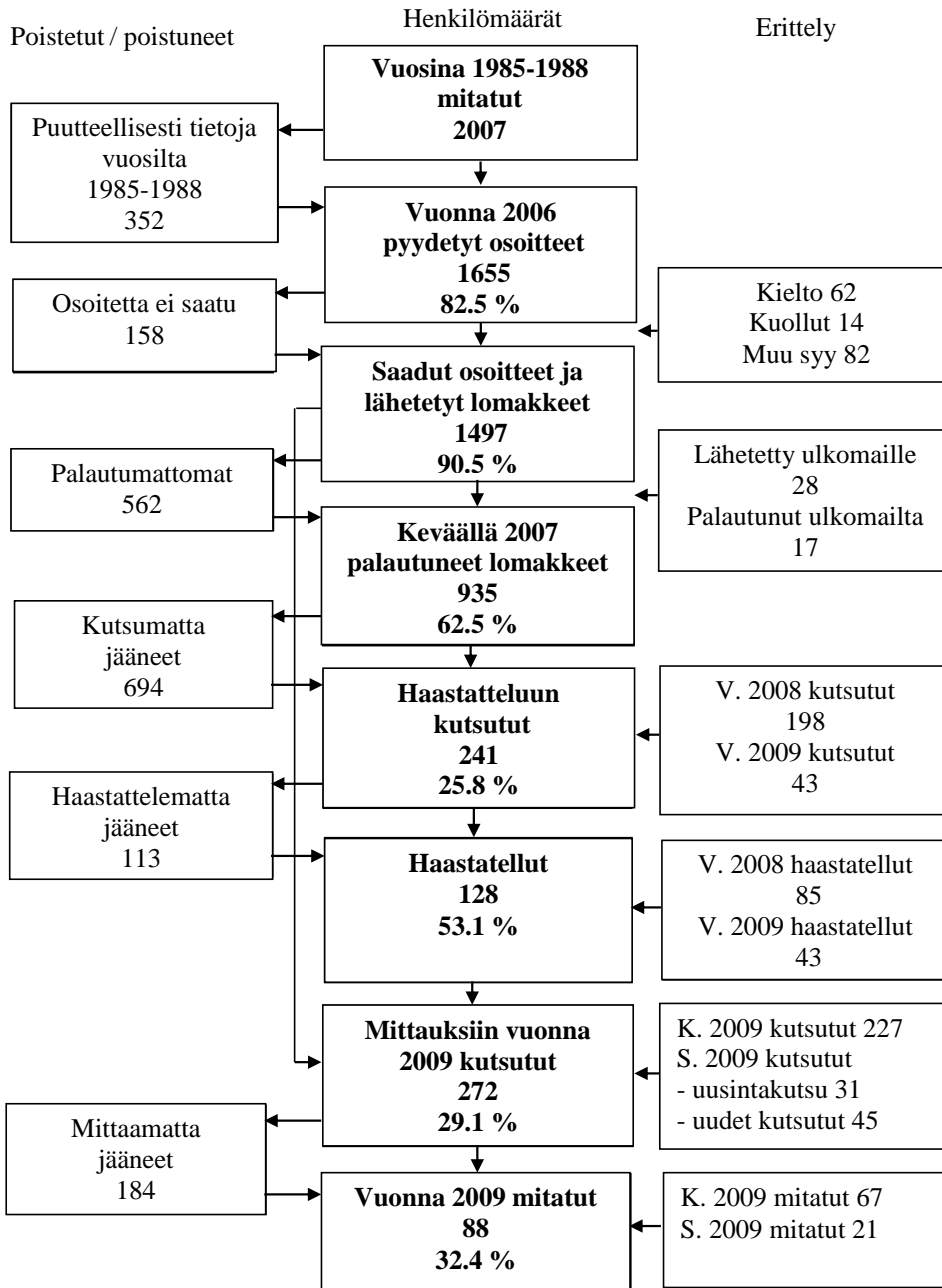
Koululiikunnan tehostamistoimien vaikutusta tutkittiin jakamalla koulut tehostus- ja vertailukouluihin. Oppilaat jakaantuivat lähes tasan tehostus- ja vertailukoulujen kesken (45 ja 55 %). Lähtötilanteessa syksyllä 1985 tehostus- ja vertailukoulujen oppilaiden liikehallinnassa ei ollut eroa. Tehostuskouluissa toteutettiin lukuvuosina 1985-1986, 1986-1987 ja 1987-1988 oppituntien ulkopuolisen liikunnan ohjelmia, esimerkiksi liikuntakerhoja, liikunnan teemapäiviä ja välituntiliikunnan aktivointia. Lisäksi järjestettiin liikuntaleirikouluja sekä urheilija- ja valmentajavierailuja kouluihin, perustettiin liikuntaluokkia ja monipuolistettiin koululiikunnan kilpailutoimintaa. Koulut päättivät itse tehostamistoimista ja ne vaihtelivat kouluittain. Kolmen vuoden seurannan aikana tehostuskoulujen oppilaiden liikehallinta parani vertailukoulujen oppilaita enemmän ja erot olivat pääosin säilyneet vielä kolme vuotta tutkimuksen päättymisen jälkeen tehdyssä jälkiseurannassa (Nupponen 1990; Nupponen 1997, 206-219). Tarkempi kuvaus näytteestä ja tehostusohjelmasta on kuvattu julkaisussa TEHOSTETUN KOULULIIKUNNAN TUTKIMUS: Peruskoulun oppilaiden liikunnalliset, tiedolliset ja sosiaaliset toiminnot kolmen lukuvuoden aikana (Nupponen ym. 1991, 11-14, 25-29).

TEKO -tutkimuksessa mukana olleista oppilaista (N=2007) osallistui 935 nuorta aikuista vuonna 2007 KOVA -tutkimuksen postikyselyyn. Tästä vajaan tuhannen joukosta 128 osallistui haastatteluihin vuosina 2007-2008 ja 88 vuonna 2009 liikuntakykymittauksiin. KOVA -tutkimusta kokonaisuutena on kuvattu tarkemmin Nupposen, Penttisen, Pehkosen, Kalarin ja Palosaaren (2010) kirjoittamassa raportissa ja osatutkimuksia Nupposen ja Penttisen (2012) toimittamassa artikkelikirjassa.

4.1 Tutkimuksen aineisto ja kohdejoukko

Tämän tutkimuksen aineisto pohjautuu TEKO ja KOVA -tutkimuksissa kerättyihin tietoihin. Kohderymänä olivat 88 henkilöä, jotka olivat olleet mukana koululaisina TEKO -tutkimuksessa vuosina 1985-1988 ja osallistuneet KOVA -tutkimuksen aikuisiän liikuntakykymittauksiin vuonna 2009. Tutkimukseen osallistuneet koehenkilöt olivat syntyneet vuosina 1972, 1975 ja 1976. Kouluiän liikehallintamittausten aikaan vuosina 1985-1988 he olivat iältään 9–16-vuotiaita ja aikuisiän liikehallintamittauksissa vuonna 2009 33–39-vuotiaita.

Aikuisiän liikehallintamittauksiin haluttiin saada mahdollisimman hyvin alkuperäistä TEKO -tutkimuksen 2007 oppilaan aineistoa vastaava otos. Mittauksiin kutsumisen kriteereinä olivat sukupuoli, alueellinen edustavuus ja jakautuminen tehostus- ja vertailukouluihin. Tutkimukseen osallistujista miehiä oli 44 ja naisia 44. Alueellisen edustavuuden kattamiseksi mittaukset toteutettiin Raumalla (41), Rovaniemellä (17), Turussa (10), Oulussa (12) ja Joensuussa (8). Kohderyhmä jakautui lähes tasan tehostus- (53 %) ja vertailukoulujen (47 %) oppilaisiin. Kuviossa 9 on esitetty tutkimuksen kohdejoukon muodostuminen vaiheittain.



Kuvio 9 Tutkimuksen kohdejoukon muodostuminen (Nupponen ym. 2010, 33)

Kohdejoukon edustavuutta (ulkoista validiteettia) alkuperäiseen aineistoon verrattuna tarkasteltiin aikuisiässä mittauksiin osallistuneiden ja niihin osallistumattomien kouluian mittaustulosten avulla yhdeksässä eri testissä. Kouluian liikehallintamittausten tulosten

vertailu vuodelta 1985 tehtiin erikseen miesten ja naisten ryhmissä kuudessa liikehallintatitestissä, joita käytettiin myös aikuisiän mittauksissa. Lisäksi kouluiän mittaustuloksia ryhmien välillä vertailtiin liikkuvuus- (eteentaivutus) ja lihasvoimakkuustesteissä (istumaannousu ja koukkukäsiriipunta), koska niitä käytettiin myöhemmin aikuisiän liikehallinnan selittävinä muuttujina.

Kaikkiaan kouluiän mittaustuloksia oli saatavilla niiltä 935 henkilöltä, jotka vastasivat vuonna 2007 suoritettuun kyselytutkimukseen (Nupponen ym. 2010). Heistä 88 henkilöä muodosti liikehallintamittauksiin osallistuneiden ryhmän ja muut mittauksiin osallistumattomien ryhmän. Aikuisiän mittauksiin osallistuneiden ja osallistumattomien kouluiäkkäisten liikehallinta-, liikkuvuus- ja lihasvoimatestien keskiarvojen eroja testattiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä näiden kahden ryhmän välillä. Vuoden 2009 mittauksiin osallistuneiden ja osallistumattomien kouluiän (1985) testitulokset ja niiden erot näkyvät taulukossa 2.

Aikuisiän mittauksiin osallistuneiden miesten ja niihin osallistumattomien miesten välillä ei ollut eroa ($p \geq .05$) yhdessäkään liikehallintamittarissa. Sen sijaan aikuisiän mittauksiin osallistuneet naiset olivat mittauksiin osallistumattomia parempia ($p \leq .05$) kouluiässä (1985) kahdessa liikehallintamittarissa (flamingoseisonnassa ja edestakaisinhyppelyssä) sekä kahdessa taustamuuttujassa (eteentaivutuksessa ja koukkukäsiriipunnassa). Nämä erot olivat kuitenkin pieniä (alle keskihajonnan). Tarkkuusheittokiinnitossa, kahdeksikokuljetuksessa, vauhdittomassa 5-loikassa, kärrynpyörässä ja istumaannousussa ryhmien välillä ei ollut eroa ($p \geq .05$). Huomattavaa on, että vauhdittomassa 5-loikassa, joka aikaisempien tutkimusten mukaan (mm. Holopainen, Lumiaho, Pehkonen & Telama 1982, 88; Simons & Renson 1982) edustaa parhaiten koko liikehallintaa, osallistuneiden ja osallistumattomien välillä ei ollut merkitsevää eroa kummallakaan sukupuolella. Kokonaisuutena voidaan todeta, että mittauksiin osallistuneet eivät eronneet kouluiän liikehallinnassa alkuperäisestä TEKÖ -tutkimuksen kohdejoukosta, varsinkaan miesten ryhmässä.

Taulukko 2 Aikuisiässä mittauksiin osallistuneiden ja osallistumattomien tulosten keskiarvot, keskihajonnat ja erojen merkitsevyydet kouluikässä syksyn 1985 mittauksissa

		Pojat				Tytöt			
Muuttuja	mittaus 2009	n	ka	kh	p	n	ka	kh	p
Flamingoseisonta (krt/30 sek) ↓	K	37	7.05	3.44	.874	41	5.32	2.90	.009**
	E	373	7.15	3.51		395	6.72	3.29	
Tarkkuusheitto-kiinniotto (pisteet/10 sek)	K	34	6.62	2.65	.489	36	4.92	2.49	.484
	E	300	6.33	2.34		311	4.59	2.63	
Kahdeksikko-kuljetus (½-kierrokset/min)	K	35	13.34	3.55	.834	35	10.63	3.32	.532
	E	298	13.22	3.30		304	10.30	2.93	
Edestakaisin-hyppely (krt/15 sek)	K	40	31.15	8.24	.549	41	37.98	6.20	.041*
	E	381	30.29	8.63		396	35.67	6.92	
Vauhditon 5-loikka (cm)	K	39	800.2	109.9	.198	42	813.8	114.1	.326
	E	381	826.8	124.2		402	796.6	107.4	
Kärrynpyörä (pisteet 0-5)	K	35	1.80	1.28	.388	34	3.03	1.47	.168
	E	288	1.61	1.21		299	2.66	1.50	
Eteentaivutus (cm)	K	39	55.31	8.17	.348	42	61.67	6.64	.021*
	E	378	54.17	7.12		403	59.11	6.83	
Istumaannousu (krt/30 sek)	K	38	16.61	4.92	.417	41	16.15	5.13	.347
	E	364	17.31	5.11		400	15.46	4.35	
Koukku-käsiriipunta (sek)	K	38	19.61	18.58	.345	40	14.18	13.61	.050*
	E	37	17.19	14.61		397	10.75	10.17	

K = osallistui aikuisiän mittauksiin vuonna 2009.
E = ei osallistunut aikuisiän mittauksiin vuonna 2009
n = koehenkilöiden lukumäärä, ka = keskiarvo, kh = keskihajonta
p = Fisherin testin merkitsevyys
* = melkein merkitsevä p≤.05
** = merkitsevä p≤.01
*** = erittäin merkitsevä p≤.001
↓ = asteikko negatiivinen (pienet tulokset parempia)

4.2 Liikehallintamittarit ja mittausten toteuttaminen

Vuosina 1985-1988 kouluikäisille toteutetuissa mittauksissa käytettiin 12 mittaria. Niistä seitsemän oli peräisin Holopaisen ja muiden (1982) Taitotutkimuksesta, kolme Nupponen, Telaman ja Töylin (1979) Kuntotutkimuksesta, yksi kansainvälisestä EUROFIT -testistöstä (Simons & Renson 1982, 9) ja yksi Fetzin ja Kornexlin (1978) testimanaalista. Näistä mittareista tämän tutkimuksen aikuisten mittauksiin vuonna 2009 valittiin kuusi liikehallintaa mahdollisimman laajasti mittaavaa osatehtävää. Mittareiden kattavuutta liikehallinnan mittauksessa tarkasteltiin liikehallinta -käsitteen määrittelyn pohjalta (luku 2.2). Valinnan perusteina olivat mittareiden soveltuvuus ja turvallisuus aikuisille, mittausten toteuttamismahdollisuudet erilaisissa olosuhteissa sekä mittaustulosten luotettavuus. Lopullisiksi liikehallintamittareiksi valikoituivat flamingoseisonta, tarkkuusheitto-kiinniotto, kahdeksikkokuljetus, edestakaisinhyppely, vauhditon 5-loikka ja kärrynpyörä. Taulukossa 3 on kuvattu testien lähteet, mittayksiköt ja muut erityishuomiot.

Aikuisiän liikehallintatestit pyrittiin toteuttamaan mahdollisimman samanlaisina kuin vuosina 1985 ja 1988 ottaen huomioon mitattavien terveydentila ja mahdolliset muut rajoitteet. TEKO -tutkimuksen mittausten toteutus on dokumentoitu tarkkaan (Nupponen ym. 1991), mikä helpotti mittausten uusimista ja paransi näin tutkimuksen luotettavuutta. Tutkimuksen seuranta-aika oli 24 vuotta ja mittauksia toteutettiin eri puolilla Suomea, joten mittaushenkilöstö vaihtui useaan otteeseen luonnollisista syistä. Esimerkiksi TEKO -tutkimuksen alkaessa vuonna 1985 tämän tutkimuksen tekijä oli vielä leikki-ikäinen. Mittausten johtajat (Heimo Nupponen ja Mikko Pehkonen) olivat kuitenkin samoja koko 24 vuoden tutkimusjakson ajan. Kaikki mittaajat koulutettiin tehtävään ja mittaolosuhteet pyrittiin rakentamaan samankaltaisiksi eri paikoissa.

Mittaukset toteutettiin liikuntasaleissa viidellä paikkakunnalla. Mittaajia oli yhteensä yhdeksän ja he toimivat pareittain. Kaikki saivat myös koulutuksen tehtävään. Mittausten suoritustavat on kuvattu liitteessä 1. Mitattaville oli ennen mittausta lähetetty liitteen 2 mukaiset ohjeet mittauksiin osallistumisesta. Ennen testien suorittamista kukin täytti liitteessä 3 esitetyn vakuutuksen siitä, ettei hänellä ollut esteitä mittauksiin osallistumiseen. Mikäli mitattava ei jostain syystä voinut osallistua yksittäiseen tehtävään, hän ilmoitti siitä lomakkeessa. Mittauksiin osallistuneille oli otettu vakuutus mittausten ajalle.

Aikuisiän mittaukset toteutettiin aina samassa taulukon 3 esittämässä järjestyksessä ja niitä edelsi lyhyt ohjattu alkuverryttely. Tarkkuusheittokiinnioton sekä kärrynpyörän suoritukset videoitiin, jotta mittausten luotettavuutta voitiin arvioida jälkeenpäin. Mittaukset kestivät henkilöä kohti noin tunnin.

Taulukko 3 Aikuisiän liikehallintamittaukset vuonna 2009 (Kalari ym. 2012, 188 muunnettu)

Mittari ja sen lähde	Mittayksikkö	Huom.
Flamingoseisonta Simons & Renson 1982, 9	krt/30 sek	aloitusten lukumäärä
Tarkkuusheittokiinniotto Fetz & Kornexl 1978, muunnettu	osumat + kiinniotot 10 sekunnissa = pisteet	aika 0.1 sek tarkkuudella, yksi yritys
Kahdeksikkokuljetus Holopainen ym. 1982, 48-49, yhdistetty	½-kierrokset jaloin + käsin minuutissa	ei kokeilua
Edestakaisinhyppele Holopainen ym. 1982, 41	krt/15 sek	ei kokeilua
Vauhditon 5-loikka Holopainen ym. 1982, 47	cm	10 cm tarkkuus alempaan pyöristäen, kaksi yritystä
Kärrynpyörä Holopainen ym. 1982, 64-68, yhdistetty	0-5 pistettä	yksi kokeilu ennen varsinaista suoritusta
Yhdistetty tarkoittaa sitä, että mittarit ovat yhdistelmiä useammasta alkuperäisestä mittarista ja muunnettu sitä, että alkuperäistä mittaria on muutettu tätä tutkimusta varten.		

4.3 Käytetyt muuttujat ja mittareiden luotettavuus

Yksittäiset mittaustulokset toimivat perustason muuttujina kuvaten liikehallintaa tietyissä liiketehtävissä. Liikehallinnan kokonaisuuden kuvaamisessa käytettiin yksittäisistä liikehallintamuuttujista yhdistettyä liikehallinnan summamuuttujaa. Lisäksi aikuisiän liikehallinnan selitysmallissa käytettiin kouluiän liikkuvuutta ja lihasvoimaa kuvaavia muuttujia. Kaikkien muuttujien reliabiliteettia ja validiteettia arvioitiin eri menetelmillä.

Mittarin reliabiliteettiin vaikuttavat itse mittarin lisäksi myös mitattavat. Tyypillisiä mitattavista aiheutuvaa reliabiliteettiin vaikuttavia tekijöitä liikuntakykytsteissä ovat motivaation vaihtelu, sukupuoli, ikä ja osaamistaso (Krug, Blume & Hartmann 2007, 385-388). Mitattavien heikko motivaatio alentaa paitsi mittaustulosten tasoa myös tulosten

pysyvyyttä, koska motivaatio voi vaihdella yksilöittäin. Tässä tutkimuksessa osallistujien motivaation vaihtelu saattoi olla suurempaa kouluiässä, jossa mittauksiin osallistuminen oli osa koulutyötä, kun taas aikuisiän mittauksissa osallistujat olivat mukana vapaaehtoisesti. Sukupuolen vaikutus reliabiliteettiin voi ilmetä esimerkiksi erilaisten harrastustasujen kautta. Heikkojen suoritukset vaihtelevat enemmän kuin taitavampien suoritukset (Holopainen 1990, 66-67; Nupponen 1997, 90-94)

Liikehallintatutkimuksissa koehenkilöiden iällä on todettu olevan jonkin verran vaikutusta mittarin reliabiliteettiin kouluiässä. Lapsilla ja nuorilla tulosten vaihtelu on suurempaa, mitä nuoremmista on kysymys, koska heidän liikemallinsa eivät ole vielä vakiintuneet (Holopainen 1990, 66-67; Nupponen 1997, 90-94). Aikuisilla iän vaikutusta mittarin reliabiliteettiin ei ole tutkittu. Oletettavaa on, että ikä ei aikuisena enää vaikuta siinä määrin reliabiliteettiin, koska liikehallinnan kehityksen kiivain vaihe on lapsuudessa ja nuoruudessa aikuisiän muutosten ollen varsin hitaita (kts. luku 2.3.1).

Aikaisempien pitkittäistutkimusten mukaan sukupuolten välillä on ollut eroa liikuntasuorituksissa sekä kouluiässä (Nupponen 1997, 919, että kouluiästä aikuisikään (Kemper 1995, 60-67; Mikkelsen 2007, 52-55). Tässä aineistossa sukupuolten liikuntasuoritusten keskiarvot erosivat toisistaan lähes kaikissa mittauksissa. 1985 ja 1988 tyttöjen ja poikien keskiarvot erosivat kaikissa liiketehtävissä lukuun ottamatta vuoden 1985 vauhditonta 5-loikkaa. Vuonna 2009 sukupuolten keskiarvot erosivat kaikissa muissa liiketehtävissä paitsi flamingoseisonnassa ja edestakaisinhypelyssä. Aiemmissä tutkimuksissa sekä tässä aineistossa havaitut sukupuolten väliset erot eri liiketehtävissä puolsivat aineiston käsittelyä sukupuolittain.

4.3.1 Yksittäisten liikehallintamuuttujien ominaisuudet

Liikehallintaa kuvattiin kuudella muuttujalla. Muuttujien ominaisuuksien arvioimiseksi tarkasteltiin muuttujien jakaumia, niiden välisiä korrelaatioita sekä yksittäisten muuttujien yhteyksiä muiden muuttujien summaan.

Vuonna 1985 lähes kaikkien muuttujien jakaumat noudattivat normaalijakaumaa. Poikien flamingoseisonnan jakauma oli vino oikealle, mikä johtunee käännetystä asteikosta ja kattoefektistä (paras mahdollinen tulos 1). Kärrynpyörässä tyttöjen jakauma oli vino vasemmalle (tytöt saivat paljon keskimääräistä parempia tuloksia) ja poikien jakauma vino

oikealle (pojat saivat runsaasti keskimääräistä heikompia tuloksia). Vuonna 1988 kärrynpyörää lukuun ottamatta muuttujien jakaumat eivät poikenneet normaalijakaumasta. Tytöt saivat kärrynpyörästä paljon korkeimpia pistemääriä ja pojat puolestaan runsaasti keskimmäisiä pistemääriä (asteikko 0-5). Aikuisiän mittauksissa 2009 suurin osa muuttujista jakautui normaalisti, mutta joitakin poikkeuksia ilmeni. Miesten ja naisten flamingoseisonnan jakaumat olivat vinoja oikealle eli molemmat saivat eniten hyviä pistemääriä. Naisten kärrynpyörän jakauma oli vino vasemmalle ja miesten jakauma hieman vino oikealle. Miesten vauhdittoman 5-loikan jakauma oli hieman vino vasemmalle.

Yhteenvetona molemmilla sukupuolilla kärrynpyörän jakaumat poikkesivat normaalijakaumasta kaikkina mittauskertoina ja flamingoseisonnan jakaumat puolestaan ensimmäisellä (1985) sekä viimeisellä mittauskerralla (2009). Lisäksi aikuisiässä (2009) naisten eteentaivutuksen ja miesten vauhdittoman 5-loikan jakaumat poikkesivat normaalista. Kokonaisuutena yksittäisten muuttujien jakaumien muodoissa ei kuitenkaan ollut suuria eroja sukupuolten ja mittauskertojen välillä.

Sisäisen validiteetin sekä ekvivalenssin selvittämiseksi laskettiin muuttujien väliset korrelaatiot. Muuttujien väliset yhteydet laskettiin molemmille sukupuolille erikseen osittaiskorrelaatioina vakioimalla ikä (vuosina) mittausajankohtana, koska ikä (erityisesti lapsilla ja nuorilla) ja sukupuoli selittävät vahvasti liikehallintaa. Yksittäisten liiketehtävämuiduuttujien väliset korrelaatiot kuvaavat, missä määrin yksittäiset testit mittaavat samaan suuntaan. Taulukossa 4 on esitetty liikehallintatestien väliset yhteydet kaikkina mittausajankohtina.

Taulukko 4 Poikien ja tyttöjen ja liiketehtävämuuttujien väliset ikävakioidut korrelaatiokertoimet vuosien 1985, 1988 ja 2009 mittauksissa

		TYTÖT					
		Fla	Tkh	8-kulj	Edest	5-L	Kp
POJAT							
Flamingoseisonta (Fla)	1985		.29	.01	.29	.02	.01
	1988		.20	.30	.44**	.42*	.33
	2009		.16	.49***	.42**	.47**	.45**
Tarkkuusheittokiinniotto (Tkh)	1985	.01		.37*	.11	.25	.46**
	1988	.15		.58***	.37*	.45**	.53***
	2009	.04		.32*	.20	.17	.17
Kahdeksikkokuljetus (8-kulj)	1985	.11	.63***		.24	.11	.46**
	1988	.22	.69***		.51**	.67***	.52**
	2009	.01	.48**		.59***	.75***	.46**
Edestakaisinhypely (Edest)	1985	.41*	.40*	.40*		.35*	.11
	1988	.43*	.57***	.49**		.48**	.52**
	2009	.33*	.41**	.41**		.78***	.45**
Vauhditon 5-loikka (5-L)	1985	.20	.56***	.56**	.22		.41*
	1988	.35	.32	.45*	.58***		.43*
	2009	.29	.26	.48**	.52***		.53***
Kärrynpyörä (Kp)	1985	.33	.37	.29	.61***	.31	
	1988	.27	.34	.41*	.67***	.33	
	2009	.18	.21	.13	.25	.38*	

Alakolmiossa on poikien/miesten ja yläkolmiossa tyttöjen/naisten liikehallintatestien väliset ikävakioidut korrelaatiokertoimet vuosien 1985, 1988 ja 2009 mittauksissa.

Mitattavien määrät vaihtelivat mittausajankohdittain: 1985 pojat n=27 ja tytöt n=31. 1988 pojat n= 27 ja tytöt n=32. 2009 pojat n=38 ja tytöt n=37.

Korrelaatioiden merkitsevyys:

* = melkein merkitsevä $p \leq 0.05$

** = merkitsevä $p \leq 0.01$

*** = erittäin merkitsevä $p \leq 0.001$

Poikien tuloksissa flamingoseisonnalla oli vähiten merkitseviä korrelaatioita muiden muuttujien kanssa. Edestakaisinhypely puolestaan korreloi merkitsevästi lähes kaikkien muiden muuttujien kanssa. Kouluikässä korkeimmat korrelaatiot olivat tarkkuusheittokiinnioton ja kahdeksikkokuljetuksen (1985 $r=0.63$ ja 1988 $r=0.69$) sekä edestakaisinhypelyn ja kärrynpyörän (1985 $r=0.61$ ja 1988 $r=0.67$) välillä. Aikuisiässä 2009 korkeimmat korrelaatiot olivat vauhdittoman 5-loikan ja edestakaisinhypelyn (0.52), vauhdittoman

5-loikan ja kahdeksikkokuljetuksen (0.48) sekä tarkkuusheittokiinnion ja kahdeksikkokuljetuksen (0.48) välillä. Kouluiän mittausten (1985 ja 1988) korrelaatiot olivat varsin yhtenäiset. Aikuisiässä muuttujien väliset korrelaatiot pääosin heikkenivät kouluikään (1988) verrattuna. Suurimmat heikkenemiset tapahtuivat kahdeksikkokuljetuksen ja kärrynpyörän sekä edestakaisinhypelyn ja kärrynpyörän välisissä korrelaatioissa.

Tytöillä flamingoseisonnalla oli vähiten merkitseviä korrelaatioita muiden muuttujien kanssa. Kärrynpyörä korreloi merkitsevästi lähes kaikkien muiden muuttujien kanssa. Myös kahdeksikkokuljetuksella ja vauhdittomalla 5-loikalla oli lähes yhtä paljon merkitseviä yhteyksiä muihin muuttujiin. Vuonna 1985 korkein korrelaatio oli tarkkuusheittokiinnion ja kärrynpyörän (0.46) sekä kahdeksikkokuljetuksen ja kärrynpyörän (0.46) välillä. 1988 korkein korrelaatio oli vauhdittoman 5-loikan ja kahdeksikkokuljetuksen (0.67) välillä. Aikuisiässä 2009 korkeimmat korrelaatiot olivat vauhdittoman 5-loikan ja kahdeksikkokuljetuksen (0.75) sekä vauhdittoman 5-loikan ja edestakaisinhypelyn (0.78) välillä. Kouluiän mittausten (vuodesta 1985 vuoteen 1988) korrelaatiot pääosin suurenivat. Suurin nousu oli vauhdittoman 5-loikan ja kahdeksikkokuljetuksen välisessä korrelaatioissa. Aikuisiässä muuttujien välisissä korrelaatioissa ei ollut havaittavissa systemaattista muutosta kouluiän (1988) korrelaatioihin verrattuna. Osa korrelaatioista laski, osa nousi ja osa säilyi samalla tasolla. Tarkkuusheittokiinnion ja kärrynpyörän välinen korrelaatio laski eniten, kun taas vauhdittoman 5-loikan ja edestakaisinhypelyn välinen korrelaatio nousi eniten.

Muuttujien spesifisyyden selvittämiseksi laskettiin yksittäisten liiketehtävämuiden korrelaatiot muiden muuttujien summaan molemmille sukupuolille kaikissa mittausajankohdissa (Taulukko 5). Korrelaatioiden laskennassa käytettiin yli mittauskertojen laskettuja standardisoituja muuttujan arvoja (T-pisteet), jotka oli laskettu luvussa 4.3.4 kuvatulla tavalla. Puuttuvat tiedot korvattiin keskiarvolla sukupuolittain ja mittausajankohdittain.

Taulukko 5 Yksittäisten muuttujien korrelaatiot (r) muiden muuttujien summaan

	Pojat			Tytöt		
	1985	1988	2009	1985	1988	2009
Flamingoseisonta	.29	.46	.22	.28	.50	.55
Tarkkuusheittokiinniotto	.63	.69	.37	.60	.57	.32
Kahdeksikkokuljetus	.65	.64	.45	.55	.60	.72
Edestakaisinhypely	.68	.86	.60	.53	.65	.63
Vauhditon 5-loikka	.68	.64	.59	.58	.68	.76
Kärrynpyörä	.54	.53	.33	.43	.58	.52

r = Pearsonin korrelaatiokerroin

Kouluiässä yksittäisten muuttujien yhteydet muiden muuttujien summaan olivat hyvin samankaltaiset molemmilla sukupuolilla. Aikuisiässä sukupuolten välillä oli eroa flamingoseisonnassa, kärrynpyörässä ja vauhdittomassa 5-loikassa. Naisilla flamingoseisonta ja kärrynpyörä olivat yhteydessä yleiseen liikehallintaan, mutta miehillä ne olivat spesifimpiä mittareita. Kaikki mittausajankohdat huomioiden eniten yhteistä varianssia muiden muuttujien kanssa oli vauhdittomalla 5-loikalla ja edestakaisinhypelyllä. Flamingoseisonta oli tässä tarkastelussa erityisin liikehallinnan mittari, mutta ei kuitenkaan johdonmukaisesti kaikissa tapauksissa. Tarkkuusheittokiinniotto korreloi varsinkin pojilla vielä kouluiässä muiden muuttujien kanssa, mutta aikuisiässä se oli selkeästi spesifimpi mittari.

4.3.2 Liikehallintamittareiden reliabiliteetti

Mittausten reliabiliteettia arvioitiin toisto- ja rinnakkaismittausten sekä ulkopuolisen arvioitsijan avulla. Mittausten toistettavuus kuvaa mittarin stabiliteettia. Rinnakkaismittausten vertailu kertoo mittarin ekvivalenssista ja sisäisestä johdonmukaisuudesta. Ulkopuolisen arvioijan antamien pistemäärien vertaaminen alkuperäisiin pistemääriin kuvaa myös mittarin ekvivalenssia eri arvioitsijoiden välillä.

Mittarin sisäistä stabiliteettia voidaan arvioida laskemalla korrelaatio toistettujen mittausten välillä, mitä kutsutaan toistoreliabiliteetiksi. Taulukossa 6 on esitetty tässä tutkimuksessa käytettyjen liikehallintamittareiden toistoreliabiliteetikertoimia aiemmissä tutkimuksissa. Nupponen (1997, 91-93) tutki liikuntakykymittareiden toistoreliabiliteettia kouluikäisillä puolen vuoden mittausvälillä. Nupposen tutkimuksessa oli mukana kaikki samat testit kuin tässä tutkimuksessa. Näissä liikehallintatesteissä korrelaatiokertoimet vaihtelivat välillä 0.55-0.90 flamingoseisonnassa ollessa heikoin ja vauhdittoman 5-loikan

paras. Holopaisen (1990, 66-68) tutkimuksessa liikehallintatestien korrelaatiokertoimet kouluikäisillä peräkkäisten mittausten ja muutaman viikon väleillä mitattuna vaihtelivat välillä 0.84-0.96. Kalajan, Jaakkolan ja Liukkosen (2009) tutkimuksessa kouluikäisten flamingotestin korrelaatio kahden viikon välein mitattuna oli 0.74 ja vauhdittoman 5-loikan 0.84. Tsigilis ym. (2002) tutkivat flamingotestin toistettavuutta 20-vuotiailla yliopisto-opiskelijoilla. Yhden viikon välein suoritettujen mittauskertojen välinen korrelaatio oli 0.73.

Taulukko 6 Tutkimuksessa käytettyjen liikehallintamittareiden toistoreliabiliteetti (r) aiemmissä tutkimuksissa

	Nuppo- nen 1997	Holopai- nen 1990	Holopai- nen ym. 1982	Kalaja ym. 2009	Tsigilis ym. 2002
Flamingoseisonta	P .59 T .55		P&T .62	P&T .74	P&T .73
Tarkkuusheittokiinniotto	P .74 T .79				
Kahdeksikkokuljetus	P .80 T .71				
Edestakaisinhypely	P .80 T .75	P&T .90	P&T .83		
Vauhditon 5-loikka	P .90 T .85	P&T .84		P&T .84	
Kärrynpyörä	P .60 T .77				

P = pojat, T = tytöt

Aikuisiän liikehallintamittausten toistoreliabiliteettia tarkasteltiin vauhdittomassa 5-loikassa laskemalla korrelaatiokertoimet (Pearson) kahden peräkkäisen suorituksen välille. Mittaustilanteessa koehenkilöt suorittivat kaksi suoritusta, joista parempi merkittiin tulokseksi. Tulokset paranivat hieman ensimmäisestä yrityskerrasta toiseen sekä miehillä että naisilla. Peräkkäiset suoritukset vauhdittomassa 5-loikassa (miehet $r=0.94$ ja naiset $r=0.96$, $p<0.001$) olivat vahvasti yhteydessä toisiinsa, mikä on linjassa aikaisempien kouluikäisille tehtyjen tutkimusten kanssa (Holopainen 1990, 66-68; Kalaja ym. 2009; Nupponen 1997, 92-93)

Rinnakkaismittausten avulla pystyttiin arvioimaan tarkkuusheittokiinnioton ja kahdeksikkokuljetuksen sisäistä reliabiliteettia ja validiteettia. Tarkkuusheittokiinniotossa rinnakkaistietoja vertailtiin laskemalla korrelaatio (Spearman) mittarin eri osioiden välille

koko koehenkilöjoukossa ($n = 88$). Osumien ja kiinniottojen summan korrelaatio suoritukseen käytettyyn aikaan oli kouluikäisenä -0.83 (1985) ja -0.68 (1988) sekä aikuisena 0.65 (2009). Kaikki korrelaatiot olivat erittäin merkitseviä ($p < 0.001$). Suoritus aika oli käänteisesti verrannollinen suorituksesta annettavaan pistemäärään, minkä vuoksi korrelaatiot olivat negatiivisia. Korrelaation heikkeneminen mittauskertojen myötä voi aiheutua liikemallien eriytyemisestä iän mukana. Koehenkilöt saattoivat myös jälkimmäisillä mittauskerroilla valita vääränlaisen strategian (liian hitaan tai liian nopean) parhaan tuloksen kannalta. Tuloksen kannalta oli edullista heittää ja ottaa kiinni tarkasti ja samalla mahdollisimman nopeasti.

Lisäksi aikuisiän tarkkuusheittokiinniottestin sisäistä validiteettia pystyttiin arvioimaan laskemalla korrelaatio (Spearman) suoritukseen pistemäärään (ks. taulukko 3) ja heittoliikkeen laadun välille. Tarkkuusheittokiinnioton suoritukset kuvattiin videolle, jonka perusteella analysoitiin heittoliikkeen laatua kolmiluokkaisella asteikolla. Laatuarvioinnin suoritti videolta jälkikäteen luokanopettajaopiskelija, joka teki aiheesta opinnäytetyötään. Miehillä heittoliikkeen laatu oli lievästi yhteydessä suoritukseen pistemäärään ($r_s = 0.40$, $p < 0.01$), mutta naisilla yhteys ei ollut merkitsevä. Tulos viittaa siihen, että naisten heittoliikkeen laatu oli hajanaisempaa ja toisaalta hyvään tulokseen ei välttämättä vaadita teknisesti hyviä heittoja. Samalla se kertoo mittarin moniulotteisuudesta.

Kahdeksikkokuljetuksessa rinnakkaistietoja vertailtiin laskemalla korrelaatio käsin kuljetuksen ja jaloin kuljetuksen tuloksien välille kaikissa mittausajankohdissa. Vuonna 1985 käsin ja jaloin tehdyn kuljetuksen korrelaatio (Spearman) oli molemmilla sukupuolilla melko korkea (miehet $r_s = 0.70$) ja naiset $r_s = 0.67$). 1988 korrelaatiot olivat laskeneet miehillä hieman ($r_s = 0.61$) ja naisilla selvästi ($r_s = 0.48$). Aikuisiän mittauksissa 2009 korrelaatio heikkeni edelleen sekä miehillä että naisilla eikä sukupuolten välille enää ollut juuri eroa (miehet $r_s = 0.49$ ja naiset $r_s = 0.44$). Laskeva trendi oli samansuuntainen kuin Nupposen (1997, 93) kouluikäisten tutkimuksessa, jossa käsin ja jaloin toteutetun kuljetuksen korrelaatio vaihteli välillä $0.58-0.71$. Se oli korkein ensimmäisissä mittausajankohdassa ja matalin viimeisimmässä. Tulosten perusteella kuljetus käsin ja jaloin vaikuttaisi olevan enemmän kokonaismotorinen suoritus, mitä nuoremista lapsista on kyse ja vastaavasti kuljetusten liikemallit eriytyvät iän myötä eivätkä ole enää niin vahvasti yhteydessä toisiinsa. Myös liikuntaharrastuneisuuden eriytyemisellä saattoi olla vaikutusta käsin ja jaloin kuljetuksen yhteyden heikkenemiseen, sillä lapset ja nuoret erikoistuvat yhä varhemmin tiettyyn lajiin (Zacheus 2008, 85-98; Kansallinen liikuntatutkimus 2009-

2010a). Useiden liikuntalajien harrastamisesta on myös tullut ympärivuotisia toimintaa, jolloin liikuntaharrastusten luonnollinen vaihtelu vuodenaikojen (kesä- ja talvilajit) mukaan on vähentynyt, mikä saattaa ilmetä liikehallinnan monipuolisuuden kaventumisena.

Kärrynpyörätulosten ekvivalenssia arvioitiin vertaamalla eri arvioitsijoiden antamia pistemääriä toisiinsa. Kärrynpyörä oli ainut mittari, jossa oli käytössä laadulliseen arviointiin perustuva järjestysasteikko. Mittaajien suoritusilanteessa antamaa pistemäärää verrattiin eri henkilön videolta jälkikäteen antamaan pistemäärään korrelaatiokertoimen avulla. Videoarvioinnin suoritti graduvaiheen luokanopettajaopiskelija, joka ei arvioidessaan tiennyt mittaajien antamaa pistemäärää. Naisilla eri arvioitsijoiden antamien pistemäärien korrelaatio (Spearman) oli varsin korkea ($r_s=0.74$). Miehillä se oli hieman matalampi ($r_s=0.63$). Koehenkilöt olivat saaneet mittaustilanteessa korkeampia pistemääriä kuin jälkiarvioinnissa videonauhalla. Nopeassa suorituksessa on vaikea havaita kaikkia yksityiskohtia, mikä selittää testitulosten annettuja korkeampia pistemääriä. Naisten miehiä parempi korrelaatio saattaa selittyä sillä, että naisten suoritukset kärrynpyörässä olivat miehiä parempia, minkä vuoksi jälkepäin tehty videoarviointi ei tuonut enää esiin mittaustilanteessa havaitsemattomia suoritusvirheitä.

4.3.3 Liikehallintamuuttujien reliabiliteetti ja validiteetti

Muuttujien jakaumien, muuttujien välisten korrelaatioiden sekä muiden reliabiliteetti- ja validiteetti-arvioiden perusteella liiketehtävämuuttujista tehtiin seuraavia johtopäätöksiä:

- Flamingoseisonta oli melko reliabeli mittari aiempien tutkimusten toistomittauksien perusteella. Korrelaatioiden perusteella flamingoseisonta osoittautui spesifiksi muuttujaksi. Sen jakaumat olivat vinoja. Flamingoseisonta mittasi siten liikehallintaa kapea-alaisesti etenkin pojilla. Systemaattisin yhteys sillä oli dynaamista tasapainoa mittaavan edestakaisinhyppeilyn kanssa. Vinoista jakaumista huolimatta flamingoseisontaan mukanaolo analyysissä on perusteltua, koska se oli ainut staattisen tasapainon mittari. Yhdessä edestakaisinhyppeilyn kanssa se mittasi tasapainoa laaja-alaisesti.
- Tarkkuusheittokiinnitossa rinnakkaisreliabiliteetti suorituksen eri osien välillä oli kohtuullinen. Suorituksen pistemäärän yhteys heittoliikkeen laatuun oli lähes olematon eli tuloksen perusteella ei voinut tehdä päätelmiä heittoliikkeen laadusta. Analyysissä käytetyn suorituspistemäärän (osumien ja kiinnitöiden määrä 10 sekunnin aikana) jakaumat olivat normaaleja. Tarkkuusheittokiinnitossa korreloi molemmilla sukupuolilla systemaattisesti vain kahdeksikkokuljetuksen

kanssa ja pojilla lisäksi edestakaisinhypelyn kanssa. Varsinkin aikuisiässä se on melko spesifi liikehallinnan mittari. Heittäminen ja kiinniottot näyttäsivät näin ollen eriytyvän omiksi liikemalleikseen kouluiän jälkeen. Tarkkuusheittokiinniottot mittasi yhdistely-, muuntelu-, reagointi- ja kinesteettistä erottelukykyä sekä liikehallintaa aikapaineen alla. Kahdeksikkokuljetuksen kanssa tarkkuusheittokiinniotto kuvaa monipuolisesti liikehallintaa välineenkäsittelytehtävissä.

- Kahdeksikkokuljetuksen rinnakkaisreliabiliteetti (käsien ja jaloin tehty kuljetus) oli kohtalainen tai heikko. Käsien ja jaloin kuljetukset ovat tällä perusteella melko erillisiä suorituksia. Mittauksissa käytetyn käsien ja jaloin kuljetusten summapistemäärien jakaumat olivat normaaleja. Kahdeksikkokuljetus korreloi useimpien muiden mittausten kanssa mitaten liikehallintaa monipuolisesti. Kahdeksikkokuljetus mittaa yhdistely-, muuntelu-, reagointi- ja kinesteettistä erottelukykyä sekä liikehallintaa aikapaineen alla. Monipuolisuutensa takia se on hyvä liikehallinnan yleismittari.
- Edestakaisinhypelyn toistoreliabiliteetti aiempien tutkimusten perusteella on hyvä. Sen jakaumat olivat normaaleja. Edestakaisinhypely korreloi pojilla kaikkien muiden muuttujien paitsi aikuisiän kärrynpyörän kanssa. Tyttöillä merkitseviä yhteyksiä ei ollut yhtä paljon. Edestakaisinhypely on pojilla paras ja tyttöilläkin melko hyvä liikehallinnan yleismittari. Se mittaa dynaamista tasapainoa sekä kuntokyvystä nopeutta ja voimaa. Edestakaisinhypelyllä on sekä yleistä että flamingoseisonnan kanssa spesifiä ulottuvuutta (tasapaino) liikehallinnan mittaamisessa.
- Vauhditon 5-loikka oli erittäin reliabeeli mittari toistomittausten perusteella. Sen jakaumat olivat normaaleja miesten aikuisiän tulosten pientä vinoumaa lukuun ottamatta. Vauhditon 5-loikka korreloi tyttöillä lähes kaikkien muiden muuttujien kanssa, mutta pojilla merkitseviä yhteyksiä ei ollut yhtä paljon. Selkeimmät yhteydet molemmilla sukupuolilla olivat kahdeksikkokuljetukseen ja edestakaisinhypelyyn ja tyttöillä lisäksi kärrynpyörään. Vauhditon 5-loikka on tyttöillä monipuolisempi liikehallintamittari kuin pojilla. Se mittaa yhdistely-, suuntautumis- ja kinesteettistä erottelukykyä sekä kuntokyvystä voimaa ja nopeutta.
- Kärrynpyörän luotettavuus eri arvioitsijoiden antamien pistemääriä vertaamalla oli naisilla hyvä ja miehillä melko hyvä. Sen jakaumat olivat useimmiten vinoja poiketen siten normaalijakaumasta. Kärrynpyörä oli tyttöillä paras liikehallinnan yleismittari ja se korreloi merkitsevästi lähes kaikkien muiden muuttujien kanssa. Pojilla kärrynpyörä oli suppea liikehallintamittari. Se korreloi systemaattisesti vain eteentaivutuksen kanssa. Kärrynpyörän osaaminen liittyi tyttöillä hyvään kokonaisliikehallintaan, kun taas pojilla se kertoi ennemminkin vain liikkuvuudesta. Kärrynpyörä mittaa suuntautumis- ja yhdistelukykyä sekä tasapainoa ja liikkuvuutta. Vaikka reliabiliteetti ei kohonnut kovin korkeaksi ja jakaumat poikkesivat normaalista, kärrynpyörä säilytettiin analyysissa, koska se edusti ainoana voimistelutyypistä liiketehtävää.

Lopullisiksi liikehallinnan mittareiksi valikoituivat siis flamingoseisonta, tarkkuusheittokiinnotto, kahdeksikkokuljetus, edestakaisinhyppely, vauhditon 5-loikka ja kärrypyörä. Näitä kuutta perustason liiketehtävämulluttujaa käytettiin analyyseissa kuvaamaan liikehallintaa yksittäisissä tehtävissä.

4.3.4 Liikehallinnan summamuuttuja

Yksittäisten liiketehtävien lisäksi liikehallintaa haluttiin kuvailla yleisemmällä tasolla. Kuudesta liiketehtävämulluttujasta koetettiin faktorianalyysin avulla löytää yhteisiä tekijöitä, joiden avulla yksittäiset muuttujat voitaisiin yhdistää samoja latenteja liikehallintakykyjä kuvaaviksi summamuuttujiksi. Faktorianalyysi suoritettiin jokaisessa mittausajankohdassa erikseen molemmille sukupuolille. Faktorianalyysin perusteella yhtenäistä ja kaikissa mittausajankohdissa (1985, 1988 ja 2009) molemmille sukupuolille toimivaa faktorirakennetta ei löytynyt. Yksittäiset muuttujat jakautuivat yhteen tai kahteen faktoriin mittausajankohdasta ja sukupuolesta riippuen. Tämä osoittaa, että liikehallinnan osa-alueet kehittyivät eri tavoin iän mukaan ja olivat eri tavoin yhteydessä toisiinsa. Rajanveto liikehallinnan eri osa-alueiden välille on vaikeaa. Luvussa 2.2 esitettyjen erilaisten liikehallinnan jaottelujen määrä kertoo osaltaan rajanvedon vaikeudesta. Liikehallinnan faktorirakenteen muuttumisen vuoksi liikehallinnan osa-alueittain muodostettujen summamuuttujien käyttö tässä aineistossa ei ollut perusteltua.

Vaikka yksittäisten mittareiden yhdistämiselle liikehallinnan eri osa-alueita kuvaaviksi summamuuttujiksi ei löytynyt perusteita, liikehallintaa haluttiin kuitenkin tarkastella laajempina kokonaisuutena. Sitä varten kaikki kuusi liikehallintamuuttujaa yhdistettiin yhdeksi kokonaisliikehallinnan summamuuttujaksi. Yksittäisten muuttujien jakaumien muodoissa oli vain vähäisiä eroja sukupuolten ja mittauskertojen välillä, joten summamuuttujien muodostaminen oli jakaumien puolesta järkevää.

Summamuuttuja laskettiin jokaisessa mittausajankohdassa (1985, 1988 ja 2009) flamingoseisannon, tarkkuusheittokiinniton, kahdeksikkokuljetuksen, edestakaisinhyppelyn, vauhdittoman 5-loikan ja kärrynpyörän tuloksista. Flamingoseisannon pisteet käännettiin (alkuperäisellä asteikolla maksimisuoritus 1 pistettä, heikoin suoritus 17 pistettä), jolloin kaikkien muuttujien mittaluvut olivat samansuuntaisia. Summamuuttuja muodostettiin laskemalla keskiarvo yhteenlasketuista yksittäisten muuttujien standardisoiduista (T-pisteet) arvoista jokaisella mittauskerralla. Jotta eri mittauskertojen väliset standardisoidut

arvot olisivat vertailukelpoisia, yksittäisen testin jokaisen mittauskerran (1985, 1988 ja 2009) tulokset yhdistettiin ensin yhdeksi muuttujaksi, josta laskettiin T-pisteet. Tämän jälkeen tästä yksittäisen testin kaikki mittauskerrat kattavasta yhdistetystä muuttujasta erotettiin kunkin mittauskerran T-pisteet taas omaksi muuttujakseen. Mikäli summamuuttuja olisi laskettu suoraan yksittäisten muuttujien T-pisteistä, summamuuttujan arvot olisivat olleet samat jokaisessa mittausajankohdassa, jolloin vertailu mittauskertojen välillä olisi ollut mahdotonta. Puuttuvat muuttujan arvot korvattiin kyseisen mittausajankohdan standardisoidulla sukupuolikeskiarvolla (T-pisteet) ennen summamuuttujan laskemista.

Vuonna 1985 poikien ja tyttöjen kokonaisliikehallinnan summamuuttujan jakaumat olivat hyvin samankaltaisia ja noudattivat normaalijakaumaa. Toisella kouluiän mittauskerralla vuonna 1988 tyttöjen kokonaisliikehallinta jakautui normaalisti, mutta poikien jakauma oli erittäin huipukas ja jonkin verran vino oikealle. Aikuisten miesten ja naisten jakaumat vuonna 2009 noudattivat normaalijakaumaa.

Kokonaisliikehallinnan summamuuttujan luotettavuutta arvioitiin tarkastelemalla muuttujan sisäistä johdonmukaisuutta Cronbachin alfa -kertoimen avulla. Summamuuttujalle laskettiin Cronbachin alfa -kertoimet kaikissa mittausajankohdissa molemmille sukupuolille (taulukko 7). Tytöillä alfa -kertoimet vaihtelivat välillä 0.74-0.82 ja pojilla 0.69-0.85. Aikuisten miesten alfakerroin 0.69 ei ollut kovin korkea. Flamingoseisonnan poisto summamuuttujasta olisi nostanut alfa -kerrointa miesten kohdalla 0.02:lla. Flamingoseisonnan havaittiin heikentävän alfa -kerrointa myös kolmessa muussa tapauksessa. Tämän vuoksi summamuuttujan sisäistä johdonmukaisuutta testattiin myös vain viidellä muuttujalla ilman flamingoseisontaa. Flamingoseisonnan poistaminen nosti kolmessa tapauksessa summamuuttujan alfaa korkeintaan 0.05:lla, yhdessä alfa pysyi ennallaan, mutta kahdessa tapauksessa alfa heikkeni enimmillään 0.02:lla. Flamingoseisonnan poispuottaminen summamuuttujasta ei lisännyt systemaattisesti summamuuttujan sisäistä johdonmukaisuutta, joten kaikki kuusi muuttujaa pidettiin summamuuttujassa mukana. Sisäisen johdonmukaisuuden katsottiin olevan riittävällä tasolla.

Taulukko 7 Liikehallinnan summamuuttujan Cronbachin alfa -kertoimet

	1985	1988	2009
Pojat/Miehet	0.80	0.85	0.69
Tytöt/Naiset	0.74	0.82	0.81

4.3.5 Liikkuvuus- ja lihasvoimamuuttajat

Aikuisiän liikehallintaa ennustavaan selitysmalliin haluttiin ottaa mukaan kouluiän liikkuvuutta ja lihasvoimakkuutta kuvaavat muuttajat, koska useissa liiketehtävissä tarvittiin myös liikkuvuutta (esim. kärrynpyörä) ja lihasvoimaa (esim. vauhditon 5-loikka). Samalla voitiin tarkastella liikkuvuuden ja lihasvoimakkuuden yhteyksiä liikehallintaan. Muuttajat muodostettiin 1985-1988 TEKO -tutkimuksessa käytetyistä testeistä (Nupponen ym. 1991). Liikkuvuusmuuttujaksi valittiin eteentaivutustesti ja lihasvoimamuuttujaksi istumaannousu ja koukkukäsiriipunta -testeistä yhdistetty muuttuja. Mittaustuloksina käytettiin viimeisiä kouluiän mittauksia vuodelta 1988, koska tässä tutkimuksessa pääpaino oli kouluiän ja aikuisiän välisissä tapahtumissa. Taulukossa 8 on kuvattu mittarit, niiden lähteet, mittayksiköt ja muut erityishuomiot. Testien suoritustavat on kuvattu liitteessä 4.

Taulukko 8 Liikkuvuus- ja lihasvoimamittarit vuoden 1988 mittauksissa

Mittari ja sen lähde	Mittayksikkö	Huom.
Eteentaivutus istuen Nupponen ym. 1979, 38-39	cm	alempaan cm:iin pyöristäen, kaksi yritystä
Istumaannousu Nupponen ym. 1979, 28-29	krt/30 sek	yksi yritys
Koukkukäsiriipunta Nupponen ym. 1991, liitteet, 7	sek	leuka tangon yläpuolella

Muuttujien ominaisuuksia tutkittiin tarkastelemalla muuttujien jakaumia, niiden välisiä yhteyksiä ja mittareiden luotettavuutta. Vuonna 1988 eteentaivutustestin jakaumat eivät eronneet normaalijakaumasta kummallakaan sukupuolella. Koukkukäsiriipunnan jakaumat olivat sekä pojilla että tytöillä vahvasti vinoja oikealle eli molemmat saivat runsaasti heikkoja tuloksia. Istumaannousutestin jakaumat eivät eronneet normaalijakaumasta, mutta pojilla oli useita huippuja ja tytöillä puolestaan huippu oli varsin terävä.

Liikkuvuus- ja lihasvoimamuuttujien keskinäisiä yhteyksiä sekä niiden yhteyttä yksittäisiin liikehallintamuuttujiin tutkittiin laskemalla ikävakioidut osittaiskorrelaatiot muuttujien välille vuoden 1988 mittauksista. Muuttujien väliset osittaiskorrelaatiot on esitetty taulukossa 9. Eteentaivutus korreloi pojilla ($p \leq 0.05$) muihin muuttujiin istumaannousun ($r=0.41$), kärrynpyörän ($r=0.50$) sekä kokonaisliikehallinnan ($r=0.38$) kanssa ja tytöillä

tarkkuusheittokiinnioton ($r=0.42$), kÄrrynpyörÄn ($r=0.45$) ja kokonaisliikehallinnan ($r=0.37$) kanssa. Istumaannousu korreloi pojilla ($p\leq.05$) liikehallintamuuttujista edestakaisinhyppeilyn ($r=0.46$), vauhdittoman 5-loikan ($r=0.43$) ja kokonaisliikehallinnan ($r=0.40$) kanssa sekÄ tytöillä kahdeksikkokuljetuksen ($r=0.42$), edestakaisinhyppeilyn ($r=0.65$), vauhdittoman 5-loikan ($r=0.62$), kÄrrynpyörÄn ($r=0.41$) ja kokonaisliikehallinnan ($r=0.61$) kanssa. KoukkukÄsiriipunta korreloi ($p\leq.05$) pojilla liikehallintamuuttujista tarkkuusheittokiinnioton ($r=0.42$), vauhdittoman 5-loikan ($r=0.37$) ja kokonaisliikehallinnan ($r=0.39$) kanssa sekÄ tytöillä flamingoseisonnan ($r=0.36$), edestakaisinhyppeilyn ($r=0.44$), vauhdittoman 5-loikan ($r=0.51$) ja kokonaisliikehallinnan ($r=0.45$) kanssa. Lihasvoimamuuttujat eli koukkukÄsiriipunta ja istumaannousu korreloivat keskenÄän ($p\leq.05$) molemmilla sukupuolilla. Tytöillä ($r=.63$) korrelaatio oli poikia ($r=0.42$) suurempi.

Taulukko 9 Liikkuvuus- ja lihasvoimamuuttujien keskinÄiset yhteydet sekÄ yhteydet liikehallintamuuttujiin vuoden 1988 mittauksissa (osittaiskorrelaatio, ikÄvakioitu)

	Eteentaivutus	Istumaannousu	KoukkukÄsiriipunta
Eteentaivutus	P - T -		
Istumaannousu	P .41* T .06	P - T -	
KoukkukÄsiriipunta	P .13 T -.10	P .42* T .63***	P - T -
Flamingoseisonta !	P .27 T .06	P .30 T .32	P .05 T .36*
Tarkkuusheittokiinniotto	P .05 T .42*	P .15 T .29	P .42* T .14
Kahdeksikkokuljetus	P .16 T .19	P .17 T .42*	P .21 T .29
Edestakaisinhyppeily	P .34 T .26	P .46* T .65***	P .37 T .44**
Vauhditon 5-loikka	P .25 T .24	P .43* T .62***	P .37* T .51**
KÄrrynpyörÄ	P .50** T .45**	P .21 T .41*	P .30 T .25
Kokonaisliikehallinta	P .38* T .37*	P .40* T .61***	P .39** T .45**

P = pojat (n=27)

T = tytöt (n=32)

! = Flamingoseisonnan asteikko kÄännetty yhdenmukaiseksi muiden muuttujien kanssa

Eteentaivutustestin, istumaannousutestin ja koukkukÄsiriipunnan toistoreliabiliteettia on tutkittu useissa aiemmissa tutkimuksissa. Nupposen (1981, 21) tekemÄssä koululaisten

kuntotestejä kartoittaneessa useiden tutkimusten koosteessa eteentaivutuksen toistoreliabiliteetit vaihtelivat välillä 0.90-0.97, istumaannousun välillä 0.57-0.94 ja koukkukäsiriipunnan välillä 0.74-0.90. Nupposen (1997, 92) tutkimuksessa puolen vuoden mittausaikavälillä eteentaivutuksen toistoreliabiliteetti 10–14-vuotiailla oli pojilla 0.87 ja tytöillä 0.88. Koukkukäsiriipunnan toistoreliabiliteetti oli pojilla 0.80 ja tytöillä 0.77 ja istumaannousutestin pojilla 0.79 ja tytöillä 0.71. Holopaisen (1990, 66-68) tutkimuksessa koukkukäsiriipunnan toistoreliabiliteetti oli 0.91 ja istumaannousun 0.83 15-vuotiailla pojilla. Samassa tutkimuksessa eteentaivutuksen toistoreliabiliteetti 12–18-vuotiailla tytöillä ja pojilla oli 0.98. Myös aikuisilla toistoreliabiliteetit ovat olleet korkeita. Tsigiliksen ja muiden (2002) tutkimuksessa 20-vuotiailla yliopisto-opiskelijoilla viikon välein mitattu eteentaivutuksen toistoreliabiliteetti oli 0.94, istumaannousun 0.83 ja koukkukäsiriipunnan 0.89. Barnekow-Bergkvistin ja muiden (1996) tutkimuksessa istumaannousutestin reliabiliteettikerroin 34-vuotiailla miehillä ja naisilla oli 0.93. Mikkelssoonin (2003) tutkimuksessa eteentaivutuksen toistoreliabiliteetti 40-vuotiailla miehillä ja naisilla oli 0.99.

Eteentaivutustestin ja koukkukäsiriipunnan luotettavuutta on tutkittu myös rinnakkaismittausten avulla. Jacksonin ja Bakerin (1986) mukaan eteentaivutuksen korrelaatio 14-vuotiailla tytöillä takareiden lihasten liikkuvuuteen oli 0.64, mutta selän liikkuvuuteen vain 0.07. Aikuisilla eteentaivutus korreloi paremmin takareiden lihasten liikkuvuuteen (miehet 0.89 ja naiset 0.70) ja myös korrelaatiot selän liikkuvuuteen olivat suuremmat kuin nuorilla (miehet 0.59 ja naiset 0.12) (Jackson & Langford 1989). Kemperin ja Van Mechelenin (1996) tutkimuksessa selvitettiin ns. kentällä tehtävien kuntotestien yhteyttä laboratorio-olosuhteissa mitattuihin tarkempiin testeihin. Koukkukäsiriipunnan korrelaatio isometriseen käsien koukistustestiin oli 12–18-vuotiailla pojilla 0.76 ja tytöillä 0.45.

Jakauma-, korrelaatio- ja luotettavuustarkastelun perusteella liikkuvuus- ja lihasvoimamuuttujista tehtiin seuraavia päätelmiä:

- Eteentaivutuksen jakaumat olivat normaaleja ja toistoreliabiliteetti erinomainen. Rinnakkaismittausten perusteella eteentaivutus mittaa erityisesti takareisien ja jonkin verran myös alaselän liikkuvuutta. Vuoden 1988 mittauksissa eteentaivutuksella oli selkeä yhteys molemmilla sukupuolilla vain kärrynpyörään ja kokonaisliikehallintaan. Hyvässä kärrynpyörässä tarvitaan etenkin hartiasrudon liikkuvuutta, joten eteentaivutus näytti kertovan myös liikkuvuudesta yleensä. Eteentaivutuksen keskitasoinen korrelaatio kokonaisliikehallintaan kertoi siitä, että liikehallinnaltaan hyvillä oli myös kohtuullinen liikkuvuus. Pojilla eteen-

taivutus korreloi myös istumaannousuun ja tytöillä puolestaan tarkkuusheittokiinniottoon. Eteentaivutuksen korrelaatio istumaannousuun ja kahdeksikkokuljetukseen oli yllättävää, koska näissä molemmissa suorituksissa liikkuvuusvaatimukset olivat vähäiset. Muiden muuttujien kanssa eteentaivutus ei korreloinut, joten se oli varsin spesifi mittari. Liikkuvuutta ei pidetä varsinaisena liikuntakynänä, vaan erillisenä ominaisuutena (Bös 1987, 95; Hirz 2007, 228), mikä selittää osaltaan vähäisiä yhteyksiä muihin muuttujiin.

- Koukkukäsiriipunnan jakaumat olivat vinoja, sillä sekä tytöt että pojat saivat runsaasti heikkoja tuloksia. Testi oli siis kohderyhmän tasoon nähden vaativa. Koukkukäsiriipunnan luotettavuus toistomittauksissa oli korkea, mutta ei aivan yhtä hyvä kuin eteentaivutuksen. Rinnakkaismittausten perusteella koukkukäsiriipunta mittaa pojilla erityisesti ylävartalon koukistajien lihasvoimaa, kun taas tytöillä se mittaa myös yleisemmin ylävartalon voimaa. Koukkukäsiriipunta korreloi molemmilla sukupuolilla vauhdittoman 5-loikan ja kokonaisliikehallinnan kanssa. Vauhditon 5-loikka vaatii jalkojen lihasvoimaa, joten jaloistaan voimakkaat olivat vahvoja myös ylävartalostaan. Koukkukäsiriipunnan kohtuullinen korrelaatio kokonaisliikehallintaan kertoi siitä, että liikehallinnaltaan hyvät olivat myös melko vahvoja ylävartaloltaan. Pojilla koukkukäsiriipunta oli lisäksi yhteydessä tarkkuusheittokiinniottoon. Heittäminen siis mittaa jonkin verran myös ylävartalon voimaa. Tytöt menestyivät poikia heikommin tarkkuusheittokiinniotossa, minkä vuoksi heillä tarkkuusheittokiinniotto ja koukkukäsiriipunta eivät korreloineet. Tytöillä koukkukäsiriipunta puolestaan korreloi molempien tasapainomuuttujien (edestakaisinhypely ja flamingoseisonta) kanssa, mikä oli yllättävää, koska molemmat tehtävät suoritettiin pääasiassa jalkojen ja keskivartalon avulla. Ilmeisesti tytöt käyttivät poikia voimakkaammin käsiään tasapainon ylläpitämiseen ja liikkeen rytmittämiseen.
- Istumaannousutestin jakaumat olivat normaaleja ja luotettavuus toistomittauksissa hyvä. Istumaannousutesti mittaa keskivartalon lihasvoimaa. Istumaannousu korreloi pojilla kolmen ja tytöillä viiden liikehallintamuuttujan kanssa. Erityisesti tytöillä vahva keskivartalo liittyi hyvään liikehallintaan. Pojilla keskivartalon voima oli yhteydessä enemmän voimaa vaativiin tehtäviin (edestakaisinhypely ja vauhditon 5-loikka). Molemmat lihasvoimamuuttujat eli istumaannousu ja koukkukäsiriipunta korreloivat keskenään molemmilla sukupuolilla. Erityisesti tytöillä keski- ja ylävartalon voima olivat vahvasti yhteydessä toisiinsa. Pojilla lihasvoima näyttäisi olevan hieman eriytyneempää.

Eteentaivutustestin käyttö liikkuvuusmuuttujana oli perusteltua, koska se oli sekä luotettava että melko spesifisti vain liikkuvuutta mittaava testi. Koukkukäsiriipunta ja istumaannousu korreloivat melko vahvasti keskenään ja yhteydet muihin muuttujiin olivat samankaltaisia, joten ne yhdistettiin yhdeksi lihasvoimamuuttujaksi. Yhdistäminen ta-

pahtui standardisoimalla molempien muuttujien arvot T-pisteiksi, minkä jälkeen ne laskettiin yhteen ja niistä laskettiin keskiarvo. Näin saatiin lihasvoimamuuttuja, joka mittasi erityisesti ylä- ja keskivartalon voimaa.

4.4 Tilastolliset menetelmät

Tutkimuksessa käytetyt tilastolliset menetelmät tutkimusongelmittain on esitetty taulukossa 10. Analyysit suoritettiin SPSS 22.0 -ohjelmalla. Aineistoa kuvailevina tunnusluokina käytettiin keskiarvoa ja keskihajontaa.

Taulukko 10 Tutkimusongelmat ja tilastolliset menetelmät

Tutkimusongelma	Alakohdat	Tilastolliset menetelmät
Liikehallinnan kuvailu mittaussajakohdittain 1985, 1988 ja 2009	Liikehallinnan taso ja vaihtelu sukupuolittain	Yksisuuntainen varianssianalyysi
	Liikehallinta kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä	Kovarianssianalyysi (yksisuuntainen varianssianalyysi)
	Liikehallintatyyppien muodostaminen	K-means klusterianalyysi
	Liikehallinnan monipuolisuus	Frekvenssianalyysi
Liikehallinnan kehitys kouluikästä aikuisikään	Miesten ja naisten liikehallinnan kehitys koulu- ja aikuisiässä	Toistettujen mittausten 2-suuntainen varianssianalyysi
	Kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien liikehallinnan kehitys kouluiän jälkeen	
	Koululiikunnan tehostus- ja vertailuryhmien liikehallinnan kehitys kouluiän jälkeen	
Liikehallinnan pysyvyys	Normatiivinen pysyvyys	Ristiintaulukointi, khiin neliö -testi
	Suhteellinen pysyvyys	Tracking korrelaatio (Pearson ja Spearman)
	Yksilön sisäinen (liikehallintatyyppien) pysyvyys	K-means klusterianalyysi
	Monipuolisuuden pysyvyys	Ristiintaulukointi, khiin neliö -testi
Aikuisiän liikehallinnan ennusteet ja selitysmalli	Yksittäisten muuttujien selitysosuudet	Pearsonin tulomomenttikorrelaatio neliöt
	Lähtötasoltaan erilaisten ryhmien liikehallinnan kehitys	Toistettujen mittausten varianssianalyysi, Dunnet's T3 -testi
	Aikuisiän liikehallinnan selitysmalli	Lineaarinen regressioanalyysi

5 TULOKSET

5.1 Liikehallinta koulu- ja aikuisiässä

Liikehallinnan tasoa ja vaihtelua eri mittausajankohtina vertailtiin poikittaisaineistolla sekä sukupuolittain että kehonpainoryhmittäin. Muuttujina käytettiin yksittäisiä liiketehävämääntuuttujia (alkuperäiset pistemäärät) sekä kokonaisliikehallinnan summamuuttujaa (T-pisteet). Tuloksissa käsitellään muuttujien keskiarvoja, keskihajontoja ja kvartiileja.

5.1.1 Sukupuolten väliset erot liikehallinnassa

Sukupuolten välisiä eroja liikehallinnassa vertailtiin vuosina 1985, 1988 ja 2009. Kouluiän mittauksissa 1985 ja 1988 osa koehenkilöistä oli alakoululaisia ja osa yläkoululaisia. Koehenkilöiden ikäerot olivat suurimmillaan viisi vuotta, mikä on varsin paljon, kun kyseessä ovat kouluikäiset. Iän on todettu selittävän vahvasti lasten ja nuorten liikehallintaa (ks. luku 2.3.1), minkä vuoksi ikävakiointin tarpeellisuutta selvitettiin tutkimalla sukupuolten ikäjakaumien eroja khiin neliö -testillä (Nummenmaa 2004, 288-296). Miesten ja naisten ikäjakaumat eivät eronneet toisistaan yhdessäkään mittausajankohdassa ($X^2:n p \geq .05$). Ikävakiointi katsottiin tämän perusteella tarpeettomaksi. Sukupuolten välisiä eroja liikehallinnan tasossa ja vaihtelussa vuosina 1985, 1988 ja 2009 tutkittiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä (Nummenmaa 2004, 173-200). Taulukossa 11 on esitetty liikehallintamuuttujien keskiarvot ja keskihajonnat miehille ja naisille sekä F-testin p-arvot sukupuolten välillä. Liitteessä 5 on piirretty kuviot liikehallintamuuttujien jakaumista molemmille sukupuolille mittausajankohdittain.

Taulukko 11 Sukupuolten väliset erot liikehallinnassa vuosina 1985, 1988 ja 2009

Muuttuja	sp	1985				1988				2009			
		n	ka	kh	p	n	ka	kh	p	n	ka	kh	p
Flamingoseison- sonta (krt/30 sek) ↓	M	37	7.1	3.44	.018 *	36	6.1	2.77	.022 *	44	4.6	1.84	.095
	N	41	5.3	2.90		41	4.6	2.58		44	5.4	2.63	
Tarkkuusheitto- kiinniotto (pisteet/ 10 sek)	M	34	6.60	2.65	.007 **	32	8.80	2.81	.001 *	44	7.60	1.70	.000 ***
	N	36	4.90	2.49		38	6.86	1.74		44	5.20	1.80	
Kahdeksikko- kuljetus (½- kierrokset/min)	M	35	13.3	3.55	.002 **	32	16.2	2.83	.000 ***	44	17.0	2.58	.000 ***
	N	35	10.6	3.32		37	13.5	2.19		44	13.7	2.22	
Edestakaisin- hyppely (krt/15 sek)	M	40	31.2	8.24	.000 ***	36	41.4	8.44	.008 **	44	42.1	5.93	.578
	N	41	38.0	6.20		41	46.1	6.74		43	42.8	6.52	
Vauhditon 5-loikka (cm)	M	39	800	110	.586	36	965	150	.027 *	44	1070	110	.000 ***
	N	42	814	114		41	899	103		44	847	106	
Kärrynpyörä (pisteet 0-5)	M	35	1.8	1.28	.000 ***	31	2.5	1.39	.007 **	41	2.7	1.35	.049 *
	N	34	3.0	1.47		36	3.4	1.38		41	3.3	1.30	
Kokonaisliike- hallinta (T-pisteet) +	M	44	44.6	6.39	.240	44	52.6	6.47	.730	44	54.7	4.63	.000 ***
	N	44	46.1	5.64		44	52.2	5.37		44	49.4	5.58	

Yksisuuntainen varianssianalyysi.
 sp = sukupuoli (M=mies, N= nainen), n = henkilöiden lukumäärä, ka = keskiarvo, kh = keskihajonta
 p = keskiarvoerojen merkitsevyys
 * = melkein merkitsevä p≤.05
 ** = merkitsevä p≤.01
 *** = erittäin merkitsevä p≤.001
 ↓ = asteikko negatiivinen (pienet tulokset parempia)
 + = muuttujassa puuttuvat liikehallinnan mittaustulokset korvattu keskiarvolla sukupuolittain

Vuonna 1985 pojat olivat tyttöjä parempia tarkkuusheittokiinniotossa ja kahdeksikkokuljetuksessa. Tarkkuusheittokiinniotossa lähes 75 % poikien tuloksista oli parempia kuin tyttöjen keskiarvo. Kahdeksikkokuljetuksessa 75 % tytöistä jäi alle poikien keskiarvon. Tytöt suoriutuivat poikia paremmin flamingoseisonnassa, edestakaisinhypelyssä ja kärrynpyörässä. Flamingoseisonnassa pojat saivat tyttöjä enemmän heikkoja tuloksia. Edestakaisinhypelyssä 75 % pojista jäi alle tyttöjen keskiarvon. Kärrynpyörässä vain 25 % pojista ylitti tyttöjen keskiarvon. Vauhdittomassa 5-loikassa ja kokonaisliikehallinnassa ei ollut eroa sukupuolten välillä, joskin kokonaisliikehallinnassa pojat saivat tyttöjä enemmän heikkoja tuloksia. Tulosten hajonnoissa oli merkitsevä ero ainoastaan edestakaisinhypelyssä (Levenen testin p≤.05), jossa poikien tulosten vaihtelu oli suurempaa kuin tyttöjen.

Vuonna 1988 pojat olivat tyttöjä parempia tarkkuusheittokiinniotossa, kahdeksikkokuljetuksessa ja vauhdittomassa 5-loikassa. Tarkkuusheittokiinniotossa ja kahdeksikkokuljetuksessa 75 % pojista ylitti tyttöjen keskiarvotuloksen. Vauhdittomassa 5-loikassa sukupuolten välinen ero ilmeni hyvien tulosten määrässä, joita pojat saivat tyttöjä enemmän. Tytöt olivat poikia parempia flamingoseisonnassa, edestakaisinhyppelyssä ja kärrynpyörässä. Flamingoseisonnassa tytöt saivat poikia enemmän hyviä tuloksia. Edestakaisinhyppelyssä 75 % tytöistä ylitti poikien keskiarvotuloksen. Kärrynpyörässä 75 % pojista jäi alle tyttöjen keskiarvotuloksen. Kokonaisliikehallinnassa ei ollut eroa sukupuolten välillä. Hajonnoissa oli merkitsevä ero vauhdittomassa 5-loikassa (Levenen testin $p \leq 0.01$) ja tarkkuusheittokiinniotossa (Levenen testin $p \leq 0.05$), joissa poikien tulokset vaihtelivat tyttöjä enemmän.

Vuonna 2009 miehet olivat naisia parempia tarkkuusheittokiinniotossa, kahdeksikkokuljetuksessa, vauhdittomassa 5-loikassa ja kokonaisliikehallinnassa. Tarkkuusheittokiinniotossa ja kahdeksikkokuljetuksessa 75 % miehistä sai paremman tuloksen kuin 75 % naisista. Vauhdittomassa 5-loikassa 90 % miehistä sai paremman tuloksen kuin 75 % naisista. Kokonaisliikehallinnassa 75 % miehistä sai naisten keskiarvoa paremman tuloksen. Naiset olivat miehiä parempia kärrynpyörässä, jossa puolet naisista sai paremman tuloksen kuin 75 % miehistä. Flamingoseisonnassa ja edestakaisinhyppelyssä ei ollut eroa sukupuolten välillä. Hajonnoissa ei ollut merkitsevää eroa yhdessäkään muuttujassa.

5.1.2 Kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien väliset erot liikehallinnassa

Kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien välisiä eroja liikehallinnassa vertailtiin kaikissa mittausajankohdissa poikittaistarkasteluna. Vertailu tehtiin erikseen molemmille sukupuolille. Kehonrakennemuuttujana käytettiin luokiteltua Body Mass Indeksia (BMI), jossa kehon paino (kg) jaettiin pituuden (m) neliöllä. BMI ottaa huomioon kehon pituuden ja painon suhteen ja on vertailukelpoinen eri-ikäisillä (Mäki, Sippola, Kaikkonen, Pietilä, Laatikainen 2012), minkä vuoksi se on pelkkää kehon painoa tai pituutta monipuolisemmin kehonrakennetta kuvaava mittari. Tutkittavat jaettiin BMI:n perusteella jokaisena mittausajankohtana kolmeen ryhmään: kevyet (1985 BMI <16.00; 1988 BMI <18.00; 2009 BMI <22.00), keskipainoiset (1985 BMI 16.00-18.00; 1988 BMI 18.00-20.30; 2009 BMI 22.00-25.00) ja painavat (1985 BMI >18.00; 1988 BMI >20.30; 2009 BMI >25).

Luokkarajat asetettiin frekvenssijakauman perusteella siten, että ryhmät olisivat mahdollisimman tasakokoiset molemmat sukupuolet huomioiden.

Iän merkitystä eri kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien välisessä liikehallinnan analyysissä arvioitiin vertailemalla eri ryhmien luokiteltuja ikäjakaumia khiin neliö -testillä vuosina 1985, 1988 ja 2009 sukupuolittain. Kouluiässä (1985 ja 1988) kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien ikäjakaumat erosivat toisistaan sekä tytöillä että pojilla (X^2 -testin $p \leq .01$). Aikuisiässä (2009) eri ryhmien ikäjakaumat eivät eronneet toisistaan kummallakaan sukupuolella ($X^2 p > .05$). Khiin neliö -testin perusteella koehenkilöiden ikäerot saattaisivat vaikuttaa kouluiän tuloksiin, mutta eivät enää aikuisiän (2009) tuloksiin. Iän osuus analyysissä päätettiin vakioida, mutta raportoida myös ikävakiomattomat tulokset liitteenä (liite 6). Kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien välisiä eroja liikehallinnassa tutkittiin kovarianssianalyysillä asettamalla ikä kovariaatiksi. Ikä laskettiin täysiin vuosiin pyöristettynä kaikissa mittausajankohdissa. Ryhmien välinen parivertailu suoritettiin LSD -testillä, jonka tuloksiin tehtiin Bonferroni -korjaus (Nummenmaa 2004, 192-200).

Taulukossa 12 on esitetty miesten ja taulukossa 13 naisten ikävakioidut tulokset kehonrakenteeltaan erilaisille ryhmille ja liikehallintamuuttujien erojen merkitsevyydet ryhmien välillä vuosina 1985, 1988 ja 2009. Ikävakiomattomat liikehallintamuuttujien keskiarvot, keskihajonnat ja F-testin p-arvot ryhmien välillä on esitetty liitteessä 6.

Miehillä kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien liikehallinnassa oli eroa ($p \leq .05$) ainoastaan aikuisiän (2009) kahdeksikkokuljetuksessa. Parivertailussa (LSD) havaittiin, että keskipainoisten miesten ikävakioitu keskiarvo (18.4) oli lähes kolme puolikaskierrosta parempi kuin painavien keskiarvo (15.7) ($p = .012$). Kouluiässä (1985 ja 1988) kahdeksikkokuljetuksen tuloksissa ei ollut eroa ryhmien välillä. Flamingoseisonnassa, tarkkuusheittokiinnitossa, edestakaisinhypelyssä, vauhdittomassa 5-loikassa, kärrynpyörässä ja kokonaisliikehallinnassa ryhmien välillä ei ollut eroa koulu- eikä aikuisiässä. Ilman ikävakiointia ryhmät erosivat toisistaan 1988 edestakaisinhypelyssä ja vauhdittomassa 5-loikassa sekä 2009 kahdeksikkokuljetuksessa (liite 6).

Naisilla kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien välillä oli eroa vuoden 1985 edestakaisinhypelyssä ja vauhdittomassa 5-loikassa sekä aikuisiän (2009) vauhdittomassa 5-loikassa. Parivertailussa (LSD) havaittiin, että vuonna 1985 keskipainoisten ikävakioitu keskiarvo edestakaisinhypelyssä oli yli viisi hyppykertaa suurempi kuin painavilla ($p \leq .05$) ja vauhdittomassa 5-loikassa 100 cm parempi kuin painavilla ($p \leq .01$). Vuonna 1988 ja

2009 edestakaisinhypelyssä ei ollut eroa ryhmien välillä. Aikuisiän (2009) vauhdittomassa 5-loikassa kevyiden naisten ikävakioidun keskiarvo oli noin 90 cm parempi kuin keskipainoisten naisten keskiarvo (parivertailun $p \leq 0.05$). Myös kevyiden ja painavien aikuisten naisten ikävakioidun keskiarvon ero vauhdittomassa 5-loikassa oli lähes yhtä suuri, mutta ei merkitsevä (parivertailun $p > 0.05$). Vuonna 1988 vauhdittomassa 5-loikassa ei ollut eroa ryhmien välillä. Flamingoseisonnassa, tarkkuusheittokiinnitossa, kahdeksikkokuljetuksessa, kärrynpyörässä sekä kokonaisliikehallinnassa ei ollut eroa eri ryhmien välillä yhdessäkään mittausajankohdassa. Ilman ikävakiointia kehonpainoryhmät erosivat toisistaan 1985 tarkkuusheittokiinnitossa, vauhdittomassa 5-loikassa ja kokonaisliikehallinnassa sekä 2009 vauhdittomassa 5-loikassa (liite 6).

Taulukko 12 Miesten liikehallinnan ikävakioidut tulokset kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä ja niiden välisten erojen merkitsevyydet 1985, 1988 ja 2009

		1985			1988			2009		
Muuttuja	BMI	n	ka	p	n	ka	p	n	ka	p
Flamingoseisonta (krt/30 sek) ↓	1	17	6.55	.775	13	6.70	.552	10	4.78	.591
	2	12	7.46		12	5.38		16	4.88	
	3	7	7.73		10	5.83		16	4.20	
Tarkkuusheitto- kiinniotto (pisteet/ 10 sek)	1	14	7.21	.389	11	9.00	.889	10	7.26	.447
	2	10	5.99		11	8.69		16	8.04	
	3	8	6.27		9	9.14		16	7.41	
Kahdeksikko- kuljetus (½-kierrokset/min)	1	15	13.8	.076	11	16.6	.962	10	16.8	.013*
	2	12	14.1		11	16.3		16	18.4	
	3	7	11.2		9	16.2		16	15.7	
Edestakaisin- hyppely (krt/15 sek)	1	17	30.0	.289	13	40.1	.774	10	40.4	.110
	2	12	33.7		12	42.2		16	44.8	
	3	9	29.3		10	42.2		16	41.2	
Vauhditon 5-loikka (cm)	1	17	815	.219	13	974	.448	10	1070	.171
	2	12	807		12	971		16	1110	
	3	9	759		10	925		16	1032	
Kärrynpyörä (pisteet 0-5)	1	15	1.86	.052	10	2.60	.374	9	2.32	.599
	2	11	2.30		11	2.76		16	2.81	
	3	8	0.85		9	1.85		14	2.88	
Kokonaisliike- hallinta (T-pisteet) +	1	17	45.3	.225	13	52.6	.839	10	53.5	.154
	2	13	45.4		12	53.4		16	56.6	
	3	9	41.7		10	52.0		16	53.7	

Kovarianssianalyysi
 BMI: 1 = kevyet, 2 = keskipainoiset, 3 = painavat
 n = kohdejoukon henkilöiden lukumäärä.
 p = testin merkitsevyydet
 * = melkein merkitsevä p≤.05
 ** = merkitsevä p≤.01
 *** = erittäin merkitsevä p≤.001
 ↓ = asteikko negatiivinen (pienet tulokset parempia)
 + = muuttujassa puuttuvat liikehallinnan mittaustulokset korvattu keskiarvolla sukupuolittain

Taulukko 13 Naisten liikehallinnan ikävakioidut tulokset kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä ja niiden välisten erojen merkitsevyydet 1985, 1988 ja 2009

		1985			1988			2009		
Muuttuja	BMI	n	ka	p	n	ka	p	n	ka	p
Flamingoseisonta (krt/30 sek) ↓	1	11	5.89	.338	11	3.68	.141	16	4.34	.127
	2	17	4.55		16	4.36		15	6.28	
	3	12	5.83		14	5.70		10	5.03	
Tarkkuusheitto- kiinniotto (pisteet/ 10 sek)	1	9	4.68	.859	10	6.04	.383	16	5.07	.299
	2	14	5.17		14	7.25		15	6.00	
	3	11	4.98		14	7.04		10	5.28	
Kahdeksikko- kuljetus (½-kierrokset/min)	1	9	10.9	.589	10	14.3	.501	16	14.1	.906
	2	14	10.0		14	13.0		15	13.7	
	3	11	11.2		13	13.5		10	13.8	
Edestakaisin- hyppely (krt/15 sek)	1	11	39.1	.036*	11	47.9	.656	15	44.8	.359
	2	17	40.2		16	45.0		15	42.0	
	3	12	34.9		14	45.8		10	41.6	
Vauhditon 5-loikka (cm)	1	11	810	.009**	11	922	.188	16	908	.027
	2	17	868		16	918		15	815	
	3	12	768		14	859		10	818	
Kärrynpyörä (pisteet 0-5)	1	8	2.84	.866	10	3.41	.775	14	3.48	.397
	2	14	3.24		12	3.16		14	2.94	
	3	11	3.08		14	3.57		10	3.60	
Kokonaisliike- hallinta (T-pisteet)	1	11	45.7	.182	11	53.0	.775	16	51.3	.353
	2	17	47.8		17	52.3		15	48.5	
	3	12	45.0		14	51.3		10	49.5	

Kovarianssianalyysi
 BMI: 1 = kevyet, 2 = keskipainoiset, 3 = painavat
 n = kohdejoukon henkilöiden lukumäärä.
 p = testin merkitsevyys
 * = melkein merkitsevä p≤.05
 ** = merkitsevä p≤.01
 *** = erittäin merkitsevä p≤.001
 ↓ = asteikko negatiivinen (pienet tulokset parempia)
 + = muuttujassa puuttuvat liikehallinnan mittaustulokset korvattu keskiarvolla sukupuolittain

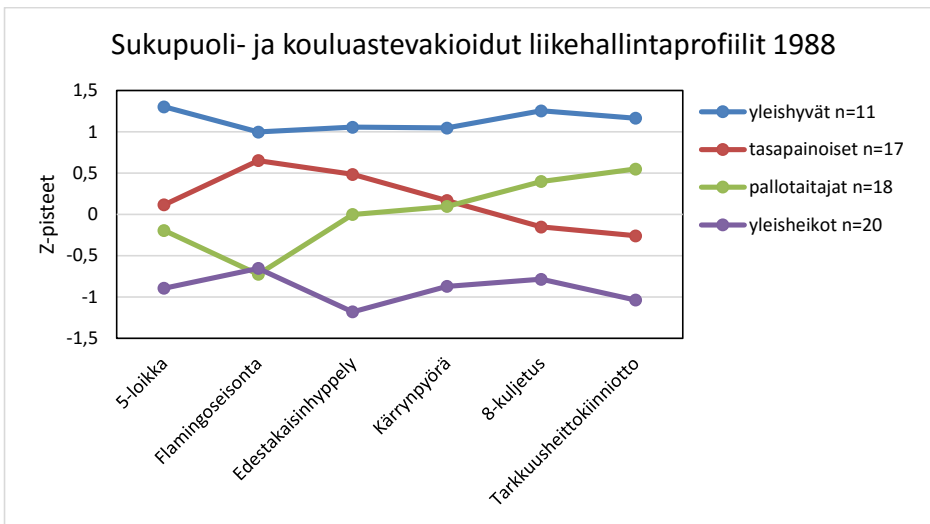
5.1.3 Liikehallintatyypit

Koehenkilöiden jakaantumista erilaisiin liikehallintatyyppeihin vuosina 1985, 1988 ja 2009 tutkittiin ryhmittelyanalyysillä. Analyysin tavoitteena oli luokitella liikehallinnaltaan samankaltaiset koehenkilöt ryhmiin ja löytää kutakin ryhmää kuvailevat liikehallintamuuttujat ja muodostaa kullekin ryhmälle omat profiilinsa.

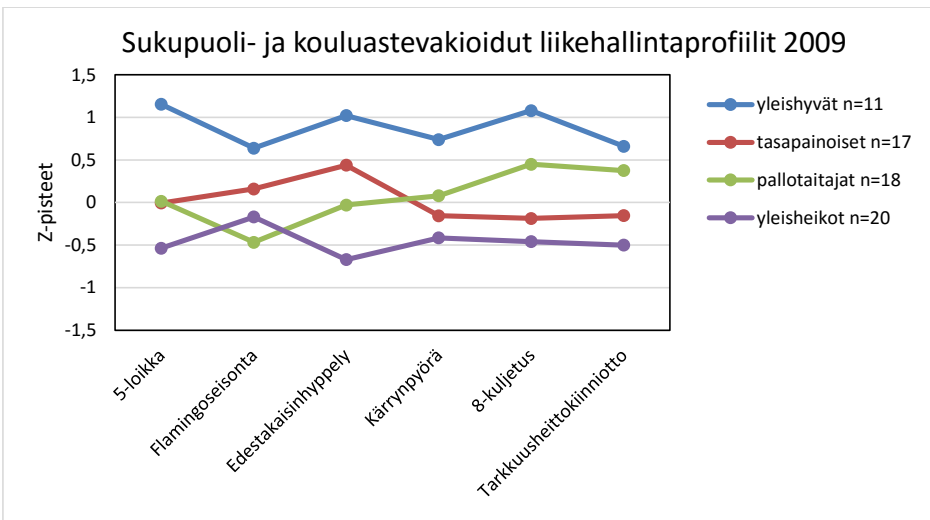
Ryhmittelyanalyysiä varten muuttujat jaettiin ensin mittausajankohdittain sukupuolen ja kouluiän tutkimusjakson 1985-1988 kouluasteen (alakoulu tai yläkoulu) perusteella neljään luokkaan. Seuraavaksi jokaisen neljän luokan muuttujien arvot muutettiin erikseen z-pisteiksi, minkä jälkeen luokat yhdistettiin takaisin yhdeksi muuttujaksi, jolloin saatiin sukupuoli- ja kouluastevakioidut muuttujat. Vakioinnilla haluttiin minimoida iän ja sukupuolen vaikutus muuttujien arvoihin. Ryhmittelyanalyysi suoritettiin k-keskiarvoklusterianalyysillä (Nummenmaa 2004, 363-367) kokeillen erisuuruksia ryhmittelyjä.

Vuonna 1985 koehenkilöt eivät jakaantuneet selkeästi eri ryhmiin. Liikehallintatuloksista tehtiin useita klusterianalyysijä erisuuruksilla ryhmäjaotteluilla, mutta koehenkilöitä ei saatu ryhmiteltyä järkeviin liikehallintatyyppeihin. Ainoastaan liikehallinnaltaan ”yleishyvät” erottautuivat omaksi ryhmäkseen, mutta muille ryhmille ei löydetty järkeviä nimityksiä. Tämä kertonee siitä, että 3.-4. luokkalaisten (9-10 -vuotiaat) ja myös 7. luokkalaisten (13-vuotiaat) liikehallinta ei ole vielä kovin eriytynyttä. Toisaalta tulosta saattoivat selittää myös ensimmäistä kertaa suoritettavat oppilaille oudot testiliikkeet, minkä vuoksi he eivät välttämättä yltäneet testeissä omalle tasolleen.

Vuonna 1988 ja 2009 koehenkilöt jakaantuivat liikehallintatulosten perusteella neljään profiililtaan erilaiseen liikehallintatyyppiin, jotka olivat samoja molemmissa mittausajankohdissa. Kuviossa 10 on esitetty liikehallintatyyppien sukupuoli- ja kouluastevakioidut (z-pisteet) liikehallintaprofiilit vuonna 1988 ja kuviossa 11 vuonna 2009. Selkeimmin erottuivat molemmat ääripäät, joille annettiin nimeksi ”yleishyvät” ja ”yleisheikot”. Keskimmaisissa ryhmissä oli enemmän vaihtelua testeittäin. Niille annettiin nimeksi ”tasapainoiset” ja ”pallotaitajat” parhaiten sujuneiden testien perusteella.



Kuvio 10 Liikehallintatyytit vuonna 1988



Kuvio 11 Liikehallintatyytit vuonna 2009

Yleishyvät saivat tasaisesti parhaat tulokset kaikista testeistä. Yleisheikot saivat heikoimmat tulokset kaikista muista testeistä paitsi flamingoseisonnasta. Erityisen heikosti he menestyivät edestakaisinhyppelyssä. Tasapainoiset menestyivät parhaiten molemmissa tasapainoa mittaavissa testeissä eli flamingoseisonnassa ja edestakaisinhyppelyssä ja heikosten välineenkäsittelytesteissä eli kahdeksikkokuljetuksessa ja tarkkuusheittokiinniotossa. Pallotaitajat saivat hyviä tuloksia kahdeksikkokuljetuksesta ja tarkkuusheittokiinniotosta, mutta suoriutuivat heikoimmin flamingoseisonnasta.

5.1.4 Liikehallinnan monipuolisuus

Liikehallinnan monipuolisuutta vuosina 1985, 1988 ja 2009 tutkittiin luokittelemalla koehenkilöt kaikkien kuuden liikehallintatestien tulosten perusteella ”monipuolisiin”, ”keskivertoihin” ja ”yksipuolisiin” mittausajankohdittain.

Liikehallinnan monipuolisuuden arviointiin tarvittiin uusi muuttuja, joka rakennettiin kuudesta jo olemassa olevasta liikehallintamuuttujasta. Kukin liikehallintamuuttuja jaettiin ensin neljään ryhmään sukupuolen ja kouluasteen perusteella (tytöt alakoulu, tytöt yläkoulu, pojat alakoulu, pojat yläkoulu), minkä jälkeen jokaiselle ryhmälle laskettiin kvartiilit. Alakvartiilille eli heikoille annettiin arvoksi yksi. Keskikvartiilit eli keskiverrot yhdistettiin ja sille annettiin arvoksi kaksi. Yläkvartiili eli hyvät saivat arvon kolme. Tämän jälkeen ryhmät yhdistettiin takaisin yhdeksi muuttujaksi, jolloin saatiin sukupuoli- ja kouluastevakioidut luokitellut muuttujan arvot asteikolla 1-3. Edellä kuvatut muuttujamuunnokset tehtiin kouluiän tuloksille (1985 ja 1988). Aikuisiän (2009) tulosten muuttujamuunnokset tehtiin muuten samalla tavalla, mutta muuttujat jaettiin aluksi vain kahteen ryhmään sukupuolen perusteella. Kouluasteen huomiointi katsottiin aikuisiässä tarpeettomaksi. Lopuksi kuusi uutta luokiteltua liikehallintamuuttujaa laskettiin yhteen liikehallinnan monipuolisuutta kuvaavaksi summamuuttujaksi, jonka arvot vaihtelivat 6-18 pistettä.

Monipuolisuuden luokittelua varten liikehallinnan monipuolisuuden summamuuttujat jaettiin jokaisena mittausajankohtana kolmeen osaan. Heikoin kolmannes nimettiin ”yksipuoliseksi” (6-10 pistettä), keskimäinen kolmannes ”keskiverroiksi” (11-13 pistettä) ja ylin kolmannes ”monipuoliseksi” (14-18 pistettä). Ylimmän kolmanneksen pistemäärän saavuttaakseen suurimman osan testituloksista piti olla hyviä ja mukana sai olla vain yksittäisiä heikompia tuloksia. Vastaavasti alimpaan kolmannekseen kuuluvilla suurimman osa testituloksista piti olla heikkoja ja mukaan mahtui vain yksittäisiä parempia tuloksia. Koehenkilöiden jakaantuminen liikehallinnaltaan yksipuolisiin, keskivertoihin ja monipuolisiin mittausajankohdittain on esitetty taulukossa 14.

Taulukko 14 Koehenkilöiden jakautuminen luokkiin liikehallinnan monipuolisuuden perusteella mittausajankohdittain

Liikehallinnan monipuolisuus	n 1985	n 1988	n 2009
Yksipuolinen	18 (28%)	23 (35%)	22 (27%)
Keskiverto	25 (39%)	25 (38%)	28 (35%)
Monipuolinen	21 (33%)	18 (27%)	31 (38%)
Yhteensä	64 (100%)	66 (100%)	81 (100%)
Liikehallinnan monipuolisuusmuuttujan pistemäärä vaihteli välillä 6-18 pistettä 6-10 pistettä = yksipuolinen 11-13 pistettä = keskiverto 14-18 pistettä = monipuolinen			

Koehenkilöiden jakautumisessa liikehallinnaltaan yksipuolisiin, keskivertoihin ja monipuolisiin ei ollut suuria eroja mittausajankohtien sisällä eikä mittausajankohtien välillä. Vuonna 1985 suurimman ryhmän muodostivat liikehallinnaltaan keskiverrot ja vähiten oli yksipuolisia. Myös vuonna 1988 suurin ryhmä oli liikehallinnaltaan keskiverrot, kun taas vähiten oli monipuolisia. Aikuisiässä vuonna 2009 suurin ryhmä oli monipuoliset ja vähiten oli yksipuolisia. Suhteellisesti yksipuolisia oli eniten vuonna 1988, keskivertoja vuonna 1985 ja monipuolisia aikuisiässä vuonna 2009.

5.2 Liikehallinnan kehitys kouluiästä aikuisikään

Liikehallinnan kehitystä kouluiästä aikuisikään tarkasteltiin vertailemalla miesten ja naisten, eri kehonpainoryhmien sekä koululiikunnan tehostus- ja vertailuryhmien tuloksia. Saman ryhmän liikehallinnan muutoksien vertailu mittausajankohtien välillä kuvaa myös absoluuttista pysyvyyttä.

5.2.1 Miesten ja naisten liikehallinnan kehitys

Miesten ja naisten liikehallinnan kehitystä tutkittiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä (Nummenmaa 2004, 225-247). Varianssianalyysin selittävinä muuttujina olivat mittausajanjakso (aika), sukupuoli (sukupuol) sekä ajan ja sukupuolen yhdysvaikutus (aika x sukupuoli). Aikamuuttuja kuvaa muutosten voimakkuutta kyseisellä mittausajanjaksolla, sukupuolimuuttuja sukupuolen päävaikutusta ja aika x sukupuoli -muuttuja sukupuolen ja

mittausajanjakson yhdysvaikutusta. Taulukossa 15 on esitetty miesten ja naisten liikehallinnan kehityksessä tapahtuneet muutokset sekä sukupuolten väliset kehityserot koko tutkimusajanjaksolta (1985-1988-2009) ja kahdelta erilliseltä mittausajanjaksolta (1985-1988, 1988-2009). Sukupuolen omavaikutus on laskettu vain koko tutkimusajanjaksolle. Yksittäisten muuttujien kuvaajat on esitetty kuvioissa 12-18. Miesten ja naisten henkilömäärät (n) vaihtelivat muuttujittain, koska osalla aikuisiässä mitatuista 88:sta henkilöstä oli puuttuvia tietoja kouluiän mittauksista. Taulukkoon 15 merkityt liiketestikohtaiset henkilömäärät ovat niiden miesten ja naisten lukumääriä, joilta oli tulokset kaikilta kolmelta mittauskerralta kyseisessä testissä. Poikkeuksena kokonaisliikehallinnan summamuuttuja, jossa puuttuvat mittaustulokset oli korvattu sukupuolikeskiarvolla mittausajankohdittain.

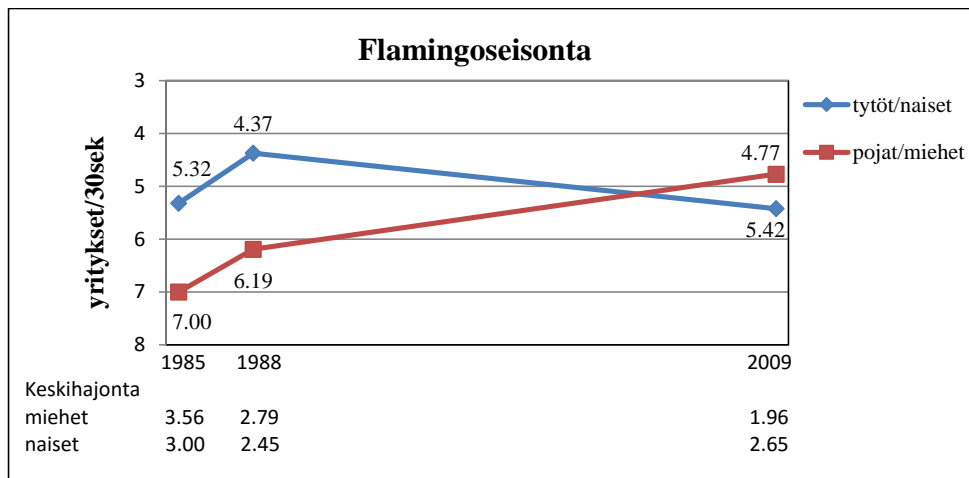
Taulukko 15 Liikehallinnan kehitys miehillä ja naisilla (ANOVA)

		1985-1988-2009			1985-1988		1988-2009	
Muuttuja	sp n	aika p	aika x sukup p	sukup p	aika p	aika x sukup p	aika p	aika x sukup p
Flamingoseison- sonta (krt/30 sek)	M 31	.004 **	.002**	.066	.579	1.000	.076	.003**
	N 38	.031 *			.100		.044 *	
Tarkkuusheitto- kiinniotto (pisteet/ 10 sek)	M 27	.000 ***	.129	.000 ***	.000 ***	1.000	.128	.420
	N 34	.000 ***			.000 ***		.000 ***	
Kahdeksikko- kuljetus (½- kierrokset/min)	M 29	.000 ***	.061	.000 ***	.000 ***	1.000	.000 ***	.003
	N 32	.000 ***			.000 ***		1.00	
Edestakaisin- hyppely (krt/15 sek)	M 33	.000 ***	.001***	.003 **	.000 ***	.636	1.00	.012*
	N 37	.000 ***			.000 ***		.001 ***	
Vauhditon 5-loikka (cm)	M 33	.000 ***	.000***	.000 ***	.000 ***	.000***	.001 ***	.000***
	N 39	.000 ***			.000 ***		.000 ***	
Kärrynpyörä (pisteet 0-5)	M 27	.009 **	.036*	.003 **	.067	1.000	.883	.162
	N 27	.229			.600		.213	
Kokonaisliike- hallinta (T-pisteet) +	M 44	.000 ***	.000***	.180	.000 ***	.138	.071	.000***
	N 44	.000 ***			.000 ***		.000 ***	

Toistettujen mittausten varianssianalyysi. Yksittäisten mittausajanjaksojen (1985-1988 ja 1988-2009) parivertailujen p-arvot korjattu Bonferroni-kertoimella.
sp = sukupuoli (M = miehet, N = naiset), n = henkilöiden lukumäärä.
aika = mittausajanjakson päävaikutus, aika x sukup = mittausajanjakson ja sukupuolen yhdysvaikutus,
sukup = sukupuolen omavaikutus
p = F-testin merkitsevyys
* = melkein merkitsevä p≤.05
** = merkitsevä p≤.01
*** = erittäin merkitsevä p≤.001
+ = puuttuvat mittaus tulokset korvattu sukupuolikeskiarvolla mittausajankohdittain

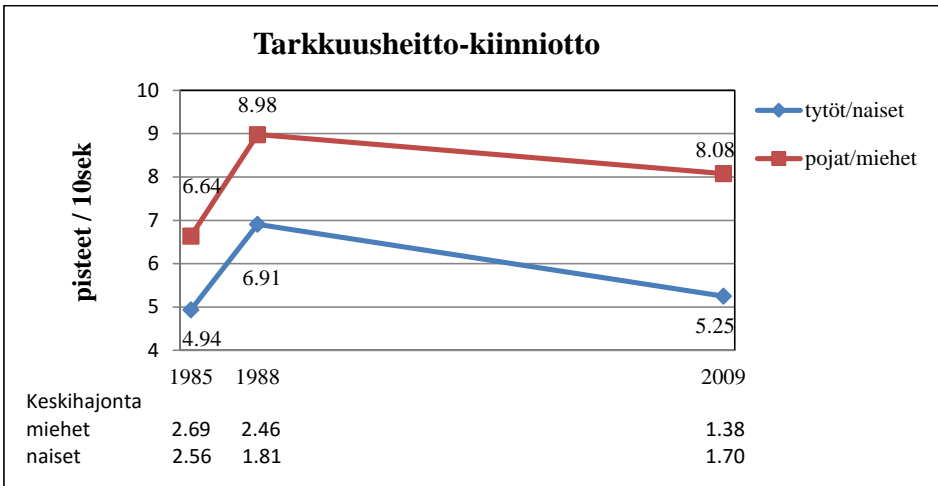
Flamingoseisonnassa (Kuvio 12) miesten ja naisten kehitys oli erilaista koko tutkimus-
ajanjaksolla ja jälkimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiästä aikuisikään (1988-2009
(p≤.01). Ensimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiässä (1985-1988) miesten ja naisten
kehityksessä ei ollut eroa, eikä kummankaan sukupuolen tuloksissa tapahtunut muutosta
(p>.05). Jälkimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiästä aikuisikään (1988-2009) miesten
tulokset eivät muuttuneet (p>.05), kun taas naisten tulokset heikentyivät (p≤.05) kouluiän
lähtötasolle. Vaikka miesten tuloksissa yksittäisillä mittausajanjaksoilla ei tapahtunut
muutosta, koko tutkimusajanjaksolla miesten tulokset paranivat (p≤.01). Naisten tulokset

puolestaan paranivat kouluiässä, mutta heikkenivät kouluian jälkeen. Sukupuolella ei ollut päävaikutusta flamingoseisonnassa ($p > .05$). Miesten keskihajonnat pienenevät lähes puoleen vuodesta 1985 vuoteen 2009. Naisilla keskihajonta pieneni hieman kouluiässä, mutta ei enää kouluian jälkeen.



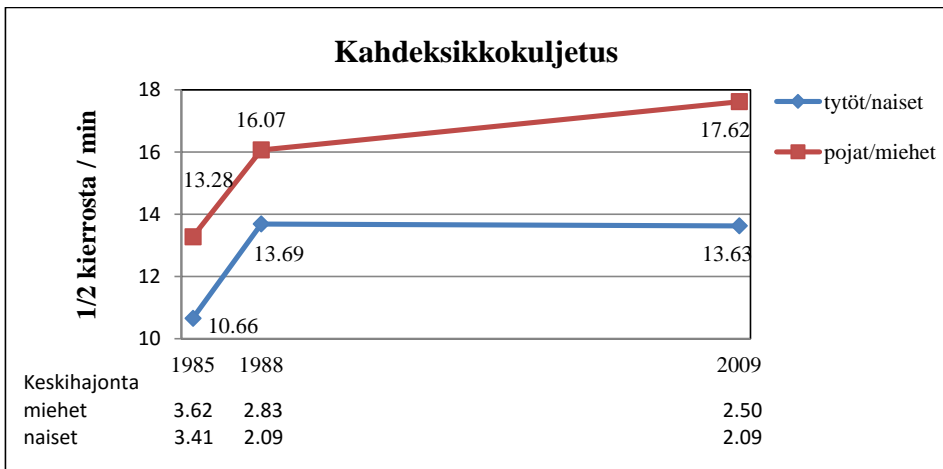
Kuvio 12 Flamingoseisannon kehitys miehillä ja naisilla (asteikko käännetty)

Tarkkuusheittokiinnitossa (Kuvio 13) miesten ja naisten tulosten kehityksessä ei ollut eroa ($p > 0.05$). Ensimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiässä (1985-1988) molempien sukupuolten tulokset paranivat ($p \leq 0.001$). Jälkimmäisellä mittausajanjaksolla kouluian lähtötasolle. Tämä sukupuolten välinen kehitys-ero oli kuitenkin niin pieni, että yhdysvaikutusta ei havaittu. Sukupuolella oli päävaikutusta tarkkuusheittokiinnitossa miesten saadessa parempia tuloksia kuin naiset ($p \leq 0.001$). Keskihajonnat pienenevät kouluiästä aikuisikään. Miesten keskihajonta pieneni lähes puoleen vuodesta 1985 vuoteen 2009.



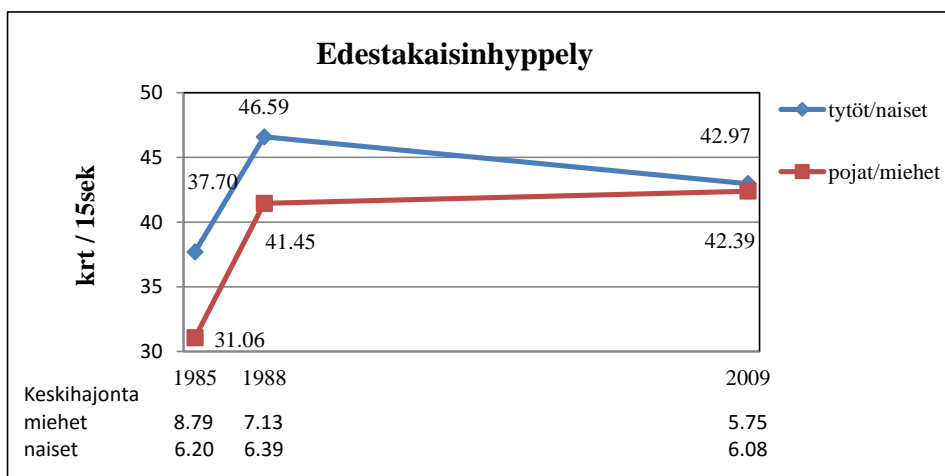
Kuvio 13 Tarkkuusheittokiinnioton kehitys miehillä ja naisilla

Kahdeksikkokuljetuksessa (Kuvio 14) miesten ja naisten tulosten kehityksessä ei ollut eroa koko tutkimusajanjaksolla ($p > .05$), mutta jälkimmäisellä tutkimusajanjaksolla kouluiästä aikuisikään (1988-2009) sukupuolten kehitys oli erilaista ($p \leq 0.01$). Ensimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiässä (1985-1988) miesten ja naisten tulosten kehityksessä ei ollut eroa ($p > 0.05$) ja molempien sukupuolten tulokset paranivat merkitsevästi ($p \leq 0.001$). Jälkimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiästä aikuisikään (1988-2009) miesten tulokset paranivat ($p \leq 0.001$), mutta naisten tuloksissa ei tapahtunut muutosta ($p > 0.05$). Sukupuolella oli päävaikutusta miesten saadessa parempia tuloksia kuin naiset. Keskihajonnat pienenevät noin kolmanneksen vuodesta 1985 vuoteen 2009 sekä miehillä että naisilla.



Kuvio 14 Kahdeksikkokuljetuksen kehitys miehillä ja naisilla

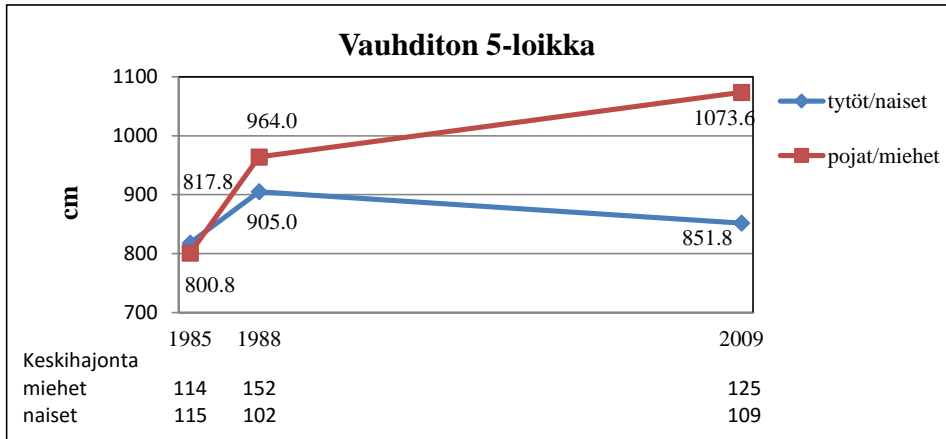
Edestakaisinhyppelyssä (Kuvio 15) miesten ja naisten kehitys oli erilaista koko tutkimus-ajanjaksolla ($p \leq 0.001$) ja jälkimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiästä aikuisikään (1988-2009) ($p \leq 0.05$). Ensimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiässä (1985-1988) tulosten kehityksessä ei ollut eroa ($p > 0.05$) ja molempien sukupuolten tulokset paranivat merkittävästi ($p \leq 0.001$). Jälkimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiästä aikuisikään (1988-2009) miesten tuloksissa ei tapahtunut muutosta ($p > 0.05$), mutta naisten tulokset heikkenivät ($p \leq 0.001$). Sukupuolella oli päävaikutusta naisten hyväksi ($p \leq 0.01$) edestakaisinhyppelyssä, mutta aikuisena ero oli lähes kadonnut. Miesten keskihajonta laski noin kolmanneksen vuodesta 1985 vuoteen 2009, kun taas naisilla keskihajonta pieneni vain hieman.



Kuvio 15 Edestakaisinhyppelyn kehitys miehillä ja naisilla

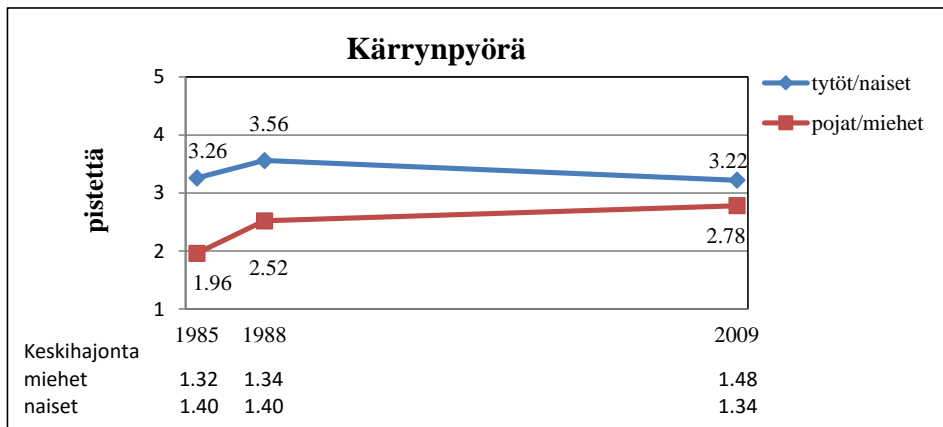
Vauhdittomassa 5-loikassa (Kuvio 16) miesten ja naisten kehitys oli erilaista ($p \leq 0.001$). Miesten tulokset paranivat koko tutkimusjakson ajan, kun taas naisten tulokset parantuvat kouluiässä mutta heikkenivät kouluiän jälkeen. Ensimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiässä (1985-1988) miesten ja naisten tulosten kehitys oli erilaista ($p \leq 0.001$). Molemmat sukupuolet paransivat tulostaan ($p \leq 0.001$), mutta miehillä parannus oli voimakkaampi. Myös jälkimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiästä aikuisikään (1988-2009) sukupuolten kehitys oli erilaista ($p \leq 0.001$). Miesten tulokset paranivat ($p \leq 0.001$), kun taas naisten tulokset heikkenivät ($p \leq 0.001$). Aikuisten naisten tulokset eivät eronneet kouluiän lähtötason (1985) tuloksista ($p > 0.05$). Sukupuolella oli päävaikutusta miesten hyväksi vauhdittomassa 5-loikassa ($p \leq 0.001$), vaikka lähtötasolla naiset olivat hienoisesti miehiä edellä. Miesten keskihajonta suureni yli kolmanneksella kouluiässä, mutta pieneni lähes

vuoden 1985 tasolle kouluiän jälkeen. Naisten keskihajonta pieneni hieman kouluiässä, mutta nousi aikuisiässä lähes vuoden 1985 tasolle.



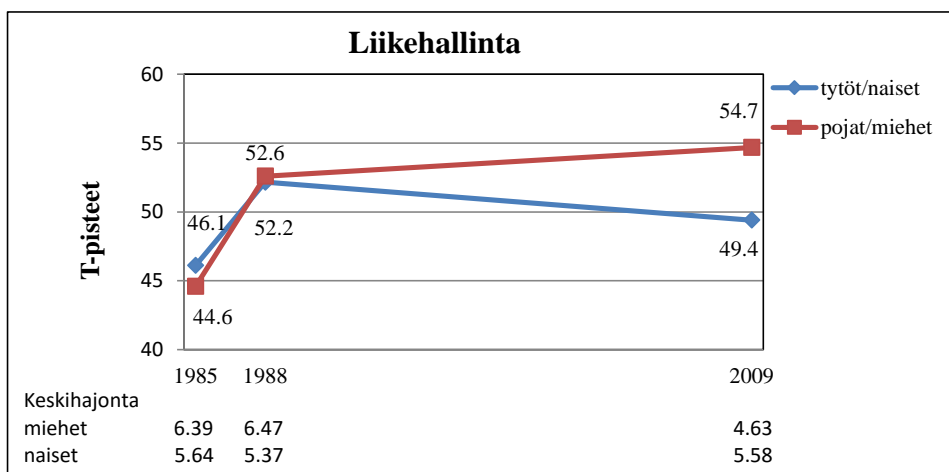
Kuvio 16 Vauhdittoman 5-loikan kehitys miehillä ja naisilla

Kärrynpyörässä (Kuvio 17) miesten ja naisten kehitys oli erilaista koko tutkimusajanjaksoilla ($p \leq .05$), vaikka yksittäisillä mittausajanjaksoilla eroa ei ollut ($p > .05$). Ensimmäisenä ja toisena mittausajanjaksona kummankaan sukupuolen tulokset eivät muuttuneet ($p > 0.05$). Koko tutkimusajanjaksoilla miesten tulokset paranivat ($p \leq .01$), vaikka yksittäisillä mittausajanjaksoilla ei tapahtunut muutosta. Naisten tulokset eivät muuttuneet koko mittausajanjaksoilla ($p > 0.05$). Sukupuolella oli päävaikutusta tarkkuusheittokiinnitössä naisten saadessa parempia tuloksia kuin miehet ($p \leq 0.01$). Miesten keskihajonta suureni hieman vuodesta 1985 vuoteen 2009, mutta naisilla keskihajonnassa ei ollut muutosta.



Kuvio 17 Kärrynpyörän kehitys miehillä ja naisilla

Kokonaisliikehallinnassa (Kuvio 18) miesten ja naisten kehitys oli erilaista ($p \leq 0.001$) koko tutkimusajanjaksolla ja jälkimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiästä aikuisikään (1988-2009). Ensimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiässä (1985-1988) miesten ja naisten kehityksessä ei ollut eroa ($p > 0.05$) ja molempien sukupuolten tulokset paranivat ($p \leq 0.001$). Jälkimmäisellä mittausajanjaksolla kouluiästä aikuisikään (1988-2009) miesten tuloksissa ei tapahtunut muutosta ($p > 0.05$), mutta naisten tulokset heikkenivät ($p \leq 0.001$). Sukupuolella ei ollut päävaikutusta kokonaisliikehallinnassa ($p > 0.05$). Naisten keskihajonnassa ei tapahtunut muutoksia koko tutkimusajanjaksolla. Miesten keskihajonta oli kouluiässä suurempi kuin naisten, mutta laski aikuisiässä naisia pienemmäksi.



Kuvio 18 Liikehallinnan kehitys miehillä ja naisilla

5.2.2 Liikehallinnan kehitys kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä

Liikehallinnan kehitystä kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä tarkasteltiin erikseen sekä miesten että naisten joukossa. Analyysi tehtiin toistettujen mittauksen 2-suuntaisella varianssianalyysillä, jolla tutkittiin millaisia muutoksia ryhmien liikehallinnassa tapahtui kouluiästä aikuisikään (1988-2009). Varianssianalyysin selittävinä muuttujina olivat mittausajanjakso sekä mittausajanjakson ja kehonrakenteen yhdysvaikutus. Kehonrakennemuuttujana käytettiin luokiteltua kouluiän Body Mass Indeksia (BMI) vuodelta 1988. Mittausajanjaksoksi valittiin viimeisen kouluiän mittauksen ja aikuisiän mittauksen välinen aika (1988-2009), koska tässä tutkimuksessa pääkiinnostus kohdistui kouluiän jälkeiseen liikehallinnan kehitykseen ja koska BMI:n arvot olivat tuolloin vakiintuneempia, kun oppilaat olivat vanhempia kuin vuoden 1985 mittauksissa.

Kehonrakenteen osuus liikehallinnan kehitykseen kouluiässä (1985-1988) on jo raportoitu kattavasti aiemmin (Nupponen 1997, 165-188). Tutkittavat jaettiin BMI:n perusteella kolmeen ryhmään: kevyet (BMI <18.00), keskipainoiset (BMI 18-20.30) ja painavat (BMI >20.30). Luokkarajat asetettiin frekvenssijakauman perusteella siten, että ryhmät olisivat mahdollisimman tasakokoiset molemmilla sukupuolilla.

Taulukossa 16 on esitetty kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien liikehallinnan kehityksessä tapahtuneet muutokset kouluiästä aikuisikään (1988-2009) sekä miehille että naisille. Taulukkoon on merkitty mittausajanjakson päävaikutus (aika) sekä mittausajanjakson ja kehonrakenteen yhdysvaikutus (aika x BMI). Kehonrakenteen päävaikutusta (BMI -ryhmien välistä eroa) tutkittiin myös, mutta sitä ei havaittu yhdessäkään muuttujassa kummallakaan sukupuolella ($p > .05$), joten sitä ei myöskään merkitty taulukkoon. Koehenkilömäärät vaihtelivat muuttujittain, koska analyysiin kelpuutettiin mukaan vain ne, joilta oli sekä paino- ja pituustiedot vuodelta 1988 että mittaustulokset molemmilta mittauskerroilta. Yksittäisten muuttujien kuvaajat on esitetty kuviossa 19 (miehet) ja 20 (naiset).

Taulukko 16 Liikehallinnan kehitys kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä 1988-2009

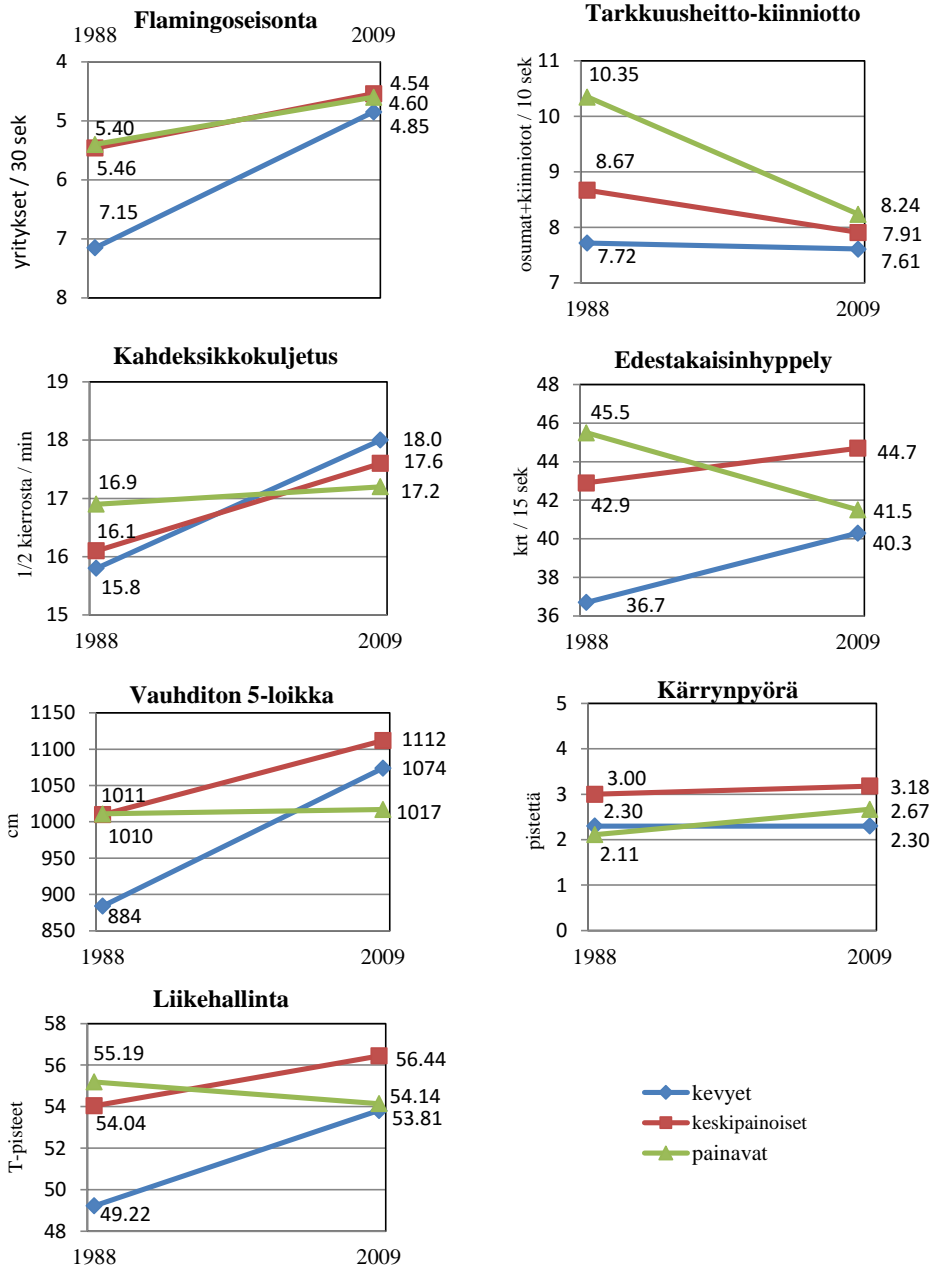
Muuttuja	BMI	Miehet			Naiset		
		n	aika p	aika x BMI p	n	aika p	aika x BMI p
Flamingosei- sonta (krt/30 sek)	1	13	.063	.459	11	.521	.835
	2	13	.146		16	.069	
	3	10	.475		14	.437	
Tarkkuusheitto- kiinniotto (pisteet/ 10 sek)	1	11	.820	.127	10	.017*	.638
	2	12	.155		14	.020*	
	3	9	.071		14	.000*	
Kahdeksikko- kuljetus (½- kierrokset/min)	1	11	.001***	.103	10	.081	.417
	2	12	.023*		14	.743	
	3	9	.631		13	.636	
Edestakaisin- hyppely (krt/15 sek)	1	13	.007**	.031*	11	.252	.675
	2	13	.444		15	.067	
	3	10	.127		14	.020*	
Vauhditon 5-loikka (cm)	1	13	.000***	.015*	11	.955	.050*
	2	13	.025**		16	.002**	
	3	10	.923		14	.007**	
Kärrynpyörä (pisteet 0-5)	1	10	.104	.620	8	.104	.242
	2	11	.506		11	.588	
	3	9	.239		14	.347	
Kokonaisliike- hallinta (T-pisteet) +	1	13	.012*	.102	11	.207	.340
	2	13	.154		17	.033*	
	3	10	.652		14	.009**	

Toistettujen mittausten varianssianalyysi.
 BMI (1988) : 1 = kevyet, 2 = keskipainoiset, 3 = painavat. n = henkilöiden lukumäärä.
 aika = mittausajanjakson päävaikutus
 aika x BMI = mittausajanjakson ja kehonrakenteen yhdysvaikutus
 p = F-testin merkitsevyys
 * = melkein merkitsevä p≤.05
 ** = merkitsevä p≤.01
 *** = erittäin merkitsevä p≤.001
 + = puuttuvat liikehallinnan mittaustulokset korvattu sukupuolikeskiarvolla mittausajankohdittain

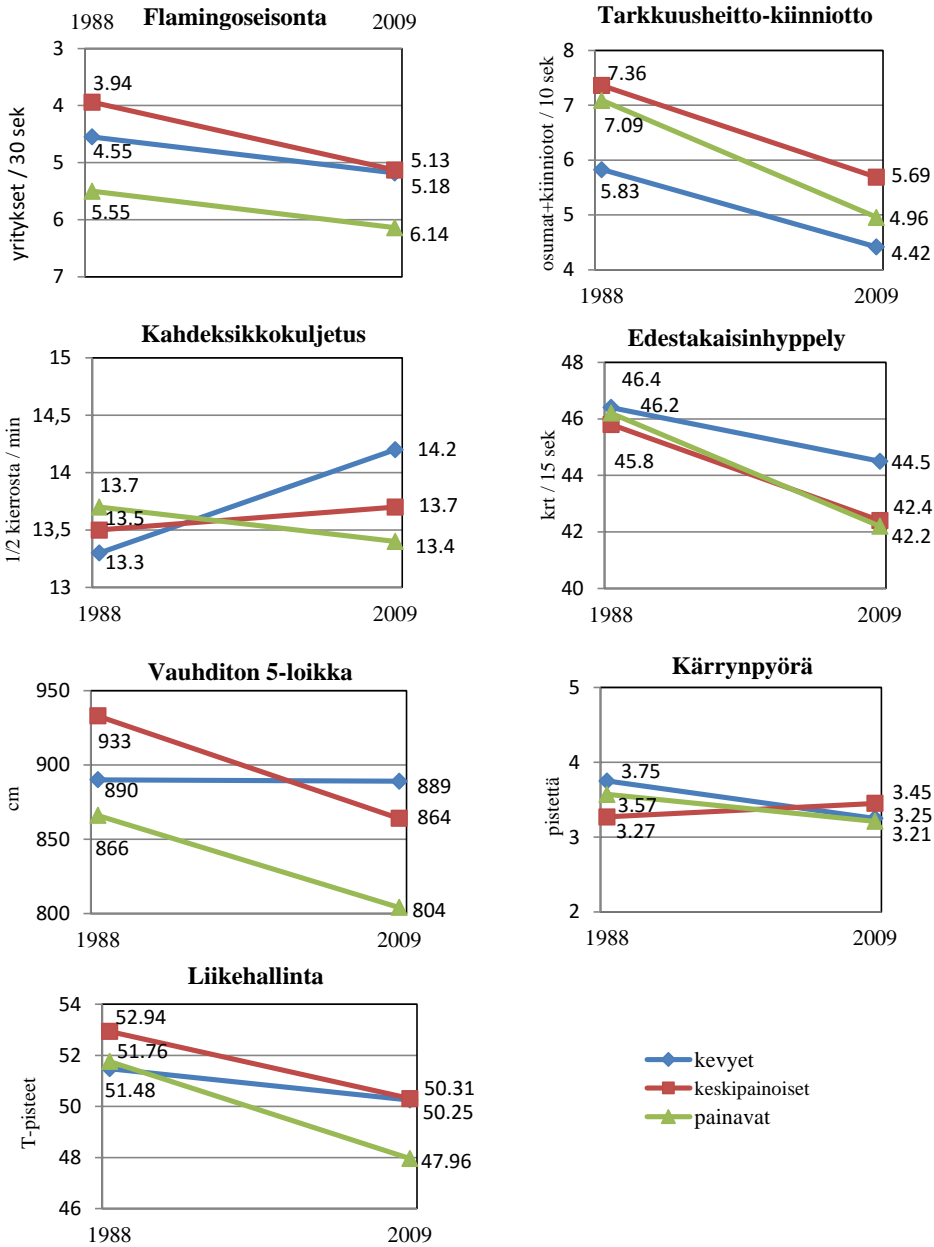
Miehillä kehonrakenteella ja mittausajanjaksolla oli yhdysvaikutusta edestakaisinhyppe-
 lyssä ja vauhdittomassa 5-loikassa (p≤.05). Edestakaisinhyppeilyssä kevyiden tulokset pa-
 ranivat, kun taas keskipainoisten ja painavien tulokset eivät muuttuneet. Vauhdittomassa
 5-loikassa kevyiden ja keskipainoisten tulokset paranivat, mutta painavien tuloksissa ei
 tapahtunut muutosta. Mittausajanjaksolla oli eniten päävaikutusta kevyiden tuloksiin,
 mutta ei lainkaan painavien tuloksiin. Kevyiden tulokset paranivat neljässä muuttujassa:
 kahdeksikkokuljetuksessa, edestakaisinhyppeilyssä, vauhdittomassa 5-loikassa ja koko-
 naisliikehallinnassa (p≤.05). Flamingoseisonnan, tarkkuusheittokiinnioton ja kärrynpyö-
 rän tulokset eivät muuttuneet. Keskipainoisten tulokset paranivat kahdeksikkokuljetuk-

nessa ja vauhdittomassa 5-loikassa ($p \leq 0.05$). Flamingoseisonnan, tarkkuusheittokiinniton, edestakaisinhypelyn, kärrynpyörän ja kokonaisliikeshallinnan tulokset eivät muuttuneet. Painavien tuloksissa ei tapahtunut muutosta yhdessäkään muuttujassa ($p > 0.05$).

Naisilla kehonrakenteella ja mittausajanjaksolla oli yhdysvaikutusta ($p \leq 0.05$) ainoastaan vauhdittomassa 5-loikassa, jossa kevyiden tulokset pysyivät ennallaan, mutta keskipainoisten ja painavien tulokset heikkenivät. Mittausajanjaksolla oli eniten päävaikutusta painavien tuloksiin ja vähiten kevyiden tuloksiin. Painavien tulokset heikentyivät neljässä muuttujassa: tarkkuusheittokiinnitossa, edestakaisinhypelyssä, vauhdittomassa 5-loikassa ja kokonaisliikeshallinnassa ($p \leq 0.05$). Flamingoseisonnan, kahdeksikkokuljetuksen ja kärrynpyörän tulokset eivät muuttuneet. Keskipainoisten tulokset heikentyivät kolmessa muuttujassa: tarkkuusheittokiinnitossa, vauhdittomassa 5-loikassa ja kokonaisliikeshallinnassa ($p \leq 0.05$). Flamingoseisonnan, edestakaisinhypelyn, kahdeksikkokuljetuksen ja kärrynpyörän tulokset eivät muuttuneet. Kevyiden tulokset heikentyivät vain tarkkuusheittokiinnitossa ($p \leq 0.05$) ja pysyivät muissa muuttujissa ennallaan.



Kuvio 19 Miesten liikehallinnan kehitys kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä kouluiästä aikuisikään (1988-2009)



Kuvio 20 Naisten liikehallinnan kehitys kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä kouluiästä aikuisikään (1988-2009)

5.2.3 Koululiikunnan tehostuksen osuus liikehallinnan kehityksessä

Liikehallinnan kehitystä koululiikunnan tehostus- ja vertailuryhmien välillä tutkittiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä erikseen miesten ja naisten ryhmissä. Varianssianalyysin selittävinä muuttujina olivat mittausajanjakso, koululiikunnan tehostus sekä mittausajanjakson ja koululiikunnan tehostuksen yhdysvaikutus. Mittausajanjaksoksi valittiin viimeisen kouluiän mittauksen ja aikuisiän mittauksen välinen aika (1988-2009), koska tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää onko koululiikunnan tehostuksella vaikutusta aikuisiän liikehallintaan. Koululiikunnan tehostuksen vaikutus liikehallintaan kouluiässä (1985-1988) on jo raportoitu kattavasti aiemmissa tutkimuksissa (Nupponen 1990; Nupponen 1997, 206-219), joista ilmeni että koululiikunnan tehostamisohjelmiin osallistuneiden oppilaiden liikehallinta kehittyi kolmen vuoden intervention aikana vertailuoppilaita enemmän ja erot olivat pääosin säilyneet kolme vuotta intervention jälkeen tehdyssä jälkiseurannassa.

Taulukossa 17 on esitetty miesten ja naisten liikehallinnan kehityksen muutokset koululiikunnan tehostus- ja vertailuryhmissä kouluiästä aikuisikään (1988-2009). Taulukkoon on merkitty mittausajanjakson päävaikutus (aika) sekä mittausajanjakson ja koululiikunnan tehostuksen yhdysvaikutus (aika x tehostus).

Taulukko 17 Liikehallinnan kehityksen vertailu koululiikunnan tehostus- ja vertailuryhmissä kouluiästä aikuisikään (1988-2009)

Muuttuja	Ryhmä	Miehet			Naiset		
		n	aika p	aika x tehostus p	n	aika p	aika x tehostus p
Flamingoseison- sonta (krt/30 sek)	Tehostus	19	.189	.522	24	.014*	.284
	Vertailu	17	.039*		17	.721	
Tarkkuusheitto- kiinniotto (pisteet/10 sek)	Tehostus	15	.434	.391	21	.000***	.521
	Vertailu	17	.010**		17	.003**	
Kahdeksikko- kuljetus (½- kierrokset/min)	Tehostus	15	.009**	.605	20	.445	.080
	Vertailu	17	.017*		17	.110	
Edestakaisin- hyppely (krt/15 sek)	Tehostus	19	.849	.689	25	.001***	.056
	Vertailu	17	.367		15	.491	
Vauhditon 5-loikka (cm)	Tehostus	19	.012*	.896	25	.000***	.064
	Vertailu	17	.009**		16	.320	
Kärrynpyörä (pisteet 0-5)	Tehostus	15	.610	.101	19	.209	.479
	Vertailu	15	.108		14	.752	
Kokonaisliike- hallinta (T-pisteet) +	Tehostus	21	.295	.665	26	.000***	.131
	Vertailu	23	.018*		18	.123	

Toistettujen mittausten varianssianalyysi
Ryhmä: Tehostus = koululiikunnan tehostamisohjelmiin osallistuneet, Vertailu = vertailukoulujen oppi-
laat, jotka eivät osallistuneet tehostamisohjelmiin
n = henkilöiden lukumäärä
p = testin merkitsevyys
* = melkein merkitsevä p≤.05
** = merkitsevä p≤.01
*** = erittäin merkitsevä p≤.001
+ = muuttujassa puuttuvat liikehallinnan mittaustulokset korvattu keskiarvolla sukupuolittain

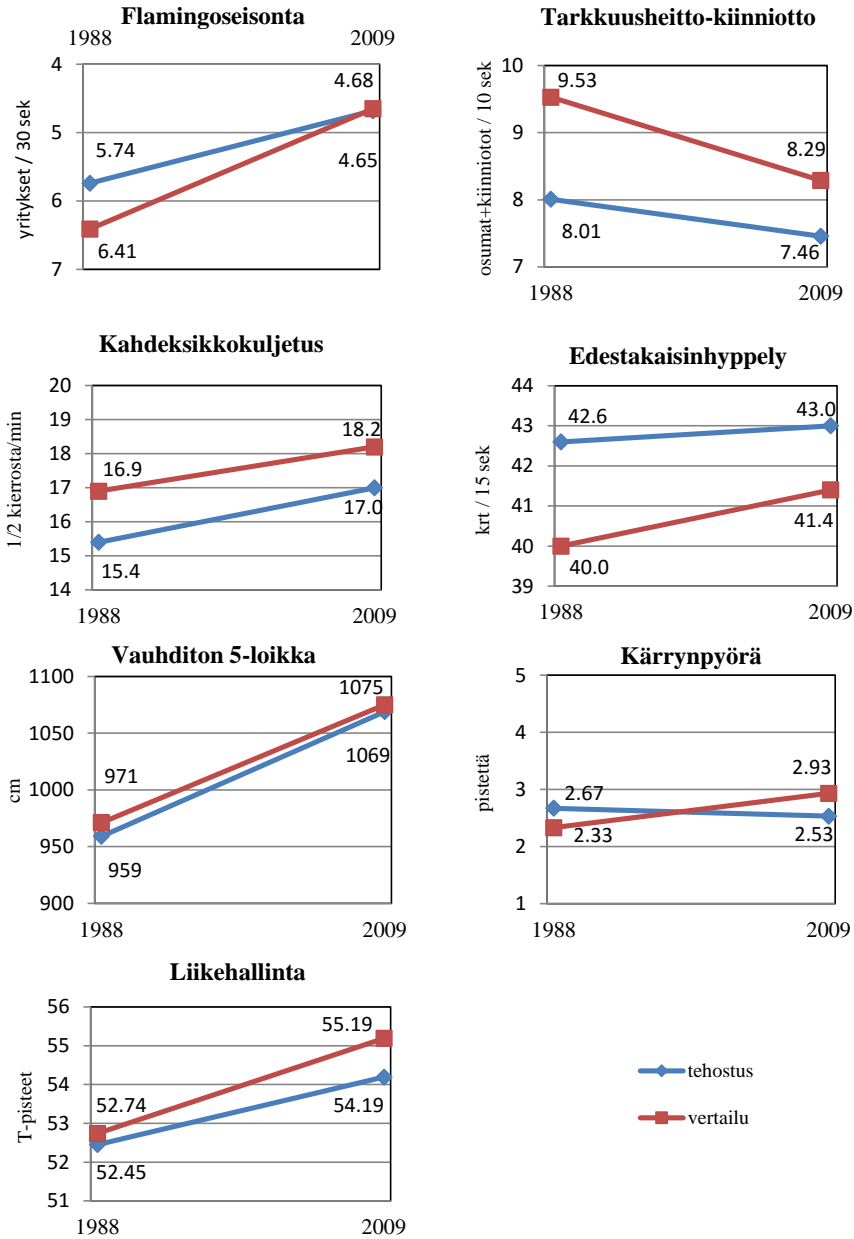
Koululiikunnan tehostuksella ja mittausajanjaksolla ei ollut yhdysvaikutusta yhdessäkään muuttujassa kummallakaan sukupuolella. Tehostus- ja vertailuryhmien liikehallinnan kehitys ei siis eronnut toisistaan ($p > .05$) kouluiän jälkeen (1988-2009). Mittausajanjaksolla oli päävaikutusta molempien ryhmien liikehallinnan kehitykseen useassa muuttujassa sekä miehillä että naisilla. Kuviossa 21 on esitetty miesten ja kuviossa 22 naisten tehostus- ja vertailuryhmien liikehallinnan kehitys muuttujittain.

Miehillä sekä tehostus- että vertailuryhmien tulokset paranivat ($p \leq .05$) kahdeksikkokuljetuksessa ja vauhdittomassa 5-loikassa. Vertailuryhmän tulokset paranivat ($p \leq .05$) myös flamingoseisonnassa ja kokonaisliikehallinnassa, kun taas tehostusryhmän tuloksissa ei

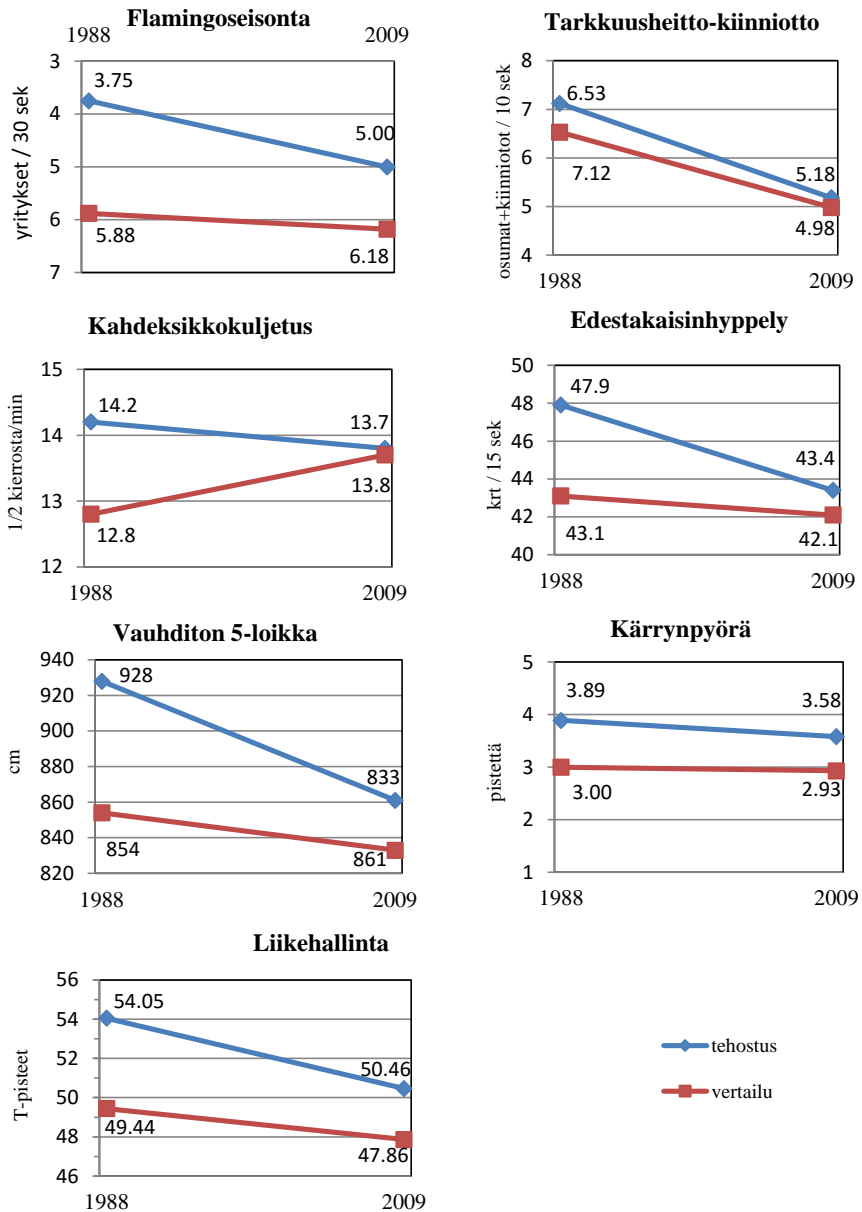
tapahtunut muutosta. Vertailuryhmän tulokset puolestaan heikkenivät ($p \leq .01$) tarkkuusheittokiinniotossa, mutta tehostusryhmän tulokset säilyivät ennallaan. Edestakaisinhypelyn ja kärrynpyörän tulokset eivät muuttuneet kummallakaan ryhmällä ($p > .05$).

Naisilla sekä tehostus- että vertailuryhmän tulokset heikkenivät ($p \leq .01$) tarkkuusheittokiinniotossa. Tehostusryhmän tulokset heikkenivät myös kokonaisliikehallinnassa, flamingoseisonnassa, edestakaisinhypyssä ja vauhdittomassa 5-loikassa ($p \leq .05$), kun taas vertailuryhmän tuloksissa ei tapahtunut muutoksia ($p > .05$). Kahdeksikkokuljetuksessa ja kärrynpyörässä ei tapahtunut muutoksia kummallakaan ryhmällä ($p > .05$).

Mittausajanjakson päävaikutuksen sekä mittausajanjakson ja koululiikunnan tehostuksen yhdysvaikutuksen lisäksi laskettiin koululiikunnan tehostuksen päävaikutus kullekin muuttujalle (ei merkitty taulukkoon 17). Koululiikunnan tehostuksella oli päävaikutusta liikehallintaan ainoastaan naisten flamingoseisonnassa ($p = .017$) ja kokonaisliikehallinnassa ($p = .018$). Tehostamisryhmän tulokset olivat molemmissa muuttujissa vertailuryhmää parempia sekä kouluiässä (1988) että aikuisiässä (2009), vaikka tehostusryhmän tulokset mittausajanjaksolla heikkenivätkin.



Kuvio 21 Miesten tehostus- ja vertailuryhmien liikehallinnan kehitys kouluiästä aikuisikään (1988-2009)



Kuvio 22 Naisten tehostus- ja vertailuryhmien liikehallinnan kehitys kouluiästä aikuisikään (1988-2009)

5.3 Liikehallinnan pysyvyys kouluiästä aikuisikään

Liikehallinnan pysyvyyttä kouluiästä aikuisikään tutkittiin normatiivisena, suhteellisena ja yksilön sisäisenä pysyvyytenä. Lisäksi tutkittiin liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyyttä. Normatiivinen pysyvyys kertoo siitä säilyttääkö henkilö asemansa ryhmässä eri mittauserroilla. Suhteellinen pysyvyys puolestaan kuvaa sitä, kuinka hyvin henkilö säilyttää oman tasonsa eri mittauserroilla. Yksilön sisäinen pysyvyys kuvaa sitä kuinka henkilön liikehallintatyyppi (liikehallintaprofiili) säilyy mittauskertojen välillä. Normatiivisen, suhteellisen ja yksilön sisäisen pysyvyyden tutkimusajanjaksona käytettiin viimeisen kouluiän mittauksen (1988) ja aikuisiän mittauksen (2009) välistä aikaa, koska liikehallinnan pysyvyydestä kouluiässä on jo raportoitu kattavasti aiemmissä tutkimuksissa (Nupponen 1990: Nupponen 1997, 152-165) ja tämän tutkimuksen pääkiinnostuksen kohde oli kouluiän jälkeisessä liikehallinnan kehityksessä. Liikehallinnan yksilön sisäistä pysyvyyttä ei tosin ole tutkittu kouluiässä, mutta tästä analyysistä jouduttiin luopumaan, koska tutkittavia ei pystytty ryhmittelemään liikehallintatyyppeihin ensimmäisessä kouluiän (1985) mittauksessa. Liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyyden analyysissä huomioitiin myös kouluiän (1985-1988) tulokset, koska sitä ei ole aiemmin tutkittu.

5.3.1 Liikehallinnan normatiivinen pysyvyys

Liikehallinnan normatiivista pysyvyyttä tutkittiin khiin neliö -testillä ja ristiintaulukoinnilla (Metsämuuronen 2009, 563-577) Analyysia varten jokaisen seitsemän muuttujan arvot luokiteltiin molemmilla mittauserroilla frekvenssijakauman perusteella kolmeen mahdollisimman samankokoiseen luokkaan ottamalla huomioon järkevät luokkarajat. Luokkien nimiksi annettiin heikot, keskiverrot ja hyvät. Luokittelu tehtiin molemmille sukupuolille erikseen, minkä jälkeen uudet luokitellut arvot yhdistettiin takaisin yhdeksi muuttujaksi. Khiin neliö -testillä tutkittiin, oliko aikuisiän asema ryhmässä (heikko, keskiverro, hyvä) riippuvainen kouluiän asemasta ja ristiintaulukoinnilla tarkasteltiin, millaisia muutoksia koehenkilöiden asemassa tapahtui kouluiästä aikuisikään. Analyysi tehtiin koko aineistolla. Myös sukupuolittaista ja kehonpainoryhmittäistä analyysiä harkittiin, mutta niistä jouduttiin aineiston pienuuden vuoksi luopumaan. Taulukossa 18 on esitetty khiin neliö -testin tulokset ryhmän sisäisen aseman riippuvuudesta koulu- ja aikuisiän välillä ja taulukossa 19 on esitetty prosentteina ristiintaulukoinnin tulokset siitä, millaisia muutoksia ryhmän sisäisessä asemassa tapahtui kouluiästä aikuisikään.

Taulukko 18 Liikehallinnan normatiivinen pysyvyys kouluiästä aikuisikään.

Muuttuja	Asema ryhmän sisällä	n 1988	n 2009	khiin neliö -testi
Flamingoseisonta	heikko	20	21	$X^2 = 4.29, p=.368$
	keskiverto	34	34	
	hyvä	23	22	
Tarkkuusheitto- kiinniotto	heikko	23	21	$X^2 = 18.83, p=.001***$
	keskiverto	26	27	
	hyvä	21	22	
Kahdeksikkokuljetus	heikko	22	17	$X^2 = 18.15, p=.001***$
	keskiverto	29	27	
	hyvä	18	25	
Edestakaisinhypely	heikko	24	21	$X^2 = 25.37, p=.000***$
	keskiverto	28	29	
	hyvä	24	26	
Vauhditon 5-loikka	heikko	27	25	$X^2 = 9.87, p=.043*$
	keskiverto	24	24	
	hyvä	26	28	
Kärrynpyörä	heikko	17	17	$X^2 = 30.91, p=.000***$
	keskiverto	28	29	
	hyvä	18	17	
Kokonaisliikehallinta +	heikko	30	29	$X^2 = 24.94, p=.000***$
	keskiverto	31	32	
	hyvä	27	27	

+ = muuttujassa puuttuvat liikehallinnan mittaustulokset korvattu keskiarvolla sukupuolittain

Taulukko 19 Ryhmän sisäisessä asemassa kouluiästä aikuisikään tapahtuneet muutokset liikehallinnassa.

Muuttuja	n	Ryhmän sisäisen aseman muutos 1988-2009 (% kohdejoukon henkilöistä)		
		heikkeni	säilyi	parani
Flamingoseisonta	77	30	40	30
Tarkkuusheitto- kiinniotto	70	21	53	26
Kahdeksikkokuljetus	69	19	48	33
Edestakaisinhypely	76	19	55	26
Vauhditon 5-loikka	77	26	44	30
Kärrynpyörä	63	22	59	19
Kokonaisliikehallinta +	88	22	56	22

+ = muuttujassa puuttuvat liikehallinnan mittaustulokset korvattu keskiarvolla sukupuolittain

Khiin neliö -testin perusteella ryhmän sisäinen asema aikuisiässä oli riippuvainen ($p \leq 0.05$) ryhmän sisäisestä asemasta kouluikässä kaikissa muissa muuttujissa paitsi flamingoseisonnassa. Voimakkainta riippuvuus oli edestakaisinhyppelyssä, kärrynpyörässä ja kokonaisliikehallinnassa ja heikointa vauhdittomassa 5-loikassa. Tämä ilmenee myös ristiintaulukoinnin (taulukko 18) tuloksista, joissa yli puolet koehenkilöistä säilytti asemansa kärrynpyörässä (59 %), edestakaisinhyppelyssä (55 %), ja kokonaisliikehallinnassa (56 %), kun taas vauhdittomassa 5-loikassa asemansa säilytti alle puolet (44 %). Sen sijaan flamingoseisonnassa, jossa koulu- ja aikuisiän ryhmän sisäisen aseman välillä ei ollut riippuvuutta, asemansa säilytti vain 40 % koehenkilöistä ja peräti 60 %:lla ryhmän sisäinen asema muuttui. Eniten ryhmän sisäinen asema nousi kahdeksikkokuljetuksessa, jossa 33 % koehenkilöistä paransi aikuisiässä asemaansa ryhmässä kouluikään verrattuna. Suurin pudotus ryhmän sisäisessä asemassa tapahtui flamingoseisonnassa, jossa 30 %:lla koehenkilöistä ryhmän sisäinen asema muuttui huonommaksi aikuisiässä kouluikään asemaan verrattuna. Normatiivinen eli ryhmän sisäisen aseman pysyvyys oli siis merkitsevää flamingoseisontaa lukuun ottamatta kaikissa liikehallintamuuttujissa.

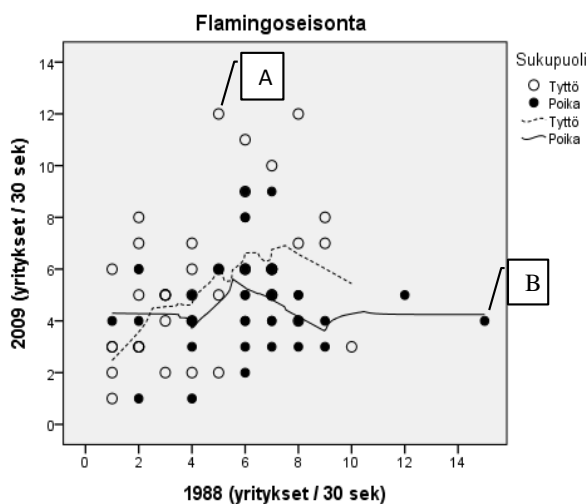
5.3.2 Liikehallinnan suhteellinen pysyvyys

Liikehallinnan suhteellista pysyvyyttä kouluikä (1988) ja aikuisiän (2009) tulosten välillä tutkittiin tracking -korrelaatiolla ensin sukupuolittain ja sitten kehonpainoryhmittäin erikseen molemmille sukupuolille. Sukupuolten välisessä tarkastelussa pysyvyyden mittana käytettiin Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerrointa (r) (Nummenmaa 2004, 264-287). Taulukossa 20 on esitetty miesten ja naisten koulu- ja aikuisiän liikehallintatulosten välinen korrelaatio muuttujittain. Kuviossa 23-29 on piirretty sirontakuviot ja LOWESSin käyrät molemmille sukupuolille kaikista liikehallintamuuttujista havainnollistamaan koulu- ja aikuisiän tulosten yhteyttä. Kuvioissa mustat pienet pallot kuvaavat poikia/miehiä ja ympyrät tyttöjä/naisia. Mustat isot pallot tarkoittavat, että molempien sukupuolien edustajat ovat saaneet samat tulokset.

Miehillä koulu- ja aikuisiän liikehallintatulosten välillä korrelaatio oli merkitsevä viidessä muuttujassa, melkein merkitsevä yhdessä muuttujassa (vauhditon 5-loikka) ja ei lainkaan merkitsevä flamingoseisonnassa. Vahvimmat korrelaatiot olivat kahdeksikkokuljetuksessa (0.74) sekä kärrynpyörässä (0.65) ja heikoimmat flamingoseisonnassa

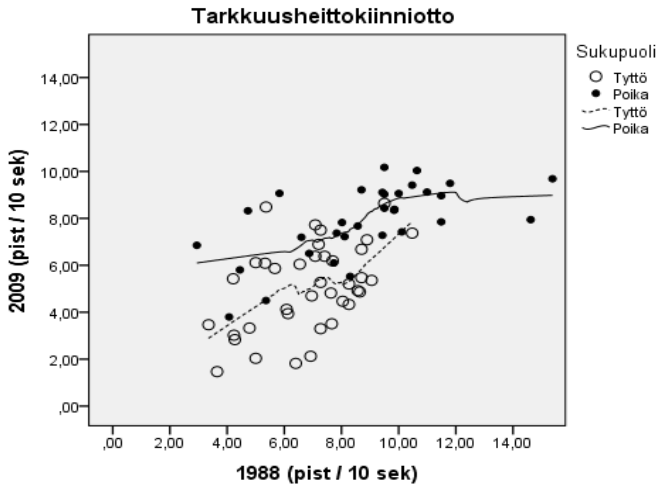
(0.05) ja vauhdittomassa 5-loikassa (0.34). Naisilla korrelaatiot olivat merkitseviä kaikissa seitsemässä muuttujissa. Vahvimmat korrelaatiot olivat kärrynpyörässä (0.76) sekä vauhdittomassa 5-loikassa (0.74) ja heikoimmat flamingoseisonnassa (0.44) ja tarkkuusheittokiinnitossa (0.47).

Flamingoseisonnassa tuloksissa (Kuvio 23) miehillä (n=36) oli runsaasti poikkeavia havaintoja ja tulosten hajonta erityisesti kouluiässä oli suurta, minkä vuoksi koulu- ja aikuisiän tulosten yhteydet eivät olleet lineaarisia eikä niiden välillä ollut korrelaatiota ($p > .05$). Naisilla (n=41) kouluiän tulosten hajonta oli pienempää, koulu- ja aikuisiän tulosten yhteys lähes lineaarinen ja korrelaatio kohtalainen (0.44 $p \leq .01$). Mielenkiintoisia tapauksia oli poika B, jonka tulos kouluiässä oli ylivoimaisesti heikoin (15) ja aikuisena keskiarvoa parempi (4) sekä tyttö A, jonka tulos oli kouluiässä keskitasoinen (5), mutta aikuisena yksi heikoimmista (12).



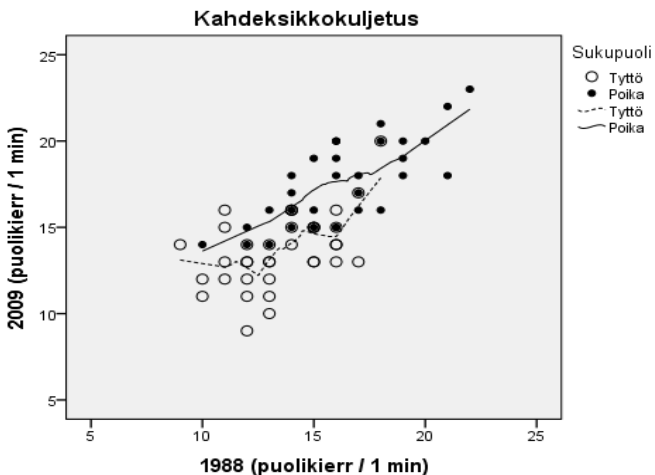
Kuvio 23 Miesten ja naisten flamingoseisonnassa kouluiän ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009)

Tarkkuusheittokiinnitön tuloksissa (Kuvio 24) miehillä (n=32) oli naisia (n=38) enemmän vaihtelua kouluiässä. Naisilla puolestaan oli miehiä enemmän poikkeavia havaintoja, minkä vuoksi naisten korrelaatio (0.47 $p \leq .01$) oli alhaisempi kuin miesten (0.61 $p \leq .001$). Molemmilla sukupuolilla yhteydet olivat melko lineaarisia.



Kuvio 24 Miesten ja naisten tarkkuusheitokiinnioton koulu- ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009)

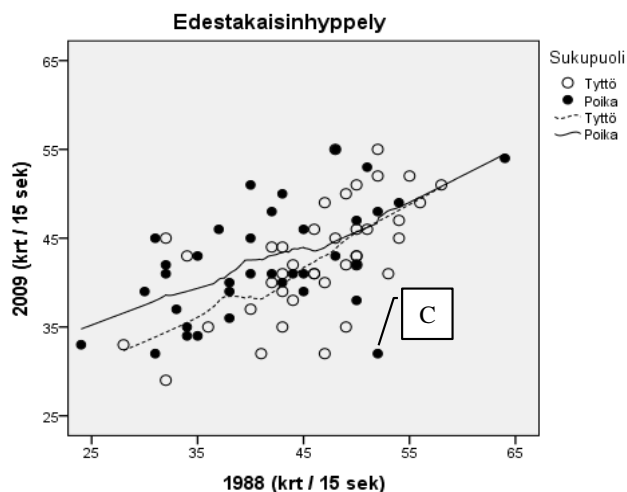
Kahdeksikkokuljetuksessa (Kuvio 25) erityisesti miesten ($n=32$) tulosten yhteys oli lineaarinen eikä poikkeavia havaintoja ollut, joten korrelaatio oli vahva ($0.74 p \leq .001$). Naisilla ($n=37$) oli hieman enemmän poikkeavia havaintoja ja korrelaatio jäi pienemmäksi ($0.51 p \leq .001$).



Kuvio 25 Miesten ja naisten kahdeksikkokuljetuksen koulu- ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009)

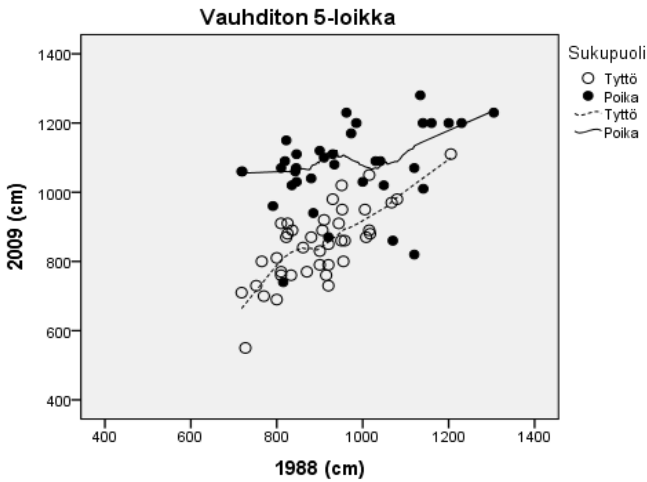
Edestakaisinhyppelyssä (Kuvio 26) miesten ($n=36$) tulosten hajonta kouluiässä oli suurempaa kuin naisilla ($n=41$). Molempien sukupuolten tulosten yhteydet olivat lineaarisia,

mutta poikkeavien havaintojen vuoksi korrelaatiot eivät kohonneet kovin melko hyviä suuremmiksi. Sekä miesten (0.55 $p \leq 0.001$) että naisten korrelaatiot (0.61 $p \leq 0.001$) olivat lähes samansuuruiset. Esimerkiksi poika C:n tulos kouluiässä (52) oli parhaimpien joukossa, mutta aikuisiässä hänen tuloksensa oli yksi heikoimmista (32).



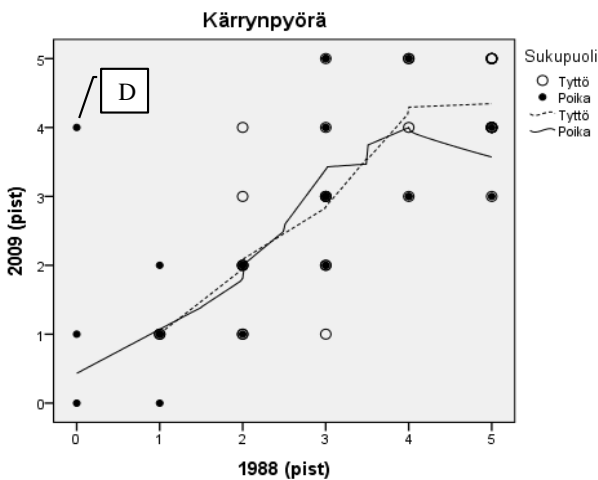
Kuvio 26 Miesten ja naisten edestakaisinhyppelyn koulu- ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009)

Vauhdittomassa 5-loikassa (kuvio 27) naisten ($n=41$) tulosten yhteys oli lineaarinen, eikä poikkeavia havaintoja ollut, joten korrelaatio oli vahva (0.74 $p \leq 0.001$). Miehillä ($n=36$) oli runsaasti poikkeavia havaintoja ja korrelaatio jäi heikoksi (0.34 $p \leq 0.05$).



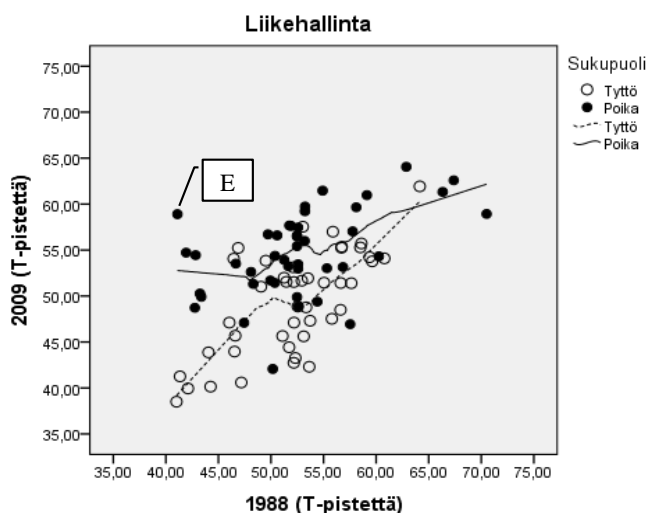
Kuvio 27 Miesten ja naisten vauhdittoman 5-loikan koulu- ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009)

Kärrynpyörässä (kuvio 28) naisilla ($n=33$) oli vähän poikkeavia havaintoja ja tulosten yhteys lineaarinen, joten korrelaatio oli vahva ($0.76 p \leq .001$). Miehillä ($n=30$) oli naisia enemmän poikkeavia havaintoja, jolloin korrelaatio jäi hieman pienemmäksi ($0.65 p \leq .001$). Esimerkiksi poika D ei saanut kouluikässä kärrynpyörästä pistettääkään (0), mutta sai aikuisena lähes täydet pisteet (4).



Kuvio 28 Miesten ja naisten kärrynpyörän koulu- ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009)

Kokonaisliikehallinnassa (Kuvio 29) sekä miehillä että naisilla puuttuvat tulokset korvattiin analyysissa keskiarvolla sukupuolittain, jolloin molempien sukupuolten $n=44$. Naisilla koulu- ja aikuisiän tulosten välinen yhteys oli lähes lineaarinen ja poikkeavia havaintoja vähän. Myös kokonaisliikehallinnan korrelaatio oli melko korkea (0.69 $p \leq .001$). Miehillä poikkeavia havaintoja oli enemmän kuin naisilla ja korrelaatio jäi kohtalaiseksi (0.48 $p \leq .001$). Poika E:n tulos on esimerkki siitä, kuinka paljon liikehallinta voi myös parantua kouluiän jälkeen. Kouluiässä hänen tuloksensa (41.3) oli kaikista heikoin poikien joukossa, mutta aikuisena hänen tuloksensa (58.7) oli puolestaan yksi parhaimmista.



Kuvio 29 Miesten ja naisten kokonaisliikehallinnan koulu- ja aikuisiän tulosten väliset yhteydet (1988-2009)

Liikehallinnan suhteellista pysyvyyttä kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien välillä tutkittiin erikseen miesten ja naisten ryhmässä. Korrelaation mittana käytettiin Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointa (r_s) (Nummenmaa 2004, 264-287), koska koehenkilömäärät eri osaryhmissä jäivät melko pieniksi ($n=8-13$). Miehet ja naiset jaettiin kouluiän (1988) BMI:n frekvenssijakauman perusteella kolmeen mahdollisimman samansuuruiseen ryhmään. Luokkarajat asetettiin siten, että ne sopivat molemmille sukupuolille. Luokkien nimiksi annettiin kevyet (BMI <18.00), keskipainoiset (BMI $18.00-20.30$) ja painavat (BMI >20.30). Taulukossa 21 on esitetty eri kehonpainoryhmien koulu- ja aikuisiän liikehallintatulosten välinen korrelaatio muuttujittain sekä miehille että naisille.

Taulukko 20 Liikehallinnan suhteellinen pysyvyys kouluiästä aikuisikään (1988-2009) kehonpainoryhmittäin

Muuttuja	BMI 1988	Spearmanin järjestyskorrelaatio (r_s) koulu- ja aikuisiän tulosten välillä (1988-2009)					
		Miehet			Naiset		
		n	r_s	p	n	r_s	p
Flamingoseisonta	1	13	-.09	.778	11	.23	.504
	2	13	.23	.442	16	.58	.019*
	3	10	-.36	.310	14	.45	.111
Tarkkuusheittokiinniotto	1	11	.77	.006**	10	.50	.138
	2	12	.85	.000***	14	.33	.249
	3	9	.27	.488	14	.43	.126
Kahdeksikkokuljetus	1	11	.80	.003**	10	.61	.063
	2	12	.82	.001***	14	.60	.022*
	3	9	.59	.096	13	.29	.344
Edestakaisinhypely	1	13	.74	.004**	11	.69	.019*
	2	13	.16	.593	15	.59	.022*
	3	10	.51	.130	14	.67	.009**
Vauhditon 5-loikka	1	13	.87	.000***	11	.74	.010**
	2	13	.44	.135	16	.68	.004**
	3	10	.01	.973	14	.63	.015*
Kärrynpyörä	1	10	.92	.000***	10	.74	.038*
	2	11	.69	.019*	11	.79	.004**
	3	9	.49	.179	14	.74	.003**
Kokonaisliikehallinta +	1	13	.59	.033*	11	.82	.002**
	2	13	.34	.263	17	.59	.012*
	3	10	.50	.138	14	.42	.131

BMI 1988: Kehon painoindeksi 1988, 1 = kevyet, 2 = keskipainoiset, 3 = painavat
n = koehenkilömäärä.
 r_s = Spearmanin korrelaatio, p = Spearmanin korrelaation merkitsevyys
* = melkein merkitsevä $p \leq .05$
** = merkitsevä $p \leq .01$
*** = erittäin merkitsevä $p \leq .001$
+ = muuttujassa puuttuvat liikehallinnan mittaustulokset korvattu keskiarvolla sukupuolittain

Miehillä vähintään melkein merkitseviä korrelaatioita ($p \leq .05$) oli eniten kevyillä (6). Voimakkaimmat korrelaatiot olivat kärrynpyörässä (0.92) ja vauhdittomassa 5-loikassa (0.87) ja heikoin kokonaisliikehallinnassa (0.59). Ainoastaan flamingoseisonnassa korrelaatio ei ollut merkitsevä ($p > .05$). Keskipainoisilla vähintään melkein merkitseviä korrelaatioita oli kolme, joista tarkkuusheittokiinnioton (0.85) ja kahdeksikkokuljetuksen (0.82) korrelaatiot olivat voimakkaimmat ja kärrynpyörän (0.69) heikoin. Flamingoseisonnassa, edestakaisinhypelyssä, vauhdittoman 5-loikan ja kokonaisliikehallinnan tulosten

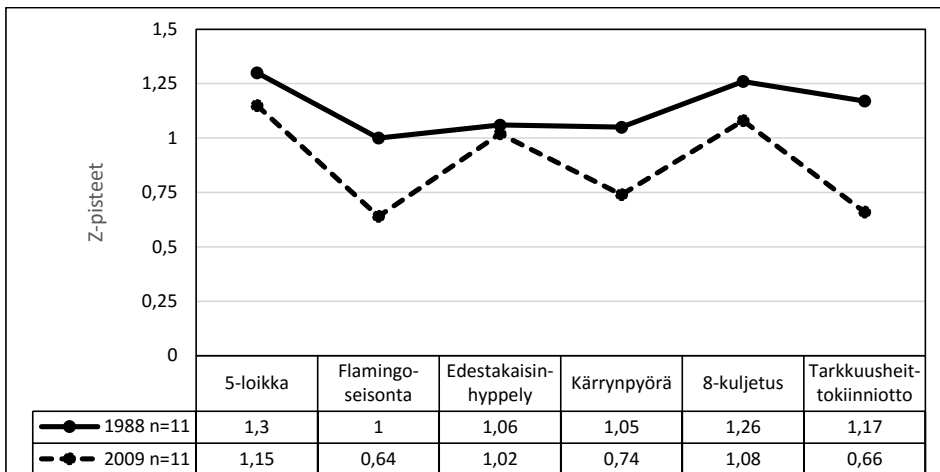
välillä ei ollut merkitseviä korrelaatioita ($p > .05$). Painavilla korrelaatioita eivät olleet merkitseviä yhdessäkään muuttujassa ($p > .05$).

Naisilla vähintään melkein merkitseviä korrelaatioita ($p \leq .05$) oli eniten keskipainoisilla (6), joilla ainoastaan tarkkuusheittokiinnion korrelaatio ei ollut merkitsevä ($p > .05$). Voimakkaimmat korrelaatiot keskipainoisilla olivat kärrynpyörässä (0.79) ja vauhdittomassa 5-loikassa (0.68) ja heikoin flamingoseisonnassa (0.58). Kevyillä vähintään melkein merkitseviä korrelaatioita oli neljä, joista kokonaisliikehallinnan (0.82) korrelaatio oli korkein, vauhdittoman 5-loikan (0.74) ja kärrynpyörän (0.74) hieman matalammat ja edestakaisinhypelyn matalin (0.69). Flamingoseisonnan, tarkkuusheittokiinnion ja kahdeksikkokuljetuksen tulokset eivät korreloineet merkitsevästi ($p > .05$). Painavilla vähintään melkein merkitseviä korrelaatioita oli kolmessa muuttujassa, joista kärrynpyörän korrelaatio oli voimakkain (0.74), edestakaisinhypelyn hieman pienempi (0.67) ja vauhdittoman 5-loikan pienin (0.63). Flamingoseisonnan, tarkkuusheittokiinnion, kahdeksikkokuljetuksen ja kokonaisliikehallinnan tuloksissa ei ollut merkitseviä korrelaatioita koulu- ja aikuisiän tulosten välillä ($p > .05$).

5.3.3 Liikehallintatyyppien pysyvyys 1988-2009

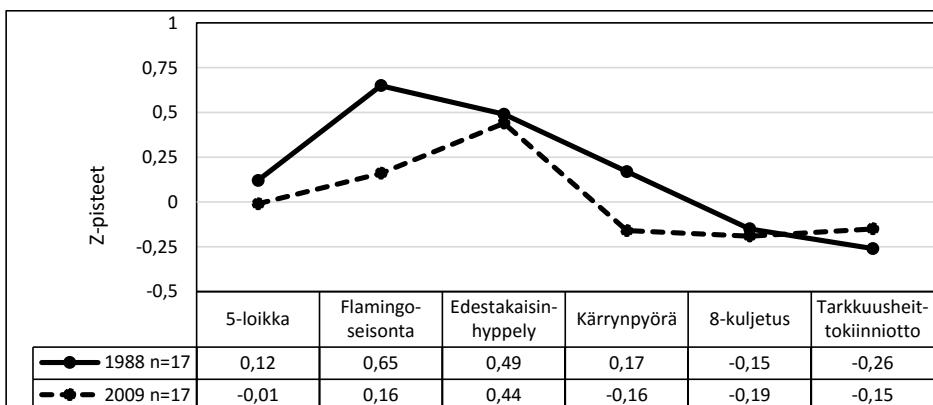
Liikehallintatyyppien pysyvyyttä tutkittiin vertailemalla klusterianalyysin avulla (luku 5.1.3) muodostettujen liikehallintatyyppien profiileja ja niiden muutoksia kouluiästä aikuisikään (1988 ja 2009). Kouluiässä muodostuneet liikehallintatypit (yleishyvät, tasapainoiset, pallotaitajat ja yleisheikot) säilyivät ennallaan myös aikuisiässä (Kuviot 10 ja 11, luku 5.1.3). Liikehallintatyyppien profiileissa tapahtui kuitenkin pieniä muutoksia vuosien 1988 ja 2009 välillä. Kuvioissa 30–33 on vertailtu jokaisen liikehallintatyyppin profiileja vuosina 1988 ja 2009 sekä esitetty sukupuoli- ja kouluastevakiodut testitulokset.

Yleishyvien tulokset laskivat hieman kaikissa muuttujissa kouluiästä aikuisikään, mutta liikehallintaprofiilin muoto säilyi hyvin samanlaisena (Kuvio 30). Parhaiten yleishyvät säilyttivät tasonsa edestakaisinhypelyssä, joka oli lähes sama sekä koulu- että aikuisiässä. Eniten heidän tuloksensa heikkenivät tarkkuusheittokiinniotossa. Vauhdittomassa 5-loikassa, flamingoseisonnassa, kärrynpyörässä ja kahdeksikkokuljetuksessa tulokset heikentyivät vain vähän.



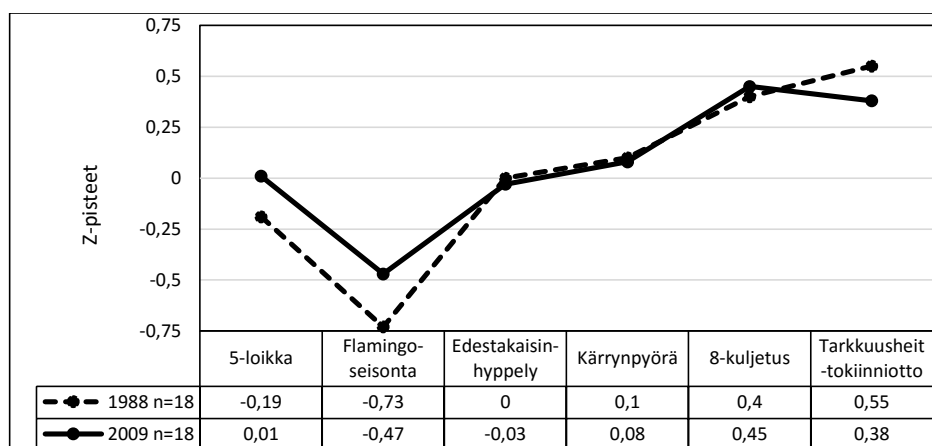
Kuvio 30 ”Yleishyvien” liikehallintaprofiilit 1988 ja 2009 sekä sukupuoli- ja kouluastevakioidut liikehallintamuuttujien tulokset

Tasapainoisten liikehallintaprofiileissa tapahtui jonkin verran muutoksia kouluiästä aikuisikään (Kuvio 31). Myös profiilin muoto muuttui, mutta parhaat muuttajat säilyivät samoina. Kouluiässä he menestyivät parhaiten flamingoiseisonnassa ja toiseksi parhaiten edestakaisinhypelyssä. Aikuisiässä heidän paras muuttuja oli edestakaisinhypely ja toiseksi paras flamingoiseisonta. Heidän tuloksensa heikkeni eniten flamingoiseisonnassa ja jonkin myös verran vauhdittomassa 5-loikassa ja kärrynpyörässä. Tulokset paranivat niukasti tarkkuusheittoinnitossa ja pysyivät ennallaan edestakaisinhypelyssä ja kahdeksikkokuljetuksessa.



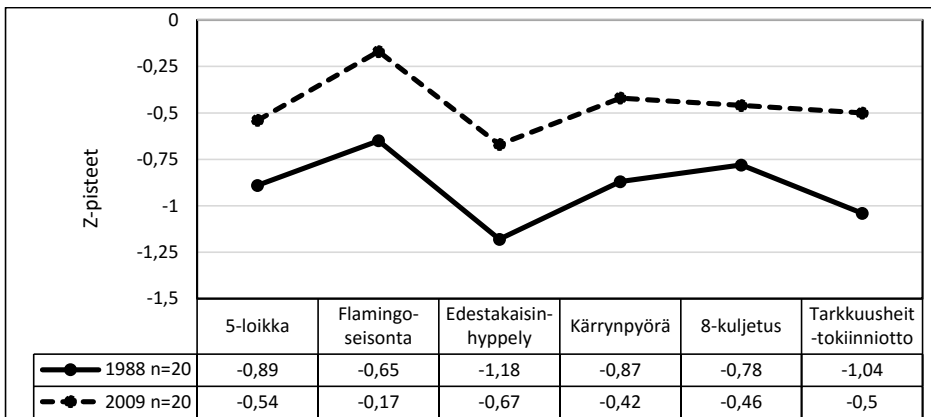
Kuvio 31 ”Tasapainoisten” liikehallintaprofiilit 1988 ja 2009 sekä sukupuoli- ja kouluastevakioidut liikehallintamuuttujien tulokset

Pallotaitajien tuloksissa tapahtui vähiten muutoksia ja liikehallintaprofiilit pysyi muodoltaan hyvin samanlaisena kouluiästä aikuisikään (Kuvio 32). Pallotaitajien vahvimmat muuttujat sekä koulu- että aikuisiässä olivat kahdeksikkokuljetus ja tarkkuusheittokiinniotto ja heikoin flamingoseisonta. Vauhditon 5-loikka ja flamingoseisonta paranivat hie- man, kun taas tarkkuusheittokiinniotto heikkeni niukasti. Edestakaisinhyppeilyn, kärrynpyörän ja kahdeksikkokuljetuksen tuloksissa ei tapahtunut muutosta.



Kuvio 32 ”Pallotaitajien” liikehallintaprofiilit 1988 ja 2009 sekä sukupuoli- ja kouluastevakioidut liikehallintamuuttujien tulokset

Yleisheikkojen tulokset parantuivat selvästi kaikissa muuttujissa kouluiästä aikuisikään, mutta liikehallintaprofiilin muodossa säilyi samanlaisena (Kuvio 33). Yleisheikkojen vahvin muuttuja sekä koulu- että aikuisiässä oli flamingoseisonta ja heikoin edestakaisinhyppeily. Eniten heidän tulokset paranivat tarkkuusheittokiinniotossa ja vähiten kahdeksikkokuljetuksessa, mutta kaikkiaan heidän tuloksensa paranivat hyvin tasaisesti kaikissa muuttujissa.



Kuvio 33 ”Yleisheikkojen” liikehallintaprofiilit 1988 ja 2009 sekä sukupuoli- ja kouluastevakiooidut liikehallintamuuttujien tulokset

Aikuisiässä yleishyvien tulokset olivat hieman laskeneet ja yleisheikkojen tulokset parantuneet kouluikään verrattuna. Molempien tyyppien liikehallintaprofiilit lähenivät siis toisiaan, mutta säilyttivät edelleen asemansa ääriryhminä. Kummankin ryhmän liikehallintaprofiilin muoto sen sijaan säilyi ennallaan. Tasapainoisten tuloksissa tapahtui testikohtaisia muutoksia, mutta liikehallinnan kokonaistaso säilyi samana. Heidän liikehallintaprofiilin muodossa tapahtui eniten muutoksia, mutta vahvat ja heikot osa-alueet säilyivät ennallaan. Pallotaitajien tulokset muuttuivat vähiten ja myös heidän liikehallintaprofiilin muoto oli pysyvin. Kokonaisuutena liikehallintatyyppit säilyivät kouluiästä aikuisikään, mutta tyyppien väliset erot pienenevät.

5.3.4 Liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyys

Liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyyttä mittausajankohtien välillä tutkittiin khiin neliö -testillä ja ristiintaulukoinnilla. Muuttujana käytettiin luokiteltua liikehallinnan monipuolisuusmuuttujaa (luku 5.1.4.), jossa koehenkilöt oli jaettu liikehallinnaltaan yksipuolisiin, keskivertoihin ja monipuolisiin.

Taulukkoon 22 on laskettu khiin neliö -testin tulokset, joiden avulla tutkittiin oliko liikehallinnan monipuolisuudessa riippuvuutta mittausajankohtien välillä. Liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyyttä eri mittausajankohtien välillä tutkittiin ristiintaulukoinnilla. Taulukossa 23 on esitetty ristiintaulukoinnin tulokset siitä, missä määrin koehenkilöiden liikehallinnan monipuolisuus parani, pysyi ennallaan tai heikkeni (% koehenkilöistä).

Taulukko 21 Liikehallinnan monipuolisuuden riippuvuus mittausajankohtien välillä

Mittausajankohtien vertailu	n	khiin neliö -testi	
		X ²	p
1985-1988	52	42.02	.000***
1988-2009	61	27.74	.000***
1985-2009	58	12.03	.017*

Taulukko 22 Liikehallinnan monipuolisuudessa tapahtuneet muutokset mittausajankohtien välillä

Mittausajankohdat	n	Liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyys (% koehenkilöistä)		
		heikkeni	säilyi	parani
1985-1988	52	14	73	13
1988-2009	61	15	60	25
1985-2009	58	22	50	28

Liikehallinnan monipuolisuus oli pysyvää mittausajankohtien välillä (Taulukko 22). Khiin neliö -testin perusteella pysyvyys oli voimakkainta kouluiässä 1985-1988 ($p \leq .001$) ja lähes yhtä voimakasta kouluiästä aikuisikään 1988-2009 ($p \leq .001$). Heikointa pysyvyys oli koko mittausajanjaksolla 1985-2009. Tämä ilmenee myös ristiintaulukoinnin tuloksista, jossa liikehallinnan monipuolisuudessa 73 %:lla koehenkilöistä ei tapahtunut muutoksia kouluiässä 1985-1988. Kouluiästä aikuisikään 1988-2009 liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyys oli laskenut 60 %:iin ja koko mittausajanjaksolla 1985-2009 pysyvyys oli enää 50 % (Taulukko 23). Liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyys siis heikkeni mittausaikavälin kasvaessa.

5.4 Aikuisiän liikehallinnan ennusteet

Aikuisiän liikehallintaa ennustettiin kolmella tavalla. Ensiksi laskettiin korrelaatioiden neliöt (selitysosuudet) muuttujittain koulu- ja aikuisiän tulosten välille, toiseksi tutkittiin lähtötasoltaan erilaisten ryhmien kokonaisliikehallinnan kehitystä ja kolmanneksi, min-kälaisia selitysosuuksia sukupuolella, kouluiän kehonrakenteella, liikkuvuudella ja lihasvoimakkuudella, koululiikunnan tehostuksella ja kouluiän liikehallinnan monipuolisuudella on aikuisiän liikehallintaan.

5.4.1 Yksittäisten muuttujien selitysosuudet

Kouluiän tulosten ennustetta aikuisiän tuloksiin tutkittiin laskemalla yksittäisten muuttujien korrelaatiot ja niiden selitysosuudet kouluiän (1988) ja aikuisiän (2009) tulosten välille koko kohdejoukossa. Taulukossa 24 on esitetty muuttujien korrelaatiot, niiden merkitsevyys ja selitysosuudet.

Kouluiän flamingoseisannon tulokset eivät selittäneet lainkaan aikuisiän tulosta. Muissa muuttujissa selitysosuudet vaihtelivat välillä 27-54 %. Korkeimmat selitysosuudet olivat kahdeksikkokuljetuksessa (54 %) sekä kärrynpyörässä (51 %) ja matalimmat vauhdittomassa 5-loikassa (27 %) sekä kokonaisliikehallinnassa (28 %). Keskimääräinen selitysosuus yksittäisellä muuttujalla oli 33 %, mitä voidaan pitää melko hyvänä.

Taulukko 23 Yksittäisten muuttujien korrelaatiot ja selitysosuudet koulu- ja aikuisiän tulosten välillä (1988-2009)

Muuttuja	n	Pearsonin tulomomenttikorrelaatio ja sen merkitsevyys sekä korrelaatioiden selitysosuudet		
		r	p	%
Flamingoseisonta	77	.22	.056	3,1
Tarkkuusheitto-kiinniotto	70	.62	.000***	38,3
Kahdeksikkokuljetus	69	.74	.000***	54,1
Edestakaisinhypely	76	.57	.000***	31,9
Vauhditon 5-loikka	77	.52	.000***	27,4
Kärrynpyörä	63	.71	.000***	50,7
Kokonaisliikehallinta +	88	.53	.000***	27,8

n = koehenkilömäärä, r = pearsonin tulomomenttikorrelaatio
p = korrelaation merkitsevyys, % = korrelaation selitysosuus (r²)
* = melkein merkitsevä p≤.05
** = merkitsevä p≤.01
*** = erittäin merkitsevä p≤.001
+ = muuttujassa puuttuvat liikehallinnan mittaustulokset korvattu keskiarvolla sukupuolittain

5.4.2 Ennusteet lähtötasoltaan erilaisten ryhmien liikehallinnan kehityksessä

Lähtötasoltaan eri tasoisten ryhmien kokonaisliikehallinnan kehitystä tutkittiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä. Kouluikäisen kokonaisliikehallinnan tuloksina käytettiin vuoden 1988 mittauksia ja aikuisiän tuloksina vuoden 2009 mittauksia. Ennen varianssianalyysiä kohdejoukon henkilöt jaettiin kouluikäisen (1988) kokonaisliikehallinnan tuloksien mukaan lähtötasoltaan kolmeen ryhmään: heikot (miehet < 51,25 ja naiset < 51,24 T-pistettä), keskinkertaiset (miehet 51,25-53,23 ja naiset 51,24-53,72 T-pistettä) ja hyvät (miehet > 53,23 ja naiset > 53,72 T-pistettä). Luokkarajat asetettiin molemmille sukupuolille erikseen frekvenssijakauman perusteella siten, että ryhmät olisivat mahdollisimman tasakokoiset. Varianssianalyysin selittävinä muuttujina olivat mittausajanjakso (aika), lähtötaso (taso) sekä mittausajanjakson ja lähtötason yhdysvaikutus (aika x taso). Mittausajanjakson päävaikutus kuvaa liikehallinnan muutosta kyseisellä mittausajanjaksolla, lähtötason päävaikutus kuvaa ryhmien välistä eroa ja aika x taso -

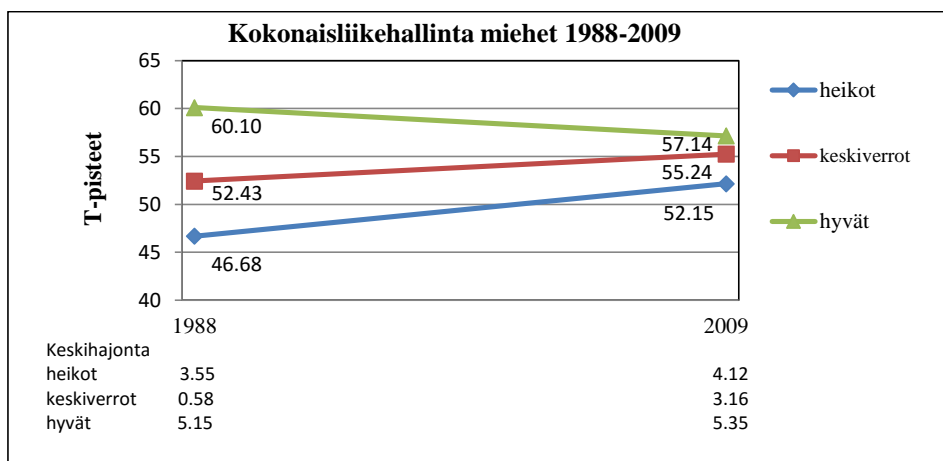
muuttuja mittausajanjakson ja lähtötason yhdysvaikutusta. Lähtötason päävaikutusta tutkittiin Dunnet's T3 -testillä (Nummenmaa 2004, 192-224). Taulukossa 25 on esitetty lähtötasoltaan erilaisten ryhmien kokonaisliikehallinnan kehityksessä tapahtuneet muutokset sekä ryhmien väliset kehityserot kouluiästä aikuisikään (1988-2009). Kuviossa 34 on havainnollistettu miesten ja kuviossa 35 naisten kokonaisliikehallinnan kehitystä graafisesti sekä esitetty ryhmien keskiarvot ja keskihajonnat mittausajankohdittain.

Taulukko 24 Lähtötasoltaan erilaisten ryhmien kokonaisliikehallinnan kehitys kouluiän jälkeen (1988-2009)

Sukuopuoli	Lähtötaso 1988	n	Yhdysvaikutus aika x taso	Mittausajanjakson päävaikutus	Lähtötason päävaikutus
					Ryhmien parivertailu
Miehet	1 = heikko	16	p=.000***	p=.002**	1vs2 p=.000***
	2 = keskiverto	15		p=.003**	2vs3 p=.008***
	3 = hyvä	13		p=.058	3vs1 p=.000***
Naiset	1 = heikko	14	p=.015*	p=.945	1vs2 p=.002***
	2 = keskiverto	16		p=.004**	2vs3 p=.000***
	3 = hyvä	14		p=.000***	3vs1 p=.000***

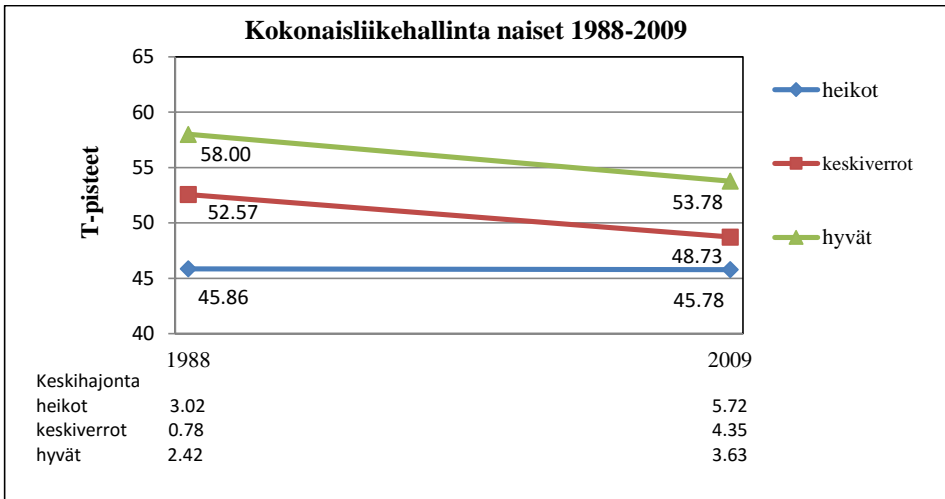
Toistettujen mittausten varianssianalyysi.
Ajanjakson ja lähtötason yhdysvaikutus (aika x taso).
Mittausajanjakson oma vaikutus 1988-2009.
Lähtötason päävaikutus (ryhmien parivertailu Dunnet's T3 -testillä):
vs = mitä kahta ryhmää vertaillaan.
n = koehenkilöiden lukumäärä
p = F-testin merkitsevyys
* = melkein merkitsevä p≤.05
** = merkitsevä p≤.01
*** = erittäin merkitsevä p≤.001

Miehillä kokonaisliikehallinnan kehitys kouluiän jälkeen oli erilaista (p≤.001) lähtötasoltaan erilaisilla ryhmillä. Liikehallinnaltaan heikot ja keskiverrot paransivat tuloksiaan merkitsevästi (p≤.01), kun taas hyvien tulokset eivät muuttuneet. Ryhmien väliset erot liikehallinnassa (lähtötason päävaikutus) säilyivät merkitsevinä (p≤.01), vaikka ryhmien väliset erot pienenevät aikuisiässä (Kuvio 34). Kouluiässä hyvien tulosten keskihajonta oli suuri ja keskivertojen lähes olematon. Heikkojen hajonta oli näiden väliltä. Aikuisiässä hyvien ja heikkojen keskihajonnat eivät olleet juurikaan muuttuneet, mutta keskivertojen keskihajonta oli kasvanut yli viisinkertaiseksi lähes muiden ryhmien tasolle.



Kuvio 34 Miesten kokonaisliikehallinnan kehitys tasoryhmittäin kouluian jälkeen

Naisilla kokonaisliikehallinnan kehitys kouluian jälkeen oli erilaista ($p \leq .05$) lähtötasoltaan erilaisilla ryhmillä. Liikehallinnaltaan hyvien ja keskiverrojen tulokset heikkenivät merkitsevästi ($p \leq .01$), kun taas heikkojen tuloksissa ei tapahtunut muutosta ($p > .05$). Ryhmien väliset erot (lähtötason päävaikutus) säilyivät kuitenkin merkitsevinä ($p \leq .01$), vaikka ryhmien väliset erot pienenevät aikuisiässä (Kuvio 35). Kouluikässä heikkojen tulosten keskihajonta oli suuri, hyvien hieman pienempi, mutta keskiverrojen lähes olematon. Aikuisiässä ryhmien keskihajonnat olivat kasvaneet. Aikuisiässä lähtötasoltaan heikkojen tulosten keskihajonta oli lähes kaksinkertaistunut ja oli edelleen suurin. Keskiverrojen keskihajonta oli kasvanut yli viisinkertaiseksi, suuremmaksi kuin hyvien mutta ei yhtä suureksi kuin heikkojen. Hyvien keskihajonta oli aikuisiässä pienin ja myös hajonnan kasvu oli heillä vähäisempää.



Kuvio 35 Naisten kokonaisliikehallinnan kehitys kouluiän jälkeen tasoryhmittäin

5.4.3 Aikuisiän liikehallinnan selittäjät kouluiässä

Kouluiän kehonrakenteen (BMI), liikkuvuuden ja lihasvoimakkuuden sekä koululiikunnan tehostuksen ja kouluiän liikehallinnan monipuolisuuden selitysosuutta aikuisiän liikehallintaan tutkittiin lineaarisella regressioanalyysillä (Nummenmaa 2004, 297-317). Analyysi tehtiin molemmille sukupuolille erikseen. Tavoitteena oli muodostaa aikuisiän kokonaisliikehallintaa mahdollisimman hyvin selittävä teoreettisesti mielekäs malli, jonka avulla voisi ennustaa aikuisiän liikehallintaa.

Lineaarista regressiomallia varten laatueroasteikolla mitatulle kaksiluokkaiselle koululiikunnan tehostus -muuttujalle tehtiin dummy -koodaus, jolloin sitä voitiin käyttää lineaarisessa regressioanalyysissä jatkuvien muuttujien tapaan. Dummy -koodauksessa jokaisesta laatueroasteikollisen muuttujan luokasta tehdään oma muuttujansa, joka voi saada arvon 1 (kuuluu kyseiseen luokkaan) tai 0 (ei kuulu kyseiseen luokkaan) (Nummenmaa 2004, 313-314). Dummy -koodauksessa koululiikunnan tehostus -muuttuja sai arvon 1, jos henkilö kuului tehostusryhmään ja arvon 0, jos hän kuului vertailuryhmään.

Muista muuttujista (BMI, liikkuvuus, lihasvoimakkuus ja liikehallinnan monipuolisuus) käytettiin vuoden 1988 mittaustuloksia. Liikkuvuusmuuttujana oli eteentaivutus ja lihasvoimamuuttujana istumaannousun ja koukkukäsiripunnan tuloksista laskettu summa-
muuttuja (ks. luku 4.3.5). Liikehallinnan monipuolisuusmuuttujana käytettiin luvussa 5.1.4 määriteltyä kolmiportaista muuttujaa. Regressioanalyysin riippuvana muuttujana

oli aikuisiän (2009) liikehallintatestien mittaustuloksista laskettu kokonaisliikehallinnan summamuuttuja (ks. luku 4.3.4). Kaikki viisi muuttujaa syötettiin mukaan regressiomalliin. Taulukossa 26 on esitetty regressiomalliin valitut aikuisiän kokonaisliikehallintaa selittävän tekijät, niiden standardoidut regressiokertoimet ja merkitsevyydet molemmille sukupuolille.

Taulukko 25 Aikuisiän liikehallintaa selittävät tekijät regressioanalyysissä

Muuttuja	Sukupuoli	β -kerroin	p-arvo
BMI 1988	M	.00	.999
	N	-.05	.804
Liikkuvuus 1988	M	.23	.107
	N	.13	.474
Lihavoima 1988	M	.05	.732
	N	.11	.589
Koululiikunnan tehostus	M	-.04	.752
	N	-.03	.858
Liikehallinnan monipuolisuus 1988	M	.66	.000***
	N	.52	.015*
β -kerroin = standardisoitu regressiokerroin p = muuttujan merkitsevyys regressiomallissa * = melkein merkitsevä $p \leq .05$ ** = merkitsevä $p \leq .01$ *** = erittäin merkitsevä $p \leq .001$			

Miesten regressiomallissa käytetyistä muuttujista ainoastaan liikehallinnan monipuolisuus kouluiässä ennusti merkitsevästi ($p \leq .001$) aikuisiän liikehallintaa. Malli sopii aineistoon ($p \leq .001$) ja sen selitysaste oli melko hyvä ($R^2_a = .57$). Koululiikunnan tehostuksen regressiokerroin oli negatiivinen, eli sillä oli tässä mallissa käänteinen yhteys aikuisiän liikehallintaan. Negatiivinen regressiokerroin oli kuitenkin pieni eikä se ollut tilastollisesti merkitsevä ($p > .05$). Naisilla regressiomallissa käytetyistä muuttujista ainoastaan liikehallinnan monipuolisuus kouluiässä ($p \leq .05$) ennusti aikuisiän liikehallintaa. Malli sopii aineistoon ($p \leq .01$), mutta sen selitysaste jäi melko pieneksi ($R^2_a = .30$). Kouluiän BMI:n ja koululiikunnan tehostuksen regressiokertoimet olivat negatiivisia, mutta suuruudeltaan pieniä eivätkä ne olleet tilastollisesti merkitseviä ($p > .05$). Miesten ja naisten aikuisiän liikehallinnan selitysmalleille oli yhteistä kouluiän liikehallinnan monipuolisuuden suuri

selitysosuus varsinkin miehillä. Eroavaisuutena oli kuitenkin regressiomallin selityssaste, joka oli miehillä lähes kaksinkertainen naisiin verrattuna.

Yksinkertaisinta ja selitysvoimaisinta mallia haettiin suorittamalla toinen regressioanalyysi lisäämällä malliin yksi muuttuja kerrallaan, kunnes selityssaste ei enää noussut. Miehillä jatkoanalyysin perusteella lopulliseen malliin jäivät liikehallinnan monipuolisuus ja liikkuvuus, jotka selittivät 61 % aikuisiän liikehallinnan vaihtelusta ($R^2_a=.61$, $p\leq.001$), mitä voidaan pitää melko korkeana. Naisilla malliin jäi vain liikehallinnan monipuolisuus, joka selitti yksinään 37 % aikuisiän liikehallinnan vaihtelusta ($R^2_a=.37$, $p\leq.001$). Molemmilla sukupuolilla mallien selityssaste nousi, mutta regressiomallien selitysvoiman ero miesten hyväksi säilyi lähes ennallaan.

Koska kouluiän liikehallinnan monipuolisuuden selitysosuus aikuisiän liikehallinnasta oli suuri, niin regressioanalyysi suoritettiin vielä poistamalla kouluiän liikehallinnan monipuolisuus selittävästä muuttujista, jotta saataisiin selville, pystyykö aikuisiän liikehallintaa selittämään millään muilla kouluiässä mitatuilla muuttujilla (BMI, liikkuvuus, lihasvoima, koululiikunnan tehostus). Miehillä regressiomallin selityssaste oli erittäin alhainen 11 %, eikä malli sopinut aineistoon ($R^2_a=.11$, $p\geq.05$). Kaikkien selittäjien regressiokertoimet olivat pieniä eikä yksikään niistä ollut merkitsevä ($p\geq.05$). Naisilla malli sopi aineistoon, mutta sillä pystyi selittämään vain 23 % aikuisiän liikehallinnan vaihtelusta ($R^2_a=.23$, $p\geq.05$). Mallin ainut merkitsevä selittäjä oli lihasvoima ($p\leq.05$).

Regressioanalyysien yhteenvedona voidaan todeta, että aikuisiän liikehallintaa molemmilla sukupuolilla parhaiten selitti kouluiän liikehallinnan monipuolisuus, jonka selitysvoima oli suuri varsinkin pojilla. Miehillä kouluiän liikkuvuudella oli merkitystä aikuisiän liikehallintaan vain yhdessä liikehallinnan monipuolisuuden kanssa, mutta yksinään liikkuvuus ei selittänyt aikuisiän liikehallintaa. Naisilla puolestaan kouluiän lihasvoima selitti yksinään hieman aikuisiän liikehallintaa, kun liikehallinnan monipuolisuutta ei huomioitu.

6 POHDINTA

Aikuisten liikehallintaa on tutkittu vähän ja kouluiästä aikuisikään ulottuvia liikehallintaan keskittyviä pitkittäistutkimuksia ei ole aiemmin tehty. Tämä tutkimus toi uutta tietoa liikehallinnan kehityksestä ja pysyvyydestä kouluiästä aikuisikään sekä aikuisten liikehallinnasta 24 vuoden seurantajakson aikana. Tutkimuksen tuloksia tarkastellaan sekä poikittais- että pitkittäisaineistolla. Poikittaisaineistolla voidaan kuvailla kehityseroja, kun taas pitkittäisaineisto antaa mahdollisuuden tutkia kehityksessä tapahtuvia yksilöllisiä ja yksilöiden välisiä muutoksia, jotka ovat usein kehityseroja kiinnostavampia (Schneider 1994).

6.1 Luotettavuustarkastelu

Vaikka pitkittäisaineisto on hedelmällinen työkalu kehityksen tutkimisessa, sen käyttöön liittyy joitakin erityiskysymyksiä. Tyypillisiä pitkittäistutkimuksen luotettavuuteen ja yleistettävyyteen vaikuttavia erityispiirteitä ovat tutkimusasetelma, tietojen katoaminen (osallistujakato), mittausten luotettavuus ja mittarin erottelukyky eli missä määrin mitaustulos kertoo todellisesta muutoksesta (Schneider 1994). Seuraavassa pohditaan tämän tutkimuksen luotettavuutta näistä neljästä näkökulmasta.

Tämän tutkimuksen asetelma oli tutkia Tehostetun koululiikunnan tutkimukseen 1985–1988 (TEKO) osallistuneiden 9–14-vuotiaiden oppilaiden liikehallintaa aikuisiässä vuonna 2009, jolloin he olivat 32–39-vuotiaita. TEKO -tutkimukseen osallistui 2007 oppilasta Itä-, Länsi- ja Pohjois-Suomesta. Henkilömäärä oli suuri ja alueellinen edustavuus laaja, joten voidaan sanoa, että alkuperäinen kohdejoukko edusti hyvin suomalaisia koululaisia. Aikuisiän mittauksiin antoi suostumuksensa lähes 300 henkilöä, mutta kustannussyistä heitä kaikkia ei voitu mitata. Mittauksiin osallistui lopulta 88 henkilöä TEKO -tutkimuksessa mukana olleista oppilaista. Mittauksiin kutsumisen kriteereinä olivat sukupuoli, alueellinen edustavuus ja jakautuminen tehostus- ja vertailukouluihin. Sukupuolten edustavuus toteutui erinomaisesti, sillä aikuisiän mittauksiin osallistui 44 miestä ja 44 naista. Alueellisesta edustavuudesta huolehtimista vaikeutti pitkän tutkimusjakson

aikana tapahtunut maassamuutto ja tutkijoiden rajalliset resurssit järjestää mittauksia eri paikkakunnilla. Tämän vuoksi mittaukset painottuivat Länsi-Suomeen (58 %), Pohjois-Suomen ollessa myös melko hyvin edustettuina (33 %), mutta Itä-Suomi jäi vähälle edustukselle (9 %). Jakautuminen tasaisesti tehostus- ja vertailukoulujen oppilaisiin toteutui hyvin (53 % ja 47 %).

Vapaaehtoisiin tutkimuksiin osallistumisessa tapahtuu usein valikoitumista mittauksissa hyvin menestyvien eduksi. Aikuisiän mittauksiin osallistuneiden miesten liikehallinnassa kouluikässä (1985) ei ollut eroa muihin TEKO -tutkimukseen osallistuneisiin oppilaisiin verrattuna. Naisilla eroa oli kahdessa muuttujassa mittauksiin osallistuneiden hyväksi. Erot olivat kuitenkin pieniä (alle keskihajonnan), joten kokonaisuutena aikuisiän mittauksiin osallistuneet edustivat kouluikäisen liikehallinnaltaan varsin hyvin alkuperäistä kohdejoukkoa. Sitä, missä määrin tutkimukseen osallistuneiden liikehallinta aikuisiässä vastasi muiden saman ikäisten aikuisten liikehallintaa, ei pystytty selvittämään vertailuaineiston puuttuessa.

Mittauskertoja oli 24 vuotta kestäneen tutkimusjakson aikana kolme (1985, 1988 ja 2009). Mittaajat vaihtuivat jokaisella mittauskerralla ja myös useiden mittauspaikkojen vuoksi eri henkilöt toimivat mittaajina eri paikkakunnilla. Kouluikäisissä mittauksissa (1985 ja 1988) testajaat veivät mittausvälineet kouluille ja mittaukset suoritettiin vaihtelevina ajankohtina kouluille parhaiten sopivilla tavoilla. Aikuisiän mittauksissa tutkittavat kutsuttiin liikuntasaleissa suoritettuihin mittauksiin heille parhaiten sopivina aikoina. Mittauksessa oli yhtä aikaa maksimissaan neljä henkilöä, jotka suorittivat testit vuorotellen. Tutkimukseen osallistujille korvattiin mahdolliset matkakorvaukset. Mittausten luotettavuuden lisäämiseksi mittaajat toimivat aina ryhmissä (1985 ja 1988) tai pareittain (2009) ja kaikki koulutettiin tehtävään. Mittausohjeet pyrittiin tekemään mahdollisimman yksiselitteisiksi ja testit suoritettiin samassa järjestyksessä kaikilla mittauspaikoilla. Kärrynpyörän suoritukset videoitiin ja tarkastettiin vielä jälkepäin. Vaikka mittaushenkilöstö vaihtui useaan kertaan, niin tutkimuksen johtajat säilyivät samoina koko tutkimusjakson ajan.

Aikuisiässä käytetyt mittarit valittiin TEKO -tutkimuksessa käytetyistä liikehallintamittareista. Valintakriteereinä olivat mittareiden soveltuvuus ja turvallisuus aikuisille, mittauksen toteuttamismahdollisuudet erilaisissa olosuhteissa sekä mittaus tulosten luotettavuus.

Mittareiden soveltuvuus aikuisille jouduttiin flamingoseisontaa lukuun ottamatta arvioimaan vailla vertailutietoja aikuisten liikehallintatutkimusten puutteen vuoksi. Mittarit osoittautuivat helposti toteutettaviksi yksinkertaisilla välineillä eri olosuhteissa. Mittarit oli todettu luotettaviksi useissa kouluikäisille tehdyissä tutkimuksissa, mutta aikuisiän luotettavuudesta ei ollut tietoa. Aikuisiän mittaustulosten jakaumien, keskinäisten korrelaatioiden sekä toisto- ja rinnakkaismittausten ja ulkopuolisen arvioitsijan avulla tehdyissä reliabiliteetti- ja validiteetti-arvioissa valitut mittarit osoittautuivat riittävän luotettaviksi ja myös aikuisten liikehallinnan mittaamiseen soveltuviksi. On mahdollista, että aikuisille olisi olemassa pätevämpiä liikehallintamittareita kuin valitut kuusi mittaria, mutta tässä tutkimuksessa valintamahdollisuudet olivat rajalliset, koska mittarit oli valittava TEKO -tutkimuksessa käytettyjen mittareiden joukosta (Nupponen ym. 1991).

Mittareiden pienehkö lukumäärä (kuusi yksittäistä mittaria ja summamuuttuja) antavat aiheen kysyä kuinka kattavasti ne mittaavat liikehallintaa sekä voidaanko niiden perusteella tehdä päätelmiä liikehallinnan kehityksestä ja pysyvyydestä vai jääkö jotain olennaista huomioimatta. Aikaisempiin kouluiästä aikuisikään ulottuviin pitkittäistutkimuksiin (Ahnert 2005; Schott 2000) verrattuna tässä tutkimuksessa liikehallintamittareita oli vähän ja mittareiden kattavuus oli siten suppeampi. Toisaalta Ahnertin (2005) ja Schottin (2000) tutkimuksissa liikehallintamittarit oli yhdistetty yhdeksi muuttujaksi ja liikehallintaa tarkasteltiin vain kokonaisuutena, kun tässä tutkimuksessa liikehallintaa tarkasteltiin summamuuttujan lisäksi erilaisten liiketehtävien kautta. Kehitys ja pysyvyys vaihtelivat tehtävittäin, joten liiketehtävien kautta pystyttiin havaitsemaan sellaisia kehityskulkuja, jotka olisivat jääneet summamuuttujassa piiloon.

Turvallisuuden ja rajallisten mittauspaikkojen vuoksi aikuisiän mittauksista jouduttiin jättämään pois joitakin kouluiässä teetettyjä telinevoimisteluun liittyviä tehtäviä. Mikäli 1985-1988 toteutetussa TEKO -tutkimuksessa olisi tiedetty, että samojen henkilöiden liikehallintaa mitataan uudelleen 20 vuotta myöhemmin, kouluiän mittauksiin olisi voitu valita liikehallintaa laajemmin ja turvallisesti myös aikuisilta mittaavia testejä. Pois jätetyt telinevoimistelutehtävät olisivat olleet siinä mielessä mielenkiintoisia, että niissä olisi ollut enemmän tarkkuutta ja keskittymistä vaativia tehtäviä. Nyt tutkimuksessa käytetyt liikehallintatestit painottuivat vahvasti liikenopeuteen, sillä neljä kuudesta liikehallintamittarista perustui suoritusajan mittaamiseen. Flamingoseisonta oli ainut erityisesti tarkkuutta ja keskittymistä ilman aikapainetta (suoritusnopeus) vaativa tehtävä kärrynpyörän

ollessa ainut laadulliseen arviointiin perustuva mittari. Rothin (1982) mukaan liikehallintaa voidaan jakaa liikenopeutta tai tarkkuutta vaativiin osa-alueisiin. Tätä teoriaa vasten tämän tutkimuksen mittarit kattoivat varsin hyvin liikenopeuden osa-alueen, mutta melko suppeasti tarkkuuden osa-alueen. Suoritusaikaan perustuvien mittareiden etuna on kuitenkin usein parempi luotettavuus eri mittaajien välillä ja laadullista arviointia tarkempi erottelukyky.

Tutkimuksen keskeisin käsite oli liikehallinta. Aiemmin luvuissa 2.1 ja 2.2 selvitettiin motoristen taitojen ja liikehallinnan käsitteiden eroja. Teoreettisesta näkökulmasta on tarpeen esittää kysymys, mittasivatko testit enemmän liikehallintaa vai motorisia taitoja. Liikehallintaa ei voi suoraan mitata vaan se ilmenee liiketehtävien kautta. Jos ajatellaan, että liiketehtävät ovat vain tietyn motorisen taidon ilmentymiä, yksittäisten testien näkökulmasta voidaan sanoa testien mitanneen myös motorisia taitoja. Liikehallintamittauksiin valittiin tehtäviä, jotka eivät liittyneet suoraan yleisissä liikuntamuodoissa tarvittaviin taitoihin vaan ne mittasivat enemmän useiden taitojen sekä kykyjen yhdistelmiä ja siten yleisiä taitojen taustalla vaikuttavia suorituskykyedellytyksiä eli liikehallintaa. Täten ne kertoivat enemmän laajemmista kokonaisuuksista kuin tietyn harrastuksen kautta hankituista spesifeistä taidoista. Flamingoseisontaa, tarkkuusheittokiinniottoa, kahdeksikkokuljetusta, edestakaisinhyppelyä ja vauhditonta 5-loikkaa on sellaisenaan vaikea löytää mistään liikuntalajista, mutta niitä voi harjoittaa useiden liikuntamuotojen avulla. Ainoastaan kärrynpyörä oli hyvin lajispesifin taidon liiketehtävä, mikä myös ilmeni varsin korkeana pysyvyytenä. Kärrynpyörä oli kuitenkin mukana mittariston monipuolisuuden vuoksi, koska mukaan haluttiin mahdollisimman erityyppisiä liiketehtäviä. Päätelmät tutkimuksen tuloksista pyrittiin tekemään nousemalla yksittäisten testien yläpuolelle ja etsimällä liiketehtäville yhteisiä suoritusten taustalla olevia tekijöitä.

Eri-ikäisten mittaamisessa on otettava huomioon, että sama mittari ei välttämättä mittaa samaa ominaisuutta eri-ikäisillä ihmisillä. Sitä, missä määrin muutos koulu- ja aikuisiän mittaustulosten välillä johtui liikehallintakykyjen muutoksista tai jonkin muun ominaisuuden muutoksista, on vaikea arvioida. Myös hyvien ja heikkojen suoritus saattoi olla riippuvainen eri ominaisuuksista. Esimerkiksi kahdeksikkokuljetus -testi kesti minuutin, mikä aiheutti voimakasta hengästymistä niillä, jotka olivat taitavia pallonkuljettajia. Heillä suoritusta saattoi rajoittaa hengitys- ja verenkiertoelimistön kunto eikä liikehallintaa. Vastaavaa ongelmaa ei ollut heikommilla pallonkuljettajilla, joilla suoritustempo

jäi alhaiseksi. Myös suoritusten laatu saattoi vaihdella huomattavasti saman mittaus tuloksen omaavilla henkilöillä, jolloin mittaus tuloksissa korostuivat eri liikehallintakyvyt. Suoritusten laatua arvioitiin kärrynpyörässä ja heittokiinnitossa. Muissa mittareissa tulos ilmaistaan aikana, lukumääränä tai niiden yhdistelmänä. Tämä jätti jonkin verran väljyyttä suoritusten sisälle siitä, millä tavalla saa parhaan mittaus tuloksen. Esimerkiksi tarkkuusheittokiinnitossa samaa tulokseen saattoi päästä hyvin erilaisilla suoritus tavoilla, mikä ilmeni videolta jälkeenpäin arvioidun heittoliikkeen laadun ja suoritusten pistemäärän välille lasketuissa alhaisissa korrelaatioissa. Erityisesti naisten suorituksissa laadullinen vaihtelu oli suurta.

6.2 Yhteenveto tutkimuksen tuloksista

Tutkimuksessa kuvailtiin, vertailtiin, ennustettiin ja selitettiin liikehallintaa kouluikästä aikuisikään. Mittausajankohtia oli kaksi kouluikässä (1985 ja 1988) ja yksi aikuisiässä (2009). Kouluikällä tarkoitetaan mittausväliä 1985-1988 ja kouluikä jälkeisellä ajalla mittausväliä 1988-2009. On tosin otettava huomioon, että osa kohdejoukosta oli vielä koulussa vuoden 1988 jälkeenkin, joten aikajakso 1988-2009 ei ole kaikilla täysin kouluikä jälkeistä aikaa.

Liikehallinnan mittaamista vaikeutti liikehallintakykyjen latenti piirre, minkä vuoksi niitä ei voinut suoraan havaita vaan ne ilmenivät liiketehtävien kautta. Tämän vuoksi liikehallintaa pyrittiin arvioimaan laajempina kokonaisuuksina liiketehtävätyypin ja liiketehtävien summan perusteella yksittäisten kykyjen sijasta. Tulosten syiden analysointia vaikeutti viimeisen kouluikä mittausten (1988) ja aikuisiän mittausten (2009) välinen pitkä aika. Tällä 21 vuoden aikavälillä liikehallinnassa tai sen kehityssuunnassa tapahtuneiden mahdollisten muutosten ajankohta ja voimakkuus eivät tulleet tutkimuksessa ilmi, mittauskertojen puutteen vuoksi.

Liikehallintaa kuvailtiin mittausajankohdittain yksittäisten liiketehtävien (flamingoseisonta, tarkkuusheittokiinnitot, kahdeksikkokuljetus, edestakaisinhyppely, vauhditon 5-loikka ja kärrynpyörä) ja niistä lasketun summamuuttujan (kokonaisliikehallinta) avulla sekä miesten ja naisten että kehonkoostumukseltaan erilaisten ryhmien välillä. Lisäksi kuvailtiin liikehallintatyyppisiä ja liikehallinnan monipuolisuutta. Liikehallinnan kehitystä vertailtiin sukupuolten, kehonkoostumukseltaan erilaisten ryhmien sekä koululi-

kunnan tehostus- ja vertailuryhmien välillä yksittäisten mittaustulosten ja kokonaisliikeshallinnan avulla. Liikeshallinnan pysyvyyttä kouluiästä aikuisikään tarkasteltiin liikeshallinnan normatiivisena, suhteellisena ja yksilön sisäisenä sekä liikeshallinnan monipuolisuuden pysyvyytenä. Aikuisiän liikeshallintaa ennustettiin yksittäisten mittaustulosten ja kouluiän liikeshallinnan tason perusteella. Lopuksi etsittiin aikuisiän liikeshallintaa parhaiten selittäviä tekijöitä. Seuraavassa on esitetty tutkimuksen päätulokset tutkimusongelmittain.

Liikeshallinnan kuvailu koulu- ja aikuisiässä:

- Sukupuolten välillä oli eroa liikeshallinnassa lähes kaikissa liiketehtävissä jokaisessa mittaajankohdassa. Kouluiässä 1985 ja 1988 paremmuus liiketehtävissä jakautui lähes tasan poikien ja tyttöjen kesken, mutta aikuisiässä 2009 miehet olivat naisia parempia suurimmassa osassa liiketehtäviä. Kokonaisliikeshallinnassa sukupuolten välillä ei ollut eroa kouluiässä, mutta aikuisiässä miehet olivat parempia kuin naiset.
- Kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien liikeshallintaa vertailtiin erikseen miesten ja naisten joukossa. Ryhmien välillä ei ollut eroa koulu- eikä aikuisiässä kummallakaan sukupuolella muutamaa yksittäistä liiketehtävää lukuun ottamatta.
- Liikeshallintatyyppejä etsittiin ryhmittelyanalyysillä. Vuosina 1988 ja 2009 löydettiin neljä erilaista liikeshallintatyyppiä: yleishyvät, tasapainoiset, pallotaitajat ja yleisheikot. Vuonna 1985 tutkittavia ei pystytty jaottelemaan liikeshallintaan erilaisiin tyyppihin, koska heidän liikeshallinta ei ollut vielä riittävän eriytynyttä. Yksilön sisäinen liikeshallintaprofiili (liikeshallintatyyppi) muodostui siis vasta kouluiän loppupuolella.
- Liikeshallinnan monipuolisuutta kuvailtiin jakamalla tutkittavat liikeshallintaan yksipuolisiin, keskivertoihin ja monipuolisiin. Liikeshallinnan monipuolisuuden jakautumisessa ei ollut suuria eroja mittaajankohdtien sisällä eikä mittaajankohdtien välillä.

Liikeshallinnan kehitys kouluiästä aikuisikään:

- Kouluiässä 1985-1988 molempien sukupuolten liikeshallinta parani eikä sukupuolten kehityksessä ollut eroa. Kouluiän jälkeen 1988-2009 sukupuolten kehitys oli erilaista. Miesten liikeshallinta parani tai pysyi ennallaan, kun taas naisilla liikeshallinta heikkeni tai pysyi ennallaan.
- Kouluiän jälkeen 1988-2009 kevyiden miesten tulokset paranivat eniten, kun taas painavien tulokset eivät muuttuneet. Naisilla puolestaan kevyiden tulokset eivät muuttuneet, mutta keskipainoisten ja painavien tulokset heikentyivät noin puolessa liiketehtävistä.

- Koululiikunnan tehostus- ja vertailuryhmien liikehallinnan kehityksessä oli vain vähäisiä eroja kouluiän jälkeen 1988-2009. Kouluiässä muodostuneet erot ryhmien välillä katosivat aikuisena naisten flamingoseisontaa ja kokonaisliikehallintaa lukuun ottamatta.

Liikehallinnan pysyvyys kouluiästä aikuisikään:

- Liikehallinnan normatiivinen pysyvyys oli merkitsevää flamingoseisontaa lukuun ottamatta. Tutkittavien sisäinen asema ryhmässä (heikko, keskiverto, hyvä) kouluikäisenä (1988) säilyi siis ennallaan myös aikuisena (2009).
- Liikehallinnan suhteellinen pysyvyys kouluiän jälkeen (1988-2009) oli miesten flamingoseisontaa lukuun ottamatta merkitsevää molemmilla sukupuolilla kaikissa muuttujissa, mutta kehonrakenteeltaan (BMI) erilaisten ryhmien välillä oli eroja. Miehillä suhteellinen pysyvyys oli vahvinta kevyillä, mutta painavilla pysyvyys ei ollut merkitsevää yhdessäkään muuttujassa. Naisilla suhteellinen pysyvyys oli vahvinta keskipainoisilla ja melko vahvaa kevyillä sekä painavilla. Liiketehtävistä erottui kärrynpyörä, jonka pysyvyys oli vahvaa sekä flamingoseisontaa, jonka pysyvyys oli heikkoa tai olematonta
- Yksilön sisäinen liikehallinnan pysyvyys oli vahvaa. Kouluiässä (1988) kohdejoukko jakautui neljään liikehallintatyyppiin (yleishyvät, tasapainoiset, pallotaitajat ja yleisheikot), jotka säilyivät ennallaan myös aikuisiässä (2009). Aikuisiässä yleishyvien tulokset olivat hieman laskeneet ja yleisheikkojen tulokset parantuneet. Tasapainoisten ja pallotaitajien tulokset pysyivät samalla tasolla kuin kouluiässä
- Liikehallinnan monipuolisuus oli merkitsevästi pysyvää sekä kouluiässä (1985-1988) että kouluiän jälkeen (1988-2009). Pysyvyys heikkeni mittausaikavälin kasvaessa.

Aikuisiän liikehallinnan ennusteet ja selitysmalli:

- Kouluiän tulosten (1988) selitysosuus aikuisiän tuloksista (2009) oli keskimäärin 33 %. Muuttujien selitysosuudet vaihtelivat välillä 27-54 % lukuun ottamatta flamingoseisontaa, jonka tulokset kouluiässä eivät selittäneet lainkaan aikuisiän tuloksia. Suurin selitysosuus oli kahdeksikkokuljetuksessa, pienin vauhdittomassa 5-loikassa.
- Kouluiässä (1988) liikehallinnaltaan eritasoisten ryhmien (heikko, keskiverto, hyvä) liikehallinnan kehitys kouluiän jälkeen oli erilaista molemmilla sukupuolilla. Miehillä liikehallinnaltaan heikkojen ja keskivertojen tulokset paranivat, kun taas hyvien tulokset eivät muuttuneet. Naisilla puolestaan liikehallinnaltaan heikkojen tulokset eivät muuttuneet, mutta hyvien ja keskivertojen tulokset heikkenivät. Ryhmien väliset erot säilyivät kouluiästä aikuisikään (1988-2009).

- Kouluiän kehonrakenne (BMI), liikkuvuus, lihasvoima, liikehallinnan monipuolisuus sekä koululiikunnan tehostus selittivät 57 % miesten ja 30 % naisten aikuisiän liikehallinnasta. Miehillä aikuisiän liikehallintaa selittivät parhaiten kouluiän liikehallinnan monipuolisuus ja liikkuvuus (61 %), mutta naisilla ainoastaan kouluiän liikehallinnan monipuolisuus (37 %). Yksittäisistä muuttujista aikuisiän liikehallintaa pystyttiin selittämään miehillä ainoastaan liikehallinnan monipuolisuudella. Naisilla liikehallinnan monipuolisuuden lisäksi myös kouluiän lihasvoimalla oli hieman itsenäistä selitysvoimaa.

6.2.1 Miesten ja naisten liikehallinnan kehitys

Kouluiän liikehallinnassa molemmilla sukupuolilla oli kouluiän liikehallinnassa omat selkeät vahvuusalueet. Tytöt olivat hyviä tasapainotehtävissä (flamingoseisonta, edestakaisinhyppely ja käärypyörä) ja pojat välineenkäsittelytehtävissä (tarkkuusheittokiinniotto ja kahdeksikkokuljetus). Kouluiän jälkeen tytöt menettivät etunsa tasapainotehtävissä, kun taas välineenkäsittelytehtävissä pojat kasvattivat eroaan tyttöihin nähden.

Tasapainotehtävissä (flamingoseisonta ja edestakaisinhyppely) tytöt olivat poikia parempia kouluiässä. Tulos on yhdenmukainen myös Fjortoftin (2000), Kalajan ja muiden (2010), Pehkosen (1999) sekä Toolen ja Kretzschmarin (1993) tutkimusten kanssa. Tasapainon kehittyminen vaatii jo lapsena kevyttä arkipäivän fyysistä aktiivisuutta kuormittavampaa ja motorisesti haastavaa liikuntaa (Reed, Metzker & Phillips 2004). Kouluiässä molempien sukupuolten tulokset paranivat eikä kehityksessä ollut eroa, mikä viittaisi poikien ja tyttöjen liikkuvan kouluiässä samankaltaisesti. Sukupuolten väliset erot tyttöjen hyväksi olivat muodostuneet jo aiemmin, ennen ensimmäistä mittausta (1985).

Kouluiän jälkeen poikien tulokset paranivat ja naisten heikkenivät. Aikuisena miesten ja naisten välillä ei ollut eroja. Myös Ahnertin (2005) tutkimuksessa havaittiin naisten liikehallinnan tasapainotehtävissä heikenevän kouluiästä aikuisikään. Hirtzin (1988, 41-51) mukaan tasapainokyky eriytyy poikien hyväksi murrosiässä. Tässä tutkimuksessa ei pystytty mittauskertojen vähyyden vuoksi osoittamaan tarkemmin milloin pojat ohittavat tytöt tasapainokyvyssä. Se voidaan kuitenkin osoittaa, että muutos tapahtui murrosiässä tai myöhemmin. Tasapainokyvyn kehitys saattaa kuitenkin kääntyä iän myötä vielä toisinpäin, sillä iäkkäillä ei ole havaittu eroja sukupuolten välillä (Stones & Kozma 1987) tai naiset ovat miehiä parempia (Stones ym. 1987). On tosin huomioitava, että edellä maini-

tut iäkkäiden tasapainotutkimukset ovat poikkileikkaustutkimuksia, mikä ei kerro tasapainokyvyn kehityksestä. Myös eri aikakausina syntyneiden liikehallinnassa voi erilaisen elinympäristön ja kulttuurin myötä olla eroja.

Aikuisilla hyvän tasapainon on todettu olevan yhteydessä hermolihasjärjestelmää monipuolisesti kuormittaviin liikuntaharrastuksiin (Lindström, Suni & Nygård 2009). Tällaisia liikuntamuotoja ovat esimerkiksi luistelu, pallopelit ja tanssi (Terveysliikuntasuositukset 2009). Miesten ja naisten erilaiset liikuntaharrastukset aikuisiässä saattavat selittää tasapainon kehitysten erisuuntaisuutta kouluiän jälkeen. Nupposen ym. (2010) mukaan naisten kymmenen suosituimman lajin joukossa oli ainoastaan yksi erityisesti liikehallintaa vaativa laji (aerobic ja vastaavat), kun taas miehillä niitä oli kolme (salibandy, sulkapallo ja jalkapallo).

Kärrynpyörässä tytöt olivat poikia parempia sekä kouluiässä että aikuisena joskin sukupuolten välinen ero pieneni hieman kouluiän jälkeen. Kärrynpyörän tulokset eivät juuri muuttuneet kouluiässä eikä sen jälkeen, joten aikuisena kärrynpyörän taso oli se mihin se oli kouluiässä jäänyt. Kouluiän jälkeinen liikunnan harrastaminen tai harrastamattomuus ei siis vaikuttanut kärrynpyörän osaamiseen aikuisena.

Välineenkäsittelytehtävissä (tarkkuusheittokiinniotto ja kahdeksikkokuljetus) pojat olivat tyttöjä edellä kouluiässä, mikä on linjassa Holopaisen (1990, 80-93) ja Nupposen (1997, 131-134) tutkimusten kanssa. Kouluiän jälkeen sukupuolten välinen ero välineenkäsittelytehtävissä miesten hyväksi kasvoi. Välineenkäsittely vaatii erityisesti kinesteettistä erottelukykyä, mutta myös suuntautumis-, yhdistely- ja muuntelukykyä. Kinesteettistä erottelukykyä kehittävät erityisesti erilaiset pallopelit (Hirtz 1988, 30; Rinne 2010, 53). Miehet hakeutuvat pallopelien pariin naisia useammin jo lapsena ja harrastavat niitä myös aikuisena naisia enemmän (Nupponen ym.1991; Nupponen ym. 2010), mikä selittänee sukupuolten välisiä eroja. Miesten kymmenen yleisimmin aikuisena harrastetun liikuntalajin joukossa on kolme pallopeliiä, mutta taas naisilla ei ainuttakaan (Nupponen ym. 2010, 179). Miehet myös käyttävät palloilusaleja ja jäähalleja enemmän kuin naiset (Kansallinen liikuntatutkimus 2009-2010b, 14).

Vauhditon 5-loikka oli ainut liiketehtävä, jossa sukupuolten kehitys oli erilaista jo kouluiässä ja kehityserot kasvoivat kouluiän jälkeen. Lähtötilanteessa (1985) sukupuolten välillä ei ollut eroa. Sekä poikien että tyttöjen loikkatulokset kehittyivät kouluiässä, mutta pojilla kehitys oli nopeampaa. Kouluiän jälkeen poikien tulokset paranivat edelleen,

mutta tyttöjen tulokset heikkenivät. Sitä, missä iässä naisten tulokset alkoivat taantua ja eriytyä, ei tässä tutkimuksessa mittauskertojen vähyyden vuoksi pystytty tarkasti osoittamaan. Vauhditon 5-loikka on monipuolinen liikehallintatesti, sillä se vaatii tasapaino-, yhdistely-, suuntautumis-, rytmi- ja kinesteettistä erottelukykä. Sen on todettu edustavan parhaiten koko liikehallintaa (Holopainen 1982, 88; Simons & Renson 1982). Liikehallinnan lisäksi loikkaaminen vaatii erityisesti nopeusvoimaa (Hakkarainen 2009b, 206-213). Poikien lihasvoima ja nopeusvoima kehittyvät murrosiästä lähtien tyttöjä voimakkaammin (Hakkarainen 2009b, 197-199), mikä selittänee jo kouluiässä alkavaa kehityseroa. Voimantuotto kehittyi erityisesti miehillä myös murrosiän kasvupyrähdyksen jälkeen koko elinkaaren ensimmäisen kolmanneksen. Voimantuoton kehittyminen edellyttää riittävän suurta hermolihaskäytön kuormittamista nopeilla liikkeillä. (Mero 1997.) Aikuisena naisten yleisimmät liikuntaharrastukset (Nupponen ym. 2010, 179), ovat usein fyysisesti kevyitä ja liikehallinnaltaan suppeita, mikä todennäköisesti selitti aikuisiän tulosten heikkenemistä.

Kouluiässä sukupuolten liikehallinta oli erilaista, mutta liikehallinnan kehityksessä ei ollut eroja. Kokonaisliikehallinnassa tyttöjen ja poikien välillä ei kuitenkaan ollut eroa, koska vahvuusalueet jakautuivat lähes tasan. Poikien ja tyttöjen liikehallinnan erilaisuutta kouluiässä selittivät todennäköisesti erilaiset kiinnostuksen kohteet. Tyttöjä kiinnostavat tasapainokyky kehittävät voimistelutyypilliset tehtävät ja poikia moniulotteista liikehallintaa ja liikenopeutta kehittävät palloilutehtävät. Liikehallinnan kehitysnopeudessa kouluiässä ei ollut eroja sukupuolten välillä vauhditonta 5-loikkaa lukuun ottamatta missään liiketehtävässä. Yhtäläinen liikehallinnan kehitysnopeus viittaa siihen, että kouluiässä liikuntaharrastuneisuuden kokonaismäärässä ja intensiteetissä ei ollut eroja tyttöjen ja poikien välillä liikuntaharrastusten eroista huolimatta.

Kouluiän jälkeen poikien ja tyttöjen liikehallinnan kehitys eriytyi. Poikien tulokset pysyivät ennallaan tai paranivat, kun taas naisten tulokset pysyivät ennallaan tai heikkenivät. Aikuisiässä miesten liikehallinta oli kärrynpyörää lukuun ottamatta parempi kuin naisilla. Naisten liikehallinta heikkeni erityisesti tasapainoa ja heittämistä sekä voimaa ja nopeutta vaativissa tehtävissä. Suurin syy miesten ja naisten liikehallinnan kehityksen eriytymiseen kouluiän jälkeen oli todennäköisesti liikuntaharrastusten ja arkitoimintojen erilaisuudella. Liikehallinnan kehittämiseksi ja ylläpitämiseksi olisi harrastettava sekä riittävän kuormittavaa että liikehallinnaltaan haastavaa liikuntaa. Aikuisten suosituimmat liikuntamuodot ovat kävely, juoksu, pyöräily ja uinti (Nupponen ym. 2010, 179) eivät

riitä liikehallinnan ja erityisesti tasapainon kehittämiseen, vaikka niillä on muita hyviä terveysvaikutuksia. Miesten liikuntaharrastukset näyttävät sisältävän sekä monipuolista liikehallintaa että voimaa ja nopeutta vaativia tehtäviä vähintään ylläpitävällä tasolla, mikä saattaa olla pallopelien ansiota. Vaikka pallopelit eivät ole miesten suosituimpia liikuntalajeja, niin he harrastavat niitä naisia enemmän (Nupponen ym. 2010, 179).

Vertailu aiempiin tutkimuksiin on vaikeaa, koska liikehallintaan keskittyviä kouluiästä aikuisikään ulottuvia pitkittäistutkimuksia ei ole tehty. Joiltakin osin tuloksia voidaan vertailla muihin pitkittäistutkimuksiin, vaikka tutkimuksissa käytetyt mittarit olivat erilaisia. Kemperin (1995) pitkittäistutkimuksessa käytettiin 10x5 metrin ketteryyskukulajuoksua, joka mittaa pääasiassa nopeutta ja pikavoimaa, mutta myös kinesteettistä erotte- lukykyä. Kemperin (1995, 60-63) tutkimuksessa pojat (miehet) olivat tyttöjä (naisia) pa- rempia sekä koulu- että aikuisiässä. Kouluiässä poikien tulokset paranivat tyttöjen tulok- sia nopeammin. Aikuisiässä molempien tulokset taantuivat, mutta naisilla taantuminen oli jyrkempää. Ketteryyskukulajuoksun tulosten kehitys oli varsin yhtenäinen tässä tut- kimuksessa käytettyjen tarkkuusheittokiinnottotestin ja varsinkin naisten osalta myös vauhdittoman 5-loikan tulosten kehityksen kanssa. Tarkkuusheittokiinnotto, vauhditon 5-loikka ja 10x5 metrin ketteryyskukulajuoksu mittaavat kaikki kinesteettistä erotte- lukykyä ja kaksi jälkimmäistä myös pikavoimaa, mitkä selittänevät tuloskehitysten saman- kaltaisuutta.

6.2.2 Kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien liikehallinnan kehitys

Tutkittavat jaoteltiin kehonrakenteeltaan kevyisiin, keskipainoisiin ja painaviin kouluiän BMI:n perusteella. Erilaisten ryhmien liikehallintaa vertailtiin erikseen miesten sekä nais- ten joukossa poikittaisaineistolla mittausajankohdittain (1985, 1988 ja 2009) ja pitkittäis- aineistolla seurattiin kouluiän jälkeistä kehitystä (1988-2009).

Poikittaistarkastelussa ryhmien välillä oli eroa liikehallinnassa ainoastaan miesten aikuisi- ään (2009) kahdeksikkokuljetuksessa sekä naisten kouluiän (1985) edestakaisinhyppe- lyssä ja vauhdittomassa 5-loikassa, joissa painavat saivat heikoimmat tulokset ja keski- painoiset parhaimmat tulokset kevyiden tulosten ollessa näiden välistä. Yhteistä näille liiketehtäville oli suuri oman kehon liikenoisuus jatkuvissa liikkeissä. Suurta kehonpainoa on hidas liikuttaa, mikä saattaa selittää painavien heikkoja tuloksia, mutta se ei selitä sitä miksi keskipainoiset olivat parempia kuin kevyet. Poikittaistarkastelussa ryhmien välillä

ei ollut eroa kummankaan sukupuolen kokonaisliikehallinnassa koulu- ja aikuisiässä yhdessäkään mittausajankohdassa (1985, 1988 ja 2009). Tämä oli mielenkiintoista, sillä kehonpainon on todettu olevan negatiivisessa yhteydessä lasten ja nuorten liikehallintaan (D'Hondt ym. 2011; Graf ym. 2004; Lubans ym. 2010; Okely ym. 2004). Erot tutkimustuloksissa saattavat johtua erilaisista kehonpainon ja -rakenteen sekä painavuuden määritelmistä. Aikuisilla kehonpainon tai -rakenteen yhteyttä liikehallintaan ei ole tutkittu, mutta hermolihasjärjestelmän kunnan (voima ja nopeus) on todettu olevan ylipainoisilla heikompi normaalipainoisiin verrattuna (Duvigneaud ym. 2008; Fogelholm ym. 2006). Tässä tutkimuksessa painavien miesten heikot tulokset kahdeksikkokuljetuksessa saattoivat johtua muita ryhmiä heikommasta aerobisesta kunnosta, koska suoritus kesti yhden minuutin. Voimaa ja nopeutta vaativissa edestakaisinhypyssä ja vauhdittomassa 5-loikassa eroja ei kuitenkaan ollut kummallakaan sukupuolella.

Pitkittäistarkastelussa kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien liikehallinta kehittyi eri tavalla, vaikka poikittaistarkastelussa ryhmien välillä ei juuri ollut eroa. Kouluiässä (1988) painavat pojat saivat useimmissa liiketehtävissä parhaat tulokset, kun taas kevyet pojat saivat heikoimmat tulokset lähes kaikista liiketehtävistä. Kouluiän jälkeen kevyet pojat paransivat tuloksiaan enemmän kuin keskipainoiset, kun taas painavien tulokset pysyivät ennallaan. Kevyet pojat itse asiassa kirivät eron muihin ryhmiin nähden kiinni kouluiän jälkeen. Kouluiässä keskipainoiset pojat saavuttivat aikuisiässä parhaat tulokset useimmissa liiketehtävissä, mutta erot ryhmien välillä olivat hyvin pienet. Naisilla kouluiän (1988) liiketehtävien parhaat tulokset jakautuivat miehiä tasaisemmin eri ryhmien kesken ja myös ryhmien väliset erot olivat miehiä pienemmät. Liikehallinnan kehityksessä naisilla oli havaittavissa samansuuntainen trendi kuin miehillä. Kouluiän jälkeen kouluiässä kevyiden tyttöjen tulokset säilyivät parhaiten, kun taas painavien tulokset heikkenivät eniten. Kouluiässä keskipainoiset tytöt saavuttivat aikuisina parhaat tulokset useimmista liiketehtävistä. Erityisen negatiivinen vaikutus suurella BMI:llä oli vauhdittoman 5-loikan kehitykseen sekä miehillä että naisilla. Vauhditon 5-loikka vaatii monipuolisen liikehallinnan lisäksi hyvää kehonpainoon suhteutettua ns. suhteellista voimaa, mikä selittää painavien heikompaan kehitystä kevyisiin ja keskipainoisiin nähden. Kokonaisuutena miehillä kehonrakenteella oli suurempi vaikutus liikehallinnan kehitykseen kuin naisilla. Tähän viittaa myös Ahnertin (2005, 326) tutkimus, jossa BMI 8–10 vuoden iässä selitti 4,2-9,7 % poikien liikehallinnasta 23-vuotiaana, mutta tytöillä yhteyttä ei havaittu.

Kehonrakenteeltaan kevyiden muita ryhmiä voimakkaampaa liikehallinnan kehitystä (miehet) tai vähäisempää tulosten heikkenemistä saattaa selittää myös aikuiseksi kypsyamisen ajankohta. Lefevren ja muiden (1990) 13:sta 30 ikävuoteen ulottuvassa pitkittäistutkimuksessa yksi motorista suorituskyvyn testeistä oli 10x5 metrin ketteryyssukkulaajuksu, joka mittaa jonkin verran myös liikehallintaa. Koehenkilöt jaettiin aikaisin, keskimääräisesti tai myöhään kypsyneiden ryhmään pituuskasvun huippunopeuden ajankohdan mukaan. Kaikkien tulokset parantuivat kouluiässä, mutta aikuisiässä parannusta tapahtui vain myöhään kypsyneiden ryhmässä. Aikaisin tai keskimääräisesti kypsyneiden miesten tulokset heikkenivät. Lefevren ja muiden (1990) tuloksia ei kuitenkaan sellaisenaan voi yleistää liikehallinnan kehitykseen, koska tutkimuksen kaikki koehenkilöt olivat miehiä ja ketteryyssukkulajuoksun tulokset ovat enimmäkseen riippuvaisia pikavoimasta.

Mielenkiintoisinta kehonrakenteeltaan erilaisten ryhmien liikehallinnan kehityksessä oli se, että vaikka poikittaistarkastelussa ryhmien välillä ei ollut eroa koulu- eikä aikuisiässä, pitkittäistarkastelussa ryhmien liikehallinta kehittyi eri tavalla kouluiästä aikuisikään. Tulos viittaa siihen, että kouluiässä painavat harrastavat kevyitä ja keskipainoisia vähemmän liikehallintaa kehittävää liikuntaa kouluiän jälkeen. Toisaalta tuloksista ei käy ilmi kuuluvatko kouluiässä painavat vielä aikuisena painavien ryhmään. On siis mahdollista, että aikuisiässä painavat ovat myös liikehallinnaltaan hyviä. Kehonrakenteen perusteella ei siis voi tehdä päätelmiä henkilön liikehallinnasta koulu- eikä aikuisiässä, mutta raskas kehonrakenne kouluiässä viittaa heikompaan liikehallinnan kehitykseen kouluiän jälkeen.

6.2.3 Koululiikunnan tehostuksen osuus kouluiän jälkeisessä liikehallinnan kehityksessä

Tehostetun koululiikunnan tutkimuksessa (Nupponen ym. 1991; Nupponen 1997, 206-219) osoitettiin, että tehostuskoulujen oppilaiden liikehallinta kehittyi kolmen vuoden aikana (1985-1988) vertailukoulujen oppilaita enemmän, vaikka lähtötilanteessa oppilaiden liikehallinnassa ei ollut eroa. Ryhmien väliset erot olivat pääosin säilyneet vielä kolme vuotta tehostamistoimien päättymisen jälkeen (Nupponen 1990). Tähän tutkimukseen osallistuneista 47 oli tehostuskoulujen oppilaita (tehostusryhmä) ja 41 vertailukoulujen oppilaita (vertailuryhmä), joiden liikehallinnan seurattiin kouluiän jälkeiseltä ajalta (1988-2009).

Miehillä tehostus- ja vertailuryhmän paremmuus kouluiässä (1988) jakautui lähes tasan eri liiketehtävien kesken, eikä ryhmien välillä ei ollut eroa. Molempien ryhmien tulokset edustivat miesten tasoa kokonaisuutena vuonna 1988. Kouluiän jälkeen miehillä vertailuryhmän oppilaiden liikehallinta kehittyi hieman vertailuryhmän oppilaita enemmän, mutta kokonaisuutena kehityksessä ei ollut eroa. Tätä selittänee se, ettei tähän tutkimukseen valikoituneiden miesten liikehallinnassa ollut eroa ryhmien välillä kouluiässä. Naisilla puolestaan tehostusryhmän oppilaat olivat kouluiässä selvästi vertailuryhmää parempia kaikissa liiketehtävissä tehostusryhmän ollessa naisten keskitason yläpuolella ja vertailuryhmän alapuolella. Kouluiän jälkeen tehostusryhmän tulokset heikkenivät vertailuryhmää voimakkaammin ja aikuisiässä tehostusryhmän etu vertailuryhmään nähden oli kadonnut flamingoseisontaa ja kokonaisliikehallintaa lukuun ottamatta.

Tämän tutkimuksen perusteella koululiikunnan tehostustoimilla voi olla pieni positiivinen vaikutus aikuisiän liikehallintaan naisilla. Miesten kohdalla tehostamistoimilla ei ollut vaikutusta aikuisiän liikehallintaan, mutta tuloksiin pitää suhtautua varauksella, sillä miehillä ryhmien välillä liikehallinnassa ei ollut eroa tehostamistoimenpiteiden päättyessä vuonna 1988. Tässä aineistossa tutkimuksen kohteena olleet miehet (n=44) eivät edustaneet liikehallinnaltaan TEKO -tutkimuksessa mukana olleiden tehostus- ja vertailuryhmän oppilaita. Koululiikunnan tehostamistoimilla voidaan parhaiden vaikuttaa oppilaiden liikehallinnan kehittymiseen intervention aikana (Graf ym. 2005; Hirtz 1988; Jurak ym. 2006; Nupponen ym. 1991) ja erot voivat säilyä vielä joitakin vuosia intervention päättymisen jälkeen (Graf 2008; Nupponen 1990), mutta katoavat lähes täysin aikuisikään mennessä. Voidaan todeta, että aikuisiän liikehallintaan vaikuttavat monet muut tekijät koululiikunnan tehostamistoimia enemmän.

6.2.4 Liikehallinnan pysyvyys kouluiästä aikuisikään

Liikehallinnan normatiivinen pysyvyys eli oman aseman pysyvyys ryhmässä oli vahvaa kouluiästä aikuisikään. Kouluiässä (1988) ikätovereihinsa nähden liikehallinnaltaan heikot, keskiverrot ja hyvät kuuluivat samaan tasoryhmään myös aikuisina (2009) muihin aikuisiin verrattuna. Flamingoseisonta oli poikkeus, sillä siinä kouluiän tasoryhmällä ei ollut yhteyttä aikuisiän tasoryhmään, mikä todennäköisesti johtui flamingoseisannon muita testejä alhaisemmasta reliabiliteetista. Vahvinta oman aseman pysyvyys oli kärrynpyörässä, mitä selittää se, että kärrynpyörän tulokset eivät muuttuneet kouluiän jälkeen

kummallakaan sukupuolella. Liikehallinnan normatiivisesta pysyvyydestä kouluiästä aikuisikään ei ole löytynyt aiempia tutkimuksia.

Liikehallinnan suhteellinen pysyvyys eli oman tason säilyminen mittauskertojen välillä (tracking -korrelaatio) kouluiästä aikuisikään (1988-2009) oli miesten flamingoseisontaa lukuun ottamatta vahvaa molemmilla sukupuolilla kaikissa muuttujissa. Miehillä vahvimmat korrelaatiot koulu- ja aikuisiän tulosten välillä olivat kahdeksikkokuljetuksessa (0.74) sekä kärrynpyörässä (0.65) ja naisilla puolestaan kärrynpyörässä (0.76) sekä vauhdittomassa 5-loikassa (0.74). Heikoimmat korrelaatiot olivat miehillä flamingoseisonnassa (ei lainkaan yhteyttä) ja vauhdittomassa 5-loikassa (0.34) sekä naisilla flamingoseisonnassa (0.44) ja tarkkuusheittokiinnitossa (0.47).

Molemmilla sukupuolilla kärrynpyörä, miehillä välineenkäsittelytehtävät ja naisilla vauhditon 5-loikka olivat tehtäviä, joiden liikemallit olivat muodostuneet vahvoiksi jo kouluiässä, mikä selittää niiden vahvaa pysyvyyttä. Koska liikemallien hermostollinen ohjaus on vakiintunutta, kouluiän jälkeinen mahdollinen harjoittelemattomuus ei juuri vaikuta tuloksiin, mutta toisaalta myös liikemallien kehittäminen vaatii huomattavasti lisäharjoitusta, mihin harvalla on mahdollisuuksia, halua tai tarvetta. Sukupuolten välistä eroa vauhdittoman 5-loikan pysyvyydessä selittää todennäköisesti myös suhteellisen voiman ja nopeuden kehityksen erilaisuus. Naiset saavuttavat nopeuden ja voiman luontaisen huipun jo kouluiässä, kun taas miehet saavuttavat ne vasta nuorena aikuisena tai jopa myöhemmin (Schmidtbleicher 1994), minkä vuoksi miesten vauhdittoman 5-loikan tuloksissa tapahtuu naisia enemmän muutoksia kouluiän jälkeen.

Sukupuolten välillä oli eroa liikehallinnan pysyvyydessä myös tasapainotehtävissä, joka oli naisilla pysyvämpää kuin miehillä. Edestakaisinhypelyssä naisten korrelaatio oli hiekan parempi kuin miesten (miehet 0.55 ja naiset 0.61), mutta flamingoseisonnassa miehillä ei ollut lainkaan merkitseviä korrelaatiota, kun taas naiset naisilla se oli kohtalainen (0.44) Vastaavasta trendistä on viitteitä jo kouluiässä (Hirtz ym. 2007, 35-36, 153-156; Holopainen 1990, 97-98).

Kokonaisuutena liikehallinnan suhteellinen pysyvyys oli naisilla parempi kuin miehillä. Vastaava ilmiö on todettu myös Ahnertin (2005, 325-326) tutkimuksessa, jossa korrelaatiot esikouluiän (4-6 vuotta) ja varhaisen aikuisiän (23 vuotta) välillä olivat liikehallintatestinä käytetyssä KTK -testissä miehillä 0.30 ja naisilla 0.54. Peruskoulun päätty-

misen (15-16 vuotta) ja varhaisen aikuisiän (23 vuotta) välillä korrelaatiot Ahnertin tutkimuksessa olivat miehillä 0.52 ja naisilla 0.63, jotka olivat lähes samat kuin tässä tutkimuksessa käytetyn kokonaisliikeshallinnan korrelaatiot (miehet 0.48 ja naiset 0.69), vaikka tämä tutkimus ulottui noin 10 vuotta pidemmälle aikuisikään. Liikeshallinta näyttäisi naisilla vakioituvan jo kouluiässä, kun taas miehillä muutoksia tapahtuu vielä kouluiän jälkeenkin. 20 ikävuoden tienoolla molempien sukupuolien liikeshallinta on vakiintunutta ja sen pysyvyys on hyvä ainakin 30-40 ikävuoteen saakka. Tähän viittaa myös Lefevren ja muiden (2000) tutkimus, jossa tasapainon suhteellisen pysyvyyden korrelaatiot 30–40-vuotiailla miehillä vaihtelivat 0.71-0.74 viiden vuoden seurantaväleillä.

Aikaisempiin yhtä pitkälle kouluiästä aikuisikään ulottuneisiin tutkimuksiin verrattuna liikeshallinnan korrelaatiot olivat tässä tutkimuksessa korkeampia. Schottin (2000, 153-166) lähes 20 vuoden seurannannassa (10-28 vuotta) liikeshallinnan suhteellinen pysyvyys oli tarkkuustehtävissä 0.49 ja nopeustehtävissä 0.19. Kemperin (1995, 77-78) 15 vuoden (13-27 vuotta) ja Beunenin ja muiden (1992) 17 vuoden (13-30 vuotta) pitkäkestäytutkimuksissa oli yhtenä testinä 10x5 metrin ketteryyssukkulajuoksu, joka mittaa jonkin verran liikeshallintaa nopeustehtävissä. Korrelaatiot koulu- ja aikuisiän tulosten välillä tutkimuksiin osallistuneilla miehillä olivat 0.40 ja 0.45. Tulokset eivät tosin ole suoraan verrattavissa erilaisten mittareiden vuoksi. Erilaisia tuloksia saattaa selittää myös tutkimusten aikakauteen liittyvät erot, sillä tämän tutkimuksen kohdejoukko oli 10-20 vuotta myöhemmin syntyneitä kuin edellä esitetyissä muissa tutkimuksissa. Aikakaudella on todettu olevan merkitystä liikeshallintaan kouluiässä, jossa myöhemmin syntyneet ovat useimmiten olleet aiemmin syntyneitä parempia (Hirtz ym. 2007, 94-112; Schott 2000, 194-195), mutta aikuisikäisillä liikeshallinnan aikakausittaisia eroja ei ole tutkittu.

Liikeshallinnan suhteellinen pysyvyys oli erilaista kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä ja siinä oli eroja myös miesten ja naisten välillä. Ryhmien väliset erot olivat miehillä suuremmat kuin naisilla. Miehillä liikeshallinnan suhteellinen pysyvyys oli voimakkainta kevyillä, keskinkertaista keskipainoisilla ja heikointa painavilla (ei lainkaan yhteyttä). Naisilla liikeshallinnan suhteellinen pysyvyys oli voimakkainta keskipainoisilla ja keskinkertaista sekä kevyillä että painavilla. Kaikki ryhmät huomioiden suhteellinen pysyvyys oli vahvinta kärrynpyörässä ja heikointa flamingoseisonnassa sekä miehillä että naisilla. Korkea BMI vaikutti negatiivisemmin miesten kuin naisten liikeshallinnan suhteelliseen pysyvyyteen. Mielenkiintoista oli, että liikeshallinnan suhteellinen pysyvyys kouluiän jälkeen oli olematonta painavilla pojilla (miehillä), vaikka heidän tulosten keskiarvoissa ei

tapahtunut muutoksia (ks. luku 5.2.2). Näyttää siltä, että painavien liikehallintatuloksissa tapahtuu suuria muutoksia ryhmän sisällä sekä ylös- että alaspäin, mikä selittää pysyvyyden puutetta ja keskiarvojen muuttumattomuutta. Muissa poikien ryhmissä ja tytöillä ryhmien sisäinen vaihtelu on pienempää. Sitä johtuuko painavien poikien (miesten) ryhmässä tapahtuva liikehallintatulosten vaihtelu kouluiän jälkeen BMI:stä tai sen muutoksesta vai liikuntaharrastamisen määrästä ja laadusta ei tässä tutkimuksessa pystytty seölvittämään.

Liikehallinnan suhteellinen pysyvyys kouluiästä aikuisikään näyttäisi olevan huomattavasti vahvempaa kuin fyysisen aktiivisuuden pysyvyys (Ahnert 2005, 299; Beunen ym. 2004; Kemper ym. 2001), jonkin verran vahvempaa kuin aerobisen kestävyuden pysyvyys ja samaa luokkaa kuin lihasvoiman pysyvyys (Beunen ym. 1992; Kemper ym. 2001; Mikkelsen 2007, 69-72). Sen sijaan liikkuvuuden suhteellinen pysyvyys koulu- ja aikuisiän välillä (Beunen ym. 1992; Kemper ym. 2001; Lefevre ym. 2000; Mikkelsen 2007, 69-72) näyttäisi olevan liikehallintaa parempi.

Liikehallinnan yksilön sisäinen pysyvyys oli vahvaa kouluiän jälkeen. Kouluiän jälkimmäisellä mittauskerralla (1988) kohdejoukko (pojat ja tytöt yhdessä) jakautui ryhmittelyanalyysissä neljään liikehallintatyyppiin, joille annettiin nimeksi yleishyvät, tasapainoiset, pallotaitajat ja yleisheikot. Yleishyvät menestyivät hyvin kaikissa tehtävissä, pallotaitajat välineenkäsittelytehtävissä (tarkkuusheittokiinnitto ja kahdeksikkokuljetus), tasapainoiset tasapainotehtävissä (flamingoseisonta ja edestakaisinhyppelely) yleisheikkojen saadessa alhaisia tuloksia kaikissa tehtävissä. Kouluiän ensimmäisellä mittauskerralla (1985) kohdejoukkoa ei pystytty jaottelemaan ryhmiin liikehallintatyyppien perusteella. Vaikuttaisi siltä, että kouluiän alkupuolella oppilaiden liikehallinta ei ole vielä eriytynyttä, vaan eriytyminen tapahtuu kouluiän aikana, jolloin kullekin muodostuu omanlainen liikehallintaprofiili.

Kouluiässä muodostuneet liikehallintatyyppit (yleishyvät, tasapainoiset, pallotaitajat ja yleisheikot) säilyivät ennallaan myös aikuisiässä (2009). Aikuisiässä yleishyvien tulokset olivat kuitenkin hieman laskeneet ja yleisheikkojen tulokset parantuneet. Tasapainoisten ja pallotaitajien tulokset pysyivät samalla tasolla kuin kouluiässä. Yleishyvillä lähes kaikkien tulosten heikkenemistä aikuisena saattaa selittää liikehallinnaltaan monipuolisen liikunnan puute kouluiän jälkeen. Aikuisten suosimat yleisimmät liikuntamuodot, kävely, juoksu, pyöräily ja uinti (Nupponen ym. 2010, 179) eivät harjoita liikehallintaa kovin

monipuolisesti koululiikuntaan verrattuna. Tasapainoisilla ja pallotaitajilla liikehallintaprofiilissa tapahtui vähiten muutoksia kouluiän jälkeen. Erityisesti pallotaitajien liikehallintaprofiili muokkautui vahvaksi jo kouluiässä, mikä säilyi vakaana aikuiseksi saakka. Näyttäisi siltä, että kouluiässä joidenkin oppilaiden liikunnallinen identiteetti rakentuu vahvasti vain palloilun ympärille, vaikka muunlainen liikunta ei olisikaan kovin kiinnostavaa. Yleisheikkojen liikehallinta paranee selkeästi kaikissa tehtävissä kouluiän jälkeen. Heillä liikehallinnan kehitys näyttäisi jatkuvan vanhemmaksi kuin muilla liikehallintatyypeillä ja muototuvan aikuisen tasolle vasta kouluiän lopussa tai vasta sen jälkeen. Muilla liikehallintatyypeillä liikehallinta pysyi ennallaan tai heikkeni kouluiän jälkeen. Yksilön sisäinen liikehallintaprofiili rakentuu siis jo kouluiässä ja säilyy erittäin hyvin aikuiseksi saakka, vaikka tulostasossa voi tapahtua pieniä muutoksia. Liikehallintaprofiilin pysyvyydestä on viitteitä kouluajalta (Glasauer (2003, 281-288), mutta profiilin pysyvyydestä kouluiästä aikuisikään ei ole löytynyt aiempia tutkimuksia.

Liikehallinnan monipuolisuutta tutkittiin jakamalla tutkittavat liikehallinnaltaan yksipuolisiin, keskivertoihin ja monipuolisiin mittaajankohdittain (1985, 1988 ja 2009). Liikehallinnan monipuolisuuden jakautumisessa ei ollut suuria eroja mittaajankohdienten sisällä eikä mittaajankohdienten välillä. Tämä johtui osaltaan monipuolisuusmuuttujana käytetyn mittarin rakenteesta, jonka arvot laskettiin ikä- ja sukupuolivakioiduista yksittäisten mitausten luokitelluista tuloksista. Monipuolisuusmuuttujan frekvenssijakauman perusteella kohdejoukko jaettiin tasaisesti liikehallinnaltaan yksipuolisiin, keskivertoihin ja monipuolisiin. Näin ollen liikehallinnan monipuolisuuden vertailu mittaajankohdienten sisällä ja välillä on vain suuntaa antavaa, koska luokittelu oli suhteellista. Tarkempaan vertailuun olisi tarvittu mittari, jolla olisi absoluuttinen nollakohta, mikä mahdollistaisi mittaajankohdienten sisäisen ja välisen vertailun. Samalla mittarin olisi sovelluttava eri-ikäisten liikehallinnan mittaamiseen.

Vaikka liikehallinnan monipuolisuutta oli vaikea verrata mittaajankohdienten välillä, niin liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyyttä eli ryhmän sisäisen aseman (heikko, keskiverto, monipuolinen) muutosta mittaajankohdienten välillä pystyttiin arvioimaan khiin-neliö -testillä ja ristiintaulukoinnilla. Liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyys oli vahvaa sekä kouluiässä että kouluiän jälkeen. Kouluiässä (1985-1988) 73 % säilytti asemansa ryhmässä ja vielä aikuisenakin (2009) 60 % kuului samaan viiteryhmään kuin kouluiässä (1988). Koko tutkimusajanjaksolla (1985-2009) pysyvyys oli 50 %. Liikehallinnan mo-

nipuolisuus ryhmän sisällä oli siis vahvasti pysyvää kouluiästä aikuisikään, joskin pysyvyys heikkeni mittausaikavälin kasvaessa. Aiempia tutkimuksia liikehallinnan monipuolisuudesta ei ole löytynyt.

6.2.5 Aikuisiän liikehallinnan ennusteet ja selitysmalli

Yksittäisen muuttujan selitysosuus koulu- ja aikuisiän (1988-2009) tulosten välillä koko kohdejoukossa oli keskimäärin 33 % selitysosuuksien vaihdellessa muuttujittain 27-54 %. Poikkeuksena oli flamingoseisonta, jonka tulokset kouluiässä eivät selittäneet lainkaan aikuisiän tulosta, mikä saattaa johtua mittarin muita alhaisemmasta reliabiliteetista. Korkeimmat selitysosuudet olivat kahdeksikkokuljetuksessa (54 %) ja kärrynpyörässä (51 %), joita selittää mittareiden korkea pysyvyys. Kahdeksikkokuljetuksesta ja kärrynpyörästä voidaan siis jo kouluiässä varsin hyvin ennustaa liikehallintaa aikuisena näissä tehtävissä. Yllättävää oli kokonaisliikehallinnan alhainen selitysosuus (28 %), jota tosin selittää osaksi flamingoseisannon heikko tulos. Esimerkiksi Ahnertin (2005, 328-329) tutkimuksessa kouluiän liikehallinta selitti miehillä jopa 46 % ja naisillakin 36 % liikehallinnasta 23-vuotiaana. Flamingoseisonnassa tulosten vaihtelu koulu- ja aikuisiän välillä on erityisen suurta, eikä sen perusteella voi siten tehdä kouluiässä johtopäätöksiä aikuisiän liikehallinnasta. Vauhdittoman 5-loikan matalaan selitysosuuteen pojilla vaikuttaa tulosten kehittyminen vielä kouluiän jälkeenkin, kun taas naisilla tulokset eivät enää parane kouluiän jälkeen.

Lähtötasoltaan erilaisten ryhmien (heikot, keskiverrot, hyvät) liikehallinnan kehitys kouluiän jälkeen (1988-2009) oli erilaista sekä miehillä että naisilla. Miehillä heikkojen ja keskivertojen tulokset paranivat, kun taas hyvien tulokset eivät muuttuneet. Ryhmien järjestys säilyi ennallaan, vaikka ryhmien väliset erot pienenivät. Aikuisiän liikehallinnaltaan hyvien miesten liikehallinta kehittyi huippuunsa pääosin kouluiässä ja säilyi sen jälkeen ennallaan, kun taas aikuisiän liikehallinnaltaan heikkojen ja keskivertojen miesten liikehallinta kehittyi vielä kouluiän jälkeenkin. Kouluiän liikehallinta ennustaa parhaiten aikuisiän liikehallintaa lähtötasoltaan hyvillä pojilla, joiden taso säilyi myös aikuisena. Lähtötasoltaan heikkojen ja keskivertojen poikien aikuisiän liikehallinnasta on vaikeampi tehdä päätelmiä kouluiässä.

Naisilla liikehallinnaltaan heikkojen tulokset eivät muuttuneet, mutta hyvien ja keskivertojen tulokset heikkenivät kouluiän jälkeen. Heilläkin ryhmien väliset erot kaventuivat,

mutta järjestys ei muuttunut. Tyttöillä kouluiän liikehallinta ennustaa parhaiten aikuisiän liikehallintaa lähtötasoltaan heikoilla oppilailta, joiden liikehallinnan taso ei muutu kouluiän jälkeen. Lähtötasoltaan hyvien ja keskivertojen tyttöjen aikuisiän liikehallinnasta on vaikeampi tehdä päätelmiä kouluiän tietojen perusteella

Pojilla liikehallinnan tasolla kouluiässä ei ole niin paljon merkitystä aikuisiän liikehallintaan kuin tytöillä. Lähtötasoltaan erilaisten poikien liikehallinnassa ei ole enää suuria eroja aikuisena. Tyttöillä puolestaan lähtötasoltaan erilaisten ryhmien väliset erot säilyvät poikia (miehiä) suurempina myös aikuisiässä. Erityisesti heikko liikehallinta kouluiässä ennustaa myös heikkoa liikehallintaa aikuisiässä.

Myös aiemmissa kouluikäisillä tehdyissä tutkimuksissa lähtötasoltaan erilaisten ryhmien liikehallinnan kehityksessä on todettu samansuuntaisia kehityskulkuja. Nupponen (1997, 159-165) havaitsi, että liikehallinnassa lähtötasoltaan erilaisten ryhmien välinen järjestys säilyi, mutta niiden väliset erot pienenevät ja sisäinen hajonta kasvoi kolmen vuoden seurannassa. Holopaisen (1990, 96) tutkimuksessa liikehallinnan taso säilyi samana suurimmalla osalla oppilaista kuuden vuoden aikana. Kouluiästä aikuisikään ulottuvia seuranta-tutkimuksia ei ole aiemmin tehty

Aikuisiän liikehallinnan selitysmallia etsittiin regressioanalyysillä. Tavoitteena oli muodostaa kouluiän (1988) muuttujista mahdollisimman hyvin aikuisiän (2009) kokonaisliikehallintaa koko kohdejoukossa ennustava selitysmalli. Kouluiän kehonrakenteella (BMI), liikkuvuudella, lihasvoimakkuudella, liikehallinnan monipuolisuudella ja koulu liikunnan tehostuksella pystyttiin selittämään 57 % miesten ja 30 % naisten aikuisiän liikehallinnasta. Selitysvoimaisimmat aikuisiän liikehallinnan selitysmallit olivat kuitenkin varsin yksinkertaisia molemmilla sukupuolilla. Parhaiten aikuisiän liikehallintaa selittivät miehillä kouluiän liikehallinnan monipuolisuus ja liikkuvuus (61 %), mutta naisilla ainoastaan kouluiän liikehallinnan monipuolisuus (37 %). Liikehallinnan monipuolisuuden lisäksi yksittäisillä muuttujilla ei ollut selitysvoimaa miehillä, mutta naisilla myös kouluiän lihasvoimalla oli hieman itsenäistä selitysvoimaa.

Kiinnostava havainto oli, että kouluiän kehonrakenne (BMI) ei selittänyt aikuisiän liikehallintaa. Kehonpainolla on todettu olevan negatiivinen yhteys koululaisten ja nuorten aikuisten liikehallintaan (D'Hondt ym. 2011; Graf ym. 2004; Lubans ym. 2010; Okely ym. 2004). Kouluiän BMI:n on todettu selittävän pojilla 10,5 % liikehallinnasta 23-vuotiaana, mutta tytöillä vastaavaa yhteyttä ei ollut (Ahnert 2005, 328-329). Näyttäisi siltä,

että BMI:llä (tai kehonpainolla) on merkitystä liikehallintaan pääosin kouluiässä, mutta kouluiän BMI:n selitysosuus aikuisiän liikehallinnasta pienenee iän kasvaessa. Tätä tukee myös Schottin (2000) tutkimus, jossa osoitettiin, että kehonpainolla 10-vuotiaana ei ole yhteyttä motoriseen suorituskykyyn (aerobinen kestävyys, maksimivoima, liikehallinta) 28-vuotiaana.

Liikkuvuus ja erityisesti lihasvoima kouluiässä (1988) olivat positiivisessa yhteydessä useisiin kouluiän liikehallintamuuttujiin (ks. luku 4.3.5) ja lihasvoiman on todettu olevan keskeistä muiden liikuntakykyjen kehityksessä kouluiässä. Liikkuvuus selitti hienoisesti aikuisiän liikehallintaa miehillä, mutta vain yhdessä liikehallinnan monipuolisuuden kanssa eikä sillä ollut itsenäistä selitysvoimaa. Naisilla liikkuvuudella ei ollut selitysvoimaa, mutta sen sijaan lihasvoimalla hieman itsenäistä selitysvoimaa. Liikehallinnassa keskeistä on elimistön ohjaavan ja säätelevän järjestelmän toiminta (Hirtz 2007, 212-214; Nupponen (1997, 17), mikä selittää sen spesifiä kehitystä. Kouluiässä kehonrakenne, lihasvoima, liikkuvuus ja liikehallinta sekä niiden kehitys ovat jossain määrin yhteydessä toisiinsa ja liikuntakyvyt kehittyvät enemmän kokonaisuutena yhdessä kehonrakenteen kehityksen kanssa. Kouluiän jälkeen liikehallinnan kehitys kuitenkin eriytyi eikä se ollut juurikaan riippuvainen kehonrakenteen, liikkuvuuden tai lihasvoiman kehityksestä.

Hyvää aikuisiän liikehallintaa molemmilla sukupuolilla, mutta varsinkin miehillä, ennusti parhaiten kouluiän monipuolinen liikehallinta, minkä vuoksi liikesuunniltaan ja kuormitukseltaan monipuolinen liikkuminen on erityisen tärkeää kouluiässä. Tämä korostaa myös monipuolisen koululiikunnan merkitystä. Liikehallinnan yksipuolisuus kouluiässä oli erityisen negatiivista pojilla, kun taas tytöillä sen merkitys oli pienempi. Muilla liikuntatuntien ulkopuolisilla koululiikunnan tehostamistoimilla ei tässä tutkimuksessa pystytty selittämään aikuisiän liikehallintaa. Tytöillä myös kouluiän lihasvoimalla oli pientä merkitystä, joten lihasvoiman harjoittaminen kouluiässä on heillä perusteltua myös liikehallinnan kannalta.

Aikuisiän liikehallinnan selitysmalleista löytyy yksi aiempi tutkimus. Ahnertin (2005, 328-329) tutkimuksessa etsittiin parasta kouluiän selitysmallia liikehallinnalle 23 vuoden iässä. Naisilla ainoastaan kouluiän liikehallinta selitti liikehallintaa 23-vuotiaana (36 %). Miehillä selittäjiä oli enemmän ja selitysosuus suurempi. Kouluiän liikehallinta selitti 46 %, kouluiän BMI 10,5 % ja perheen liikuntatottumukset 6,7 % 23-vuotiaiden liikehallin-

nasta. Kiinnostavinta oli, että Ahnertin mallien selitysosuudet olivat molemmilla sukupuolilla samansuuruisia (naisilla jopa lähes identtinen) kuin tässä tutkimuksessa, vaikka liikehallintamittarit ja osa muista selittävistä muuttujista oli erilaisia. Molemmat tutkimustulokset tukevat ajatusta, että liikehallinta kehittyy kouluiän jälkeen pääosin itsenäisesti muista liikuntakyvyistä ja kehonrakenteesta riippumatta. On tosin huomioitava, että kummassakaan tutkimuksessa ei ollut mukana kouluiän kestävyyskunnan (aerobinen kestävyys) mittaria selittävänä muuttujana, joten sen selitysosuus aikuisiän liikehallinnasta on vielä selvittämättä.

6.3 Johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset

Pitkittäistutkimus liikehallinnan kehityksestä kouluiästä aikuisikään oli ainutlaatuinen tutkimuksen aiheen ja keston vuoksi. Liikehallintaa on tutkittu runsaasti kouluiässä, mutta näin pitkäaikaisia (24 vuotta) ja kauas aikuisikään ulottuvia liikehallintaan keskittyviä seurantatutkimuksia ei ole aiemmin tehty. Tutkimus toi siten runsaasti uutta tietoa liikehallinnan seurantatutkimuksen menetelmistä sekä liikehallinnan kehityksestä, pysyvyydestä ja ennusteista koulu- ja aikuisiän välillä.

Koululaisten liikehallintamittauksissa käytetyt testit soveltuivat hyvin myös aikuisten liikehallinnan mittaamiseen (32–39-vuotiaille). Testit olivat turvallisia ja helppo toteuttaa yksinkertaisilla välineillä erilaisissa olosuhteissa. Käytettyjen mittareiden (flamingoseisonta, tarkkuusheittokiinniotto, kahdeksikkokuljetus, edestakaisinhypely, vauhditon 5-loikka ja kärrynpyörä) reliabiliteetti ja validiteetti olivat riittävän hyviä. Parhaita yksittäisiä mittareita yleisen liikehallinnan, mutta myös lihasvoiman kuvailemiseen molemmilla sukupuolilla korrelaatiotarkastelun perusteella olivat vauhditon 5-loikka ja edestakaisinhypely sekä tytöillä (naisilla) myös kärrynpyörä. Flamingoseisonta puolestaan erotautui muista mittareista varsinkin pojilla (miehillä) kaikkein spesifimmäksi ja reliabiliteetiltaan muita heikommaksi, mikä ilmeni jakaumien vinoudessa sekä kehitys- ja pysyvyydestarkasteluissa. Flamingoseisannon erityislaatuisuus muihin muuttujiin nähden antoi aiheen harkita kannattaako sitä jatkossa käyttää liikehallinnan seurantatutkimuksissa. Luotettavuuden lisäämiseksi se kaipaisi useampia yrityskertoja.

Yksittäisten mittareiden tuloksista lasketun summamuuttujan avulla pystyi muodostamaan kokonaiskuvan liikehallinnan kehityksestä, joskin se peitti alleen yksilön sisäisessä

liikehallinnassa (liikehallintaprofiili) tapahtuneet muutokset, koska liikehallinta eri tehtävissä kehittyi eri tavalla. Vakioiduilla yksittäisten muuttujien arvoilla lasketun summa-
muuttujan käyttö pitkittäistarkastelussa oli mahdollista vain vakioimalla muuttujan arvot
yli mittauskertojen yhdessä nipussa ja hajottamalla ne sen jälkeen takaisin omien mittaus-
kertojen kohdalle. Vastaavaa menetelmää käytettiin myös monipuolisuusmuuttujan ra-
kentamisessa. Vakiointi ja muuttujamuunnokset olivat työläitä ja niiden mukana katoaa
aina tietoa, mutta ne olivat välttämättömiä pitkittäistarkastelun onnistumiseksi.

Kouluikäisten liikehallintatutkimuksissa on aiemmin käytetty runsaasti faktorianalyysiä,
jonka perusteella on pystytty tiivistämään tietoa ja muodostamaan erilaisia kykylähtöisiä
liikehallinnan jaotteluja. Aikaisemmat kouluikäisten aineistolla tehdyt päätelmät liikehal-
lintakykyjen jaotteluista eivät toimineet tässä kohdejoukossa koulu- eivätkä aikuisiässä.
Samalla havaittiin, että liikehallintakyvyt jakautuivat eri tavalla koulu- ja aikuisiässä. Li-
kehallintakykyjen jaottelut näyttävät olevan vahvasti mittari-, aineisto- ja kohdejoukko-
sidonnaisia ja muuttuvan iän myötä, minkä vuoksi ne eivät ole luotettavia pitkittäistar-
kastelussa ainakaan kovin pitkällä aikavälillä. Lisäksi sama mittari voi mitata eri ominai-
suuksia eri-ikäisillä. Liikehallinnan seurantatutkimuksissa käyttökelpoisimpia ja luotet-
tavimpia mittareita ovat useista liiketehtävistä kootut summamuuttujat. Tarkempaa tietoa
voidaan esittää liiketehtävien tyyppin (esim. välineenkäsittelytehtävät, liikenopeus) tai yk-
sittäisten liiketehtävien perusteella.

Roth (1982) on esittänyt, että liikehallinta voidaan jakaa liikenopeutta tai tarkkuutta vaa-
tiviin osa-alueisiin. Tämän tutkimuksen mittarit painottivat liikenopeuden merkitystä
tarkkuuden jäädessä vähemmälle. Kouluikäisessä (1985 ja 1988) tähän tutkimukseen osallis-
tuneet olivat suorittaneet tarkkuutta ja keskittymiskykyä korostavia telinevoimisteluun
liittyviä testejä, jotka jouduttiin jättämään turvallisuussyistä pois aikuisiän mittauksista.
Olisikin mielenkiintoista kutsua näitä aikuisia vielä kerran mittauksiin, teettää heillä kou-
luiässä mitatut telinevoimisteluun liittyvät testit ja selvittää vaikuttaisivatko nämä eri-
tyyppiset liikehallintatehtävät liikehallinnan kehityksen ja pysyvyyden kokonaiskuvaan.
Samalla voisi tarkastella lähemmin Rothin (1982) määrittelemiä liikehallinnan osa-alu-
eita ja niiden toimivuutta pitkittäistutkimuksessa. Jatkossa pitäisi myös kehittää enemmän
tarkkuutta ja keskittymistä sekä liikkeen laadullista osaamista mittaavia turvallisia liike-
hallintatestejä, jotka monipuolistaisivat liikehallinnan arviointia ja tutkimusta.

Aikuisten miesten ja naisten liikehallinnan kannalta huomionarvoisinta oli naisten heikko liikehallinta välineenkäsittely- ja tasapainotehtävissä. Kouluiässä pojat olivat hieman tyttöjä edellä välineenkäsittelytehtävissä ja tytöt vastaavasti hieman poikia parempia välineenkäsittelytehtävissä, mutta kokonaisuutena sukupuolten väliset erot olivat hyvin pieniä. Kouluiän jälkeen naisten tulokset taantuivat osin jopa kouluiän lähtötasolle. Erityisesti naisten tasapainon heikkenemisellä on terveydellistä ja myös yhteiskunnallista merkitystä. Monet päivittäiset toiminnot edellyttävät hyvää staattista ja dynaamista tasapainoa (U.S. Department of Health and Human Services 2008). Tässä valossa naisten tasapainon kauttaaltaan laskeva suunta kouluiän jälkeen on huolestuttavaa. Mikäli kehitys säilyy samansuuntaisena, naisten riski kaatumatapurmiin ja toimintakyvyn heikkenemiseen iän myötä kasvaa huomattavasti suuremmaksi kuin miehillä.

Naiset harrastavat aikuisena miehiä vähemmän pallopelejä, mikä ilmeni miehiä heikompana liikehallintana välineenkäsittelytehtävissä. Aikuisten naisten heikko tai korkeintaan kohtalainen liikehallinta välineenkäsittelytehtävissä ei itsessään ole terveyden ja toimintakyvyn kannalta erityisen huolestuttavaa, sillä liikunnasta voi saada riittävästi positiivisia vaikutuksia ilman pallopelien harrastamista. Pallopeleillä on terveyden ja toimintakyvyn näkökulmasta kuitenkin välinearvoa, sillä ne kuormittavat hermolihasjärjestelmää monipuolisesti ja sisältävät runsaasti liikenopeutta ja reagoitua vaativia sekä tasapainoa horjuttavia tehtäviä. Vastaavia harjoitusvasteita on toki mahdollista saada muistakin liikuntamuodoista, mutta pallopeleissä ne tulevat ikään kuin huomaamatta. Aikuisten (erityisesti naisten) olisikin suotavaa harrastaa pallopelejä. Koska joukkuepelien harrastamista rajoittaa usein sopivan joukkueen ja tilan puute, liikehallinnan kannalta on hyvä muistaa, että mailapelit ovat vähintään yhtä arvokkaita ja niihin on usein helpompi järjestää kaveri ja pelipaikka. Liikehallintaa kehittävän ja kovempitehoisen liikunnan merkitys kevyemmän kestävyystyyppisen liikunnan lisäksi onkin huomioitu vuonna 2009 uusituissa aikuisten kansallisissa terveysliikuntasuosituksissa (Terveysliikuntasuositukset 2009). Kovempitehoisen liikunnan on havaittu myös vähentävän sairastavuutta ja ylläpitävän fyysistä toimintakykyä (Lahti 2011).

Koska tyttöjen liikehallinnan taso kehittyi huippuunsa pääosin kouluiässä ja liikehallinta välineenkäsittely- ja tasapainotehtävissä oli varsin hyvin pysyvää kouluiän jälkeen, tyttöjen liikehallinnan taso olisi hyvä saada jo kouluiässä korkealle tasolle, mikä ennustaa parempaa liikehallintaa myös aikuisiässä. Erityishuomiota pitäisi kiinnittää kouluiässä lii-

kehallinnaltaan heikkoihin tyttöihin, sillä heillä aikuisiän liikehallinnan ennuste oli selkeästi muita ryhmiä heikompi. Aikuisiän liikehallinnan kannalta kouluiässä tulisi tytöillä painottaa enemmän pallopelejä sekä riittävän rajua ja kovatempoista liikuntaa, jossa hورتetaan tasapainoa ja pitää käyttää lihasvoimaa. Hyvä liikehallinta välineenkäsittelytehtävissä madaltaa kynnyistä harrastaa pallopelejä myös kouluiän jälkeen. Koulujen pallopelien tulisiikin pelaamisen ohella sisältää myös erityisesti välineenkäsittelytehtävien harjoittelua. Koska yksittäisten liiketehtävien harjoitteluun on koulussa useimmiten liian vähän aikaa, tulisi opettajien löytää eri liikuntamuodoille yhteisiä liikemalleja ja taitoja, joita voisi harjoittaa pidempijaksoisesti, vaikka tuntien sisällöt vaihtuisivatkin. Esimerkiksi ennen kevään pesäpallajaksoa kannattaisi pelata mailapelejä palloon osumisen helpottamiseksi tai harjoitella heittämistä ja kiinniottoa yleisurheilun tai pelien kautta jo sisätiloissa, jossa välineet eivät karkaa kauas ja toistoja saadaan paljon.

Koulujen liikunnanopetuksen sisältöjen jaksottamista liikemallien ympärille olisi suotavaa käyttää muissakin liikuntamuodoissa kuin pallopeleissä. Tässä tutkimuksessa tuli ilmi, että kärrynpyörä ei kehittynyt kummallakaan sukupuolella kouluiässä, joten normaali kouluopetus ei riitä kärrynpyörän kehittämiseen. Voimistelun liikemalleja voisi harjoittaa usean viikon ajan valitsemalla muutama liike joita harjoitellaan vähän aikaa vaikkapa alkulämmittelyn yhteydessä joka tunti muun sisällön vaihdellessa. Tämän kaltaisesta opetuksen jaksottamisesta on saatu hyviä kokemuksia motoristen taitojen opettamisessa (Kalaja 2012).

Pojilla kouluiässä saavutetulla liikehallinnan tasolla ei ole aikuisiän liikehallinnan kannalta yhtä suurta merkitystä kuin tytöillä, koska poikien liikehallinta kehittyy vielä kouluiän jälkeenkin. Pojilla koulujen liikunnanopetuksessa tulisiikin huolehtia enemmän sisältöjen monipuolisuudesta, sillä yksilöiden liikehallintaprofiilit muodostuvat jo kouluiässä. Esimerkiksi jo kouluiässä on tunnistettavissa oppilaita, jotka ovat hyviä välineenkäsittelytehtävissä (palloilu), mutta joiden muut liikehallinnan osa-alueet ovat heikkoja. Näiden oppilaiden liikehallintaprofiili ja taso eivät juuri muutu aikuisena. Jotta heidän olisi kouluiän jälkeen helpompi harrastaa myös muuta liikuntaa kuin palloilua, kouluiässä olisi hyvä kehittää erityisesti heikkoja osa-alueita liikehallinnassa. Koska liikehallinnan pysyvyys on varsin korkea, aikuisiän liikehallinnan ja liikuntaharrastamisen mahdollistamisen kannalta kouluiässä on tärkeämpää kehittää liikehallinnan heikkoja osa-alueita kuin hioa hyviä osa-alueita huippuunsa.

Kouluiässä kehonrakenteeltaan painavien poikien ja tyttöjen liikehallinta oli aikuisiässä muita ryhmiä heikompi. Kouluiässä kehonrakenteeltaan painavien liikehallinta oli vähintään yhtä hyvää kuin kevyiden ja keskipainoisten, mutta aikuisena heidän liikehallinta oli merkittävästi kouluiässä kevyitä ja keskipainoisia oppilaita heikompa. Painavien lähtötaso ei siis selittänyt heikkoa aikuisiän liikehallintaa. Tähän viittaa myös se, että kouluiässä painavilla liikehallinnan pysyvyys oli heikompa kuin muilla ryhmillä. Ilmeisesti kouluiässä painavien kiinnostus liikuntaharrastamiseen heikkenee muita ryhmiä enemmän kouluiän jälkeen tai heidän liikuntaharrastuksensa painottuvat liikehallinnaltaan suppeisiin liikuntamuotoihin kuten kävelyyn, juoksuun tai pyöräilyyn, jotka ovat toisaalta tehokkaita painonhallinnan näkökulmasta, mikä voi olla painaville tärkeä liikuntamotiivi. Aikuisiässä kehonrakenteella ei kuitenkaan ollut vaikutusta liikehallintaan, joten hyvän liikehallinnan kannalta on tärkeämpää harrastaa liikehallintaa monipuolisesti harjoitettavia liikuntamuotoja kuin pudottaa painoa. Terveysliikunnasta keskusteltaessa tulee usein ensimmäisenä mieleen kestävyystyyppinen kuntoliikunta, vaikka myös muunlaisella kuin kestävyyskuntoa harjoittavilla liikuntamuodoilla on terveydelle ja toimintakyvylle positiivisia vaikutuksia. Koulussa olisi hyvä korostaa terveyden ja toimintakyvyn kannalta myös liikehallintaa ja lihasvoimaa harjoittavien liikuntamuotojen tärkeyttä, mitkä saattavat olla kehonrakenteeltaan painaville kestävyysliikuntaa mielekkäämpiä.

Koululiikunnan tehostamistoimilla voidaan vaikuttaa parhaiten kouluikäisten liikehallintaan, mutta niiden vaikutus aikuisiän liikehallintaan on vain viitteellistä. Aikuisiän liikehallinnan näkökulmasta tehostamistoimien pitäisi olla kouluiässä varsin spesifejä ollakseen vaikuttavia. Liikunnan määrän lisääminen ei riitä, vaan sisällön laatu on liikehallinnan kehittämisessä tärkeämpää. Liikehallinnan pysyvyys kouluiästä aikuisikään oli kuitenkin varsin korkea, hieman lihasvoiman pysyvyyttä parempi, mutta selvästi parempi kuin fyysisen aktiivisuuden ja aerobisen kestävyuden, minkä vuoksi kaikenlainen liikehallinnan harjoittaminen tehostamistoimin tai ilman kouluiässä on ehdottomasti suositeltavaa. Tämä oli ensimmäinen pitkälle aikuisikään ulottuva seurantatutkimus koululiikunnan tehostamistoimenpiteiden vaikutuksesta aikuisiän liikehallintaan. Vinoutuneen otannan (miehet) vuoksi tehostamistoimenpiteiden todellisten vaikutusten arviointi jäi puutteelliseksi ja aiheesta kaivattaisiinkin kipeästi lisätutkimuksia. Myös tehostamistoimenpiteiden riittävästä määrästä ja laadusta kaivattaisiin ehdottomasti lisää tietoa. Pitkittäisaineistot ovat harvinaisia, mutta tästä samasta aineistosta olisi vielä mahdollista etsiä kouluiän tehostamistoimista hyötynneitä henkilöitä, mitata heidän liikehallintaansa aikuisena ja verrata heidän tuloksiaan vertailuryhmään.

Liikehallinnan pysyvyys oli kaikilla tavoin vahvaa kouluiästä aikuisikään. Sekä normatiivinen pysyvyys eli tasoryhmän (heikko, keskiverto, hyvä) pysyvyys omassa viiteryhmissä, suhteellinen pysyvyys eli oman tuloksen pysyvyys, yksilön sisäinen pysyvyys eli liikehallintatyyppien pysyvyys, että liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyys olivat varsin korkeita molemmilla sukupuolilla. Tulos antaa perustelut sille, että kaikenlainen liikehallinnan harjoittaminen kouluiässä on tärkeää ja erityisesti tyttöjen kohdalla jopa ratkaisevaa aikuisiän liikehallinnan kannalta. Kouluiän liikehallinta määrittää hyvin pitkälle aikuisiän liikehallintaa. Toisaalta havaittiin myös, että suuret yksilölliset poikkeamat ovat mahdollisia, minkä vuoksi liikehallintaa kannattaa harjoittaa myös kouluiän jälkeen, vaikka lähtötaso olisi heikko. Tämä oli ensimmäinen tutkimus, jossa selvitettiin liikehallinnan tasoryhmän ja liikehallintatyyppien sekä liikehallinnan monipuolisuuden pysyvyyttä kouluiästä aikuisikään. Erilaisia liikehallintatyyppisiä löytyi nyt neljä ja olisikin mielenkiintoista selvittää millaisia tyyppisiä samasta aineistosta löytyisi eri mittareilla ja myös millaisia tyyppisiä näillä mittareilla löytyisi kouluikäisistä nyt 30 vuotta myöhemmin tai jostain toisesta aikuisryhmästä. Liikehallinnan monipuolisuudesta ei kirjallisuudessa puhuta ja se kaipaisikin lisämäärittelyä, jonka pohjalta voisi muodostaa päteviä mittareita ja tutkia ilmiötä. Tässä esitetty menetelmä oli toistaiseksi ensimmäinen yritys mitata liikehallinnan monipuolisuutta.

Parhaat aikuisiän liikehallinnan selitysmallit olivat lopulta hyvin yksinkertaisia. Miehillä kouluiän liikehallinnan monipuolisuus ja liikkuvuus selittivät 61 % aikuisiän liikehallinnasta. Naisilla kouluiän liikehallinnan monipuolisuus selitti 37 % aikuisiän liikehallinnasta. Tulos kertoo, että poikien ja tyttöjen liikehallinnan kehitys on varsin eriytynyttä ja kouluiän liikehallinnan monipuolisuudella on suuri merkitys etenkin miesten aikuisiän liikehallintaan. Tämä korostaa koululiikunnan monipuolisuuden tärkeyttä, koska se on suurimmalle osalle oppilaita ainut mahdollisuus monipuoliseen liikuntaan. Koululiikunnan monipuolisuutta ei kuitenkaan pitäisi nähdä vain suurena lajikirjona vaan ennemminkin tarkastella millaista liikehallintaa, kunto-ominaisuuksia tai taitoja kukin liikuntamuoto harjoittaa ja valita oppisisällöt sen mukaan. Yhtä lailla olisi järkevää pohtia miten voi monipuolistaa saman liikuntamuodon opettamista, jotta toistomäärät saadaan suuremmiksi ja oppimiseen jää riittävästi aikaa.

Liikehallinnan kehitystä, pysyvyyttä ja ennusteita arvioitaessa on huomioitava, että kohdejoukon kouluiän mittaukset tehtiin lähes 30 vuotta sitten 1980-luvulla ja heidän tuloksensa ei välttämättä kuvaa tämänhetkistä koululaisten liikehallintaa. Esimerkiksi tässä

tutkimuksessa esille tulleet sukupuolten väliset erot kouluiässä välineenkäsittely- ja tasa-painotehtävissä eivät välttämättä ole enää relevantteja lasten ja nuorten liikuntakulttuurin ja -harrastusten muutosten myötä. Olisi kiinnostavaa verrata 2010-luvun koululaisten liikehallintaa tässä tutkimuksessa mukana olleiden liikehallintaan. Vastaavia eri aikakausien lasten ja nuorten liikehallintaa vertailevia poikkileikkaustutkimuksia on toistaiseksi tehty vain Saksassa (Schott 2000). Olisi myös kiinnostavaa verrata missä määrin tähän tutkimukseen osallistuneiden aikuisten liikehallinta vastaa muiden saman ikäisten aikuisten liikehallintaa.

Tutkimuksessa keskityttiin tarkastelemaan koulu- ja aikuisiän liikehallinnan muutoksia ja pysyvyyttä mittaustulosten perusteella, mikä oli tarkoituksenmukaista tutkimustehtävään nähden. Pelkät mittaustulokset eivät kuitenkaan kerro mahdollisten muutosten tai pysyvyyden todellisista syistä. Tätä olisi mahdollista selvittää yhdistämällä määrällistä ja laadullista aineistoa. Tutkimus oli osa laajaa Koululiikunnan vaikuttavuus (KOVA) -tutkimusta, jossa liikehallintamittausten lisäksi tutkimukseen osallistuneita aikuisia haasteltiin heidän koululiikuntakokemuksistaan sekä kerättiin taustatietoja laajalla kyselylomakkeella. Poimimalla aineistosta tutkimushenkilöitä, joiden liikehallinnassa tapahtui runsaasti muutoksia koulu- ja aikuisiän välillä sekä henkilöitä, joilla muutoksia ei tapahtunut ja yhdistämällä nämä tulokset haastattelu- ja kyselyaineistojen tietoihin voitaisiin saada selville erilaisia ”liikehallinnan polkuja” kouluiästä aikuisikään. Samalla voitaisiin päästä kiinni ja tarvittaessa jatkossa vaikuttaa niihin tekijöihin, jotka aiheuttavat muutosta tai ylläpitävät liikehallintaa kouluian jälkeen.

Aikuisena liikehallintaa harjoittavien liikuntamuotojen harrastamisen esteenä saattaa olla ajan puute ja suorituskeskeinen suhtautuminen liikuntaan. Kun liikunnan harrastamiseen käytettävissä olevaa aikaa on vähän, valinta kallistuu useimmiten yksinkertaisiin ja tehokkailta tuntuviin liikuntamuotoihin, kuten lenkkeilyyn, pyöräilyyn tai kuntosaliharjoitteluun, jotka eivät juurikaan harjoita liikehallintaa. Monet tekniset apuvälineet ovat tuoneet erilaisen liikunnan mittaamisen kaikkien ulottuville ja oman liikuntasuorituksen tarkka mittaaminen on monille olennainen osa liikuntaa. Liikehallintaa hyvin harjoitavissa perinteisissä liikuntamuodoissa, kuten palloiluissa, voimistelussa, tanssissa tai pi-hapeleissa mittaaminen ja oman suorituskyvyn seuraaminen on vaikeaa ja joskus jopa mahdotonta. Yksi mahdollisuus saattaisi löytyä lihasaktiivisuuden mittaamisen kehitystyistä älyvaatteista, jotka ovat jo niin kehittyneitä, että muistuttavat normaaleja vaatteita eivätkä siten vaikuta suoritukseen. Tutkimalla liikehallinnaltaan eritasoisten henkilöiden

lihasaktiivisuutta erilaisissa liiketehtävissä päästäisiin ehkä kiinni fysiologisiin mekanismeihin, jotka vaikuttavat liikehallintaan. Myös kaksi- ja kolmiulotteiset liikeanalyysit voisivat tuoda uutta tietoa liikehallinnasta. Biomekaniikan puolella tämän tyyppistä tutkimusta on jo tehty (Kulmala 2015).

Liikuntamuotojen ympärille rakentuvalla toimintakulttuurilla voi olla merkitystä myös liikehallinnalle. Esimerkiksi lasten ja nuorten nykyisin harrastamat uudemmat liikuntamuodot kuten parkour, skeittaus, scoottaus, triikkaus ja lumilautailu ovat erinomaisia liikehallinnan harjoittamisessa. Myös näiden liikuntamuotojen sisäinen kulttuuri on vahvasti tehtäväsuuntautunut ja jopa kilpaurheilusta eroon pyrkivä ja siten hyvin erilainen kuin perinteisimpien liikuntalajien usein kilpaurheilulähtöisempi toimintakulttuuri. Tällainen tehtäväsuuntautunut ja omaan oppimiseen keskittyvä liikuntakulttuuri on liikehallinnan kannalta positiivista ja sillä voisi olla annettavaa sekä koululiikuntaan että kilpaurheiluun. Koulussa ollaankin jo parhaillaan muuttamassa liikunnanopetusta varsin radikaalisti tähän suuntaan. Vuonna 2016 voimaan astuvassa uudessa Perusopetuksen opetussuunnitelmassa korostetaan motoristen taitojen oppimista ja halutaan siirtyä kauemmas laji- ja suorituskeskeisestä liikunnan opetuksesta (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014). Liikehallinnan näkökulmasta tämä voi toteutuessaan olla erinomainen asia. On mielenkiintoista nähdä, miten uusi opetussuunnitelma tulee muuttamaan koululiikuntaa ja millaista 2010-luvun koululaisten liikehallinta on aikuisena 2030-luvulla. Tätä sekulaarisen trendin kehitystä olisi kiinnostava selvittää mittaamalla 2020- ja 2030-luvulla n. 35-vuotiaiden aikuisten liikehallintaa ja verrata tuloksia tämän tutkimuksen aikuisiän tuloksiin.

7 LÄHTEET

- ACSM's health related fitness manual 2005. American College of Sports Medicine. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ahnert, J. 2005. Motorische Entwicklung vom Vorschul- bis ins frühe Erwachsenenalter - Einflussfaktoren und Prognostizierbarkeit. Würzburg: Julius-Maximilians-Universität. Disseration.
- Andersen, L.B. & Haraldsdóttir, J. 1993. Tracking of cardiovascular disease risk factors including maximal oxygen uptake and physical activity from late teenage to adulthood. An 8-year follow-up study. *Journal of Internal Medicine* 23 (4), 309-315.
- Apovian, C.M., Frey, C.M., Wood, G.C., Rogers, J.Z., Still, C.D. & Jensen, G.L. 2002. Body mass index and physical function in older women. *Obesity Research* 10 (8), 740-747.
- Baltes, P.B. 1990. Entwicklungspsychologie der Lebensspanne: Theoretische Leitsätze. *Psychologische Rundschau* 41, 1-24.
- Barnekow-Bergkvist, M., Hedberg, G., Janlert, U. & Jansson, E. 1998. Prediction of physical fitness and physical activity level in adulthood by physical performance and physical activity in adolescence - An 18-year follow-up study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 8 (5, part 1), 299-308.
- Barnett, L., van Beurden, E., Morgan, P., Brooks, L., Zask, A. & Beard, J. 2009. Six year follow-up of students who participated in a school based physical activity intervention: a longitudinal cohort study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 6 (48), 1-8.
- Baur, J. 1987. Über die Bedeutung "sensibler Phasen" für das Kinder- und Jugendtraining. *Leistungssport* 17 (4), 9-14.
- Baur, J. 1994. Zum Problem einer lebenslaufbezogenen Gliederung der motorischen Entwicklung. Teoksessa J. Baur, K. Bös & R. Singer (toim.) *Motorische Entwicklung*. Schorndorf: Verlag Hofmann, 257-259.
- Beunen, G., Lefevre, J., Claessens, A., Lysens, R., Maes, H., Renson, R., Simons, J., Vanden Eyende, B., Vanreusel, B. & Van Den Bossche, C. 1992. Age-specific correlation analysis of longitudinal physical fitness levels in men. *European Journal of Applied Physiology* 64, 538-545.

- Beunen, G., Lefevre, J., Philippaerts, R., Delvaux, K., Thomis, M., Claessens, A., Vanreusel, B., Lysens, R., Vanden Eynde, B. & Renson, R. 2004. Adolescent correlates of adult physical activity: a 26-year follow-up. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 36 (11), 1930-1936.
- Blume, D. 1978. Zu einigen wesentlichen theoretischen Grundpositionen für die Untersuchung der koordinativen Fähigkeiten. *Theorie und Praxis der Körperkultur* 27 (2), 29-30.
- Bouchard, C.R. & Shephard, R.J. 1994. Physical activity, fitness, and health: the model and key concepts. Teoksessa C.R. Bouchard, R. Shephard & T. Stephens (toim.) *Physical activity, fitness, and health*. Champaign, IL: Human Kinetics, 77-88.
- Boyle-Holmes, T., Grost, L., Russell, L., Laris, B.A., Robin, L., Haller, E., Potter, S. & Lee, S. 2010. Promoting elementary physical education: Results of a school based evaluation study. *Health Education and Behavior* 37 (3), 377-389.
- Brauer, S., Woollacott, M. & Shumway-Cook, A. 2001. The interacting effects of cognitive demand and recovery of postural stability in balance-impaired elderly persons. *Journal of Gerontology Series A - Biological Sciences & Medical Sciences* 56 (6), 489-496.
- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietraßyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P. & Tidow, G. 2008. Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience Letters* 441 (2), 219-223.
- Busch, D. & Strauss, B. 2005. Qualitative differences in performing coordination tasks. *Measurement in physical education and exercise science* 9 (3), 161-180.
- Busch, D., Strauss, B., Seidel, I., Pabst, J., Tietjens, M., Müller, L., Kretschmer, J. & Wirsching, D. 2009. Die Konstruktvalidität des Allgemeinen Sportmotorischen Tests für Kinder. *Sportwissenschaft* 39 (2), 95-103.
- Butterfield, J. & Loovis, M. 1993. Influence of age, sex, balance and sport participation on development of throwing by children in grades K-8. *Perceptual and Motor Skills* 76 (2), 459-464.
- Bös, K. 1987. *Handbuch sportmotorischer Tests*. Göttingen: Verlag für Psychologie.
- Bös, K. & Mechling, H. 1983. *Dimensionen sportmotorischer Leistungen*. Schorndorf: Hofmann.
- Bös, K. & Schneider, W. 1997. *Vom Tennistalent zum Spitzenspieler*. Hamburg: Czwalina.
- Caspersen, C.J., Powell, K.E. & Christenson, G.M. 1985. Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports* 100 (2), 126-131.

- Chan, Y-S. 2006. Zum Zusammenhang zwischen posturaler Balance und kognitiven bzw. somatischen Faktoren. Potsdam: Universität Potsdam. Dissertation.
- Clarke, H. 1967. Application of measurement to health and physical education (4th ed.). New Jersey: Prentice-Hall.
- D'Hondt, E., Deforche, B., Vaeyens, R., Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Pion, J., Philippaerts, R., de Bourdeaudhuij, I. & Lenoir, M. 2011. Gross motor coordination in relation to weight status and age in 5- to 12-year-old boys and girls: a cross-sectional study. *International Journal of Pediatric Obesity* 6 (2), 556-564.
- Darling, R., Ludwig, W., Heath, C. & Wolff, H. 1948. Physical fitness. *Journal of the American Medical Association* 136 (11), 764-767.
- Drowatzky, N.J. & Zuccato, F.C. 1967. Interrelationships between selected measures of static and dynamic balance. *Research Quarterly* 38, 509-510.
- Duvigneaud, N., Matton, L., Wijndaele, K., Deriemaker, P., Lefevre, J., Philippaerts, R., Thomis, M., Delecluse, C. & Duquet, W. 2008. Relationship of obesity with physical activity, aerobic fitness and muscle strength in Flemish adults. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 48 (2), 201-210.
- Eisfeld, K. 2005. Motorische Kompetenz und motorische Ressourcen im Seniorenalter. Eine Analyse von sportlich aktiven über 60-jährigen. Hamburg: Kovac.
- El-Khoury, F., Cassou, B., Charles, M. & Dargent-Molina, P. 2013. The effect of fall prevention exercise programmes on fall induced injuries in community dwelling older adults: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Medicine* (347), 1-13.
- Ericsson, I. & Karlsson, M.K. 2014. Motor skills and school performance in children with daily physical education in school - a 9-year intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 24 (2), 273-278.
- EUROFIT - European test of physical fitness. 1988. Rome: Committee for the Development of Sport. Council of Europe.
- Fetz, F. 1989. Motorische Aneignungsfähigkeit und motorische Behaltensfähigkeit als Leistungsindikatoren. Teoksessa F. Fetz, W. Mayer, E. Müller & W. Nachbauer (toim.) *Sportmotorische Diagnoseverfahren*. Wien, 7-56.
- Fetz, F. & Kornexl, E. 1978. *Sportmotorische Tests*. Berlin: Bartels & Wernitz.
- Fjortoft, I. 2000. Motor fitness in pre-primary school children: The EUROFIT motor fitness test explored on 5-7-year-old children. *Pediatric Exercise Science* 12 (4), 424-436.
- Fleishman, E.A. 1964. The structure and measurement of physical fitness. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Fogelholm, M., Malmberg, J., Suni, J., Santtila, M., Kyröläinen, H. & Mäntysaari, M. 2006. Waist circumference and BMI are independently associated with the variation of cardio-respiratory and neuromuscular fitness in young adult men. *International Journal of Obesity* 30 (6), 962-969.
- Gaschler, P. 1994. Entwicklung der Beweglichkeit. Teoksessa J. Baur, K. Bös & R. Singer (toim.) *Motorische Entwicklung*. Schondorf: Verlag Hofmann, 181-190.
- Georgiades, G. & Klissouras, V. 1989. Assessment of youth fitness: the European perspective. *American Journal of Clinical Nutrition* 49 (5), 1048-1053.
- Glasauer, J.G. 2003. Koordinationstraining im Basketball. Von Ressourcen über Anforderungen zu Kompetenzen. Hamburg: Kovac.
- Graf, C., Koch, B., Falkowski, G., Jouck, S., Christ, H., Staudenmaier, K., Tokarski, W., Gerber, A., Predel, H-G. & Dordel, S. 2008. School based intervention: Effects on obesity and physical performance after 4 years. *Journal of Sports Sciences* 26 (10), 987-994.
- Graf, C., Koch, B., Falkowski, G., Jouck, S., Christ, H., Staudenmaier, K., Bjarnason-Wehrens, B., Tokarski, W., Dordel, S. & Predel, H. 2005. Effects of school-based intervention on BMI and motor abilities in childhood. *Journal of Sports Science and Medicine* (4), 291-299.
- Graf, C., Koch, B., Kretschmann-Kandel, E., Falkowski, G., Christ, H., Coburger, S., Lehmacher, W., Bjarnason-Wehrens, B., Platen, P., Tokarski, W., Predel, H.G. & Dordel, S. 2004. Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-project). *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders* 28 (1), 22-26.
- Greene, L.S., Williams, H.G. & Macera, C.A. 1993. Identifying dimensions of physical (motor) functional capacity in healthy older adults. *Journal of Aging and Health* 5 (2), 163-178.
- Gundlach, H. 1968. Systembeziehungen körperlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten. *Theorie und Praxis der Körperkultur* 17 (2), 198-205.
- Haag, H. 1970. Fitness-Tests. *Praxis der Leibesübungen* 11 (1/2/4/9), 3-5, 29-30, 66-67, 113-115.
- Hakkarainen, H. 2009a. Syntymän jälkeinen fyysinen kasvu, kehitys ja kypsyminen. Teoksessa H. Hakkarainen, T. Jaakkola, S. Kalaja, J. Lämsä, A. Nikander & J. Riski (toim.) *Lasten ja nuorten urheiluvallmennuksen perusteet*. Jyväskylä: VK-Kustannus, 73-102.
- Hakkarainen, H. 2009b. Voiman harjoittaminen lapsuudessa ja nuoruudessa. Teoksessa H. Hakkarainen, T. Jaakkola, S. Kalaja, J. Lämsä, A. Nikander & J. Riski (toim.) *Lasten ja nuorten urheiluvallmennuksen perusteet*. Jyväskylä: VK-Kustannus, 195-218.

- Hakkarainen, H. & Nikander, A. 2009. Pitkäjänteisyys ja tavoitteellisuus lasten ja nuorten valmennuksessa. Teoksessa H. Hakkarainen, T. Jaakkola, S. Kalaja, J. Lämsä, A. Nikander & J. Riski (toim.) Lasten ja nuorten urheiluvallennuksen perusteet. Jyväskylä: VK-Kustannus Oy, 139-159.
- Hebbelinck, M. & Borms, J. 1969. Tests en normsschalen (Tests and Norm Scales). Brussels: Free University.
- Hergenroeder, A.L., Wert, D.M., Hile, E.S., Studenski, S.A. & Brach, J.S. 2011. Association of body mass index with self-report and performance-based measures of balance and mobility. *Physical Therapy* 91 (8), 1223-1234.
- Hirtz, P. 1976. Die koordinative Vervollkommnung als wesentlicher Bestandteil der körperlichen Grundausbildung. *Körpererziehung* 26 (8/9), 381-387.
- Hirtz, P. 1988. Koordinative Fähigkeiten im Schulsport. Berlin: Volk und Wissen.
- Hirtz, P. 1994. Motorische Handlungskompetenz als Funktion motorischer Fähigkeiten. Teoksessa P. Hirtz, G. Kirchner & R. Pöhlmann (toim.) Sportmotorik. Kassel: Universität-Gesamthochschule, 117-148.
- Hirtz, P. 2007. Koordinative Fähigkeiten und Beweglichkeit. Teoksessa K. Meinel & G. Schnabel (toim.) Bewegungslehre Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt. 11. überarbeitete und erweiterte Aufl. Aachen: Meyer & Meyer Verlag, 212-242.
- Hirtz, P. & Forschungszirkel "N.A.Bernstein" (toim.) 2007. Phänomene der motorischen Entwicklung der Menschen. Schorndorf: Hofmann.
- Hirtz, P. & Hinsching, J. 1983. Zum Einfluss biologischer und sozialer Faktoren von der Geburt bis zum Schuleintritt auf die koordinativ-motorische Leistungsfähigkeit jungerer Schulkinder. *Theorie und Praxis der Körperkultur* 32, 74-77.
- Hirtz, P., Hotz, A. & Ludwig, G. 2000. Bewegungskompetenzen. Gleichgewicht. Schorndorf
- Hirtz, P., Kopelmann, P. & Sharma, K.D. 1998. An attempt to classifying types of individual motor development of school children. Teoksessa P. Blaser (toim.) *Sport Kinetics* 97. Hamburg: Czwalina, 151-156.
- Hirtz, P. & Sharma, K.D. 1995. Biologisches Alter und Koordination. Abschlussbericht des BISp-projekts 0407/06/07/92-94. Teoksessa P. Hirtz & Forschungszirkel "N.A.Bernstein" (toim.) Phänomene der motorischen Entwicklung des Menschen. Schondorf: Hofmann.
- Hirtz, P. & Starosta, W. 2002. Sensible und kritische Perioden in der Entwicklung der Bewegungskoordination und das "beste motorische Lernalter". Teoksessa G. Ludwig & B. Ludwig (toim.) Koordinative Fähigkeiten - koordinative Kompetenz. Kassel: Universitäts-Bibliothek, 123-127.

- Hodgkins, J. 1963. Reaction and speed of movement in males and females of various ages. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 34, 335-343.
- Holopainen, S. 1990. Koululaisten liikuntataidot. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 26. Jyväskylän yliopisto. Liikuntakasvatuksen laitos. Liikunta-pedagogiikan väitöskirja.
- Holopainen, S., Lumiaho, P., Pehkonen, M. & Telama, R. 1982. Koululiikunnan taitotutkimus: lähtökohdat ja toteutus. *Liikunnan ja kansanterveyden julkaisu* 35. Jyväskylä: Liikunnan ja kansanterveyden edistämisseätiön tutkimuslaitos.
- Israel, S. & Weidner, A. 1988. *Körperliche Aktivität und Altern*. Leipzig: Barth.
- Jackson, A. & Baker, A. 1986. The relationship of the sit and reach test to criterion measures of hamstring and back flexibility in young females. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 57 (3), 183-186.
- Jackson, A. & Langford, N. 1989. The criterion-related validity of the sit-and-reach test: Replication and extension of previous findings. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 60, 384-387.
- Joch, W. & Hasenberg, R. 1991. Lernalter und motorische Lernleistungen. *Sportunterricht* 40 (6), 216-222.
- Jochade, H. & Schwarze, S. 1984. Zu den Wechselbeziehungen zwischen dem Ausprägungsgrad konditioneller und koordinativer Fähigkeiten und dem Niveau sportbezogener Einstellungen und Verhaltensweisen bei Studenten. *Theorie und Praxis der Körperkultur* 33 (12), 894-899.
- Jurak, G., Kovac, M. & Strel, J. 2006. Impact of additional physical education lessons programme on the physical and motor development of 7- to 10-year-old children. *Kinesiology* 38 (2), 105-115.
- Kalaja, S. 2012. Fundamental movement skills, physical activity, and motivation toward Finnish school physical education: a fundamental movement skills intervention. *Studies in sport, physical education and health*. Jyväskylä: University of Jyväskylä. Dissertation.
- Kalaja, S., Jaakkola, T. & Liukkonen, J. 2009. Motoriset perustaidot peruskoulun seitsemäsluokkalaisilla oppilailla. *Liikunta ja Tiede* 46 (1), 36-44.
- Kalaja, S., Jaakkola, T., Liukkonen, J. & Watt, A. 2010. Movement skills as correlates of the physical activity engagement of Finnish physical education students. *Scandinavian Sport Studies Forum* 1 (2010), 68-87.
- Kalari, J., Pehkonen, M. & Nupponen, H. 2012. Liikehallinnan muutos kouluiästä aikuisikään. Teoksessa H. Nupponen & S. Penttinen (toim.) *Koululaisesta nuoreksi aikuiseksi - aikuisiän liikunnallisuuden ennusteita*. Rauman opettajan-koulutuslaitos: Turun yliopisto, 178-207.

- Kambas, A., Antoniou, P., Xanthi, G., Heikenfeld, R., Taxildaris, K. & Godolias, G. 2004. Unfallverhütung durch Schulung der Bewegungskoordination bei Kindergartenkinder. *Deutsche Zeitschrift für Sportsmedizin* 55 (2), 44-47.
- Kansallinen liikuntatutkimus 2009-2010a. Lapset ja nuoret. SLU.
<<http://www.sport.fi/kirjasto/teos/kansallinen-liikuntatutkimus-2009-2010-lapset-ja-nuoret#>> (Luettu 13.08.2015)
- Kansallinen liikuntatutkimus 2009-2010b. Aikuisliikunta. SLU.
<<http://www.sport.fi/kirjasto/teos/kansallinen-liikuntatutkimus-2009-2010-aikuiset>> (Luettu 14.08.2015)
- Kemper, H., de Vente, W., van Mechelen, W. & Twisk, J. 2001. Adolescent motor skill and performance: Is physical activity in adolescence related to adult physical fitness? *American Journal of Human Biology* 13, 180-189.
- Kemper, H. & Van Mechelen, W. 1996. Physical fitness testing of children: A European perspective. *Pediatric Exercise Science* 8, 201-204.
- Kemper, H.C.G. 1995. The Amsterdam growth study. A longitudinal analysis of health, fitness and lifestyle. *Human Kinetics Science Monograph Series* 6. Illinois: Human Kinetics.
- Kiphard, E.J. 1983. Veränderungen der Psychomotorik im Alter. *Motorik* 6 (4), 95-103.
- Kirjonen, J. & Laakso, L. 1969. Fyysinen kunto – opetustulosten vai sosiaalisen valikointumisen mitta? *Stadion* (3), 13-16.
- Kirjonen, J. & Laakso, L. 1971. Opettajien käsityksiä KTL:n poikien kuntokokeesta. *Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisuja* 87.
- Kirjonen, J. & Mattila, E. 1969. Poikien kuntokoe. *Kasvatustieteiden edistämisseura r.y.* Jyväskylä.
- Klein, M., Fröhlich, M. & Emrich, E. 2011. Sozialstatus, Sportpartizipation und sportmotorische Leistungsfähigkeit. *Sport und Gesellschaft - Sport and Society* 8 (1), 54-79.
- Kohoutek, M., Hendl, J., Vele, F. & Hirtz, P. 2005. *Koordinacni schopnosti deti.* Univerzita Karlova-Verlag.
- Kraus, H. & Hirschland, R. 1954. Minimum muscular fitness tests in school children. *Research Quarterly* 25, 178-188.
- Krug, J., Blume, D-D. & Hartmann, C. 2007. Forschungs- und Diagnosemethoden im Anwendungsbereich der Bewegungslehre. Teoksessa K. Meinel & G. Schnabel (toim.) *Bewegungslehre - Sportmotorik.* Aachen: Meyer & Meyer Verlag, 374-409.

- Kruger, H. & Zimmermann, K. 1983. Koordinative Fähigkeitsentwicklung und Technikschiilung bei jungen Sportlern. Theorie und Praxis der Körperkultur 32 (11), 852-854.
- Kröger, C. & Roth, K. 1999. Ballschule. Ein ABC für Spielanfänger. Schondorf: Hofmann.
- Kulmala, J-P. 2015. The effects of locomotor pattern diversity and ageing on the lower limb joint mechanics and loading during human walking and running. Studies in sport, physical education and health. University of Jyväskylä. Dissertation.
- Laakso, L. 1972. Poikien kuntokokeen faktorirakenne ja kehittyminen kansa- ja oppikoulujojilla. Liikuntapedagogiikan laitos. Jyväskylän yliopisto.
- Laakso, L. 2007. Johdatus liikuntapedagogiikkaan ja liikuntakasvatukseen. Teoksessa P. Heikinaro-Johansson & T. Huovinen (toim.) Näkökulmia liikuntapedagogiikkaan. 2. painos. Porvoo: WSOY, 16-24.
- Lahti, J. 2011. Leisure-time physical activity, health related functioning and retirement: a prospective cohort study among middle-aged employees. Helsingin yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta. Hjelt-instituutti. Väitöskirja.
- Lefevre, J., Beunen, G., Steens, G., Claessens, A. & Renson, R. 1990. Motor performance during adolescence and age thirty as related to age at peak height velocity. Annals of Human Biology 17 (5), 423-435.
- Lefevre, J., Philippaerts, R., Delvaux, K., Thomis, M., Vanreusel, B., Vanden Eyende, B., Claessens, A., Lysens, R., Renson, R. & Beunen, G. 2000. Daily physical activity and physical fitness from adolescence to adulthood: A longitudinal study. American Journal of Human Biology 12 (4), 487-497.
- Lindström, P.J., Suni, J.H. & Nygård, C.H. 2009. Associations of leisure-time physical activity with balance and lower extremity strength: a validation of the neuromuscular part of the Physical Activity Pie. Journal of Physical Activity and Health 6 (4), 493-502.
- Lubans, D.R., Morgan, P.J., Cliff, D.P., Barnett, L.M. & Okely, A.D. 2010. Fundamental movement skills in children and adolescents: review of associated health benefits. Sports Medicine 40 (12), 1019-1035.
- Ludwig, G. & Hirtz, P. 1981. Verbesserung der motorischen Lernfähigkeit durch breite koordinative Befähigung. Körperziehung 31 (7), 317-319.
- Lämmle, L., Tittlbach, S., Oberger, J., Worth, A. & Bös, K. 2010. A two-level model of motor performance ability. Journal of Exercise Science & Fitness 8 (1), 41-49.
- Malina, R., Bouchard, C. & Bar-Or, O. 2004. Growth, maturation and physical activity. (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

- Mansfield, A., Peters, A.L., Liu, B.A. & Maki, B.E. 2010. Effect of a perturbation-based balance training program on compensatory stepping and grasping reactions in older adults: a randomized controlled trial. *Physical Therapy* 90 (4), 476-491.
- Mechling, H. 1982. Is the concept of "motor fitness" still or again all right? Teoksessa J. Simons & R. Renson (toim.) *Evaluation of motor fitness. Report of the European Research Seminar on the Evaluation of Motor Fitness*, Leuven, May 13th-15th 1981. Leuven: Institute of Physical Education of the K.U.Leuven, 115-130.
- Mechling, H. 2003. Von koordinativen Fähigkeiten zum Strategie-Adaptions-Ansatz. Teoksessa H. Mechling & J. Munzert (toim.) *Handbuch Bewegungswissenschaft - Bewegungslehre*. Schondorf: Horfmann, 347-369.
- Meinel, K. 1960. *Bewegungslehre*. Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verlag.
- Meinel, K. & Schanbel, G. (toim.) 2007. *Bewegungslehre - Sportmotorik. Abriss einer Theorie dersportlichen Motorik unter pedagogischem Aspekt*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Mero, A. 1997. Voima. Teoksessa A. Mero, A. Nummela & K. Keskinen (toim.) *Nykyaikainen urheiluvallmennus*. Jyväskylä: Mero Oy, 147-166.
- Metsämuuronen, J. 2009. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Tutkijalaitos. Jyväskylä: International Methelp Ky.
- Mikkelsson, L. 2007. Koulun kuntotestistö aikuisiän kunnan ja terveyden ennustajana. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 200. Jyväskylä: Liikunnan ja kansanterveyden edistämisyhdistys LIKES. Liikuntapedagogiikan väitöskirja.
- Morgan, P., Barnett, M., Cliff, D., Okely, A., Scott, H., Cohen, K. & Lubans, D. 2013. Fundamental Movement skill interventions in youth: A systematic review and meta-analysis. *Pediatrics* 132 (5), 1361-1383.
- Nagasaki, H., Itoh, H. & Furuna, T. 1995. A physical fitness model for older adults. *Aging - Clinical and Experimental Research* 7 (5), 392-397.
- Nummenmaa, L. 2004. Käyttäytymistieteiden tilastolliset menetelmät. Vammalan Kirjapaino: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Nupponen, H. 1979. Evaluation of the physical fitness of Finnish school children. Teoksessa T. Tammivuori (toim.) *Evaluation. International Congress of Physical Education*, Jyväskylä, June 28-July 3 1976. The Finnish Society for Research in Sport and Physical Education publication 64. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura, 153-158.
- Nupponen, H. 1981. Koululaisten fyysis-motorinen kunto. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 30. Jyväskylä: Liikunnan ja kansanterveyden edistämisyhdistys.

- Nupponen, H. 1990. Tehostetun koululiikunnan vaikutukset. *Liikunta & Tiede* 27 (6), 52-56.
- Nupponen, H. 1997. 9–16-vuotiaiden liikunnallinen kehittyminen. *Research Reports on Sport and Health* 106. Jyväskylä: LIKES-tutkimuskeskus. Liikuntapedagogiikan väitöskirja.
- Nupponen, H. 2001. Liikuntakykyisyys ja ominaisuusopetus: Tavoitteena ominaisuudet, sisältöinä lajit. *Liikunta & Tiede* 38 (1), 10-15.
- Nupponen, H., Halonen, L., Mäkinen, H. & Pehkonen, M. 1991. Tehostetun koululiikunnan tutkimus: Peruskoulun oppilaiden liikunnalliset, tiedolliset ja sosiaaliset toiminnat kolmen lukuvuoden aikana. Lähtökohdat, menetelmät ja aineiston kuvailu. *Kasvatustieteiden tiedekunta. Julkaisusarja A:146*. Rauma: Turun yliopisto. Rauman opettajankoulutuslaitos.
- Nupponen, H. & Penttinen, S. (toim.) 2012. Koululaisesta nuoreksi aikuiseksi: aikuisiän liikunnallisuuden ennusteita. Rauman opettajankoulutuslaitos: Turun yliopisto.
- Nupponen, H., Penttinen, S., Pehkonen, M., Kalari, J. & Palosaari, A-M. 2010. KOULULIIKUNNAN VAIKUTTAVUUS -TUTKIMUS: Lähtökohdat, menetelmät ja aineiston kuvaus. Rauma: Turun yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Rauman yksikkö.
- Nupponen, H., Soini, H., Summanen, A. & Telama, R. 2007. Koululaisten kunnon ja liikehallinnan mittaaminen. *Opetusmateriaalit* 1/2007. Turun yliopisto. Rauman opettajankoulutuslaitos. DVD-CD -levyt.
- Nupponen, H., Soini, H. & Telama, R. 1999. Koululaisten kunnon ja liikehallinnan mittaaminen. *Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja* 118. Jyväskylä: LIKES-tutkimuskeskus ja Liikuntakasvatuksen tutkimus- ja kehittämiskeskus.
- Nupponen, H., Telama, R. & Töyli, V-M. 1979. Koulun kuntotestistö. *Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja* 19. Jyväskylä: Liikunnan ja kansanterveyden edistämissätiön tutkimuslaitos.
- Oja, P. & Tuxworth, B. (toim.) 1995. Eurofit for adults. Assessment of health-related fitness. Tampere: Council of Europe.
- Okely, A.D., Booth, M.L. & Chey, T. 2004. Relationships between body composition and fundamental movement skills among children and adolescents. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 75 (3), 238-247.
- Pate, R.R. 1983. A new definition of youth fitness. *The Physician and Sportmedicine* 11 (4), 77-83.
- Pate, R.R. 1988. The evolving definition of youth fitness. *Quest* 40 (3), 174-179.

- Pehkonen, M. 1999. Liikuntataitojen oppiminen ja opettaminen. Telinevoimistelutaidot ja liikunnanopetus. Liikuntakasvatuksen tutkimus- ja kehittämiskeskuksen julkaisuja 2. Jyväskylän yliopisto. Liikuntakasvatuksen laitos ja Liikuntakasvatuksen tutkimus- ja kehittämiskeskus. Liikuntapedagogiikan väitöskirja.
- Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Vammala: Opetushallitus.
- Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Opetushallitus.
<http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/opetussuunnitelmien_ja_tutkintojen_perusteet/perusopetus> (Luettu 14.08.2015)
- Pitkänen, P. 1964. Fyysisen kunnan rakenne ja kehittyminen. Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research 6. Jyväskylän kasvatustieteellinen korkeakoulu ja Jyväskylän yliopistoyhdistys.
- Pitkänen, P., Komi, P.V., Nupponen, H., Rusko, H., Telama, R. & Tiainen, J. 1979. Evaluating the product of physical education. Teoksessa T. Tammivuori (toim.) Evaluation. International Congress of Physical Education, Jyväskylä, June 28- July 3 1976. The Finnish Society for Research in Sport and Physical Education publication. 64 Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura, 119-136.
- Planinsec, J. 2002. Relations between the motor and cognitive dimensions of preschool girls and boys. *Perceptual and Motor Skills* 94 (2), 415-423.
- Pollock, A., Durward, B., Rowe, P. & Paul, J. 2000. What is balance. *Clinical rehabilitation* 14 (4), 402-406.
- Raczek, J., Waskiewicz, Z. & Juras, G. 1997. Raum-zeitliche Aspekte koordinativ-motorischer Leistungsvoraussetzungen - Objektivierungsversuch der Diagnostik. Teoksessa P. Hirtz & F. Nüske (toim.) *Bewegungskoordination und sportliche Leistung integrative betrachtet*. Hamburg: Czwalina, 293-300.
- Reed, M., Metzker, A. & Phillips, D. 2004. Relationships between physical activity and motor skills in middle school children. *Perceptual and Motor Skills* 99 (2), 483-494.
- Richter, H., Iske, H. & Crasselt, W. 1985. Ausgewählte sportliche Leistungen im Altersgang, dargestellt am Beispiel der Untersuchungen zum Sportabzeichenprogramm der DDR. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Deutschen Hochschule für Körperkultur* 26, 109-139.
- Rikli, R.E. & Busch, S. 1986. Motor performance of women as a function of age and physical activity level. *Journal of Gerontology* 41 (5), 645-649.
- Rinne, M. 2010. Effects of physical activity, specific exercise and traumatic brain injury to motor abilities. Theoretical and pragmatic assessment. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 154. University of Jyväskylä. Dissertation.

- Rogers, F. 1926. Physical capacity tests in the administration of physical education. New York: Bureau of Publications, Columbia University.
- Roth, K. 1981. Die Entwicklung motorischer Fähigkeiten und sportmotorischer Fertigkeiten. Teoksessa M. Willimczik & M. Grosser (toim.) Die motorische Entwicklung im Kindes- und Jugendalter. Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft Band 24 (2.Auflage). Schondorf: Hofmann, 239-251.
- Roth, K. 1982. Strukturanalyse koordinativer Fähigkeiten. Bad Homburg: Limpert.
- Roth, K. 2002. Die fähigkeitsorientierte Betrachtungsweise der Sportmotorik und die koordinativen Fähigkeiten. Teoksessa G. Ludwig & B. Ludwig (toim.) Koordinative Fähigkeiten - koordinative Kompetenz. Kassel: Gesamthochschule, 13-19.
- Roth, K. & Winter, R. 1994. Entwicklung koordinativer Fähigkeiten. Teoksessa J. Baur, K. Bös & R. Singer (toim.) Motorische Entwicklung. Schorndorf: Verlag Hofmann, 191-216.
- Rudisill, M.E. & Toole, T. 1993. Gender differences in motor performance of 50- to 79 - year-old adults. *Perceptual and Motor Skills* 77 (3), 939-947.
- Rutenfranz, J. 1986. Longitudinal approach to assessing maximal aerobic power during growth: the European experience. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 18, 270-275.
- Schielke, E. 1983. Zur koordinativ-motorischen Vervollkommnung Studierender im Sportunterricht. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt-Universität. Dissertation.
- Schielke, E. & Vilkner, H. 1994. Koordinative Fähigkeiten im Seniorenalter. Teoksessa P. Hirtz & F. Nüske (toim.) Motorische Entwicklung in der Diskussion. Sankt Augustin: Academia, 169-176.
- Schmidt, R. & Wrisberg, C. 2004. Motor learning and performance. A problem based learning approach. (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidtbleiber, D. 1994. Entwicklung der kraft und der Schnelligkeit. Teoksessa J. Baur, K. Bös & R. Singer (toim.) Motorische Entwicklung. Schorndorf: Verlag Hofmann, 129-150.
- Schnabel, G. 1973. Die koordinativen Fähigkeiten und das Problem der Gewandtheit. *Theorie und Praxis der Körperkultur* 22 (3), 263-269.
- Schneider, W. 1994. Methodologische Probleme und Möglichkeiten bei der längsschnittlichen Analyse motorischer Entwicklungsverläufe. Teoksessa J. Baur, K. Bös & R. Singer (toim.) Motorische Entwicklung. Schorndorf: Verlag Hofmann, 356-372.

- Schott, N. 2000. Prognostizierbarkeit und Stabilität von sportlichen Leistungen über einen Zeitraum von 20 Jahren - Eine Nachuntersuchung bei 28jährigen Erwachsenen. Fridericiana-Universität Karlsruhe. Fakultät für Geistes- und Socialwissenschaften. Dissertation.
<digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/documents/2676>
(Luettu 14.02.2012)
- Seefeldt, V. & Vogel, P. 1989. Physical fitness testing of children: A 30-year history of misguided efforts? *Pediatric Exercise Science* 1, 295-302.
- Sharma, K.D. 1993. Biologisches Alter und koordinative Entwicklung in der Pubertät. Kassel: Gesamthochschul-Bibliothek.
- Simons, J. & Renson, R. (toim.) 1982. Evaluation of motor fitness. Report of the European research seminar on the evaluation of motor fitness, Leuven, May 13th-15th 1981. Leuven: Institute of Physical Education of the K.U. Leuven.
- Singer, R. 1994. Biogenetische Einflüsse auf die motorische Entwicklung. Teoksessa J. Baur, K. Bös & R. Singer (toim.) *Motorische Entwicklung – Ein Handbuch*. Schorndorf: Hofmann, 51-71.
- Spiriduso, W.W. & Clifford, P. 1978. Replication of age and physical activity effects on reaction and movement time. *Journal of Gerontology* 33 (1), 26-30.
- Stones, M.J. & Kozma, A. 1987. Balance and age in the sighted and blind. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 68 (2), 85-89.
- Stones, M.J., Stones, L. & Kozma, A. 1987. Indicators of elite status in persons aged over 60 years: A study of elderhostelers. *Social Indicators Research* 19 (3), 275-285.
- Teipel, D. 1988. Diagnostik koordinativer Fähigkeiten. Eine Studie zur Struktur und querschnittlich betrachteten Entwicklung fein- und grobmotorischer Leistungen. München: Profil.
- Telama, R., Nupponen, H. & Holopainen, S. 1982. Motor fitness tests for Finnish schools. Teoksessa J. Simons & R. Renson (toim.) *Evaluation of motor fitness. Report of the European research seminar on the evaluation of motor fitness, Leuven, May 13th - 15th 1981*. Leuven: Institute of Physical Education of the K.U. Leuven.
- Telama, R. & Yang, X. 2000. Decline of physical activity from youth to young adulthood in Finland. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32 (9), 1617-1622.
- Terveysliikuntasuosituksset 2009. UKK-instituutti. Terveysliikuntasuosituksset 18-64-vuotiaille. Liikuntapiirakka. <<http://www.ukkinstituutti.fi/liikuntapiirakka>> (Luettu 17.11.2011)
- Tofahrn, K.W. 1997. Soziale Schichtung im Sport. Frankfurt am Main: Lang.

- Toole, T. & Kretzschmar, J. 1993. Gender differences in motor performance in early childhood and later adulthood. *Women in Sport & Physical Activity Journal* 2 (1), 41-71.
- Tsigilis, N., Douda, H. & Tokmakidis, S. 2002. Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered university students. *Perceptual and Motor Skills* 95 (3 part 2), 1295-1300.
- U.S. Department of Health and Human Services 2008. Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington DC. <<http://www.health.gov/paguidelines/report/Committeereport.pdf>> (Luetu 17.11.2011)
- Uhrich, T.A. & Swalm, R.L. 2007. A pilot study of a possible effect from a motor task on reading performance. *Perceptual and Motor Skills* 104 (3), 1035-1041.
- van Beurden, E., Barnett, L., Zask, A., Dietrich, U., Brooks, L. & Beard, J. 2003. Can we skill and activate children through primary school physical education lessons? "move it groove it" - a collaborative health promotion intervention. *Preventive Medicine* 36 (4), 493-501.
- Voelcker-Rehage, C. 2005. Der Zusammenhang zwischen motorischer und kognitiver Entwicklung im frühen Kindesalter – Ein Teilergebnis der MODALIS-Studie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 56 (10), 358-363.
- Voelcker-Rehage, C., Godde, B. & Staudinger, U.M. 2010. Cardiovascular and motor fitness are both related to cognition in old age. *European Journal of Neuroscience* 31 (1), 167-176.
- Volbekiene, V. & Gričiute, A. 2007. Health-related physical fitness among schoolchildren in Lithuania: A comparison from 1992 to 2002. *Scandinavian Journal of Public Health* 35 (3), 235-242.
- Walther, C., Gaede, L., Adams, V., Gelbrich, G., Leichtle, A., Erbs, S., Sonnabend, M., Fikenzer, K., Körner, A., Kiess, W., Bruegel, M., Thiery, J. & Schuler, G. 2009. Effect of increased exercise in school children on physical fitness and endothelial progenitor cells: A prospective randomized Trial. *Circulation* 2009 (120), 2251-2259.
- Weiss, U. 1978. Biologische Grundlagen und körperliche Leistungsfähigkeit. Teoksessa K. Egger (toim.) *Turnen und Sport in der Schule*. Bern, 33-61.
- Willimczik, K., Meierarend, E-M., Pollmann, D. & Reckeweg, R. 1999. Das beste motorische Lernalter - Forschungsergebnisse zu einem pädagogischen Postulat und zu kontroversen empirischen Befunden. *Sportwissenschaft* 29 (1), 42-61.
- Winter, R. & Hartmann, C. 2007. Die motorische Entwicklung des Menschen. Teoksessa K. Meinel & G. Schnabel (toim.) *Bewegungslehre - Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag, 243-373.

- Wolfson, L., Whipple, R., Derby, C., Judge, J., King, M., Amerman, P., Schmidt, J. & Smyers, D. 1996. Balance and strength training in older adults: Intervention gains and Tai Chi maintenance. *Journal of the American Geriatrics Society* 44 (5), 498-506.
- Zacheus, T. 2008. Sukupolven vaihdos näkyy liikuntalajien suosiossa. *Liikunta & Tiede* 45 (4), 12-15.
- Zimmer, H. 1984. Zur Struktur der koordinativen Leistungsfähigkeit jungerer trainierender Erwachsener und Möglichkeiten ihrer erfassung. Ein Beitrag zur Theorie koordinativer Fähigkeiten. Leipzig: Deutsche Hochschule für Körperkultur. Dissertation.
- Zimmermann, K. & Rostock, J. 2002. Koordinationskriterien und koordinative Fähigkeiten. Teoksessa G. Ludwig & B. Ludwig (toim.) *Koordinative Fähigkeiten - koordinative Kompetenz*. Kassel: Gesamthochschul-Bibliothek, 65-69.

8 LIITTEET

Liite 1. Liikehallintamittarit ja niiden suoritusohjeet

FLAMINGOSEISONTA (FL30)



Tarvikkeet:

1 - 5 kpl 50 cm pitkää metallista tai puista tankoa. Tangon korkeus on 4 cm ja leveys 3 cm. Kaksi 15 cm pitkää tangon päiden alle kiinnitettyä poikittaista tukea. Sekuntikello / tanko.

Liikuntakyky: Tasapaino, reagointi

Mittarin kuvaus: Yhden jalan tasapainoilu tangolla ohjeiden mukaan

Ohjeet mitattavalle:

Suoritus tehdään ilman jalkineita. Yritä pysyä tasapainossa tangon päällä jalkapohja puituussuunnassa niin pitkään kuin mahdollista. Ennen suoritusta voit harjoitella tasapainoa kerran kummallakin jalalla ja päättää sen jälkeen kummalla jalalla teet varsinaisen suorituksen. Taivuta vapaa jalkasi taakse ja pidä siitä kiinni saman puolen kädellä. Voit käyttää vapaata kättä pitääksesi yllä tasapainoa. Tartu avustajan käsivarteen tai olkapäähän. Mittaus alkaa ja sekuntikello käynnistetään, kun irrotat otteesi. Yritä pysyä tässä asennossa tasapainossa tangon 30 sekunnin ajan. Aina kun menetät tasapainosi (esimerkiksi päästät irti kiinni pitämästäsi jalastasi) tai kosketat lattiaa millä tahansa kehonosallasi, kello pysäytetään. Kello käynnistetään (ei nollata), kun olet uudestaan alkuasennossa ja irrotat otteesi tukijasta. Näin jatketaan, kunnes 30 sekuntia on kulunut. Lasketaan yritykset. Testin aikana voit vaihtaa suorittavaa jalkaasi.

Ohjeet mittaajalle:

- Asetu mitattavan etupuolelle.
- Mitattavalle annetaan yksi kokeilu, jotta hän voi tutustua mittaukseen ja päättää, kummalla jalalla hän tekee suorituksen. Samalla varmistat, että hän on ymmärtänyt ohjeet oikein.
- Käynnistä kello, kun mitattava irrottaa otteensa.
- Pysäytä kello, kun mitattava irrottaa otteensa koukussa olevasta jalastaan tai koskettaa lattiaa jollain kehonosallaan. Mitattava voi vaihtaa tässä vaiheessa jalkaa.
- Anna mitattavan ottaa rauhassa oikea alkuasento jokaisen putoamisen jälkeen.

Tulos: Kuinka monta yritystä tarvitaan, jotta pysytään tasapainossa tangolla 30 sekunnin ajan.

Esimerkki: Mitattava käyttää 5 yritystä pysyäkseen 30 sekunnin ajan tasapainossa tangon päällä = 5.

TARKKUUSHEITTO-KIINNIOTTO (THK)



Tarvikkeet:

- Tennispallo, joka 2 metrin korkeudelta pudotettaessa pomppaa 110 cm:n korkeuteen
- sekuntikello
- ympyrät eli heittokohdet (3 kpl)
- teippiä

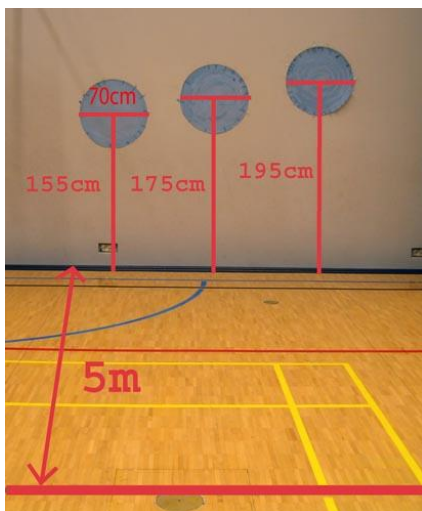
Liikuntakyky: Suuntatarkkuus, yhdistely, muuntelu, reagointi, nopeus- ja voimaerottelu

Mittarin kuvaus: Tennispalloa heitetään heittoviivan takaa 10 kertaa tavoitteena osua seinässä olevaan ympyrään ja saada seinästä pomppaava pallo kiinni, joko suoraan ilmasta tai ensimmäisestä pompusta, kokonaissuorituksesta mitataan aika.

Ohjeet mitattavalle:

Heitä tennisballolla 10 kertaa tavoitteena osua seinässä olevaan ympyrään, ja yritä saada seinästä pomppaava pallo kiinni joko suoraan ilmasta tai ensimmäisestä pompusta. Valitse kolmella koeheitolla ympyrä, johon heität varsinaisen suorituksen. Heittotapa on yhdellä kädellä yläkautta. Suorituksesta otetaan aika ensimmäisen heiton irtoamisesta viimeisen heiton kiinniottoon. Mikäli pallo karkaa, hae se ja mene heittämään viivan taakse. Ympyrän sisälle tai viivalle osunut heitto lasketaan osumaksi. Osumat ja sääntöjen mukaiset kiinniottot lasketaan yhteen sekä mitataan aika.

Ohjeet mittaajalle:



- Mittaa saliin 5 metrin matka seinästä ja merkitse etäisyys teipillä.
- Merkitse teipillä tai pahvilla seinään kolme ympyrää oheisen kuvan mukaisesti.
- Suoritus alkaa, kun pallo irtoaa heittäjän kädestä ja päättyy 10. heiton jälkeiseen kiinniottoon.
- Mikäli suorittaja ei saa viimeistä heittoa kiinni, hänen on haettava se ja ajanotto päättyy suorittajan saadessa pallon käteensä.
- Suorittajan on heitettävä samaan kohteeseen kaikki heitot.
- Mikäli on käytettävissä vain yksi mittaaja, suorittaja laskee ääneen heitot, mittaaja laskee pisteet ja ottaa ajan kellon antamalla tarkkuudella.

- Pistelaskussa käytetään aikaa lähimpään kymmenesosasekuntiin pyöristettynä.

Tulos: Pisteiden määrä aikayksiköissä (=10 sekuntia). Esim. 9 osumaa (liitetaulukossa 3 = o) , 9 kiinniottoa (liitetaulukossa 3 = k), kokonaisaika 31,0 sekuntia $\rightarrow (18/31,0 \times 10) = 5,8$

8-KULJETUS (8KU)



Tarvikkeet:

Kaksi merkkikartiota, teippiä, sekuntikello, normaalikokoinen lentopallo (pomppauskorkeus 2 m:n pudotuksesta vähintään 110 cm), voimistelupenkkejä

Liikuntakyky: Yhdistely, voimaerottelu, nopeuserottelu, suunta- ja ajoitustarkkuus, muuntelu ja reagointi

Mittarin kuvaus: Pallon kuljetus kahdeksikkorataa jaloin ja käsin

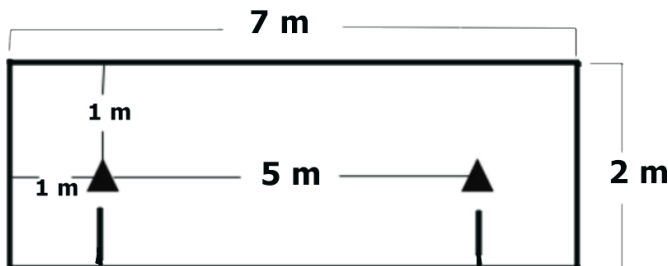
Ohjeet mitattavalle:

Seiso lähtöviivan takana. Merkistä *valmiina - nyt* kuljeta lentopalloa jaloillasi kahdeksikkorataa kiertäen kartiot. Kuljettaessasi palloa jaloin voit käyttää penkkejä hyväksesi. Kun puoli minuuttia on kulunut, mittaaja ilmoittaa - *pompotus*. Ota silloin pallo käteesi ja pompota sitä yhdellä kädellä samaa kahdeksikkorataa kuin jaloillakin. Voit vaihtaa kättä pompotuksen aikana. Pompotusten aikana pallon ei tarvitse kiertää kartioita. Mittaus loppuu, kun mittaaja ilmoittaa -*seis*. Mikäli pallo karkaa rajoitetulta alueelta, hae se välittömästi käsin ja jatka suoritusta. Tulos on puolikkaiden kierrosten määrä minuutissa.

Ohjeet mittaajalle:

- Näytä suoritus, jonka jälkeen suorittaja aloittaa ilman kokeilua.
- Anna lähtömerkki ja käynnistä kello. Valvo, että mitattava kiertää muovikartiot ohjeiden mukaan.
- Jaloin kuljetuksessa mitattavan ja pallon on kierrettävä kartiot.
- Puolen minuutin kohdalla komenna *pompotus* ja jatka puolikierrosten laskemista.
- Pompotuksessa pallon ei tarvitse kiertää muovikartioita - testattavan kyllä.
- Pompotuksessa testattavan on koko ajan pompotettava palloa.

Tulos: Kierrospuolikkaiden lukumäärä jaloilla + käsillä



EDESTAKAISINHYPPELY 15 SEK (EHY)



Tarvikkeet:

Teippiä, 40 cm pitkä, 2 cm korkea ja 4 cm leveä putken puolikas, sekuntikello

Liikuntakyky: Maksiminopeus, tasapaino, pikavoima, nopeuskestävyys

Mittarin kuvaus: Sivuttaishyppy tasajalkaa putken yli 15 sekunnin ajan

Ohjeet mitattavalle

Suoritus tehdään avojaloin tai tossut jalassa. Seiso jalkaterät putken suuntaisina. Tarkoituksena on hyppiä tasajalkaa sivuttain putken yli mahdollisimman nopeasti. Molempien jalkojen tulee koskettaa jokaisella hypyllä samalle puolelle putkea lattiaan. Jos jalkaterät koskettavat putkea, se ei ole virhe. Hyppyjen tulee tapahtua putken pituuden sisällä. Testi alkaa komennosta valmiina – nyt ja loppuu komennolla – seis. Tulos on oikein tehtyjen ylitysten lukumäärä.

Ohjeet mittaajalle:

- Näytä suoritus.
- Asetu mittaajan etupuolelle.
- Laske ainoastaan ne suoritukset, joissa suorittajan molemmat jalat koskettavat lattiaa vuorotellen tangon samalla puolella.
- Mikäli suorittaja ei hypi tasajalkaa, keskeytä suoritus ja anna uusi yritys neuvottuasi uudelleen oikean suoritustavan.
- Mikäli suorittaja horjuu taikka pysähtyy, hän voi jatkaa suorituksensa loppuun.
- Jos mitattava kaatuu, annetaan hänelle yksi uusinta.
- Ole tarkkana laskiessasi ylityskertoja, sillä liike voi olla erittäin nopea. Voit myös laskea hyppyt vain toiselta puolelta ja kertoa tuloksen kahdella sekä lisätä tulosta yhdellä, mikäli suoritus päättyy toiselle puolelle putkea.
- Voidaan käyttää myös erikseen laskijaa ja ajanottajaa.

Tulos: Oikein tehtyjen ylitysten lukumäärä

VAUHDITON 5-LOIKKA (V5L)



Tarvikkeet:

Mittanauha (väh. 15 m), liukumaton matto, teippiä

Liikuntakyky: Pikavoima, räjähtävä voima, yhdistely, kiihtyvyys, suuntatarkkuus, voimaerottelu

Mittarin kuvaus: Viisi vuoroloikkaa tasajalkalähdöllä ja tasajalka-alastulolla

Ohjeet mitattavalle:

Suoritus tehdään matolla avojaloin tai lattialla kengät jalassa. Asetu ponnistusmerkin taakse jalat rinnakkain. Ponnista jalat rinnakkain (tasajalkaa) ja ota viisi loikkaa peräkkäin ponnistaen vuorotellen kummallakin jalalla. Alastulo viidennestä loikasta tapahtuu tasajalkaa. Käsien käyttö on vapaa. Sinulla on kaksi yritystä, joista parempi on lopullinen tulos 10 senttimetrin tarkkuudella.

Ohjeet mittaajalle:

- Näytä suoritus. Näytön jälkeen salli yksi kokeilu.
- Varmista, että mitattava lähtee tasaponnistuksella - ottaa viisi loikkaa ja alastulo suoritetaan tasajalkaa.
- Kaksi peräkkäistä suoritusta, joista molemmat kirjataan.
- Mitataan loikitun matkan pituus kohtisuorasti lähtöpaikkaan nähden. Tulos ilmoitetaan 10 sentin tarkkuudella, alempaan 10 senttiin pyöristäen.
- Tulos mitataan lähinnä ponnistuspaikkaa olevan neljännen ponnistuksen jälkeisen alastulon kantapäistä.
- Mikäli hyppy epäonnistuu, sallitaan yksi uusinta.
- Loikkien laskemisen ääneen auttaa suorittajaa.
- Jos matto liikkuu alastulossa, palauta matto alkuperäiselle paikalle ennen mittausta.

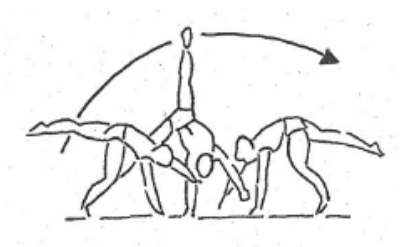
Tulos: Parempi kahdesta suorituksesta *esim.* 13,45 ja 13,78 m = 1370



Huom.

Suoritus matolla avojaloin ja mikäli on paljasta lattiaa, kengät jalassa

KÄRRYNPYÖRÄ (KÄRPY)



Tarvikkeet: Voimistelumatto, jossa n. 5 cm leveä viiva, voimistelupenkki

Liikuntakyky: Suuntatarkkuus, tasapaino, yhdistely

- Mittarin kuvaus:**
1. Perusmuoto. Pisteitä 2, 3 tai 4, suoritetaan ensin.
 2. Helpotettu muoto. Ellei suorittaja saa perusmuodosta minimipisteitä (2), suoritetaan tämä, josta saa 0 tai 1 pistettä.
 3. Vaikeutettu muoto. Jos suorittaja saa perusmuodosta 4 pistettä, suoritetaan tämä, josta voi saada 5 pistettä.
- Kaksi yritystä jokaisessa muodossa.

1. Perusmuoto

Tekniikka: Lähtöasennossa rintamasuunta menosuuntaan. Vuoroponnistuksesta vapaata jalkaa ylösheittäen ohimenevän yhden käden nojan kautta ohimenevään käsinseisontaan, josta työntö kyljittäin seisaalleen. Jalat ovat liikkeen aikana haarallaan, kädet suorina katse suunnattuna käsien väliin. Käsien ja jalkojen on kuljettava samalla linjalla.

Virheet:

- pyörimisliike ei tapahdu pystyasennossa
- kädet eivät ole suorina
- jalat ja kädet eivät kulje samalla suoraviivaisella radalla

2. Helpotettu muoto

Tekniikka: Kuten kärrynpyörässä, mutta käsinojavaihe poikittain voimistelupenkillä.

Hyväksymiskriteerit: Vuoroponnistuksesta saadaan jalat käsinojavaiheen kautta penkin toiselle puolelle, ponnistetaan yhdellä jalalla ja tullaan yhdelle jalalle alas.

3. Vaikeutettu muoto

Tekniikka: Kuten kärrynpyörässä, mutta käsien ja jalkojen on kuljettava n. 5 cm leveällä viivalla.

Hyväksymiskriteerit: Kädet ja jalat kulkevat viivaa pitkin ja myös loppuasento pysyy viivalla.

Tulos: Pistemäärä 0-5

Liite 2. Ohjeet liikehallintamittauksiin osallistuville

KOVA –tutkimus
Kevät 2009

Ohjeita liikuntamittaukseen tuleville

Jos Sinut on aikaisemmin haastateltu, itse mittaus kestää noin tunnin. Mikäli et ole ollut aikaisemmin haastattelussa, kokonaiskesto on noin kaksi tuntia. Mittaus tapahtuu liikuntasalissa. Pyydämme Sinua ottamaan **sisäliikunta-asun** mukaan, jonka voit vaihtaa paikan päällä. **Sisätossut** ovat suositeltavat, mutta eivät pakolliset. Tehtäviä on **kahdeksan** ja ne suoritetaan ennalta suunnitellussa järjestyksessä. Ennen suorituksia tehdään lyhyt verryttely mittaajan johdolla. Saat aluksi tutustua mittauksiin ja päättää, voitko osallistua kaikkiin niistä. Pyydämme Sinulta allekirjoituksen lomakkeeseen, jossa ilmoitat, ettei Sinulla ole sellaista haistaa tai vammaa, joka aiheuttaisi riskin osallistumiselle. Sinua myös pyydetään tekemään oman arviosi nykyisestä osaamisestasi niissä vuosien 1985-88 suorituksissa, joita ei nyt mitata.

Mittaustilanteessa on paikalla **kaksi mittaajaa**. Kaksi suoritusta kuvataan, jotta voidaan tarkistaa mittaajien ilmoittamien mittaustulosten luotettavuus. Yksittäisiä kuvauksia ei julkisteta millään tavalla ja ne hävitetään analyysin jälkeen. Sinut on vakuutettu mahdollisten tapaturmien varalle.

Mittausten jälkeen saat halutessasi tutustua omiin mittaustuloksiisi vuosina 1985-88 ja suorituksiisi nyt. Lähetämme Sinulle jälkikäteen yhteenvedon nyt suoritetuista mittauksista (omat tuloksesi verrattuna keskiarvoon ja jakaumaan).

Mittauksen jälkeen saat matkalaskulomakkeen, jonka voit täyttää ja palauttaa paikan päällä tai lähettää jälkikäteen laskussa näkyvään osoitteeseen. Saat tarvittaessa palautuskuoren mukaasi.

Mittausryhmä toivottaa Sinut lämpimästi tervetulleeksi mittauksiin!

Mittausryhmä

Liite 3. Mitattavan vakuutus mahdollisuudesta osallistua mittauksiin

**KOVA –tutkimus
Liikehallintamittaukset, kevät 2009**

Nimi _____

Merkitse rastilla, mihin mittauksiin voit osallistua.

	Voin osallistua	En voi osallistua
Flamingoseisonta	___	___
Tarkkuusheitto-kiinniotto	___	___
Eteentaivutus istuen	___	___
8-kuljetus	___	___
Edestakaisinhyppely	___	___
Vauhditon 5-loikka	___	___
Kärrynpyörä	___	___
Istumaannousu	___	___

Vakuutan, että minulla ei ole sellaista haittaa tai terveydellistä estettä, joka voi aiheuttaa riskin osallistua johonkin edellä rastilla merkitsemääni ”Voin osallistua” -mittaukseen. Olen tietoinen siitä, että mittauksia varten on otettu vakuutus mahdollisten tapaturmien varalle.

Allekirjoitus _____

ETEENTAIVUTUS (ETA)



Tarvikkeet:

Voimistelupenkki, johon merkitään poikiviivoin asteikko siten, että 50 cm on jalkapohjien tasalla. Asteikko 20 - 80 cm matkalle. Myös mittanauha voidaan teipata penkkiin kiinni. "Mittariksi" muistikirja, kirja, listanpätkä tai vastaava, jota työnnetään sormenpäillä penkkiä pitkin.

Liikuntakyky: Notkeus

Mittarin kuvaus: Istuma-asennossa kurotus niin pitkälle eteenpäin kuin mahdollista.

Ohjeet mitattavalle:

Suoritus tehdään ilman jalkineita. Istu lattialle penkin päähän. Aseta molemmat jalkasi penkin alle, jalkapohjat pystyvuuta vasten, kämmenet penkin päälle. Taivuta rauhallisesti vartaloasi eteenpäin kädet suorina penkin päällä. Työnnä tasaisesti "mittaria" niin kauas kuin pystyt. Pidä polvesi suorana, äläkä töki mittaria. Testi suoritetaan kahdesti ja parempi tulos otetaan huomioon.

Ohjeet mittaajalle:

- Ole mitattavan sivulla ja pidä hänen polvensa suorina.
- Mitattavan tulee ulottua "mittariin" ennen taivutusta.
- Tulos luetaan siitä kohtaa, johon "mittari" pysähtyy pysyen edelleen kiinni vähintään toisessa sormenpäissä. Mikäli toinen käsi ei ylety yhtä kauas, saadaan tulokseksi sormenpäiden keskiarvo.
- Taivutus tulee suorittaa rauhallisesti ja tasaisesti.
- Toinen yritys lyhyen tauon jälkeen.

Tulos: Parempi tulos senttimetreinä, alempaan senttimetriin pyöristäen

Esimerkkejä: Testattava, joka kurottaa 50 cm l. jalkapohjien tasalle, saa tuloksen 50.
Testattava, joka kurottaa 15,3 cm jalkapohjien tason yli, saa tuloksen 65.



ISTUMAANNOUSU 30 SEK (IN30)

Huom. Suoritus ilman jalkineita



Tarvikkeet:

Voimistelumattoa, sekuntikello, avustaja

Liikuntakyky: Nopeuskestävyys, kestovoima

Mittarin kuvaus: Maksimimäärä istumaannousuja 30 sekunnissa

Ohjeet mitattavalle:

Asetu selinmakuulle matolle kädet kiinni toisissaan niskan takana sormet lomittain, jalkapohjat matolla, polvet 90 asteen kulmassa. Nouse tästä asennosta ylös siten, että kyynärpääsi koskettavat polviasi tai reisiäsi ja laskeudu tästä asennosta alas, kunnes hartiat koskettavat alustaa. Pidä kätesi yhdessä niskan takana, kyynärvarret kiinni korvissa koko mittauksen ajan. Kun ilmoitan valmiina - nyt: tee istumaannousuja niin monta kuin ehdit tai jaksat 30 sekunnissa. Jatka kunnes ilmoitan – seis. Mittaus suoritetaan vain yhden kerran. Aina, kun kyynärpääsi koskettavat polviasi tai reisiäsi, saat yhden suorituskerran. Jos et jaksa tehdä koko aikaa, voit levätä välillä.

Ohjeet mittaajalle:

- Tarkista oikea alkuasento
- Avustaja istuu haaraistunnassa mitattavan jalkaterien päällä pitääkseen ne maassa, jalat mitattavan jalkojen ulkopuolella, kasvot häneen päin, kädet mitattavan pohkeiden ympärillä pitääkseen jalat liikkumattomina.
- Mitattavalle annetaan yksi kokeilu, jotta hän voi tutustua liikkeeseen ja voidaan varmistua, että ohjeet on ymmärretty oikein.
- Käynnistä ja pysäytä sekuntikello antamastasi merkistä.
- Avustaja laskee ääneen oikeat suoritukset. Myös mitattava laskee suoritukset. Laskeetaan kyynärpäiden kosketukset polviin tai reisiin.
- Korjaa, mikäli testattava ei noudata annettuja ohjeita.

Tulos: 15 oikeaa suoritusta = 15



Koukkukäsiriipunta

24

Testaus alkaa sisällä koukkukäsiriipunnalla/leuanvedolla

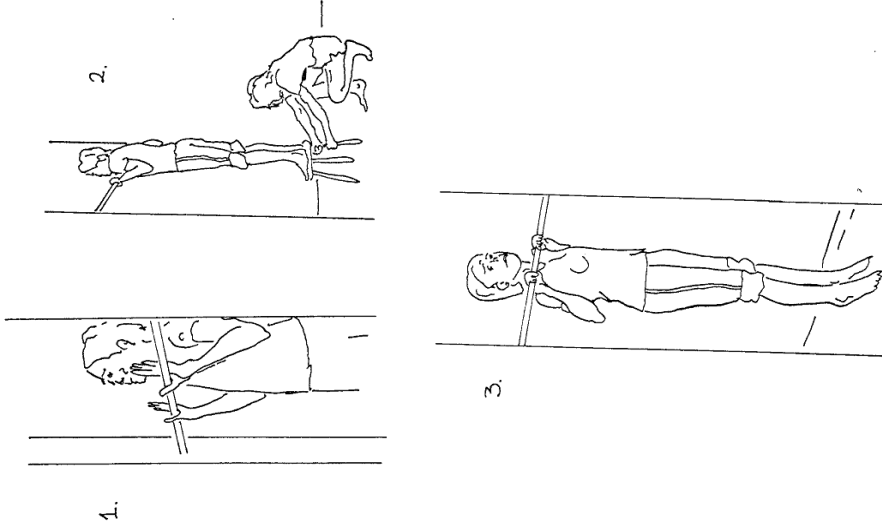
Testaaminen alkaa verryttelyyn jälkeä koukkukäsiriipunnalla tai leuanvedolla. Testaaja toimii valvojana. Kaksi testattavaa opetetaan ennen testaustilannetta mittaajiksi. Toinen on varsiinena mittaajana ja toinen avustajana. Testaajan on itse tarkoin tunnettava ja käytännössä kokeiltava testin suorittaminen ja siihen liittyvät virheilhtteet, selvittettävä ne mittaajille sekä valvottava ohjeiden noudattamista.

Testaaja selvittää ja näyttää mittaajien avustamana oikean suoritustavan. Tämän jälkeä aloitetaan testaaminen. Testattavat istuvat ja seuraavat toisten suorituksia. Mikäli testaaja katsoo, että testattavat eivät voi toimia mittaajina, koukkukäsiriipunta/leuanveto ja istumaannousu suoritetaan erillisinä ja mittaajana toimii kummassakin testissä testaaja.

Koukkukäsiriipunta on tarkoitettu tytöille sekä alle 12-vuotiaille pojille. Koukkukäsiriipunnassa testattava nousee rekin alla olevalle penkille tai jalkaralle ja tarttuu tankoon myötäbooteilla. Jolloin kämmenpohjat ovat testattavasta pois päin. Kädet ovat täysin koukistettuina ja teuka on juuri tangon yläpuolella. Testattavan otteen ja asennon nopean tarkistuksen jälkeä annetaan komento "nyt", jolloin sekuntikello käynnistetään ja avustaja vetää samalla jalkaran tai penkin testattavan alta pois. Tapaturmien välttämiseksi testaaja korostaa käsivarsien jämmittämistä jo ennen komentoa "nyt". Testattava jää riipunnan kädet koukistettuina ja leuka tangon yläpuolella niin pitkäksi aikaa kuin jaksaa. Tulos on aika sekunneissa (hyväksytyssä asemossa) pyöristettyä lähimpään sekuntiin. Jokaisella on vain yksi suorituskerta.

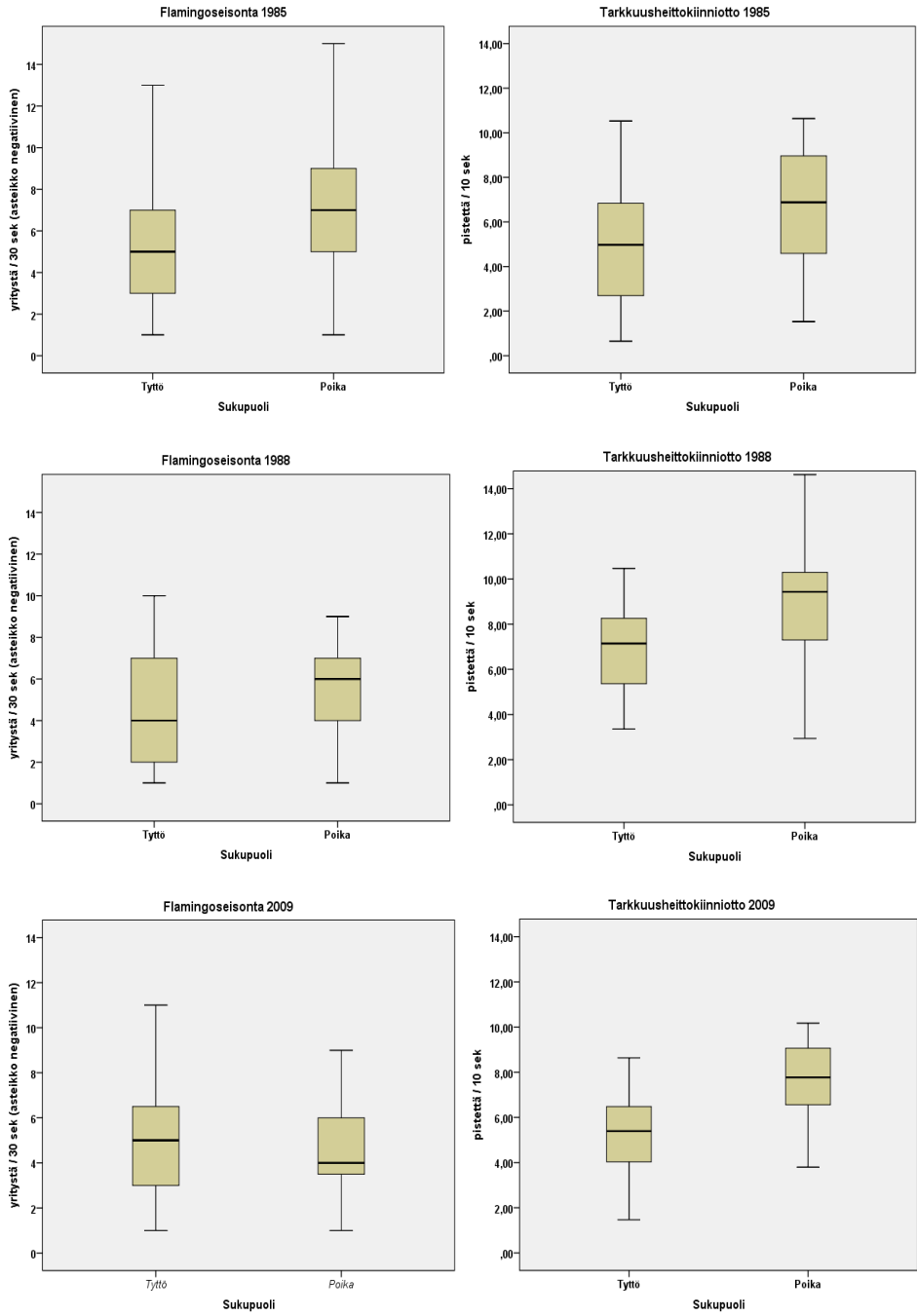
Ennen testin aloittamista tarkistetaan, että kaikki testattavat ovat avojaloin. Ennen suoritusta käsin hierotaan magneesiumia. Leuka on pidettävä koko ajan tangon yläpuolella ja irti tangosta; mikäli leuka koskettaa selvästi tankoon tai laskeutuu sen alapuolelle, suoritus keskeytetään. Avustajan oikea-aikaiseen toimintaan tulee kiinnittää suurta huomiota. Testaaja estää käveliään testattavan heilunnan. Seuraavalla sivulla on piirros suoritustavasta.

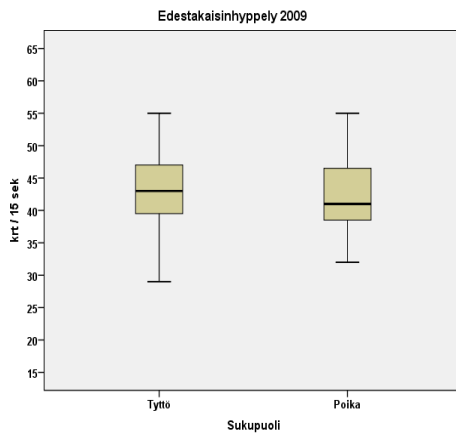
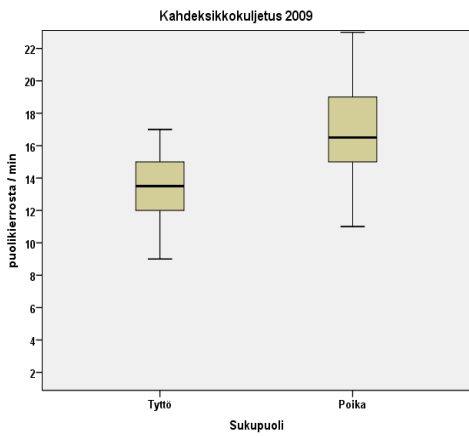
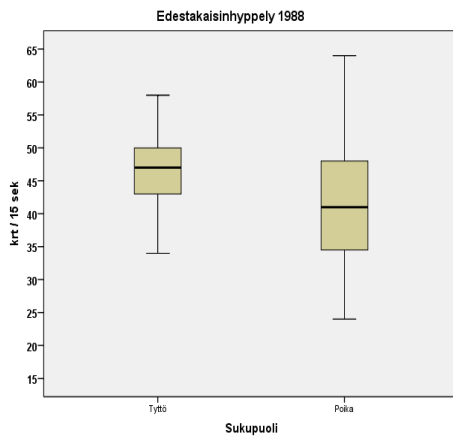
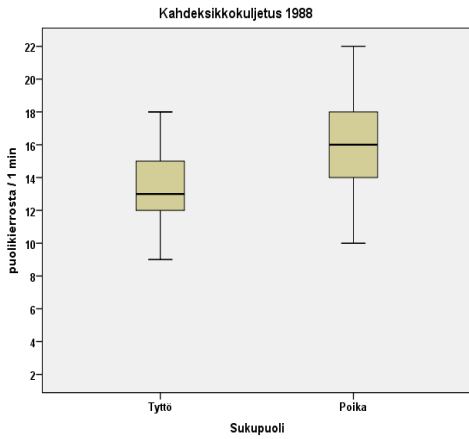
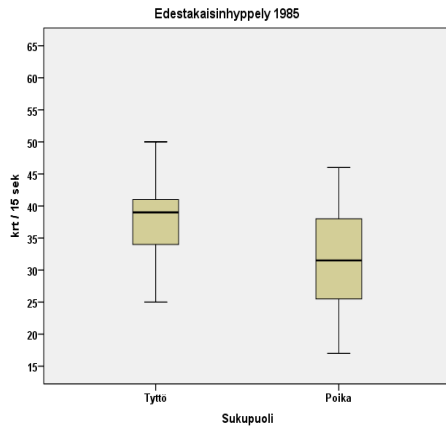
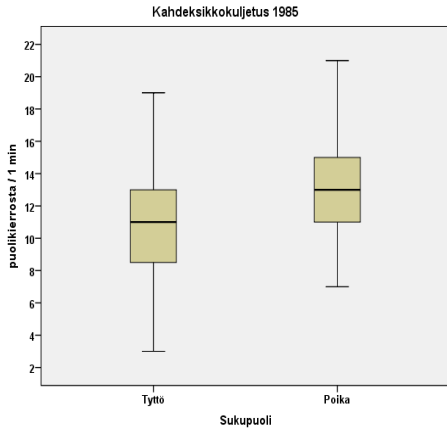
25

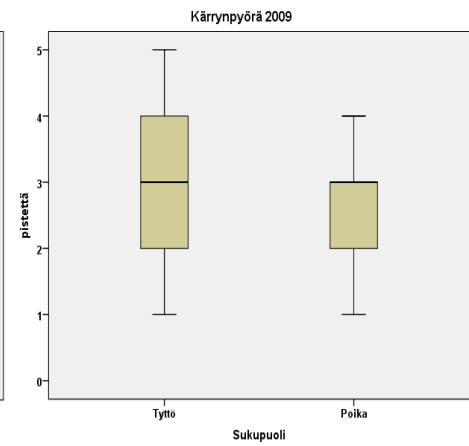
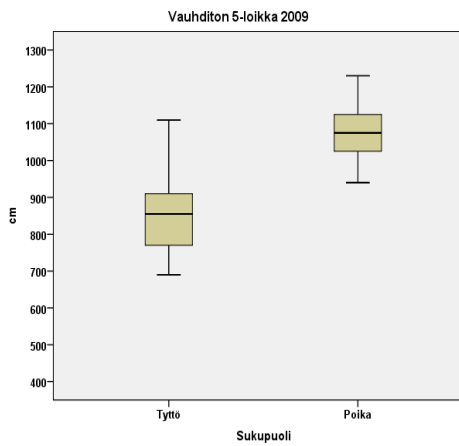
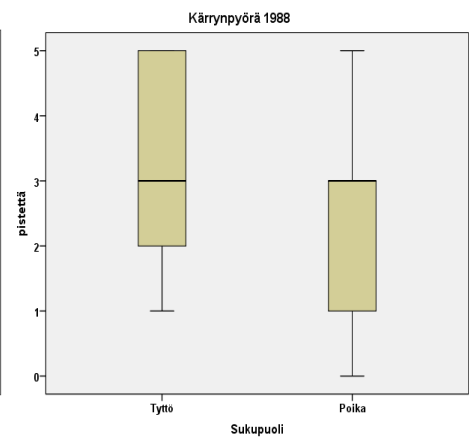
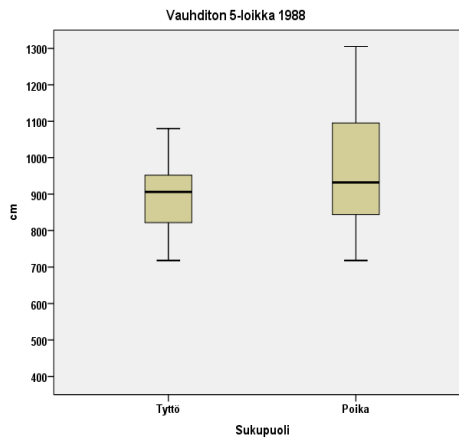
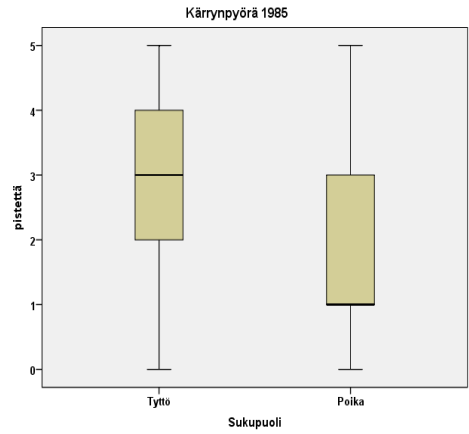
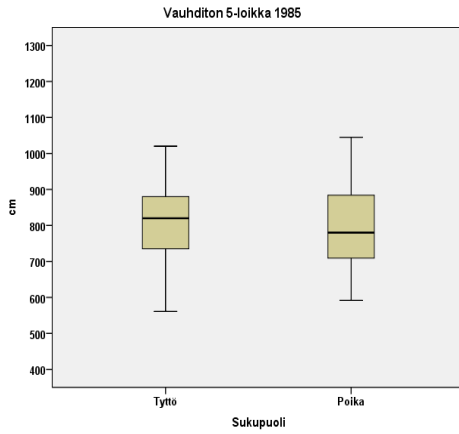


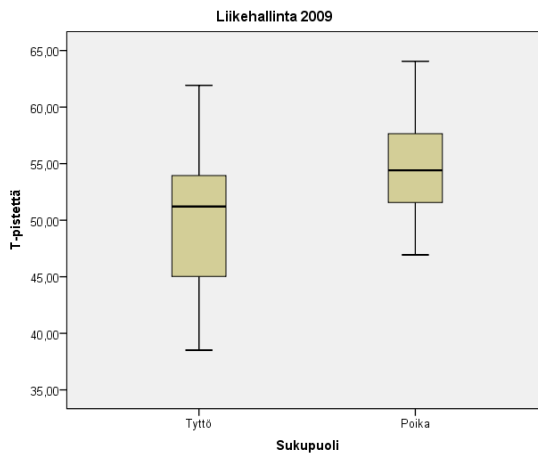
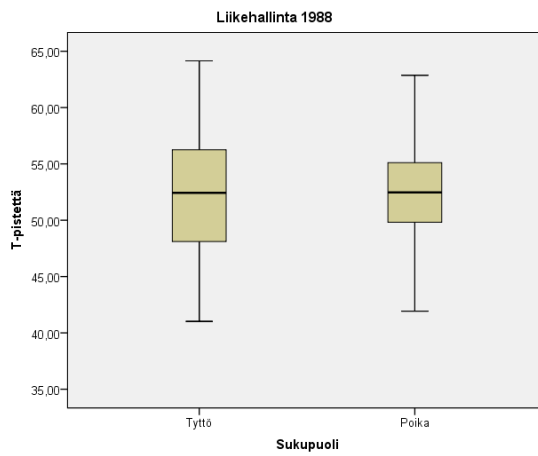
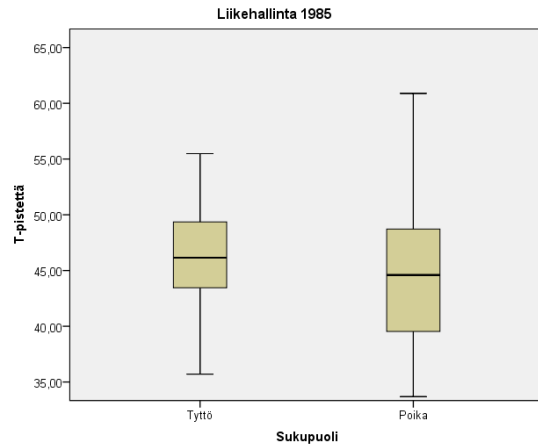
KUVIO 3. Koukkukäsiriipunnan suoritustapa.

Liite 5. Sukupuolten väliset erot liikehallinnassa 1985, 1988 ja 2009









Liite 6. Ikävakiomattomat erot liikehallinnassa kehonrakenteeltaan erilaisilla ryhmillä 1985, 1988 ja 2009 (yksisuuntainen varianssianalyysi)

Miehet

Muuttuja	BMI	1985				1988				2009			
		n	ka	kh	p	n	ka	kh	p	n	ka	kh	p
Flamingo-seisonta (krt/30s) ↓	1	17	7.12	3.48	.950	13	7.15	3.41	.205	10	4.60	2.32	.756
	2	12	7.25	3.98		13	5.46	1.90		16	4.81	1.91	
	3	7	6.71	3.04		10	5.40	2.59		18	4.33	1.53	
Tarkkuus-heitto-kiinniotto (pisteet/ 10s)	1	14	6.03	2.82	.356	11	7.72	2.33	.108	10	7.15	2.16	.420
	2	10	6.42	2.11		12	8.67	2.66		16	8.00	1.26	
	3	8	7.78	3.21		9	10.4	3.11		18	7.43	1.76	
Kahdeksikokuljetus (½kierrokset /min)	1	15	12.1	3.52	.183	11	15.8	2.44	.699	10	16.6	2.12	.035*
	2	12	14.3	3.66		12	16.1	3.42		16	18.3	2.73	
	3	7	14.4	3.26		9	16.9	2.57		18	16.1	2.32	
Edestakaisinhypely (krt/15s)	1	17	27.6	6.71	.058	13	36.7	6.71	.028*	10	40.4	6.19	.067
	2	12	34.6	7.17		13	42.9	7.31		16	44.8	5.49	
	3	9	32.7	10.3		10	45.5	9.58		18	40.6	5.58	
Vauhditon 5-loikka (cm)	1	17	761	92	.158	13	884	106	.047*	10	1071	142	.141
	2	12	825	128		13	1010	165		16	1110	74	
	3	9	837	110		10	1011	146		18	1035	111	
Kärrynpyörä (pisteet 0-5)	1	15	1.60	1.06	.139	10	2.30	1.42	.471	9	2.33	0.87	.684
	2	11	2.36	1.50		12	2.83	1.03		16	2.81	1.39	
	3	8	1.25	1.17		9	2.11	1.76		16	2.75	1.61	
Kokonaisliikehallinta (T-pisteet) !	1	17	42.4	6.51	.222	13	49.2	5.85	.092	10	53.5	5.87	.122
	2	13	46.3	6.66		13	54.0	6.38		16	56.6	4.00	
	3	9	46.0	6.93		10	55.2	8.55		18	53.7	4.10	

BMI: 1 = kevyet, 2 = keskipainoiset, 3 = painavat
n = koehenkilöiden lukumäärä, ka = keskiarvo, kh = keskihajonta
p = testin merkitsevyys
* = melkein merkitsevä p≤.05
** = merkitsevä p≤.01
*** = erittäin merkitsevä p≤.001
↓ = asteikko negatiivinen (pienet tulokset parempia)
! = puuttuvat liikehallinnan mittaustulokset korvattu miesten keskiarvolla mittaustajankohdittain

Naiset

		1985				1988				2009			
Muuttuja	BMI	n	ka	kh	p	n	ka	kh	p	n	ka	kh	p
Flamingo- seisonta (krt/30s) ↓	1	11	6.91	3.45	.075	11	4.55	2.54	.257	16	4.44	1.79	.094
	2	17	4.35	2.15		16	3.94	2.27		16	6.44	3.29	
	3	12	5.17	3.01		14	5.50	2.85		11	5.09	2.30	
Tarkkuus- heitto- kiinniotto (pisteet/ 10s)	1	9	3.05	2.33	.018 *	10	5.83	1.62	.082	16	5.02	1.65	.398
	2	14	5.57	2.28		14	7.36	1.99		16	5.78	1.93	
	3	11	5.81	2.10		14	7.09	1.29		11	5.00	1.82	
Kahdeksik- kokuljetus (½kierrokset /min)	1	9	9.30	2.96	.201	10	13.3	1.95	.918	16	14.1	2.38	.817
	2	14	10.4	3.86		14	13.5	2.65		16	13.6	1.90	
	3	11	12.0	2.72		13	13.7	1.97		11	13.7	2.53	
Edestakai- sinhyppely (krt/15s)	1	11	36.3	3.96	.073	11	46.4	5.64	.970	15	44.5	5.18	.484
	2	17	40.8	5.59		16	45.8	6.93		16	41.7	5.81	
	3	12	36.7	6.95		14	46.2	7.71		11	42.9	8.81	
Vauhditon 5-loikka (cm)	1	11	750	79	.005 **	11	890	111	.208	16	905	77	.025 *
	2	17	879	99		16	933	111		16	811	85	
	3	12	808	107		14	867	81		11	827	135	
Kärrynpyörä (pisteet 0-5)	1	8	2.63	1.06	.583	10	3.40	1.43	.767	14	3.50	1.16	.192
	2	14	3.29	1.44		12	3.17	1.47		15	2.87	1.06	
	3	11	3.18	1.72		14	3.57	1.34		11	3.73	1.56	
Kokonaislii- kehallinta (T-pisteet) !	1	11	42.3	4.33	.012 *	11	51.5	5.31	.757	16	51.2	4.26	.262
	2	17	48.5	5.38		17	52.9	5.71		16	48.0	5.73	
	3	12	47.2	5.56		12	51.8	5.67		11	49.7	6.32	

BMI: 1 = kevyet, 2 = keskipainoiset, 3 = painavat
n = koehenkilöiden lukumäärä, ka = keskiarvo, kh = keskihajonta
p = testin merkitsevyys
* = melkein merkitsevä p≤.05
** = merkitsevä p≤.01
*** = erittäin merkitsevä p≤.001
↓ = asteikko negatiivinen (pienet tulokset parempia)
! = puuttuvat liikehallinnan mittaustulokset korvattu naisten keskiarvolla mittaajankohdittain