

Helena Viholainen

**Suvussa esiintyvän
lukemisvaikeusriskin yhteys
motoriseen ja kielelliseen
kehitykseen**

Tallaako lapsi kielensä päälle?







ABSTRACT

Viholainen, Helena

Early motor and language development in children at risk for familial dyslexia

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2006, 50 p.

(Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research

ISSN 0075-4625; 282)

ISBN 951-39-2562-5

Summary

Diss.

The aim of the present study was to expand our knowledge on the importance of motor skills to language development. The three main questions were the relationship between early motor development and later motor skills, between early motor and language development, and, between early motor development and reading speed in children at risk for dyslexia. The study was a part of an international project, the Jyväskylä Longitudinal Study of Dyslexia. The samples in this study consisted of 64, 88, 75 children with familial risk for dyslexia, respectively, and 66, 88, 79 children in a matched control group, respectively. The main results of the study indicate that early body control predict moderately well motor skills at 3.5 years of age. Surprisingly, however, the early hand control skills and later fine motor skills were not developmentally related. Nevertheless, it was found that children with early developing hand control were poorer in their gross motor skills at 3.5 years. The results related to the language development indicate that the early motor milestones and later language skills were associated to the familial risk for dyslexia. Five distinct subgroups of motor development were found, three in the control group and two in the at-risk group. The children in the at-risk group who were slow in their overall motor development had fewer words and shorter sentences at 1.5–2.0 years of age. Also development at the ages of 3.5–5.5 years of age showed that their vocabulary was smaller and morphology was poorer than among the children in all the other subgroups. The same trend was found in reading speed at the end of the first grade. In conclusion, the results suggest that in children with familial risk for dyslexia, information on early motor development is valuable in screening those children at risk for slower language development already before the appearance of words, as problems in early motor development in this population are an early sign of possible reading difficulties. Benefits of early motor intervention to language development in children with familial risk for language-based difficulties are discussed.

Keywords: motor development, motor milestones, postural control, gross motor skills, fine motor skills, language development, vocabulary, morphology, familial risk for dyslexia

Author's address Helena Viholainen
Niilo Mäki Institute
P.O. Box 35
FIN-40014 University of Jyväskylä, Finland
E-mail: helena.viholainen@nmi.fi

Supervisors Professor Timo Ahonen
Department of Psychology
University of Jyväskylä, Finland

Professor Sakari Moberg
Department of Special Education
University of Jyväskylä, Finland

Reviewers Docent Matti Koivikko
University of Tampere, Finland

Docent Nina Sajaniemi
University of Helsinki, Finland

Opponent Docent Matti Koivikko
University of Tampere, Finland



**Jyväskylä Longitudinal
Study of Dyslexia (JLD)**

ESIPUHE

Tämä väitöskirja on syntynyt yhteistyössä Jyväskylän Longitudinal Study of Dyslexia -projektin (JLD) ja Niilo Mäki Instituutin (NMI) kanssa. Näiden kahden yhteisön suojissa on paljon lapsen kehitykseen ja sen riskitekijöihin liittyvää tietämystä. Tällaisen turvaverkon sisällä on ollut etuoikeutettua tehdä opinnäytetyötänsä.

JLD-projekti on kansainvälinen pitkittäistutkimus, jossa selvitetään laajasti lapsen kielelliseen kehitykseen liittyviä tekijöitä vastasyntyneestä toistaiseksi 10-vuoden ikään saakka. Itse tulini mukaan projektiin 3.5-vuoden tutkimusten käynnistyessä. Projektin ensimmäisenä ja toistaiseksi ainoana motorista kehitystä tutkineena väitöskirjaopiskelijana on minun ollut helppo irrottaa projektin laajasta aineistosta itseäni kiinnostava tutkimusalue. Työskentely tutkimusteamin parissa on ollut varsin itsenäistä, vaikka suurimman osan aineistosta olenkin voinut saada valmiiksi kerättynä. Tämä onkin yksi varsin merkittävä etu tutkimusprojektissa työskennellessä.

Projektiin mukaan tulostani lähtien olen ollut vastuussa motorisen kehityksen seuraamisesta ja aineiston keruusta. Jo ennen 3.5-vuoden ikää oli projektissa kerätty tietoa motorisesta kehityksestä vanhempien täyttämällä seurantalomakkeella. Tämän tutkimukselleni tärkeän menetelmän kehittämisestä haluan erityisesti kiittää ohjaajaani professori Timo Ahosta. Kiitokset myös kaikille vanhemmille, jotka uutterasti ovat jaksaneet kerätä tietoa tutkijoille niin lasten motoriikasta kuin kielen kehityksestä. Professori Ahonen on myös innoittanut liittämään tutkimuksen arkipäivän elämään. Tässä tutkimuksessa liitokset on puettu suomalaisiksi sananlaskuiksi, jotka ovat eläneet väitöskirjaprojektissani aivan ensimetreistä lähtien. Haluan myös kiittää ohjaajaani professori Sakari Mobergia. Hänen tukensa on osaltaan luonut taloudelliset mahdollisuudet tämän työn toteuttamiseen. Hän on myös pitänyt huolen, etten aivan unohtaisi niitä juuria, joista tutkimustani lähdin tekemään saaden erityispedagogisen otteen edes hitusen näkymään työssäni.

Kiitokseni osoitan myös professori Heikki Lyytiselle. Hän on ollut suurena apuna tähän tutkimukseen kuuluneiden artikkeleiden viimeistelyssä opastaen tieteelliseen kirjoittamiseen ja ilmaisujen tarkkuuteen. Professori Paula Lyytiseltä olen saanut ohjausta erityisesti lapsen kielen kehitykseen liittyneissä kysymyksissä ja professori Anna-Maija Poikkeuksen puoleen olen voinut kääntyä kognitiiviseen kehitykseen liittyneissä asioissa. Lisäksi haluan kiittää LtM Leena Rihtoa ja kaikkia muita projektissa mukana olleita henkilöitä, jotka ovat vuosien varrella osallistuneet aineiston keruuseen. Erityisesti haluan kiittää Kenneth Eklundia, jolta on aina löytynyt aikaa ja ratkaisu esittämiini moninaisiin käytännön kysymyksiin, joita esiintyi usein muualla sijaitsevan työpisteeni vuoksi.

Työtäni olen tehnyt fyysisesti osana Niilo Mäki Instituuttia. Sen henkilökunta on ollut tukenani, peilinäni ja opettajanani aina, kun sellaista tukea olen tarvinnut. Haluan myös kiittää filosofian tohtori Marja Cantellia tuesta, kannus-

tuksesta ja kontakteista. Hän on ollut rinnalla kulkija, jota ilman tämän tutkimuksen teko olisi ollut huomattavasti hankalampaa. Esitarkastajiltani dosentti Matti Koivikolta ja dosentti Nina Sajaniemeltä olen saanut arvokkaita neuvoja väitöskirjani viimeistelyyn. Lopuksi haluan kiittää aviopuolisoani Pekkaa ja lapsiani Joonaa, Eeliä ja Elisaa, sekä sisartani Ailaa, jotka ovat olleet paitsi tukenani myös konkreettisesti apunani tutkimuksen alkuvaiheen testivälineistön kehittämisestä aina kansikuvan suunnitteluun saakka.

Taloudellisesti tämän väitöskirjan tekemistä ovat tukeneet Niilo Mäki Säätiö, Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiö Opetusministeriön tuella, Jyväskylän yliopisto ja Haukkalan lastenpsykiatrisen hoitolaitoksen kannatusyhdistys ry. Tutkimus on osa Jyväskylä Longitudinal Study of Dyslexia -projektia, joka on saanut tukea Suomen Akatemian huippututkimusohjelmasta vuosille 1997–1999 ja 2000–2005.

KUVIOT

KUVIO 1	Liikkeen kontrollointiin vaikuttavat tekijät.....	14
KUVIO 2	Teoreettinen malli varhaisen motorisen kehityksen ja myöhempien motoristen taitojen yhteyksistä	27
KUVIO 3	Toteutunut malli varhaisen motorisen kehityksen ja myöhempien motoristen taitojen yhteyksistä	27
KUVIO 4	Motoristen virstanpylväiden kehittyminen alaryhmittäin...	29
KUVIO 5	Kielelliset taidot 1.5- ja 2-vuoden iässä alaryhmittäin	29
KUVIO 6	Erot kielellisissä taidoissa ja lukemisen nopeudessa alaryhmittäin	30

TAULUKOT

TAULUKKO 1	Koehenkilöiden määrä ryhmittäin ja sukupuolittain eri osatutkimuksissa	21
TAULUKKO 2	Osatutkimuksissa käytetyt arviointivälineet ja lasten ikä tutkimushetkellä	22
TAULUKKO 3	Yksittäisten sanojen lukemisessa käytetyt sanat ja epäsanat	23
TAULUKKO 4	Analyysimenetelmät tutkimusongelmittain.....	24
TAULUKKO 5	Kielellisiä ja lukemisen taitoja sekä kognitiivisia toimintoja ja käyttäytymistä mittaavien muuttujien keskiarvot ja -hajonnat.....	31

ORIGINAL PAPERS

- I Viholainen, H., Ahonen, T., Cantell, M., Tolvanen, A. & Lyytinen, H. (painossa). The early motor milestones in infancy and later motor skills in toddlers: a structural equation model of motor development. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, 26(1/2), 89-111.

- II Viholainen, H., Ahonen, T., Cantell, M., Lyytinen P. & Lyytinen, H. (2002). Development of early motor skills and language in children at risk for familial dyslexia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 44, 761-769.

- III Viholainen, H., Ahonen, T., Lyytinen, P., Cantell, M., Tolvanen, A. & Lyytinen H. (hyväksytty julkaistavaksi). Early motor development and later language and reading skills in children at risk for familial dyslexia. *Developmental Medicine and Child Neurology*.

SISÄLLYS

ABSTRACT

ESIPUHE

KUVIOT

ORIGINAL PAPERS

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	11
1.1	Motorinen kehitys – ennalta määrättyä vai vuorovaikutusta?	11
1.2	Asentokontrolli – havaintotiedon järjestelyä ja tulkintaa	14
1.3	Motoriikka ja kieli kytköksissä	16
2	TUTKIMUKSEN TARKOITUS	19
3	MENETELMÄT	20
3.1	Koehenkilöt.....	20
3.2	Arviointimenetelmät	21
3.2.1	Motoriikan arviointimenetelmät	21
3.2.2	Kielelliset arviointimenetelmät.....	22
3.2.3	Lukemisnopeuden arviointimenetelmät.....	23
3.2.4	Muut arviointimenetelmät	23
3.3	Tilastolliset menetelmät	24
4	OSATUTKIMUSTEN PÄÄTULOKSET.....	26
4.1	Tutkimus I: Varhaisten motoristen taitojen kehitys yhteydessä motorisiin taitoihin leikki-iässä – motorisen kehityksen rakenneyhtälömalli	26
4.2	Tutkimus II: Varhaisten motoristen taitojen yhteys kielen kehitykseen lapsilla, joilla on tai ei ole suvuittain esiintyvä riski lukemisvaikeuteen	28
4.3	Tutkimus III: Varhaisen motorisen kehityksen yhteys myöhempisiin kielellisiin taitoihin ja lukemisen nopeuteen lapsilla, joilla on tai ei ole suvuittain esiintyvä riski lukemisvaikeuteen.....	30
5	POHDINTA	32
5.1	Motoriset virstanpylväät ennustajina	32
5.1.1	Asennon hallinta ennustaa	32
5.1.2	Hienomotorinen kehitys.....	33
5.2	Motoriikan yhteys kielellisiin taitoihin.....	35
5.2.1	Miten kehityskulut kietoutuvat toisiinsa	35
5.2.2	Riittävä selitys motoriikan ja kielen kehityksen yhteyksille?.....	36
5.3	Kehityksen tukeminen	37
	SUMMARY	41
	LÄHTEET	43

1 JOHDANTO

1.1 Motorinen kehitys – ennalta määrättyä vai vuorovaikutusta?

Seitsenkuussa seisomaan, käymään kahekskuussa.

Lapsen varhainen motorinen kehitys on kiinnostanut niin tutkijoita kuin vanhempia jo kauan. Meille onkin muodostunut melko vakiintunut niin tieteellinen kuin arkiajattelun käsitys siitä, miten lapsen motorinen kehitys etenee varhaisvuosina: *Ensin aina kontithan ja sitten vasta kävelhän.* Tutkijoiden kiinnostus onkin siirtynyt selvittämään kehitykseen johtavia tekijöitä. Lisäksi motorisen ja muiden kehityksen alueiden väliset yhteydet ovat olleet tutkimuksen kohteena välillä vilkkaamin ja välillä verkkaisemmin. Vaikka arkiuskomuksissa saatamme vakaasti olla sitä mieltä, että *lapsi tallaa kielensä päälle*, tyydyttävää tieteellisesti perusteltua vastausta kehityksen alueiden väliseen kanssakäymiseen etsitään edelleen. Tähän yhtenä syynä lienee ollut motorisen kontrollin tutkimuksen hajaantuminen eri tieteen aloille (esim. neurotieteet) kuin muu ihmisen käyttäytymiseen (esim. havaitseminen ja kognitiot) liittyvä tutkimus (Rosenbaum 2005). Viime vuosina on ollut kuitenkin nähtävissä tieteen alojen lähenymistä, jonka seurauksena on herännyt uusi kiinnostus toiminnan ja havaitsemisen välisen vastavuoroisen suhteen selvittämiseen. Tämä vastavuoroisuus on ollut myös tämän väitöskirjan keskeinen teema.

Opitaanko aina ensin konttaamaan ja sitten kävelemään? Vai poikkeavatko kehityksen polut eri lapsilla toisistaan? Tallaako lapsi kielensä päälle? Ja onko tällä varhaisella yhteydellä merkitystä lapsen myöhemmälle kehitykselle? Nämä ovat olleet niitä kysymyksiä ja arkiuskomuksia, joiden ympärille tämä työ on kietoutunut. Ennen kaikkea olen etsinyt vastausta kysymykseen, miten motorinen kehitys on yhteydessä kielelliseen kehitykseen. Koska suoranaista ja yhtä yhteistä selitystä ei ole ollut tarjolla, on retki johtanut monenlaisten mahdollisuuksien suuntaan ja tähän väitöskirjatutkimukseen. Keskeisimmäksi joh-

dattelijaksi on noussut kysymys: Mitä erityistä varhaisessa motoriikassa on, kun siitä ollaan oltu niin usein kiinnostuneita?

Vastaukset kysymykseen riippuvat pitkälti siitä, millaisen käsityksen motorisesta kehityksestä omaksumme. Tässä väitöskirjassa motorista kehitystä pidetään liikkeen kontrolloinnin kehittymisen tuloksena. Tällöin on perusteltua tarkastella lähemmin motorisen kontrollin teorioita kehityksen yhteyksien selittäjinä. Perinteisesti motorinen kehitys on nähty hermoston kypsymisen tulokseksi. Hermoston kypsyessä eli keskushermoston säätelyn lisääntyessä alemman tason refleksit jäävät taka-alalle ja ylemmän hermotason säätelyä tarvitsevat monimutkaisemmat omaehtoiset toiminnot pääsevät toteutumaan. Tällaista hermoston kypsymistä korostavaa näkemystä noudattelivat Gesellin, Amatrudan ja McGrawn tutkimukset vauvojen ja pienten lasten kehityksestä (Gesell & Amatruda 1947; McGraw 1945). Heidän tutkimustuloksiinsa perustuvat tarkat kuvaukset varhaisten motoristen taitojen kehitysjärjestyksestä ja aikataulusta ovat edelleen vaikuttamassa pikkuvauvojen motorista kehitystä tutkittaessa.

Nykyisin vallalla olevat käsitykset motorisesta kehityksestä painottavat edeltäjiään selkeämmin hermoston joustavuutta toiminnan säätelyssä (motorisen ohjelmoinnin teorit). Ne ottavat huomioon niin liikkeen kontrollointiin liittyvät mekaaniset tekijät (systeminen teoria) kuin myös toimintaympäristön vaikutuksen liikkeen kontrollointiin (ekologinen teoria). Bernsteinin (1967) systeminen teoria laajensi käsitystämme motorisen toiminnan säätelyyn osallistuvista järjestelmistä. Liikkeen säätelyyn vaikuttivat hänen mukaansa ainakin liikkeen voima ja ulkoisena tekijänä maanvetovoima. Lisäksi saattoi olla muita sisäisiä järjestelmiä, jotka vaikuttivat liikkeen säätelyyn. Vaikka käsitys motorisesta kontrollista monipuolistui, jäi edelleen huomiotta ympäristön vaikutus toiminnan säätelyssä. Gibson (1966) oli ensimmäinen, joka otti huomioon ympäristön toimintaan vaikuttavana tekijänä. Gibsonien teorian (Gibson, J. 1966; Gibson, E. 1988) mukaan etenkin havainnot ohjasivat tavoitteellista toimintaa ja niitä tuli tutkia tarkemmin: mitä tietoa havainnoidaan ja miten sitä käytetään muuttamaan ja säätelemään liikettä. Teorian mukaan tuli ymmärrettäväksi, että toiminnan säateleminen on tehtävä- ja ympäristösidonnaista.

Edellä kuvattujen teorioiden pohjalta motorisen kehityksen teorian kehittäminen on jatkunut dynaamisten selitysmallien suuntaan (Kelso, Hult, Kugler & Turvey 1980; Kugler, Kelso & Turvey 1980; Thelen 1987; 2000). Bernsteinin systemisen ja Gibsonin ekologisen teorian lisäksi dynaamisten järjestelmien selitystapa on saanut vaikutteita fysiikasta, kemiasta ja matematiikasta (Hopkins 2001; Thelen 2000). Erityisen merkittävä vaikutus on ollut termodynaamisen tasapainon teorialla. Perusajatuksena on, että käyttäytyminen syntyy itsestään järjestäytyvien osien välisestä vuorovaikutuksesta. Termodynaamisen tasapainon periaatteiden mukaisesti on olemassa jokin tietty ajallinen ja avaruudellinen järjestys, joka on energian kulutukseltaan taloudellisin ja siksi todennäköisin tapa suorittaa toiminta (Thelen 2000). Mikäli jokin toimintaan osallistuvista osista muuttuu, horjuttaa se tasapainoa ja saa aikaan epävakautta toimintamallin suorittamisessa (Thelen 2001). Kun kriittinen piste muutoksen suuruudessa ylittyy, toimintaan vaikuttavien osien keskinäinen järjestys muuttuu eli toimintamalli muuttuu, mikä havaitaan käyttäytymisessä uuden taidon oppimisena.

Oppimisen alkuvaiheelle on tyypillistä mallin vakiintumattomuus eli liikemallit voivat vaihdella (Hadders-Algra 2000). Vähitellen toistojen kautta löytyy taloudellisin ja vähiten energiaa kuluttava tapa toimia, toisin sanoen malli vakiintuu. Motorisessa kehityksessä on siis kyse monimutkaisesta useiden eri dynaamisten järjestelmien välisestä vuorovaikutuksesta.

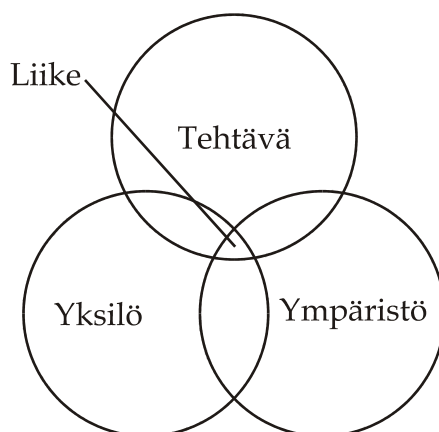
Dynaamisten järjestelmien selitystavalla on joitakin merkittäviä eroja perinteisiin motorisen kehityksen selitysmalleihin nähden. Näkemyksen mukaan motorinen kehitys ei ole aivoihin etukäteen ohjelmoitujen ohjelmien toteuttamista, vaan motorinen käyttäytyminen syntyy toiminnan aikana yksilön käytössä olevien rakenteiden, energiavarastojen ja tehtävän luonteen perusteella toimintaan osallistuvien osien välisessä itsenäisesti järjestäytyvässä vuorovaikutuksessa (Thelen 1995; Thelen 2000). Toimintaan osallistuvien järjestelmien rajoitukset luovat toiminnalle puitteet, joissa se on mahdollista suorittaa. Näkemyksen mukaan kehitystä tapahtuu, kun siihen osallistuvien järjestelmien osissa ja niiden välisessä vuorovaikutuksessa tapahtuu kehitystä, jonka seurauksena järjestelmät alkavat toimia entistä sulavammin yhdessä. Motorinen kehitys on siis liikkeen kontrolloinnissa ja hienosäädössä tapahtuvaa muutosta eli kehitystä.

Toinen keskeinen muutos aikaisempiin motorisen kehityksen teorioihin nähden on toiminnan ja havaintojen välisen yhteyden korostaminen (Thelen 2000). Toiminta ja havainnot ovat erottamattomasti ja vastavuoroisesti kytkeytyneinä toisiinsa (Bushnell & Boudreau 1993; Gibson 1988). Heti toiminnan alussa luodaan ennakkokäsitys tulevasta tehtävästä, jota havainnot tarkentavat toiminnan kuluessa (Hopkins 2001). Toiminnan aikana tapahtuu siis jatkuvaa havaintotiedon keruuta ja uudelleen järjestelyä, jota suhteutetaan toiminnan muutoksiin ja verrataan päämääräksi asetettuun tavoitteeseen. Havainnoilla kerätään tietoa niin itsestä kuin ympäristöstä (Gibson 1988; Shumway-Cook & Woollacott 2001). Uusi havaintotieto auttaa puolestaan kehittämään ja laajentamaan toimintaa (Campos, Anderson, Bardu-Roth, Hubbard, Hertenstein & Witherington 2000; Thelen 2000). Tämän vuoksi ajatellaan, että kognitiivinen kehitys on kiinteästi sidoksissa toimintaan ja itse asiassa mentaalisten toimintojen ajatellaan syntyvän ruumiin ja maailman välisestä vuorovaikutuksesta (Bushnell & Boudreau 1993; Campos ym. 2000; Gibson 1988; Iverson & Thelen 1999; Thelen, Schöner, Scheier & Smith 2001). Tätä suhdetta onkin kuvattu termillä kognitioiden ruumiillistuma (embodied cognition; Iverson & Thelen 1999; Thelen, Schöner, Scheier & Smith 2001).

Dynaamisten järjestelmien selitysmallia on kritisoitu siitä, että se on jättänyt aivojen toimintaa säätelevän merkityksen varsin vähälle huomiolle (Hadders-Algra 2000). Uudet neurotieteiden saavutukset hermoston joustavasta muotoutumisesta kuitenkin tukevat dynaamisten järjestelmien selitystapaa ja laajentavat tietoa siitä, miksi kehitys eli toiminnan muutokset ovat mahdollisia. Eriyksen merkittävä on ollut Edelmanin teoria hermoverkkojen muotoutumisesta (Edelman 1987). Sen mukaan havaitseminen ja toiminta vahvistavat tiettyjä hermoyhteyksiä niin, että niiden tuottama toimintamalli valitaan vahvistumisen myötä yhä useammin muiden mahdollisuuksien kustannuksella (Hadders-Algra 2000; Thelen 2000). Näkemyksen mukaan geneettiset ja/tai sikiönaikaiset

kehitysprosessit luovat karkean muodon neuroanatomialle, jota havaintomotoriset kokemukset alkavat muovata syntymän jälkeen.

Tässä väitöskirjatutkimuksessa on omaksuttu näkemys, jossa liikkeen kontrolloinnissa on kyse monien eri järjestelmien yhteistoiminnasta. Järjestelmät liittyvät yksilöön, tehtävään ja ympäristöön, jotka ovat aina keskinäisessä vuorovaikutuksessa liikettä suoritettaessa (kuvio 1). Motorisessa kontrollissa on kyse järjestelmien mahdollisuuksista kerätä tehtävän suorittamisen kannalta tärkeää tietoa sekä taidoista käyttäen kerättyä tietoa päämäärän saavuttamisen suuntaisesti. Motorista kehitystä tapahtuu, kun järjestelmien toiminnassa tapahtuu muutoksia.



KUVIO 1 Liikkeen kontrollointiin vaikuttavat tekijät (Shumway-Cook & Woollacott 2001)

1.2 Asentokontrolli - havaintotiedon järjestelyä ja tulkintaa

Pitäisi olla jalkojensa kanssa yksimielinen.

Yksi tärkeimmistä ensimmäisen elinvuoden aikana ratkaistavista ongelmista liikkeiden kontrolloinnin kehittymisessä on asentokontrollin hallinta. Jokainen suoritettu liike muuttaa tasapainoa, johon toimijan on reagoitava pystyäkseen jatkamaan suoritusta (von Hofsten 1993). Asennon hallitsemisen taidot ovat riippuvaisia sekä liikkujan omista taidoista että tilanteen vaatimuksista. Tämän vuoksi asentokontrollin kehittyminen on elinikäinen prosessi (Mercer, Sahrman, Diggles-Buckles, Abrams & Norton 1997), joka vaatii omien tilannesidonnaisten tasapainotaitojen tuntemista (Reed 1990). Oppiminen käynnistyy aina, kun liikkuja kohtaa itselleen asentokontrollin kannalta uuden tilanteen. Nopeimman kehitysvaiheen ihminen käy kuitenkin läpi ensimmäisten elinvuosiensa aikana. Tällöin asentokontrollin kehittyminen ilmeneekin käyttäytymisessä uusien motoristen taitojen oppimisena (Hadders-Algra 2001; Woollacott & Shumway-Cook 1994).

Asentokontrollin kehittyminen näyttäisi etenevän pään ja ylävartalon kautta kehon ääreisosiin. Ensimmäiseksi kehittyy niskan lihasten hallinta ja sen

myötä päänliikkeiden hallinta (Woollacott, Debû & Mowatt 1987). Tämän jälkeen, kun ylävartalon asento hallitaan, on istuma-asennon kehittyminen mahdollista (Woollacott ym. 1987; Hirschfeld & Forssberg 1994). Pystyasentoon nouseminen monimutkaistaa asennon hallintaa tuomalla mukaan uusia ruumiinosia ja pienentämällä tukipintaa (Shumway-Cook & Woollacott 2001). Asentokontrollin kehittyminen näkyikin hallittavien lihasryhmien lisääntymisenä (Roncesvalles, Woollacott & Jensen 2001; Sundermier, Woollacott, Roncesvalles & Jensen 2001; Sveistrup & Woollacott 1996; Woollacott & Sveistrup 1992), lihasryhmien aktivoitumisjärjestyksessä (Woollacott ym. 1987; Woollacott & Sveistrup 1992) ja kykynä sopeutua yhä vaihtelevampiin tasapainoa vaativiin tilanteisiin (Mattiello & Woollacott 1997).

Asentokontrollin kehittyminen vaikuttaa myös tavoittelun ja käsien käytön kehittymiseen. Jo aivan ensimmäisistä elinviikoista lähtien erityisesti pään kontrollointi liittyy läheisesti tavoittelun kehitykseen (Amiel-Tison & Grenier 1980; Bertenthal & von Hofsten 1998; Fallang, Saugstad & Hadders-Algra 2000; Rochat 1992; Rochat & Gaubet 1995; Thelen & Spencer 1998). Toisaalta asentokontrollin kehittyminen luo myös uusia mahdollisuuksia käyttää käsiä ympäröivän maailman tutkiskeluun (Corbetta & Bojczyk 2002; Rochat 1992; Rochat & Gaubet 1995). Näyttääkin, että asentokontrollin ja käden taitojen kehittymisen välinen suhde on joustava, johon toisaalta vaikuttaa lapsen kulloisetkin asennon hallinnan taidot ja toisaalta tehtävän taidoille asettamat vaatimukset (Adolph 2002; Van der Fits & Hadders-Algra 1998).

Ensimmäisen elinvuoden jälkeen asentokontrollin kehitys ei ole yhtä selkeästi havainnoitavissa eikä yhtä nopeaa kuin alkuvaiheessa. Esimerkiksi kävelyn kontrollointistrategiassa tapahtuu muutoksia aina 4–6 ikävuoteen saakka (Assaiante, Woollacott & Amblard 2000; Breniere & Bril 1998). Kokonaisvaltaisesta useiden lihasryhmien muodostamasta kokonaisuudesta (pää ja ylävartalo) siirrytään kehityksen myötä pienempiin kokonaisuuksiin ja lähempänä tukipintaa olevien lihasten käyttöön kävelyn kontrolloinnissa (Assaiante & Amblard 1995; Assaiante, Woollacott & Amblard 2000). Kontrollointistrategiat muovautuvat tehtävän tasapainolle asettamien vaatimusten mukaisesti ja ovat siten varsin tilannesidonnaisia (Assaiante & Amblard 1995).

Asentokontrollin kehittyminen on läheisesti yhteydessä kolmeen aistijärjestelmään: visuaalinen, proprioseptiivinen ja vestibulaarinen järjestelmä. Nämä järjestelmät antavat tietoa kehon asennosta ja liikkeestä tilassa (Woollacott & Shumway-Cook 1994). Kaikki vastaanotettu tieto ei ole kuitenkaan yhtä arvokasta asennon hallinnan kannalta, vaan kehityksen ja kokemusten myötä opitaan käyttämään kulloisessakin tilanteessa asennon hallinnan kannalta ensisijaisinta tietoa ja tietolähdettä (Hirabayashi & Iwasaki 1995; Shumway-Cook & Woollacott 1985). Kehityksen myötä asentokontrollin kannalta tärkeät muutokset aistijärjestelmässä näyttävät liittyvän nimenomaan kerättävän tiedon käyttämiseen ja eri tietolähteistä tulevan tiedon yhdistelemisen oppimiseen.

Liikkeiden sujuvuuden kannalta on tärkeää oppia ennakoimaan tilanteita, jotka vaikuttavat tasapainoisen asennon säilyttämiseen. Ennakoinnin oppiminen onkin yksi asennon hallinnan kehityksellisistä prosesseista ensimmäisten elinvuosien aikana. Käännekohta kehitysprosessissa näyttäisi olevan 4–5-

vuoden iässä, jolloin karkeamotorisen asennon hallinnan ennakoiti alkua muistuttaa paljolti aikuisten tapaa ennakoida tasapainoa horjuttavia tekijöitä (Assaiante ym. 2000).

Aikaisempien tutkimusten perusteella asennon hallinnan kehittyminen on vahvasti yhteydessä varhaisten motoristen taitojen ilmaantumiseen sekä karkeamotorisissa että hienomotorisissa taidoissa. Aikaisempia tutkimuksia varhaisen asentokontrollin kehittymisen ja myöhempien perusliikuntataitojen välisestä yhteydestä ei juuri ole. Erään tutkimuksen mukaan voitaisiin kuitenkin olettaa, että asentokontrollin puutteellinen kehittyminen voisi selittää liikuntaan osallistumisen halukkuutta (Smyth & Anderson 2001). Tutkijat esittävätkin, että uusien motoristen taitojen oppimisessa asennon hallinnan taidoilla saattaa olla koordinaatiota eli liikkeiden hienosäätöä keskeisempi rooli.

1.3 Motoriikka ja kieli kytköksissä

Jaksaako lapsi tanssia ja rallattaa yhtä aikaa?

Kielellisen ja motorisen kehityksen välinen läheinen yhteys näkyy erityisen hyvin silloin, kun kehitys ei etenekään näillä alueilla normaalisti. Tutkittaessa dysfaattisia lapsia motoristen ongelmien yleisyys vaihtelee tutkimuksesta riippuen 62 %:sta jopa 90 %:iin (Paul, Cohen & Caparulo 1983; Robinson 1987). Suomalaisessa tutkimuksessa dysfaattisista lapsista 71 %:lla havaittiin motorisia ongelmia (Rintala, Pienimäki, Ahonen, Cantell & Kooistra 1998). Motoristen vaikeuksien esiintyminen lukemisvaikeuksien yhteydessä näyttäisi myös olevan varsin yleistä. Noin 60 %:lla lapsista, joilla on lukemisvaikeuksia, on myös motorisia vaikeuksia (Johansson, Forssberg & Edvardsson 1995; Kaplan, Wilson, Dewey & Crawford 1998). Vastaavasti normaaliväestöstä vain noin 6%:lla arvioidaan olevan motorisia vaikeuksia (The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, American Psychiatric Association 1994).

Syitä yhdessä esiintymiseen on etsitty geneetikasta, yhteisistä toimintaa ohjaavista aivoalueista ja prosesseista. Tiedot geneettisistä yhteyksistä ovat vielä varsin ristiriitaisia. Motoristen vaikeuksien yhteys lukemiseen näyttäisi periytyvän. Niillä lapsilla, joilla itsellään on sekä lukemisen että motoriikan pulmia, on muita useammin myös lähisuvussa samanlaista ongelmien päällekkäistymistä (Regehr & Kaplan 1988; Wolff, Melngailis, Obregon & Bedrosian 1995). Lukemisvaikeuksien periytymisestäkin ollaan varsin yksimielisiä (Pennington 1999; Grigorenko 2001). Vaikka kummallakin ongelmalla näyttäisi olevan geneettinen tausta, ei näiden ongelma-alueiden taustalta ole toistaiseksi löydetty yhteistä geneettistä tekijää (Francks ym. 2003). Mahdollista kuitenkin on, että käyttäytymisen tasolla näkyvät ongelmat olisivat alkuaan seurausta aivojen kehityksessä tapahtuneesta poikkeavuudesta, jonka syntyyn geenit ovat vaikuttaneet (Gilger & Kaplan 2001; Hannula-Jouppi ym. 2005; Kaplan ym. 1998). Aivojen kehityksessä tapahtuneen poikkeaman tapahtuma-ajankohdan ja alueen on arveltu olevan yhteydessä ongelmien esiintymiskirjoon. Silloin kun lukemis-

vaikeudet ja motoriset vaikeudet päällekkäistyvät samoille henkilöille, poikkeamia on löydetty sekä pikkuaivojen rakenteesta että toiminnasta (Nicolson, Fawcett, Berry, Jenkins, Dean & Brooks 1999; Rae ym. 2002). Näiden poikkeamien on arveltu esiintyvän vauvoilla motoristen virstanpylväiden oppimisen hitautena (Fawcett, Nicolson & Dean 1996). Kielellisen ja motorisen toiminnan on havaittu aktivoivan aikaisemmin luultua useammin yhteisiä aivoalueita myös normaalisti kehittyvillä yksilöillä (Ojeman 1984; ks. yhteenveto Iverson & Thelen 1999).

Kehityspsykologiassa motoriikan ja kielen kehityksen välinen yhteys on vahvasti liittynyt Piaget'n teoriaan lapsen kognitiivisesta kehityksestä (Piaget 1988). Tämä kielellisen ja motorisen kehityksen välinen toiminnallinen yhteys on nähtävissä myös tämän hetkisessä ajattelutavassa. On havaittu, että itsenäisen liikkumisen myötä lapsi alkaa kiinnostua sekä etäällä olevista esineistä että ihmisistä. Samoihin aikoihin hän alkaa käyttää myös esittäviä eleitä (Campos ym. 2000). Käsien motoriikan kehittyminenkin on monella tavalla yhteydessä kielen kehitykseen. Eleilmaisua edeltää käsien rytmikäs käyttäminen, joka opitaan samoihin aikoihin toistavan jokeltelun kanssa (Oller & Eilers 1988). Käsien käyttö jokeltelun aikana puolestaan pidentää Ejirin ja Masatakan (1999) mukaan jokeltelussa käytettyjen tavujen pituutta (ks. Iverson & Thelen 1999, 33). Käsien motoriikka näyttäisikin kehittyvän artikulaatiomotoriikkaa nopeammin (Iverson & Thelen 1999), alkaahan lapsi käyttää eleitä ilmaisutarkoituksiin ennen puhetta (Bates, Benigni, Bretherton, Camaioni & Volterra 1979). Puhumaan oppimisen jälkeenkin käsien käytön ja puheen välinen yhteys säilyy kiinteänä ja käsien liikkeet säästävät puheen tuottamista saumattomasti ja yhtäaikaaisesti (Butcher & Goldin-Meadow 2000).

Myös erityispedagogisessa traditiossa on pohdittu motorisen ja kielellisen tai laajemmin kognitiivisen kehityksen välistä yhteyttä. Nämä näkemykset (Kephart, Ayres, ja Frostig) korostavat havaintomotorisen kehityksen merkitystä oppimisvaikeuksien selittäjinä (Myer & Hammill 1990). Lisäksi yhteistä näille ajattelutavoille on, että niiden pohjalta on kehitetty varsin systemaattisia kuntoutusohjelmia kouluongelmien ratkaisemiseksi. Ohjelmien vaikuttavuutta arvioitaessa on kuitenkin havaittu, ettei oppimisvaikeuksiin liittyviä ongelmia (senso- ja visuomotoriset taidot, akateemiset taidot, kognitiiviset ja kielelliset taidot) juurikaan kyetä auttamaan kuntouttamalla pelkästään havaintomotorisia taitoja (Myer & Hammill 1990). Näkemysten välillä on eroja lähinnä siinä, mikä kehityksen alue painottuu. Näkemykset vaihtelevat yksittäisten alueiden kuten visuaalisen havaitsemisen painottamisesta (esim. Frostig) laajemmin havaitsemistaitojen oppimista korostaviin näkemyksiin (esim. Ayres ja Kephart) (Myer & Hammill 1990). Näiden havaintomotoriikkaa korostavien näkemysten taustalla on selkeästi ajatus, että kehitys on ennalta määrättyssä järjestyksessä ja vaiheittain tapahtuvaa. Ayresin mallissa kehitys nähdään lajinkehityksen järjestyksestä noudattavaksi tapahtumaksi, jossa jokainen vaihe on läpikäytävä, jotta yksilön maksimaalinen toimintakyky saavutettaisiin (Myer & Hammill 1990). Näiden perinteisten sensomotoriikkaa korostavien mallien voidaan katsoa eroavan tässä tutkimuksessa omaksutusta näkemyksestä kahdella merkittävällä tavalla. Toisaalta kehitystä ei ajatella ennalta määrättyvästi tapahtuvaksi, vaan

se on toimintaan osallistuvien järjestelmien keskinäisen vuorovaikutuksen tulosta. Toinen keskeinen ero onkin siinä, että motoriikan ja havaitsemisen välinen yhteys on molempiin suuntiin toimiva muodostaen kehityksellisen syklin. Havainnot tarkentavat motorista toimintaa sekä toiminnan kuluessa vertaamalla suoritusta aikaisemmin tallentuneeseen malliin että jälkikäteen vertaamalla toiminnan lopputulosta suoritukselle ennalta asetettuun päämäärään (von Hofsten 2003). Motorinen toiminta puolestaan luo mahdollisuuden havaintojen tekemiseen ja antaa viitteitä siitä, mistä toiminnan kannalta olennaista tietoa tulisi etsiä (von Hofsten 2003). Tähän motoriikan ja havaitsemisen väliseen kiinteään vuorovaikutukseen osallistuu lapsen kokemusten lisääntyessä yhä useampia järjestelmiä monimutkaistaen vuorovaikutusta. Lisäksi tiedetään, että sekä taidot että niiden taustalla olevat järjestelmät ovat hyvin tilannesidonnaisia hankaloittaen siirtovaikutuksen syntymistä eri tehtävien välillä (von Hofsten 2003). Tämän vuoksi lapsen kasvaessa ei voida ajatella, että pelkästään havaintomotoriikkaa kehittämällä voitaisiin vaikuttaa oppimisen ongelmiin kaikilla osa-alueilla.

2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tämä väitöskirja on osa Jyväskylä Longitudinal Study of Dyslexia -projektia. Väitöskirjassa keskityttiin tutkimaan lasten motorista ja kielellistä kehitystä 0-7-vuotiailla lapsilla. Tutkimuksella oli kaksi päätavoitetta. Ensimmäinen haluttiin selvittää varhaisen eli ensimmäisen elinvuoden aikaisen motorisen kehityksen yhteyttä myöhempään motoriseen kehitykseen. Toiseksi tutkittiin, onko varhainen motorinen kehitys yhteydessä kielelliseen kehitykseen ja lukemisen nopeuteen. Näiden lisäksi selvitettiin, onko suvuittain esiintyvällä lukemisvaikeusriskillä yhteyttä niin motoriseen kehitykseen kuin motorisen ja kielellisen kehityksen välisiin yhteyksiin.

Aikaisempien tutkimusten mukaan varhainen asennon hallinta on myöhempien motoristen taitojen oppimisen edellytys (esim. Gahery & Massion 1981; Massion 1998). Lisäksi tiedetään asentokontrollin kehittymisen näkyvän vauvojen toiminnassa uusien motoristen taitojen oppimisena (Woollacott & Shumway-Cook 1994). Tutkimuksia varhaisen asennon hallinnan ja myöhemmin opittavien perusliikuntataitojen välillä ei juurikaan ole olemassa. Ensimmäisessä osatutkimuksessa haluttiinkin selvittää, onko varhaisten motoristen taitojen kehittyminen yhteydessä myöhemmin opittaviin motorisiin taitoihin 3.5-vuoden iässä. Tämän osatutkimuksen tarkoituksena oli myös selvittää vauvaiässä käytetyn päiväkirjamenetelmän toimivuutta.

Toinen ja kolmas osatutkimus käsittelivät varhaisen motoriikan yhteyttä kielellisten taitojen kehittymiseen eri ikävaiheissa. Sekä lukemisvaikeus- että erityisiä kielellisiä häiriöitä käsittelevän tutkimuksen perusteella motoriset ja eriaisteiset kielelliset vaikeudet esiintyvät usein samoilla lapsilla (Johansson, Forssberg & Edvardsson 1995; Kaplan ym. 1998; Paul, Cohen & Caparulo 1983; Rintala, Pienimäki, Ahonen, Cantell & Kooistra 1998; Robinson 1987). Tämän vuoksi haluttiin selvittää, onko tällainen päällekkäistyminen nähtävissä jo varhaisen motorisen kehityksen ja kehittyvien kielellisten taitojen välillä. Toisessa osatutkimuksessa tutkittiin, onko varhainen motorinen kehitys yhteydessä 1-2-vuotiaan kielelliseen kehitykseen. Kolmannessa osatutkimuksessa seurattiin kehitystä eteenpäin ja selvitettiin, onko varhainen motorinen kehitys yhteydessä 3-5-vuotiaan kielelliseen kehitykseen ja lukemisen nopeuteen ensimmäisen kouluvuoden keväällä 7-8-vuotiaana.

3 MENETELMÄT

3.1 Koehenkilöt

Tutkimus oli osa laajaa kansainvälistä tutkimusprojektia Jyväskylä Longitudinal Study of Dyslexia (JLD). Tutkimus alkoi entisen Keski-Suomen läänin alueella äitiysneuvoloiden kautta tapahtuvalla seulonnalla 1992. Kolmivaiheisella valintaprosessilla selvitettiin vanhempien halukkuutta osallistua tutkimukseen, heidän omaa käsitystään omista lukemisen ja kirjoittamisen vaikeuksista sekä testattiin heidän lukemisen ja kirjoittamisen taitojaan. Lisäksi hankittiin tietoa vanhempien lähisukulaisten mahdollisista samantyyppisistä vaikeuksista. Ensimmäisen vaiheen 8427 vanhemmasta valikoitui mukaan noin 200 perhettä. Valintavaiheessa perheet verrannettiin vanhempien koulutuksen mukaan.

Kolmannessa vaiheessa vanhemmat osallistuivat yksilötutkimukseen, jossa selvitettiin heidän lukemisen ja kirjoittamisen taitojaan. Lukemistaidon perusteella vanhemmat jaettiin tutkimuksen vertailu- ja riskiryhmiin. Vertailuryhmän lasten vanhemmilla eikä heidän lähisukulaisillaan ollut minkäänlaisia merkkejä lukemisen vaikeuksista. Riskiryhmään valikoituivat sellaiset perheet, joiden vähintään toisella vanhemmalla lukemisen ja kirjoittamisen taidot alittivat vähintään yhdellä keskihajonnalla normien keskiarvon.

Tässä väitöskirjassa raportoiduissa osatutkimuksissa koehenkilöiden määrä vaihteli tutkimuksittain 130–176 (taulukko 1). Koehenkilöiden määrään vaikuttanut puuttuvan tiedon määrä kulloisissakin mittareissa. Koehenkilöiden määrä ja sukupuolijakauma vertailu- ja riskiryhmien välillä jakautui tasaisesti kussakin osatutkimuksessa.

TAULUKKO 1 Koehenkilöiden määrä ryhmittäin ja sukupuolittain eri osatutkimuksissa

	Vertailuryhmä			Riskiryhmä		
	Tytöt	Pojat	Yhteensä	Tytöt	Pojat	Yhteensä
1. tutkimus	31	35	66	29	35	64
2. tutkimus	35	53	88	43	45	88
3. tutkimus	32	47	79	37	38	75

3.2 Arviointimenetelmät

3.2.1 Motoriikan arviointimenetelmät

Osatutkimuksissa käytettiin motoriikan, kielen ja lukemisen mittareita sekä arvioitiin lasten kognitiivisia toimintoja ja käyttäytymistä (taulukko 2). Motoriikkaa arvioitiin kahdessa ikävaiheessa: ensimmäisen elinvuoden aikana ja 3.5-vuoden iässä. *Ensimmäisen elinvuoden* tiedot kerättiin vanhempien täyttämällä kyselylomakkeella. Kyselylomake sisälsi kuvilla selvennetyn luettelon lapsen karkea- ja hienomotorisista taidoista (ks. kuvio 4). Vanhemmat kirjasivat lomakkeeseen sen elinviikon, jolloin lapsen oli havaittu ensimmäisen, toisen ja kolmannen kerran toimivan kysytyllä tavalla. Toista havaintokertaa käytettiin analyyseissä. Arviointimenetelmä oli laadittu JLD-projektia varten (Lyytinen P, Ahonen, Eklund & Lyytinen H 2000). Menetelmän kehittelyn pohjana ovat olleet useat aiemmat motoriikan kehityksen seurantamenetelmät ja niistä tehdyt tutkimukset (Capute, Shapiro, Palmer, Ross & Wachtel 1985; Hellbrügge, Lajosi, Menare, Schamberger & Rautenstrauch 1985; Knobloch & Pasamanick 1974; Largo, Molinari, Weber, Comenale Pinto, & Duc 1985). Vanhemmille suunnattujen strukturoitujen kyselylomakkeiden on havaittu toimivan melko hyvin ja motoriikan kehityksen tutkimuksessa niitä on käytetty myös aikaisemmin (Largo, Kundu & Thun-Hohenstein 1993). Tätä motoriikan kyselylomaketta käytettiin kaikissa osatutkimuksissa.

Motorisia taitoja mitattiin myös yksilötutkimuksissa *3.5-vuotiaana*. Taitojen mittaamiseen käytettiin Movement Assessment Battery for Children testiä (M-ABC; Henderson & Sugden 1992). Testi on kehitetty seulomaan kehitykselliset motoriset vaikeudet 4–12-vuotiailla lapsilla. Motoriikan ja kielellisen kehityksen samoin kuin motoriikan ja lukemisen vaikeudet esiintyvät usein samoilla lapsilla, jonka vuoksi oli perusteltua ottaa käyttöön juuri motoristen vaikeuksien seulontaan käytetty testi. Koska koehenkilöt olivat iältään normiaineistoa nuorempia, voitiin testin olettaa mittaavan myös motoristen taitojen kehittymistä. Testin kahdeksalla tehtävällä saadaan tietoa lasten hienomotoriikasta, pallotaidoista ja tasapainotaidoista. Tätä mittaria käytettiin 1. osatutkimuksessa. Tutkimushenkilöiden nuoren iän vuoksi jouduttiin testin suorittamisessa käyttämään joitakin muunnoksia, joihin voi tarkemmin tutustua osatutkimuksessa 1. Testien pisteyttäminen suoritettiin käsikirjassa annettujen ohjeiden mukaisesti.

TAULUKKO 2 Osatutkimuksissa käytetyt arviointivälineet ja lasten ikä tutkimushetkellä

Mittari	Ikä	Tutkimus		
		1	2	3
Motoriikka				
Kyselylomake	0–1 v.	X	X	X
M-ABC	3.5 v	X		
Kielelliset taidot				
Sanasto	1.5 v, 2.0 v		X	
Ilmaisujen keskipituus	1.5 v, 2.0 v		X	
Reynell	1.5 v		X	
BNT	3.5 v, 5.5 v			X
Morfologia	3.5 v, 5.0 v			X
PPVT	3.5 v, 5.0 v			X
Lukeminen				
Sisältösanat	1. lk			X
Toimintasanat	1. lk			X
Epäsanat (yksitavuiset)	1. lk			X
Epäsanat (kaksitavuiset)	1. lk			X
Epäsanat (monimutkaiset tavarakenteet)	1. lk			X
Teksti	1. lk			X
Kognitiiviset toiminnot				
Bayley	2.0 v		X	
WPPSI (suoritusosa)	5.0 v			X
WPPSI (kielellinen osa)	5.0 v			X
Käyttäytyminen				
BASC (ylivilkkaus)	6.0 v			X
BASC (tarkkaamattomuus)	6.0 v			X

3.2.2 Kielelliset arviointimenetelmät

Kielellisiä taitoja arvioitiin useassa ikävaiheessa. Vaikka tutkimus painottui tuottavan kielitaidon mittaamiseen, oli mukana myös joitakin ymmärtävää kielitaitoa mittaavia testejä. Toisessa osatutkimuksessa taitoja mitattiin *18 kk ja 24 kk* ikäisenä. Kielen tuottamista mitattiin vanhempien täyttämällä kyselylomakkeella: Varhaisen kommunikaation ja kielen kehityksen arviointimenetelmä (Lyytinen 1999). Kyseinen menetelmä on suomenkielinen versio MacArthur Communicative Developmental Inventories (MCDI; Fenson, Dale, Reznick, Bates, Thal & Pethick 1994) testistä. Sen osioista käytettiin tuottavan kielen mittoina tuotettujen sanojen määrää ja kolmesta pisimmästä ilmaisusta laskettujen morfeemien keskiarvoa. Lisäksi tietoa kielellisistä taidoista kerättiin 18 kk iässä yksilötutkimuksessa Reynellin kielitestillä (Reynell Developmental Language Scales, RDLS; Reynell & Huntley 1987), josta tutkimukseen mukaan otettiin kielen tuottamisen osasumma.

Kolmannessa osatutkimuksessa lasten kielen kehitystä seurattiin *3.5- ja 5- tai 5.5-vuoden* iässä. Tuottavan kielitaidon mittoina olivat Bostonin nimentämistesti (Boston Naming Test, BNT; Kaplan, Goglass & Weintraub 1983), jossa lapsi nimeää hänelle esitettyjä kuvia, ja Morfologia testi (Lyytinen P & Lyytinen H 2004; Lyytinen P, Poikkeus, Laakso, Eklund & Lyytinen H 2001), joka mittaa suomen kielen taivutusääntöjen hallintaa. Ymmärtävän kielen taitoja arvioitiin Peabodyn kuvan tunnistamistestillä (Peabody Picture Vocabulary Test-Revised,

PPVT-R; Dunn & Dunn 1981), jossa lapsi valitsee neljästä kuvasta sen, joka esittää kuultua sanaa.

3.2.3 Lukemisenopeuden arviointimenetelmät

Kolmannessa osatutkimuksessa lukemisen nopeutta mitattiin useilla testeillä 7–8-vuotiaana *ensimmäisen lukuvuoden toukokuussa*. Sanojen lukemisen tehtävät olivat tietokoneavusteisia yksittäisten sanojen lukemisen nopeutta mittaavia tehtäviä. Sanat olivat joko sisältösanoja tai funktiosanoja (taulukko 3). Epäsanojen lukemisenopeutta mitattiin kuten sanojen lukemista. Rakenteeltaan epäsanat olivat joko yksitavuisia, kaksitavuisia tai tavurakenteeltaan monimutkaisia sanoja (taulukko 3). Sanojen lukemisen nopeus ilmoitettiin sanaryhmittäin oikein luettujen sanojen lukemiseen käytettyjen aikojen keskiarvona. Näin saatu millisekuntiluku ilmaisi, kuinka kauan keskimäärin kulloisessakin sanaryhmässä lapselta kului aikaa yhden sanan lukemiseen. Kolmantena lukemismittarina käytettiin tekstin lukemista. Tehtävänä oli lukea annettua tekstiä kolme minuuttia, jonka jälkeen laskettiin oikein luettujen sanojen määrä. Testisuureena käytettiin keskiarvoa, joka kertoi yhden minuutin aikana luettujen sanojen määrän.

TAULUKKO 3 Yksittäisten sanojen lukemisessa käytetyt sanat ja epäsanat

Sisältösanat	Funktiosanat	Epäsanat ¹	Epäsanat ²	Epäsanat ³
koti	siellä	eh	värö	uivot
juosta	se	vis	ame	reistoa
kolme	vain	li	hopa	sohdi
kirjattu	mikä	nä	ypöt	hoipi
posti	alas	kup	onu	vaipura
talo	ei	da	ehi	mölski
pieni	tässä	yt	iman	äystä
takki	taas	os	olus	onsas
isä	että	röm	kaju	onkula

¹yksitavuiset, ²kaksitavuiset, ³monimutkaiset rakenteet (2–3 tavua)

3.2.4 Muut arviointimenetelmät

Lasten kognitiivisia toimintoja arvioitiin kahdessa ikävaiheessa. Toisessa osatutkimuksessa 2.0-vuotiaana käytettiin Bayleyn testiä (Bayley Scales of Infants Development II; Bayley 1993) ja kolmannessa osatutkimuksessa 5.0-vuotiaana mittaukset tehtiin Wechslerin päivähoito- ja esikouluikäisille tarkoitettulla älykkyystestillä (Wechsler Preschool and Primary scale of Intelligence-Revised, WPPSI-R; Wechsler 1989). Suoritusosan ja kielellisen osan pistemääriä käytettiin analyysissä. Jotta voitiin todeta tarkkaamattomuuden ja ylivilkkauden ongelmien mahdollinen päällekkäistyminen niin lukemisen kuin motoriikan ongelmien kanssa, otettiin tutkimukseen mukaan vanhempien täyttämä kyselylomake lapsen käyttäytymisestä (Parent Rating Scales of Behavior Assessment System for Children, BASC PRS; Reynolds & Kamphaus 1992). Kolmannessa osa-

tutkimuksessa lomakkeesta käytettiin tarkkaamattomuuden ja ylivilkkauden osasummia.

3.3 Tilastolliset menetelmät

Ainoastaan kognitiivisiin mittoihin oli saatavilla normiaineisto. Tämän vuoksi kaikki muut osatutkimuksissa käytetyt muuttujat standardoitiin vertailuryhmän keskiarvoa ja keskihajonta käyttäen. Standardoinnin seurauksena tuloksista tuli yhteismitallisia, jonka vuoksi oli mahdollista laskea muuttujista uusia keskiarvomuuttujia. Yhteismitallisuus mahdollisti myös useiden alkujaan eri asteikkoa käyttävien muuttujien sijoittamisen samaan toistomittausanalyysiin. Tällöin analyysi kertoi muuttujien välisen suhteellisen muutoksen. Taulukkoon 4 on ryhmitelty käytetyt analyysimenetelmät tutkimusongelmittain.

TAULUKKO 4 Analyysimenetelmät tutkimusongelmittain

Ongelma	Analyysimenetelmä
1. tutkimus Onko varhaisten motoristen taitojen kehittyminen yhteydessä myöhemmin opittaviin motorisiin taitoihin?	Rakenneyhtälömalli
2. tutkimus Onko varhainen motorinen kehitys yhteydessä 1-2-vuotiaan kielelliseen kehitykseen?	MANOVA Ryhmittelyanalyysi Toistettujen mittausten MANOVA ANOVA t-testi
3. tutkimus Onko varhainen motorinen kehitys yhteydessä kielelliseen kehitykseen 3-5-vuotiaana ja lukemisen nopeuteen 1. kouluvuoden lopussa?	ANOVA MANOVA Toistettujen mittausten MANOVA t-testi

Ensimmäisessä osatutkimuksessa kehityksen eri osa-alueiden välisiä yhteyksiä tutkittiin rakenneyhtälömallilla. Aikaisempien tutkimusten pohjalta rakennettiin teoreettinen malli, jonka tilastollista merkitsevyyttä testattiin rakenneyhtälömallilla (Linear Structural Relationships program; Jöreskog & Sörbom 1996). Tämän havaitun aineiston ja teoreettisen mallin vastaavuuden testaamisen (Metsämuuronen 2003) lisäksi rakenneyhtälömallilla voidaan arvioida mittavirheen suuruutta ja sitä kautta mittareiden reliabiliteettia ja validiteettia. Rakenneyhtälömalleissa mittamalleilla etsitään teoriaan pohjautuen havaittujen muuttujien taustalla olevia näkymättömiä eli latentteja muuttujia ja rakenne-malleilla testataan näiden latenttien muuttujien välisiä yhteyksiä.

Toisessa osatutkimuksessa haluttiin selvittää, löytyykö aineistosta erilaisia motorisen kehityksen profiileja. Tarkoitukseen käytettiin ryhmittelyanalyysiä, joka tehtiin erikseen vertailu- ja riskiryhmässä. Tarkoituksena oli löytää tulkinallisesti mielekäs määrä alaryhmiä, joiden sisällä motorinen kehitys olisi mahdollisimman samankaltaista. Kielellisten taitojen välinen vertailu tapahtui näiden ryhmittelyanalyysissä löytyneiden alaryhmien välillä. Ryhmien ja sukupuolten välisiin vertailuihin käytettiin keskiarvoihin perustuvia varianssiana-

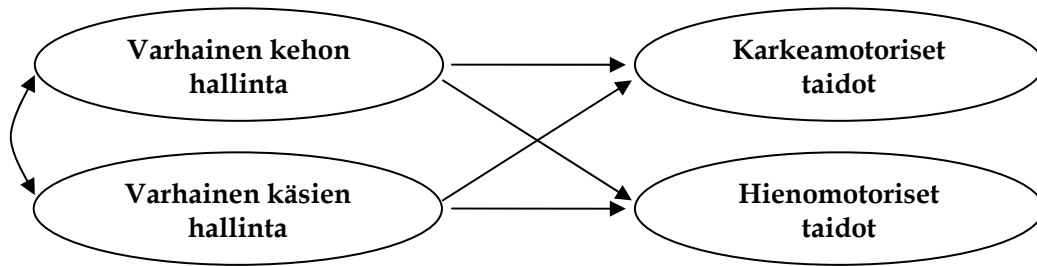
lyysimenetelmiä. Kolmannessa osatutkimuksessa käytettiin toisessa osatutkimuksessa ryhmittelyanalyysillä löydettyjä motorisen kehityksen alaryhmiä ryhmittelevänä muuttujana sukupuolen lisäksi. Ryhmien väliset vertailut tehtiin varianssianalyysillä kuten toisessa osatutkimuksessa.

4 OSATUTKIMUSTEN PÄÄTULOKSET

4.1 Tutkimus I: Varhaisten motoristen taitojen kehitys yhteydessä motorisiin taitoihin leikki-iässä - motorisen kehityksen rakenneyhtälömalli

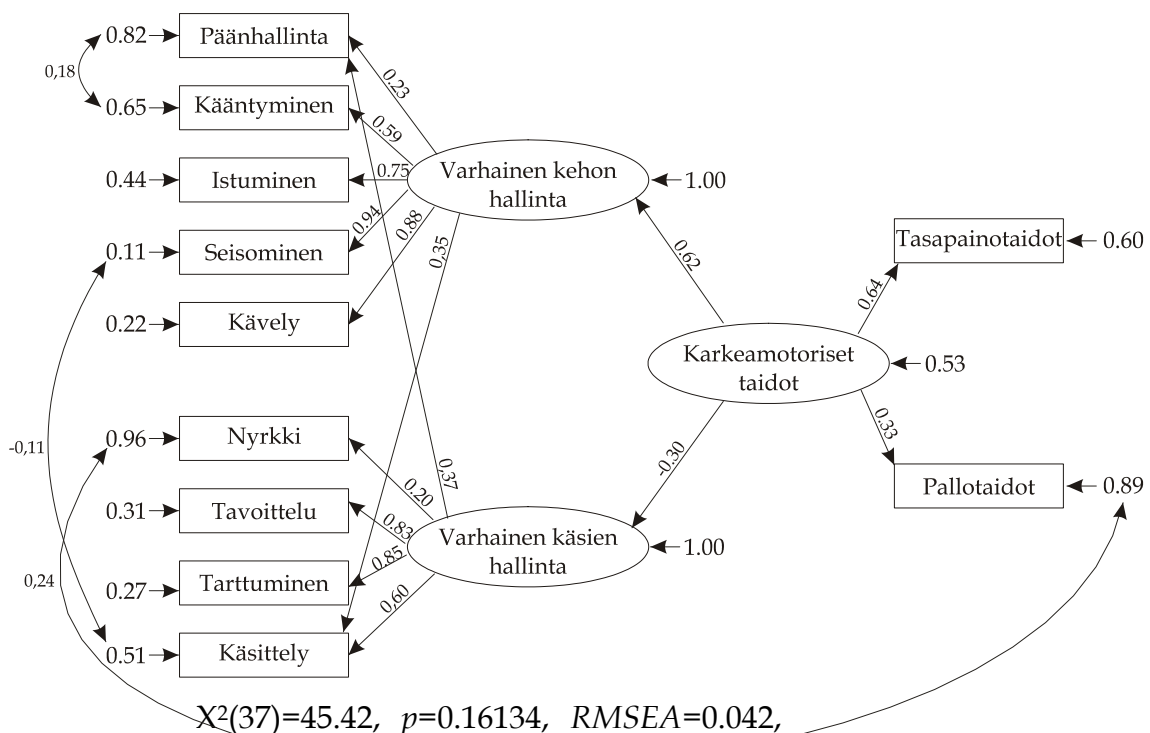
Ensimmäisessä osatutkimuksessa selvitettiin varhaisten motoristen taitojen kehittymisen yhteyttä motorisiin taitoihin 3.5-vuotiaana. Varhaisen motorisen kehityksen ja myöhempien motoristen taitojen välistä yhteyttä tutkittiin rakenneyhtälömallin avulla. Mallin rakentamista varten varhaiset motoriset taidot ryhmiteltiin viiteen karkeamotorista kehitystä kuvaavaan muuttujaan (päänhallinta, kääntyminen, istuminen, seisominen, kävely) ja neljään hienomotorista kehitystä kuvaavaan muuttujaan (nyrkki, tavoittelu, tarttuminen, käsittely). Näiden keskiarvomuuttujien muodostaminen perustui Keoghin ja Sugdenin (1985) ajatuksiin motorisen toiminnan kehittymisestä.

Rakenneyhtälömalliin otettiin mukaan 130 lapsen tiedot, joista 64 kuului vertailuryhmään ja 66 riskiryhmään. Näiden ryhmien motoriset taidot eivät eronneet tilastollisesti toisistaan, joten molemmat ryhmät olivat yhtä aikaa mukana mallin rakentamisessa. Aikaisemman tiedon perusteella asentokontrollin kehittyminen on perusta myöhemmin kehittyville niin hieno- kuin karkeamotorisille taidoille. Tähän tietoon perustuen muotoiltiin teoreettinen malli (kuvio 2), jonka mukaan ensimmäisen elinvuoden aikainen kehitys voidaan jakaa kehon ja käsien kontrollia kuvaaviin faktoreihin. Motoriset taidot 3.5-vuoden iässä jaettiin puolestaan hieno- ja karkeamotoriikan faktoreihin. Rakenneyhtälömallilla testattiin näiden neljän faktorin välisiä yhteyksiä. Tarkasteltavana oli (1) kehon ja käsien kontrollin välinen yhteys, (2) kehon kontrollin ja karkeamotoriikan välinen yhteys, (3) kehon kontrollin ja hienomotoriikan välinen yhteys, (4) käsien kontrollin ja hienomotoriikan välinen yhteys sekä (5) käsien kontrollin ja karkeamotoriikan välinen yhteys.



KUVIO 2 Teoreettinen malli varhaisen motorisen kehityksen ja myöhempien motoristen taitojen yhteyksistä

Toteutuneen mallin (kuvio 3) mukaan ensimmäisen vuoden aikana motorinen kehitys voitiin jakaa kehon ja käden hallintaa kuvaaviin faktoreihin. Näiden faktoreiden välinen yhteys oli kuitenkin heikkoa ja rakentui muutamien yksittäisten havaintujen ja latenttien muuttujien välisiin yhteyksiin. Mallissa pään kannattelu selitti käden hallinnan faktoria ($\lambda=0.37$) ja käsittelytaidot kehon hallinnan faktoria ($\lambda=0.35$). Myöhempiä motorisia taitoja jäi malliin kuvaamaan ainoastaan karkeamotoristen taitojen faktori, jossa tasapainotaidot painoutuivat. ($\lambda=0.64$).



KUVIO 3 Toteutunut malli varhaisen motorisen kehityksen ja myöhempien motoristen taitojen yhteyksistä

Faktorien välisiä yhteyksiä tarkasteltaessa havaittiin, että myöhempiä motorisia taitoja ennusti parhaiten varhaiset kehon hallintaa mittaavat muuttujat (varianssin selitysaste 38 %). Positiivinen yhteys muuttujien välillä tarkoitti sitä, et-

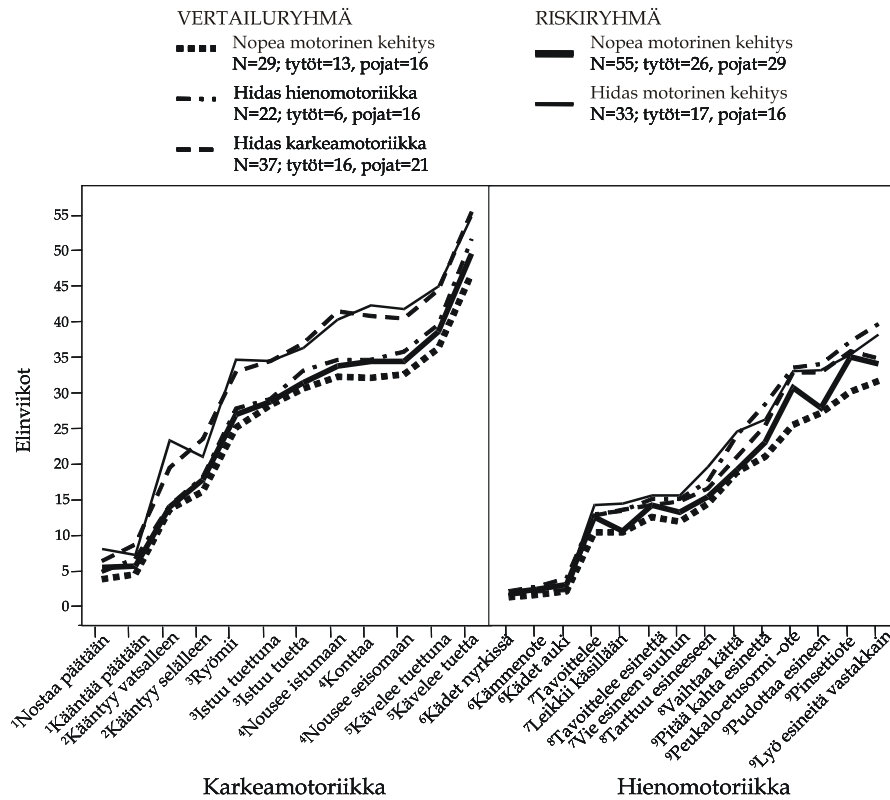
tä aikaisin kehittyvät motoriset taidot ennustivat hyvää suoriutumista karkeamotoriikkaa mittaavissa taidoissa 3.5-vuotiaana.

Käsien hallinnan ja karkeamotorisen faktorin välinen suhde oli selkeästi heikompi (varianssin selitysaste 9 %) ja negatiivinen. Niinpä aikaisin kehittyvä käsien hallinta ennustikin huonompia taitoja karkeamotorisessa suoriutumisessa 3.5-vuotiaana. Rakenneyhtälömallilla saatujen yhteyksien katsottiin kuvastavan asentokontrollin kehittymistä näissä ikävaiheissa. Pohdittavaksi kuitenkin jäi hienomotorisen kehityksen vähäisempi painottuminen mallissa. Lisäksi malli osoitti kyselylomakkeen olevan luotettava tiedonkeruuväline lapsen varhaisen motorisen kehityksen havainnointiin.

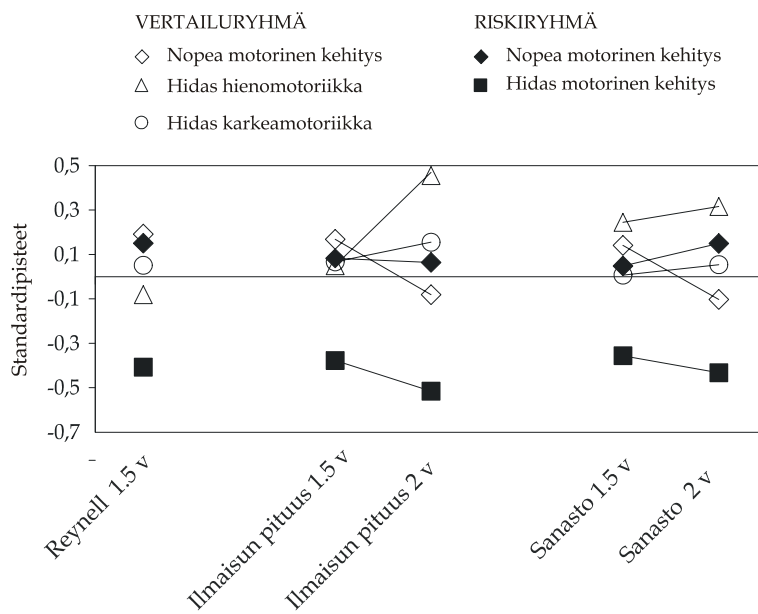
4.2 Tutkimus II: Varhaisten motoristen taitojen yhteys kielen kehitykseen lapsilla, joilla on tai ei ole suvuittain esiintyvä riski lukemisvaikeuteen

Toisen osatutkimuksen tarkoitus oli selvittää, ovatko motorinen ja kielellinen kehitys yhteydessä toisiinsa. Aluksi ryhmittelyanalyysillä selvitettiin, millaista motorinen kehitys on ensimmäisen elinvuoden aikana (kuvio 4). Ryhmittelyanalyysillä saatiin viisi alaryhmää, joista kolme kuvasi vertailuryhmän kehitystä ja kaksi riskiryhmän kehitystä. Vertailuryhmässä lapset kehittyivät joko nopeasti sekä hieno- että karkeamotorisissa taidoissa (nopea motorinen kehitys – vertailu) tai kehitys oli hidasta toisella mitatuista motoriikan alueista (hidas hienomotoriikka – vertailu, hidas karkeamotoriikka – vertailu). Riskiryhmässä lapset olivat kehityksessään molemmilla osa-alueilla joko nopeita (nopea motorinen kehitys – riski) tai hitaita (hidas motorinen kehitys – riski). Kuviossa 4 on esitetty alaryhmittäin lasten keskimääräinen motorinen kehitys ensimmäisen elinvuoden aikana taidoittain. Kuvioista 4 näkyy myös, miten taidot oli ryhmitelty keskiarvomuuttujiin, joita käytettiin kaikissa analyyseissä.

Vertailtaessa kielenkehitystä alaryhmittäin havaittiin, että motorisen kehityksen hitaus oli yhteydessä hitaampaan kielen kehitykseen lapsilla, joilla oli myös riski suvuittain esiintyvään lukemisvaikeuteen (kuvio 5). Riskiryhmän motorisesti hitaammin kehittyvät lapset tuottivat vähemmän sanoja ja lyhyempiä ilmaisuja kuin kaikki muut lapset. Tuloksista on huomattava, että lapset olivat ryhmätasolla sekä motoriselta että kielelliseltä kehitykseltään normaalin vaihtelun rajoissa. Tulokset viittaavat motoristen ja kielellisten vaikeuksien mahdolliseen yhteiseen geneettiseen taustaan, mutta herättävät myös kysymyksen varhaisen motorisen kehityksen tukemisen mahdollisuuksista kielen kehityksen tukemiseksi.



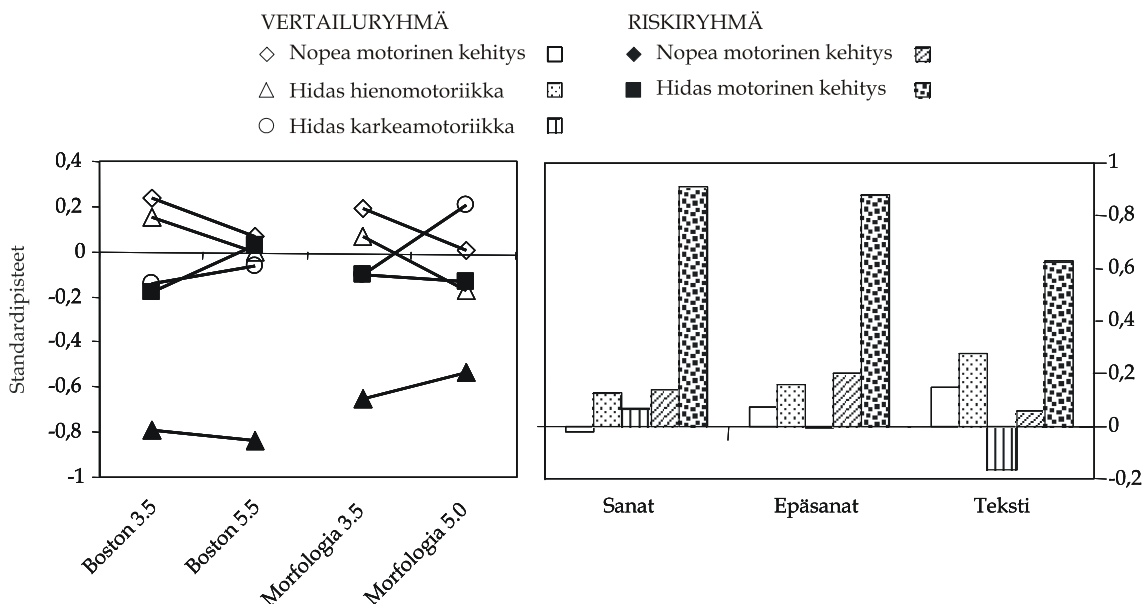
KUVIO 4 Motoristen virstanpylväiden kehittyminen alaryhmittäin. ¹Päänhallinta, ²Kääntyminen, ³Istuminen, ⁴Pystyasento, ⁵Kävely, ⁶Kämmenen hallinta, ⁷Tavoittelu, ⁸Tarttuminen, ⁹Käsittelytaidot



KUVIO 5 Kielelliset taidot 1.5- ja 2-vuoden iässä alaryhmittäin

4.3 Tutkimus III: Varhaisen motorisen kehityksen yhteys myöhempiin kielellisiin taitoihin ja lukemisen nopeuteen lapsilla, joilla on tai ei ole suvuittain esiintyvä riski lukemisvaikeuteen

Kolmas osatutkimus oli jatkoa aikaisemmalle varhaisen motoriikan kehityksen ja kielellisen kehityksen välisiä yhteyksiä selvittäneelle tutkimukselle (tutkimus 2). Tässä tutkimuksessa kielellistä kehitystä tutkittiin 3.5- ja 5.0- tai 5.5-vuoden iässä tuottavan kielen mittareilla ja 3.5- sekä 5.0-vuotiaana ymmärtävän kielen mittarilla. Lisäksi selvitettiin lukemisen nopeutta 7–8-vuotiaana ensimmäisen kouluvuoden lopussa. Tarkoituksena oli selvittää, olivatko kielelliset erot motoriikan alaryhmien välillä edelleen näkyvissä ja havaittaisiinko samanlainen suuntaus myös lukemisen nopeudessa. Tulosten mukaan eroja alaryhmien välille löytyi tuottavan kielen taidoissa sekä lukemisen nopeudessa. Aikaisemman tutkimuksen tapaan niillä lapsilla, joilla motorinen kehitys vauvaiässä oli hitaampaa ja heillä oli suvuittain esiintyvä lukemisvaikeusriski, oli pienempi sanavarasto, he hallitsivat huonommin suomen kielen taivutussääntöjä ja olivat hitaampia lukijoita (kuvio 6 ja taulukko 5). Tulokset vahvistavat varhaisen motorisen kehityksen yhteyttä kielelliseen kehitykseen etenkin niillä lapsilla, joilla on kielen kehityksen riskitekijöitä. Tulokset haastavat myös pohtimaan, missä määrin varhaisen kehityksen seurannassa tulisi ottaa huomioon myös yksilölliset käyttäytymisgeneettiset taustat nykyisin kysytyjen suvussa esiintyvien sairauksien rinnalle.



KUVIO 6 Erot kielellisissä taidoissa ja lukemisen nopeudessa alaryhmittäin

TAULUKKO 5 Kielellisiä ja lukemisen taitoja sekä kognitiivisia toimintoja ja käyttäytymistä mittaavien muuttujien keskiarvot ja -hajonnat

	Alaryhmät				
	Nopea motorinen kehitys -vertailuryhmä Keskiarvo (<i>sd</i>)	Hidas hienomoto- riikka -vertailuryhmä Keskiarvo (<i>sd</i>)	Hidas karkeamoto- riikka -vertailuryhmä Keskiarvo (<i>sd</i>)	Nopea motorinen kehitys -riskiryhmä Keskiarvo (<i>sd</i>)	Hidas motorinen kehitys -riskiryhmä Keskiarvo (<i>sd</i>)
Boston					
3.5 vuotta	20.44 (5.34)	21.48 (7.23)	18.87 (5.03)	17.80 (5.95)	15.35 (5.15)
5.5 vuotta	36.27 (5.52)	35.95 (5.49)	35.71 (5.44)	34.76 (7.26)	31.13 (7.08)
Morfologia					
3.5 vuotta	16.65 (7.55)	16.67 (9.47)	15.22 (8.28)	14.69 (9.53)	10.69 (5.98)
5.0 vuotta	54.48 (20.31)	53.62 (15.35)	59.06 (15.77)	48.18 (20.12)	45.97 (18.10)
PPVT-R					
3.5 vuotta	36.46 (16.94)	40.71 (14.91)	38.65 (12.98)	38.62 (15.14)	31.30 (11.02)
5.0 vuotta	73.33 (22.75)	73.86 (20.99)	75.76 (22.02)	65.88 (24.24)	64.03 (26.66)
5.0 vuotta					
WPPSI-R, suoritus	101.30 (12.23)	100.62 (14.73)	102.77 (13.04)	102.07 (14.18)	95.57 (17.36)
WPPSI-R, kielellinen	110.78 (12.83)	111.43 (13.68)	111.93 (11.53)	104.27 (16.08)	100.97 (18.61)
6.0 vuotta					
Tarkkaamattomuus	5,92 (2,83)	6,30 (2,49)	6,29 (2,61)	6,50 (3,24)	6,40 (2,44)
Ylivilkkaus	12,27 (4,90)	13,15 (6,26)	13,19 (4,58)	13,07 (6,48)	12,90 (5,05)
1 lk:n toukokuu					
Teksti	35.08 (19.82)	40.34 (22.29)	42.09 (26.32)	34.25 (24.1)	23.55 (17.38)
Sisältösanat	1610.28 (641.09)	1490.15 (543.35)	1625.26 (641.01)	1943.17 (1182.94)	2660.02 (1956.03)
Toimintasanat	1494.05 (539.92)	1496.97 (562.10)	1546.06 (561.11)	1756.44 (1046.30)	2206.21 (1517.21)
Epäsanat1	1499.27 (692.61)	1401.14 (437.50)	1372.00 (307.82)	1474.40 (482.29)	1943.34 (976.44)
Epäsanat2	2022.70 (742.83)	1890.63 (887.71)	1958.15 (776.92)	2434.30 (1466.22)	2899.90 (1672.80)
Epäsanat3	2626.06 (933.55)	2432.17 (958.49)	2386.00 (871.68)	2895.32 (1168.18)	3567.44 (1812.21)

¹yksitavuiset; ²kaksitavuiset; ³monimutkaiset tavarakenteet (2-3 tavua)

5 POHDINTA

5.1 Motoriset virstanpylväät ennustajina

5.1.1 Asennon hallinta ennustaa

Ensin aina kontithan ja sitten vasta kävelhän.

Tämän väitöskirjan tärkeimpänä tutkimuskohteena oli varhainen eli ensimmäisen elinvuoden aikainen motorinen kehitys. Toinen merkittävä rooli oli suvuittain esiintyvällä lukemisvaikeudella. Varhainen motorinen kehitys eteni kuitenkin keskimäärin yhtä nopeasti molemmissa tutkimusryhmissä (tutkimus 1). Siksi ennustettaessa myöhempiä motorisia taitoja rakenneyhtälömallilla koehenkilöryhmät yhdistettiin yhdeksi tutkimusjoukoksi. Parhaiten myöhempiä karkeamotorisia erityisesti tasapainotaitoja ennusti varhaisten kehonhallintaa ilmentävien taitojen kehittyminen. Kehonhallinnan taidot selittivät 38 % 3.5-vuotiaiden karkeamotoristen taitojen vaihtelusta. Aikaisempien tutkimustulosten mukaan varhainen kehon hallinta ennustaakin hyvin myöhempiä karkeamotorisia taitoja (Kirschenbaum, Riach & Starkes 2001; Samson, de Groot, Bezemer, Lafeber & Fetter 2002). Koska kehon kontrollia kuvaavaan faktoriin sisältyi juuri asentokontrollin kuvaajiksi luonnehdittuja taitoja kuten ryömiminen, istuminen, seisoma-asento ja kävely, voidaan etenkin asentokontrollia pitää karkeamotoristen taitojen ennustajana. Tätä tulkintaa vahvistaa se, että erityisesti ne motoriset taidot, jotka ovat asentokontrollin hallinnan kannalta tässä iässä vaativimpia (seisoma-asento ja kävely), olivat voimakkaimmin yhteydessä kehon hallintaa kuvaavaan faktoriin. Tulkinta onkin sopusoinnussa aikaisempien tietojen kanssa, joiden mukaan asentokontrolli on kaiken motorisen toiminnan perusta (Reed 1990; von Hofsten 1993; Wann, Mon-Williams & Rushton 1998).

Tässä tutkimuksessa motorista kehitystä pidetään liikkeen kontrolloinnin kehittymisen tuloksena. Ymmärtääksemme, miksi asentokontrolli oli niin merkityksellinen tutkimusiässä eli 3.5-vuotiaana, voidaan selitys löytää vertaamalla tut-

kimustilanteessa tehtyjä käyttäytymishavaintoja aikaisempaan tutkimustietoon asentokontrollin kehittymisestä. Esimerkiksi pallon vieritystehtävässä lasten oli vaikea sopeuttaa omaa toimintaansa tehtävän asennon hallinnalle asettamiin vaatimuksiin, jonka on todettu olevan yksi asentokontrollin kehittymiseen liittyvä taito (Reed 1990). Lapset eivät kyenneet istumaan puolipolviseisonnassa, vaan istuivat joko molempien polvien päällä tai jalkojen välissä nojaten vielä heilautusvaiheessa toiseen käteensä. Näin tasapainon uhkaa vähennettiin lisäämällä tukipintaa. Käteen nojaaminen saattoi olla osoituksena myös tasapainonuhkien ennakoitaitojen puutteellisesta kehityksestä. Edellä kuvattua selkeämmin ennakoinnin puutteellisuus tuli esille yhden jalan seisonnassa, viivalla kävelyssä ja hernepussin kiinnittämisessä. Tasapainon säilyttämisen kannalta tärkeät ennakoivat reaktiot puuttuivat, olivat voimallisesti väärin mitoitettuja tai olivat väärin ajoitettuja. Tällainen ennakoitaitojen kehittymisen keskeneräisyys 3-vuotiailla on havaittu aikaisemmissakin tutkimuksissa (Assaiante ym. 2000).

Ennakointitaitojen kehittymiseen liittyy myös eri aistien kautta tulevan tiedon hyväksikäytön kehittyminen, joka mahdollistaa joustavan tilanteiden mukaisen toiminnan (Shumway-Cook & Woollacott 1985; Hay & Redon 1999). Myös asennon hallintaan käytettävät strategiat kehittyvät edelleen tutkimusikävaiheiden aikana (Assaiante & Amblard 1995). Erityisesti vaativissa tilanteissa käytetään alkeellisempia strategioita asennon ja tasapainon ylläpitämiseen joustavan strategioiden käytön rajoituessa vähemmän vaativiin tilanteisiin (Assaiante & Amblard 1995). Edellä kuvatut asennon hallinnan kehitysvaiheet näkyivät tässä tutkimuksessa esimerkiksi yhdellä jalalla seisonnassa korjaavien liikkeiden vääränä mitoituksena ja johtivat asennon menettämiseen hiekkasäkkimäisen kaatumisen kautta.

Asentokontrollin kehittymistä ja sen yhteyttä motorisiin taitoihin on tutkittu varsin tarkasti ensimmäisen elinvuoden aikana. Tänä aikana asentokontrollin kehittyminen onkin ajallisesti nopeinta eikä sen toiminta rakenteeltaankaan ole kovin monimutkaista, joka tekee ilmiön tutkimisesta helpompaa. Vaikka tässä tutkimuksessa saadut tulokset viittaavatkin siihen, että asentokontrollin kehittymisellä on yhteyttä myöhempisiin motorisiin taitoihin, tarvitaan alueelta lisää tutkimuksia, joissa asentokontrollin kehityksen ja myöhempien taitojen välistä yhteyttä tutkitaan tässä tutkimuksessa käytettyä menetelmää suoremmin ja monipuolisemmin huomioiden mahdollisimman laajasti kontrollointiin osallistuvat järjestelmät.

5.1.2 Hienomotorinen kehitys

Tylsä veitsi tylsän miehen, terävä tekevän veitsi.

Motorisen kehityksen väliset yhteydet eivät olleet kaikilta osin tutkimuksessa asetettujen ennako-oletusten mukaisia (kuvio 2). Hienomotoriikan kehityksen yhteydet myöhempisiin taitoihin olivat odotettua heikompia. Vain 9 % karkeamotoristen taitojen vaihtelusta kyettiin selittämään varhaista kädenhallintaa kuvaavalla faktorilla. Tulos yllätti myös yhteyden suunnalla, jonka mukaan nopea hienomo-

torinen kehitys ennusti huonompia karkeamotorisia taitoja 3.5-vuoden iässä. Kolmas yllättävä seikka oli 3.5-vuoden hienomotoristen taitojen jääminen kokonaan pois mallista.

Hienomotoriikasta saaduille yllättäville tuloksille voidaan löytää useampia-kin selityksiä. Aikaisempien tutkimusten mukaan tarttumisotteessa tapahtuu kehitystä aina 10-ikävuoteen saakka (Kuhtz-Buschbeck, Stolze, Jönk, Boczek-Funcke & Illert 1998). Vielä 4-vuotiaana lapset avaavat sormensa enemmän auki kuin tartuttavana olevan esineen koko vaatisi. Näin lapset toimivat tämän tutkimuksen kolikot pankkiin -tehtävässä. Tämä saattoi johtua siitä, että lapset turvautuvat näön käyttöön tarttumisen ohjaamisessa aina 12-ikävuoteen saakka aikuisia enemmän (Kuhtz-Buschbeck ym. 1998; Rosblad 1997). Kun näön avulla ei pystytä ohjaamaan suoritusta, lapset pyrkivät korvaamaan aukinaisemmalla otteella sitä epätarkkuutta, joka liittyy käden liikerataan kohteen luo tultaessa (Kuhtz-Buschbeck ym. 1998). Osa tutkimukseen osallistuneista lapsista seurasi tiiviisti katseellaan kätensä liikerataa kohti kolikkoa ja tarttumisen jälkeen kohti pankkia. Onnistuneeseen suoritukseen tarvittiin siis näön antamaa tietoa sekä kädestä että kohteesta (Rosblad 1997). Aikaisemmissa tutkimuksissa on myös havaittu, että kuusivuotiaana tarttumiseen käytettävän voiman hallinta alkaa muistuttaa aikuisten voimankäyttötapaa (Forssberg, Eliasson, Kinoshita, Johansson & Westling 1991; Forssberg, Eliasson, Kinoshita, Westling & Johansson 1995). Alle neljävuotiaat lapset painavat usein nostettavaa esinettä alustaa vasten ennen ylöspäin suuntautuvaa liikettä (Forssberg ym. 1991). Tällainen ilmiö oli havaittavissa myös tähän tutkimukseen osallistuneilla lapsilla: kolikkoa painettiin alustaa vasten ennen nostamista. On siis mahdollista, että käyttämämme tieto hienomotorisista taidoista ei kyennyt riittävän tarkasti kuvaamaan niitä ilmiöitä, jotka tutkimuksen ikävaiheissa olisivat olleet juuri kehitymässä. Hienomotorisen kehityksen välisistä yhteyksistä eri ikävaiheissa tarvitaankin lisää tutkimuksia.

Varhaisten hienomotoristen taitojen yhteys myöhempisiin karkeamotorisiin taitoihin ei ollut myöskään asettamiemme odotusten suuntainen. Ensimmäisessä osatutkimuksessa havaittiin, että nopeampi kädentaitojen kehittyminen ensimmäisenä elinvuotena ennakoiti huonompia karkeamotorisia taitoja 3.5-vuotiaana. Tulos haastaa tutkijat selvittämään tarkemmin syytä tähän ilmiöön. Oletuksena voidaan esittää, että lasten kiinnostuksen kohteet ympäristössä valikoituvat jo hyvin varhain. Liikkeen suorittamisessa yhtenä tärkeänä ja alullepanevana voimana on motivaatio: halu liikkua ja tutkia ympäristön tarjoamia mahdollisuuksia (von Hofsten 2003). Näin ollen lapsen kiinnostuksen kohteet vaikuttavat siihen, mihin lapsi suuntaa tarkkaavaisuutensa, ja mitä taitoja hän alkaa harjoitella. Niinpä toiset lapset alkavat kerätä tietoa ympäröivästä maailmasta liikkumalla ja toiset esineitä paikallaan tutkien. Jos lapsi on erityisen kiinnostunut käsien käyttöä kehittävästä toiminnasta, voi karkeamotorisia taitoja kehittävä toiminta jäädä vähäisemmäksi. Tällaiseen kehitykseen viittaisi myös Sääkslahden (2005) tekemä tutkimus, jossa leikin luonne oli yhteydessä motoristen taitojen kehittymiseen erityisesti työllä. Runsas riehakkaiden leikkien määrä näkyi kehittyneempinä karkeamotorisina taitoina kun taas rauhalliset leikit olivat yhteydessä kehittyneempiin hienomotorisiin taitoihin.

5.2 Motoriikan yhteys kielellisiin taitoihin

5.2.1 Miten kehityskulut kietoutuvat toisiinsa

Tallaako lapsi kielensä päälle?

Varhainen hidas motorinen kehitys liittyi erityisesti suvuittain kulkevaan lukemisvaikeusriskiin. Yhdistyessään nämä ilmiöt olivat myös yhteydessä kielellisen kehityksen hitaampaan etenemiseen 1.5–5.5-vuotiailla lapsilla. Kielellinen hitaus näkyi tuottavassa puheessa pienempänä sanavarastona kaikissa ikävaiheissa (tutkimukset 2 ja 3) sekä nuoremmilla lapsilla lyhyempinä ilmauksina (tutkimus 2) ja vanhemmilla lapsilla hallittujen suomen kielen rakenteiden (morfologia) suppeutena (tutkimus 3). Samanlainen yhteys oli löydettävissä myös ensimmäisen kouluvuoden keväällä tehdyissä lukemisen nopeutta mittaavissa tehtävissä (osatutkimus 3). Lasten yleisellä kongitiivisten toimintojen heikkoudella tai käyttäytymisessä ilmenevillä tarkkaavaisuuden ja ylivilkkauden ongelmilla ei voitu selittää saatuja tuloksia. Arkiuskomuksesta poiketen varhainen motoristen taitojen oppiminen tukeekin lapsen kielellistä kehitystä eikä ole sille esteenä. Näin on varsinkin silloin, kun lapsen suvussa esiintyy kielen kehityksen riskitekijöitä kuten lukemisvaikeutta.

Aikaisemmissa tutkimuksissa varhaisen motorisen kehityksen hitauden on havaittu liittyvän vahvasti kielellisen kehityksen vaikeuksiin. Erityisesti kävelemään oppiminen on hidastunut kielihäiriöisillä lapsilla (Haynes & Naydoo 1991; Robinson 1987; Trauner, Wulfeck, Tallal & Hesselink 2000). Mutta myös normaalia motorista kehitystä tukevia tuloksia on esitetty (Rapin 1996). Vastaavanlaista tietoa lukemisvaikeuksiin liittyen ei ole olemassa. Eurooppalaisia lukemiseen liittyviä pitkittäistutkimuksia selvittäneen raportin mukaan meneillään oleviin muihin tutkimuksiin ei liity varhaisen motorisen kehityksen seuraamista (Schneider & Steingard 20.8.2004). Näin ollen on varsin epätodennäköistä, että vastaavanlaisia tuloksia tultaisiin lähitulevaisuudessa julkaisemaan.

Aikaisemmat tiedot motoriikan ja lukemisvaikeuksien välisestä yhteydestä rajoittuvat lähes täysin kouluikäisiin lapsiin. Ainoastaan yhdessä tutkimuksessa tiedot varhaisen motoriikan kehityksestä on yhdistetty myöhempään lukemisen kehitykseen (Shapiro, Palmer, Antell, Bilker, Ross & Capute 1990). Sen mukaan varhaista motoriikkaa ei voida pitää hyvänä lukemistaidon ennustajana. Tutkimuksen koehenkilöt muodostivat satunnaisesti valitun joukon lapsia, joka poikkesi tässä esiteltyjen tutkimusten koehenkilöjoukosta lukemisvaikeusriskin suhteen. Osatutkimusten 2 ja 3 tulokset osoittavat, että juuri suvuittain esiintyvä lukemisvaikeusriski on keskeinen tekijä varhaisen motorisen kehityksen ja niin kielellisen kehityksen kuin lukemisnopeuden välisen yhteyden muodostumisessa. Tässä tutkimuksessa lasten nuoren iän vuoksi johtopäätösten vetäminen yhteydestä lukemisvaikeuteen on ennen aikaista. Aikaisempien tutkimusten valossa näyttäisi kuitenkin etenkin niiden riskilasten, joilla esiintyy myös kielellisen kehityksen vaikeuksia, olevan suuremmassa riskissä myös lukemisvaikeuksiin. Kielellisten vaike-

uksien on näet todettu ennakoivan lukemisvaikeuksia (Catts, Fey, Zhang, Tomblin 1999; Olofsson & Nidersøe 1999) varsinkin niillä lapsilla, joilla esiintyy lukemisvaikeutta lähisuvussa (Gallagher, Frith & Snowling 2000; Scarborough 1990).

5.2.2 Riittävä selitys motoriikan ja kielen kehityksen yhteyksille?

Matkailu avartaa mieltä?

Kirjallisuudesta on löydettävissä ainakin kolme lähestymistapaa motorisen ja kielen kehityksen häiriöiden tai lukemisvaikeuden välisen yhteyden selittämiseen. Perinnöllisyystutkimusten mukaan ainakin osa kielihäiriöistä ja lukemisvaikeuksista periytyy (Pennington 1999; Grigorenko 2001). Missä määrin lukemisvaikeudessa ja kielihäiriöissä on kyse geneettisesti samasta ilmiöstä, ei vielä tarkkaan tiedetä (Bishop & Snowling 2004). Samalla tavoin ristiriitaisia ovat tiedot lukemisvaikeuden ja motoristen vaikeuksien yhteisestä geneettisestä taustasta. Toisaalta tiedetään, että myös motoriset vaikeudet lukemisvaikeuksiin liittyneinä kulkevat suvuittain (Regehr & Kaplan 1988), mutta toisaalta yhteistä geneettistä tekijää ei ole löydetty selittämään tätä yhteyttä (Francks ym. 2003). Geneettinen selitys yhteydelle tässä tutkimuksessa olisi perusteltua, koska noin puolella koehenkilöistä oli suvuittain kulkeva riski lukemisvaikeuksiin. Tämä riski voisi todentua näkyä kielellisinä vaikeuksina ennen lukemaan oppimista ja hitautena lukemisnopeudessa.

Toisenlainen lähestymistapa on nähdä kehityksellisten ongelmien päällekkäisyys aivojen joko rakenteellisena tai toiminnallisena poikkeavuutena. On myös esitetty, että tämä aivoihin liittyvä poikkeavuus saattaa olla perinnöllisesti määrättyä (Gilger & Kaplan 2001; Hannula-Jouppi ym. 2005; Kaplan ym. 1998). Millainen poikkeavuus on, missä se sijaitsee sekä poikkeavuuden tapahtumajankoha puolestaan selittäisivät ongelmien kirjoa käyttäytymisessä ja siten määrittäisivät yksilöllisiä eroja ongelma-alueiden päällekkäisyyksissä (Powell & Bishop 1992; Gilger & Kaplan 2001; Pennington 2003). Eräänä yhtymäkohtana motoristen ja kognitiivisten toimintojen häiriöille saattaa olla pikkuaivojen rakenteelliset ja toiminnalliset erot (Nicolson ym. 1999; Rae ym. 2002). Varhaisimmillaan pikkuaivojen erot näkyisivät jo vauvoilla varhaisten motoristen taitojen (istuminen, kävely) oppimisen hitautena ja myöhemmin siis lukemisvaikeuksina (Fawcett, Nicolson & Dean 1996).

Kolmas lähestymistapa, *matkailu avartaa mieltä*, yhdistää näkemyksiä kehityspsykologiasta ja käyttäytymisgenetiikasta. Yhteyden motorisen ja kielellisen kehityksen sekä lukemisnopeuden välillä ajatellaan liittyvän nimenomaan varhaisen motoriikan merkitykseen kognitiivisen kehityksen pohjana (Bushnell & Boudreau 1993; Campos ym. 2000; Gibson 1988; Iverson & Thelen 1999; Thelen ym. 2001). Yhteyden syntymisessä on erityisen merkittävää kognitiivisen tiedon rakentaminen havaintotiedon pohjalta (Bushnell & Boudreau 1993; Gibson 1988; Gibson & Pick 2000), joka on tärkeää myös asentokontrollin kehittymisessä (ks. yhteenve-to osatutkimus 1). Toisaalta juuri asennon hallinnan taitojen kehittyminen luo

mahdollisuuden niin itsenäisen liikkumisen kehittymiselle kuin käsien käytön hallinnalle ja täten siis pohjan myös kognitiivisten toimintojen kehittymiselle. Edellä kuvatun kehityskulun kautta tulee ymmärrettäväksi, miten ensimmäisen elinvuoden aikainen motorinen, siis oikeastaan varhainen asentokontrollin, kehittyminen voisi olla yhteydessä kielelliseen kehitykseen. Omien liikkumiskokemusten ja käsillä tapahtuvan ympäristön ilmiöiden tutkimisen myötä laajentuu syy-seuraus -suhteiden ymmärtäminen ja sen lisäksi koko vuorovaikutusilmapiiri perheessä muuttuu (Campos ym. 2000; Gibson & Pick 2000). Lapsen lisääntyneen liikkumisen myötä vanhemmille tulee tarve kielellisesti ohjata lapsensa toimintaa. Myös lapsi itse alkaa tulla kiinnostuneeksi itsestä etäällä olevista esineistä, tapahtumista ja ihmisistä. Jaetun tarkkaavuuden ja esittävien eleiden onkin havaittu lisääntyvän lapsen itsenäisen liikkumisen lisääntyessä (Campos ym. 2000). Myös lapsen kiinnostus vuorovaikutuksellisiin leikkeihin kasvaa lisäten samalla kielellisten virikkeiden määrää.

Kiinnostavaa omassa tutkimuksessani oli kuitenkin kielellisen kehityksen liittyminen motoriikkaan vain lapsilla, joilla oli sekä hitautta molemmilla kehityksen alueilla että lukemisvaikeusriski. *Mielen avartuminen* motoriseen kehitykseen liittyneenä oli siis sidoksissa suvuittain esiintyvään lukemisvaikeusriskiin. Näiden lasten ympäristöön tutustuminen oli vähäisempää kuin muilla tutkimukseen osallistuneilla lapsilla ja täten myös kognitiivisten toimintojen pohja heikompi hitaamman niin hieno- kuin karkeamotorisen kehityksen vuoksi. Aikaisemmista perinnöllisyystutkimuksista tiedetäänkin, että lapsen kielen kehitykselle uhkana on geenien lisäksi myös lapsen välitön elinympäristö, jossa vuorovaikutus muovautuu lapsen oman sekä vanhempien toiminnan tuloksena (Gilger, Ho, Whipple & Spitz 2001). Tällöin voitaisiin ajatella, että lapsi, jonka niin liikkuminen kuin käsienkin käyttö on rajoittunutta, ei itse hakeudu kielen kehitystä tukeviin vuorovaikutustilanteisiin yhtä usein vertaistensa kanssa. Jos vanhemmat eivät tässä vaiheessa lisää oma-aloitteisesti lapselle puhumista, jäävät lapsen kielelliset virikkeet myös tältä osin vertaisiaan pienemmiksi. Kuitenkin näyttää siltä, että juuri ne lapset, joilla on lukemisvaikeusriski, tarvitsisivat alkuvaiheessa kielelliselle kehitykselle paljon tukea. Tähän viittaisi toisessa samoilla lapsilla tehdyssä tutkimuksessa (Lyytinen, P & Lyytinen H 2004) saatu tulos, jonka mukaan sanavaraston pienuus 2-vuoden iässä ennusti myöhempää kielen kehityksen hitautta vain lapsilla, joilla oli suvuittain kulkeva lukemisvaikeusriski.

5.3 Kehityksen tukeminen

Niin pitkälle pääsee, miten pitkät tikapuut isä tekee.

Tämän päivän yhteiskunnassamme lasten luontaiset liikuntamahdollisuudet ovat usein melko rajoittuneita. Yhteiskunnan rakenteelliset muutokset (esim. vilkastunut liikenne ja asuinympäristöjen liikuntamahdollisuuksien kaventuminen) rajoittavat lasten toimintamahdollisuuksia. Liikkumisen rajoittaminen saattaa alkaa

huomaamattamme kotona jo lapsen ensimmäisen elinvuoden aikana, kun markkinoilla on monenlaisia lapsia viihdyttäviä ja vanhempien hoitorutiineja helpottavia tarvikkeita. Lapsi istuu lastenistuimessa, jonka luokse viihdykkeet tuodaan. Lapsen ei tarvitse itse liikkua paikasta toiseen kuin ei myöskään valita kiinnostuksensa kohteita. Tämän tutkimuksen tulosten mukaan kuitenkin varhaisten motoristen taitojen harjoittaminen olisi tärkeää myöhempien motoristen taitojen kehittymisen kannalta. Itseisarvonsa lisäksi motorisella kehityksellä on yhteys myöskin muihin kehityksen alueisiin erityisesti silloin, kun lapsella voidaan olettaa olevan kehityksessään muutoinkin haavoittuvuutta. Tällainen kehityksen alueiden lievienkin viiveiden päällekkäistyminen tulee ymmärrettäväksi muistaessamme, kuinka monenlaiset järjestelmät osallistuvat motoriseen toimintaan, ja kuinka paljon erilaisia vuorovaikutusprosesseja järjestelmien välillä on käynnissä motorisen toiminnan aikana. Uusia taitoja opitaan, kun näistä järjestelmistä ja niiden vuorovaikutuksesta tuleva tieto, joka liittyy lapseen itseensä, tehtävään ja ympäristöön, järjestäytyy entistä tehokkaammin ja eri tietolähteistä tulevan tiedon yhdisteleminen kehittyy. Motorinen ohjelmointi ja kehomme (luut, lihakset ja jänteet) eivät siis yksistään saa aikaan liikettä, vaan siihen tarvitaan motivaatio eli tarve liikkua. Sen lisäksi tietoa liikkeen suorittamisen kulusta verrataan koko ajan tavoitteeksi asetettuun päämäärään. Kaikki tämä tiedonkeruu, -käsittely ja -vertailu vaatii aivoilta kykyä luoda uusia hermoverkkoyhteyksiä. Onko siis niin, että lapsilla, joilla on lukemisvaikeusriski suvussaan, näiden hermoverkkoyhteyksien kehittyminen vie enemmän aikaa tai synaptiset yhteydet eivät ole yhtä vahvoja ja nopeita kuin muilla lapsilla. Tämä yhteyksien syntymisen ongelma voisi sitten näkyä hitaampana motorisena kehityksenä varhaisvaiheissa ja myöhemmin muissakin monimutkaisissa toiminnoissa kuten lukemisessa. Tämän tyyppisiä viitteitä antaa tuore geenitutkimus, jonka mukaan lukemisvaikeuteen liittyisi hermosolujen haarakkeiden kehitystä ohjaavan geenin toimintavajaus (Hannula-Jouppi ym. 2005).

Jos kyseessä on oppimisen hitaus ja työläys, tulee huomiota kiinnittää kehityksen tukemiseen. Mahdollisuus liikkua ja tutkia itsenäisesti ympäristöään kehittää lapsen motoristen taitojen lisäksi hänen havainnoimisen ja tiedonkäsittelyn taitojaan ollen pohjana myöhemmälle kognitiiviselle ja kielelliselle kehitykselle. Aikaisempien tutkimusten perusteella tiedetään, että varhaisia motorisia taitoja (kuten konttaamista ja tuettuna kävelemistä) voidaan harjoittaa melko lyhytkestoisella päivittäisellä harjoittelulla (Lagerspetz, Nygård & Strandvik 1971; Zelazo, Zelazo, Cohen & Zelazo 1992). Lisäksi on havaittu verrattaessa konttaavia ja konttaamattomia sekä käveleviä ja kävelemättömiä lapsia toisiinsa, että liikkumaan oppimisella näyttäisi olevan yhteys lapsen kykyyn ymmärtää kieltä (Gross, McDonald, Perkins & Hayne, 2005). On myös viitteitä, että nopea varhainen motorinen kehitys on yhteydessä laajemminkin koulumenestykseen peruskoulun päättövaiheessa ja jopa jatkokoulutuksen laajuuteen aikuisiässä (Taanila, Murray, Jokelainen, Isohanni & Rantakallio 2005). Tietoa, voidaanko motorista kehitystä tukemalla vaikuttaa lasten myöhempään kielelliseen kehitykseen myönteisesti ja sitä kautta vahvistaa heidän lukemaan oppimisvalmiuksiaan, ei kuitenkaan ole olemassa. Tämän hetkisen ymmärrykseni mukaan taitojen kehittymisen tukemisen tulisi tapahtua nimenomaan varhaisten motoristen virstanpylväiden oppimisen iässä, jol-

loin oppiminen on vielä varsin yksinkertaista. Mitä iäkkäämmäksi lapsi tulee, sitä monimutkaisemmaksi muodostuu osallistuvien järjestelmien välinen vuorovaikutus tehden syy-seuraus -suhteistakin monimutkaisempia. Vauvoilla tukitoimet ovat parhaimmillaan lasten jokapäiväisiin hoitorutiineihin helposti liitettäviä toimintoja. Niiden tarkoituksena on antaa lapselle vuorovaikutustilanteissa monipuolisia kokemuksia erilaisista kehon asennoista ja toisaalta luoda lapselle mahdollisuus hankkia erilaisia liikekokemuksia itsenäisesti erilaisilla alustoilla ja erilaisissa ympäristöissä liikkumalla ja toimimalla. Vaikka ajallisesti nopeimmat muutokset motorisen kontrollin kehityksestä tapahtuvat ensimmäisen elinvuoden aikana, tulee kehitykseen kiinnittää huomiota myöhemminkin. Liikuntamahdollisuuksien monipuolisuus ja liikuntakasvatuksen suunnitelmallisuus ovatkin asioita, joihin päivähoidossa tulee kiinnittää huomiota myös aivan pienimpien lasten kanssa toimittaessa. Tästä muistutetaan myös vastavalmistuneessa Varhaiskasvatuksen liikunnan suosituksissa: *"Aikuisen tulee huolehtia, että lapsella on joka päivä useita mahdollisuuksia liikkua monipuolisesti vaihtelevassa ja liikkumiseen innostavassa ympäristössä."* (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2005:15, 11). Jos lapsen kehitykseen tiedetään liittyvän riskitekijöitä, on lapsen omaehtoisten toimintamahdollisuuksien lisäksi huolehdittava, että lapsi myös harjoittaa taitojaan monipuolisesti.

Jotta tuen tarve tunnistettaisiin, tarvitaan välineitä kehityksen seuraamiseen. Tässä tutkimuksessa käytetty kehityksen seurantamenetelmä antoi luotettavaa tietoa lapsen motorisesta kehityksestä. Suomalaisessa järjestelmässä luontevin paikka vauvojen kehityksen seurannan toteuttamiseen on lastenneuvola. Tutkimuksessa käytetty kehityksen seurantamenetelmä on helppokäyttöinen ja sellaisenaan sopiva neuvoloiden käyttöön. Menetelmän avulla vanhemmat motivoituvat ohjautusti seuraamaan lapsensa kehitystä, jota kautta syntyy myös luonteva keskusteluyhteys lapsen kehitykseen liittyvistä asioista. Tutkimuksen tulosten perusteella tarkempi kehityksen seuranta on merkityksellistä normaalin vaihtelun rajoissa kehittyville lapsille vain silloin, jos voidaan olettaa kehitykseen liittyvän joitakin riskitekijöitä kuten tässä tutkimuksessa suvuittain esiintyvä lukemisvaikeusriski. Tulosten tulkinnan kannalta onkin merkittävää huomata, että kehityksellinen hitaus oli keskiarvoisesti normaalin kehityksen rajoissa niin motoriikassa kuin kielen kehityksessä. Kuitenkin tämän tutkimuksen tulokset nuoruusiän koulumenestystä ja aikuisiän koulutusuria selvittäneen tutkimuksen tapaan (Taanila ym. 2005) antavat ymmärtää, että lieväkin kehityksellinen hitaus saattaa olla tietyissä populaatioissa merkittävää arvioitaessa tarvetta kehityksen tukemiseen.

Miten kehitystä voi ja kannattaa tukea? Auttaisiko motorisen kehityksen tukeminen myös kielen kehitystä? Jotta näihin kysymyksiin saataisiin olettamusta vahvempia vastauksia, tarvittaisiin kokeellisia tutkimusasetelmia selvittämään asentokontrollin kehityksen ja myöhemmin opittavien motoristen taitojen välisiä yhteyksiä. Toisaalta sopivien tukimuotojen selvittämiseksi tarvittaisiin kuntoutustutkimuksia, joissa tukitoimien tehokkuutta päästäisiin arvioimaan. Molemmat tutkimukset vaativat pitkittäistutkimusasetelman, jossa lasten kehitystä seurataan pitkän aikavälin lisäksi useammalla kehityksen alueella.

Tämä tutkimus on ollut osa laajempaa tutkimusprojektia Jyväskylä Longitudinal Study of Dyslexia. Projektissa on kerätty monenlaista tietoa lapsen kielen kehitykseen liittyen. Jo olemassa olevasta aineistosta on löydettävissä osaltaan vastauksia tämän tutkimuksen tuomiin kysymyksiin. Yhdistämällä tietoa lapsen varhaisesta kognitiivisesta kehityksestä niin itsenäisen liikkumisen kuin käsien käytön oppimisikään ja kokemuksiin, voidaan osaltaan syventää tietoa motorisen kehityksen merkityksestä kognitiiviselle kehitykselle. Toisaalta tulevaisuudessa on mahdollista selvittää tarkemmin diagnosoitujen lukemisvaikeuksien ja niin motorisen kehityksen kuin motoristen vaikeuksien välistä päällekkäisyyttä. Näistä tutkimuksista saataisiinkin arvokasta lisätietoa kuntoutuskokeilujen pohjaksi.

SUMMARY

It is commonly accepted that motor difficulties often coexist with reading difficulties or dyslexia. The prevalence of motor difficulties in the population of individuals with dyslexia has been estimated to be about 60% (Kaplan et al. 1998, Johansson et al. 1995). However, little is known about the possible connections between motor development and the precursors of reading in early childhood. Furthermore, it is also unknown whether children with dyslexia have had difficulties in their early motor development. Unfortunately, the conclusion to be drawn from the latest European longitudinal studies on reading and spelling is that motor skills have not been considered that important. Only 20 studies out of the total of 144 studies included motor measures in their research design (Schneider and Sterngard, n.d.). In general, infant studies on dyslexia that have included motor measures are very few. Therefore, this study has focused on early motor development and its relationship to later motor development, language development and reading skills.

This study was a part of an exclusive longitudinal project on dyslexia, carried out in Jyväskylä, Finland (Jyväskylä Longitudinal Study of Dyslexia). The first sub study investigated whether the emergence of early motor milestones in infancy is related to later development of fundamental motor skills in toddlers. The number of participants (N=130) in this study gave us an opportunity to use more advanced statistical methods in analyzing our data. Structural equation models allow several variables and their interrelatedness to be examined simultaneously. Therefore, we were able to clarify the latent structure of the phenomenon behind the observed data. The results suggest that the early appearance of body control skills predicts good gross motor skills at 3.5 years of age. This relatively good rate of prediction (38%) lends further support to the importance of screening early gross motor development. Unexpectedly, early hand control skills were not associated with later fine motor skills, and only weakly to later gross motor skills. These results suggest that the connecting link between early and later motor skills is the control of postural related skills, and especially its developmental progression. This suggestion was based on previous studies on the relevance of postural control to all motor actions. Based on this study we suggest that fine motor development is either a much more complicated process or a process with different mechanisms and background than gross motor development, or that the measures used for fine motor behaviors failed to represent this emerging domain in a sufficiently valid way. It is also plausible that the developmental timetable is different for gross and fine motor skills. Therefore, it is not possible to pinpoint the connections between these two developmental areas at the same age.

The aim of the second and the third sub studies was to find connections between early motor milestones, language and reading skills. In the second study the purpose was threefold: first, whether there were differences in the motor development of children with and without familial risk for dyslexia during the first year of life. The second objective was to establish whether multiple subgroups

in relation to the early development of motor skills exist in children with and without familial risk for dyslexia. Third, it was studied whether these subgroups would differ from each other in expressive language development at 18 and 24 months of age. The results suggest that familial risk for dyslexia might be a risk factor for delayed early motor development in the first year of life based on the evidence that some of the children in the at-risk group were slower in both gross and fine motor development. These developmental patterns were not found in the control group. Also a connection was found between early motor and language delays in children with familial risk for dyslexia. These children had a smaller vocabulary and produced shorter sentences than all the other children.

The third study had two purposes: first, to investigate whether delayed achievement of the early motor milestones was connected to language development preceding reading age and to the beginning of reading skills. Second, to investigate whether the predictive association was similar in children with and without familial risk for dyslexia. The main results of this study were consistent with our earlier results when the same children were 18 and 24 months of age. Children with familial risk for dyslexia and slow early motor development had a smaller vocabulary and poorer morphology at the ages of 3.5 and 5 or 5.5 years than the children in all the other subgroups. Familial risk for dyslexia with delayed achievement of motor milestones seemed also to be connected to slower reading of words and pseudowords at the end of the first grade (at the age of seven years). Furthermore, children belonging to this subgroup also read fewer words in the text reading task than the children in the control group and in the fast motor development at-risk subgroup.

The results of these two studies suggest that the genetic background causing dyslexia might also lead to delays in both areas (motor and language) in some children. Furthermore, it might be that slower motor development affects on the child's opportunities to explore the environment which in turn contributes to slowing down language development.

LÄHTEET

- Adolph, K. E. 2002. Learning to keep balance. *Advances in Child Development and Behavior*, 30, 1–40.
- American Psychiatric Association. 1994. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders. (4. painos) (DSM-IV)*. Washington DC.
- Amiel-Tison, C. & Grenier, A. 1980. *Neurological evaluation of the human infant*. New York: Masson, 81–102.
- Assaiante, C. & Amblard, B. 1995. Head-trunk coordination and locomotor equilibrium in 3- to 8-year-old children. Teoksessa A. Berthoz, W. Graf & P. P. Vidal (toim.) *The head-neck sensory system*. New York: Oxford University Press, 121–125.
- Assaiante, C., Woollacott, M. & Amblard, B. 2000. Development of postural adjustment during gait initiation: kinematic and EMG analysis. *Journal of Motor Behavior*, 32, 211–226.
- Bates, E., Benigni, L., Bretherton, I., Camaioni, L. & Volterra, V. (toim.) 1979. *The emergence of symbols: cognition and communication in infancy*. New York: Academic Press.
- Bayley, N. 1993. *The Bayley Scales of Infant Development. (2. painos)*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Bernstein, N. 1967. *The coordination and regulation of movement*. London: Pergamon.
- Bertenthal, B. & von Hofsten, C. 1998. Eye, head and trunk control: the foundation for manual development. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22, 515–520.
- Bishop, D. V. M. & Snowling, M. J. 2004. Developmental dyslexia and specific language impairment: same or different? *Psychological Bulletin*, 130, 858–886.
- Brenière, Y. & Bril, B. 1998. Development of postural control of gravity forces in children during the first 5 years of walking. *Experimental Brain Research*, 121, 255–262.
- Bushnell, E. W. & Boudreau, J. P. 1993. Motor development and the mind: the potential role of motor abilities as a determinant of aspects of perceptual development. *Child Development*, 64, 1005–1021.
- Butcher, C. & Goldin-Meadow, S. 2000. Gesture and the transition from one- to two-word speech: when hand and mouth come together. Teoksessa D. McNeill (toim.) *Language and gesture*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 235–257.
- Campos, J. J., Anderson, D. I., Barbu-Roth, M. A., Hubbard, E. M., Hertenstein, M. J. & Witherington, D. 2000. Travel broadens the mind. *Infancy*, 1, 149–219.
- Capute, A. J., Shapiro, B. K., Palmer, F. B., Ross, A. & Wachtel, R. C. 1985. Normal gross motor development: the influence of race, sex and socio-economic status, 27, 635–643.

- Catts, H. W., Fey, M. E., Zhang, X. & Tomblin, J. B. 1999. Language basis of reading disabilities: evidence from a longitudinal investigation. *Scientific Studies of Reading*, 3, 331–361.
- Corbetta, D. & Bojczyk, K. E. 2002. Infants return to two-handed reaching when they are learning to walk. *Journal of Motor Behavior*, 34, 85–95.
- Dunn, L. M. & Dunn, L. M. 1981. Peabody picture vocabulary test-revised. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Edelman, G. M. 1987. Neural darwinism. The theory of neuronal group selection. Oxford: Oxford University Press.
- Ejiri, K. & Masataka, N. 1999. Synchronization between preverbal vocal behaviour and motor action in early infancy. II. An acoustical examination of the functional significance on the synchronization. Artikkelin viitattu artikkelissa Iverson, J. M. & Thelen, E. 1999. Hand, mouth and brain. The dynamic emergency of speech and gesture. *Journal of Consciousness Studies*, 6, 19–40.
- Fallang, B., Saugstad, O. D. & Hadders-Algra, M. 2000. Goal directed reaching and postural control in supine position in healthy infants. *Behavioral Brain Research*, 115, 9–18.
- Fawcett, A. J., Nicolson, R. I. & Dean, P. 1996. Impaired performance of children with dyslexia on a range of cerebellar tasks. *Annals of Dyslexia*, 40, 259–283.
- Fenson L., Dale, P. S., Reznick, J. S., Bates, E., Thalm D. & Pethick, S. J. 1994. Variability in early communicative development. *Monographs of the Society for Research in Child Development* 59, 5 (Serial No. 242).
- Forsberg, H., Eliasson, A. C., Kinoshita, H., Johansson, R. S. & Westling, G. 1991. Development of human precision grip I: basic coordination of force. *Experimental Brain Research*, 85, 451–457.
- Forsberg, H., Eliasson, A. C., Kinoshita, H., Westling, G. & Johansson, R. S. 1995. Development of human precision grip IV: tactile adaptation of isometric finger forces to the frictional condition. *Experimental Brain Research*, 104, 323–330.
- Francks, C., Fisher, S. E., Marlow, A. J., MacPhie, I. L., Taylor, K. E., Richardson, A. J., Stein, J. F. & Monaco, A. P. 2003. Familial and genetic effects on motor coordination, laterality, and reading-related cognition. *American Journal of Psychiatry*, 160, 1970–1977.
- Gallagher, A., Frith, U. & Snowling, M. J. 2000. Precursors of literacy delay among children at genetic risk of dyslexia. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41, 203–213.
- Gesell, A. & Amatruda, C. S. 1947. *Developmental diagnosis*. (2. painos) New York: Paul B. Hoeber.
- Gibson, E. J. 1988. Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. *Annual Review of Psychology*, 39, 1–41.
- Gibson, E. J. & Pick A. D. 2000. *An ecological approach to perceptual learning and development*. New York: Oxford University Press.
- Gibson, J. J. 1966. *The senses considered as perceptual systems*. Boston, MA: Houghton Mifflin.

- Gilger, J. W. & Kaplan, B. J. 2001. Atypical brain development: a conceptual framework for understanding developmental learning disabilities. *Developmental Neuropsychology*, 20, 469–485.
- Gilger, J. W., Ho, H.-Z., Whipple, A. D. & Spitz R. 2001. Genotype–environment correlations for language-related abilities: implications for typical and atypical learners. *Journal of Learning Disabilities*, 34, 492–502.
- Grigorenko, E. L. 2001. Developmental dyslexia: an update on genes, brains, and environments. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42, 91–125.
- Gross, J., McDonald, B., Perkins, N. & Hayne, H. 2005. The effect of locomotor experience on cognitive development during infancy [poster]. Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development. 7.–10.4.2005. Atlanta, GA.
- Hadders-Algra, M. 2000. The neuronal group selection theory: a framework to explain variation in normal motor development. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42, 566–572.
- Hadders-Algra, M. 2001. Development of gross motor functions. Teoksessa A. F. Kalverboer & A. Gramsbergen (toim.) *Handbook of Brain and Behaviour in Human Development*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 539–568.
- Hannula-Jouppi, K., Kaminen-Ahola, N., Taipale, M., Eklund, R., Nopola-Hemmi, J., Kääriäinen, H. & Kere, J. 2005. The axon guidance receptor gene *ROBO1* in a candidate gene for developmental dyslexia. *PLoS Genetics*, 1, 467–474.
- Hay, L. & Redon, C. 1999. Feedforward versus feedback control in children and adults subjected to a postural disturbance. *Experimental Brain Research*, 125, 153–163.
- Haynes C, & Naidoo S. 1991. Children with specific speech and language impairment. *Clinics in Developmental Medicine* No. 119. London: Mac Keith Press.
- Hellbrügge, T., Lajosi, F., Menare, D., Schamberger, R. & Rautenstrauch, T. 1985. Münchener funktionelle Entwicklungsdiagnostik. Ertes Lebensjahr. *Fortschritte der Sozialpädiatrie*. Lübeck: Hansisches Verlagkontor.
- Henderson, S. E. & Sugden, D. A. 1992. Movement assessment battery for children. Kent, UK: The Psychological Corporation.
- Hirabayashi, S. & Iwasaki, Y. 1995. Developmental perspective of sensory organization on postural control. *Brain & Development*, 17, 111–113.
- Hirschfeld, H. & Forssberg, H. 1994. Epigenetic development of postural responses for sitting during infancy. *Experimental Brain Research*, 97, 528–540.
- Hopkins, B. 2001. Understanding motor development: insights from dynamical systems perspectives. Teoksessa A. F. Kalverboer & A. Gramsbergen (toim.) *Handbook of brain behaviour in human development*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 591–620.
- Iverson, J. M. & Thelen, E. 1999. Hand, mouth and brain. The dynamic emergency of speech and gesture. *Journal of Consciousness Studies*, 6, 19–40.

- Johansson, A. E., Forsberg, H. & Edvardsson, M. 1995. Har läs- och skrivsvåga dålig motorik? Teoksessa C. Jacobson & I. Lundberg (toim.) *Läsutveckling och dyslexi. Frågor, erfarenheter och resultat.* Falköping: Liber Utbildning, 108–113.
- Jöreskog, K. G. & Sörbom, D. 1996. LISREL 8. User's reference guide. (3. painos) Chicago: Scientific Software International.
- Kaplan, E., Goodglass, H. & Weintraub, S. 1983. The Boston naming test. (2. toim.) Philadelphia, PA: Lea & Febiger.
- Kaplan, B. J., Wilson, B. N., Dewey, D. & Crawford, S. G. 1998. DCD may not be a discrete disorder. *Human Movement Science* 17, 471–490.
- Kelso, J. A. S., Hult, K. G., Kugler, P. N. & Turvey, M. T. 1980. On the concept of coordinative structures as dissipative structures: II. Empirical lines of convergence. Teoksessa G. E. Stelmach & J. Requin (toim.) *Tutorials in motor behavior.* New York: North-Holland, 49–70.
- Keogh, J. & Sugden, D. 1985. *Movement skill development.* New York: MacMillan.
- Kirschenbaum, N., Riach, C. L. & Starkes, J. L. 2001. Non-linear development of postural control and strategy use in young children: a longitudinal study. *Experimental Brain Research*, 140, 420–431.
- Knobloch, H. & Pasamanick, B. 1974. Gesell and Amatruda's developmental diagnosis. The evaluation and management of normal and abnormal neuropsychologic development in infancy and early childhood. New York: Harper & Row.
- Kugler, P. N., Kelso, J. A. S. & Turvey, M. T. 1980. On the concept of coordinative structures as dissipative structures: 1. Theoretical line. Teoksessa G. E. Stelmach & J. Requin (toim.) *Tutorials in motor behaviour.* Amsterdam: North-Holland, 3–37.
- Kuhtz-Buschbeck, J. P., Stolze, H., Jönk, K., Boczek-Funcke, A. & Illert, M. 1998. Development of prehension movements in children: a kinematic study. *Experimental Brain Research*, 122, 424–432.
- Lagerspetz, K., Nygård, M. & Strandvik, C. 1971. The effects of training in crawling on the motor and mental development of infants. *The Scandinavian Journal of Psychology*, 21, 192–197.
- Largo, M. H., Molinari, L., Weber, M., Comenale Pinto, L. & Duc, G. 1985. Early development of locomotion: significance of prematurity, cerebral palsy and sex. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 27, 183–191.
- Largo, R. H., Kundu, S. & Thun-Hohenstein, L. 1993. Early motor development in term and preterm children. Teoksessa A. F. Kalverboer, B. Hopkins & R. Geuze (toim.) *Motor development in early and later childhood: longitudinal approaches.* UK, Cambridge: University Press, 247–265.
- Lyytinen, P. 1999. *Varhaisen kommunikaation ja kielen kehityksen arviointimenetelmä.* Jyväskylän yliopiston lapsitutkimuskeskus ja Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino.
- Lyytinen, P., Ahonen, T., Eklund, K. & Lyytinen, H. 2000. *Ääntelyn ja motoriikan kehityksen seurantamenetelmä.* Jyväskylän yliopiston lapsitutkimuskeskus ja Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino.

- Lyytinen P., Poikkeus, A.-M., Laakso, M.-L., Eklund, K. & Lyytinen H. 2001. Language development and symbolic play in children with and without familial risk for dyslexia. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 44, 873–885.
- Lyytinen, P. & Lyytinen, H. 2004. Growth and predictive relations of vocabulary and inflectional morphology in children with and without familial risk for dyslexia. *Applied Psycholinguistics*, 25, 397–411.
- Mattiello, D. & Woollacott, M. 1997. Posture control in children: development in typical populations and in children with cerebral palsy and Down syndrome. Teoksessa K. J. Connolly & H. Forssberg (toim.) *Neurophysiology and neuropsychology of motor development*. Cambridge: Mac Keith Press, 54–77.
- McGraw, M. 1945. *Neuromuscular maturation of the human infant*. New York: Hafner.
- Mercer, S. V., Sahrman, S. A., Diggles-Buckles, V., Abrams, R. A. & Norton, B. J. 1997. Age group differences in postural adjustments associated with a stepping task. *Journal of Motor Behavior*, 29, 243–253.
- Metsämuuronen, J. 2003. *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. Helsinki: International Methelp.
- Myers, P. I. & Hammil, D. D. 1990. *Learning disabilities. Basic concepts, assessment practices, and instructional strategies*. (4. painos) Austin, TX: pro ed.
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., Berry, E. L., Jenkins, I. H., Dean, P. & Brooks, D. J. 1999. Association of abnormal cerebellar activation with motor learning difficulties in dyslexic adults. *The Lancet*, 353(May), 1662–1667.
- Ojemann, G. A. 1984. Common cortical and thalamic mechanisms for language and motor functions. *American Journal of Physiology*, 246, 901–903.
- Oller, D. K. & Eilers, R. E. 1988. The role of audition in infant babbling. *Child Development*, 59, 441–466.
- Olofsson, Å. & Njånes, J. 1998. Early language development and kindergarten phonological awareness as predictors of reading problems: from 3 to 11 years of age. *Journal of Learning disabilities*, 32, 464–472.
- Paul, R., Cohen, D. J. & Caparulo, B. K. 1983. A longitudinal study of patients with severe developmental disorders of language learning. *Journal of the American Academy of Child Psychiatry*, 22, 525–534.
- Pennington, B. 1999. Toward an integrated understanding of dyslexia: Genetic, neurological, and cognitive mechanisms. *Development and Psychopathology*, 11, 629–654.
- Piaget, J. 1988. *Lapsi maailmansa rakentajana. Kuusi esseetä lapsen kehityksestä*. Suomentaja Saara Palmgren. Juva: WSOY.
- Powell, R. P. & Bishop, D. V. M. 1992. Clumsiness and perceptual problems in children with specific language impairment. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 34, 755–765.
- Rae, C., Harasty, J. A., Dzendrowskyj, T. E., Talcott, J. B., Simpson, J. M., Blamire, A. M., Dixon, R. M., Lee, M. A., Thompson, C. H., Styles, P., Richardson, A. J.

- & Stein, J. F. 2002. Cerebellar morphology in developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 40, 1285–1292.
- Rapin I. (toim.) 1996. Preschool children with inadequate communication. Developmental language disorder, autism, low IQ. Clinics in Developmental Medicine No. 139. London: Mac Keith Press.
- Reed, E. S. 1990. Changing theories of postural development. Teoksessa M. H. Woollacott & A. Shumway-Cook (toim.) Development of posture and gait across the life span. University of South Carolina Press, 3–24.
- Regehr, S. M. & Kaplan, B. J. 1988. Reading disability with motor problems may be an inherited subtype. *Pediatrics* 82, 204–210.
- Reynell, J. K. & Huntley, M. 1987. Reynell developmental language scale manual. (2. painos) Windsor UK: NFER-Nelson.
- Reynolds, C. R. & Kamphaus, R. W. 1992. BASC. Behavior assessment system for children. Manual. Circles Pines, MN: American Guidance Services.
- Rintala, P., Pienimäki, K., Ahonen, T., Cantell, M. & Kooistra, L. 1998. The effects of a psychomotor training programme on motor skill development in children with developmental language disorders. *Human Movement Science* 17, 721–737.
- Robinson, R. J. 1987. The causes of language disorder: introduction and overview. Teoksessa Proceedings of the first international symposium on specific speech and language disorders in children 29.3–3.4.1987. Reading, UK, 1–19.
- Rochat, P. 1992. Self-sitting and reaching in 5- to 8-month-old infants: the impact of posture and its development on early eye-hand coordination. *Journal of Motor Behavior*, 24, 210–220.
- Rochat, P. & Goubet, N. 1995. Development of sitting and reaching in 5- to 6-month-old infants. *Infant Behavior and Development* 18, 53–68.
- Roncesvalles, M. N. C., Woollacott, M. H. & Jensen, J. L. 2001. Development of lower extremity kinetics for balance control in infants and young children. *Journal of Motor Behavior*, 33, 180–192.
- Rosblad, B. 1997. Roles of visual information for control of reaching movements in children. *Journal of Motor Behavior*, 29, 174–182.
- Rosenbaum, D. A. 2005. The Cinderella of the psychology. The neglect of motor control in the science of mental life and behaviour. *American Psychologist*, 60, 308–317.
- Samson, J. F., de Groot, L., Bezemer, P. D., Lafeber, H. N. & Fetter, W. P. F. 2002. Muscle power development during the first year of life predicts neuromotor behaviour at 7 years in preterm born high-risk infants. *Early Human Development*, 68, 103–118.
- Scarborough, H. S. 1990. Very early language deficits in dyslexic children. *Child Development*, 61, 1728–1743.
- Schneider, W. & Sterngard, C. (toim.). Inventory of European longitudinal studies of reading and spelling. A cost A8-project: Learning disorders as a barrier to human development. University of Würzburg, Department of Psychology. Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.psychologie.uni-wuerzburg.de/cost/inventory.htm>](http://www.muodossa.de/cost/inventory.htm) 31.8.2004.

- Shapiro, B. K., Palmer, F. B., Antell, S., Bilker, S., Ross, A. & Capute, A. J. 1990. Precursors of reading delay: neurodevelopmental milestones. *Pediatrics* 85, 416-420.
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. H. 1985. The growth of stability: postural control from a developmental perspective. *Journal of Motor Behavior*. 17, 131-147.
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. H. 2001. Motor control. Theory and practical applications. (2. painos) Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Smyth, M. M. & Anderson, H. I. 2001. Football participation in the primary school playground: the role of coordination impairments. *British Journal of Developmental Psychology*, 19, 369-379.
- Sundermier, L., Woollacott, M., Roncesvalles, N. & Jensen, J. 2001. The development of balance control in children: comparisons of EMG and kinetic variables and chronological and developmental groupings. *Experimental Brain Research*, 136, 340-350.
- Sveistrup, H. & Woollacott, M. H. 1996. Longitudinal development of the automatic postural response in infants. *Journal of Motor Behavior*, 28, 58-70.
- Sääkslahti, A. 2005. Liikuntaintervention vaikutus 3-7-vuotiaiden lasten fyysiseen aktiivisuuteen ja motorisiin taitoihin sekä fyysisen aktiivisuuden yhteys sydän- ja verisuonitautien riskitekijöihin. Jyväskylän yliopisto. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 104.
- Taanila, A., Murray, G. K., Jokelainen, J., Isohanni, M. & Rantakallio, P. 2005. Infant developmental milestones: a 31-year follow-up. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47, 581-586.
- Thelen, E. 1987. Self-organization in developmental processes: can systems approaches work? Teoksessa M. R. Gunnar & E. Thelen (toim.) *Systems and development. The Minnesota Symposia on Child Psychology*, vol 22. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 77-117.
- Thelen, E. 1995. Motor development. A new synthesis. *American Psychologist*, 50, 79-95.
- Thelen, E. 2000. Motor development as foundation and future of developmental psychology. *International Journal of Behavioral Development*, 24, 385-397.
- Thelen, E. 2001. Dynamic mechanisms of change in early perceptual motor development. Teoksessa J. L. McClelland & R. S. Siegler (toim.) *Mechanisms of cognitive development. Behavioral and neural perspectives*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 161-184.
- Thelen, E., Schöner, G., Scheier, C. & Smith, L. B. 2001. The dynamics of embodiment: a field theory of infant perseverative reaching. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 1-86.
- Thelen, E. & Spencer, J. P. 1998. Postural control during reaching in young infants: a dynamical systems approach. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22, 507-514.
- Trauner, D., Wulfeck, B., Tallal, P. & Hesselink, J. 2000. Neurological and MRI profiles of children with developmental language impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42, 470-475.

- Van der Fits, I. B. M. & Hadders-Algra, M. 1998. The development of postural response patterns during reaching in healthy infants. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22, 521–526.
- Varhaiskasvatuksen liikunnan suositukset. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön oppaita 2005: 17. Helsinki: Yliopistopaino.
- Von Hofsten, C. 1993. Prospective control: a basic aspect of action development. *Human Development*, 36, 253–270.
- Von Hofsten, C. 2003. On the development of perception and action. Teoksessa J. Valsiner & K. J. Connolly (toim.) *Handbook of developmental psychology*. SAGE Publications: London, 114–140.
- Wann, J. P., Mon-Williams, M. & Rushton, K. 1998. Postural control and coordination disorders: the swinging room revisited. *Human Movement Science*, 17, 491–513.
- Wechsler, D. 1989. Wechsler preschool and primary scale of intelligence-revised. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wolff, P. H., Melngailis, I., Obregon, M. & Bedrosian, M. 1995. Family patterns of developmental dyslexia. Part II: behavioral phenotypes. *American Journal of Medical Genetics (Neuropsychiatric Genetics)*, 60, 494–505.
- Woollacott, M. H., Debû, B. & Mowatt, M. 1987. Neuromuscular control of posture in the infant and child: is vision dominant? *Journal of Motor Behavior*, 19, 167–186.
- Woollacott, M. H. & Shumway-Cook, A. 1994. Maturation of feedback control of posture and equilibrium. Teoksessa E. Fedrizzi, G. Avanzini & P. Crenna (toim.) *Motor development in children*. London: John Libbey & Company, 59–70.
- Woollacott, M. H. & Sveistrup, H. 1992. Changes in the sequencing and timing of muscle response coordination associated with developmental transitions in balance abilities. *Human Movement Science*, 11, 23–36.
- Zelazo, N. A., Zelazo, P. R., Cohen, K. M. & Zelazo, P. D. 1992. Specificity of practice effects on elementary neuromotor patterns. *Developmental Psychology*, 29, 686–691.