



Turun yliopisto  
University of Turku

"YHDESSÄ ENEMMÄN  
MATEMAATTISTA OSAAMISTA" -  
ÄIDIN JA ISÄN OHJAUSVUOROVAIKUTUS  
JA VARHAISKASVATUKSEN MÄÄRÄ  
LAPSEN KEHITYKSEN ENNUSTAJINA

Anne Sorariutta



Turun yliopisto  
University of Turku

**"YHDESSÄ ENEMMÄN  
MATEMAATTISTA OSAAMISTA" -  
ÄIDIN JA ISÄN OHJAUSVUOROVAIKUTUS  
JA VARHAISKASVATUKSEN MÄÄRÄ  
LAPSEN KEHITYKSEN ENNUSTAJINA**

---

Anne Sorariutta

## Turun yliopisto

---

Kasvatustieteiden tiedekunta  
Opettajankoulutuslaitos

### Työn ohjaajat:

---

Kasvatustieteen professori  
Maarit Silvén  
Turun yliopisto  
Kasvatustieteiden tiedekunta  
Opettajankoulutuslaitos

Apulaisprofessori  
Minna Hannula-Sormunen  
Turun yliopisto  
Kasvatustieteiden tiedekunta  
Opettajankoulutuslaitos

### Tarkastajat:

---

Varhaiskasvatustieteen professori  
Marja-Leena Laakso  
Jyväskylän yliopisto  
Kasvatustieteiden ja psykologian tiedekunta  
Kasvatustieteiden laitos

Docent  
Camilla Björklund  
Göteborgs universitet, Sverige  
Institutionen för pedagogik,  
kommunikation och lärande

### Vastaväittäjä:

---

Varhaiskasvatustieteen professori  
Marja-Leena Laakso  
Jyväskylän yliopisto  
Kasvatustieteiden ja psykologian tiedekunta  
Kasvatustieteiden laitos

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

ISBN 978-951-29-7043-8 (Painettu/Print)

ISBN 978-951-29-7044-5 (Sähköinen/Pdf)

ISSN 0082-6995 (Painettu)

ISSN 2343-3205 (Verkkajulkaisu)

Painosalama Oy - Turku, 2017

*Rakkaille vanhemmilleni, Ritvalle ja Maurille*

TURUN YLIOPISTO

Kasvatustieteiden tiedekunta,

Opettajankoulutuslaitos

Oppimisen, opetuksen ja oppimisympäristöjen tutkimuksen tohtoriohjelma

SORARIUTTA, ANNE: ”Yhdessä enemmän matemaattista osaamista” – äidin ja isän ohjausvuorovaikutus ja varhaiskasvatuksen määrä lapsen kehityksen ennustajina

Väitöskirja, 138 s.

Kasvatustiede

Joulukuu 2017

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän väitöskirjatutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten äiti–lapsi- ja isä–lapsi-vuorovaikutus ja varhaiskasvatukseen osallistuminen lapsen ensimmäisinä ikävuosina ovat yhteydessä lapsen matemaattisten taitojen kehitykseen. Väitöskirjan yleinen teoreettinen viitekehys perustuu ekologiseen teoriaan (Bronfenbrenner, 1986), jossa lapsen kehitystä tarkastellaan monien suorien ja epäsuorien ympäristötekijöiden kokonaisuutena, joka muuttuu ajassa. Osatutkimuksessa I tutkitaan äidin ja lapsen vuorovaikutusta ja sen yhteyttä lapsen kehitykseen, osatutkimuksessa II tarkastellaan kotiympäristön lisäksi toisen toimintaympäristön, varhaiskasvatuksen, yhteyttä lapsen kehitykseen ja osatutkimuksessa III laajennetaan kotiympäristön vaikutusten tutkimista huomioimalla äidin lisäksi myös isän vuorovaikutus lapsen kanssa. Valtaosa varhaisen vuorovaikutuksen laatuun liittyvästä tutkimuksesta on kohdistunut pelkästään äiteihin ja vaihteluun lasten yleisissä kognitiivisissa taidoissa. Vain muutamassa ulkomaisessa seurantatutkimuksessa on havainnointu molempia vanhempia ja toistaiseksi ainoastaan yhdessä on testattu äidin ja isän ohjausvuorovaikutuksen ulottuvuuksien rakenteellista ja toiminnallista samankaltaisuutta. Tutkimusta kummankin vanhemman vaikutuksista lapsen matemaattiseen kehitykseen varhaislapsuudessa on hyvin vähän. Vaikka myös varhaiskasvatukseen osallistumisen on osoitettu olevan yhteydessä lapsen matemaattisten taitojen kehitykseen, harvoissa tutkimuksissa on huomioitu samanaikaisesti sekä kotona että varhaiskasvatuksessa lapsen kehitykseen vaikuttavia tekijöitä.

Väitöskirjan osatutkimusten aineisto on osa ”Vuorovaikutus ja kehitys varhaislapsuudessa” (VUOKKO) – seuranta-aineistoa, jossa on toistuvasti seurattu 66 esikouluikäisen, 40 tytön ja 26 pojan, kehitystä vuosina 1992–2008. Valintakriteerit täyttäneiden lasten vuorovaikutusta leikkutilanteessa videoitiin äidin kanssa lapsen ollessa yksivuotias ja erikseen äidin ja isän kanssa lapsen ollessa kaksivuotias. Videotallenteiden sisällönanalyysit perustuivat kiintymyssuhdeteorian, itsesäätelyteorian ja sosiokulttuurisen teorian peruskäsitteisiin (Ainsworth, Blehar, Waters & Wall, 1978; Deci & Ryan, 1985;

Vygotsky, 1978). Pääkomponenttianalyysin avulla tunnistettiin kummankin vanhemman vuorovaikutuksesta neljä ulottuvuutta: itsenäisen toiminnan tuki, oppimisen ohjaus, emotionaalinen tuki ja tunteiden ilmaiseminen lapselle. Lasten esimatemaattisia taitoja testattiin kolme- ja neljävuotiaana avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamisen tehtävillä. Kouluarvosanat kerättiin lasten ollessa 16-vuotiaita peruskoulun yhdeksännellä luokalla. Vanhemmat arvioivat kotihoodossa, päiväkodissa ja perhepäivähoidossa vietetyn ajan määrää kuukausina lapsen ollessa kaksi-, kolme- ja neljävuotias. Vanhemman ohjausvuorovaikutuksen eri ulottuvuuksien ja varhaiskasvatuksen määrän suoria ja epäsuoria yhteyksiä lapsen matemaattiseen kehitykseen tutkittiin polkuanalyysillä. Mallinuksissa huomioitiin lapsen sanaston laajuus kaksivuotiaana, lapsen sukupuoli ja vanhempien koulutuksen määrä, joiden on osoitettu olevan yhteydessä lapsen matemaattisten taitojen kehitykseen.

Ensimmäisen osatutkimuksen tulokset osoittivat, että tietyt ulottuvuudet äiti-lapsi-vuorovaikutuksessa lapsen ollessa yksivuotias olivat yhteydessä lapsen esimatemaattisiin taitoihin kolmevuotiaana, kun vuorovaikutus kaksivuotiaana oli mukana mallinuksissa. Mitä taitavammin äiti tuki yksivuotiaan lapsen itsenäistä toimintaa ja ohjasi tämän oppimista, sitä paremmat avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamisen taidot lapsella oli kolmevuotiaana. Oppimisen ohjaaminen, kuten myös lapsen sanaston laajuus, ennustivat lapsen suoriutumista esineen sijaintia koskevissa tehtävissä, ja itsenäisen toiminnan tukeminen puolestaan ennusti suoriutumista vaativammassa esineen kokoa, muotoa ja lukumäärää koskevissa tehtävissä. Äidin emotionaalisen tuen merkitys ennustajana oli vähäinen, kun kognitiivisen ohjauksen ulottuvuudet olivat mukana mallinuksissa.

Toisessa osatutkimuksessa selvitettiin äidin kognitiivisen ohjauksen ja varhaiskasvatukseen osallistumisen määrän kauaskantoisia yhteyksiä lapsen matemaattisiin taitoihin. Tulokset kahden varhaisen toimintaympäristön vaikutuksista osoittivat, että äidin itsenäisen toiminnan tuki ja oppimisen ohjaus leikki-ilanteessa lapsen ollessa yksivuotias ennustivat avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamistaitojen kehittymistä kolmannelta neljänneltä ikävuoteen, kun varhaiskasvatuksen määrä oli mukana mallinuksissa. Kognitiivisen ohjauksen ulottuvuuksista vain äidin itsenäisen toiminnan tuki ennusti vaihtelua matematiikan arvosanassa ja yleisessä koulumenestyksessä yhdeksännellä luokalla. Varhaiskasvatuksen määrä kolmen ensimmäisen, toisin kuin neljän ensimmäisen, ikävuoden aikana oli positiivisessa yhteydessä lapsen lukumäärän tunnistamistaitoihin ja niiden kehittymiseen. Varhaislapsuudessa arvioidut taidot eivät ennustaneet koulumenestystä matematiikassa.

Kolmannessa osatutkimuksessa lavennettiin kotiympäristön vaikutusten tutkimista huomioimalla äidin lisäksi isän ja lapsen vuorovaikutus, kun samalla rakenneyhtälömallinuksissa pidettiin mukana varhaiskasvatuksen määrää. Äitien ja isien ohjausvuorovaikutuksen rakenteellista ja toiminnallista samankaltaisuutta tutkittiin invarianssitestauksilla. Äitien ja isien itsenäisen toiminnan tukemisen faktorirakenteet olivat samanlaiset samoin kuin oppimisen ohjauksen faktorirakenteet pientä poikkeusta lukuun ottamatta,

mikä tarkoittaa, että vanhempien kognitiivinen ohjaus oli laadullisesti hyvin samanlaista. Keskiarvo- ja varianssivertailut osoittivat vanhempi–lapsi-vuorovaikutuksessa määrällisiä samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia. Äidit ohjasivat lapsensa oppimista leikin aikana keskimäärin enemmän kuin isät, mutta lapsen itsenäisen toiminnan tukemisessa äitien ja isien välillä ei havaittu eroja. Äitien ryhmässä vaihtelu itsenäisen toiminnan tukemisessa oli suurempaa kuin isien ryhmässä, kun taas isien ryhmässä oppimisen ohjaamisessa esiintyi suurempaa vaihtelua kuin äitien ryhmässä.

Rakenneyhtälömallinnuksissa analysoitiin kummankin vanhemman kognitiivisen ohjauksen vaikutuksia lapsen ollessa kaksivuotias lapsen esimatemaattiseen kehitykseen. Perhetason toiminnallisessa tarkastelussa vanhemman sukupuolella näytti olevan ikäsidonnaisia vaikutuksia siten, että äidin ja lapsen vuorovaikutuksella oli yhteys lapsen taitoihin kolmevuotiaana ja isän ja lapsen vuorovaikutuksella vasta neljävuotiaana. Invarianssitestaukset osoittivat kuitenkin, että sekä äidin että isän vanhempi–lapsi-vuorovaikutus oli yhteydessä lapsen taitoihin molemmilla ikätasoilla. Vanhempien kognitiivisen ohjauksen yhteydet olivat samankaltaisempia lapsen lukumäärän tunnistamistaitoihin, kun taas yhteydet avaruudellisen hahmottamisen taitoihin liittyivät enemmän vanhemman sukupuoleen. Mitä taitavammin kumpikin vanhempi tuki lapsensa itsenäistä toimintaa ja ohjasi lapsen oppimista leikkutilanteessa, sitä paremmat avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamisen taidot lapsella oli kolme- ja neljävuotiaana. Varhaiskasvatuksen määrä kolmen ensimmäisen ikävuoden aikana oli positiivisessa yhteydessä lapsen lukumäärän tunnistamistaitoihin, kun kummankin vanhemman vaikutus oli kontrolloitu.

Mallinnukset osoittivat, että äidin koulutus oli epäsuorasti yhteydessä lapsen esimatemaattisten taitojen kehitykseen. Mitä enemmän äideillä oli koulutusta, sitä taitavampia he olivat kognitiivisessa ohjaamisessa, mikä puolestaan ennusti positiivisesti vaihtelua lapsen esimatemaattisissa taidoissa ja yhdeksännen luokan matematiikan arvosanassa sekä yleisessä koulumenestyksessä. Kun huomioitiin molemmat vanhemmat sekä äidin että isän koulutusvuosien määrällä oli positiivinen yhteys vanhemman taitoon tukea lapsen itsenäistä toimintaa ja isän koulutusvuosilla lapsen esimatemaattisiin taitoihin. Kummankaan vanhemman koulutus ei ennustanut lapsen varhaiskasvatukseen osallistumisen määrää. Lapsen sukupuoli ei ollut yhteydessä matemaattisiin taitoihin millään ikätasolla.

Väitöskirjan tuloksia vanhempien vuorovaikutuksen laadun ja varhaiskasvatuksen määrän vaikuttavuudesta voidaan hyödyntää lastentarhanopettajakoulutuksen ja suomalaisen varhaiskasvatuksen kehittämistyössä, kun tavoitteena on luoda optimaaliset edellytykset lasten matemaattisten taitojen kehittymiselle. Päätöksentekijöiden ja palveluntarjoajien tulisi tieteellisten todisteiden perusteella kiinnittää entistä enemmän huomiota alle kolmivuotiaiden lasten varhaiskasvatukseen osallistumisen suotuisiin vaikutuksiin.

**Asiasanat:** äiti, isä, ohjausvuorovaikutus, itsenäisen toiminnan tukeminen, oppimisen ohjaaminen, emotionaalinen tuki, tunteiden ilmaisu, varhaiskasvatus, esimatemaattiset taidot, avaruudellinen hahmottaminen, lukumäärän tunnistaminen, koulutus, sukupuoli

---

UNIVERSITY OF TURKU

Faculty of Education

Department of Teacher Education

The Doctoral Programme on Learning, Teaching and Learning Environments Research

SORARIUTTA, ANNE: "Together means more mathematical competence". Quality of mother's and father's interaction and quantity of early education as precursors of child's development

Doctoral thesis, 138 p.

Education

December 2017

---

## **ABSTRACT**

The aim of this doctoral dissertation was to explore how mother-child and father-child interactions and participation in Early Childhood Education and Care (ECEC) during the first years of life are related to children's pre-mathematical development. The general theoretical framework of the dissertation is based on ecological systems theory (Bronfenbrenner, 1986) presuming that developmental changes are affected by children's multiple relationships, both direct and indirect environmental influences, which change over time. The relation of mother-child interaction and child development is examined in the first study, the other developmental context, ECEC, was added in the second study, and the exploration of the effects of the home environment on pre-mathematical development is expanded by taking into account, in addition to the mother-child interaction and ECEC, also the father-child interaction in the third study. The majority of studies on quality of early interaction has focused only on mothers and the variation in children's general cognitive skills. Only in a few foreign longitudinal studies have both parents been observed, and thus far in only one study have the measurement and structural equivalence of mothers' and fathers' interaction with the child been tested. Research on the effects of both parents on a child's mathematical development in early childhood is scarce. Although positive relations between participation in ECEC and the development of children's mathematical skills has been indicated, only few studies has considered factors which affect child development simultaneously at home and in ECEC.

The dissertation data is a part of the "Early interaction and development" (VUOKKO) longitudinal study which has followed the development of 66 firstborn children, 40 girls and 26 boys, during the years 1992–2008. The children who fulfilled all the criteria for the study were videotaped in joint play interaction with their mothers at age one and



separately with their mothers and fathers at age two. The content analyses of the recordings were based on the concepts of attachment theory, self-determination theory, and sociocultural theory (Ainsworth, Blehar, Waters, & Wall, 1978; Deci & Ryan, 1985; Vygotsky, 1978). Principal component analyses were performed to identify four dimensions for both parents' interaction: autonomy support, scaffolding, emotional support, and display of emotions. Children's pre-mathematical skills were tested at ages three and four with spatial and numerical tasks. School grades were collected from children at age 16, in the 9<sup>th</sup> grade of comprehensive school. The parents assessed how many months the child had attended care at home, in a child-care center, and in family day-care at ages two, three, and four. The path analyses were applied to explore the direct and indirect relations of the different dimensions of parental interaction and the amount of ECEC on child mathematical development. Children's vocabulary at age two, child gender, and years of parent education, which have been shown to relate to the development of mathematical skills, were controlled for in the models.

The results of the first study showed that the certain dimensions of mother-child interaction at age one were related to children's pre-mathematical skills at age three when the quality of the interaction at age two was controlled for in the models. The better the mother supported her child's autonomous activities and provided scaffolding in infancy, the better the child's spatial and numerical skills were at age three. Mothers' scaffolding, as well as children's vocabulary in toddlerhood, were positively related to children's spatial performance on the location tasks, whereas autonomy support predicted performance on complex tasks with size, shape, and number. The effect of maternal emotional support was minor when the cognitive dimensions were included simultaneously in the models.

The second study examined the long-term predictive relations between maternal cognitive guidance and time spent in ECEC on children's mathematical skills. The results on the two early developmental contexts indicated that maternal autonomy support and scaffolding during joint play with one-year-old children predicted spatial and numerical development from age three to four when ECEC was included in the models. Of the dimensions of cognitive guidance only maternal autonomy support predicted variation in mathematics and other school grades in 9<sup>th</sup> grade. The amount of ECEC during the three first years of life, contrary to the four first years, was positively related to children's numerical skills at age three and to numerical development. The pre-mathematical skills assessed at early childhood did not predict school performance in mathematics.

In the third study the exploration of the effects of home environment was expanded by taking into account, in addition to mother-child interaction, also father-child interaction while controlling for the amount of ECEC in structural equation modelling. The measurement and structural invariance of mothers' and fathers' interaction with the child were tested. Strong factorial invariance across mothers and fathers was found for the *Autonomy Support* factor and also for the *Scaffolding* factor except for one intercept difference suggesting that parents' cognitive guidance was qualitatively very similar. The tests for

means and variances across parent gender indicated quantitative similarities and differences. Mothers on average displayed higher levels of scaffolding than fathers but there were no differences between mothers and fathers in autonomy support during joint play. In the mothers' group there was more variation in autonomy support than in the fathers' group, whereas in the fathers' group there was more variation in scaffolding than in the mothers' group.

The contribution of each parent's cognitive guidance at age two on children's pre-mathematical development was analyzed in structural equation models. With regards to functional equivalence of parenting, the models showed parent-gender effects. The mother-child interaction was related to children's skills at age three and the father-child interaction as late as age four. However, the invariance tests indicated that both mothers' and fathers' interaction with the child were related to children's pre-mathematical skills at both age levels. The contribution of parents' cognitive guidance was more similar for children's numerical development and more parent gender-specific for children's spatial development. The better each parent supported their child's autonomous activities and provided scaffolding during the joint play, the better the child's spatial and numerical skills were at ages three and four. The amount of ECEC during the three first years of life was positively related to children's numerical skills when the effects of both parents were controlled for.

The path analyses indicated that maternal education was indirectly related to child's mathematical development. The more years of maternal education, the better cognitive guidance which in turn positively predicted variation in children's pre-mathematical skills and mathematics grade in 9<sup>th</sup> grade and overall school performance. Both mother's and father's years of education were positively related to parental autonomy support and moreover, the father's education was related to child's pre-mathematical skills. Neither parent's education level predicted the amount of ECEC exposure. Child gender did not relate to mathematical skills at any age level.

The results of this doctoral dissertation on the impact of parental interaction quality and amount of ECEC can be used to develop kindergarten teacher education and Finnish ECEC when the aim is to promote children's mathematical development in an optimal way. Policymakers and service providers should, on the ground of scientific evidence, pay more attention to the favorable effects of child participation in ECEC under the age of three.

**Keywords:** mother, father, interaction, autonomy support, scaffolding, emotional support, display of emotions, early childhood education and care, pre-mathematical skills, spatial, numerical, education, gender

# SISÄLLYS

<b>TIIVISTELMÄ</b> .....	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>ESIPUHE JA KIITOKSET</b> .....	<b>11</b>
<b>TIETEELLISET JULKAISUT</b> .....	<b>13</b>
<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>14</b>
1.1 Varhaisten matemaattisten taitojen kehitys.....	15
1.2 Vanhempien ohjausvuorovaikutuksen yhteys lapsen matemaattisiin taitoihin .....	18
1.3 Varhaiskasvatuksen yhteys lapsen matemaattisiin taitoihin .....	22
<b>2. TUTKIMUSKYSYMYKSET</b> .....	<b>25</b>
<b>3. AINEISTO JA MENETELMÄT</b> .....	<b>30</b>
3.1 Osallistujat .....	30
3.2 Ohjausvuorovaikutuksen havainnointi ja arviointi .....	30
3.3 Lasten esimatemaattisten taitojen testaus.....	34
3.4 Lasten kielellisten taitojen testaus.....	36
3.5 Kyselylomake lapsen osallistumisesta varhaiskasvatukseen .....	37
3.6 Kyselylomake kouluarvosanoista.....	37
3.7 Aineiston tilastollisen käsittelyn strategia.....	38
<b>4. KATSAUS OSATUTKIMUSTEN TULOKSIIN</b> .....	<b>40</b>
4.1 Osatutkimus I .....	40
4.2 Osatutkimus II.....	41
4.3 Osatutkimus III .....	43
4.4 Taustamuuttujien vaikutus osatutkimuksissa I, II ja III .....	44
<b>5. TUTKIMUKSEN TARKASTELU</b> .....	<b>45</b>
5.1 Vanhempien ohjausvuorovaikutuksen rakenne leikki-tilanteessa lapsen kanssa .....	46
5.2 Vanhempien ohjausvuorovaikutuksen toiminnalliset yhtäläisyydet ja erot lasten matemaattisten taitojen kehityksessä.....	47
5.3 Varhaiskasvatuksen merkitys matemaattisten taitojen kehityksessä.....	51
5.4 Matemaattisten taitojen kehitys varhaislapsuudesta koulun päättövaiheeseen .....	54
5.5 Tutkimuksen eettisyys, luotettavuus ja rajoitukset .....	55
5.6 Tutkimuksen käytännöllinen hyöty .....	59
5.7 Mahdolliset jatkotutkimukset.....	61
<b>LÄHTEET</b> .....	<b>64</b>
<b>ALKUPERÄISET JULKAISUT</b> .....	<b>73</b>

## ESIPUHE JA KIITOKSET

Tunnen olevani etuoikeutettu saatuani tehdä pitkän työuran lapsuuteni toiveammattissa lastentarhanopettajana. Ammattiin valmistumisestani lähtien olen tiedostanut varhaisten ikävuosien merkityksen ja pyrkinyt yhdessä muiden varhaiskasvattajien ja vanhempien kanssa luomaan suotuisat edellytykset lasten oppimiselle ja hyvinvoinnille. Voimakas halu oppia ja kehittyä varhaiskasvattajana saattoivat minut polulle, joka lopulta johti väitöskirjani valmistumiseen. Samalla, kun tieteellinen tutkimus edellytti minulta lähes ylivoimaisiin vaatimuksiin vastaamista ja jokapäiväistä kamppailua taitojeni äärirajoilla, etenemistäni siivittivät nautinto omasta oppimisestani ja mahdollisuus edistää lasten oppimista koti- ja varhaiskasvatusympäristössä. Toivon, että tämä väitöstutkimus voimistaa lastentarhanopettajien kiinnostusta tieteelliseen tutkimustyöhön ja vie siten eteenpäin suomalaista varhaiskasvatuksen tutkimusta.

Olen hyvin kiitollinen väitöskirjatyöni ohjaajille professori Maarit Silvénille ja apulaisprofessori Minna Hannula-Sormuselle asiantuntevasta ohjauksesta ja korvaamattomasta avusta tavoitellessani päämääräni. Kiitos Maarit, että opetit minulle tutkimuksen tekemiseen tarvittavia taitoja, kriittistä ajattelua ja tarkkuutta. Olen kiitollinen sitoutuneisuudestasi väitöstutkimukseeni ja käsikirjoitusten syvällisestä kommentoinnista. Kiitän myös yhteisistä kiinnostavista ja elämyksellisistä konferenssimatkoista. Kiitos Minna, että jaoit kiinnostukseni ”pikkumatikkaan” ja yllätit minut useasti uunituoreilla julkaisuilla. Olen kiitollinen, että uskoit minuun ja kannustit sekä tuit lämpimästi.

Eriyisen kiitokseni osoitan erikoistutkija Aino Mattiselle: väitöskirjani on syntynyt kipinästä, jonka sytytit useita vuosia sitten innostavalla omistautumisellasi lasten varhaisen matemaattisten taitojen tukemiseen. Kiitän erikoistutkija Eero Laakkosta tilastollisten menetelmien kärsivällisestä ohjauksesta ja apulaisprofessori Janne Lepolaa tieteelliseen kirjoittamiseen johdatuksesta. Professori Marja Vaurasta ja apulaisprofessori Niina Junttilaa kiitän tutkimustani edistävästä kommenteista ja kehittämis ehdotuksista. Erikoistutkija Tuire Palosta haluan kiittää ikimuistoisesta seminaarista Kevon kauniissa maisemissa: patikointi tunturin huipulle ja äärettömyyden kohtaaminen jäämeren rannalla olivat voimaannuttavia kokemuksia. Professori Hans Gruberia kiitän avusta tutkimukseni suunnan viitoittamisessa ja professori Dorit Aramia arvokkaista kommenteista ja mielenkiinnosta tutkimustani kohtaan. Tohtorikoulutettavia Anitta Melasalmea, Saija Tanhuanpäättä ja Mikko Tiilikaista muistan ilolla virkistävästä ja hauskoista keskusteluistamme ja yliopistotutkija Anu Kajamiestä ja projektitutkija Milja Heinosta ystäväl-

lisestä kannustuksesta väitösprosessin viimevaiheessa. Kasvatustieteen maisteri Jacqueline Välimäelle olen kiitollinen artikkeleideni kielentarkastuksesta. Kiitän lämpimästi esitarkastajia professori Marja-Leena Laaksoa ja dosentti Camilla Björklundia väitöstutkimukseni asiantuntevasta ja rakentavasta kommentoinnista, jonka perusteella työni jäsentyi ja selkiytyi sen viimeistelyvaiheessa. Kiitos Marja-Leena, että suostuit vastaväittäjäkseni.

Suuri kiitokseni professori Aili Heleniukselle ja yliopistonlehtori Riitta Korhoselle, joiden kannustava ohjaus maisterivaiheessa rohkaisi minua jatkamaan opintojani. Kiitos myös Suomen Varhaiskasvatusyhdistykselle vuonna 2011 Vuoden Gradu – palkinnosta, joka vahvisti päätöstäni ryhtyä väitöstutkimukseen. Kiitän Satakunnan korkeakoulusäätiötä apurahasta tutkimuksen alkuvaiheessa ja Turun yliopiston Kasvatustieteiden tiedekuntaa oikeudesta työskennellä kokopäiväisesti OPPI-tohtoriohjelmassa, jota ilman päätoiminen opintoihin keskittyminen lähes neljän vuoden ajan ei olisi ollut mahdollista.

Lopuksi haluan kiittää perhettäni ja kaikkia ystäviäni, jotka ovat kulkeneet rinnallani. Kiitos vanhemmilleni Ritvalle ja Maurille, joiden tukeen olen voinut luottaa kaikissa elämäni vaiheissa. Äiti ja isä, omistan tämän väitöskirjan teille, sillä teiltä olen oppinut asettamaan rohkeita päämääriä, jatkamaan yrittämistä vastoinkäymisistä huolimatta, olemaan ahkera ja tekemään aina parhaani. Kiitos tyttärilleni Anna-Kaisalle ja Anninalle, joiden kanssa olen saanut jakaa elämän ilot ja surut. Olette opettaneet minulle, että unelmat kantavat, toivoa ei saa menettää ja itseensä pitää uskoa. Kiitos veljeni Juha avusta, jota olen sinulta aina tarvitessani saanut, ja kiitos setäni Reima arvostuksesta väitöstutkimustani kohtaan. Rakkaita ystäviäni kiitän kärsivällisestä kuuntelemisesta, herkeämättömästä kannustuksesta ja sydämellisestä myötätunnosta: väitöskirjani jokainen rivi muistuttaa teistä. Kiitos myös niille rakkailleni, joille jätin jäähyväiset väitöskirjatyön aikana ja jotka ovat turvanneet kulkuaani suojelusenkelin tavoin.

Tärkeintä elämässäni on olla äiti.

Rakkaat tyttäreni Anna-Kaisa ja Annina: en olisi mitään ilman teitä.

Kaarinassa 16.11.2017



## TIETEELLISET JULKAISUT

### Osatutkimus I

Sorariutta, A., Hannula-Sormunen, M. M. & Silvén, M. (2017). Maternal sensitivity in responding during play and children's pre-mathematical skills: A longitudinal study from infancy to preschool age. *European Journal of Developmental Psychology*, 14, 1–15. doi:10.1080/17405629.2016.1140641

### Osatutkimus II

Sorariutta, A. & Silvén, M. (2017). Maternal cognitive guidance and early education and care as precursors of mathematical development at preschool age and in 9<sup>th</sup> grade. *Infant and Child Development*. doi:10.1002/icd.2069

### Osatutkimus III

Sorariutta, A. & Silvén, M. (submitted). Quality of mothers' and fathers' cognitive guidance and quantity of early education: Influences on early pre-mathematical development. Manuscript under re-review in *British Journal of Educational Psychology*.

The topics of the articles were collaboratively planned by the author of the dissertation and her supervisors Maarit Silvén and Minna Hannula-Sormunen. The division of work was similar throughout the three included articles. The author of the dissertation has herself largely written the text in collaboration especially with supervisor Maarit Silvén. She has gained familiarity with the field of research through searching for, reading, and writing about relevant previous research. The author analyzed the content of all mother-child (at 1;0  $n = 66$ , 2;0  $n = 66$ ) and father-child (at 2;0  $n = 53$ ) play interactions and children's pre-mathematical skills (at 3;0  $n = 65$ , 4;0  $n = 61$ ). For interrater reliability she trained three observers in analyzing parent child interactions and children's pre-mathematical skills. The author of the dissertation has prepared the data and run all statistical analyses herself. The supervisors and collaborators have then commented on the results and contents of the articles. The manuscripts have undergone the Turnitin Originality Check service. The publishers have granted permission to Osatutkimus I and II for the use of these respective publications in this dissertation.

## 1. JOHDANTO

Matemaattinen kehitys alkaa heti syntymän jälkeen, kun lapsi tekee havaintoja häntä ympäröivästä maailmasta (esim. Goswami, 2008). Varhaisten taitojen kehitysprosessien tutkiminen on tärkeää, sillä lapset eroavat taidoiltaan jo kolmen vuoden iässä (esim. Clements, Swaminathan, Hannibal & Sarama, 1999; Hannula & Lehtinen, 2001; Sarnecka & Carey, 2008; Verdine, Golinkoff ym., 2014). Lisäksi on havaittu, että lasten väliset erot kasvavat iän myötä ja ennustavat myöhempää matemaattista kehitystä ja yleistä koulumenestystä (esim. Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi, 2004; Duncan ym., 2007). Lapsi voi varhaisvuosiensa aikana harjoittaa matemaattisia taitojaan vuorovaikutuksessa vanhempiensa ja varhaiskasvatuksen ammattilaisten kanssa. Äidin ja lapsen välisen vuorovaikutuksen yhteydestä lapsen kehitykseen varhaislapsuudessa on runsaasti näyttöä, mutta lapsen vuorovaikutus kummankin vanhemman kanssa ja varhaiskasvatuksen yhteys lapsen taitoihin on huomioitu vain harvoissa tutkimuksissa. Vanhemmuuden ja varhaiskasvatuksen yhteyksiä lasten matemaattisiin taitoihin on tutkittu hyvin vähän, vaikka matematiikan oppimisvaikeuksista ollaan huolestuneita kansainvälisesti ja osaamisen heikkenemisestä erityisesti Suomessa.

Kotiympäristössä tapahtuvan vuorovaikutuksen yhteyttä lapsen matemaattisten taitojen oppimiseen on seurattu havainnoimalla lapsen ja toisen vanhemman, yleensä äidin, vuorovaikutusta. Tulosten mukaan lapsen ja vanhemman yhteinen matematiikkaisältöinen toiminta kuten esimerkiksi esineiden laskeminen ja numeroiden kirjoittaminen on ollut yhteydessä lapsen suoriutumiseen lukumäärään liittyvistä tehtävistä yhdysvaltalaisaineistossa neljävuotiaana ja kreikkalais- ja kanadalaisaineistossa kuusivuotiaana (esim. LeFevre, Polyzoi, Skwarchuk, Fast & Sowinski, 2010; Napoli & Purpura, 2018). Äidin matemaattinen puhe ennen lapsen viidettä ikävuotta on ennustanut vaihtelua lapsen matemaattisessa kehityksessä (esim. Casey ym., 2016; Gunderson & Levine, 2011; Pruden, Levine & Huttenlocher, 2011). Vanhemmat käyttävät kuitenkin vain vähän matemaattisia sanoja esimerkiksi kirjanlukutilanteissa (Levine, Suriyakham, Rowe, Huttenlocher & Gunderson, 2010; Mix, Sandhofer, Moore & Russel, 2012). Myös vuorovaikutuksen emotionaalisilla ja kognitiivisilla ulottuvuuksilla varhaisina ikävuosina on osoitettu olevan positiivinen yhteys lapsen matemaattisiin taitoihin, mutta tutkimuksissa on useimmiten huomioitu vain äidin toiminta, joten isän toiminnan vaikutuksista lapsen kehitykseen ei tiedetä (Belsky ym., 2007; Merz ym., 2015; NICHD ECCRN, 2003). Tutkimuksissa, joissa on huomioitu molemmat vanhemmat, äidin ja isän ohjausvuorovaikutuksen

rakenteellista samankaltaisuutta ei ole testattu (ks. ennen kouluikää Martin, Ryan & Brooks-Gunn, 2007; kouluikässä NICHD ECCRN, 2008).

Kodin ulkopuolisten ympäristöjen yhteyksiä lasten matemaattisten taitojen kehittymiseen on selvitetty arvioimalla varhaiskasvatuksen määrää, laatua ja tyyppiä. Yhdysvaltaisten NICHD -tutkimusten mukaan sekä varhaiskasvatuksen laatu että määrä ovat olleet positiivisesti yhteydessä lapsen matemaattisiin taitoihin ennen kouluikää (*National Institute of Child Health and Human Development*, ks. kirjallisuuskatsaukset NICHD ECCRN, 2005, 2006). Tuore meta-analyysi eurooppalaisista pitkittäistutkimuksista osoittaa, että varhaiskasvatusvuosien määrällä ja laadulla on yhteyksiä lapsen matemaattisiin taitoihin varhaiskasvatukseen osallistumisen aikana ja myöhemmin kouluikässä (Ulferts, Anders, Leseman & Melhuish, 2016). Alankomaissa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että aikuisen ja lapsen välinen matematiikkaisältöinen vuorovaikutus kirjanlukutilanteissa selitti vaihtelua viisivuotiaiden lasten matemaattisissa taidoissa riippumatta varhaiskasvatuksessa vietetyn ajan määrästä (Van den Heuvel-Panhuizen, Elia & Robitzsch, 2016). Näyttö varhaiskasvatuksen pitkäaikaisista positiivisista vaikutuksista matemaattisiin taitoihin on vähäistä. Tutkimus on perustunut pääosin yhdysvaltaisten sosioekonomisesti heikossa asemassa olevien lasten taitoihin (Belsky ym., 2007; Campbell, Pungello, Miller-Johnson, Burchinal & Ramey, 2001; Field, 1991; Reynolds & Temple, 1998; Vandell ym., 2010) ja lisäksi kansainvälisen TIMMS-tutkimusohjelman (*Trends in Mathematics and Science Study*; Mullis, Martin, Foy & Hooper, 2016) ja eurooppalaisen EPPSE-tutkimushankkeen tuloksiin (*The Effective Pre-School, Primary and Secondary Education*; Sammons ym., 2014). Vain muutamassa varhaiskasvatuksen tutkimuksessa on huomioitu vanhemman ohjausvuorovaikutus eikä niissä yhdessäkään ole tutkittu erikseen äidin ja isän vuorovaikutusta lapsen kanssa (Anders ym., 2012; Belsky ym., 2007; Broberg, Wessels, Lamb & Hwang, 1997; NICHD ECCRN, 2003; Vandell ym., 2010).

## 1.1 Varhaisten matemaattisten taitojen kehitys

Lapsi havaitsee jo ensimmäisten elinkuukausiensa aikana eroja esineiden ominaisuuksissa, kuten koossa, muodossa, määrässä ja sijainnissa (esim. Coubart, Izard, Spelke, Marie & Streri, 2014; Mix, Huttenlocher & Levine, 2002; Quinn, 2007) ja osaa yhdistää mm. avaruudellisia ja lukumääräisiä havaintoja (de Hevia, Izard, Coubart, Spelke & Streri, 2014). Varhaiset havaintokokemukset muokkaavat aivojen kehitystä ja muisti-representaatioita, jotka puolestaan säätelevät uuden havaitsemista ja käsitteiden muodostamista (Goswami, 2008; Karmiloff-Smith, 1992; Mandler, 2012). Lapsi oppii jo varhain ymmärtämään joidenkin matemaattisten sanojen merkityksiä ja pian sen jälkeen



tuottamaan sanoja, jotka kuvaavat lapsen kehittyvää ymmärrystä avaruudellisista ja määrällisistä käsitteistä (Cannon, Levine & Huttenlocher, 2007; Choi & McDonough, 2007; Wagner & Walters, 1982; Wynn, 1990).

Avaruudellinen hahmottaminen on osin synnynnäinen valmius tehdä havaintoja esineen ominaisuuksista ja sen sijainnista ympäristössä (Casey, 2013; Hegarty & Waller, 2004; Holden & Newcombe, 2013). Jo vastasyntynyt lapsi havaitsee, että esine pysyy saman kokoisena ja muotoisena, vaikka etäisyys siihen muuttuu (Slater, Mattock & Brown, 1990), ja hän erottaa, onko esine jonkin toisen esineen ylä- vai alapuolella tai oikealla vai vasemmalla puolella (Gava, Valenza & Turati, 2009). Neljän kuukauden ikäisenä lapsi erottaa suuren ja pienen esineen (Granrud, 2006) sekä esineen eri muotoja (Bomba & Siqueland, 1983). Lapsella on myös esineen lukumäärän tunnistamiseen liittyviä synnynnäisiä valmiuksia, joiden ajatellaan luovan pohjan myöhemmälle matemaattiselle kehitykselle. Subitisaatiokyvyn avulla vastasyntynyt lapsi tunnistaa tarkasti pieniä lukumääriä (1–4) ilman esineiden laskemista (Kaufmann, Lord, Reese & Volkmann, 1949). Vastasyntynyt kykenee myös lukumäärältään suurempien esineryhmien likimääräiseen tunnistamiseen (*eng. approximate number sense*), kun kahden esinejoukon suhteellinen ero on riittävän suuri, esimerkiksi 1:3 (esim. Coubart ym., 2014).

Matemaattisten käsitteiden ymmärtäminen kehittyy ja matemaattinen sanasto kasvaa merkittävästi neljän ensimmäisen vuoden aikana (Clements & Sarama, 2014; Fuson, 1988). Keskimäärin kolmevuotiaana lapsi tunnistaa ja nimeää ison ja pienen esineen (Ebeling & Gelman, 1994) ja ympyrän ja neliön muotoisen esineen (Aslan & Arnas, 2007) ja ymmärtää käsitteet yläpuolella ja alapuolella (Meints, Plunkett, Harris & Dimmock, 2002). Useimmat neljävuotiaat lapset tunnistavat ja nimeävät pitkän ja lyhyen esineen (Smith, 1984) ja kolmion muotoisen esineen (Aslan & Arnas, 2007) ja ymmärtävät käsitteet edessä ja takana (Clark, 1980). Lapset oppivat määrällisen merkityksen lukusanalle yksi noin kahden ja puolen vuoden iässä, lukusanalle kaksi noin kolmevuotiaana ja lukusanalle kolme noin kolmen ja puolen vuoden iässä (Wynn, 1990). Laskeustoiminta alkaa leikinomaisesti kahden vuoden iässä lukusanojen loruiluna, kunnes lapsi oppii noudattamaan laskemisen periaatteita (Gelman & Gallistel, 1978). Keskimäärin kolmevuotiaana lapsi laskee esineitä yksi kerrallaan (yksi yhteen -vastaavuuden periaate) luetellen lukusanat oikeassa järjestyksessä (ordinaalisuuden periaate) (esim. Colomé & Noël, 2012; Wynn, 1992) ja keskimäärin neljävuotiaana lapsi oivaltaa, että viimeiseksi sanottu lukusana kertoo esineiden kokonaismäärän (kardinaalisuuden periaate) (esim. Sarnecka, Goldman & Slusser, 2014).

Matemaattisten taitojen kehityksessä on havaittu homotyypistä jatkuvuutta ikäkaudesta toiseen samalla esimatemaattisella osa-alueella ja heterotyypistä jatkuvuutta matemaattisten taitojen eri osa-alueiden välillä. Avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamistaitojen kehityksellisistä yhteyksistä on viime vuosina esitetty yhä enemmän todisteita (ks. monografia Verdine, Golinkoff, Hirsh-Pasek & Newcombe, 2017). Esimerkiksi esineen muotoon ja sijaintiin liittyvät avaruudelliset taidot kolmevuotiaana ovat ennustaneet suoriutumista lukumäärien tunnistamista ja laskemista vaativissa tehtävissä neljävuotiaana (Verdine, Irwin, Golinkoff & Hirsh-Pasek, 2014), ja kolmiulotteinen avaruudellinen hahmottaminen viisivuotiaana on ennustanut vaihtelua lukujonotaidoissa vuotta myöhemmin (Gunderson, Ramirez, Beilock & Levine, 2012).

Ennen kouluikää kehittyvät taidot luovat perustan myöhemmille matemaattisille taidoille, sillä varhaisten taitojen on todettu olevan vahvassa yhteydessä siihen, kuinka hyvin matematiikkaa opitaan kouluiässä. Mitä paremmat lasten taidot ovat olleet kouluun siirryttäessä, sitä paremmin lapset ovat menestyneet matematiikkatesteissä eri kouluasteilla aina 14-vuotiaaksi asti (ks. meta-analyysi Duncan ym., 2007). Lasten taidoissa on havaittu pitkäaikaista jatkuvuutta, kun osaamista eri ikäkausina on arvioitu standardoiduilla matemaattisilla testeillä (esim. *The Peabody Individual Achievement Test*, PIAT Math: Dunn & Markwardt, 1970; *Woodcock-Johnson-Revised Applied Problems Subtest*, WJ-R Math: Woodcock & Johnson, 1989). Suomalaistutkimuksissa on havaittu, että lapsen taipumus kiinnittää spontaanisti huomiota lukumääriin (*Spontaneous Focusing On Numerosity*, SFON) ja lukumäärän tunnistamisen taidot 3,5-vuotiaana ennustavat lukujono- ja laskemistaitoja viisivuotiaana (Hannula & Lehtinen 2005), ja että SFON- ja laskemistaidot ennen koulun alkua ennustavat matemaattisia taitoja toisella ja viidennellä luokalla (Hannula, Lepola & Lehtinen, 2010; Hannula-Sormunen, Lehtinen & Räsänen, 2015). Matemaattisten taitojen kumuloitumista ja erojen pysyvyyttä osoittaa se, että edistyneempien ja heikompien oppilaiden välinen ero kasvaa esiopetuksesta toiselle luokalle, kun taitavampien lasten taidot kehittyvät enemmän kuin heikompien lasten (Aunola ym., 2004). Taitojen pysyvyys on voimakkaampaa lyhyellä aikavälillä, esimerkiksi neljävuotiaasta toiselle luokalle (Burchinal, Peisner-Feinberg, Pianta & Howes, 2002) ja ensimmäiseltä luokalta kolmannelle ja neljännelle luokalle (Jordan, Kaplan, Ramineni & Locuniak, 2009; Mattanah, Pratt, Cowan & Cowan, 2005), kuin pitkän aikavälillä esimerkiksi viiden vuoden iästä seitsemännelle luokalle (Reynolds & Temple, 1998).

Sukupuolten välisiä eroja avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamisen taidoissa on havaittu jo vauvaiässä, mutta biologisten ja sosiaalisten tekijöiden vaikutuk-

sista tyttöjen ja poikien taitojen kehittymiseen on vähemmän tietoa (ks. kirjallisuuskatsaus Alexander & Wilcox, 2012). Tulokset sukupuolten välisistä eroista esimatemaattisissa taidoissa 3–4-vuotiaana eivät ole yhteneviä eri kulttuurien sisällä ja niiden välillä. Tyttöjen ja poikien eroja ei ole havaittu kolmevuotiaana avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamisen tehtävissä Yhdysvalloissa eikä Hong-Kongissa (Verdine, Golinkoff ym., 2014; Zhang, 2016) eikä viisivuotiaana lukumäärän tunnistamisen tehtävissä Englannissa ja Kiinassa (Aunio, Aubrey, Godfrey, Pan & Liu, 2008). Tulokset 5–7-vuotiaiden lasten tutkimuksista osoittavat, että pojat ovat menestyneet paremmin kuin tytöt avaruudellisen hahmottamisen tehtävissä yhdysvaltaisessa aineistossa (Levine, Huttenlocher, Taylor & Langrock, 1999) ja lukumäärän tunnistamisen tehtävissä saksalaisessa aineistossa (Lonnemann, Linkersdorfer, Hasselhorn & Lindberg, 2013). Suomalaisessa aineistossa tytöt olivat poikia taitavampia lukumäärätehtävissä esiopetusikäisinä (Aunio ym., 2008). Tuoreimman kansainvälisen PISA-arvioinnin mukaan 15-vuotiaat pojat olivat tyttöjä parempia matematiikassa 31 maassa ja tytöt olivat poikia parempia yhdeksässä maassa Suomi mukaan lukien (*The Program for International Student Assessment*; OECD, 2016). Pohjois-Euroopan tasa-arvoisille kulttuureille on tyypillistä, että sukupuolten väliset erot matemaattisissa taidoissa ovat vähäisiä tai kääntyvät nuoruusiässä jopa päinvastaisiksi kuten esimerkiksi Suomessa ja Islannissa (Guiso, Monte, Sapienza & Zingales, 2008; Lindberg, Hyde, Linn & Petersen, 2010; OECD, 2014, 2016).

## **1.2 Vanhempien ohjausvuorovaikutuksen yhteys lapsen matemaattisiin taitoihin**

Naisten toimiminen aktiivisesti työmarkkinoilla ja perhevapaiden kehittäminen ovat muuttaneet vanhempien rooleja tasapuolisemmiksi kaikissa Pohjoismaissa 1980-luvulta lähtien (Varjonen, 2011). Tasa-arvoistuminen yhdysvaltalaisessa kulttuurissa on näkynyt äitien enenevänä työelämään osallistumisena 2000-luvulle tultaessa (Cabrera, Tamis-LeMonda, Bradley, Hofferth & Lamb, 2000). Aiempi käsitys äitiyden ja isyyden erilaisuudesta on väistymässä, ja uudempi tutkimus perustuu käsitykselle vanhempien toiminnan yhdenmukaisuudesta ja samanlaisista vaikutuksista lapsen kehitykseen (Fagan, Day, Lamb & Cabrera, 2014).

Huomattava osa tutkimuksesta, jossa vanhemman ja lapsen vuorovaikutus on liitetty lapsen kehitykseen, on keskittynyt tarkastelemaan äidin toiminnan vaikutuksia (ks. kirjallisuuskatsaus NICHD ECCRN, 2006). Ekologista teoriaa soveltaen lapsen kehittymisen tarkastelussa tulee ottaa huomioon koko lapsen elinympäristö, jossa molemmat vanhemmat muodostavat lapselle merkittävän mikroympäristön (Bronfenbrenner, 1986, 1999).

Näkemyks äidistä lapsen pääasiallisena kasvattajana vähättelee isän mahdollisuuksia vaikuttaa lapsen kehitykseen (Cabrera ym., 2000), mikä on ilmennyt tutkimuksissa isän huomiotta jättämisenä ja erilaisina menetelmävalintoina, kun esimerkiksi äidin toimintaa on arvioitu havainnoimalla ja isän toimintaa kyselylomakkeella (Fagan ym., 2014). Niissä harvoissa tutkimuksissa, joissa on huomioitu sekä äidin että isän toiminta, ei ole tutkittu ohjausvuorovaikutuksen ulottuvuuksien samankaltaisuutta, minkä tutkiminen on välttämätöntä, jotta voidaan tehdä luotettavia johtopäätöksiä kummankin vanhemman ohjausvuorovaikutuksen yhteydestä lapsen kehitykseen (Fagan ym., 2014; ks. myös Adamsons & Buehler, 2007). Vain yhdessä seurantatutkimuksessa, jossa on tutkittu lapsen ja kummankin vanhemman vuorovaikutuksen yhteyksiä lapsen kognitiiviseen kehitykseen varhaislapsuudessa, on testattu äidin ja isän ohjausvuorovaikutuksen rakenteellista ja toiminnallista samankaltaisuutta (Mills-Koonce ym., 2015).

Ohjausvuorovaikutuksen laatua ja sen vaikutuksia lapsen oppimiseen on tarkasteltu erilaisista teoreettisista näkökulmista käsin. Kiintymyssuhdeteorian mukaan laadukkaalle vuorovaikutukselle on tunnusomaista vanhemman herkkyys tunnistaa lapsen emotionaaliset tarpeet ja taito reagoida niihin tarkoituksenmukaisesti ja oikea-aikaisesti (*eng. sensitivity*, Ainsworth, Blehar, Waters & Wall, 1978; Bowlby, 1951). Vanhemman emotionaalinen tuki on liitetty useammin lapsen sosio-emotionaalisiin taitoihin (ks. meta-analyysi Van IJzendoorn, 1995) kuin kognitiivisiin taitoihin (esim. Belsky & Fearon, 2002). Sosiokulttuurisen teorian mukaan (Vygotsky, 1978) aikuinen ohjaa lapsen oppimista lähikehityksen vyöhykkeellä (*eng. zone of proximal development*) ja tukee lapsen itsestä toimintaa, jolloin lapsi saa kokemuksia pystyvyydestä ja itsenäisyydestä toimiesaan ensin aikuisen tuen avulla ja myöhemmin ilman apua (ks. myös *eng. scaffolding*, Wood, Bruner & Ross, 1976). Ohjausvuorovaikutuksen määrittely ja operationalisointi alan tutkimuksessa on ollut kirjavaa, kun erilaiset yhdistelmät emotionaalisen ja kognitiivisen ohjauksen ulottuvuuksista on yhdistetty lapsen kielellisiin, itsesäätely- ja muihin kognitiivisiin taitoihin (ks. kirjallisuuskatsaukset, Mermelshtine, 2017; Pino-Pasternak & Whitebread, 2010; Tamis-LeMonda, Kuchirko & Song, 2014). Ohjausvuorovaikutuksen eri osa-alueiden, emotionaalisen ja kognitiivisen tuen, laajan yhdistelmän on osoitettu selittävän vaihtelua lasten matemaattisissa taidoissa ennen kouluikää (Cabrera, Shannon & Tamis-LeMonda, 2007; Merz ym., 2015; NICHD ECCRN, 2003; ks. kouluiässä Belsky ym., 2007), kun on tarkasteltu äidin ja lapsen välisen vuorovaikutuksen yhteyksiä lapsen taitoihin. Tutkimuksissa, joissa on huomioitu molemmat vanhemmat, tämä käsitteellisesti laaja ohjausvuorovaikutuksen eri osa-alueiden yhdistelmä on useimmiten liitetty lapsen yleisiin kognitiivisiin taitoihin (Cabrera ym., 2007; Mills-Koonce ym., 2015; Ryan, Martin & Brooks-Gunn, 2006; Tamis-LeMonda, Shannon, Cabrera & Lamb, 2004) ja harvemmin matemaattisiin taitoihin (Martin ym., 2007).

Tulokset lapsen ja molempien vanhempien vuorovaikutuksen yhteyksistä alle kouluikäisten lasten taitoihin ovat heikosti yleistettävissä valtaväestöön, sillä tutkimukset ovat keskittyneet sosioekonomisesti köyhiin perheisiin (esim. Mills-Koonce ym., 2015). Lisäksi vanhempien ja lapsen välisen vuorovaikutuksen yhteyksiä on vaikea erottaa varhaiskasvatuksen yhteyksistä lapsen taitoihin, sillä useat tutkimukset ovat olleet interventioita, joissa kaikki lapset ovat osallistuneet korkealaatuiseen varhaiskasvatukseen (esim. Cabrera ym., 2007, *Early Head Start Program*). Vaihtelua lasten kognitiivisissa taidoissa on arvioitu standardoiduilla testeillä, joissa matemaattiset tehtävät on raportoitu yhdessä esimerkiksi kielellisten tehtävien kanssa tai avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamisen taidot on raportoitu yhdessä (esim. Tamis-LeMonda, ym., 2004, *Mental Development Index*: Bayley, 1993; Martin ym., 2007, *Woodcock-Johnson-Revised Applied Problems Subtest*: Woodcock & Johnson, 1989). Kun ohjausvuorovaikutuksen erilaiset kognitiiviset ja emotionaaliset ulottuvuudet on erotettu toisistaan, vanhempien itsenäisen toiminnan tuki on ollut yhteydessä lapsen matemaattisiin taitoihin kouluikässä (Mattanah ym., 2005).

Itsesäätelyteorian mukaan vanhempi voi lapsen itsenäisyyden ja pystyvyyden tarpeet tyydyttämällä vahvistaa (tai heikentää) lapsen sisäistä motivaatiota (Deci & Ryan, 1985), mikä puolestaan vaikuttaa siihen, kuinka itsenäiseksi ja pystyväksi lapsi itsensä kokee (Vansteenkiste & Ryan, 2013). Sisäisesti motivoitunut lapsi kykenee säätelemään omaa toimintaansa jo 1–2-vuotiaasta lähtien (esim. Bernier, Carlson & Whipple, 2010; Frodi, Bridges & Grolnick, 1985). Kun lapsi kokee oppimisen kiinnostavaksi ja nautinnolliseksi, hän suoriutuu haasteellisista tehtävistä ja ottaa yhä enemmän vastuuta omasta oppimisestaan valmistautuen samalla kouluympäristön vaatimuksiin (esim. Grolnick, Gurland, DeCoursey & Jacob, 2002; Grolnick & Ryan, 1989). Lapsen itsenäinen toiminta johtaa vahvaan motivaatioon, sitoutumiseen ja koulumuYTEiseen asennoitumiseen ja näiden myötä hyviin kouluarvosanoihin (ks. meta-analyysi Vasquez, Patall, Fong, Corrigan & Pine, 2015). Lapsen pystyvyyden ja itsenäisen toiminnan tukeminen on yhdistetty yhden faktorin rakenteeksi niissä harvoissa aiemmissä varhaislapsuuden tutkimuksissa, joissa on osoitettu äidin ja lapsen välisen vuorovaikutuksen yhteys lapsen myöhempään kognitiiviseen kehitykseen (Bernier ym., 2010; Mermelshtine & Barnes, 2016). Näissä tutkimuksissa ei ole huomioitu isän ja lapsen välistä vuorovaikutusta eikä tehty invarianssitestauksia äidin ja isän ohjausvuorovaikutuksen ulottuvuuksille.

Vuorovaikutustilanteessa vanhemman käyttämät strategiat heijastavat yhtäältä vanhemman toimintaa mutta myös lapsen vaikutusta vanhempaansa (Laakso, Poikkeus, Eklund & Lyytinen, 1999). Vanhemman ja lapsen vuorovaikutus on kaksisuuntaista, sillä jo ensimmäisistä kuukausista lähtien vauva säätelee yhteisen toiminnan etenemistä katseen,

ilmeiden, ääntelyn ja liikkeiden avulla ja vanhempi puolestaan mukauttaa toimintansa vauvan tarpeiden mukaisesti (Trevarthen & Aitken, 2001). Lapsen puheilmaisu lisääntyy voimakkaasti toisen ikävuoden aikana, mutta lapsi käyttää ensimmäisen ikävuotensa loppupuolella kommunikatiivisia eleitä osoittaakseen omia tarpeitaan ja halutessaan jakaa kiinnostuksen kohteensa (Laakso, 2003). Suomalaisessa tutkimuksessa 14 kuukauden ikäinen lapsi, joka leikkitilanteessa kiinnitti huomionsa aktiivisesti sekä äitiin että leikkivälineeseen, aktivoi äidin yhteistä huomion jakamista, ja toisaalta äidin huomion kiinnittäminen lapsen aloitteisiin aktivoi lasta mukaan vastavuoroiseen toimintaan (Laakso ym., 1999). Lapsen ja vanhemman vastavuoroinen toiminta leikkitilanteessa oli yhteydessä lapsen kielellisiin taitoihin 18 ja 30 kuukauden iässä.

Vanhemman ja lapsen välisellä vuorovaikutuksella on osoitettu olevan sekä samanaikaisia että kauaskantoisia vaikutuksia lapsen kehitykseen (esim. Belsky ym., 2007; NICHD ECCRN, 2003). Tutkimusten mukaan näyttää siltä, että vanhemman tapa olla vuorovaikutuksessa lapsensa kanssa on suhteellisen pysyvä ominaisuus vauvaiästä nuoruusikään saakka, jolloin arviointia yksittäisenä ajankohtana voidaan pitää edustavana otoksena vuorovaikutuksen laadusta (ks. meta-analyysi Holden & Miller, 1999). Vaikka vanhemmat eivät toimi absoluuttisesti samalla tavalla lapsen kaikissa ikävaiheissa mukauttaessaan toimintansa lapsen tarpeiden muuttuessa iän myötä, he säilyttävät asemansa verrattuna muihin vanhempiin. Tutkimuksissa on esimerkiksi havaittu, että äidin itsenäisyyden tuki lapsen kolmen ensimmäisen ikävuoden aikana hieman vähenee, mutta säilyy lähes samanlaisena (Matte-Gagné, Bernier & Gagné, 2013). Myös toisessa varhaislapsuuden tutkimuksessa äidin emotionaalinen ja kognitiivinen tuki säilyivät samanlaisina varhaislapsuuden ajan (*eng. homotypic stability*), mutta saivat uusia ilmenemismuotoja lapsen varttuessa (*eng. heterotypic stability*) (Else-Quest, Clark & Owen, 2011).

Tutkimuksissa on osoitettu, että vanhemman koulutuksen määrä on yhteydessä toisaalta vanhemman ohjausvuorovaikutustaitoihin ja toisaalta lapsen kognitiiviseen kehitykseen ennen kouluikää. Mitä enemmän englantilaisilla äideillä oli koulutusta, sitä taitavampia he olivat vauvaiäisen lapsen kognitiivisessa ohjauksessa (Mermelshtine & Barnes, 2016). Eurooppalaisessa ja yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa äidin koulutuksen määrä on ollut suoraan yhteydessä kolmevuotiaan lapsen kognitiivisiin taitoihin (Anders ym., 2012; Mills-Koonce ym., 2015). Aineistossa, jossa tutkittiin lapsen vuorovaikutusta kummankin vanhemman kanssa, yhdysvaltalaisien äitien ja isien koulutuksen osoitettiin olevan positiivisessa yhteydessä vanhemman kognitiivisen ohjaamisen ja emotionaalisen tukemisen taitoihin (Tamis-LeMonda ym., 2004). Lisäksi äidin koulutus ennusti lapsen kielellisiä taitoja ja isän koulutus lapsen yleisiä kognitiivisia taitoja kolmevuotiaana.

Näyttöä vanhemman koulutuksen epäsuorista vaikutuksista lapsen kognitiiviseen kehitykseen ennen kouluikää ei tiettävästi ole.

### **1.3 Varhaiskasvatuksen yhteys lapsen matemaattisiin taitoihin**

Lapsen kasvuympäristö muodostuu kaikista lapselle merkittävistä ihmissuhteista niissä mikroympäristöissä, joissa lapsi on aktiivinen toimija (Bronfenbrenner, 1986, 1999). Vain yhden mikroympäristön, kodin tai varhaiskasvatuksen, huomioiminen voi antaa epätäydellisen tai vääristyneen kuvan lapsen kehityksen taustalla olevista vaikuttajista (Duncan, Magnuson & Ludwig, 2004; Jaffee ym., 2011). Kuitenkin vain harvoissa tutkimuksissa on huomioitu molemmat varhaiset ympäristöt lapsen kognitiivisen kehityksen ennustajina. Tulokset tutkimuksista, joissa on tarkasteltu sekä vanhemman ja lapsen välisen vuorovaikutuksen että varhaiskasvatukseen osallistumisen yhteyksiä lapsen matemaattisiin taitoihin, ovat osittain ristiriitaisia. Saksalaisessa lyhyen aikavälin tutkimuksessa sekä äidin ja lapsen vuorovaikutus että varhaiskasvatuksen laatu olivat positiivisesti yhteydessä lapsen esimatemaattisiin taitoihin viisivuotiaana (Anders ym., 2012), kun taas pohjoismaalaisittain ainutlaatuisessa ruotsalaisessa pitkän aikavälin tutkimuksessa vain varhaiskasvatuksen laatu, toisin kuin äidin ja lapsen vuorovaikutus, ennusti lapsen menestymistä matematiikan tehtävissä toisella luokalla (Broberg ym., 1997). Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa äidin ja lapsen vuorovaikutus ja muiden kuin äidin tarjoaman hoidon laatu ennusti lapselle parempia matemaattisia taitoja ennen kouluikää, kun isää, isovanhempia ja varhaiskasvatuksen ammattilaisia ei erotettu toisistaan (NICHD ECCRN, 2003). Äidin ja lapsen vuorovaikutuksen positiivinen yhteys lapsen kognitiivisiin taitoihin on havaittu voimakkaammaksi, ja se on säilynyt pidempään kuin hoidon laatu tai määrä päiväkodissa tai perhepäivähoidossa (Belsky ym., 2007; NICHD ECCRN, 2006).

Uraa uurtavissa NICHD -tutkimuksissa on esitetty runsaasti näyttöä muiden kuin äidin tarjoaman hoidon positiivisista vaikutuksista lapsen kognitiivisten taitojen kehitykseen (ks. NICHD ECCRN, 2001, 2006; NICHD ECCRN & Duncan, 2003). NICHD -tutkimusten tulokset ovat kuitenkin heikosti yleistettävissä, sillä Yhdysvalloissa varhaiskasvatuspalveluja tarjoavat monet organisaatiot, varhaiskasvatuksen laadun vaihtelu on suurta ja perheet ovat jossain määrin eriarvoisessa asemassa varhaiskasvatuspalvelujen suhteen (Pianta & Howes, 2009). Korkeammin koulutettujen äitien lapset näyttävät osallistuvan laadukkaampaan varhaiskasvatukseen kuin vähävaraisten perheiden lapset, joilla on mahdollisuus osallistua kansallisiin tukiohjelmiin kuten Head Start -ohjelma, joka tarjoaa varhaiskasvatuksen lisäksi mm. terveydenhuoltoa (ks. kirjallisuuskatsaus

NICHD ECCRN, 2006). Vanhemman koulutuksen ja lapsen varhaiskasvatukseen osallistumisen yhteys on havaittu myös eurooppalaisissa aineistoissa. Englantilaisessa tutkimuksessa päiväkodin varhaiskasvatukseen osallistuneiden lasten äideillä oli keskimäärin enemmän koulutusta kuin kotona hoidettujen lasten äideillä (Eryigit-Madzwamuse & Barnes, 2014). Harvinaisessa pohjoismaisessa tutkimuksessa on osoitettu, että ruotsalaisten koulutetumpien äitien lapset ovat aloittaneet varhaiskasvatukseen osallistumisen nuorempina kuin vähemmän koulutusta saaneiden äitien lapset (Andersson, 1992).

Useimmissa Euroopan maissa matematiikan opetusta varhaiskasvatuksessa ohjaa valtakunnallinen opetussuunnitelma (ks. Sylva, Ereky-Stevens & Ariescu, 2015). Eurooppalaisessa meta-analyysissä, jossa oli mukana 12 maata Suomi mukaan lukien, tutkittiin varhaiskasvatuksen määrän ja laadun vaikutuksia lapsen matemaattisiin ja kielellisiin taitoihin (Ulferts ym., 2016). Laatuksiteereitä olivat lapsen matemaattisten ja kielellisten taitojen tukeminen (*eng. pre-academic promotion*), pedagogiset tekijät kuten varhaiskasvattajan ja lapsen välinen yleinen vuorovaikutus (*eng. process quality*) ja rakenteelliset tekijät kuten lasten ja henkilöstön suhdeluku (*eng. structural quality*). Voimakkain yhteys osoitettiin varhaiskasvatuksen määrän ja matemaattisten taitojen välillä, kun määrää arvioitiin varhaiskasvatuksen aloittamisiän, osallistumisvuosien ja osallistumisen intensiteetin perusteella. Matemaattisiin taitoihin kohdennettu tuki selitti enemmän vaihtelua lasten taidoissa kuin pedagogiset tekijät. Varhaiskasvatusjärjestelmän rakenteelliset tekijät eivät olleet suoraan yhteydessä lasten matemaattisiin ja kielellisiin taitoihin.

Tässä väitöskirjassa raportoidaan aineisto, jonka keruu on aloitettu 1990-luvulla, jolloin Suomessa lapsen kognitiivisen kehityksen tukemista varhaiskasvatuksessa ohjattiin hyvin yleisellä valtakunnallisella ohjeistuksella (Laki lasten päivähoidosta 36/73). Vuonna 2003 otettiin varhaiskasvatuksen sisällöllisen toteuttamisen ohjaamiseksi käyttöön Varhaiskasvatussuunnitelman perusteet – asiakirja, joka sisälsi myös matematiikan sisältöalueen (Stakes, 2005). Uudistetussa Varhaiskasvatussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2016) matematiikan sisältöaluetta on laajennettu ja tarkennettu ja se on valtakunnallisista varhaiskasvatuksen opetussuunnitelmista ensimmäinen varhaiskasvatuksen järjestäjiä oikeudellisesti velvoittava määräys. Kotimaisissa tutkimuksissa on havaittu, että varhaiskasvattajilla on tärkeä asema suomen-ruotsalaisten lasten matemaattisten taitojen oppimista tukevan toimintaympäristön luomisessa (Björklund, 2007), ja että varhaiskasvattajat pystyvät tukemaan suomenkielisten lasten matemaattisten taitojen kehitystä suuntaamalla lasten huomion ympäristössä esiintyviin lukumääriin (Mattiinen, 2006).



Varhaiskasvatuksen pitkäaikaisista vaikutuksista tiedetään pääasiassa yhdysvaltalaisen seurantalutkimusten perusteella. Varhaiskasvatuksen määrä neljän ensimmäisen ikävuoden aikana on ennustanut nuorten matemaattisia taitoja 11- ja 12-vuotiaana (Belsky ym., 2007; Field, 1991), ja varhaiskasvatuksen laatu ennen kouluikää on selittänyt vaihtelua nuorten taidoissa 15-vuotiaana (Vandell ym., 2010). Yhdysvalloissa on tutkittu myös laadukkaan varhaiskasvatuksen merkitystä sosioekonomisesti huono-osaisten perheiden lasten kehitykseen esimerkiksi Abecedarian-ohjelmassa (Campbell ym., 2001) ja Child-Parent Center -ohjelmassa (Reynolds & Temple, 1998). Ohjelmiin osallistuneilla lapsilla näytti olevan kontrolliryhmän lapsiin verrattuna paremmat matemaattiset taidot, ja ne säilyivät parempina useiden kouluvuosien ajan jopa aikuisikään saakka. Myös eurooppalainen tutkimus on osoittanut varhaiskasvatuksen laadun pitkäaikaisia vaikutuksia nuorten matemaattisiin taitoihin. Englantilaisessa EPPSE-tutkimushankkeessa kolmannen ikävuoden aikana osallistuneilla lapsilla oli paremmat taidot 16-vuotiaana (Sammons ym., 2014) ja pohjoismaisittain harvinaisessa ruotsalaisessa seurannassa kolmena ensimmäisenä ikävuotena varhaiskasvatukseen osallistuneilla lapsilla oli paremmat matemaattiset taidot kahdeksanvuotiaana (Broberg ym., 1997). Kansainvälinen TIMMS-arviointi vuonna 2015 osoitti, että useimmissa 57 maasta varhaiskasvatusvuosien määrä ennusti matematiikan oppimistuloksia neljännellä luokalla (Mullis ym., 2016). Vastavaa yhteyttä ei havaittu suomalaisaineistossa (Vettenranta, Hiltunen, Nissinen, Puhakka & Rautopuro, 2016).

## 2. TUTKIMUSKYSYMYKSET

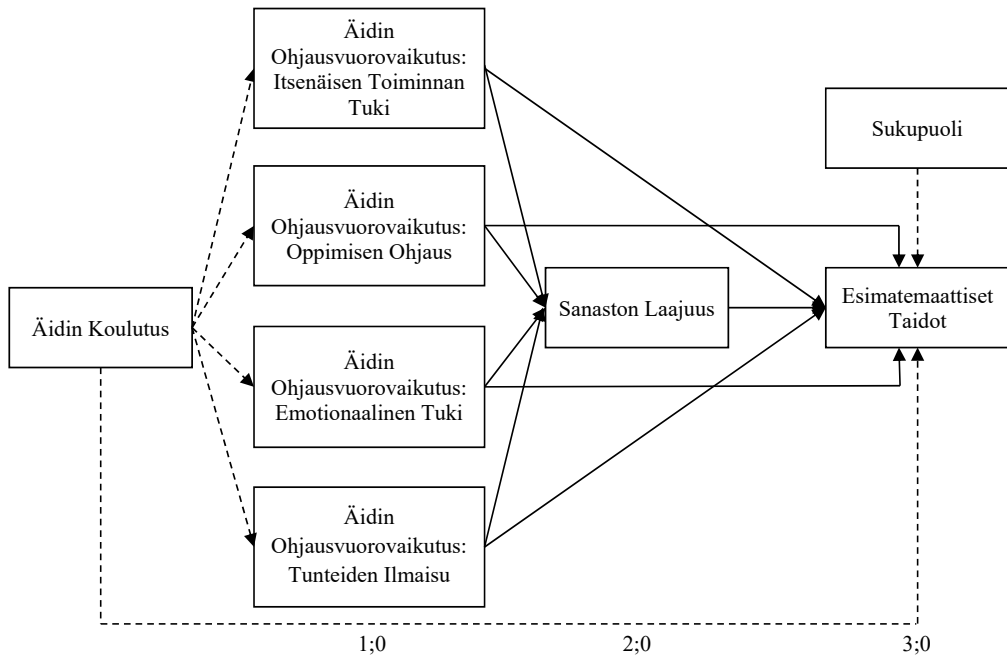
Väitöskirjan osatutkimukset muodostavat jatkumon, joka perustuu Bronfenbrennerin ekologiseen teoriaan (1986). Osatutkimuksessa I tutkittiin äidin ja lapsen vuorovaikutuksen yhteyttä lapsen esimatemaattisiin taitoihin, osatutkimukseen II lisättiin toisen toimintaympäristön, varhaiskasvatuksen, yhteyksien tutkiminen ja osatutkimuksessa III laajennettiin kotiympäristön yhteyksien tutkimista huomioimalla äidin ja lapsen vuorovaikutuksen lisäksi myös isän ja lapsen vuorovaikutus. Väitöskirjassa selvitettiin, miten äidin ja lapsen ja isän ja lapsen välinen vuorovaikutus varhaislapsuudessa ja lapsen osallistuminen varhaiskasvatukseen ovat yhteydessä lasten esimatemaattisiin taitoihin ja matematiikan kouluarvosanaan peruskoulun päättyessä. Aiemmin on tutkittu äidin matemaattisen puheen määrän yhteyttä lapsen matemaattiseen kehitykseen (esim. Casey ym., 2016; Gunderson & Levine, 2011; Pruden ym., 2011) mutta ei vanhempi-lapsi-vuorovaikutuksen erilaisten ulottuvuuksien yhteyksiä lapsen taitoihin. Kaikissa kolmessa osatutkimuksessa tutkittiin vanhemman ja lapsen vuorovaikutuksen yhteyksiä avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamisen taitoihin, koska aiemmissa tutkimuksissa ei ole eroteltu esimatemaattisia osa-alueita (esim. Merz ym., 2015).

Väitöskirjan ensimmäisen osatutkimuksen polkumallinnuksissa haettiin vastausta siihen, miten äidin ja lapsen vuorovaikutuksen kognitiiviset ja emotionaaliset ulottuvuudet lapsen ollessa yksi- ja kaksivuotias ennustavat vaihtelua lapsen esimatemaattisissa taidoissa kolmevuotiaana (ks. Kuvio 1). Koska aiemmissa tutkimuksissa monidimensionaalinen ohjausvuorovaikutus on operationalisoitu yksidimensionaaliseksi, ei tiedetä, miten vanhemman ohjausvuorovaikutuksen eri ulottuvuudet ovat yhteydessä lapsen matemaattiseen kehitykseen (esim. Martin ym., 2007).

Lapsen sanaston laajuus arvioitiin kaksivuotiaana, jotta voitiin tutkia sen yhteyttä esimatemaattisiin taitoihin kolmevuotiaana, sillä kielellisten taitojen on osoitettu olevan positiivisessa yhteydessä matemaattisten taitojen tasoon (esim. Purpura, Hume, Sims & Lonigan, 2011). Lisäksi tutkittiin lapsen sukupuolen yhteyttä esimatemaattisiin taitoihin, koska 5–7-vuotiaiden tyttöjen ja poikien taidoissa on havaittu eroja (esim. Levine ym., 1999; Lonnemann ym., 2013). Sukupuolten välisiä eroja ei oletettu löytyvän näin varhaisella ikätasolla. Mallinnuksissa tutkittiin äidin koulutuksen yhteyttä äidin vuorovaikutustaitoihin ja lapsen esimatemaattisiin taitoihin. Aiempien tutkimusten perusteella oletettiin, että koulutuksen määrällä on suora positiivinen yhteys sekä äidin (esim. Mermelshyne & Barnes, 2016) että lapsen taitoihin (esim. Melhuish ym., 2008). Koska koulutuspienten äitien on osoitettu olevan taitavampia emotionaalisisessa ja kognitiivisessa

tukemisessa (esim. Tamis-LeMonda ym., 2004), voitiin olettaa, että äidin koulutuksella on ohjausvuorovaikutuksen kautta myös epäsuora vaikutus lapsen taitoihin.

Osatutkimus I

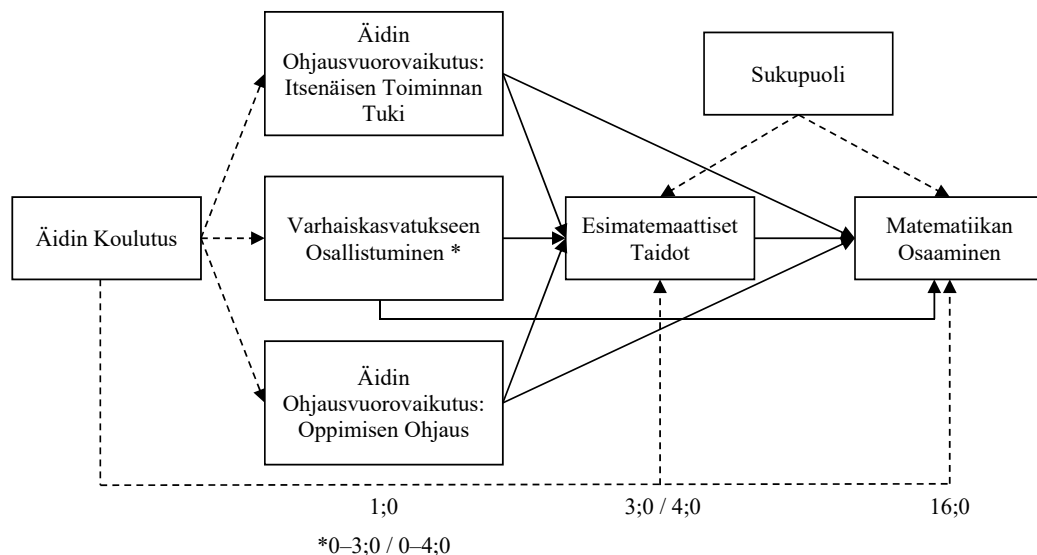


Kuvio 1. Äidin ohjausvuorovaikutuksen, lapsen kielellisten taitojen ja taustamuuttujien yhteydet lapsen esimatemaattisiin taitoihin. Taustamuuttujien yhteydet on merkitty katkoviivoilla.

Toisessa osatutkimuksessa selvitettiin polkumallinnuksella kahden toimintaympäristön, äidin ohjausvuorovaikutuksen ja lapsen osallistumisen varhaiskasvatukseen, yhteyksiä lapsen esimatemaattiseen kehitykseen siten, että huomioitiin ekologisen teorian (Bronfenbrenner, 1986; Bronfenbrenner & Evans, 2000) mukaan myös ajallinen ulottuvuus kolmannelta neljälle ikävuodelle (ks. Kuvio 2). Ensimmäisen osatutkimuksen perusteella toisessa osatutkimuksessa keskityttiin ohjausvuorovaikutuksen kognitiivisiin ulottuvuuksiin, itsenäisen toiminnan tukeen ja oppimisen ohjaukseen, lapsen ollessa yksivuotias. Ensimmäisessä osatutkimuksessa ohjausvuorovaikutuksella lapsen ollessa kaksivuotias ja emotionaalisella tuella lapsen ollessa yksivuotias oli vain vähäinen yhteys lapsen taitoihin ja toisella emotionaalisella ulottuvuudella, tunteiden ilmaisemisella lapselle, ei ollut lainkaan yhteyttä lapsen taitoihin. Koska äidin vuorovaikutusohjauksen ja lapsen matemaattisten taitojen yhteyttä voi selittää varhaiskasvatukseen osallistuminen, mallinnuksissa huomioitiin varhaiskasvatuksen määrä kolmen ja neljän ensimmäisen

ikävuoden aikana. Aiempien tutkimusten perusteella oletettiin, että äidin ja lapsen vuorovaikutuksella ja lapsen osallistumisella varhaiskasvatukseen on yhteys lapsen taitoihin (esim. Anders ym., 2012).

## Osatutkimus II



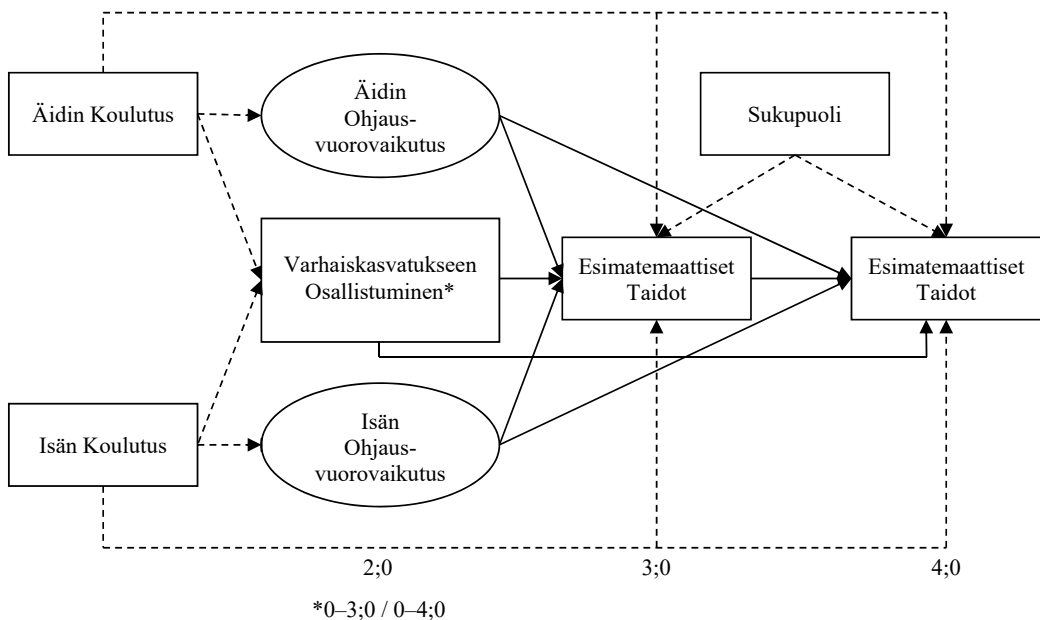
*Kuvio 2.* Äidin kognitiivisen ohjauksen, varhaiskasvatuksen ja taustamuuttujien yhteydet lapsen esimatemaattisiin taitoihin varhaislapsuudessa ja matematiikan osaamiseen peruskoulun päättövaiheessa. Taustamuuttujien yhteydet on merkitty katkoviivoilla.

Lyhytaikaisten vaikutusten lisäksi toisessa osatutkimuksessa tutkittiin varhaisten kasvuympäristöjen pitkäaikaisia vaikutuksia matematiikan kouluarvosanaan perusopetuksen päättyessä, sillä aikaisempi näyttö on vähäistä ja suomalaista tutkimusta ei ole juuri lainkaan. Äidin ja lapsen vuorovaikutuksen ja varhaiskasvatuksen määrän yhteyttä muihin kouluarvosanoihin tutkittiin myös, jotta voitiin tehdä päätelmiä siitä, kohdistuvatko vaikutukset vain matemaattisiin taitoihin vai yleensä akateemiseen suoriutumiseen. Näiden lisäksi selvitettiin, onko esimatemaattisilla taidoilla homotyypistä jatkuvuutta kolmannelta neljänneltä ikävuoteen, kuten aiempien tutkimusten perusteella voitiin olettaa (Hanula & Lehtinen, 2001; Verdine, Irwin ym., 2014), ja edelleen heterotyypistä jatkuvuutta yhdeksännen luokan matematiikan arvosanaan. Lapsen sukupuolen ja äidin koulutuksen suoria ja epäsuoria yhteyksiä lapsen matemaattisiin taitoihin tutkittiin mallinuksissa samoin kuin osatutkimuksessa I. Lisäksi tutkittiin, onko äidin koulutuksen

määrä yhteydessä lapsen varhaiskasvatukseen määrään, kuten yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa on osoitettu (NICHD ECCRN, 2006).

Väitöstutkimuksen kolmannessa osatutkimuksessa selvitettiin laajemmin kuin osatutkimuksessa I kotiympäristön vaikutuksia lapsen esimatemaattisiin taitoihin huomioimalla äidin ja lapsen vuorovaikutuksen lisäksi isän ja lapsen vuorovaikutus samanaikaisesti, kun lapsen osallistuminen varhaiskasvatukseen oli mukana mallinuksissa kuten osatutkimuksessa II (ks. Kuvio 3). Tutkimuksessa tarkasteltiin, ovatko vanhempien ohjausvuorovaikutuksen ulottuvuudet laadullisesti ja määrällisesti samanlaisia äideillä ja iseillä ja onko vanhemmilla samanlaisia vaikutuksia lasten esimatemaattisten taitojen kehitykseen kolmanteen neljanteen ikävuoteen, kun huomioidaan lapsen varhaiskasvatukseen osallistumisen määrä.

Osatutkimus III



Kuvio 3. Äidin ja isän ohjausvuorovaikutuksen, varhaiskasvatukseen ja taustamuuttujien yhteydet lapsen esimatemaattisiin taitoihin. Taustamuuttujien yhteydet on merkitty katkoviivoilla.

Ainoassa alle kouluikäisten lasten tutkimuksessa, jossa on testattu äidin ja isän ohjausvuorovaikutuksen rakenteellista ja toiminnallista samankaltaisuutta, havaittiin, että äidin ja isän vuorovaikutus lapsen kanssa oli laadullisesti lähes samanlaista, ja että vuorovai-

kutus sekä äidin että isän kanssa oli yhteydessä lapsen kognitiivisiin taitoihin kolmevuotiaana (Mills-Koonce ym., 2015). Näyttöä kummankin vanhemman ohjausvuorovaikutuksen yhteyksistä lapsen matemaattiseen kehitykseen ennen kouluikää ei tiettävästi ole. Aiemman tutkimuksen tulosten perusteella oletetaan, että äidin ja isän kognitiivinen ohjaus on sekä laadullisesti että määrällisesti vähintäänkin lähes samanlaista. Koska Suomessa äiti on useimmiten lapsen pääasiallinen hoitaja lapsen ensimmäisen ikävuoden aikana, vanhempien ohjauksessa voi olla myös määrällisiä eroja ja ohjauksella voi olla lapseen ikään liittyviä vaikutuksia.

Vanhempien kognitiivisen ohjauksen laatua arvioitiin lapsen ollessa kaksivuotias havainnoimalla äiti-lapsi- ja isä-lapsi-vuorovaikutuksessa lapsen itsenäisen toiminnan tukemista ja oppimisen ohjaamista. Lapsen avaruudellisen ja lukumäärän hahmottamisen taitoja testattiin kolme- ja neljävuotiaana, jotta voitiin tehdä päätelmiä vanhempien ohjausvuorovaikutuksen vaikutuksista erilaisiin esimatemaattisiin taitoihin kahdella eri ikätasolla. Mallinuksissa huomioitiin lapsen osallistuminen varhaiskasvatukseen kolmen ja neljän ensimmäisen ikävuoden aikana kuten osatutkimuksessa II. Lapsen sukupuolen yhteyksiä lapsen matemaattisiin taitoihin tutkittiin samoin kuin osatutkimuksissa I ja II. Äidin ja isän koulutuksen yhteyksiä ohjausvuorovaikutukseen, lapsen taitoihin ja varhaiskasvatukseen määrään tutkittiin. Osatutkimusten I ja II äitiä koskevien tulosten perusteella tutkittiin äidin ja isän koulutuksen epäsuoria yhteyksiä lapsen esimatemaattisiin taitoihin. Vanhempien koulutuksella ei oletettu olevan suoria yhteyksiä lapsen esimatemaattisiin taitoihin siten kuin yhdysvaltaistutkimuksessa, jossa osoitettiin, että äidin koulutus vaikutti suoraan lapsen kielellisiin taitoihin ja isän koulutus yleisiin kognitiivisiin taitoihin kolmevuotiaana (Tamis-LeMonda ym., 2004). Kummankaan vanhemman koulutuksella ei oletettu olevan yhteyttä lapsen varhaiskasvatukseen määrään, koska osatutkimuksessa II ei havaittu yhteyttä äitien koulutuksen osalta.

### 3. AINEISTO JA MENETELMÄT

#### 3.1 Osallistujat

Väitöskirjan kolmen osatutkimuksen aineisto valittiin ”Vuorovaikutus ja kehitys varhaislapsuudessa” (VUOKKO) – seuranta-tutkimuksesta, jota johtaa kasvatustieteen professori Maarit Silvén. Tutkimuksessa on toistuvasti seurattu 66 esikoislapsen kehitystä vuosina 1992–2008 (ks. tarkemmin Silvén, Poskiparta, Niemi & Voeten, 2007). Tutkimuskysymysten vastaamiseen valittiin videoaineistoa vanhempien ja lasten vuorovaikutustilanteista ja lasten testitulanteista, vanhempien kyselyjä ja lasten raportoimat kouluarvosanat. Tutkimuksen aineisto kerättiin lähes kokonaan ennen Tutkimuseettisen neuvottelukunnan eettisten periaatteiden julkaisemista (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2012), mutta aineistonkeruussa ja -käsittelyssä on luonnollisesti noudatettu yleisiä tieteelliselle tutkimukselle asetettuja eettisiä periaatteita.

Väestörekisterikeskukseen tehtiin poimintapyyntö eteläsuomalaisen kunnan suomenkielisistä kahden vanhemman perheistä, joihin vuoden 1992 tammi- ja helmikuun aikana syntyi täysiaikainen terve esikoislapsi. Saatujen tietojen perusteella otettiin yhteyttä 105 kaikki kriteerit täyttävään perheeseen. Tutkimuksesta kieltäytyneet perheet eivät poikenneet sosioekonomiselta taustaltaan tai muilta tekijöiltään tutkimukseen osallistuneista perheistä. Tutkimukseen osallistui 66 perhettä, joiden lapsista 40 oli tyttöjä ja 26 poikia. Pitkittäistutkimuksen alkaessa äidit olivat 21–37-vuotiaita ( $ka = 28.2$ ,  $kh = 4.2$ ) ja isät 22–46-vuotiaita ( $ka = 30.4$ ,  $kh = 4.7$ ). Äidin koulutuksen pituus oli 9–23 vuotta ( $ka = 14.1$ ,  $kh = 3.2$ ) ja isän 8–26 vuotta ( $ka = 13.1$ ,  $kh = 3.6$ ). Lapsen sukupuolta ja äidin koulutusvuosien määrää käytettiin taustamuuttujina osatutkimuksissa I, II ja III ja isän koulutusvuosien määrää osatutkimuksessa III.

#### 3.2 Ohjausvuorovaikutuksen havainnointi ja arviointi

Äidin ja isän vuorovaikutusta lapsen kanssa arvioitiin leikkitalanteissa, joka tallennettiin videolle. Vuorovaikutustilanteet äidin kanssa arvioitiin lapsen ollessa yksivuotias lapsen kotona ja äidin ja isän kanssa lapsen ollessa kaksivuotias yliopiston tutkimushuoneessa. Leikkitalanteet toteutettiin viikon sisällä lapsen syntymäpäivästä ( $\pm 1$  viikko). Vanhempi ja lapsi istuivat leikkitalanteen aikana vierekkäin pöydän ääressä ja leikkivät arjen toiminnoista lapselle tutuilla duplo®-hahmoilla kuten ihmisillä, eläimillä, huonekaluilla ja kulkuneuvoilla. Vanhempaa ohjeistettiin leikkimään niin kuin hän tavallisesti leikki lapsensa kanssa. Leikkitalanne kesti 10 minuuttia.

Videotallenteiden arvioinnissa käytettiin VUOKKO – seurantatutkimuksessa kehitettyä menetelmää (*Vanhemman sensitiivisyys vanhempi-lapsi-vuorovaikutuksessa*: Silvén, 1994), joka perustui sosiokulttuuriseen teoriaan (Vygotsky, 1978; ks. myös Wood ym., 1976) ja kiintymyssuhdeteoriaan (Ainsworth ym., 1978). Arviointi kohdistui vanhemman herkkyyteen tunnistaa lapsen tarpeet ja viestit ja taitoon vastavuoroisesti reagoida tarkoituksenmukaisesti ja oikea-aikaisesti ohjausvuorovaikutuksen kognitiivisella ja emotionaalisella osa-alueella. Osatutkimuksen I (Sorariutta, Hannula-Sormunen & Silvén, 2017) PCA-analyysit osoittivat, että kognitiivinen ohjaus muodostui kahdesta ulottuvuudesta (ks. Taulukko 1): itsenäisen toiminnan tuki (toiminnot 1–3) ja oppimisen ohjaus (toiminnot 4–7), jotka vastaavat itsesäätelyteorian peruskäsitteitä (Deci & Ryan, 1985; Vansteenkiste & Ryan, 2013). PCA-analyysit erottivat myös emotionaalisesta tuesta kaksi ulottuvuutta (ks. Taulukko 2): emotionaalinen tuki (toiminnot 8–12) ja tunteiden ilmaisu lapselle (toiminnot 13–14).

Taulukko 1. *Ohjausvuorovaikutuksen kognitiiviset ulottuvuudet*

<i>Itsenäisen toiminnan tuki</i>
1. Pääasiassa lapsi asettaa toiminnan tavoitteet, jopa vanhemman ja lapsen yhteisenkin leikin aikana. Esimerkki: lapsi laittaa pojan nukkumaan eläinaitaukseen lehmän viereen, vaikka vanhempi antaa sängyn pojan nukkumista varten.
2. Vanhempi sallii lapsen itsenäisen suorituksen puuttumatta tarpeettomasti lapsen toimintaan. Esimerkki: lapsi laittaa tytön ajamaan autoa ja vanhempi rohkaisee lasta.
3. Vanhempi valvoo ja rajoittaa tarpeettomasti lapsen älyllistä toimintaa ja välillä jopa katkaisee sen toteuttaakseen omat tavoitteensa. Esimerkki: lapsi syöttää poikaa lapiolla ja vanhempi ottaa lapion lapselta ja laittaa sen kottikärryihin. (käännetty väittämä)
<i>Oppimisen ohjaus</i>
4. Vanhemman antama ohjaus on hienovaraista ja lapsen omia tavoitteita kunnioittavaa ja edistävää. Esimerkki: lapsi laittaa tytön nukkumaan sänkyyn ja vanhempi antaa peiton tytön päälle laitettavaksi.
5. Jos vanhempi pyrkii vaikuttamaan lapsen tavoitteisiin, hän lähtee lapsen omasta toiminnasta ja asettaa uuden tavoitteen yleensä asteen verran lapsen sen hetkistä tavoitetta ja taitoja korkeammalle. Esimerkki: lapsi lyö miestä ja autoa toisiaan vasten ja vanhempi ehdottaa, että lapsi laittaa miehen istumaan autoon.
6. Tarpeen vaatiessa vanhempi auttaa lasta ja voi ohjata tätä rajaamalla ongelmaa pienemmiksi, helpommin hallittaviksi kokonaisuuksiksi tai pala palalta pilkkomalla ongelmat osiksi. Esimerkki: lapsi yrittää laittaa tytön ratsastamaan hevosella ja vanhempi ehdottaa, että lapsi laittaa tytön istumaan hevosen selkään.
7. Vanhempi sovittaa ohjauksensa lapsen kognitiiviseen kehitystasoon. Esimerkki: vanhempi käyttää puheessaan yksinkertaista sanastoa ja ehdottaa lapselle arkielämästä tuttuja toimintoja kuten syöminen ja nukkuminen.



Taulukko 2. Ohjausvuorovaikutuksen emotionaaliset ulottuvuudet

*Emotionaalinen tuki*

8. Vanhempi seuraa ja tiedostaa lapsen mielialoja, tunteita ja niiden heilahteluja jopa silloin, kun hän itse puuhailee jotain muuta. Esimerkki: vanhempi huomaa, että lapsen mielenkiinto leikkimiseen vähenee.

9. Vanhempi jakaa lapsen kanssa niin myönteiset kuin kielteisetkin tunteet ja onnistuu sovittamaan tunnetilansa lapsen tunnetilaan. Esimerkki: vanhempi lohduttaa lasta, kun lasta harmittaa, ettei lehmä mahdu pöydän alle kissan viereen.

10. Vanhemman ja lapsen vaihtamista hymyistä ja katseista voidaan päätellä, että lapsesta on mukava jakaa asioita vanhemman kanssa. Esimerkki: vanhempi vastaa lapsen hymyyn hymyilemällä.

11. Vanhempi tulkitsee lapselle tämän tunteita. Hän osoittaa lapselle ymmärtävänsä, miltä lapsesta tuntuu ja huomioi lapsen tunteet eleissään, puheessaan ja toiminnassaan. Esimerkki: vanhempi sanoo lapselle huomaavansa, että lapsi on väsynyt ja haluaa lasta.

12. Vanhempi auttaa lasta rakentavalla tavalla kestäämään ja käsittelemään mielipahaa ja stressiä. Esimerkki: vanhempi keskustelee lapsen kanssa kiukun tunteesta, kun lapsi on vihainen. (väittäjä poistettu, koska ei ollut vaihtelua)

*Tunteiden ilmaisu*

13. Vanhempi ilmaisee myönteisiä tunteitaan aidosti / toisinaan aidosti / epäaidosti. Esimerkki: vanhempi suukottaa lasta yhtenäin.

14. Vanhempi ilmaisee kielteisiä tunteitaan avoimesti tai peitellysti. Esimerkki: vanhempi hymyilee puhuessaan lapselle kärsimättömällä äänensävyllä. (käännetty väittäjä)

Videotallenteet analysoitiin katsomalla tallenteet useaan kertaan sekunti sekunnilta ja jokaisen toiminnon alku- ja loppuhetki merkittiin. Vanhemman ohjausvuorovaikutuksen 14 toimintoa (Taulukot 1 ja 2) pisteytettiin viisiportaisella Likert -asteikolla 1–3 (1, 1.5, 2, 2.5 ja 3). Vanhemman saamat pisteet kuvaavat toimintojen suhteellista frekvenssiä leikin aikana. Mitä taitavammin vanhempi tunnisti lapsen tarpeita ja reagoi niihin vastaavasti, sitä korkeamman arvion hän sai. Esimerkki pisteytyksestä *Itsenäisen toiminnan tukeminen* (toiminto 2): Vanhempi sallii lapsen itsenäisen suorituksen puuttumatta tarpeettomasti lapsen toimintaan koko ajan (3), usein (2.5), silloin tällöin (2), harvoin (1.5), ei lainkaan (1). Esimerkki pisteytyksestä *Oppimisen ohjaaminen* (toiminto 4): Vanhemman antama ohjaus on hienovaraista ja lapsen omia tavoitteita kunnioittavaa ja edistävää koko ajan (3), usein (2.5), silloin tällöin (2), harvoin (1.5), ei lainkaan (1). Esimerkki pisteytyksestä *Emotionaalinen tuki* (toiminto 11): Vanhempi tulkitsee lapselle tämän tunteita. Hän osoittaa lapselle ymmärtävänsä, miltä lapsesta tuntuu ja huomioi lapsen tunteet eleissään, puheessaan ja toiminnassaan tarvittaessa (3), lähes aina tarvittaessa (2.5), silloin tällöin, ei kaikkia tunteita (2), harvoin (1.5), ei lainkaan (1). Esimerkki pisteytyksestä *Tunteiden ilmaisu* (toiminto 14): Vanhempi ilmaisee kielteisiä

tunteitaan avoimesti tai peitellysti (käännetty väittämä) ei lainkaan (3), harvoin (2.5), silloin tällöin (2), usein (1.5), koko ajan (1).

Väitöskirjan tekijä analysoi kaikki äidin ja lapsen ja isän ja lapsen vuorovaikutustilanteet lapsen ollessa yksi- ja kaksivuotias. Väitöskirjantekijä ja väitöskirjantekijän kouluttama tutkija arvoivat kukin 20 äidin ja lapsen vuorovaikutustilannetta lapsen ollessa yksivuotias, ja kaksi väitöskirjantekijän kouluttamaa tutkijaa arvioivat kukin 20 äidin ja lapsen tai 20 isän ja lapsen yhteistä leikkitalannetta lapsen ollessa kaksivuotias luotettavuusarviointia varten. Arvioitsijoiden välinen yksimielisyys (eng. *The Intra-class Correlation Coefficients*, ICC; ks. Taulukko 3) vaihteli hyvästä erinomaiseen (ks. Cicchetti, 1994).

Taulukko 3. Arvioitsijoiden välinen yksimielisyys ohjausvuorovaikutuksesta (ICC)

	Lapsi 1-vuotiaana		Lapsi 2-vuotiaana	
	äiti	isä	äiti	isä
Itsenäisen toiminnan tukeminen	.76–.82	.79–.80	.79–.80	.70–.75
Oppimisen ohjaaminen	.79–.86	.76–.81	.76–.81	.72–.79
Tunteiden tukeminen	.76–.91	.76–.80	.76–.80	.81–.85
Tunteiden ilmaiseminen	.76–.90	.73–.80	.73–.80	.71

Äidin ja isän ohjausvuorovaikutusmuuttujien lukumäärän vähentämiseksi tehtiin sarja pääkomponenttianalyseja. Sekä äitien että isien ryhmässä ohjausvuorovaikutuksen kognitiiviset väittämät latautuivat kahdelle pääkomponentille (ominaisarvo > 1). Ensimmäinen pääkomponentti, itsenäisen toiminnan tukeminen lapsen ollessa yksivuotias (*Autonomy Support*: väittämät 1–3), selitti 76 % väittämien vaihtelusta äiti–lapsi-vuorovaikutuksessa. Vastaava komponentti lapsen ollessa kaksivuotias selitti 85 % väittämien vaihtelusta äiti–lapsi-vuorovaikutuksessa ja 77 % isä–lapsi-vuorovaikutuksessa. Toinen pääkomponentti, lapsen oppimisen ohjaaminen lapsen ollessa yksivuotias (*Scaffolding*; väittämät 4–7), selitti 67 % väittämien vaihtelusta äiti–lapsi-vuorovaikutuksessa ja vastaavasti lapsen ollessa kaksivuotias komponentti selitti 83 % väittämien vaihtelusta äiti–lapsi-vuorovaikutuksessa ja 87 % isä–lapsi-vuorovaikutuksessa. Kognitiivisen ohjauksen kahta pääkomponenttia (*Autonomy Support* ja *Scaffolding*) käytettiin osatutkimuksissa I, II ja III.

Myös ohjausvuorovaikutuksen emotionaaliset väittämät latautuivat kahdelle pääkomponentille sekä äitien että isien ryhmässä. Ensimmäinen pääkomponentti, lapsen emotionaalinen tuki lapsen ollessa yksivuotias (*Emotional Support*; väittämät 8–11), selitti 68 % väittämien vaihtelusta äiti–lapsi-vuorovaikutuksessa. Vastaava komponentti lapsen ollessa kaksivuotias selitti 78 % väittämien vaihtelusta äiti–lapsi-vuorovaikutuksessa

ja 76 % isä–lapsi-vuorovaikutuksessa. Toinen pääkomponentti, tunteiden ilmaiseminen lapselle lapsen ollessa yksivuotias (*Display of Emotions*: väittämät 13–14), selitti 86 % väittämien vaihtelusta äiti–lapsi-vuorovaikutuksessa ja vastaavasti lapsen ollessa kaksi-vuotias 74 % väittämien vaihtelusta äiti–lapsi-vuorovaikutuksessa ja 64 % isä–lapsi-vuorovaikutuksessa. Emotionaalisen ohjauksen pääkomponentteja *Emotional Support* ja *Display of Emotions* käytettiin osatutkimuksessa I.

### 3.3 Lasten esimatemaattisten taitojen testaus

Lapsen esimatemaattisia taitoja, joita käytettiin kaikissa kolmessa osatutkimuksessa, testattiin kolme- ja neljävuotiaana ( $\pm 1$  viikko) käyttämällä VUOKKO – pitkäikäistutkimusta varten kehitettyä ELT–menetelmää (*The Early Language Test*: Silvén, 1996). Testaustilanteet videoitiin laadullista arviointia varten yliopiston tutkimuhuoneessa. Lapset testasi molemmilla ikätasoilla eri tutkija. Testi koostui kuudesta neljän esineen sarjasta, jotka edustavat pienelle lapselle tuttuja arkielämän asioita ja tapahtumia: eläimiä, ihmisiä, huonekaluja, leluja, vaatteita ja ruokia. Lapsella oli mahdollisuus leikkiä jokaisen esinesarjan kanssa noin 10–20 sekuntia, ennen kuin tutkija alkoi esittää esineisiin liittyviä kysymyksiä tai tehtäviä. Lapsi ja tutkija istuivat testin aikana vierekkäin pöydän ääressä, ja testaustilanne kesti 10–25 minuuttia.

Avaruudellisen hahmottamisen taitoja tutkittiin kokotehtävillä (suuri-pieni, pitkä-lyhyt), muoto-tehtävillä (pyöreä-nelikulmainen) ja sijainti-tehtävillä (päällä, alla, takana, vieressä). Lukumäärän tunnistamistaitoja arvioitiin ”Anna x” – ja ”Kuinka monta” – tehtävillä. Vastaavanlaisia matemaattisia tehtäviä on käytetty aiemmin saman ikäisten lasten taitojen arvioinnissa (mm. Clements ym., 1999; Plumert, Evert & Spear, 1995; Smith, 1984; Wynn, 1992). Jokaisen tehtävän aikana tutkija esitti ensin kysymyksen, joka edellytti lapselta suullista vastausta ja vasta sitten kysymyksen, johon lapsi saattoi vastata osoittamalla tai antamalla oikean esineen. Esimatemaattisten taitojen testaus ja pisteytys on seuraavassa kuvattu tehtävittäin.

#### *Kokotehtävät*

*Suuri-pieni* – tehtävässä tutkija asetti kaksi suurta ja kaksi pientä eriväristä eläintä vierekkäin pöydälle. Tutkija osoitti ensin suuria eläimiä ja kysyi, millä tavalla hevonen ja lehmä (n. 4x7 cm) ovat samanlaisia, ja sitten pieniä eläimiä ja kysyi, millä tavalla koira ja kissa (n. 2x4 cm) ovat samanlaisia. Seuraavaksi tutkija pyysi lasta laittamaan isot eläimet (hevonen ja lehmä) tyhjän eläinaitauksen sisälle. Laitettuaan kaikki eläimet aitauksen sisälle tutkija pyysi lasta ottamaan pienet eläimet (koira ja kissa) pois aitauksen sisältä.

*Pitkä-lyhyt* – tehtävässä tutkija asetti kaksi pitkää ja kaksi lyhyttä ihmishahmoa vierekkäin pöydälle. Tutkija osoitti ensin kahta pitkää hahmoa ja kysyi, millä tavalla nainen ja mies (n. 8 cm) ovat samanlaisia ja osoitti sitten kahta lyhyttä hahmoa ja kysyi, millä tavalla tyttö ja poika (n. 5 cm) ovat samanlaisia. Seuraavaksi tutkija pyysi lasta antamaan hänelle pitkät ihmishahmot (nainen ja mies), ja laitettuaan kaikki ihmishahmot pöydälle tutkija pyysi lasta antamaan lyhyet ihmishahmot (tyttö ja poika). Lapsi sai yhden pisteen jokaisesta oikeasta vastauksesta tai toiminnasta. Kokotehtävien enimmäispistemäärä on kahdeksan.

#### *Muototehtävät*

*Pyöreä-nelikulmainen* – tehtävässä tutkija osoitti palloa ja kysyi lapselta, minkä muotoinen se on. Seuraavaksi tutkija osoitti rakennuspalikkaa ja kysyi, minkä muotoinen se on. Sen jälkeen tutkija laittoi pallon, rakennuspalikan, auton ja nukun vierekkäin pöydälle ja pyysi lasta antamaan ensin pyöreän esineen ja sitten nelikulmaisen esineen. Lapsi sai yhden pisteen oikean esineen antamisesta tai osoittamisesta. Muototehtävien enimmäispistemäärä on neljä.

#### *Sijaintitehtävät*

Tutkija laittoi pöydälle kaksi lelua: poika- tai tyttönuken ja pöydän. Tutkija asetti nukun vuorotellen pöydän päälle, alle, taakse ja viereen ja kysyi lapselta, missä nukke on. Seuraavaksi tutkija pyysi lasta laittamaan nukun vuorotellen pöydän päälle, alle, taakse ja viereen. Lapsi sai yhden pisteen jokaisesta oikeasta vastauksesta tai toiminnasta. Sijaintitehtävien enimmäispistemäärä on kahdeksan.

#### *”Anna x” – tehtävät*

Tutkija laittoi pöydälle neljä eläintä, neljä ihmishahmoa ja neljä huonekalua. Tutkija pyysi ensin lasta antamaan kaksi eläintä, sitten yhden ihmisen ja lopuksi kolme huonekalua. Lapsi sai yhden pisteen jokaisesta oikeasta toiminnasta. ”Anna x” – tehtävien enimmäispistemäärä on kolme.

#### *”Kuinka monta” – tehtävät*

Tutkija esitteli lapselle vauvanuken ja puki sille vaatteet ja kengät yhdessä lapsen kanssa. Tutkija esitti lapselle yksitellen kysymyksiä: kuinka monta kättä, kuinka monta päätä, kuinka monta päätä ja kättä, kuinka monta kättä ja jalkaa nukella on. Lapsi sai yhden pisteen jokaisesta oikeasta vastauksesta. ”Kuinka monta” – tehtävien enimmäispistemäärä on neljä.

Kaksi koulutettua tutkijaa sisällönanalysoi kolme- ja neljävuotiaiden lasten testitilanteet siten, että väitöskirjan tekijä arvioi kaikkien lasten esimatemaattiset taidot ja väitöskirjan

tekijän kouluttama tutkija 20 lapsen taidot. Arvioitsijoiden välinen yksimielisyys oli .82.–.96 kolmevuotiaiden osalta ja 97.–1.00 neljävuotiaiden osalta. Muuttujan sisäistä yhdenmukaisuutta mittaava Cronbachin alfa – kerroin esimatemaattisille taidoille oli .60 kolmevuotiaana ja .65 neljävuotiaana.

Lasten esimatemaattisille taidoille tehtiin sarja pääkomponenttianalyysjä erikseen kolme- ja neljävuotiaana. Kokoon ja muotoon liittyvät avaruudellisen hahmottamisen taidot latautuivat samalle pääkomponentille. Ensimmäinen pääkomponentti *Size-Shape* selitti 55 % vaihtelusta avaruudellisen hahmottamisen tehtävissä lapsen ollessa kolmevuotias ja 59 % lapsen ollessa neljävuotias. Avaruudellisen hahmottamisen pääkomponenttimuuttujaa käytettiin osatutkimuksissa I, II (*Size-Shape*) ja III (*Spatial Skills*). Heikommin ensimmäiselle pääkomponentille latautuneista sijaintiin liittyvistä taidoista muodostettiin toinen avaruudellisen hahmottamisen muuttuja Location, jota käytettiin osatutkimuksissa I ja II. Lukumäärän tunnistamisen taidot latautuivat samalle pääkomponentille. Toinen pääkomponentti, *Number*, selitti 63 % vaihtelusta lukumäärän tunnistamisen tehtävissä lapsen ollessa kolmevuotias ja 54 % lapsen ollessa neljävuotias. Lukumäärän tunnistamisen pääkomponenttimuuttujaa käytettiin osatutkimuksissa I, II (*Number*) ja III (*Numerical Skills*).

### 3.4 Lasten kielellisten taitojen testaus

Osatutkimukseen I sisällytettiin lapsen kielelliset taidot, joita arvioitiin kaksivuotiaana ( $\pm 1$  viikko) ELT–menetelmällä (Silvén, 1996). *Sanaston laajuus* arvioitiin lapsen tuottamasta puheesta videoidussa testausilanteessa, jossa lapselle esitettiin kysymykset: ”mikä tämä on”, ”missä on x”, ”anna x” ja ”mitä x tekee”. Lapset vastasivat tuottamalla 1–3 sanan ilmauksia (esim. ”kissa nukkuu”, ”syö omenaa”, ”tyttö leikkii nukella”). Lapsi sai jokaisesta tuottamastaan sanasta yhden pisteen, joten sanaston pistemäärälle ei ollut ylärajaa. Sanaston laajuus koostui lapsen tuottamista substantiiveista ja verbeistä, koska vain muutama lapsi käytti testauksen aikana spontaanisti adjektiiveja (ks. tarkemmin Silvén ym., 2007).

Kaksi tehtävän arviointiin koulutettua tutkijaa analysoi lasten kielelliset taidot videotallenteista siten, että toinen tutkija arvioi kaikkien lasten tuottavan sanaston ja toinen tutkija luotettavuusarviointia varten sattumanvaraisesti 12 lapsen testauksen. Arvioitsijoiden välinen yksimielisyys oli substantiivien osalta .96 ja verbien osalta .93. Sanaston laajuutta (*Vocabulary*) käytettiin kontrollimuuttujana osatutkimuksessa I.

### 3.5 Kyselylomake lapsen osallistumisesta varhaiskasvatukseen

Osatutkimuksiin II ja III sisällytettiin varhaiskasvatuksen määrä. Vanhemmat arvioivat lapsensa osallistumista varhaiskasvatukseen puolistrukturoidussa kyselylomakkeessa, jossa oli valmiit vastausvaihtoehdot. Lapsen täyttäessä kaksi vuotta äidit kirjasivat, kuinka monta kuukautta lapsi oli ollut kahden edellisen vuoden aikana kotihoidossa äidin, isän tai sukulaisen kanssa tai osallistunut päiväkoti- tai perhepäivähoitoon. Äidit vastasivat lomakkeeseen uudestaan, kun lapsi täytti kolme ja neljä vuotta. Lomakkeisiin vastattiin tutkimuskäynneillä.

Äitien vastauksista muodostettiin muuttujat, jotka kuvaavat varhaiskasvatuksen määrää kuukausina päiväkoti- ja perhepäivähoitossa lapsen kolmen ensimmäisen ja neljän ensimmäisen ikävuoden aikana. Suurempi määrä kuukausia tarkoittaa, että lapsi on osallistunut enemmän varhaiskasvatukseen, ja pienempi määrä kuukausia tarkoittaa, että lasta on hoidettu ja kasvatettu enemmän kotona. Varhaiskasvatuksen määrää kolmen ensimmäisen ikävuoden aikana käytettiin muuttujana osatutkimuksessa II (*Out-of-Home Care Experiences*) ja osatutkimuksessa III (*ECEC = Early Child Education and Care*), koska varhaiskasvatuksen määrä neljän ensimmäisen ikävuoden aikana ei ollut yhteydessä lapsen matemaattisiin taitoihin millään ikätasolla.

### 3.6 Kyselylomake kouluarvosanoista

Äidin toiminnan pitkäaikaisvaikutusten tutkimiseksi osatutkimuksessa II käytettiin lasten kouluarvosanoja. Seurantaan osallistuneita lapsia pyydettiin peruskoulun päättöluokan keväällä 16-vuoden iässä kirjaamaan viimeisimmän todistuksen arvosanat kaikista oppiaineista lomakkeelle, jossa oli lueteltu kaikki yhdeksännen luokan oppiaineet (ks. Hämäläinen, Kouvo & Silvén, 2009). Itsearvioitujen arvosanojen keskiarvot ( $ka = 8.3$ ,  $kh = 0.7$ ) eivät poikenneet myöhemmin rekisteritiedoista saaduista keskiarvoista ( $ka = 8.2$ ,  $kh = 0.7$ ). Oppilaiden omat arviot arvosanoista olivat erittäin voimakkaasti yhteydessä koulujen rekistereistä saatujen arvosanojen kanssa ( $r_p = .99$ ,  $p < .001$ ).

Osatutkimuksessa II käytettiin matematiikan arvosanan (*Mathematics*) lisäksi arvosanoista muodostettuja summamuuttujia: luonnontieteet (*natural science*; matematiikka, fysiikka, kemia, biologia, maantieto), humanistiset tieteet (*humanistic science*; historia, uskonto) sekä äidinkieli ja vieraat kielet (*language and literacy*; suomi, ruotsi ja englanti).

### 3.7 Aineiston tilastollisen käsittelyn strategia

Tilastolliset analyysit tehtiin SPSS-ohjelmalla (versio 21; 2013) ja Mplus-ohjelmalla (versiot 6.1 ja 7.11; Muthén & Muthén, 2010). Osatutkimuksessa I äidin ohjausvuorovaikutuksen ulottuvuuksissa ei ollut puuttuvia tietoja. Analyysihin ei sisällytetty perhettä, jonka lapsi ei ollut osallistunut esimatemaattisten taitojen testaukseen. Osatutkimuksissa II, jossa tutkittiin äidin ohjausvuorovaikutuksen ja varhaiskasvatuksen määrän vaikutuksia ja osatutkimuksessa III, jossa tutkittiin sekä äidin että isän ohjausvuorovaikutuksen ja varhaiskasvatuksen määrän vaikutuksia, aineiston alustava käsittely aloitettiin puuttuvien tietojen estimoinnilla. Aineistossa oli satunnaisia puuttuvia tietoja (MCAR-testi; Little, 1988) isän ohjausvuorovaikutuksessa (13) ja lapsen taidoissa kolme- (1) ja neljävuotiaana (5) sekä kouluarvosanoissa (4 lapsen arvosanat). Puuttuvat tiedot korvattiin tarkoitukseen suositetulla EM-algoritmillä (Allison, 2002; Baraldi & Enders, 2010), joka laskee todennäköisimmät arvot puuttuvien tilalle käyttämällä kaikkea muuta mahdollista saatavilla olevaa tietoa (*The Expectation Maximization Algorithm*; Muthén & Muthén, 2010). Väitöstutkimuksen osatutkimusten II ja III analyysit tehtiin aineistolla, jossa puuttuvia tietoja ei ollut korvattu ja aineistolla, jossa puuttuvat tiedot oli korvattu. Koska tutkimustulokset eivät eronneet merkitsevästi näiden aineistojen välillä, tulosten raportointi perustuu aineistoon, jossa puuttuvat tiedot on korvattu.

Osatutkimuksissa I ja II vanhempien ohjausvuorovaikutuksen ja lapsen esimatemaattisten taitojen muuttujajoukkojen tiivistämisessä käytettiin pääkomponenttianalyysia (ks. s. 32–34 ja s. 36), koska havaintojen määrän pitää olla kohtuullinen polkumalliin otettavien muuttujien lukumäärään nähden. Pääkomponenteille muodostuneita pisteitä käytettiin polku- ja rakenneyhtälömallinnuksissa.

Osatutkimuksessa III rakennettiin vanhempien ohjausvuorovaikutukselle mittamallit konfirmatorisen faktorianalyysin avulla. Tavoitteena oli löytää ohjausvuorovaikutuksen ulottuvuuksista piileviä yhdenmukaisuuksia ja selvittää invarianssitestauksilla tällä tavalla rakennettujen latenttien muuttujien rakenteellista ja toiminnallista samankaltaisuutta äitien ja isien ryhmässä. Aineistoon sovitettiin erikseen äideille ja isille kaksikulotteista mallia, jossa ulottuvuudet latautuvat kahdelle faktorille, itsenäisen toiminnan tukeminen (*Autonomy Support*) ja oppimisen ohjaaminen (*Scaffolding*), yksilöimällä faktoreille samat väittämät kuin pääkomponenttianalyysissäkin. Faktoreiden oletettiin korreloivan keskenään. Mittamallien invarianttisuus äitiryhmän ja isäryhmän välillä testattiin asteittain tiukentuvilla yhtäsuuruusvertailuilla kiinnittämällä samoiksi ensin faktorirakenteet (*eng. configural invariance*), sitten faktorien lataukset (*eng. metric invariance*) ja lopuksi vakiotermit (*eng. scalar invariance*) (Adamsons & Buehler, 2007; Little, 2013).

Vanhemman ohjausvuorovaikutuksen, lapsen matemaattisten taitojen ja taustamuuttujien välisiä suoria ja epäsuoria yhteyksiä tarkasteltiin polkumallinnuksissa osatutkimuksissa I ja II ja rakenneyhtälömallinnuksissa osatutkimuksessa III. Rakennemalleissa muuttujat samanaikaisesti sekä kontrolloivat toistensa selitysvoiman että paljastavat yksittäisten muuttujien väliset yhteydet (ks. Kuviot 1–3). Osatutkimusten hypoteettiset mallit rakennettiin teoreettisen viitekehysten ja aikaisempien tutkimustulosten ja osatutkimusten tulosten perusteella. Aineiston koko, 66 perheen äidit, isät ja lapset, osatutkimuksessa III on suppeahko mutta riittävä tutkittujen yhteyksien ja muuttujien tutkimiselle vaativissa rakenneyhtälömallinnuksissa, joiden toteuttamisessa suositellaan noin 200 tutkittavan aineistoja (Chou & Bentler, 1995).

Polkumallit ja rakenneyhtälömallit analysoitiin normaalisuusoletuksesta poikkeavan aineiston analysointiin sopivalla sovelluksella *Maximum Likelihood Robust* (MLR; West, Finch & Curran, 1995), sillä osa muuttujista ei ollut normaalisti jakautuneita. Mallien sopivuutta arvioitiin pienille aineistoille suositeltujen tunnuslukujen ja raja-arvojen perusteella: khiin neliötestin merkitsevyydestä (eng. *the Chi-square p-value,  $\chi^2$* )  $>.05$ , vertaileva fit-indeksi (*the Comparative Fit Index, CFI*)  $>.90$  ja keskineliövirheen neliöjuuri (*the Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA*)  $<.10$  (Browne & Cudeck, 1993; Hoyle & Panter, 1995; Hu & Bentler, 1995).



## 4. KATSAUS OSATUTKIMUSTEN TULOISIIN

### 4.1 Osatutkimus I

Sorariutta, A., Hannula-Sormunen, M. M. & Silvén, M. (2017). Maternal sensitivity in responding during play and children's pre-mathematical skills: A longitudinal study from infancy to preschool age. *European Journal of Developmental Psychology*, 14, 1–15. doi:10.1080/17405629.2016.1140641

Ensimmäisessä osatutkimuksessa selvitettiin, onko äidin ohjausvuorovaikutuksen erilaisilla ulottuvuuksilla leikki-ilanteessa lapsen ollessa yksi- ja kaksivuotias suoria ja epäsuoria yhteyksiä lapsen esimatemaattisiin taitoihin kolmevuotiaana (Kuvio 1). Mallinuksissa tutkittiin samanaikaisesti neljää ohjausvuorovaikutuksen ulottuvuutta: lapsen itsenäisen toiminnan tuki, lapsen oppimisen ohjaus, lapsen emotionaalinen tuki ja tunteiden ilmaiseminen lapselle. Polkumallinnukset tehtiin erikseen avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamisen taidoille. Analyysit tehtiin ensin äidin ohjausvuorovaikutukselle yksivuotiaan lapsen kanssa ja sen jälkeen ohjausvuorovaikutukselle kaksivuotiaan lapsen kanssa, minkä jälkeen merkitsevät yhteydet yhdistettiin. Malleissa huomioitiin myös lapsen sanaston määrä kaksivuotiaana.

Polkuanalyysin tulokset osoittivat, että äidin ohjausvuorovaikutuksen ulottuvuudet lapsen ollessa yksivuotias olivat yhteydessä lapsen esimatemaattisiin taitoihin, kun lapsen sanaston laajuus kaksivuotiaana kontrolloitiin. Mitä taitavammin äidit tukivat yksivuotiaan lapsensa itsenäistä toimintaa ja ohjasivat tämän oppimista lähikehityksen vyöhykkeellä leikin aikana, sitä paremmat avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamisen taidot lapsilla oli kaksi vuotta myöhemmin. Oppimisen ohjaus ennusti lapsen suoriutumista esineen sijaintiin liittyvissä tehtävissä kuten myös sanaston laajuutta mittaavissa tehtävissä. Itsenäisen toiminnan tuki puolestaan oli positiivisessa yhteydessä sekä suoraan että epäsuorasti lapsen sanaston laajuuden kautta suoriutumiseen vaativammassa esineiden kokoa, muotoa ja lukumäärää mittaavissa tehtävissä.

Äidin emotionaalisen tuen merkitys ennustajana oli tulkinnallisesti monimutkainen, kun kognitiivisen ohjauksen ulottuvuudet, itsenäisen toiminnan tuki ja oppimisen ohjaus, olivat mukana mallinuksissa. Polkumallinnuksessa, jossa tutkittiin ohjausvuorovaikutuksen yhteyttä lukumäärän tunnistamisen taitoihin, havaittiin, että emotionaalisen tuen ja lukumäärän tunnistamistaidon negatiivinen regressiokerroin oli huomattavasti voimakkaampi, kuin muuttujien välisen korrelaation perusteella olisi voinut odottaa. Itsenäisen toiminnan tuen ja lukumäärän tunnistamistaidon positiivinen regressiokerroin oli hieman

odotettua voimakkaampi. Tulokset vahvistettiin osittaiskorrelaation avulla. Tämä näyttäisi viittaavan suppressor-ilmiöön, jossa keskenään korreloivat erimerkkiset ennustajat vaikuttavat toisiinsa haitallisesti regressiomallissa (*eng. suppressor situation*, Paulhus, Robins, Trzesniewski & Tracy, 2004). Toinen emotionaalisen tuen ulottuvuus, tunteiden ilmaiseminen lapselle, ei ollut yhteydessä lapsen esimatemaattisiin taitoihin.

Äidin toiminnassa havaittiin jatkuvuutta kaikilla ohjausvuorovaikutuksen ulottuvuuksilla. Mitä taitavammin äiti toimi vuorovaikutustilanteessa lapsen ollessa yksivuotias, sitä taitavammin hän toimi myös lapsen ollessa kaksivuotias. Itsenäisen toiminnan tuki ennusti esineen lukumäärään ja emotionaalinen tuki esineen sijaintiin liittyviä taitoja heikommin lapsen ollessa kaksivuotias kuin yksivuotias. Näiden yhteyksien lisääminen yksivuotismalliin aiheutti analyysin tilastollisten arvojen heikkenemisen.

## 4.2 Osatutkimus II

Sorariutta, A. & Silvén, M. (2017). Maternal cognitive guidance and early education and care as precursors of mathematical development at preschool age and in 9<sup>th</sup> grade. *Infant and Child Development*. doi:10.1002/icd.2069

Tähän osatutkimukseen sisällytettiin kotiympäristön lisäksi toinen lapsen varhainen toimintaympäristö ja lisäksi huomioitiin ajallinen ulottuvuus tutkimalla äidin toiminnan pitkäaikaisia vaikutuksia. Tutkimuksessa selvitettiin sekä äidin ja lapsen vuorovaikutuksen että varhaiskasvatuksen määrän suoria ja epäsuoria yhteyksiä lapsen esimatemaattisten taitojen kehitykseen varhaislapsuudessa ja matematiikan osaamiseen perusopetuksen päättövaiheessa. Kotihoidon ja varhaiskasvatuksen määrää arvioitiin lapsen kolmen ja neljän ensimmäisen ikävuoden aikana, sillä varhaiskasvatukseen osallistuminen voi selittää osatutkimuksessa I havaittua äidin vuorovaikutusohjauksen ja lapsen esimatemaattisten taitojen välistä yhteyttä.

Polkumalleihin sisällytettiin äidin ohjausvuorovaikutus lapsen ollessa yksivuotias, joka osatutkimus I tulosten perusteella oli voimakkaammin yhteydessä lapsen esimatemaattisiin taitoihin kuin ohjausvuorovaikutus lapsen ollessa kaksivuotias. Ohjausvuorovaikutuksen ulottuvuuksista raportoitiin kognitiivisen ohjauksen yhteydet, sillä äidin tunteiden ilmaisu ei ollut yhteydessä lapsen esimatemaattisiin taitoihin osatutkimuksessa I ja toisen emotionaalisen osa-alueen, emotionaalisen tuen, sisällyttäminen malliin näytti johtavan suppressor-ilmiöön samoin kuin osatutkimuksessa I. Polkumallinnuksissa tutkittiin esimatemaattisten taitojen homotyypistä jatkuvuutta kolmannelta neljänteen ikävuoteen samoilla avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamisen tehtävillä

kuin osatutkimuksessa I. Heterotyyppistä jatkuvuutta tutkittiin varhaislapsuuden esimatemaattisista tehtävistä opettajan arvioimaan matematiikan osaamiseen algebran, geometrian ja trigonometrian tehtävissä peruskoulun 9. luokalla.

Tulokset vahvistivat osatutkimuksessa I raportoidut havainnot äitien ohjausvuorovaikutuksen yhteydestä lasten esimatemaattisiin taitoihin kolmevuotiaana. Mitä taitavammin äidit tukivat yksivuotiaan lapsensa itsenäistä toimintaa, sitä paremmat lukumäärän tunnistamistaidot lapsilla oli kolmevuotiaana ja sitä paremmin lasten taidot kehittyivät kolmannesta neljänteen ikävuoteen aiemmin opittujen taitojen kautta. Myös taitavampi oppimisen ohjaus ennusti lapsille parempia taitoja neljävuotiaana. Avaruudellisen hahmottamisen taitoihin liittyvät tulokset osoittivat, että taitavampi oppimisen ohjaus ennusti parempia esineen sijaintiin liittyviä taitoja kolmevuotiaana ja taitojen kehitystä kolmannesta neljänteen ikävuoteen lasten aiemmin oppimien taitojen kautta. Mitä taitavammin äidit tukivat lapsensa itsenäistä toimintaa, sitä paremmat esineen kokoon ja muotoon liittyvät taidot lapsilla oli kolme- tai neljävuotiaana. Esineen kokoon ja muotoon liittyvissä tehtävissä ei voitu osoittaa homotyyppistä jatkuvuutta kolmannesta neljänteen ikävuoteen kuten esineen sijaintiin ja lukumäärään liittyvissä taidoissa.

Äidin ja lapsen vuorovaikutuksella havaittiin kauaskantoisia yhteyksiä. Itsenäisen toiminnan tuki lapsen ollessa yksivuotias ennusti matematiikan arvosanojen lisäksi muidenkin lukuaineiden arvosanoja 15 vuoden kuluttua yhdeksännellä luokalla. Toinen kognitiivinen ulottuvuus, oppimisen ohjaus, ei ollut yhteydessä matematiikan osaamiseen tai koulumenestykseen perusopetuksen päättövaiheessa. Heterotyyppistä jatkuvuutta esimatemaattisista taidoista useista eri matematiikan taitoalueista koostuvaan yhdeksännen luokan arvosanaan ei havaittu.

Varhaiskasvatuksen määrä ennusti vaihtelua lapsen lukumäärän tunnistamistaidoissa siten, että mitä enemmän lapset olivat osallistuneet varhaiskasvatukseen kolmen ensimmäisen ikävuoden aikana, sitä paremmat lukumäärän tunnistamistaidot lapsilla oli kolmevuotiaana ja vastaavasti, mitä vähemmän he olivat osallistuneet, sitä heikommat olivat heidän taitonsa. Lisäksi lukumäärän tunnistamistaidot kehittyivät paremmin kolmannesta neljänteen ikävuoteen lasten aiemmin opittujen taitojen kautta. Varhaiskasvatukseen osallistuminen neljän ensimmäisen ikävuoden aikana ei ennustanut lasten esimatemaattisia taitoja eikä myöskään ollut yhteydessä matematiikan osaamiseen perusopetuksen päättövaiheessa.

### 4.3 Osatutkimus III

Sorariutta, A. & Silvén, M. (submitted). Quality of mothers' and fathers' cognitive guidance and quantity of early education: Influences on early pre-mathematical development. Manuscript under re-review in *British Journal of Educational Psychology*.

Osatutkimuksessa III lavennettiin kotiympäristön vaikutusten tutkimista huomioimalla äidin ja lapsen vuorovaikutuksen lisäksi isän ja lapsen vuorovaikutus, kun mallinnuksiin sisällytettiin samaan aikaan lapsen varhaiskasvatukseen osallistuminen. Rakennetyt mallinnuksilla analysoitiin sekä äidin ohjausvuorovaikutuksen että isän ohjausvuorovaikutuksen suoria ja epäsuoria yhteyksiä lapsen esimatemaattiseen kehitykseen kolmannesta neljäänteen ikävuoteen. Malleihin sisällytettiin vanhempien ja lapsen vuorovaikutus lapsen ollessa kaksivuotias. Lapsen lukumäärän tunnistamisen taitoja ja esineen kokoon ja muotoon liittyviä avaruudellisen hahmottamisen taitoja arvioitiin samoilla tehtävillä kuin osatutkimuksissa I ja II. Varhaiskasvatuksen määrää arvioitiin kuten osatutkimuksessa II lapsen osallistumisella kolmen ja neljän ensimmäisen ikävuoden aikana.

Konfirmatorisen faktorianalyysin avulla sovitettiin erikseen äidin ja isän kognitiiviselle ohjaukselle kaksiulotteista faktorirakennetta (itsenäisen toiminnan tuki ja oppimisen ohjaus) ja tutkittiin invarianssitestauksilla äitien ja isien latenttien muuttujien rakenteellista ja toiminnallista samankaltaisuutta. Invarianssitestaus osoitti, että vanhempien ohjaus oli laadullisesti samanlaista. Lapsen ollessa kaksivuotias äitien ja isien itsenäisen toiminnan tukemisen faktorirakenteet vastasivat toisiaan (*eng. strong invariance*) ja oppimisen ohjauksen faktorirakenteet olivat pientä poikkeusta lukuun ottamatta samanlaiset (*eng. partial strong invariance*). Tulokset tarkoittavat, että vanhempien vuorovaikutusta lapsen kanssa voitiin kuvata laadullisesti samanlaisilla ulottuvuuksilla huolimatta pienestä poikkeamasta. Faktoreiden keskiarvojen ja varianssien vertailu osoitti sekä määrällisiä samankaltaisuuksia että eroavaisuuksia vanhempiyhmien välillä. Äidit ja isät tukivat keskimäärin yhtä paljon lapsensa itsenäistä toimintaa leikin aikana, mutta äidit näyttivät ohjaavan lapsen oppimista keskimäärin enemmän kuin isät. Äitien ryhmässä vaihtelu lapsen itsenäisen toiminnan tukemisessa oli suurempaa kuin isien ryhmässä, kun taas isien ryhmässä lapsen oppimisen ohjaamisessa esiintyi suurempaa vaihtelua kuin äitien ryhmässä.

Rajoittamattomat rakennetyt mallit toiminnallisella tasolla osoittivat vanhemman toiminnassa ikäspesifejä vaikutuksia. Tulosten mukaan näytti siltä, että äiti-lapsi-vuorovaikutuksella oli yhteys lapsen taitoihin kolmevuotiaana ja isä-lapsi-vuorovaikutuksella neljävuotiaana. Invarianssitestaus kuitenkin paljasti, että vanhempien kognitiivisen ohjauksen yhteydet olivat samankaltaisempia lapsen lukumäärän tunnistamistaitoihin, kun

taas yhteydet avaruudellisen hahmottamisen taitoihin liittyivät enemmän lapsen ikään ja vanhemman sukupuoleen. Avaruudellisen hahmottamisen taidoissa ei havaittu homotyypistä jatkuvuutta kolmannesta neljänteen ikävuoteen kuten lukumäärän tunnistamistaidoissa havaittiin. Varhaiskasvatuksen määrä kolmen ensimmäisen ikävuoden aikana toisin kuin neljän ensimmäisen ikävuoden aikana oli positiivisessa yhteydessä lapsen lukumäärän tunnistamistaitoihin ja niiden kehittymiseen neljännen ikävuoden aikana.

#### **4.4 Taustamuuttujien vaikutus osatutkimuksissa I, II ja III**

Osatutkimuksissa selvitettiin hypoteettisten mallien mukaisesti taustamuuttujien vaikutuksia (Kuviot 1, 2 ja 3). Polkumallit osatutkimuksissa I ja II osoittivat, että mitä enemmän äideillä oli koulutusta, sitä taitavampia he olivat ohjausvuorovaikutuksen kaikilla ulottuvuuksilla. Äidin koulutus oli ohjausvuorovaikutuksen kautta epäsuorasti yhteydessä lapsen esimatemaattisiin taitoihin kolme- ja neljävuotiaana sekä matematiikan arvosanaan yhdeksännellä luokalla. Osatutkimuksessa III, jossa selvitettiin kummankin vanhemman koulutuksen vaikutuksia, vanhempien itsenäisen toiminnan tukeen liittyvät mallinnukset sopivat aineistoon. Tulokset osoittivat, että mitä enemmän äideillä ja iseillä oli koulutusta, sitä taitavammin he tukivat lapsen itsenäistä toimintaa. Isän koulutuksella oli suora yhteys lasten lukumäärän tunnistamistaitoihin kolmevuotiaana ja avaruudellisen hahmottamisen taitoihin neljävuotiaana. Äidin ja isän koulutuksen epäsuorat yhteydet itsenäisen toiminnan tuen kautta lasten esimatemaattisiin taitoihin eivät yltäneet merkitseviksi ( $p_t = .06 - .11$ ). Vanhempien koulutuksen vaikutukset eivät muuttaneet päätuloksia ohjausvuorovaikutuksen ja matemaattisten taitojen välisistä yhteyksistä. Äidin tai isän koulutuksella ei ollut yhteyttä lapsen varhaiskasvatukseen osallistumisen määrään.

Polkumalleissa tutkittiin toisen taustamuuttujan, lapsen sukupuolen, yhteyttä esimatemaattisiin taitoihin ja matematiikan arvosanaan 16-vuotiaana. Tulokset osatutkimuksissa I, II ja III osoittivat, että lapsen sukupuoli ei ollut yhteydessä lapsen taitoihin, sillä tytöt ja pojat menestyivät esimatemaattisissa tehtävissä yhtä hyvin ja saivat yhtä hyviä matematiikan arvosanoja koulun päättövaiheessa.

## 5. TUTKIMUKSEN TARKASTELU

Tämän väitöskirjatutkimuksen tehtävänä oli selvittää, millaisia lyhyt- ja pitkäaikaisvaikutuksia vanhempien ohjausvuorovaikutuksen eri ulottuvuuksilla ja varhaiskasvatuksen määrällä on lapsen matemaattisten taitojen kehittymiseen varhaislapsuudessa ja peruskoulun päättövaiheessa. Seuraavaksi tarkastellaan tutkimuksen teoreettista ja metodista sisältöä, eettisyyttä, luotettavuutta ja rajoituksia, käytännöllistä hyötyä ja jatkotutkimusmahdollisuuksia.

Väitöskirjassa valittu ekologinen lähestymistapa antaa monipuolisen kuvan lapsen kehitykseen vaikuttavista tekijöistä (Bronfenbrenner, 1986, 1999). Väitöstutkimus rakentui kahden varhaisen toimintaympäristön vaikutusten vaiheittaiselle tutkimiselle siten, että kuva eri ympäristöjen vaikutuksista tarkentuu jokaisessa osatutkimuksessa. Ensin tarkasteltiin kotiympäristössä äidin ja lapsen vuorovaikutuksen yhteyksiä lapsen taitoihin, seuraavaksi otettiin mukaan varhaiskasvatukseen osallistumisen yhteydet ja lopuksi kotiympäristön vaikutusten tutkimista laajennettiin tarkastelemalla äidin ja lapsen vuorovaikutuksen lisäksi isän ja lapsen vuorovaikutusta. Tutkimusta esimatemaattisista taidoista ja osaamisen kehityksestä on tehty runsaasti muutaman viime vuosikymmenen ajan, mutta tutkimus varhaisten toimintaympäristöjen yhteyksistä lapsen taitoihin kotona ja varhaiskasvatuksessa on ollut vähäistä. Vanhemman ja lapsen vuorovaikutusta ja lapsen varhaiskasvatukseen osallistumista on tutkittu useimmiten toisistaan erillään, jolloin ei ole syntynyt laajempaa ymmärrystä useamman samanaikaisesti lapsen kehitykseen yhteydessä olevan toimintaympäristön vaikutuksista. Koska valtaosa tutkimuksista niin Suomessa kuin ulkomaillakin on kohdistunut äiteihin ja isän vuorovaikutus lapsen kanssa on huomioitu vain harvoin, tietoa lasten matemaattisten taitojen oppimisesta perhetasolla on niukasti. Useimmat alan seurantatutkimukset on toteutettu ulkomailla, pääasiassa Yhdysvalloissa, joten tulosten yleistäminen suomalaiseen kulttuuriin on ongelmallista. Tässä väitöskirjassa raportoidaan ensimmäistä kertaa kummankin vanhemman ja varhaiskasvatukseen yhteyksistä lapsen matemaattiseen kehitykseen. Vanhemman ohjausvuorovaikutuksen kognitiivisten ja emotionaalisten ulottuvuuksien tarkastelu toisistaan erillisinä tuottaa uutta tietoa siitä, minkälainen vanhemman ja lapsen vuorovaikutus ennustaa vaihtelua lasten matemaattisissa taidoissa. Tutkimus tarjoaa uutta tietoa sekä avaruudellisen hahmottamisen että lukumäärän tunnistamistaitojen kehityksestä hyvin varhaisessa iässä.

## 5.1 Vanhempien ohjausvuorovaikutuksen rakenne leikkitilanteessa lapsen kanssa

Väitöskirjan osatutkimusten tulokset vanhemman ohjausvuorovaikutuksen ja lapsen matemaattisten taitojen yhteyksistä perustuvat kahteen ainutlaatuiseen ratkaisuun. Ensiksi monidimensionaalisen ohjausvuorovaikutuksen kognitiivisia ja emotionaalisia ulottuvuuksia tutkittiin toisistaan erillisinä erotuksena aiemmista tutkimuksista, joissa nämä ohjausvuorovaikutuksen eri ulottuvuudet on yhdistetty (Cabrera ym., 2007; Martin ym., 2007; Merz ym., 2015; NICHD ECCRN, 2003). Tutkimuksen peruskäsitteet juontuvat kiintymyssuhdeteoriaan (Ainsworth ym., 1978), sosiokulttuuriseen teoriaan (Vygotsky, 1978) ja itsesäätelyteoriaan (Deci & Ryan, 1985). Toiseksi väitöskirjassa huomioitiin äidin ja lapsen vuorovaikutuksen lisäksi isän ja lapsen vuorovaikutus toisin kuin useimmissa aiemmissa vuorovaikutustutkimuksissa (ks. kirjallisuuskatsaus NICHD ECCRN, 2006). Äidin ja isän ohjausvuorovaikutuksen rakenteellinen samankaltaisuus testattiin, ennen kuin tutkittiin kummankin vanhemman toiminnallisia yhteyksiä lapsen kehitykseen. Tutkimus tarjoaa harvinaislaatuista perhetason tietoa vanhempien vaikutuksista, sillä se vastaa 2000-luvun tutkimukselle asetettuun haasteeseen pyrkiä aiempaa sukupuolisensitiivisempään tutkimusotteeseen. Oleellista on, että väitöstutkimuksessa huomioitiin molemmat vanhemmat, käytettiin samaa tutkimusmenetelmää äiti-lapsi- ja isä-lapsi-vuorovaikutuksen tutkimisessa ja testattiin ohjausvuorovaikutuksen yhdenmukaisuutta (ks. Fagan ym., 2014).

Hämmästyttävän harvoissa tutkimuksissa on tehty invarianssitestauksia äidin ja isän ohjausvuorovaikutuksen rakenteellisen yhdenmukaisuuden osoittamiseksi (Fagan ym., 2014), vaikka se on välttämätöntä, jotta voidaan tehdä luotettavia johtopäätöksiä äitien ja isien mahdollisista eroista ja molempien vanhempien vaikutuksista lapsen kehitykseen (Adamsons & Buehler, 2007). Niissä harvoissa tutkimuksissa, joissa on tarkasteltu kummankin vanhemman ja lapsen vuorovaikutuksen yhteyksiä alle kouluikäisten lasten kognitiivisiin taitoihin, äidin ja isän ohjausvuorovaikutuksen samankaltaisuutta ei ole arvioitu, vaan ainoastaan vertailtu vanhempien ohjauksen määrää, ja havaittu, että äiti ja isä ovat ohjanneet lapsen toimintaa yhtä paljon (esim., Cabrera ym. 2007). Vain yhdessä aiemmassa tutkimuksessa on invarianssitestauksilla selvitetty kummankin vanhemman ohjausvuorovaikutuksen rakenteellista yhdenmukaisuutta ja osoitettu äidin ja isän ohjausvuorovaikutukset rakenteeltaan lähes yhdenmukaisiksi, ennen kuin on verrattu äidin ja isän toiminnallista yhdenmukaisuutta (Mills-Koonce ym., 2015).

Osatutkimuksessa III, jossa kotiympäristön vaikutusten tutkimista laajennettiin huomioiden myös isän ja lapsen vuorovaikutus, invarianssitestien tulokset mitattujen muut-

tujien tasolla osoittivat, että äitien ja isien itsenäisen toiminnan tuen faktorirakenteet vastasivat toisiaan ja oppimisen ohjauksen faktorirakenteet olivat lähes samanlaiset, mikä tarkoittaa, että suomalaisten äitien ja isien vuorovaikutusta lapsen kanssa voitiin kuvata laadullisesti samanlaisilla ohjausvuorovaikutuksen ulottuvuuksilla jo 1990-luvulla. Faktoreiden keskiarvovertailut osoittivat äitien ja isien ohjausvuorovaikutuksessa määrällisiä samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia. Äidit ja isät tukivat lapsensa itsenäistä toimintaa keskimäärin yhtä paljon, mutta äidit ohjasivat lapsensa oppimista enemmän kuin isät leikin aikana. Varianssivertailut osoittivat, että äitien ryhmä oli homogeenisempi oppimisen ohjaamisessa ja isät itsenäisen toiminnan tukemisessa. Havaittuja eroja voi selittää äitien runsaampi kokemus lapsen oppimisen ohjaamisesta, sillä äidit ovat tyypillisesti lapsen pääasiallisia hoitajia ensimmäisen ikävuoden aikana. On todennäköistä, että äitien välillä on vähemmän eroja oppimisen ohjaamisessa kuin isien välillä, koska äideillä on enemmän kokemusta lapsensa ohjaamisesta syntymästä saakka, kun taas isien taito riippunee osin siitä, missä määrin isä on aktiivisesti osallistunut lapsen hoitoon ja oppinut tuntemaan lastaan kahden ensimmäisen ikävuoden aikana. Vaikka tulokset tässä seurannassa, niin kuin aiemmissakaan seurannoissa (Mills-Koonce ym., 2015; ks. kouluikäisten lasten tutkimukset Fagan ym., 2014), eivät osoita äidin ja isän toiminnan täydellistä yhdenmukaisuutta, ne vahvistavat näkemystä äidin ja isän pikemminkin samanlaisesta kuin erilaisesta vanhemmuudesta ja tarjoavat luotettavaa tietoa vanhemman ja lapsen vuorovaikutuksen yhteyksistä lapsen kehitykseen.

## **5.2 Vanhempien ohjausvuorovaikutuksen toiminnalliset yhtäläisyydet ja erot lasten matemaattisten taitojen kehityksessä**

Kotiympäristön vaikutuksia tutkittiin aluksi suppeammin tarkastelemalla osatutkimuksissa I ja II vain äidin ja lapsen vuorovaikutuksen yhteyksiä ensin lapsen esimatemaattisiin taitoihin ja sen jälkeen esimatemaattisten taitojen kehittymiseen ja matematiikan osaamiseen peruskoulun päättövaiheessa. Mallinnukset osatutkimuksessa I osoittivat, että itsenäisen toiminnan tuki ja oppimisen ohjaaminen olivat yhteydessä lukumäärän tunnistamistaitojen kehittymiseen. Lisäksi äidin itsenäisen toiminnan tuki oli positiivisesti yhteydessä vaativampiin esineen kokoon, muotoon ja lukumäärään liittyviin taitoihin ja oppimisen ohjaus puolestaan helpompiin esineen sijaintiin liittyviin taitoihin. Tulosten tulkinnassa on tärkeää huomata äitien itsenäisen toiminnan tuen ja oppimisen ohjauksen välinen korkeahko korrelaatio polkumalleissa, mikä tarkoittaa, että mitä enemmän äiti tuki lapsen itsenäistä toimintaa, sitä enemmän hän myös ohjasi lapsen oppimista ja päinvastoin. Vanhemman ohjauksella näyttäisi olevan kahdensuuntainen vaikutus:



lapsen itsenäisen toiminnan tukeminen edellyttää myös lapsen oppimisen ohjaamista lähikehityksen vyöhykkeellä, jolloin vanhempi vuoroin lisää ja vuoroin vähentää tuen määrää samalla kannusten lasta itsenäiseen toimintaan. On todennäköistä, että vanhemman salliessa lapsen itsenäisen toiminnan leikin aikana, vanhempi saa ajantasaista tietoa lapsen taitojen kehittymisen vaiheista ja osaa siksi tarjota lapsen kehitystasolle sopivaa ohjausta juuri silloin, kun lapsi sitä tarvitsee.

Osatutkimuksessa I havaittiin, että emotionaalisen ohjauksen kahdesta pääkomponentista emotionaalinen tuki vastasi teoreettisen viitekehityksen määritelmää, jossa keskeistä on aikuisen ja lapsen vastavuoroinen tunneviestintä (Ainsworth ym., 1978). Emotionaalisen tuen merkitys esimatemaattisten taitojen ennustajana oli vähäinen, mikä ei ole yllättävää, sillä se on usein liitetty lasten sosiaaliin ja emotionaalisiin taitoihin (ks. meta-analyysi Van IJzendoorn, 1995) ja harvoin matemaattisiin taitoihin ja silloinkin osana laajaa ohjausvuorovaikutuksen osa-alueiden yhdistelmää (esim. Martin ym., 2007). Motivaatiotutkimukset ovat osoittaneet, että vanhemman sensitiivisyys lapsen tarpeille ja tunnetiloille ja lapsen rohkaiseva palaute haastavassa tehtävälanteessa on ollut positiivisesti yhteydessä lasten tehtäväsuuntautuneisuuteen ensimmäisinä kouluvuosina (Hokoda & Fincham, 1995; Salonen, Lepola & Vauras, 2007). Emotionaalisen tuen vähäistä merkitystä saattaa selittää, että väitöstutkimuksessa vuorovaikutusta arvioitiin lapselle ja vanhemmalle tutussa toiminnassa, leikkitilanteessa. Ilmapiiri vanhemman ja lapsen leikkitilanteessa oli lähtökohtaisesti suhteellisen neutraalia, eikä yhteisleikki näyttänyt olevan haasteellista kummallekaan osapuolelle. Useimmilla leikkipareilla kiinnostus leluihin näytti ohjaavan toimintaa, jolloin yhteisleikki sujui ilman voimakkaita tunteiden ilmauksia ja vain harvat äidit ja isät osoittivat kielteisiä tunteita väestöpohjaisesti poimitussa suomalaisessa otoksessa. Toisen emotionaalisen ohjauksen pääkomponentti edusti yksipuolista vanhemman tunteiden ilmaisua lapselle riippumatta lapsen tunneilmaisista eikä ollut yhteydessä lapsen matemaattisiin taitoihin. Tulokset ohjausvuorovaikutuksen vaikuttavuudesta osoittavat samansuuntaisesti kuin aiempi suomalainen tutkimus lapsen varhaisesta kielenkehityksestä, että lapsen ja vanhemman vastavuoroisuus ja jaettu huomio leikkitilanteessa vaikuttavat positiivisesti lapsen taitojen kehittymiseen (Laakso ym., 1999).

Osatutkimuksessa II ohjausvuorovaikutuksella havaittiin pitkäaikaisia vaikutuksia peruskoulun päättövaiheeseen saakka malleissa, joissa tutkittiin äidin ja lapsen vuorovaikutuksen yhteyksiä. Itsenäisen toiminnan tuki yksivuotiaana oli yhteydessä matematiikan arvosanaan ja lisäksi muidenkin lukuaineiden arvosanoihin. Samanlainen itsenäisen toiminnan yhteys löytyi varhaislapsuudessa vaativampiin esimatemaattisiin taitoihin. Äidin toiminnan lyhyt- ja pitkäaikaisia vaikutuksia saattaa selittää, että vanhemman tapa

olla vuorovaikutuksessa lapsensa kanssa on suhteellisen pysyvää lapsen ensimmäisistä ikävuosista nuoruusikään saakka, joskin lapsen emotionaalinen ja kognitiivinen tukeminen saavatkin uusia ilmenemismuotoja lapsen iän karttuessa (Else-Quest ym., 2011). Näyttää siltä, että äidin toiminta lapsen varhaisessa ikävaiheessa saa liikkeelle prosessin, jossa itsenäiseen toimintaan kannustettu lapsi uskaltaa rohkeammin tarttua uusiin haasteisiin. Varhaisen vuorovaikutuksen laadun voidaan ajatella edustavan näytettä vanhemmalle tyypillisestä tavasta toimia lapsen kanssa myöhemminkin (ks. meta-analyysi Holden & Miller, 1999). Harvoissa tutkimuksissa on seurattu niin kauaskantoisia ohjausvuorovaikutuksen vaikutuksia kuin tässä seurannassa vauvaiästä koulun päättövaiheeseen. Yhdysvaltalaisessa huomattavasti lyhemmässä seurannassa äidin ja lapsen vuorovaikutus neljän ensimmäisen ikävuoden aikana oli yhteydessä lapsen matemaattisiin taitoihin 11-vuotiaana (Belsky ym., 2007).

Näyttää siltä, että lapsen itsenäisyyden kokemukset yhdessä pystyvyyden kokemusten kanssa valmistavat lasta jo hyvin varhaisesta iästä lähtien suoriutumaan nuoruusiän akateemisista haasteista. Lapsi, joka saa toimia ja toteuttaa itseään yhteisen leikin aikana, kokee itsenäisyyttä ja pystyvyyttä ja motivoituu ajan myötä toimimaan yhä itsenäisemmin päinvastoin kuin lapsi, jota vanhempi tukee ja auttaa liian paljon lapsen taitoihin nähden. Itsenäistelyteorian keskeisen ajatuksen mukaisesti (Deci & Ryan, 1985; Vansteenkiste & Ryan, 2013) lapsen itsenäisyyden ja pystyvyyden kokemukset vahvistavat lapsen sisäistä motivaatiota, mikä näkyy lapsen kiinnostuneisuutena ympäröivään maailmaan ja omasta toiminnasta nauttimisena. Vanhempi voi vähitellen vähentää tukeaan, kun lapsi iän ja kokemuksen myötä pystyy säätelemään paremmin toimintaansa, ottamaan enemmän vastuuta toiminnastaan ja suoriutumaan yhä haastavammista tehtävistä.

Osatutkimuksen II tulos on linjassa aiempien koulumenestykseen liittyvien tutkimusten kanssa, joissa kouluikäisen lapsen itsenäisen toiminnan tukeminen on ollut yhteydessä lapsen motivaatioon, pystyvyyden tunteeseen, sitoutumiseen ja koulumyönteiseen ajatteluun, mikä puolestaan on ennustanut vaihtelua kouluarvosanoissa (ks. meta-analyysi Vasquez ym., 2015). Tätä kehitysprosessia saattaa kuvata myös yhdysvaltalainen tutkimustulos, jonka mukaan lapsen itseluottamus luokkatilanteessa ensimmäisellä luokalla ennusti voimakkaammin menestymistä matematiikan tehtävissä kolmannella luokalla kuin vanhempien itsenäisen toiminnan tuki lapselle ennen kouluikää (NICHD ECCRN, 2008). Suomalaistutkimuksessa on osoitettu samansuuntaisesti, että sisäisesti motivoituneen oppilaan tehtäväsuuntautuneisuus ensimmäisellä luokalla ennusti positiivisesti matemaattista osaamista toisella luokalla, kun taas riippuvuus opettajan ja vertaisten välittömästä avusta haasteellisessa tehtävässä oli negatiivisesti yhteydessä oppilaan myöhempään osaamiseen (Lepola, Niemi, Kuikka & Hannula, 2005).

Osatutkimuksessa III laajennettiin ekologisen teorian mukaisesti (Bronfenbrenner, 1985, 1999) lapsen kotiympäristön vaikutusten tarkastelua huomioimalla äidin leikkivuorovaikutuksen lisäksi myös isän leikkivuorovaikutus, jolloin saatiin aikaisempaa laajempi kuva kummankin vanhemman ja lapsen vuorovaikutuksen yhteyksistä lapsen taitoihin perhetasolla. Invarianssitestaukset paljastivat, että sekä äiti että isä vaikuttivat lapsen esimatemaattisten taitoihin varhaislapsuudessa. Vanhempien vaikutukset lapsen taitoihin olivat additiivisia, sillä mitä taitavammin kumpikin vanhempi tuki lapsen itsenäistä toimintaa ja ohjasi oppimista leikkutilanteessa, sitä paremmat avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamisen taidot lapsella oli. Rajoittamattomat mallit osoittivat, että vanhempien toiminnalla oli ikäspesifejä yhteyksiä lasten taitoihin: äidin ja lapsen vuorovaikutus näytti olevan pääsääntöisesti yhteydessä lapsen taitoihin varhaisemmalla iällä kolmevuotiaana ja isän ja lapsen vuorovaikutus myöhemmin neljävuotiaana. Rajoitetuissa malleissa ikäspesifejä vaikutuksia oli vähemmän ja ne liittyivät useammin lapsen avaruudellisen hahmottamisen taitoihin kuin lukumäärän tunnistamisen taitoihin. Toisin sanoen invarianssitestaukset osoittivat, että äidin ja isän vuorovaikutuksella lapsen kanssa oli samanlainen vaikutus erityisesti lapsen lukumäärän tunnistamistaitoihin kolmevuotiaana, vaikka rajoittamattomat mallit osoittivat, että äiti-lapsi- ja isä-lapsi-vuorovaikutuksen yhteydet olisivat erilaisia kuten Mills-Koonce ym. (2015) tutkimuksessa kognitiivisen kehityksen osalta. Mielenkiintoista on, että vain isän itsenäisen toiminnan tuki oli yhteydessä lapsen avaruudellisen hahmottamisen taitoihin. Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että miehet suoriutuvat keskimäärin paremmin kuin naiset avaruudellista ajattelua vaativissa tehtävissä, jota eroa miesten hyväksi on selitetty evoluution myötä syntyneeseen biologiseen etuun (esim. Gur & Gur, 2017; Silverman, Choi & Peters, 2007). On mahdollista, että isät tarjoavat enemmän kokemuksia ja harjoitusta lapsen spatiaalisille taidoille leikkutilanteessa kuin äidit. Tämän seurantatutkimuksen tulokset vahvistavat modernia näkemystä äidin ja isän samanlaisesta vanhemmuudesta (ks. Fagan ym., 2014). Monet äidit palaavat työelämään äitiysloman jälkeen, jolloin vanhempien tasavertainen osallistuminen lapsen hoitamiseen toisen ikävuoden aikana ja sen jälkeen vaikuttaa lapsen taitoihin.

Ulkomaisissa tutkimuksissa on usein osoitettu vanhemman koulutuksen ja lapsen matemaattisten taitojen välinen suora yhteys (esim. Anders ym., 2012; Burchinal ym., 2002; Melhuish ym., 2008). Vanhempien koulutus voi kuitenkin välittyä epäsuorasti vuorovaikutuksen kautta lapsen kehittyviin taitoihin kuten osatutkimuksissa I ja II, joissa äidin ohjausvuorovaikutus toimi välittävänä tekijänä, mediaattorina, äidin koulutuksen ja lapsen esimatemaattisten taitojen välillä. Osatutkimuksessa III, jossa tutkittiin kummankin vanhemman vaikutuksia, sekä äidin että isän koulutuksen määrä ennusti itsenäisen toi-

minnan tukemisen taitoa, mikä puolestaan oli yhteydessä lapsen myöhempään matemaattiseen osaamiseen. Kun kummankin vanhemman koulutus oli mukana mallinnuksissa, äidin koulutuksen epäsuorat yhteydet lapsen taitoihin eivät enää yltäneet merkitsevyyteen. Sen sijaan isän koulutuksella oli suora yhteys lapsen esimatemaattisiin taitoihin (vrt. Mills-Koonce ym., 2015). On mahdollista, että korkeammin koulutetut vanhemmat edistävät ohjausvuorovaikutuksessa, tietoisesti tai tiedostamattomasti, lastensa akateemisia taitoja toisin kuin vähemmän koulutetut vanhemmat. Esimerkiksi korkeammin koulutetut vanhemmat ovat kertoneet lukevansa lapselle enemmän kuin vähemmän koulutetut vanhemmat (Davis-Kean, 2005). Ulkomaisissa tutkimuksissa jopa isovanhempien koulutustaso on ollut suoraan yhteydessä lapsen koulusuoriutumiseen (Ferguson & Ready, 2011).

### 5.3 Varhaiskasvatuksen merkitys matemaattisten taitojen kehityksessä

Osatutkimuksissa II ja III huomioitiin vanhemman ohjausvuorovaikutuksen lisäksi myös varhaiskasvatukseen osallistuminen, jonka on osoitettu olevan yhteydessä lapsen matemaattisten taitojen kehitykseen (esim. Ulferts ym., 2016). Eri toimintaympäristöjen huomioimisella voidaan välttyä virhepäätelmiltä, kuten osoitettiin tutkimuksessa, jossa lasten varhaiskasvatuksen aloitussiän ja matemaattisten taitojen yhteys ei ollut merkitsevä sen jälkeen, kun kodin vaikutus huomioitiin (Jaffee ym., 2011). Toistaiseksi ainoastaan tässä suomalaisessa seurannassa on huomioitu sekä vanhempien ohjausvuorovaikutus että varhaiskasvatuksen määrä lasten esimatemaattisen kehityksen ennustajina.

Osatutkimuksen II ja III analyysit osoittivat, että mitä enemmän lapset osallistuivat varhaiskasvatukseen ensimmäisten kolmen ikävuoden aikana, sitä paremmat lukumäärän tunnistamisen taidot lapsilla oli kolme- ja neljävuotiaina. Vastaavasti mitä enemmän lapsilla oli kokemuksia kotihoidosta, sitä heikommin he suoriutuivat lukumäärään liittyvissä tehtävissä etenkin, jos vanhempien ohjausvuorovaikutuksen laatu osoittautui heikoksi. Mitä enemmän lapsi osallistui varhaiskasvatukseen ja mitä taitavampia vanhemmat olivat ohjausvuorovaikutuksessa, sen paremmat lukumäärän tunnistamistaidot lapsella oli kolme- ja neljävuotiaana ja vastaavasti, mitä enemmän lapsi oli kotihoidossa ja mitä heikommat vuorovaikutustaidot sekä äidillä ja isällä oli, sitä heikompa lapsen osaaminen oli. Suomalaisen aineiston perusteella näyttää siltä, että varhaiskasvatukseen osallistuminen ennen kolmatta ikävuotta on matemaattisen kehityksen kannalta merkityksellisempää kuin kokemukset kolmannelta ikävuodesta neljänteen. Eroa voi selittää se, että neljänteen ikävuoteen mennessä lähes kaikki (88 %) seurantaan osallistuneet lapset osallistuivat varhaiskasvatukseen.

Seurannan tulokset eivät ole suoraan verrattavissa aikaisempaan näyttöön varhaiskasvatuksen vaikuttavuudesta, sillä useissa eurooppalaisissa tutkimuksissa on huomioitu vain varhaiskasvatusympäristön vaikutukset lapsen matemaattisiin taitoihin eikä vanhempien toimintaa (esim. Loeb, Bridges, Bassok, Fuller & Rumberger, 2007; Ulferts ym., 2016). Tutkimuksissa, joissa molemmat varhaiset kasvuympäristöt on huomioitu, koti- ja varhaiskasvatusta on arvioitu eri tavalla kuin tässä suomalaisessa seurannassa (Anders ym., 2012; Melhuish ym., 2008). Yhdysvaltalaisiin tutkimuksiin vertaaminen on ongelmallista, sillä kodin ulkopuolisen varhaiskasvatuksen laatu vaihtelee suuresti (Pianta & Howes, 2009) ja sillä voidaan tarkoittaa kaikkien, yhtälailla isän ja isovanhempien kuin varhaiskasvatuksen ammattilaistenkin, tarjoamaa hoitoa (ks. kirjallisuuskatsaus NICHD ECCRN, 2006).

Pohjoismaisessa tutkimuksessa on havaittu, että lastentarhanopettajat keskittyvät huomattavasti enemmän lukumäärän tunnistamisen taitoihin kuin avaruudelliseen hahmottamiseen (Björklund & Barendregt, 2016), mikä saattaa olla selitys sille, ettei tässä seurantatutkimuksessa varhaiskasvatuksen määrä ennustanut vaihtelua lasten avaruudellisen hahmottamisen taidoissa. Yhdysvaltalaisen tutkijoiden Clements ja Sarama (2011) mukaan varhaiskasvatuksen opetussuunnitelmissa ja henkilöstön koulutusohjelmissa keskitytään lukumäärätaitojen opettamiseen ja oppimiseen muiden matemaattisten taitojen kustannuksella. Suomessa avaruudellisiin ja geometrisiin taitoihin liittyvät oppimistavoitteet sisällytettiin varhaiskasvatuksen opetussuunnitelmaan vasta vuonna 2016 (Opetushallitus, 2014, 2016). Tässä väitöskirjassa raportoitu aineiston kerääminen aloitettiin ajankohtana, jolloin valtakunnallista varhaiskasvatuksen opetussuunnitelmaa ei vielä ollut, vaan lapsen kognitiivisen kehityksen tukemisesta varhaiskasvatuksessa säädeltiin hyvin yleisesti (Laki lasten päivähoitosta 36/73). Koska varhaiskasvatuksen valtakunnallinen matemaattisten taitojen ohjausta koskeva ohjeistus on huomattavasti täsmentynyt 2000-luvulla (Opetushallitus 2014, 2016; Stakes, 2005), olisi mielenkiintoista tutkia, eroaisivatko 2010-luvulla syntyneitä lapsia, lasten vanhempia ja varhaiskasvatukseen osallistumista koskevat tulokset tämän tutkimuksen tuloksista. Suomalainen pedagogiikan laatuun kohdistunut varhaiskasvatuksen tutkimus on osoittanut, että varhaiskasvattajan taito ohjata kolmivuotiaita lapsia kiinnittämään huomiota ympäristössä esiintyviin lukumääriin (Mattinen, 2006) ja taito tukea esiopetusikäisten lasten oppimista on ollut positiivisessa yhteydessä lapsen myöhempään matemaattisten taitoihin (Pakarinen ym., 2011). Suomessa 2000-luvulla kehitetyn Nallematikka-ohjelman avulla varhaiskasvatuksen henkilöstö voi tukea kolme-viisivuotiaiden lasten matemaattisten taitojen oppimista yhdessä lasten vanhempien kanssa (Mattinen, Räsänen, Hannula & Lehtinen, 2010).

Varhaiskasvatuksen määrä ei ollut yhteydessä matematiikan arvosanaan perusopetuksen päättövaiheessa. On mielenkiintoista, että viimeisimmässä TIMMS-arvioinnissa varhaiskasvatusvuosien määrä ei ollut yhteydessä suomalaislasten matematiikan oppimistuloksiin myöskään neljännellä luokalla (Vettenranta ym., 2016). Päinvastoin kuin suomalaisia koskevassa aineistossa varhaiskasvatuksen ja matematiikan välillä havaittiin positiivinen yhteys useimmissa muiden maiden aineistoissa (Mullis ym., 2016). Lomaketutkimuksen tulos, jonka mukaan suomalaisten lasten oppiminen vanhempien ja lastentarhanopettajien arvioimana on heikompaa matematiikassa kuin muilla kehityksen osa-alueilla (Hujala, Fonsén & Elo, 2012), voi osaltaan selittää yhteyden puuttumista.

Näyttö varhaiskasvatukseen osallistumisen pitkäaikaisista vaikutuksista on ollut varsin vähäistä ja perustunut lähes kokonaan tutkimuksiin, joissa vanhemman ohjausvuorovaiikutusta ei ole huomioitu (Campbell ym., 2001; Field, 1991; Reynolds & Temple, 1998; Sammons ym., 2014). Pohjoismaista tutkimusta, jossa on huomioitu lapsen toimintaympäristö sekä kotona että varhaiskasvatuksessa edustaa tulos, jonka mukaan ruotsalaisaineistossa varhaiskasvatuksen laadulla 40 kuukauden ikään mennessä, toisin kuin äidin ja lapsen vuorovaikutuksella, oli pitkäaikaisia vaikutuksia lapsen matematiikan koulu-menestykseen toisella luokalla (Broberg ym., 1997). Yhdysvaltalaisessa NICHD-tutkimuksessa on osoitettu, että varhaiskasvatuksen määrä päiväkodissa ja perhepäivähoitossa ja äidin ja lapsen vuorovaikutus neljän ensimmäisen ikävuoden aikana ovat yhteydessä lasten matemaattisiin taitoihin 11-vuotiaana sosioekonomisesti heikossa asemassa olevissa perheissä (Belsky ym., 2007), joten tulos ei ole yleistettävissä kaikkiin perheisiin.

Suomalaisten lasten osallistuminen varhaiskasvatukseen ei näytä riippuvan vanhempien koulutuksen määrästä, mikä ei ole yllättävää, koska jokaisella lapsella on ollut 1990-luvulta alkaen mahdollisuus osallistua edulliseen, pääosin julkisin varoin kustannettuun laadukkaaseen varhaiskasvatukseen. Sen sijaan Ruotsissa, tämän väitöstutkimuksen aineiston keruun aloittamisen ajankohtana, koulutettujen äitien lapset ovat aloittaneet varhaiskasvatuksen aikaisemmin kuin vähemmän koulutettujen äitien lapset (Andersson, 1992). Yhdysvalloissa korkeammin koulutettujen äitien lapset ovat osallistuneet laadukkaampaan varhaiskasvatukseen kuin vähemmän koulutettujen äitien lapset (Pianta & Howes, 2009).

## 5.4 Matemaattisten taitojen kehitys varhaislapsuudesta koulun päättövaiheeseen

Väitöskirjan pitkittäisasetelma tarjoaa uutta tietoa sekä avaruudellisen hahmottamisen että lukumäärän tunnistamisen taidoista ja niiden kehittymisestä iässä, jolloin lasten väliset erot voivat olla jo merkittäviä. Ulkomaisissa tutkimuksissa esimatemaattista osaamista on tutkittu usein poikittaisasetelmilla, joissa vertaillaan eri-ikäisten lasten taitoja (esim. Clements ym., 1999; Sarnecka ym., 2014). Suomalaisten lasten lukumäärän tunnistamistaidoissa oli havaittavissa kehityksellistä jatkuvuutta kolmannelta neljänteen ikävuoteen. Myös aiemmissa suomalaistutkimuksissa on havaittu jatkuvuutta lukumäärään liittyvissä taidoissa kolmannelta neljänteen ikävuoteen (Hannula & Lehtinen, 2001), 3,5-vuotiaasta viisivuotiaaksi ja viisivuotiaasta kuusivuotiaaksi (Hannula & Lehtinen, 2005) sekä esiopetuksesta toiselle luokalle (Aunola ym., 2004). Esineen sijaintiin liittyvissä avaruudellisen hahmottamisen taidoissa havaittiin jatkuvuutta kuten yhdysvaltalaisessa saman ikäisten lasten seurannassa (Verdine, Irwin ym., 2014). Vaikka odotusten vastaisesti esineen kokoon liittyvän avaruudellisen hahmottamisen taidoissa ei havaittu jatkuvuutta, lapset olivat keskimäärin taitavampia neljävuotiaana kuin vuotta aiemmin, mikä vastaa aiempien poikittaisasetelmien tuloksia (Aslan & Arnas, 2007; Smith, 1984). Jatkuvuuden puuttumista saattaa selittää sekä katto- että lattiaefekti: toisaalta useat lapset saavuttivat täydet pisteet kokotehtävistä jo kolmevuotiaana, toisaalta taas harva lapsi suoriutui muototehtävistä neljävuotiaana. Lapset, jotka suoriutuivat hyvin avaruudellisen hahmottamisen tehtävissä, menestyivät myös lukumäärän tunnistamisen tehtävissä. Vastaavanlainen havainto on tehty myös yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa, joissa arvioitiin kolme- ja neljävuotiaiden lasten esimatemaattisia taitoja (esim. Verdine, Golingoff ym., 2014). Kuten viime vuosien tutkimukset ovat osoittaneet (ks. Verdine ym., 2017), näyttää siltä, että avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamistaidot kehittyvät rinnakkain ja vaikuttavat toisiinsa.

Vaihtelu suomalaisten lasten matemaattisissa taidoissa varhaislapsuudessa ei ennustanut eroja matematiikan arvosanoissa koulun päättövaiheessa. Tulos ei ole kovin yllättävä, koska yhdeksännen luokan matematiikan arvosanan muodostaa opettajan arvio vaativista taidoista algebrassa, geometriassa ja trigonometriassa ja lisäksi oppilaan aktiivisuudesta luokkatilanteessa (ks. Mullola ym., 2010). Monissa ulkomaisissa seurannoissa oppilaiden osaamisen arviointi eri ikäkausina on perustunut standardoituihin matemaattisiin testeihin, jolloin pitkäaikaisen jatkuvuuden havaitseminen on todennäköisempää testien homogeenisuuden vuoksi (ks. meta-analyysi Duncan ym., 2007). Esimerkiksi WJ-R Math – testillä (Woodcock & Johnson, 1989) on voitu osoittaa matemaattisten taitojen jatkuvuutta koulun aloituksesta 10–11-vuotiaaksi ja PIAT Math – testillä (Dunn

& Markwardt, 1970) 13–14-vuotiaaksi (Duncan ym., 2007). Ennusteväli tässä väitöstudiumuksessa oli pidempi verrattuna useimpiin ulkomaisiin pitkittäistutkimuksiin (esim. Broberg ym., 1997; Burchinal ym., 2002; Jordan ym., 2009; Mattanah ym., 2005; Reynolds & Temple, 1998). Matemaattisten taitojen arvioiminen esimerkiksi esiopetusvuonna, ensimmäisellä luokalla tai useammin viidentoista vuoden ennustevälin aikana olisi voinut osoittaa pitkäaikaisempaa jatkuvuutta kuten aiemmissa suomalaistutkimuksissa (Hannula ym., 2010; Hannula-Sormunen ym., 2015).

Lapsen sukupuolen vaikutuksia matemaattisiin taitoihin tutkittiin osatutkimuksessa II kolmella ikätasolla. Tyttöjen ja poikien välillä ei ollut eroja esimatemaattisissa taidoissa, kuten ei aiemmissakaan saman ikäisillä lapsilla tehdyissä tutkimuksissa, joissa on arvioitu avaruudellisen hahmottamisen tai lukumäärän tunnistamisen taitoja (Hannula & Lehtinen, 2005; Verdine, Golinkoff ym., 2014; Zhang, 2016). Yhdeksännen luokan matematiikan arvosanoissa ei myöskään havaittu sukupuolten välillä eroa, mikä vastaa vuonna 1991 syntyneiden suomalaisnuorten PISA-tuloksia (OECD, 2007). Tosin viimeisen PISA-arvioinnin mukaan suomalaiset 15-vuotiaat tytöt olivat poikia parempia (OECD, 2016), mikä on mielenkiintoista, sillä yhdysvaltalaisessa kirjallisuuskatsauksessa on todettu, että vanhempien ja opettajien sukupuolittuneet käsitykset matematiikan oppimisesta aiheuttavat negatiivisia asenteita matematiikan oppimista kohtaan yleisemmin tyttöjen kuin poikien keskuudessa, mikä puolestaan saattaa johtaa eroihin matemaattisissa taidoissa poikien hyväksi (Gunderson, Ramirez, Levine & Beilock, 2012).

## 5.5 Tutkimuksen eettisyys, luotettavuus ja rajoitukset

Väitöskirjan aineisto on osa ”Vuorovaikutus ja kehitys varhaislapsuudessa” – seuranta-aineistoa. Vaikka aineiston kerääminen oli alkanut jo huomattavasti ennen kuin Tutkimuseettisen neuvottelukunnan eettiset periaatteet tulivat voimaan (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2012), tutkimuksessa noudatettiin hyvää tutkimuseetiikkaa ja tieteellistä käytäntöä. Perheiden rekrytoinnissa toimittiin tietosuojaa ja tietojenkäsittelyn turvallisuutta koskevan lainsäädännön ja viranomaisten määräysten mukaisesti. Vanhempia informoitiin tutkimuksen tarkoituksesta ja toteutustavoista ja heille kerrottiin, että he voivat halutessaan lopettaa tutkimukseen osallistumisen. Vanhemmilta pyydettiin seurannan alussa ja seurannan kuluessa lupa aineiston käyttämiseen tutkimustarkoituksessa ja seurannan jatkuessa kirjallinen lupa videomateriaalin käyttämiseen myös opetustarkoituksessa. Kaikki videonauhoitukset, kyselylomakkeet ja muistiinpanot on säilytetty asianmukaisesti kahden lukon takana Turun yliopistossa.



Seurantaan osallistui tutkimuksen alkuvaiheessa 66 perhettä, yhteensä 198 äitiä, isää ja lasta. Perheiden lukumäärä vaihteli hieman seurannan aikana vuosina 1992–2008, mutta tutkimuksen lopettaneiden perheiden määrä oli hyvin pieni. Puuttuvia tietoja oli aineistossa vähän ja niiden satunnaisuus varmistettiin MCAR-testillä (Little, 1988). Puuttuvat tiedot korvattiin suositeltua EM-algoritmiä käyttäen (Allison, 2002; Baraldi & Enders, 2010). Raportoitujen polku- ja rakenneyhtälömallinnusten tuloksissa ei havaittu merkittäviä eroja, kun analyysit toistettiin alkuperäisellä aineistolla, jossa puuttuvia tietoja ei korvattu. Seurannan aineisto on pieni mutta tyypillinen pitkittäistutkimuksissa, joissa aineiston keruu ja analysointi perustuu työlääseen vuorovaikutuksen observointiin ja osallistujien testaukseen (Kenny, Kashy & Cook, 2006).

Tutkimukseen osallistuneet perheet rekrytoitiin valtakunnallisen väestörekisterikeskuksen tietojen perusteella. Perheisiin otettiin yhteyttä sekä kirjeitse että puhelimitse. Tutkimukseen kutsuttiin eteläsuomalaisen kunnan kaikki suomenkieliset kahden vanhemman perheet, joihin vuoden 1992 tammi- ja helmikuun aikana syntyi täysiaikainen terve esikoislapsi. Tutkimuksen tulosten yleistettävyyttä Suomessa ja muissa korkean tasearvon maissa lisää, että tutkimukseen osallistuneet perheet edustavat kattavasti kaikkia yhteiskunnan sosiaaliluokkia toisin kuin aiemmissa yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa, joissa on keskitytty sosioekonomiselta taustaltaan heikossa asemassa oleviin perheisiin (esim. Mills-Koonce ym., 2015). Tulosten yleistettävyyttä puolestaan heikentää, että tutkimukseen osallistuneet lapset olivat esikoisia. Esikoiset saavat varhaislapsuudessa vanhemmiltaan ainokaisina lapsina enemmän huomiota kuin myöhemmin syntyvät sisarukset ja siksi esikoisilla on joidenkin tutkimusten mukaan muihin perheen lapsiin verrattuna nopeampi kielen kehitys (Hoff, 2006). On mahdollista, että esikoisuus vaikuttaa samalla tavalla myös esimatemaattisten taitojen oppimiseen. Lisäksi kielellisten taitojen on osoitettu olevan positiivisessa yhteydessä matemaattisten taitoihin (esim. Purpura, Hume, Sims & Lonigan, 2011) kuten osatutkimuksessa I, jossa sanavarasto kaksivuotiaana ennusti esimatemaattisia taitoja vuotta myöhemmin.

Vauvaiästä aikuisuuteen etenevät seurannat ovat harvinaisia niin kansainvälisesti kuin Suomessakin. Pitkä seuranta on työläs, vaatii resursseja ja edellyttää useiden tutkijoiden sitoutumista. Aineiston kato tutkimuksen kuluessa on usein suuri toisin kuin tässä seurannassa, jossa kato jäi hyvin pieneksi useiden kadon vähentämiseen tähtäävien toimenpiteiden ansiosta: perheisiin oltiin säännöllisesti yhteydessä henkilökohtaisesti sekä kirjeitse että puhelimitse, kaikki aineisto kerättiin tutkimuskäyntien aikana, perheiden tulemista tutkimuskäynneille helpotettiin avustamalla matkojen järjestämisessä ja perheen muille lapsille järjestettiin lastenhoito tutkimuskäyntien ajaksi. Koska seuranta-aineiston kerääminen aloitettiin kaksi vuosikymmentä ennen väitöskirjan aloittamista vuonna

2013, tulosten tarkastelussa on huomioitava Suomessa 2000-luvulla tapahtuneet lainsäädännölliset muutokset, jotka ovat voineet vaikuttaa kasvatuskulttuuriin niin kotona kuin varhaiskasvatuksessakin. Perhevapaita koskevan lainsäädännön tarkoituksena on ollut jo 1980-luvulta saakka tukea kummankin vanhemman työssäkäyntiä ja kasvatustehtävää. Useat lakiuudistukset ovat lisänneet isien mahdollisuuksia viettää enemmän aikaa lapsensa kanssa (esim. Laki työsopimuslain muuttamisesta 30/1985; Sairasvakuutuslaki 1653/1992; Laki sairausvakuutuslain muuttamisesta 903/2012). Varhaiskasvatuksen sisällöllistä toteutumista alettiin ohjata valtakunnallisen Varhaiskasvatussuunnitelman perusteilla vuonna 2003 (Stakes, 2005), jolloin opetussuunnitelman matematiikan sisältöalue oli vielä niukka ja kohdistui lähes yksinomaan lukumäärään liittyviin taitoihin. Ava-ruudellisiin ja geometrisiin taitoihin liittyvät oppimistavoitteet sisällytettiin Varhaiskasvatussuunnitelman perusteisiin vuonna 2016 (Opetushallitus, 2016). Seurannan tulosten perusteella voidaan olettaa, että lainsäädännölliset muutokset ja matemaattisten taitojen oppimiseen suunnattu toiminta varhaiskasvatuksessa voimistavat entisestään kodin ja varhaiskasvatuksen positiivisia vaikutuksia lasten kehitykseen.

Molempien vanhempien ohjausvuorovaikutuksen vaikutusten arviointi antaa täydellisemmän kuvan lapsen kehityksestä kotiympäristössä kuin vain äidin ja lapsen vuorovaikutuksen huomiointi (Bronfenbrenner, 1986, 1999). Tästä huolimatta monet lapsen kehitykseen vaikuttavat seikat, kuten esimerkiksi vanhempien työolot, parisuhteen laatu, vanhempien kasvatusasenteet ja sosiaalinen tuki, jäivät huomioimatta tässä tutkimuksessa pienen aineiston vuoksi. Ohjausvuorovaikutuksen havainnointi vanhemman ja lapsen yhteisessä leikissä, johon lapsi osallistuu toiminnallisesti leikkivälineitä käsitellen, on hyvä valinta lapsen ja vanhemman välisen vuorovaikutuksen arvioimiseen verrattuna esimerkiksi kirjanlukutilanteeseen, joka on kielellisesti painottunut ja johon lapsi osallistuu lähinnä kuuntelemalla ja keskustelemalla (ks. Smith, Maouene & Hidaka, 2007). Vanhempien ja lapsen vuorovaikutuksen yhteyksistä lapsen kehitykseen voitiin tehdä luotettavia johtopäätöksiä. Äidin ja isän ohjausvuorovaikutuksen yhdenmukaisuus osoitettiin invarianssitestauksilla (Adamsons & Buehler, 2007). Lisäksi äideillä ja iseillä oli käytössään samat leikkivälineet, heitä ohjeistettiin leikkimään aina samalla tavalla ja leikkiaika oli jokaisena arviointikertana yhtä pitkä. Kummankin vanhemman vuorovaikutusta lapsen kanssa arvioivat havainnointiin koulutetut tutkijat. Äiti-lapsi-parien vuorovaikutusta arvioivat eri tutkijat lapsen ollessa yksi- tai kaksivuotias ja eri tutkijat kuin isä-lapsi-parien vuorovaikutusta. Arvioitsijoiden välinen yksimielisyyys oli korkea kaikilla ohjausvuorovaikutuksen ulottuvuuksilla. Seurannassa ei voitu pienen aineiston vuoksi tutkia, vaikuttivatko vanhemmat samalla tavalla tyttöjen ja poikien esimatemaattisiin taitoihin. Tuore meta-analyysi on kuitenkin osoittanut, että 2000-luvulla vanhemmat tukevat yhtä paljon tyttöjen ja poikien itsenäistä toimintaa, vaikka tyttöjen itsenäistä

toimintaa vielä 1990-luvulla tuettiin enemmän kuin poikien (Endendijk, Groeneveld, Bakermans-Kranenburg & Mesman, 2016).

Vain muutamassa alle kouluikäisten tutkimuksessa, jossa on selvitetty vanhemman ja lapsen vuorovaikutuksen yhteyksiä matemaattiseen osaamiseen, lapsen taitoja on tutkittu kahdella ikätasolla (Anders ym., 2012; Merz ym., 2015). Tehtävien pienestä lukumäärästä ja joidenkin tehtävien haasteellisuudesta johtuen esimatemaattisten tehtävien sisäinen yhdenmukaisuus oli alhainen, mikä ei kuitenkaan estänyt sisällöltään tarkoituksemukaisten tehtävien käyttämistä (vrt. Schmitt, 1996). *“Kuinka monta”* – tehtävissä vauvanuken pään, käsien ja jalkojen laskeminen oli vaativampaa kuin useissa aiemmissa tutkimuksissa, joissa lasta on pyydetty laskemaan keskenään samanlaisia rivissä olevia esineitä (esim. Sarnecka & Carey, 2008; Wynn, 1992). Ruumiinosat ja niiden nimet ovat kuitenkin lapselle tuttuja jo varhain ja kuuluvat lapsen ensisanastoon, sillä lapsi saa kokemuksia ympäröivästä maailmasta syntymästään saakka käyttämällä käsiään ja jalkojaan (Smith ym., 2007). Tulosten luotettavuutta lisää, että arvioitsijoiden välinen yksimielisyys oli korkea kaikissa esimatemaattisten taitojen tehtävissä. Lisäksi oppilaiden itseraportoidut arvosanat vastasivat lähes täydellisesti koulujen arkistoissa olevia arvosanoja, vaikka ne tutkimusten mukaan eivät aina ole luotettavia (Kuncel, Credé & Thomas, 2005).

Koska kaikki testitilanteet järjestettiin viikon sisällä lapsen syntymäpäivästä, seuranta voidaan pitää luotettavampana verrattuna tutkimuksiin, joissa lasten iät arviointitilanteessa vaihtelevat useita kuukausia tai jopa vuosia (esim. Verdine, Golinkoff ym., 2014). Pitkäaikaisten yhteyksien osoittamisen kannalta olisi ollut hyödyllistä arvioida matemaattisten taitoja myös kouluun siirtymävaiheessa kuten aiemmissa tutkimuksissa, joissa on voitu osoittaa yhteys esimatemaattisten taitojen ja kouluarvosanan välillä (esim. Aunola ym., 2004). Lapsen itsesäätelytaitojen arvioiminen tutkimuksessa olisi antanut arvokasta lisätietoa matemaattisten taitojen kehittymiseen vaikuttavista tekijöistä kuten kouluikäisten tutkimuksissa (esim. Mattanah ym. 2005).

Tulosten edustavuutta lisää, että lapset osallistuivat varhaiskasvatukseen ja perusopetukseen eri perhepäivähoito- ja päiväkodeissa sekä kouluissa omilla asuinalueillaan. Varhaiskasvatustoimintaa sääteli aineiston keräämisen aikana Laki lasten päivähoidosta (36/73), jonka ohjeistus lapsen kehityksen tukemisesta oli huomattavasti yleisempi kuin nykyinen varhaiskasvatuksen valtakunnallinen opetussuunnitelma (Opetushallitus, 2016). Seurannan tulokset kuvastavat lapsen kehitystä kulttuurissa, jossa on suhteellisen vahva sukupuolten välinen yhdenvertaisuus ja laadukas kaikille lapsille tarkoitettu julkisin varoin tuotettu varhaiskasvatus. Suomessa naisilla ja miehillä on ollut pitkään mahdollisuus kouluttautua, osallistua työelämään ja ottaa vanhempina tasapuolisesti vastuuta

lapsen kasvatuksesta. Tutkimuksessa huomioitiin ekologisen teorian (Bronfenbrenner, 1985, 1999) mukaisesti sekä äidin että isän vuorovaikutus lapsen kanssa kotiympäristössä, mutta toisen varhaisen toimintaympäristön, varhaiskasvatuksen, vaikutuksia tutkittiin suppeammin. Varhaiskasvatuksen rakenne- ja prosessitekijöiden vaikutusten tutkiminen olisi antanut arvokasta lisätietoa, sillä sekä yhdysvaltalainen (esim. NICHD ECCRN & Duncan, 2003) että eurooppalainen (esim. Ulferts ym., 2016) varhaiskasvatuksen tutkimus on tarjonnut näyttöä sekä määrän että laadun yhteyksistä lasten matemaattisiin taitoihin.

## 5.6 Tutkimuksen käytännöllinen hyöty

Väitöskirjan tuloksia vanhempien ohjausvuorovaikutuksen ja varhaiskasvatuksen vaikuttavuudesta voidaan hyödyntää lastentarhanopettajakoulutuksen ja varhaiskasvatuksen opetussuunnitelmien kehittämistyössä. Uusi tietämys äidin ja isän ohjausvuorovaikutuksen yhteyksistä lasten matemaattiseen kehitykseen on ensiarvoisen tärkeää sisällyttää lastentarhanopettajakoulutuksen opetussuunnitelmaan, sillä toimiessaan lapsen kehityksen ja pedagogiikan asiantuntijana varhaiskasvatuksessa lastentarhanopettaja luo yhdessä moniammatillisen työtiimin ja lasten vanhempien kanssa parhaat mahdolliset edellytykset lasten matemaattisten taitojen kehittymiselle. Henkilöstön täydennyskoulutuksen avulla vanhemmuuteen ja matemaattisten taitojen oppimiseen liittyvä uusi tieto voi tavoittaa myös varhaiskasvatuksessa jo työskentelevät lastentarhanopettajat. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää myös erityisopettajakoulutuksessa pohdittaessa kotitaustan vaikutuksia ja lasten erilaisia oppimisen edellytyksiä.

Seurannan tuloksia lasten esimatemaattisista taidoista voidaan käyttää valtakunnallisen varhaiskasvatuksen opetussuunnitelman rinnalla tukemassa matemaattisten taitojen oppimisen kannalta suotuisien oppimisympäristöjen suunnittelua ja lasten henkilökohtaisten matemaattisten oppimistavoitteiden asettamista. Tulosten mukaan varhaiskasvatuksella on vaikutuksia lasten lukumäärän tunnistamistaitoihin, mutta varhaiskasvatuksen oppimisympäristöissä ja toiminnoissa tulisi kiinnittää huomiota myös lasten mahdollisuuteen oppia avaruudellisen hahmottamisen taitoja kuten esineen kokoon, muotoon ja sijaintiin liittyviä käsitteitä. Myös väitöskirjassa osoitettu avaruudellisen hahmottamisen ja lukumäärän tunnistamisen taitojen kehityksellinen yhteys on tärkeää huomioida opetusta suunniteltaessa. Tutkimuksen tulokset voivat opetussuunnitelmatyön kautta vaikuttaa positiivisesti esimatemaattisten taitojen opettamiseen ja oppimisen laatuun varhaiskasvatuksessa.

Väitöskirjan tuloksia voidaan hyödyntää varhaiskasvatuksessa myös vanhempien kasvatustyön tukemisessa. Lastentarhanopettajilla on tärkeä rooli uuden tutkimustiedon välittämisessä paitsi varhaiskasvatuksen kasvatustiimeille myös lasten vanhemmille. Esimateriaattisten taitojen kehittymiseen liittyvän tiedon tarjoaminen vanhemmille ja oppimiseen liittyvien tavoitteiden sisällyttäminen lapsen varhaiskasvatussuunnitelmaan auttavat vanhempaa seuraamaan lapsen kehitystä ja myötävaikuttamaan siihen. Lapsen taidoista keskusteleminen asiantuntevan henkilön kanssa voi vaikuttaa myönteisesti vanhemman asenteisiin matematiikan oppimista kohtaan ja ehkäistä negatiivisten asenteiden syntymistä lapselle. Asenteet vaikuttavat voimakkaasti matematiikan oppimiseen (ks. kirjallisuuskatsaus Gunderson, Ramirez, Levine ym., 2012), joten on tärkeää, millaisen kuvan lapsi muodostaa itsestään matematiikan oppijana.

Näyttö sekä äiti–lapsi-vuorovaikutuksen että isä–lapsi-vuorovaikutuksen yhteyksistä lasten matemaattisiin taitoihin voi kannustaa äitejä ja isejä osallistumaan tasavertaisemmin lapsensa leikkeihin ja muihin toimintoihin. Tutkimustulokset hyödyttävät kaikkia perheitä, sillä yhteisleikki on tyypillinen vanhemman ja lapsen toimintamuoto etenkin lapsen varhaisimpien ikävuosien aikana. Tieto itsenäisen toiminnan tuen ja oppimisen ohjauksen vuorottelusta saattaa auttaa vanhempaa jäsentämään omaa rooliaan leikin aikana ja tehdä siten leikkimisestä sujuvaa ja matemaattisen kehityksen kannalta suotuisaa. Vanhempi, joka kokee yhteiset leikkitilanteet mielekkäiksi ja lapsen kehityksen kannalta tärkeiksi, motivoituu ehkä helpommin ohjaamaan lapsen huomiota matemaattisiin asioihin ja käyttämään matemaattista sanastoa puheessaan kuin vanhempi, joka ei koe omaa toimintaansa tärkeäksi. Vanhemman tietoisuus vuorovaikutuksen tärkeydestä ja sen pitkäaikaisista vaikutuksista nuoruusikään saakka voi motivoida vanhempaa leikkimään lapsensa kanssa ja kiinnittämään huomiota lapsen tarpeisiin leikin aikana.

Väitöskirjan tulosten tiedottamisella voidaan ohjata yhteiskunnallista keskustelua varhaiskasvatuksen hyödyllisyydestä alle kolmevuotiaille lapsille. Julkista mielipiteiden vaihtoa kodin ulkopuolisen hoidon hyödyistä ja haitoista on käyty useiden vuosikymmenien ajan ja pienten lasten vanhemmat ovat tehneet päätöksensä lapsen hoidon ja kasvatuksen suhteen yhdysvaltalais tutkimusten ja suomalaisten auktoriteettimielipiteiden ristiaallokossa. Suomalaiset kasvatusalan auktoriteetit ovat perustaneet käsityksensä varhaiskasvatuksen vahingollisista vaikutuksista yhdysvaltalaisiin 1900-luvun lopun tutkimustuloksiin, jotka eivät ole yleistettävissä suomalaisessa tasa-arvon kulttuurissa, jossa kaikilla lapsilla on mahdollisuus laadukkaaseen varhaiskasvatukseen vanhempien sosioekonomisesta taustasta riippumatta. Näyttöä varhaiskasvatuksen vaikutuksista alle kolmevuotiaiden lasten kehitykseen on edelleenkin hyvin vähän, kun varhaiskasvatuksella

tarkoitetaan sellaista lakien ja asetusten säätelemää julkisin varoin tuotettua kaikille lapsille tarkoitettua kasvatuksen ammattilaisten toteuttamaa tavoitteellista toimintaa kuin Suomessa. Tämä väitöskirjatutkimus tarjoaa paitsi lasten vanhemmille myös varhaiskasvatuksen asiantuntijoille, opetussuunnitelmien kehittäjille ja poliittisille päätöksentekijöille tieteellistä tietoa alle kolmevuotiaiden lasten varhaiskasvatukseen osallistumisen positiivista vaikutuksista.

Yhdeksäsluokkalaisten suomalaisnuorten hyvää suoriutumista kansainvälisessä PISA-tutkimuksessa on selitetty opettajankoulutuksen ja koulutusjärjestelmän korkealla laadulla. Tässä väitöstutkimuksessa osoitettiin, että äidin ja lapsen vuorovaikutus oli yhteydessä nuorten menestymiseen matematiikan lisäksi kaikissa muissakin lukuaineissa yhdeksännellä luokalla. Näyttää siltä, että vanhemman tapa olla vuorovaikutuksessa lapsensa kanssa pienestä pitäen valmistaa lasta kouluympäristön vaatimuksiin ja voi osaltaan selittää nuorten menestymistä kansainvälisessä vertailussa. Vaikka seurannassa ei pystyttykään osoittamaan varhaiskasvatuksen pitkäaikaisia syy- ja seuraussuhteita, lyhytaikaisten vaikutusten havaitseminen tarjoaa uutta tietoa suomalaisen varhaiskasvatuksen vaikuttavuudesta ennen kouluikää.

## 5.7 Mahdolliset jatkotutkimukset

Väitöskirjan tulokset tarjoavat käyttökelpoista aineistoa interventioon, jossa vanhempia kouluttamalla selvitetään, voidaanko vanhempien perehdyttämisellä ja vuorovaikutustaitojen harjoittamisella vaikuttaa vanhemman ja lapsen väliseen vuorovaikutukseen leikki-tilanteessa ja edistääkö kouluttaminen lasten matemaattisten taitojen kehitystä. Lapsen ja vanhemman vuorovaikutukseen ja lapsen varhaisten matemaattisten taitojen kehitykseen kohdistuneissa interventioissa vanhempia on ohjattu matematiikkasisältöiseen vuorovaikutukseen lapsen kanssa, esimerkiksi laskemiseen ja pelaamiseen (esim. Niklas, Cohrsen & Tayler, 2016; Starkey & Klein, 2000). Tulosten mukaan lasten matemaattiset taidot ovat kehittyneet interventioon osallistuneiden perheiden 3–5-vuotiailla lapsilla paremmin kuin interventioon osallistumattomien perheiden lapsilla. Interventioita on kohdistettu myös lapsen ja vanhemman yleisen vuorovaikutuksen tukemiseen. Tutkimuksessa, jossa vanhempia koulutettiin ohjausvuorovaikutuksen emotionaalisella ja kognitiivisella osa-alueella, interventiolla havaittiin olevan vaikutuksia vanhemman vuorovaikutustaitoihin ja sitä kautta lapsen kehitykseen (Landry, Smith & Swank, 2006; Landry, Smith, Swank & Guttentag, 2008). Intervention ensimmäisessä osassa äitejä opastettiin vastaamaan lapsen emotionaalisin tarpeisiin ja ohjaamaan lapsen oppimista lasten ollessa 6–13-kuukauden ikäisiä ja toisessa osassa lasten ollessa 30–38-kuukauden

ikäisiä. Äidin ja lapsen leikki-tilanteita ja muita tavanomaisia vuorovaikutustilanteita viideoitiin ja äiti ja kouluttaja tarkastelivat yhdessä vuorovaikutuksen emotionaalisten ja kognitiivisten ulottuvuuksien toteutumista. Äitien emotionaalinen sensitiivisyys, huomion jakaminen lapsen kanssa ja kielellinen ohjaus lisääntyivät intervention aikana ja olivat positiivisessa yhteydessä lapsen sosiaaliseen, emotionaaliseen, kielelliseen ja kognitiiviseen kehitykseen.

Väitöstutkimuksen tilastolliset mallinnukset osoittivat, että molempien vanhempien vuorovaikutus lapsen kanssa ennusti vaihtelua lapsen esimatemaattisissa taidoissa. Koska äidin ja isän kognitiivisen ohjauksen ulottuvuudet korreloivat keskenään, on tärkeää tukea ainakin toisen ja mieluiten kummankin vanhemman ohjausvuorovaikutusta lapsen kanssa. Koska vanhemman tapa olla vuorovaikutuksessa lapsensa kanssa on suhteellisen pysyvä ominaisuus (ks. meta-analyysi Holden & Miller, 1999), olisi tärkeää pyrkiä vaikuttamaan vanhempien ohjaustaitoihin mahdollisimman varhain. Intervention toteuttaminen varhaiskasvatukseen ja lastenneuvolan yhteistyönä mahdollistaisi perheiden osallistumisen tukiohjelmaan lapsen syntymästä esiopetusikäiseksi saakka.

Tuoreet tutkimustulokset suomalaisten nuorten matematiikan osaamisesta ovat huoletuttavia. Kansallisen koulutuksen arviointikeskuksen (Karvi) laajan seurantatutkimuksen mukaan nuorten osaamiserot säilyivät peruskoulun kolmannelta luokalta toisen asteen loppuun, josta voidaan päätellä, ettei perusopetuksessa ole pystytty tasaamaan eroja matematiikan taidoissa (Metsämuuronen, 2017). Lisäksi kansainvälisen PISA-tutkimuksen mukaan osaamisen keskiarvo matematiikan taidoissa perusopetuksen päättövaiheessa on laskenut Suomessa enemmän kuin missään muussa OECD-maassa ja nuorten motivaatio opiskella luonnontieteitä on Suomessa OECD-maiden keskiarvon tuntumassa (OECD, 2016). Myös Karvin seurannassa nuorten asenteet ovat yhteydessä matematiikan osaamiseen toisen asteen koulutuksen lopussa (Metsämuuronen, 2017). Tutkimukset ovat osoittaneet, että matematiikka-asenteiden kolmesta dimensioista (Vandecandelaere, Speybroeck, Vanlaar, De Fraine & Van Damme, 2012) oppilaan luottamus omiin kykyihin on ollut vahvemmin yhteydessä matematiikan osaamiseen kuin matematiikasta nauttiminen tai matematiikan arvostaminen (Kupari & Nissinen, 2012).

Lapsen asenteisiin matematiikasta ja itsestään matematiikan oppijana vaikuttavat vanhempien ja opettajien omat kokemukset ja käsitykset matematiikan oppimisesta. Positiivisesti asennoituvan vanhemman asenne on hyödyllinen, kun hän tarjoaa lapselle nautinnollisia kokemuksia matematiikasta ja ahdistuneen vanhemman asenne haitallinen, kun hän välttelee tilanteita, joissa käytetään matematiikkaa (ks. kirjallisuuskatsaus Gunderson Ramirez, Levine ym., 2012). Matematiikka-asenteiden on useissa tutkimuksissa

havaittu olevan sukupuolittuneita. Esimerkiksi äidit ovat uskoneet jo ennen koulun alkamista poikien olevan parempia matematiikassa kuin tyttöjen (Lummis & Stevenson, 1990) ja naisopettajien oppilaille on muodostunut käsitys, että pojat ovat hyviä matematiikassa ja tytöt lukemisessa (Beilock, Gunderson, Ramirez & Levine, 2010). Vanhemman asenteiden vaikutuksia on tutkittu vähemmän kuin opettajan vaikutuksia (esim. Aiken, 1970), sillä matematiikan oppimisen on ajateltu tapahtuvan pääasiassa koulussa eikä vanhemman roolia matematiikan oppimisen tukemisessa ole nähty yhtä tärkeäksi kuin esimerkiksi lukemaan oppimisessa (Cannon & Ginsburg, 2008).

Matematiikka-asenteisiin liittyvät tutkimukset ovat kohdistuneet pääasiassa kouluikäisiin, vaikka aikuisen sukupuolittuneen puheen on havaittu vaikuttavan jo 4–7-vuotiaiden lasten motivaatioon matemaattisissa tehtävissä (Cimpian, 2010). Tutkimatta on, onko lapsilla jo varhaislapsuudessa asenteita matematiikkaa ja omaa matematiikan osaamista kohtaan, millaisia asenteet ovat ja mitkä tekijät vaikuttavat niiden syntymiseen. Tämän väitöstutkimuksen perusteella huomio tulisi kiinnittää lapsen asenteiden muodostumiseen sekä koti- että varhaiskasvatusympäristössä. Keskeisiä tutkimuskysymyksiä ovat, vaikuttavatko vanhempien ja varhaiskasvatuksen henkilöstön omat kokemukset ja käsitykset matematiikan oppimisesta lapsen asenteisiin ja ovatko ne yhteydessä lapsen matemaattiseen kehitykseen jo varhaislapsuudessa.



## LÄHTEET

- Adamsons, K. & Buehler, C. (2007). Mothering versus fathering versus parenting: Measurement equivalence in parenting measures. *Parenting: Science and Practice*, 7, 271–303. doi:10.1080/15295190701498686
- Aiken, L. R., Jr. (1970). Attitudes toward mathematics. *Review of Educational Research*, 40, 551–596. doi:10.2307/1169746
- Ainsworth, M. D. A., Blehar, M. C., Waters, E. & Wall, S. (1978). *Patterns of attachment: A psychological study of the strange situation*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Alexander, G. M. & Wilcox, T. (2012). Sex differences in early infancy. *Child Development Perspectives*, 6, 400–406. doi:10.1111/j.1750-8606.2012.00247.x
- Allison, P. D. (2002). *Missing data*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Anders, Y., Rossbach, H.-G., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehl, S. & von Maurice, J. (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the development of early numeracy skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 27, 231–244. doi:10.1016/j.ecresq.2011.08.003
- Andersson, B.-E. (1992). Effects of day care on cognitive and socioemotional competence of 13-year-old Swedish schoolchildren. *Child Development*, 63, 20–36.
- Aslan, D. & Arnas, Y. A. (2007). Three- to six-year-old children's recognition of geometric shapes. *International Journal of Early Years Education*, 15, 83–104. doi:10.1080/09669760601106646
- Aunio, P., Aubrey, C., Godfrey, R., Yuejuan, P. & Liu, Y. (2008). Children's early numeracy in England, Finland, and People's Republic of China. *International Journal of Early Years Education*, 16, 203–221. doi:10.1080/09669760802343881
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-K. & Nurmi, J.-E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96, 699–713. doi:10.1037/0022-0663.96.4.699
- Baraldi, A. & Enders, C. K. (2010). An introduction to modern missing data. *Journal of School Psychology*, 48, 5–37. doi:10.1016/j.jsp.2009.10.001
- Bayley, N. (1993). *Bayley Scales of Infant Development: Manual* (2. painos). New York: Psychological Corporation, Harcourt, Brace & Company.
- Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G. & Levine, S. C. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 1860–1863. doi:10.1073/pnas.0910967107
- Belsky, J. & Fearon, R. M. P. (2002). Early attachment security, subsequent maternal sensitivity, and later child development: Does continuity in development depend upon continuity of caregiving? *Attachment & Human Development*, 4, 361–387.
- Belsky, J., Vandell, D., Burchinal, M., Clarke-Stewart, K., McCartney, K., Owen, M. & the NICHD Early Child Care Research Network. (2007). Are there long-term effects of early child care? *Child Development*, 78, 681–701.
- Bernier, A., Carlson, S. M. & Whipple, N. (2010). From external regulation to self-regulation: Early parenting precursors of young children's executive functioning. *Child Development*, 81, 326–339. doi:10.1111/j.1467-8624.2009.01397.x
- Björklund, C. (2007). *Hällpunkter för lärande: Småbarns möten med matematik*. Väitöskirja. Turku: Åbo Akademi University
- Björklund, C. & Barendregt, W. (2016). Teachers' mathematical awareness in Swedish early childhood education. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 60, 359–377. doi:10.1080/00313831.2015.1066426
- Bomba, P. C. & Siqueland, E. R. (1983). The nature and structure of infant form categories. *Journal of Experimental Psychology*, 35, 294–328.
- Bowlby, J. (1951). Maternal care and mental health. *World Health Organization Monograph* (Serial No. 2).
- Broberg, A., Wessels, H., Lamb, M. & Hwang, C. (1997). Effects of day care on the development of cognitive abilities in 8-year-olds: A longitudinal study. *Developmental Psychology*, 33, 62–69.
- Bronfenbrenner, U. (1986). Ecology of the family as a context for human development: Research perspectives. *Developmental Psychology*, 22, 723–742.
- Bronfenbrenner, U. (1999). Environments in developmental perspective: Theoretical and operational models. Teoksessa S. L. Friedman & T. D. Wachs (toim.), *Measuring environment across the life span: Emerging methods and concepts* (s. 3–28). Washington DC: American Psychological Association.

- Bronfenbrenner, U. & Evans, G. W. (2000). Developmental science in the 21<sup>st</sup> century: Emerging questions, theoretical models, research designs and empirical findings. *Social Development, 9*, 115–125.
- Browne, M. W. & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. Teoksessa K. A. Bollen & J. S. Long (toim.), *Testing structural equation models* (s. 136–162). Newbury Park: Sage.
- Burchinal, M. R., Peisner-Feinberg, E. S., Pianta, R. & Howes, C. (2002). Development of academic skills from preschool through second grade: Family and classroom predictors of developmental trajectories. *Journal of School Psychology, 40*, 415–436. doi:10.1016/S0022-4405(02)00107-3
- Cabrera, N., Shannon, J. E. & Tamis-LeMonda, C. S. (2007). Fathers' influence on their children's cognitive and emotional development: From toddlers to pre-K. *Applied Developmental Science, 11*, 208–213.
- Cabrera, N. J., Tamis-LeMonda, C. S., Bradley, R. H., Hofferth, S. & Lamb, M. E. (2000). Fatherhood in the twenty-first century. *Child Development, 71*, 127–136.
- Campbell, F. A., Pungello, E. P., Miller-Johnson, S., Burchinal, M. & Ramey, C. T. (2001). The development of cognitive and academic abilities: Growth curves from an early childhood educational experiment. *Developmental Psychology, 37*, 231–242. doi:10.1037//0012-1649.37.2.231
- Cannon, J. & Ginsburg, H. P. (2008). "Doing the math": Maternal beliefs about early mathematics versus language learning. *Early Education and Development, 19*, 238–260. doi:10.1080/10409280801963913
- Cannon, J., Levine, S. & Huttenlocher, J. (2007). *A system for analyzing children and caregivers' language about space in structured and unstructured contexts*. Spatial Intelligence and Learning Center (SILC) technical report. Haettu 26.1.2017 osoitteesta <http://spatiallearning.org/index.php/papers/silc-publications>
- Casey, B. M. (2013). Individual and group differences in spatial ability. Teoksessa D. Waller & L. Nadel (toim.), *Handbook of spatial cognition*, (s. 117–134). Washington, DC, US: American Psychological Association.
- Casey, B. M., Lombardi, C. M., Thomson, D., Nguyen, H. N., Paz, M., Theriault, C. A. & Dearing, E. (2016). Maternal support of children's early numerical concept learning predicts preschool and first-grade math achievement. *Child Development*. doi:10.1111/cdev.12676
- Choi, S. & McDonough, L. (2007). Adapting spatial concepts for difference languages: From preverbal event schemas to semantic categories. Teoksessa J. Plumert & J. Spencer (toim.), *The emerging spatial mind* (s. 142–167). New York: Oxford University Press.
- Chou, C.-P. & Bentler, P. M. (1995). Estimates and tests in structural equation modeling. Teoksessa R. H. Hoyle (toim.), *Structural equation modeling: Issues, concepts, and applications* (s. 37–55). London: Sage.
- Cicchetti, D. V. (1994). Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological Assessment, 6*, 284–290.
- Cimpian, A. (2010). The impact of generic language about ability on achievement motivation. *Developmental Psychology, 46*, 1333–1340. doi:10.1037/a0019665.
- Clark, E. V. (1980). Here's the top: Nonlinguistic strategies in the acquisition of orientational terms. *Child Development, 51*, 329–338.
- Clements, D. H. & Sarama J. (2011). Early childhood teacher education: The case of geometry. *Journal of Mathematics Teacher Education, 14*, 133–148. doi:10.1007/s10857-011-9173-0
- Clements, D. H. & Sarama J. (2014). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach*. New York, NY: Routledge.
- Clements, D. H., Swaminathan, S., Hannibal, M. A. H. & Sarama, J. (1999). Young children's concepts of shape. *Journal for Research in Mathematics Education, 2*, 192–212.
- Colomé, A. & Noël, M.-P. (2012). One first? Acquisition of the cardinal and ordinal uses of numbers in preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology, 113*, 233–247. doi:10.1016/j.jecp.2012.03.005
- Coubart, A., Izard, V., Spelke, E. S., Marie, J. & Streri, A. (2014). Dissociation between small and large numerosities in newborn infants. *Developmental Science, 17*, 11–22. doi:10.1111/desc.12108
- Davis-Kean, P. E. (2005). The influence of parent education and family income on child achievement: The indirect role of parental expectations and the home environment. *Journal of Family Psychology, 19*, 294–304. doi:10.1037/0893-3200.19.2.294
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum.
- de Hevia, M. D., Izard, V., Coubart, A., Spelke, E. S. & Streri, A. (2014). Representations of space, time, and number in neonates. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 111*, 4809–4813. doi:10.1073/pnas.1323628111 PNAS

- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnusson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K. & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, *43*, 1428–1446. doi:10.1037/0012-1649.43.6.1428
- Duncan, G. J., Magnusson, K. & Ludwig, J. (2004). The endogeneity problem in developmental studies. *Research in Human Development*, *1*, 59–80.
- Dunn, L. M. & Markwardt, F. C. (1970). *Peabody Individual Achievement Test Manual*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Ebeling, K. S. & Gelman, S. A. (1994). Children's use of context in interpreting "big" and "little". *Child Development*, *65*, 1178–1192.
- Else-Quest, N. M., Clark, R. & Owen, M. T. (2011). Stability in mother-child interactions from infancy through adolescence. *Parenting: Science and Practice*, *11*, 280–287. doi:10.1080/15295192.2011.613724
- Endendijk, J. J., Groeneveld, M. G., Bakermans-Kranenburg, M. J. & Mesman, J. (2016). Gender-differentiated parenting revisited: Meta-analysis reveals very few differences in parental control of boys and girls. *PLOS ONE*, *11*, 1–33. doi:10.1371/journal.pone.0159193
- Eryigit-Madzwamuse, S. & Barnes, J. (2014). Patterns of childcare arrangements and cognitive development. *Journal of Child and Adolescent Behavior*, *2*, 1–9. doi:10.4172/jcalb.1000165
- Fagan, J., Day, R., Lamb, M. E. & Cabrera, N. J. (2014). Should researchers conceptualize differently the dimensions of parenting for fathers and mothers? *Journal of Family Theory & Review*, *6*, 390–405. doi:10.1111/jftr.12044
- Ferguson, J. L. & Ready, D. D. (2011). Expanding notions of social reproduction: Grandparents' educational attainment and grandchildren's cognitive skills. *Early Childhood Research Quarterly*, *26*, 216–226. doi:10.1016/j.ecresq.2010.10.001
- Field, T. M. 1991. Quality infant day-care and grade school behavior and performance. *Child Development*, *62*, 863–870
- Frodi, A., Bridges, L. & Grolnick, W. (1985). Correlates of mastery-related behavior: A short-term longitudinal study of infants in their second year. *Child Development*, *56*, 1291–1298.
- Fuson, K. C. (1988). *Children's counting and concepts of numbers*. New York/Berlin: Springer-Verlag.
- Gava, L., Valenza, E. & Turati, C. (2009). Newborns' perception of left-right spatial relations. *Child Development*, *80*, 1797–1810.
- Gelman, R. & Gallistel, C. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Goswami, U. (2008). *Cognitive development: The learning brain*. Howe and New York: Psychology Press.
- Granrud, C. E. (2006). Size constancy in infants: 4-month-olds' responses to physical versus retinal image size. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *3*, 1398–1404. doi:10.1037/0096-1523.32.6.1398
- Grolnick, W. S., Gurland, S. G., DeCoursey, W. & Jacob, K. (2002). Antecedents and consequences of mothers' autonomy support: An experimental investigation. *Developmental Psychology*, *38*, 143–155. doi:10.1037//0012-1649.38.1.143
- Grolnick, W. S. & Ryan, R. M. (1989). Parent styles associated with children's self-regulation and competence in school. *Journal of Educational Psychology*, *81*, 143–154.
- Guiso, L., Monte, F., Sapienza, P. & Zingales, L. (2008, May 30). Culture, gender, and math. *Science*, *320*, 1164–1165. doi:10.1126/science.1154094
- Gunderson, E. A. & Levine, S. C. (2011). Some types of parent number talk count more than others: Relations between parents' input and children's cardinal-number knowledge. *Developmental Science*, *14*, 1021–1032. doi:10.1111/j.1467-7687.2011.01050.x
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Beilock, S. L. & Levine, S. C. (2012). The relation between spatial skill and early number knowledge: The role of the linear number line. *Development Psychology*, *48*, 1229–1241. doi:10.1037/a0027433
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Levine, S. C. & Beilock, S. L. (2012). The role of parents and teachers in the development of gender-related math attitudes. *Sex Roles*, *66*, 153–166. doi:10.1007/s11199-011-9996-2
- Gur, R. C. & Gur, R. E. (2017). Complementarity of sex differences in brain and behavior: From laterality to multimodal neuroimaging. *Journal of Neuroscience Research*, *95*, 189–199. doi:10.1002/jnr.23830.
- Hannula, M. M. & Lehtinen, E. (2001). Spontaneous tendency to focus on numerosities in the development of cardinality. Teoksessa M. Panhuizen-Van Heuvel (toim.), *Proceedings of 25th conference of the international group for the psychology of mathematics education*, Vol. 3 (s. 113–120). Amersfoort, The Netherlands: Drukkerij Wilco.
- Hannula, M. M. & Lehtinen, E. (2005). Spontaneous focusing on numerosity and mathematical skills of young children. *Learning and Instruction*, *15*, 237–256. doi:10.1016/j.learninstruc.2005.04.005

- Hannula, M. M., Lepola, J. & Lehtinen, E. (2010). Spontaneous focusing on numerosity as a domain-specific predictor of arithmetical skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, *107*, 394–406. doi:10.1016/j.jecp.2010.06.004.
- Hannula-Sormunen, M. M., Lehtinen, E. & Räsänen, P. (2015). Preschool children's spontaneous focusing on numerosity, subitizing, and counting skills as predictors of their mathematical performance seven years later at school. *Mathematical Thinking and Learning*, *17*, 155–177. doi:10.1080/10986065.2015.1016814
- Hegarty, M. & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, *32*, 175–191. doi:10.1016/j.intell.2003.12.001
- Hoff, E. (2006). How social contexts support and shape language development. *Developmental Review*, *26*, 55–88. doi:10.1016/j.dr.2005.11.002
- Hokoda, A. & Fincham, F. D. (1995). Origins of children's helpless and mastery achievement patterns in the family. *Journal of Educational Psychology*, *87*, 375–385.
- Holden, G. W. & Miller, P. C. (1999). Enduring and different: A meta-analysis of the similarity in parents' child rearing. *Psychological Bulletin*, *125*, 223–254.
- Holden, M. P. & Newcombe, N. S. (2013). The development of location coding: An adaptive combination account. Teoksessa D. Waller & L. Nadel (toim.), *Handbook of spatial cognition*, (s. 191–209). Washington, DC, US: American Psychological Association.
- Hoyle, R. H. & Panter, A. T. (1995). Writing about structural equation models. Teoksessa R. H. Hoyle (toim.), *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications* (s. 158–176). London: Sage.
- Hu, L. & Bentler, P. M. (1995). Evaluating model fit. Teoksessa R. H. Hoyle (toim.), *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications* (s. 76–99). London: Sage.
- Hujala, E., Fonsén, E. & Elo, J. (2012). Evaluating the quality of the child care in Finland. *Early Child Development and Care*, *182*, 299–314. doi:10.1080/03004430.2011.646721
- Hämäläinen, V.-M., Kouvo, A. & Silvén, M. (2009). Äiti vai hoitotäti? Varhaisen päivähoidon yhteydet nuoruusiän psyykkiseen kehitykseen. *Psykologia*, *44*, 364–377.
- Jaffee, S. R., Van Hulle, C. & Rodgers, J. L. (2011). Effects of nonmaternal care in the first 3 years on children's academic skills and behavioral functioning in childhood and early adolescence: A sibling comparison study. *Child Development*, *82*, 1076–1091. doi:10.1111/j.1467-8624.2011.01611.x
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C. & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology*, *45*, 850–867. doi:10.1037/a0014939
- Karmiloff-Smith, A. (1992). Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science. Cambridge (Mass.): MIT Press.
- Kaufman, E. L., Lord, M. W., Reese, T. W. & Volkman, J. (1949). The discrimination of visual number. *American Journal of Psychology*, *62*, 498–525.
- Kenny, D. A., Kashy, D. A. & Cook, W. L. (2006). *Dyadic data analysis*. New York: Guilford.
- Kuncel, N. R., Credé, M. & Thomas, L. L. (2005). The validity of self-reported grade point averages, class ranks, and test scores: A meta-analysis and review of the literature. *Review of Educational Research*, *75*, 63–82.
- Kupari, P. & Nissinen, K. (2015). Matematiikan osaamisen taustatekijät. Teoksessa J. Välijärvi & P. Kupari (toim.), *Millä eväillä osaaminen uuteen nousuun? PISA 2012 tutkimustuloksia* (s. 10–27). Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2015:6. Haettu 6.7.2017 osoitteesta <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75126>
- Laakso, M.-L. (2003). Esikielellinen vuorovaikutus ja kommunikointi. Teoksessa Siiskonen, T., Aro, T., Ahonen, T. & Ketonen, R. (toim.) *Joko se puhuu? Kielenkehityksen vaikeudet varhaislapsuudessa* (s. 20–47). Jyväskylä: PS-kustannus.
- Laakso, M.-L., Poikkeus, A.-M., Eklund, K. & Lyytinen, P. (1999). Social interactional behaviors and symbolic play competence as predictors of language development and their association with maternal attention-directing strategies. *Infant Behavior and Development*, *22*, 541–556.
- Laki lasten päivähoidosta 36/73. Haettu 28.2.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1973/19730036>
- Laki sairastakuutuslain muuttamisesta 903/2012. Haettu 8.7.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120903>
- Laki työsopimuslain muuttamisesta 30/1985. Haettu 8.7.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1985/19850030>
- Landry, S. H., Smith, K. E. & Swank P. R. (2006). Responsive parenting: Establishing early foundations for social, communication, and independent problem-solving skills. *Developmental Psychology*, *42*, 627–642. doi:10.1037/0012-1649.42.4.627

- Landry, S. H., Smith, K. E., Swank, P. R. & Guttentag, C. (2008). A responsive parenting intervention: The optimal timing across early childhood for impacting maternal behaviors and child outcomes. *Developmental Psychology*, *44*, 1335–1353. doi:10.1037/a0013030
- LeFevre, J.-A., Polyzoi, E., Skwarchuk, S.-L., Fast, L. & Sowinski, C. (2010). Do home numeracy and literacy practices of Greek and Canadian parents predict the numeracy skills of kindergarten children? *International Journal of Early Years Education*, *18*, 55–70. doi:10.1080/09669761003693926
- Lepola, J. Niemi, P., Kuikka, M. & Hannula, M. (2005). Cognitive-linguistic skills and motivation as longitudinal predictors of reading and arithmetic achievement: A follow-up study from kindergarten to grade 2. *International Journal of Educational Research*, *43*, 250–271. doi:10.1016/j.ijer.2006.06.005
- Levine, S. C., Huttenlocher, J., Taylor, A. & Langrock, A. (1999). Early sex differences in spatial skill. *Developmental Psychology*, *35*, 940–949.
- Levine, S. C., Suriyakham, L. W., Rowe, M. L., Huttenlocher, J. & Gunderson, E. A. (2010). What counts in the development of young children's number knowledge? *Developmental Psychology*, *46*, 1309–1319. doi:10.1037/a0019671
- Lindberg, S. M., Hyde, J. S., Linn, M. C. & Petersen, J. L. (2010). New trends in gender and mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *136*, 1123–1135. doi:10.1037/a0021276
- Little, R. J. A. (1988). A test of missing completely at random for multivariate data with missing values. *Journal of the American Statistical Association*, *83*, 1198–1202. doi:10.2307/2290157
- Little, T. D. (2013). *Longitudinal structural equation modeling*. New York, NY: Guilford Press.
- Loeb S., Bridges M., Bassok D., Fuller B. & Rumberger R. W. (2007). How much is too much? The influence of preschool centers on children's social and cognitive development. *Economics of Education Review*, *26*, 52–66. doi:10.1016/j.econedurev.2005.11.005
- Lonnemann, J., Linkersdörfer, J., Hasselhorn, M. & Lindberg, S. (2013). Gender differences in both tails of the distribution of numerical competencies in preschool children. *Educational Studies in Mathematics*, *84*, 201–208. doi:10.1007/s10649-013-9488
- Lummis, M. & Stevenson, H. W. (1990). Gender differences in beliefs and achievement: Across-cultural study. *Developmental Psychology*, *26*, 254–263.
- Mandler, J. M. (2012). On the spatial foundations of the conceptual system and its enrichment. *Cognitive Science*, *36*, 421–451. doi:10.1111/j.1551-6709.2012.01241.x
- Martin, A., Ryan, R. M. & Brooks-Gunn, J. (2007). The joint influence of mother and father parenting on child cognitive outcomes at age 5. *Early Childhood Research Quarterly*, *22*, 423–439. doi:10.1016/j.ecresq.2007.07.001
- Mattanah, J. F., Pratt, M. W., Cowan, P. A. & Cowan, C. P. (2005). Authoritative parenting, parental scaffolding of long-division mathematics, and children's academic competence in fourth grade. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *26*, 85–106. doi:10.1016/j.appdev.2004.10.007
- Matte-Gagné, C., Bernier, A. & Gagné, C. (2013). Stability of maternal autonomy support between infancy and preschool age. *Social Development*, *22*, 427–443. doi:10.1111/j.1467-9507.2012.00667.x
- Mattinen, A. (2006). Huomio lukumääriin. Tutkimus 3-vuotiaiden lasten matemaattisten taitojen tukemisesta päiväkodissa. Turun yliopiston julkaisuja, sarja C, 247.
- Mattinen, A., Räsänen, P., Hannula, M. M. & Lehtinen, E. (2010). Nallematikka: 4–5 -vuotiaiden lasten oppimisvalmiuksien kehittäminen – pilottitutkimuksen tulokset. *NMI-Bulletin, Oppimisvaikeuksien erityislehti*, *2*, 41–59.
- Meints, K., Plunkett, K., Harris, P. L. & Dimmock, D. (2002). What is 'on' and 'under' for 15-, 18- and 24-month-olds? Typicality effects in early comprehension of spatial prepositions. *British Journal of Developmental Psychology*, *20*, 113–130.
- Melhuish, E., Sylva, K., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I., Taggart, B. & Phan, M. (2008). Effects of home learning environment and preschool center experience upon literacy and numeracy in early primary school. *Journal of Social Issues*, *64*, 95–114. doi:10.1111/j.1540-4560.2008.00550.x
- Mermelshtine, R. (2017). Parent-child learning interactions: A review of the literature on scaffolding. *British Journal of Educational Psychology*. doi:10.1111/bjep.12147
- Mermelshtine, R. & Barnes, J. (2016). Maternal responsive-didactic caregiving in play interactions with 10-month-olds and cognitive development at 18 months. *Infant and Child Development*, *25*, 296–316. doi:10.1002/icd.1961
- Merz, E. C., Zucker, T. A., Landry, S. H., Williams, J. M., Assel, M., Taylor, H. B., Lonigan, C. J., Phillips, B. M., Clancy-Menchetti, J., Barnes, M. A., Eisenberg, N., de Villiers, J. & School Readiness Research Consortium. (2015). Parenting predictors of cognitive skills and emotion knowledge in socioeconomically disadvantaged preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, *132*, 14–31. doi:10.1016/j.jecp.2014.11.010

- Metsämuuronen, J. (2017). *Oppia ikä kaikki – materiaattinen osaaminen toisen asteen koulutuksen lopussa 2015*. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus Karvi. Haettu 29.5.2017 osoitteesta [https://karvi.fi/app/uploads/2017/03/KARVI\\_0117.pdf](https://karvi.fi/app/uploads/2017/03/KARVI_0117.pdf)
- Mills-Koonce, W. R., Willoughby, M. T., Zvara, B., Barnett, M., Gustafsson, H., Cox, M. J. & the Family Life Project Key Investigators. (2015). Mothers' and fathers' sensitivity and children's cognitive development in low-income, rural families. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 38, 1–10. doi:10.1016/j.appdev.2015.01.001
- Mix, K. S., Huttenlocher, J. & Levine, S. C. (2002). *Quantitative development in infancy and early childhood*. New York: Oxford University Press.
- Mix, K. S., Sandhofer, C. M., Moore, J. A. & Russell, C. (2012). Acquisition of the cardinal word principle: The role of input. *Early Childhood Research Quarterly*, 27, 274–283. doi:10.1016/j.ecresq.2011.10.003
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P. & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*. Haettu 13.6.2017 osoitteesta <http://tims-sandpirils.bc.edu/timss2015/international-results>
- Mullola, S., Ravaja, N., Lipsanen, J., Hirstiö-Snellman, P., Alatupa, S. & Keltikangas-Järvinen, L. (2010). Teacher-perceived temperament and educational competence as predictors of school grades. *Learning and Individual Differences*, 20, 209–214. doi:10.1016/j.lindif.2010.01.008
- Muthén, L. K. & Muthén, B. O. (2010). *Mplus User's Guide* (6. painos). Los Angeles: Muthén, & Muthén.
- Napoli, A. R. & Purpura, D. J. (2018). The home literacy and numeracy environment in preschool: Cross-domain relations of parent–child practices and child outcomes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 166, 581–603. doi:10.1016/j.jecp.2017.10.002
- NICHD Early Child Care Research Network. (2001). Nonmaternal care and family factors in early development: An overview of the NICHD study of early child care. *Applied Developmental Psychology*, 22, 457–492.
- NICHD Early Child Care Research Network. (2003). Does quality of child care affect child outcomes at age 4 1/2? *Developmental Psychology*, 39, 451–469. doi:10.1037/0012-1649.39.3.451
- NICHD Early Child Care Research Network. (2005). Early child care and children's development in the primary grades: Results from the NICHD Study of Early Child Care. *American Educational Research Journal*, 43, 537–570.
- NICHD Early Child Care Research Network. (2006). Child-care effect sizes for the NICHD Study of early child care and youth development. *American Psychologist*, 61, 99–116. doi:10.1037/0003-066X.61.2.99
- NICHD Early Child Care Research Network. (2008). Mothers' and fathers' support for child autonomy and early school achievement. *Developmental Psychology*, 44, 895–907. doi:10.1037/0012-1649.44.4.895
- NICHD Early Child Care Research Network & Duncan, G. J. (2003). Modeling the impacts of child care quality on children's preschool cognitive development. *Child Development*, 74, 1454–1475.
- Niklas, F., Cöhrssen, C. & Tayler, C. (2016). Improving preschoolers' numerical abilities by enhancing the home numeracy environment. *Early Education and Development*, 27, 372–383. doi:10.1080/10409289.2015.1076676
- OECD. (2007). *PISA 2006 Results*. Haettu 6.7.2017 osoitteesta <https://data.oecd.org/pisa/mathematics-performance-pisa.htm>
- OECD. (2014). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science* (Volume I, Revised edition, February 2014). PISA, OECD Publishing. Haettu 21.10.2017 osoitteesta <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201118-en>
- OECD. (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. PISA, OECD Publishing. Haettu 4.9.2017 osoitteesta <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Opetushallitus. (2014). *Esiopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Haettu 26.1.2017 osoitteesta [http://www.oph.fi/download/163781\\_esiopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](http://www.oph.fi/download/163781_esiopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf)
- Opetushallitus. (2016). *Varhaiskasvatussuunnitelman perusteet*. Haettu 26.1.2017 osoitteesta [http://www.oph.fi/saadokset\\_ja\\_ohjeet/opetussuunnitelmien\\_ja\\_tutkintojen\\_perusteet/varhaiskasvatus/perusteet](http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/opetussuunnitelmien_ja_tutkintojen_perusteet/varhaiskasvatus/perusteet)
- Pakarinen, E., Kiuru, N., Lerkkanen, M.-K., Poikkeus, A.-M., Ahonen, T. & Nurmi, J.-E. (2011). Instructional support predicts children's task avoidance in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*, 26, 376–386. doi:10.1016/j.ecresq.2010.11.003
- Paulhus, D. L., Robins, R. W., Trzesniewski, K. H. & Tracy, J. L. (2004). Two replicable suppressor situations in personality research. *Multivariate Behavioral Research*, 39, 303–328. doi:10.1207/s15327906mbr3902\_7
- Pianta, R. C. & Howes, C. (toim.). (2009). *The promise of pre-k*. Baltimore: Brooks Publishing.
- Pino-Pasternak, D. & Whitebread, D. (2010). The role of parenting in children's self-regulated learning.

- Educational Research Review*, 5, 220–242. doi:10.1016/j.edurev.2010.07.001
- Plumert, J. M., Ewert, K. & Spear, S. J. (1995). The early development of children's communication about nested spatial relations. *Child Development*, 66, 959–969.
- Pruden, S. M., Levine, S. C. & Huttenlocher, J. (2011). Children's spatial thinking: Does talk about the spatial world matter? *Developmental Science*, 14, 1417–1430. doi:10.1111/j.1467-7687.2011.01088.x
- Purpura, D. J., Hume, L. E., Sims, D. M. & Lonigan, C. J. (2011). Early literacy and early numeracy: The value of including early literacy skills in the prediction of numeracy development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110, 647–658. doi:10.1016/j.jecp.2011.07.004
- Quinn, P. C. (2007). On the infant's pre-linguistic conception of spatial relations: Three developmental trends and their implications for spatial language learning. Teoksessa J. M. Plumert & J. P. Spencer (toim.), *The emerging spatial mind* (s. 117–141). New York: Oxford University Press.
- Reynolds, A. J. & Temple, J. A. (1998). Extended early childhood intervention and school achievement: Age thirteen findings from the Chicago Longitudinal Study. *Child Development*, 69, 231–246.
- Ryan, R. M., Martin, A. & Brooks-Gunn, J. (2006). Is one good parent good enough? Patterns of mother and father parenting and child cognitive outcomes at 24 and 36 months. *Parenting: Science and Practice*, 6, 211–228. doi:10.1080/15295192.2006.9681306
- Sairasvakuutuslaki 1653/1992. Haettu 8.7.2017 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/smur/1963/19630364>
- Salonen, P., Lepola, J. & Vauras, M. 2007. Scaffolding interaction in parent-child dyads: Multimodal analysis of parental scaffolding with task and non-task oriented children. *European Journal of Psychology of Education* 22, 77–96.
- Sammons, P., Sylva, K., Melhuish, E., Siraj, I., Taggart, B., Toth, K. & Smees, R. (2014). *Influences on students' GCSE attainment and progress at age 16*. London: DfES/London Institute of Education. Haettu 25.1.2017 osoitteesta <https://www.gov.uk/government/publications/influences-on-students-development-at-age-16>
- Sarnecka, B. W. & Carey, S. (2008). How counting represents number: What children must learn and when they learn it. *Cognition*, 108, 662–674. doi:10.1016/j.cognition.2008.05.007
- Sarnecka, B. W., Goldman, M. C. & Slusser, E. B. (2014). How counting leads to children's first representations of exact, large numbers. Teoksessa R. Kadosh & A. Dowker (toim.), *The Oxford handbook of numerical cognition* (s. 291–308). Oxford: Oxford University Press. doi:10.1093/oxfordhb/9780199642342.001.0001
- Schmitt, N. (1996). Uses and abuses of coefficient alpha. *Psychological Assessment*, 8, 350–353.
- Silvén, M. (1994). *Parent's interactional sensitivity with child*. Julkaisematon käsikirja. Turun yliopisto.
- Silvén, M. (1996). *Early language test*. Julkaisematon käsikirja. Turun yliopisto.
- Silvén, M., Poskiparta, E., Niemi, P. & Voeten, M. J. M. (2007). Precursors of reading skill from infancy to first grade in Finnish: Continuity and change in a highly inflected language. *Journal of Educational Psychology*, 99, 516–531. doi:10.1037/0022-0663.99.3.516
- Silverman, I., Choi, J. & Peters, M. (2007). The hunter-gatherer theory of spatial sex differences: Data from 40 countries. *Archives of Sexual Behavior*, 36, 261–268. doi:10.1007/s10508-006-9168-6
- Slater, A., Mattock, A. & Brown, E. (1990). Size constancy at birth: Newborn infants' responses to retinal and real size. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49, 314–322.
- Smith, L. B. (1984). Young children's understanding of attributes and dimensions: A comparison of conceptual and linguistic measures. *Child Development*, 55, 363–380.
- Smith, L., Maouene, J. & Hidaka, S. (2007). The body and children's word learning. Teoksessa J. M. Plumert & J. P. Spencer (toim.), *The Emerging Spatial Mind* (s. 168–192). New York: Oxford University Press.
- Sorariutta, A., Hannula-Sormunen, M. M. & Silvén, M. (2017). Maternal sensitivity in responding during play and children's pre-mathematical skills: A longitudinal study from infancy to preschool age. *European Journal of Developmental Psychology*, 14, 1–15. doi:10.1080/17405629.2016.1140641
- Sorariutta, A. & Silvén, M. (2017). Maternal cognitive guidance and early education and care as precursors of mathematical development at preschool age and in 9<sup>th</sup> grade. *Infant and Child Development*. doi:10.1002/icd.2069
- Sorariutta, A. & Silvén, M. Quality of mothers' and fathers' cognitive guidance and quantity of early education: Influences on early pre-mathematical development. Manuscript under re-review in *British Journal of Educational Psychology*.
- SPSS Inc. (2013). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Chicago, IL: SPSS Inc.
- Stakes. (2005). *Varhaiskasvatussuunnitelman perusteet*. Oppaita 56. Toinen tarkistettu painos. Haettu

- 14.1.2017 osoitteesta <https://www.julkari.fi/handle/10024/77129>
- Starkey, P. & Klein, A. (2000). Fostering parental support for children's mathematical development: An intervention with Head Start families. *Early Education & Development, 11*, 659–680. doi:10.1207/s15566935eed1105\_7
- Sylva, K., Ereky-Stevens, K. & Ariescu, A.-M. (2015). *Overview of European ECEC curricula and curriculum template*. Haettu 26.1.2017 osoitteesta <http://ecec-care.org/resources/publications/>
- Tamis-LeMonda, C., Kuchirko, Y. & Song, L. (2014). Why is infant language learning facilitated by parental responsiveness? *Current Directions in Psychological Science, 23*, 121–126. doi:10.1177/0963721414522813
- Tamis-LeMonda, C. S., Shannon, J. D., Cabrera, N. & Lamb, M. E. (2004). Fathers and mothers at play with their 2- and 3-year olds: Contributions to language and cognitive development. *Child Development, 75*, 1806–1820.
- Trevarthen, C. B. & Aitken, K. J. (2001). Infant intersubjectivity: Research, theory and clinical application. *Journal of Child Psychology & Psychiatry, 42*, 3–48.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2012). *Hyvä tieteellinen käytäntö*. Haettu 31.3.2017 osoitteesta <http://www.tenk.fi/fi/htk-ohje/hyva-tieteellinen-kaytanta>
- Ulferts, H., Anders, Y., Leseman P. & Melhuish, E. (2016). *CARE. Curriculum Quality Analysis and Impact Review of European ECEC. Effects of ECEC on academic outcomes in literacy and mathematics: Meta-analysis of European longitudinal studies*. Haettu 3.2.2017 osoitteesta <http://ecec-care.org/resources/publications>
- Vandecandelaere, M., Speybroeck, S., Vanlaar, G., De Fraine, B. & Van Damme, J. (2012). Learning environment and students' mathematics attitude. *Studies in Educational Evaluation, 38*, 107–120. doi:10.1016/j.stueduc.2012.09.001
- Vandell, D. L., Belsky, J., Burchinal, M., Steinberg, L., Vandergrift, N. & the NICHD Early Child Care Research Network. (2010). Do effects of early child care extend to age 15 years? *Child Development, 81*, 737–756. doi:0009-3920/2010/8103-0007
- Van den Heuvel-Panhuizen, M., Elia, I. & Robitzsch, A. (2016). Effects of reading picture books on kindergartners' mathematics performance. *Educational Psychology, 36*, 323–346. doi:10.1080/01443410.2014.963029
- Van IJzendoorn, M. (1995). Adult attachment representations, parental responsiveness, and infant attachment: A meta-analysis on the predictive validity of the adult attachment interview. *Psychological Bulletin, 117*, 387–403.
- Vansteenkiste, M. & Ryan, R. M. (2013). On psychological growth and vulnerability: Basic psychological need satisfaction and need frustration as a unifying principle. *Journal of Psychotherapy Integration, 23*, 263–280. doi:10.1037/a0032359
- Varjonen, S. (2011). *Äidin hoiva, jaettu vanhemmuus – ja vapaus valita. Perhevapaiden uudistamisen argumentointi 1970-luvulta 2000-luvulle*. Helsinki: Kela, Sosiaali- ja terveysturvan tutkimuksia 118. Haettu 15.8.2017 osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/27824>
- Vasquez, A. C., Patall, E. A., Fong, C. J., Corrigan, A. S. & Pine, L. (2015). Parent autonomy support, academic achievement, and psychosocial functioning: A meta-analysis of research. *Educational Psychology Review, 1–40*. doi:10.1007/s10648-015-9329z
- Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K. & Newcombe, N. S. (2017). Spatial skills, their development, and their links to mathematics. *Monographs of the Society for Research in Child Development, 82*, 7–30. doi:10.1111/mono.12280.
- Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N. S., Filipowicz, A. T. & Chang, A. (2014). Deconstructing building blocks: Preschoolers' spatial assembly performance relates to early mathematics skills. *Child Development, 85*, 1062–1076. doi:10.1111/cdev.12165
- Verdine, B. N., Irwin, C. M., Golinkoff, R. M. & Hirsh-Pasek, K. (2014). Contributions of executive function and spatial skills to preschool mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology, 126*, 37–51. doi:10.1016/j.jecp.2014.02.012
- Vettenranta, J., Hiltunen, J., Nissinen, K., Puhakka, E. & Rautopuro, J. (2016). *Lapsuudesta eväät oppimiseen. Neljännen luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen. Kansainvälinen TIMSS-tutkimus Suomessa*. Haettu 13.8.2017 osoitteesta <http://ktl.jyu.fi/pirls-timss/timss>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wagner, S. & Walters, J. A. (1982). A longitudinal analysis of early number concepts: From numbers to number. Teoksessa G. Forman (toim.), *Action and thought: From sensorimotor schemes to symbolic operations* (s. 137–161). New York, NY: Academic Press.
- West, S. G., Finch, J. F. & Curran, P. J. (1995). Structural equation models with non-normal variables: Problems and remedies. Teoksessa R. H. Hoyle



- (toim.), *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications* (s. 56–75). London: Sage.
- Wood, D., Bruner, J. S. & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *17*, 89–100. doi:10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x
- Woodcock, R. & Johnson, M. (1989). *Woodcock-Johnson Psycho-Educational Test Battery—Revised*. Chicago, IL: Riverside Publishing Company
- Wynn, K. (1990). Children's understanding of counting. *Cognition*, *36*, 155–193.
- Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, *358*, 749–750.
- Zhang, X. (2016). Linking language, visual-spatial, and executive function skills to number competence in very young Chinese children. *Early Childhood Research Quarterly*, *36*, 178–189. doi:10.1016/j.ecresq.2015.12.010

*Annales Universitatis Turkuensis*



Turun yliopisto  
University of Turku

ISBN 978-951-29-7043-8 (Painettu/Print)  
ISBN 978-951-29-7044-5 (Sähköinen/Pdf)  
ISSN 0082-6995 (Painettu) | ISSN 2343-3205 (Verkkojulkaisu)