

Riikka Mononen
Pirjo Aunio
Siri Leijo

Esiopetusikäisten lasten matemaattisten taitojen tukeminen ThinkMath-interventiolla

Kohokohdat

- Esiopetusikäisten lasten matemaattisia suhdetaitoja ja laskemisen taitoja tuettiin pienryhmässä kahden kuukauden ajan uudella interventio-ohjelmalla.
- Selkeästi matemaattisissa taidoissaan tukea tarvitsevat lapset hyötyivät interventiosta eniten.
- Yksilötasolla tarkasteltuna lähes kaikki lapset hyötyivät interventiosta.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin matemaattisiin suhdetaitoihin ja laskemisen taitoihin keskittyvän ThinkMath-intervention vaikutusta matemaattisissa taidoissa tukea tarvitsevien esiopetusikäisten lasten oppimiseen. Tutkimukseen osallistui 191 lasta, joista interventioon osallistui 39 matemaattisissa taidoissa joko selkeästi tai jonkin verran tukea tarvitsevaa lasta. Esiopettajat toteuttivat intervention osana esiopetuspäivää. Opetustuokiot pidettiin pienryhmässä, kahdesti viikossa

kahden kuukauden ajan. Lasten matemaattista osaamista arvioitiin ennen interventiojaksoa sekä välittömästi ja viivästetysti sen jälkeen. Tulosten mukaan interventio-ohjelmalla oli myönteinen vaikutus selkeästi tukea tarvitsevien lasten matemaattisten taitojen oppimiseen. Sen sijaan jonkin verran tukea tarvitsevien lasten interventioryhmä ei eronnut taitotasoverokeistaan missään tutkimuksen vaiheessa. Tuloksemme osoittavat, että selkeästi matemaattisissa taidoissa tukea tarvitsevat lapset

on tärkeää tunnistaa jo esiopetusiässä ja heille tulisi tarjota lisätukea pienryhmässä matemaattisten taitojen harjoitteluun ohjelmalla, jossa korostuu eksplisiittinen opetus ja havainnollistamismateriaalien käyttö.

Asiasanat: esiopetus, interventio-ohjelma, interventiotutkimus, matemaattiset taidot

JOHDANTO

Lasten matemaattisten taitojen oppimisessa mahdollisesti ilmenevät vaikeudet on pyrittävä havaitsemaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Näin oppimisen ongelmien ytimeen päästään nopeasti ja lasta osataan tukea niin, että myöhempiä oppimisen vaikeuksia voidaan ennaltaehkäistä (Passolunghi & Lanfranchi, 2012). Tutkimus matemaattisten taitojen tukemisesta on lisääntynyt merkittävästi viime vuosina. Tästä huolimatta on edelleen sekä kansallisesti että kansainvälisesti tarve kehittää uusia matemaattisia taitoja tukevia interventio-ohjelmia ja tutkia niiden vaikutusta lasten taitojen kehittymiseen (Gersten ym., 2009). Pyrimme vastaamaan tähän tutkimustarpeeseen tarkastelemalla kehittämämme matemaattisiin suhde- ja laskemisen taitoihin keskittyvän ThinkMath-intervention vaikutusta matemaattisissa taidoissa tukea tarvitsevien esiopetusikäisten lasten oppimiseen.

Varhaiset matemaattiset taidot

Lapsilla kehittyy useita matemaattisia taitoja ennen kuin varsinainen matematiikan opetus koulussa alkaa (Aunio & Räsänen, 2016; Fuson, 1992; McCrink & Birdsall, 2015; Sarama & Clements, 2009). Jo

vauvat käsittävät lukumäärien eroja, vaikka eivät varsinaisesti vielä osaa laskea (Wynn, 1992). Myöhemmin lapsuudessa lukumääräisyyden tajua näkyy kykynä arvioida lukumäärien ja lukujen suuruuksia likimääräisesti, esimerkiksi tunnistamalla nopeasti kahdesta lukumäärästä tai luvusta suurempi. Tätä lukumääräisyyden tajua pidetään enemmän synnynnäisenä ominaisuutena kuin opittuna taitona (Baroody, 2011).

Noin 2-vuotiaana lapsi oppii sanomaan ja vähitellen luettelemaan lukusanoja oikeassa järjestyksessä, mutta lukusanojen, numeroiden ja lukumäärien yhteyksien ("neljä" – 4 – ****) ymmärtämisen ajatellaan olevan kehittynyt noin 4–5 vuoden iässä (Van de Rijdt & Van Luit, 1999). Sujuva ja monipuolinen lukujonojen hallinta (eli lukujonon luetteleminen eteenpäin, taaksepäin ja hyppäyksittäin) eri lukualueilla on tärkeä taito, joka auttaa muiden matemaattisten taitojen omaksumisessa (Aunio & Niemivirta, 2010). Lukujonotaitojen avulla lapsi oppii vähitellen laskemaan esineiden ja asioiden lukumääriä ja myöhemmin ratkaisemaan yksinkertaisia yhteen- ja vähennyslaskuja.

Matemaattisten suhdetaitojen hallinta tukee lukujonotaitojen, lukumäärän laskemisen taitojen ja yksinkertaisten yhteen- ja vähennyslaskutehtävien hallintaa (aritmeettiset perustaidot) (Stock ym., 2009). Matemaattisista suhdetaidoista ennen koulun alkua tärkeitä ovat matemaattis-logiset suhdetaidot kuten luokittelu, vertailu ja sarjoittaminen (Stock ym., 2009).

Lasten matemaattisissa taidoissa on koulun alkaessa suuriakin eroja, ja taitoiltaan heikoimpien ja taitavimpien taitoerot näyttävät vain kasvavan kouluvuosien aikana (Aunio ym., 2015; Aunola ym., 2004).

Sytä taitoeroihin kehityksen eri vaiheissa on yritetty selvittää useissa poikkileikkaus- ja pitkittäistutkimuksissa. Varhaiset matemaattiset taidot näyttävät selittävän vahvasti myöhempää matemaattista osaamista. On todettu, että sitä ennustavat hyvin laskemisen taidot (Aunio & Niemivirta, 2010; Hannula-Sormunen ym., 2015; Jordan ym., 2010), aritmeettiset taidot (Aunola ym., 2004; Jordan ym., 2010; LeFevre ym., 2010), numerosymbolien tunnistaminen (Vanbist ym., 2015), lukumäärien vertailu (LeFevre ym., 2010; Toll ym., 2015) ja matemaattis-loogiset suhde- taidot (Aunio & Niemivirta, 2010).

Tämän lisäksi tutkimus on keskittynyt tarkastelemaan yleisten kognitiivisten taitojen selitysosuutta, kuten sitä, miten paljon lapsen työmuisti, toiminnanohjaus ja kielen osaaminen selittävät matemaattista osaamista. Näissä tutkimuksissa on todettu, että sellaisilla alle kouluikäisillä lapsilla, joilla on heikot matemaattiset taidot, on usein myös heikkoutta työmuistin toiminnassa (Bull & Kerry, 2014; Melby-Lervåg & Hulme, 2013) ja kielen osaamisessa (Purpura & Napoli, 2015). Työmuisti (Bull ym., 2008; Fanari ym., 2019) ja kielelliset taidot (Koponen ym., 2018) näyttäisivät myös jossain määrin ennustavan matemaattisten taitojen kehitystä. On kuitenkin huomioitava, että kun tutkimuksessa on tarkasteltu yhtä aikaa useampaa kognitiivista selittäjää tai kun aiempi matemaattinen osaaminen on kontrolloitu, yleisten kognitiivisten taitojen selitysosuudet ovat usein pienentyneet tai hävinneet (esim. Fung & Swanson, 2017).

Myös vanhempien sosioekonomisen taustan on todettu ennustavan lasten matematiikan osaamista (Sirin, 2005; Starkey ym., 2004). Vanhemmilla, joilla

on alhainen sosioekonominen asema, ei useinkaan ole mahdollisuuksia tukea riittävästi lastensa matemaattisten taitojen kehitystä muiden elämän haasteiden takia, minkä vuoksi lasten matemaattiset taidot ovat ennen koulunalkua usein tavallista heikkommat.

Heikkojen osaajien tunnistaminen ja tukeminen

Matemaattisten taitojen oppimista voidaan ajatella jatkumona, jonka toiseen päähän sijoittuvat sellaiset henkilöt, joille matematiikan oppiminen on erittäin vaikeaa ja työlästä, ja toiseen päähän sellaiset, joille vaikeatkin matemaattiset tehtävät ovat helposti ratkaistavissa (Berch & Mazzocco, 2007; Geary, 2013). Kun lapsen matemaattiset taidot ovat erittäin heikot ja oppiminen vaikeaa, käytetään usein käsitettä matemaattiset oppimisvaikeudet ja diagnosoinnin yhteydessä käsitteitä dyskalkulia ja laskemiskyvyn häiriö (Geary, 2013; Räsänen, 2012).

Ennen formaalia matematiikan opetuksen alkamista ei kuitenkaan ole perusteltua puhua matemaattisista oppimisvaikeuksista, vaan ennemminkin riskistä matemaattisiin oppimisvaikeuksiin. Luotettavilla arviointivälineillä on mahdollista löytää jo esiopetusvaiheessa ne lapset, joilla on riski matemaattisiin oppimisvaikeuksiin. Näiden lasten taidoissa näkyy jo ennen koulun alkua usein heikkoutta esimerkiksi matemaattisissa suhdetaidoissa sekä lukujono- ja laskemisen taidoissa (LeFevre ym., 2010; Stock ym., 2009).

Suomessa käytössä olevassa oppimisen kolmiportaisen tuen mallissa painotetaan arvioinnin ja siitä saatavan tiedon hyödyntämistä opetuksessa. Arviointi,

kuten testien käyttäminen ja lapsen toiminnan havainnointi, antaa tietoa siitä, kuka tarvitsee tukea oppimiselleen, mihin opetuksessa tulee keskittyä ja kuinka intensiivistä tuen tulisi olla (Aunio ym., 2018; Björn ym., 2015). Myös esiopetuksen opetussuunnitelmassa (Opetushallitus, 2016) ohjataan kiinnittämään huomiota oppimisvaikeuksien ennaltaehkäisyyn, varhaiseen tunnistamiseen ja tukeen. Moniammatillinen yhteistyö on keskeistä lapsen tuen tarpeen havaitsemisessa sekä tuen suunnittelussa ja toteuttamisessa.

Esiopettajan tekemillä kartoituksilla, luotettavia arviointimateriaaleja käyttäen, voidaan usein helposti löytää matemaattisissa taidoissa tukea tarvitsevat lapset. Jatkuvan arvioinnin avulla päästään puolestaan tarkastelemaan lapsen osaamisessa tapahtuvaa muutosta, mikä on oppimisen tuen malleissa keskeistä, jotta lapselle osataan kohdentaa oikeanlaista tukea (Ciullo ym., 2011). Esiopettaja voi arvioida lapsen matemaattista osaamista ja taitojen kehittymistä havainnoimalla lapsen työskentelyä esiopetuspäivän aikana (mm. miten lapsi käyttää matemaattisia käsitteitä, osaako lapsi laskea tietyn määrän asioita, mihin asti lapsi osaa luetella lukuja) ja teettämällä standardoituja matemaattisia seuloja tai testejä, joiden avulla hän voi verrata lapsen suoriutumista ikätasoon. Huoltajilta voidaan saada tietoa siitä, miten kiinnostunut lapsi on matemaattisista asioista kotona (esim. pelaa noppapelejä, pitää laskemisesta) ja miten lapsen matemaattiset taidot näyttäytyvät kotiarjessa.

Siitä, millainen opetus (esim. interventio-ohjelma) on tehokkainta kullekin lapselle, saadaan tietoa kokeilemalla erilaisia opetusmenetelmiä ja interventio-ohjelmia

(Ysseldyke ym., 2010). Ensisijaisesti tulisi käyttää sellaisia opetusmenetelmiä ja interventio-ohjelmia, jotka ovat tutkimusperustaisia eli joiden on tutkimuksissa osoitettu edistävän oppimista tehokkaasti (Björn ym., 2015). Suomessa tällaisia tutkimusperustaisia matemaattisiin taitoihin kohdistuvia interventio-ohjelmia on kuitenkin vielä verrattain vähän. Esiopetuksen opetussuunnitelma (Opetushallitus, 2016) painottaa myös sitä, että oppimisessa edistymistä tehdään lapselle näkyväksi. Tässä voidaan hyödyntää sekä esiopettajan kokoamaa tietoa oppimisesta ja lapsen tekemiä töitä (esim. portfolio) että lapsen omaa arviointia osaamisestaan ja kiinnostuksestaan matemaattisia asioita kohtaan.

Varhaisten matemaattisten taitojen interventiot

Interventio on käsite, joka voi tarkoittaa ainakin kahta hieman erilaista asiaa (Hautamäki, 2009; Higgins & Green, 2008; Jirmerson ym., 2007). Ensinnäkin interventiolla tarkoitetaan oppimisympäristön ja pedagogisen toiminnan muokkaamista – tällöin käytetään usein jotain interventio-ohjelmaa (esim. matemaattisten taitojen harjoitusohjelmaa). Tähän rinnastettavan määritelmän mukaan interventio katsotaan opetukselliseksi lähestymistavaksi, joka on perinteiseen opetukseen ja pedagogiseen tukeen verrattuna tutkimuksellisesti parempi (Björn ym., 2018).

Toisaalta interventiolla voidaan viitata tutkimukseen tai tutkimusasetelmaan, jossa tutkitaan interventio-ohjelman vaikutavuutta ja käytäntöön viemisen mahdollisuuksia. Oppimisvaikeuksien näkökulmasta interventioissa pyritään joko ehkäisemään

oppimisvaikeuksien syntymistä (ns. preventiivinen interventio) tai lieventämään jo todettuihin oppimisvaikeuksiin liittyviä vaikeuksia (ns. korjaava tai kuntouttava interventio; Fuchs ym., 2012; 2013).

Matemaattisiin taitoihin tukea tarvitseville, alle kouluikäisille lapsille suunnatuista interventioista on tutkimuksissa saatu rohkaisevia tuloksia (mm. Mononen ym., 2014a; Praet & Desoete, 2014; Salminen ym., 2015a, b; Toll & Van Luit, 2014). Vaikka eri tutkimukset eroavat muun muassa intervention keston, sisällön, toteuttajan, arvioitavien taitojen ja mittareiden suhteen, on interventioista meta-analyysin avulla pyritty löytämään sellaisia tekijöitä, jotka näyttävät vaikuttavan oppimistuloksiin parhaiten (Malofeeva, 2005; Wang ym., 2016).

Yleisesti tarkasteltuna varhaisilla matemaattisilla interventioilla on kohtalainen vaikuttavuus (efektikoko: $g = 0.47$, Malofeeva, 2005; $d = 0.62$, Wang ym., 2016). Malofeevan (2005) meta-analyysin perusteella interventio tuotti suuremman efektin, jos se sisälsi muun muassa eksplisiittistä opetusta, harjoitustehtävien sarjoittamista ja pelien pelaamista pienryhmissä. Wangin (2016) meta-analyysissä suurempia efektejä tuottivat interventiot, joissa keskityttiin muun muassa yhteen taitoon monen sijasta, harjoitusta oli 120–150 minuuttia viikossa, harjoittelu oli yksilöllistä (vs. pienryhmä tai koko luokan opetus) ja oppimista arvioitiin tutkijoiden kehittämällä arviointitehtävillä (vs. standardoidut testit).

Lisäksi meta-analyysien perusteella tiedetään, että erityisesti niiden lasten kanssa, joilla on matemaattisia oppimisvaikeuksia, tehokkaita opetuksellisia menetelmiä ovat eksplisiittinen opetus

(Chodura ym., 2015; Kroesbergen & Van Luit, 2003), käsitteiden havainnollistaminen konkreettisilla välineillä ja kuvilla (Methe ym., 2012; Peltier ym., 2020), yhteistoiminnallinen kaverituutorointi (Kunsch ym., 2007) sekä tietokoneavusteinen opetus (Li & Ma, 2010; Ok ym., 2020).

Lähtökohtaisesti voidaan todeta, että matemaattisten taitojen interventioiden tulisin sisältää näitä jo tehokkaiksi havaittuja pedagogisia periaatteita. Tuen tarpeen intensiivisyyden näkökulmasta on lisäksi kuitenkin aina huomioitava se, miten interventio toteutetaan (esim. kesto, pienryhmä vs. yksilö).

Vain muutamassa esiopetusikäisistä tehdyssä interventiotutkimuksessa on keskitytty tarkastelemaan intervention vaikuttavuutta ryhmätason lisäksi tai sijaan myös yksilötasolla (esim. Mononen ym., 2014b; Salminen ym., 2015a). Huolimatta siitä, löytyykö interventio- ja verrokki-ryhmien väliltä tilastollisesti merkitsevää eroa, yksilötason tarkastelu voi paljastaa tarkemmin intervention yksilöllisen vastteen eli sen, ketkä ovat hyötäneet interventiosta ja keiden oppimiseen interventio on vaikuttanut vain vähän tai ei lainkaan.

TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tämä tutkimus on osa laajempaa Think-Math-tutkimushanketta. Hankkeen tarkoituksena on tuottaa opettajien käyttöön tietoa ja tutkimukseen perustuvia harjoitusvälineitä lasten matemaattisten taitojen kehittämiseksi esikoulussa sekä ensimmäisellä ja toisella luokalla. Tavoitteena on, että lasten taitojen kehitystä voidaan tukea niin, että myöhemmiltä oppimisen vaikeuksilta voitaisiin välttyä.

Tässä artikkelissa esiteltävän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää matemaattisiin suhdetaitoihin ja laskemisen taitoihin keskittyvän interventio-ohjelman vaikuttavuutta eli vaikutusta matemaattisissa taidoissa tukea tarvitsevien esiopetusikäisten lasten oppimiseen. Kyseessä oli kvasikokeellinen tutkimus, jossa interventioon osallistuneiden lasten osaamista verrattiin verrokkiryhmien lasten osaamiseen heti intervention päätyttyä ja viivästetysti kolme kuukautta intervention jälkeen.

Intervention vaikuttavuutta tarkasteltiin eri tuen tarpeen ryhmissä: selkeästi tukea tarvitsevat (suoriutuminen matemaattisten taitojen arviointitehtävissä ≤ 10 . persentiilissä) ja jonkin verran tukea tarvitsevat (suoriutuminen 11.–25. persentiilissä) (Geary, 2013). Eri tuen tarpeen ryhmiä on tarkasteltu aiemmissa matemaattisten taitojen interventiotutkimuksissa vain vähän (ks. kuitenkin Toll & Van Luit, 2012, 2014). Jaottelun toivottiin tuovan lisätietoa siitä, voidaanko samalla interventio-ohjelmalla tukea onnistuneesti eriasteista tukea tarvitsevia lapsia. Ryhmätarkastelun lisäksi intervention vaikuttavuutta tarkasteltiin yksilötasolla selkeästi tukea tarvitsevien lasten osalta, sillä heille ei tutkimuksessa muodostunut samantasoista verrokkiryhmää.

MENETELMÄ

Osallistujat

Tutkimukseen osallistui 11 esiopetusryhmää Lapista, neljä ryhmää Hämeen alueelta ja yksi ryhmä Uudeltamaalta. Hankkeen tutkijat kutsuivat esiopettajia mukaan tutkimukseen aiemman yhteistyön sekä Lapin

aluehallintoviraston kautta. Tutkimukseen osallistuminen oli opettajille vapaaehtoista. Tutkimusluvut pyydettiin lasten huoltajilta, koululta tai päiväkodilta sekä kunnilta.

Tutkimuksessa oli mukana 191 lasta (ikä $ka = 74.90$ kk, $kh = 3.43$ kk). Lapsot jaettiin interventio- ja verrokkiryhmiin sen perusteella, oliko opettajalla mahdollisuus toteuttaa interventio-ohjelmaa vai halukkuutta osallistua vain tutkimukseen liittyviin lasten taitojen arviointeihin. Interventio-ryhmään kuului 39 lasta, joiden osaaminen alkumittauksen matemaattisten taitojen arviointitehtävässä (ks. lukua Matemaattisten taitojen mittari) oli alle 25. persentiiliin. Heidän verrokkiryhmäkseen tuli 16 lasta, joiden osaaminen jäi alkumittauksessa myös alle 25. persentiilin rajan. Nämä lapset jaettiin edelleen selkeästi tukea tarvitseviin (suoriutuminen ≤ 10 . persentiiliä) ja jonkin verran tukea tarvitseviin (suoriutuminen 11.–25. persentiilissä) ryhmiin.

Näin muodostui yhteensä viisi ryhmää: selkeästi tukea tarvitsevien interventio-ryhmä ($n = 20$), selkeästi tukea tarvitsevien verrokkiryhmä ($n = 1$), jonkin verran tukea tarvitsevien interventio-ryhmä ($n = 19$), jonkin verran tukea tarvitsevien verrokkiryhmä ($n = 15$) ja tavanomaisesti osaavien verrokkiryhmä ($n = 137$). Koska selkeästi tukea tarvitsevien verrokkiryhmään ei kuulunut kuin yksi lapsi, ryhmä jätettiin analyysistä pois. Osallistujien sukupuoli- ja ikäjakaumat ryhmittäin on kuvattu taulukossa 1.

Osallistujien määrässä oli tutkimuksen aikana katoa. Tutkimukseen ilmoitettiin aluksi 18 esiopetusryhmää ($N = 246$ lasta). Analyysistä jätettiin pois 54 lasta sillä perusteella, että heiltä puuttui tarvittavia tietoja, esimerkiksi alku-, loppu-

tai viivästetyn mittauksen tuloksia tai syntymäaika. Lisäksi analyyseistä poistettiin yksi lapsi, jonka suoritus alkumittauksessa oli yli 25. persentiiliin, mutta joka osallistui interventioon opettajan toiveesta.

Vanhemmille lähetetyllä kyselyllä (vastausprosentti 95.8) selvitettiin lasten vanhempien koulutustaustaa (ks. taulukko

1). Pelkän peruskoulun suorittaneita vanhempia oli vähän koko aineistossa. Korkeasti koulutettujen vanhempien osuus tässä aineistossa oli koko maan väestöön verrattuna samalla tasolla (SVT, 2018).

Taulukko 1

Osallistujien taustatiedot

	Kaikki	Selkeästi tukea tarvitsevien interventio- ryhmä	Jonkun verran tukea tarvitsevien interventio- ryhmä	Jonkun verran tukea tarvitsevien verrokkiryhmä	Tavan- omaisesti osaavien verrokkiryhmä
N	191	20	19	15	137
Tyttyjä	90 (47.1)	10 (50)	10 (52.6)	9 (60.0)	61 (44.5)
Poikia	101 (52.9)	10 (50)	9 (47.4)	6 (40.0)	76 (55.5)
Ikä ^a	74.90 (3.43)	73.25 (3.29)	73.84 (3.11)	75.67 (3.92)	75.20 (3.37)
Äidin koulutus					
Peruskoulu	7 (3.7)	1 (5.0)	0 (0)	0 (0)	6 (4.4)
Toisen asteen koulutus	102 (53.4)	11 (55.0)	12 (63.2)	8 (53.3)	71 (51.8)
Korkeakoulutus	73 (38.2)	6 (30.0)	5 (26.3)	6 (40.0)	56 (40.9)
Puuttuvat	9 (4.7)	2 (10.0)	2 (10.5)	1 (6.7)	4 (2.9)
Isän koulutus					
Peruskoulu	8 (4.2)	2 (10.0)	1 (5.3)	0 (0)	5 (3.6)
Toisen asteen koulutus	114 (59.7)	13 (65.0)	12 (63.2)	10 (66.7)	79 (57.7)
Korkeakoulutus	57 (29.8)	2 (10.0)	4 (21.1)	4 (26.7)	47 (34.3)
Puuttuvat	12 (6.3)	3 (15.0)	2 (10.5)	1 (6.7)	6 (4.4)

Huom. Taulukossa on raportoitu aina ensin määrät ja sen jälkeen suluissa prosenttiosuudet. ^a Ikä kuukausina. Keskiarvojen jälkeen on raportoitu suluissa keskihajonnat.

Matemaattisten taitojen mittari

Tutkimuksessa käytettiin tutkijoiden kehittämää keskeisiä matemaattisia taitoja mittaavaa tehtäväkokonaisuutta (Aunio & Mononen, 2012). Tämä opetusryhmässä teetetävä kynä-paperitehtävistö sisältää tehtäviä, jotka arvioivat keskeisiä matemaattisia taitoja (Aunio & Räsänen, 2016): matemaattisia suhdetaitoja (lukumäärien ja lukujen vertailua), laskemisen taitoja (lukujonot ja lukumäärä–lukusana–numerosymboli-vastaavuus) sekä yhteen- ja vähennyslaskutaitoa (sanalliset yhteen- ja vähennyslaskutehtävät). Jokaisesta oikeasta vastauksesta saa yhden pisteen ja väärästä vastauksesta tai vastaamatta jättämisestä nolla pistettä (maksimipistemäärä 43). Tehtävistön tekemiseen kuluu aikaa noin 45 minuuttia. Osion toiseen siirrytään aina opettajan ohjeistuksen mukaan.

Suhdetaitojen tehtävissä pitää muun muassa vertailla lukumääriä ja lukuja, esimerkiksi ”Rastita se laatikko, jossa on eniten kukkia” ja ”Katso ensin tarkasti kaikki neljä lukua. Rastita nyt niistä pienin luku”. Laskemisen taidot sisältävät muun muassa lukujonotaitoja arvioivia tehtäviä, kuten ”Näet nalleja. Rastita kolmas nalle”, ja tehtäviä, joissa lapsen tulee valita neljästä vaihtoehdosta oikea luku lukujonon jatkoksi, esimerkiksi ”3, 4, ____”. Sanalliset tehtävät sisältävät pieniä laskutarinoita, jotka luetaan kaksi kertaa ääneen: ”Pöydällä on viisi omenaa. Poika poimii puusta vielä kaksi omenaa. Piirrä tyhjään ruutuun, kuinka monta omenaa pöydällä on nyt yhteen.” Mittarin sisäinen johdonmukaisuus oli Cronbachin alfalla tarkasteltuna kauttaaltaan hyvä (alkumittaus: $\alpha = .928$, loppumittaus: $\alpha = .899$, viivästetty mittaus: $\alpha = .897$).

Matemaattisten taitojen interventio-ohjelma

Tutkimuksessa käytettiin ThinkMath-hankkeessa kehitettyä interventio-ohjelmaa, jossa harjoitellaan matemaattisia suhdetta ja laskemisen taitoja lukualueella 1–10 (Mononen & Aunio, 2014). Ohjelmassa harjoitellaan muun muassa lukumäärien ja lukujen vertailua sekä lukujonojen luettelamista eteen- ja taaksepäin, vahvistetaan lukumäärän, lukusanan ja numerosymbolin yhteyttä, käydään läpi laskemisen periaatteita (esimerkiksi yksi yhteen -vastaavuus ja kardinaalisuus) ja harjoitellaan erilaisia laskemisen strategioita kuten lyhentynyttä laskemista eli sitä, ettei lukumääriä tarvitse aina laskea yksitellen. Ohjelman keskeiset sisällöt tehtäväesimerkkeineen on kuvattu liitteen taulukossa 1.

Ohjelma on suunnattu lapsille, jotka tarvitsevat lisäharjoittelua näiden keskeisten matemaattisten taitojen vahvistamiseen. Se noudattaa toimiviksi havaittuja pedagogisia periaatteita, kuten eksplisiittistä opetusta ja matemaattisten käsitteiden havainnollistamista välineiden ja kuvien avulla (Chodura ym., 2015; Methe ym., 2012), ja siinä hyödynnetään lasten keskinäistä ja itsenäistä oppimista (Kunsch ym., 2007). Eksplisiittisellä opetuksella tarkoitetaan sitä, että opettaja mallintaa lapsille uuden opetettavan asian vaiheelta. Uusia käsitteitä ja ratkaisumalleja havainnollistetaan kielellistämisen lisäksi konkreettisilla materiaaleilla, kuten palikoilla ja munakennoilla. Ohjelman mukana tulee numero- ja pistekortteja, joita käytetään lukumäärien ryhmittelyn havainnollistamiseen sekä lukumäärän ja numerosymbolin vahvistamiseen erilaisissa tehtävissä ja peleissä.

Ohjelma sisältää 15 opetustuokiota, jotka on ohjeistettu tehtävin opettajan käsikirjassa. Eksplisiittistä opetusta mukaillen jokainen opetustuokio koostuu opettaja-johtoisesta työskentelystä (opeteltavan asian mallintaminen), parityöskentelystä (toiminnallinen tehtävä tai peli) ja lyhyestä itsenäisesti tehtävästä kynä–paperi-tehtävästä.

Opettajien lokikirjat interventiotuokioista

Opettajat täyttivät jokaisen interventiotuokion jälkeen lokikirjan (Gresham ym., 2000), johon kirjattiin interventiotuokioon käytetty aika, tehdyt tehtävät ja poissaolleet lapset. Lisäksi arvioitiin tehtävien vaikeustasoa, lasten kiinnostuneisuutta ja keskittymistä tehtävien tekemiseen. Lisäksi opettajalla oli mahdollisuus kirjoittaa vapaasti muita huomioita opetustuokiosta. Intervention puolesta välissä opettajilta pyydettiin palautetta joko puhelinkeskustelun tai sähköpostin välityksellä interventio-ohjelman toimivuudesta. Opettajilta pyydettiin palautetta harjoittelusta myös tutkimuksen lopussa järjestetyssä koulutustilaisuudessa. Tässä artikkelissa raportoidaan tutkimuskysymykseen liittyen interventioon käytetty aika ja toteutuneet opetustuokiot.

Tutkimuksen kulku

Tässä tutkimuksessa, muista uusimmista interventiotutkimuksista hieman poiketen (mm. Passolunghi & Hiwet, 2014), interventio-ohjelmaa toteuttivat esiopettajat, jolloin interventio järjestettiin tavallisen opetustyön ohessa eikä tutkimuslaboratorio-olosuhteissa tai tutkijan toimesta. Näin

tutkimus ja sen tulokset kuvaavat paremmin sitä pedagogista todellisuutta, jossa interventio-ohjelmaa jatkossa mahdollisesti käytetään (ns. ekologinen validiteetti; Clements & Sarama, 2011).

Esiopettajat osallistuivat tutkimuksen alussa koulutuspäivään, jossa heidät perehdytettiin arviointitehtävien teettämiseen ja interventio-ohjelman pitämiseen. Vain ne opettajat, jotka pitivät interventiotuokioita, saivat tietoa interventio-ohjelman sisällöistä ja toteuttamisesta. Opettajat teettivät opetusryhmissään alkumittauksen syyskuussa. Interventiojakso oli loka-marraskuussa 2013, ja opettajat pitivät tuolloin opetusryhmissään 15 interventiotuokiota, joista jokainen oli kestoaltaan 35–40 minuuttia. Loppumittaus tehtiin välittömästi interventiojakson päätyttyä joulukuussa ja viivästetty mittaus seuraavan vuoden maaliskuussa. Verrokkiryhmien lapset osallistuivat tavanomaiseen esiopetukseen.

TULOKSET

Aineiston alustava käsittely

Ennen varsinaisia analyysejä selvitettiin matematiikan arviointitehtävistön eri mitauskertojen normaalijakautuneisuutta. Aineisto täytti normaalijakautuneisuuden ehdot, joten analyysit voitiin tehdä parametrisiä menetelmiä käyttäen. Yksisuuntaisella varianssianalyysillä (ANOVA-testi) tarkasteltuna neljä ryhmää ei eronnut toisistaan tilastollisesti merkitsevästi vanhempien koulutuksen suhteen (äidin koulutus: $F[3,178] = 0.313$, $p = 0.816$; isän koulutus $F[3,178] = 0.575$, $p = 0.113$). Iän suhteen ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero, $F(3,187) = 2.829$, $p =$

0.040, mutta post hoc -vertailussa Bonferroni-korjausta käyttäen tätä eroa ei löytynyt minkään ryhmän väliltä. Vanhempien koulutusta ja lasten ikää ei näin ollen otettu mukaan pääanalyyseihin.

Intervention vaikuttavuus

Matematiikan tehtävissä suoriutumista tarkasteltiin alku-, loppu- ja viivästetyn mittauksen ajankohtina sekä lisäksi edistymistä osaamisessa tarkasteltiin kasvupisteiden avulla eri mittausajankohtien välillä (alku-

loppumittaus ja alku-viivästetty mittaus). Ryhmätason tarkastelun analysoinnit tehtiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä ja post hoc -vertailuina ryhmille Bonferroni-korjausta käyttäen. Taulukossa 2 on kuvattu ryhmien keskiarvot ja -hajonnat sekä mediaanit ja minimi- ja maksimi-arvot eri mittausajankohtina sekä osaamisen kasvun sekä ryhmien väliset tilastolliset merkitsevyydet. Kuvio 1 havainnollistaa ryhmien osaamisessa tapahtuvaa muutosta mittausajankohtien välillä.

Taulukko 2

Ryhmien suoriutuminen matemaattisten taitojen arviointitehtävistä alku-, loppu- ja viivästetyssä mittauksessa, kasvu mittausten välillä sekä ryhmien väliset erot

Mitta- uskerta	Selkeästi tukea tarvitsevien interventioryhmä (n = 20)			Jonkun verran tukea tarvitsevien interventioryhmä (n = 19)			Jonkun verran tukea tarvitsevien verrokkiryhmä (n = 15)			Tavanomaisesti osaavien verrokki- ryhmä (n = 137)			F (3,187)
	ka (kh)	med	min- maks	ka (kh)	med	min- maks	ka (kh)	med	min- maks	ka (kh)	med	min- maks	
Alku 1	10.50 (3.94)	12	3–15	17.84 ^a (1.57)	18	16–21	19.80 ^a (1.37)	20	17–21	32.37 (5.75)	33	22–43	149.87***
Loppu 2	23.95 (6.49)	25.5	13–36	30.58 ^a (5.42)	31	20–41	29.20 ^a (5.35)	28	23–39	36.29 (5.52)	38	17–43	35.08***
Kasvu 1-2	13.45 ^a (5.97)	14	4–24	12.74 ^{ab} (5.25)	13	4–21	9.40 ^b (5.05)	7	2–18	3.92 (3.99)	3	-6–13	46.05***
Viivästet- ty 3	26.90 (7.30)	27	11–41	32.63 ^a (4.75)	33	22–40	32.00 ^a (5.37)	32	24–40	38.05 (4.60)	39	20–43	35.60***
Kasvu 1-3	16.40 ^a (6.01)	17	6–28	14.79 ^{ab} (4.35)	15	6–21	12.20 ^b (4.51)	11	6–19	5.68 (4.27)	5	-5–17	54.01***

Huom. Arviointitehtävistä maksimipistemäärä joka mittauksella on 43 p. Post hoc -ryhmävertailu (Bonferroni): Samalla yläindeksikirjaimella on merkitty ne ryhmät, joiden välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa ($p > 0.05$).

*** $p < 0.001$

Kuten taulukon 2 keskiarvoista havaitaan, selkeästi tukea tarvitsevien interventior ryhmä sai esiopetusvuoden alussa matemaattisista tehtävistä pistemääräksi noin kolmasosan siitä, mitä tavanomaisesti osaavien verrokkiryhmä, ja jonkin verran tukea tarvitsevien interventior ryhmä noin puolet siitä, mitä tavanomaisesti osaavien verrokkiryhmä. Selkeästi tukea tarvitsevien interventior ryhmän kasvupistemäärä alkumittausajankohdasta loppumittaukseen oli molempia verrokkiryhmiä tilastollisesti merkitsevästi suurempi. Jonkin verran tukea tarvitsevien interventior ryhmä paransi pistemääräänsä tavanomaisesti osaavien verrokkiryhmään nähden tilastollisesti merkitsevästi enemmän. Jonkin verran tukea tarvitsevien interventior ryhmän ja vastaavan verrokkiryhmän välillä ei pistemäärän kasvussa ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Pistemäärän kasvusta huolimatta kumpikaan interventior ryhmistä ei yltänyt tavanomaisesti osaavien verrokkiryhmän osaamistasoon loppumittausajankohdaksi.

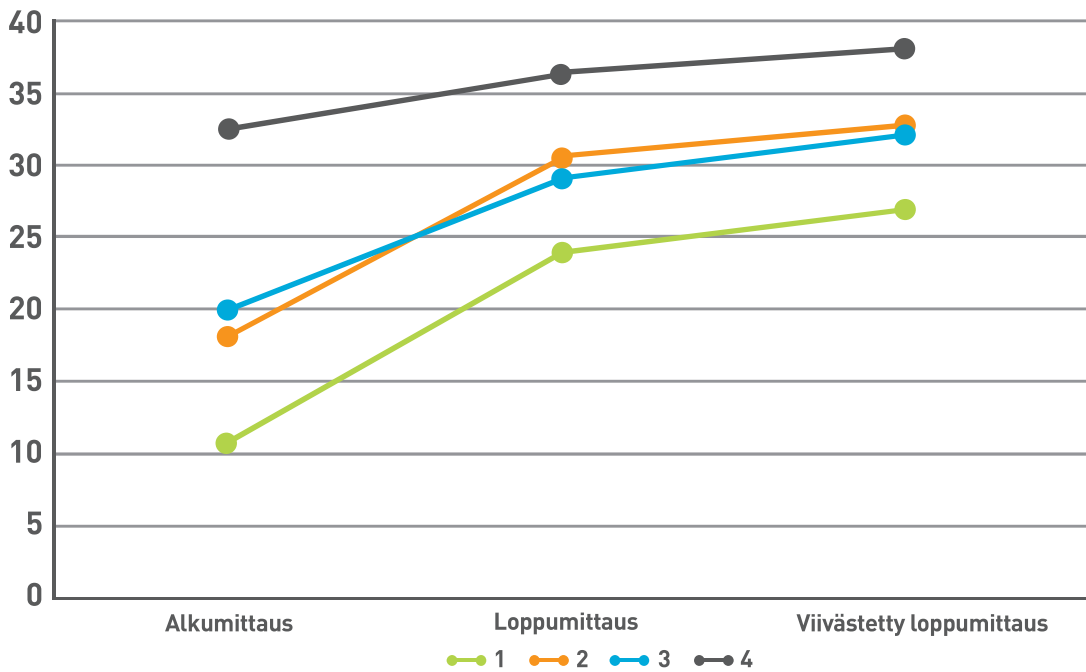
Kolmen kuukauden kuluttua intervention päättymisestä neljän ryhmän väliset osaamiserot olivat pysyneet samankaltaisina kuin loppumittauksessa. Jokaisessa ryhmässä oli tapahtunut edelleen edistymistä, joskin pistemäärien kasvu oli pienempää verrattuna alku- ja loppumittauksen väliseen aikaan. Kumpikaan interventior ryhmistä ei yltänyt tavanomaisesti osaavien verrokkiryhmän osaamistasoon viivästetyssä loppumittauksessa. Pistemääräerot ryhmien välillä olivat viivästetyn loppumittauksen aikaan maaliskuussa kuitenkin huomattavasti pienempiä kuin esiopetusvuoden alussa.

Koska selkeästi tukea tarvitsevat interventior ryhmälle ei muodostunut vastaa-

vaa verrokkiryhmää, näiden lasten intervention vastetta tarkasteltiin yksilöllisesti. Taulukossa 3 on kuvattu yksilötasolla selkeästi tukea tarvitsevien lasten osaaminen ja edistyminen alkumittauksesta viivästettyyn mittausajankohtaan. Kun tarkastellaan tapauksia, jotka ylittivät interventiojakson jälkeen tuen tarpeelle alussa asetetun pistemäärärajan (21 p.) ja pysyivät tuon pistemäärän yläpuolella myös viivästettyyn mittausajankohtaan, huomataan, että selkeästi tukea tarvitsevien lasten interventior ryhmässä näitä lapsia oli 11 (55 %). Viisi lasta (25 %) ylitti tuon pistemäärän vasta viivästetyssä mittausajankohdassa. Kolme lasta (15 %) jäi interventiosta huolimatta pistemäärän alapuolelle kaikissa mittausajankohdissa, joskin kaikkien lapsien osaaminen parani interventiojakson aikana. Lisäksi yksi lapsista ylitti asetetun pistemäärän loppumittauksessa, mutta osaaminen viivästetyssä mittausajankohdassa oli laskenut jälleen asetetun pistemäärän alapuolelle.

Kuvio 1

Matemaattisten taitojen kehitys ryhmittäin



Huom. 1 = selkeästi tukea tarvitsevien interventioryhmä, 2 = jonkun verran tukea tarvitsevien interventio-ryhmä, 3 = jonkun verran tukea tarvitsevien verrokkiryhmä, 4 = tavanomaisesti osaavien verrokkiryhmä.

Taulukko 3

Yksilötason tarkastelu selkeästi tukea tarvitsevien lasten osalta alku-, loppu- ja viivästetyssä mittauksessa

**Selkeästi tukea tarvitsevien
interventorioryhmä**

Tapaus	T1	T2	T3
1	7	31	35
2	3	13	11
3	15	29	29
4	13	20	19
5	11	32	35
6	15	21	25
7	15	28	34
8	5	24	22
9	13	18	26
10	4	15	19
11	12	27	30
12	11	15	28
13	8	28	29
14	14	36	41
15	12	27	29
16	14	30	26
17 ^a	5	22	16
18	8	17	26
19	12	19	23
20	13	27	35

Huom. T1 = alkumittaus, T2 = loppumittaus, T3 = viivästetty mittaus. Tapaukset, joiden pistemäärä on heti intervention päätyttyä (T2) ja säilyy viivästettyyn mittaushetkeen vähintään 22 pisteessä on tummennettu. Tapaukset, joiden pistemäärä on vähintään 22 pistettä vasta viivästetyssä mittauksessa on kursivoitu. Tämä tarkoittaa sitä, että tapausten osaaminen ylitti pistemäärän, mikä asetettiin alkumittauksessa rajaksi osoittamaan tuen tarpeen. a Tapaus 17 saavuttaa loppumittauksessa 22 p., mutta osaaminen on alle asetetun pistemäärän viivästetyssä mittauksessa.

Lokikirjojen mukaan opettajat toteuttivat interventiotuokioita ohjeistuksen mukaan. Kaikki opettajat ($n = 11$) pitivät opetustuokiot 1–10. Ennen loppumittausajankohtaa kaikki 15 opetustuokiota ehti pitää noin puolet ($n = 5$) opettajista. Opettajat pitivät opetustuokiot kahden kuukauden aikana, aloittaen lokakuussa ja lopettaen joulukuussa. Keskimäärin yhteen opetustuokioon käytettiin aikaa noin 36 minuuttia (vaihteluväli 31–41 minuuttia).

POHDINTA

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin pienryhmässä toteutettavan matemaattisten taitojen intervention vaikutusta matemaattisissa taidoissa tukea tarvitsevien esiopetusikäisten lasten oppimiseen. Tukea tarvitsevien ryhmä jaettiin tässä tutkimuksessa kahteen alaryhmään, jonkin verran ja selkeästi tukea tarvitseviin, mikä on vielä vähän käytetty interventiotutkimusasetelma. Ryhmätarkastelun lisäksi intervention vaikuttavuutta tarkasteltiin myös yksilötasolla selkeästi tukea tarvitsevien osalta, sillä heille ei tutkimuksessa muodostunut verrokkiryhmää. Yksilötason tarkastelu on ollut vähäistä aiemmissa tutkimuksissa. Tutkimuksen teki interventiotutkimuskentässä erilaiseksi myös se, että intervention toteuttivat esiopetusryhmässä siihen lyhyen koulutuksen saaneet opettajat, millä pyrittiin lisäämään ekologista validiteettia.

Kun intervention vaikuttavuutta tarkasteltiin ryhmätasolla, löydettiin kolme päätulosta. Ensinnäkin tutkimuksessa havaittiin matemaattisten taitojen harjoitusohjelman vaikuttavan eniten lapsilla, jotka tarvitsivat selkeästi tukea matemaattisiin

taitoihin esiopetusvuoden alussa. Tämän ryhmän taidot kasvoivat verrokkiryhmiin nähden tilastollisesti merkitsevästi enemmän. Toiseksi jonkin verran tukea tarvitsevien lasten taidoissa ei ollut eroa interventio- ja verrokkiryhmien välillä missään mittauskohdassa. Kolmanneksi ryhmävertailussa mikään tuen tarpeen ryhmistä ei intervention aikana kehittynyt osaamisessaan tavanomaisesti osaavien lasten tasolle. Jonkin verran tukea tarvitsevien ryhmien osaaminen oli viivästetyssä mittauskohdassa maaliskuussa samalla tasolla kuin tavanomaisesti osaavien lasten syyskuun alkumittauksessa.

Tämän tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia aiempien varhaisten matemaattisten taitojen interventiotutkimusten kanssa, joissa interventiolla oli myönteinen välitön vaikutus lasten matemaattisten taitojen oppimiseen (mm. Clements & Sarama, 2011; Mononen ym., 2014a; Salminen ym., 2015a). Tässä tutkimuksessa käytettiin suomalaisten tutkijoiden kehittämää, kansainväliseen tutkimuskirjallisuuteen perustuvaa interventio-ohjelmaa, jonka merkittävimmät pedagogiset periaatteet olivat pienryhmässä annettava eksplisiittinen opetus, käsitteiden havainnollistaminen konkreettisilla välineillä ja kuvilla sekä sellaiset strukturoidut opetushetket, joissa opettaja suoran opettamisen lisäksi mahdollisti lasten keskinäisen ja itsenäisen oppimisen (Chodura ym., 2015; Kunsch ym., 2007; Peltier ym., 2020).

Verrattain lyhyestä interventio-ohjelmasta oli hyötyä selkeästi tukea tarvitseville lapsille, mutta se ei kuitenkaan nostanut heidän taitojaan samalle tasolle tavanomaisesti osaavien lasten kanssa (vrt. Toll & Van Luit, 2012). Jonkin verran taidoissaan tukea tarvitsevien lasten

samankaltaista edistymistä interventio- ja verrokkiryhmissä voi osaltaan selittää se, että esiopetusyksyn aikana lasten taidot edistyivät osin jo siitä syystä, että matemaattisia taitoja harjoitellaan systemaattisemmin kuin edeltävinä vuosina päivähoitossa. Näin pienryhmässä annettu lisätuki ei mahdollisesti ollut tarpeeksi intensiivistä tai erilaista, jotta sen vaikutus olisi näkynyt.

Niille lapsille, jotka tarvitsivat selkeästi tukea oppimiselleen, lisätuki näytti olevan tarpeellista ja eniten oppimiseen vaikuttavaa. Yksilötason tarkastelu paljasti, että suurin osa näistä lapsista ylitti interventionjakson jälkeen tuen tarpeelle alussa asetetun pistemäärän matemaattisten taitojen arviointitehtävässä. Neljä lasta jäi annetusta tuesta huolimatta osaamisessaan tämän pistemäärän alapuolelle viivästetyssä mittauksessa, joskin heidänkin taitonsa kehittivät intervention aikana. Muihin ryhmän lapsiin verrattuna näiden lasten alkumittauksen pistemäärät olivat yhtä lukuun ottamatta (tapaus 4) ryhmän heikoimmat. Kolmen lapsen pistemäärä laski, eli osaaminen näytti heikkenevän, kun interventio oli päättynyt. Erityisesti nämä lapset olisivat tarvinneet osaamisen ylläpitämiseen ja taidoissa edistymiseen lisätuen jatkumista ja mahdollisesti vielä intensiivisempää tukea.

Tässä tutkimuksessa ei arvioitu tarkemmin muita matemaattisten taitojen kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä, kuten työmuistia, kielellisiä taitoja tai tarkkaavuutta, jotka ovat mahdollisesti voineet vaikuttaa testitulanteeseen ja intervention vasteeseen. Baileyn ja kollegoiden (2016) tutkimuksen mukaan lasten oppimiseen vaikuttavat yksilölliset tekijät, kuten muisti ja motivaatio tai vanhempien koulutustausta, näyttävät

selittävän melko suuren osan siitä, miksi intervention avulla saavutettu osaamistaso laskee intervention päätyttyä tai verrokki-ryhmä kuroo eron umpeen. Nämä yksilölliset tekijät vaikuttavat pidemmällä aikavälillä mahdollisesti enemmän matemaattisiin taitoihin kuin varhaisten matemaattisten taitojen interventiot. Mielenkiintoinen jatkokutkimusaihe olisikin huomioida muiden mahdollisten kognitiivisten ja motivationaalisten tekijöiden osuutta intervention vasteessa.

Tämän tutkimuksen interventio toteutettiin pääsääntöisesti loka-marraskuussa. Kuinka paljon interventiojakson ajankohdalla ja kestolla on merkitystä intervention vaikuttavuuteen tukea tarvitsevien lasten osalta, on myös mielenkiintoinen jatkokutkimuskysymys. Ikäkaudelle on tyypillistä, että lasten taidot kehittyvät paljon ja lasten väliset erot alkavat tulla näkyviin (Jordan ym., 2007). On hyvinkin mahdollista, että tuen tarve vaihtelee yksilöllisesti eri kohdissa esiopetusvuotta. Yksi lapsi voi tarvita tukea heti esiopetusvuoden alusta alkaen, toinen mahdollisesti vasta myöhemmin esiopetusvuoden lopulla.

Geary (2013) on ehdottanut, että lapsen tulisi suoriutua ikätovereihinsa nähden heikommin vähintään kahdella arviointikeralla, jotta voidaan olla varmempia todellisista matemaattisista vaikeuksista. Näistä syistä olisikin tärkeää arvioida lasten matemaattisia taitoja useammassa kohdassa esiopetusvuotta, ja kun tuen tarve havaitaan, siihen tulisi puuttua mahdollisimman varhain ja seurata intervention vastetta yksilöllisesti (Ciullo ym., 2011; Opetushallitus, 2016).

Matemaattisten taitojen interventioiden erittäin kiinnostava haaste on se, miten intervention aikana alkanut hyvä oppiminen saadaan jatkumaan myös lisätuen

päätyttyä tai miten interventioryhmän sama etu osaamisessa säilyisi niin, että verrokki-ryhmä ei jonkin ajan kuluttua kuroisi eroa umpeen (Bailey ym., 2016). Vasta tällöin voitaisiin sanoa, että interventio todella vähentää lasten välisiä oppimiseroja ja ennaltaehkäisee oppimisvaikeuksia.

Kun tähdätään pidempiaikaiseen vaikutukseen, tässä kuvattua interventio-ohjelmaa voitaisiin kehittää edelleen lisäämällä ohjelman opetustuokioiden määrää. Se mahdollistaisi joko kestoaltaan pidemmän interventiojakson (esim. kahden kuukauden jakson jälkeen kerran viikossa harjoittelua kaksi kuukautta) tai intensiivisemmän harjoittelun (esim. kolme opetustuokiota viikossa). Mikäli interventiojaksoon lisättäisiin vielä esimerkiksi digitaalista pelillisyyttä, harjoittelun määrä kasvaisi entisestään ja oppiminen vahvistuisi.

Yksi tehostamiskeino voisi olla myös se, että interventiossa harjoiteltuja taitoja siirrettäisiin osaksi muuta esiopetustoimintaa, jotta taidot pääsisivät ”leviämään” myös muihin ympäristöihin. Toinen keino voisi olla se, että matemaattisten taitojen lisäksi harjoitellaan myös muita mahdollisia matemaattista kehitystä tukevia taitoja. Esimerkiksi Purpura ja Napoli (2015) ehdottavat kielen ja matemaattisten taitojen tiukempaa yhteen nivomista harjoittelussa ja Kroesbergen kollegoineen (2014) ehdottaa työmuistin harjoittelua. Lisäksi jatkokutkimuksissa on tärkeää selvittää, selittyykö interventioefektin hiipuminen matematiikan oppimisvaikeuksien luonteella: pysyvätkö muun muassa peruslaskutoimitukset näillä lapsilla aina työläinä, vaikka taitoja harjoittelemalla voidaankin vähentää oppimisen pulmien kasvamista (Geary, 2013)?

Tutkimuksessa oli tiettyjä rajoitteita,

jotka osaltaan heikentävät tulosten yleistettävyyttä ja joihin tulisi kiinnittää huomiota jatkotutkimuksissa. Tässä tutkimuksessa ryhmien osallistujamäärät eivät olleet tasapainossa. Koska osallistujia ei satunnaistettu koe- ja kontrolliryhmiin vaan lapset jakautuivat ryhmiin sen mukaan, halusiko opettaja järjestää intervention vai osallistua vain arviointiin, ei tutkimuksessa muodostunut selvästi tukea tarvitsevien verrokkiryhmää.

Jotta kaikille tuen tarvitsijoille voidaan tarjota pedagogista tukea myös silloin, kun kyseessä on interventiotutkimus, on tärkeä huomioida tutkimuksen asetus. Passiivista verrokkiryhmää parempi vaihtoehto olisi esimerkiksi kokeilla erilaisen matemaattisten taitojen interventio-ohjelmien vaikuttavuutta samanaikaisesti niin, että myös tukea tarvitsevien verrokkiryhmä on aktiivinen.

Matemaattisten taitojen arviointitehtävistä suunniteltiin alun perin niin, että sillä voitaisiin seurata luotettavasti eritasoisten lasten matemaattisten taitojen kehitystä esiopetusvuoden aikana. Tuloksemme kuitenkin osoittivat, että joukko lapsia osasi varsin hyvin tehtävistössä arvioituja matemaattisia asioita jo alkumittauksessa – arviointitehtävistä ei siis ehkä antanut riittävää kuvaa heidän osaamisestaan ja taitojen kehittymisestä erityisesti loppu- ja viivästetyssä mittausajankohdassa. Saman arviointitehtävistön käyttäminen voi myös johtaa siihen, että osa lapsista oppii ja muistaa joitakin osatehtäviä. Tässä tutkimuksessa alku- ja loppumittauksen väli oli pari kuukautta, jolloin tämä riski on varsin pieni.

Jotta pystyimme tarkastelemaan intervention vaikuttavuutta erilaisissa osaamisryhmissä, jaoimme lapset kolmeen eri

ryhmään arviointitehtävästä saadun pistemäärän mukaan. Tiettyyn ryhmään kuulumiselle käytimme aiemmassa kirjallisuudessa esitettyjä persenttiarvoja ja niitä vastaavia pistemääriä arviointitehtävässä. Tuloksia tulkitessa onkin huomioitava, että jo yhden pisteen ero arviointitehtävässä saattoi johtaa siihen, että lapsi kuului tavanomaisesti osaavien tai tukea tarvitsevien ryhmään. Varhaiskasvatuksen arjessa on erityisen tärkeää seurata juuri näiden, niin sanotun huolen rajan tuntumaan sijoituvien lasten taitoja.

Saadaksemme mahdollisimman suuren otannan opettajat koulutettiin teettämään arvioinnit opetusryhmissään. Tässä toimintatavassa on riski, että opettajat käyttävät arviointitehtävistön tehtäviä opetuksessa, mikä heikentäisi tulosten luotettavuutta. Tässä tutkimuksessa opettajat kuitenkin koulutettiin tekemään arvioinnit ja heitä opastettiin arviointitehtävistön oikeaan käyttöön, jolloin riski sen käyttämiseen muulloin kuin itse arviointitilanteessa oli hyvin pieni. Opettajat raportoivat opetustuokioista lokikirjoilla. Tämän lisäksi opettajia pyydettiin antamaan interventioista palautetta tutkijoille jakson puolesta välissä. Opetustuokioiden videoimisen avulla päästäisiin tarkastelemaan perusteellisemmin ja luotettavammin sitä, toteutetaanko interventio kuten se on ohjeistettu.

Matemaattisten taitojen arvioinnin ja tukemisen tulisi olla luonteva osa esiopetusarkea (Opetushallitus, 2016). Kun ajatellaan, mitä negatiivisia vaikutuksia myöhemmillä heikoilla matemaattisilla taidoilla on henkilön elämänsäkuun (esim. rajoittuneet työllistymismahdollisuudet, joka-päiväinen arjesta selviytyminen; OEDC, 2016), on varhain aloitettu ja onnistunut

tuki perusteltua, kun sillä pystytään kohentamaan lapsen taitoja ja vähentämään mahdollisia myöhempiä oppimisvaikeuksia. Esiopettajilla tulisi olla käytössään tieteelliseen tietoon pohjautuvia luotettavia arviointivälineitä (havainnointivälineitä ja testejä), joilla tuen tarvitsijat voidaan löytää. Koulutukset ja opetusmateriaalien helppo saatavuus lisännevät osaltaan esiopettajien valmiuksia ja halua ottaa interventiot osaksi tavallista esiopetusarkea.

Tutkimuksesta saatujen kokemusten perusteella näemme, että kun esiopettajat osallistuvat interventiotutkimukseen tai ottavat myöhemmin käyttöön interventio-ohjelman, heidän on tärkeää saada täydennyskoulutusta matemaattisten taitojen arviointiin ja taitojen tukemiseen. Verkkovälitteisten koulutusten ja verkosta saatavan materiaalin avulla opettajia voidaan tavoittaa ympäri maata, kasvokkain tapahtuvien koulutusten lisäksi. LukiMat-verkopalvelusta (lukimat.fi) esiopettajat saavat ilmaiseksi materiaalia matemaattisten taitojen arviointiin esiopetuksessa; taitojen kartoittamisen avulla voidaan tunnistaa tuen tarvitsijat ja arvioida yksilöllisesti taitoja ja intervention vastetta (Koponen ym., 2011). ThinkMath-interventio-ohjelma on saatavilla esiopettajille maksutta hankkeen verkkosivujen kautta (<https://blogs.helsinki.fi/thinkmath>).

Kiitokset: Tutkimus oli osa opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittamaa ThinkMath-hanketta, 2011–15. Kiitämme tutkimukseen osallistuneita opettajia ja oppilaita.

Kirjoittajatiedot:

Riikka Mononen, KT, apulaisprofessori, Erityispedagogiikan laitos, Oslon yliopisto

Pirjo Aunio, KT, professori, Kasvatustieteiden osasto, Helsingin yliopisto

Siri Leijo, KM, erityisopettaja, Kasvatustieteiden laitos, Turun yliopisto

LÄHTEET

- Aunio, P., Hautamäki, J., & Mononen, R. (2018). Pedagoginen arviointityö ja matemaattiset oppimisvaikeudet. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (Toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (s. 240–257). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Aunio, P., Heiskari, P., Van Luit, J. E. H., & Vuorio, J.-M. (2015). The development of early numeracy skills in preschool and kindergarten. *Journal of Early Childhood Research*, 13, 13–16.
- Aunio, P., & Mononen, R. (2012). *Matematiikan arviointitehtävistä esiopetukseen*. Julkaisematon.
- Aunio, P., & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences* 20(5), 427–435. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.06.003>
- Aunio, P., & Räsänen, P. (2016). Core numerical skills for learning mathematics in children aged five to eight years – a working model for educators. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(5), 684–704. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2014.996424>.
- 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(4), 699–713. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.4.699>
- Bailey, D. H., Nguyen, T., Jenkins, J. M., Domina, T., Clements, D. H., & Sarama, J. S. (2016). Fadeout in an early mathematics intervention: Constraining content or preexisting differences? *Developmental psychology*, 52(9), 1457–1469. <https://doi.org/10.1037/dev0000188>
- Baroody, A. J. (2011). The developmental bases for early childhood number and operations standards. Teoksessa D. H. Clements & J. Sarama (Toim.) *Engaging young children in mathematics*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

- Berch, D. B. & Mazzocco, M. M. M. (2007). Why is math so hard for some children? The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities. Baltimore: Paul Brookes Publishing.
- Björn, P. M., Aro, M., & Koponen, T. (2015). Interventioavustamallien tarjoamat mahdollisuudet kolmiportaisen tuen kehittämiseen: Esimerkinä matematiikan oppimisen tuki. *Oppimisen ja oppimisvaikeuksien erityislehti*, 25(3), 10–21.
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205–228.
- Bull, R. & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, 8(1) 36–41. <https://doi.org/10.1111/cdep.12059>
- Chodura, S., Kuhn, J.-T., & Holling, H. (2015). Interventions for children with mathematical difficulties: A meta-analysis. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(2), 129–144. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000211>
- Ciullo, S., SoRelle, D., Kim, S. A., Seo, Y., & Bryant, B. R. (2011). Monitoring student response to mathematics intervention: Using data to inform Tier 3 intervention. *Intervention in School and Clinic*, 47(2), 120–124. <https://doi.org/10.1177/1053451211414188>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science* 333(6045), 968–970.
- Fanari, R., Meloni, C., & Massidda, D. (2019). Visual and spatial memory abilities predict early math skills: A longitudinal study. *Frontiers in Psychology*, 10(2460). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02460>
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., & Compton D. L. (2012). The early prevention of mathematics difficulty: Its power and limitations. *Journal of Learning Disabilities*, 45(3), 257–269. <https://doi.org/10.1177/0022219412442167>
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Schumacher, R. F., & Seethaler, P. M. (2013). Instructional intervention for students with mathematics learning disabilities. In H. L. Swanson, K. R. Harris & S. Graham (Eds.), *Handbook of Learning Disabilities* (2. edition, pp. 388–404). New York: The Guilford Press.
- Fung, W. & Swanson, H. L. (2017). Working memory components that predict word problem solving: Is it merely a function of reading, calculation, and fluid intelligence? *Memory & Cognition*, 45(5), 804–823. <https://doi.org/10.3758/s13421-017-0697-0>
- Fuson, K. C. (1992). Research on whole number addition and subtraction. In D. A. Grouws (Ed.) *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 243–275). Reston, VI: NCTM.
- Geary, D. C. (2013). Learning disabilities in mathematics. Recent advances. In H. L. Swanson, K. R. Harris & S. Graham (Eds.) *Handbook of learning disabilities* (2. edition, pp. 239–255). New York: The Guilford Press.
- Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K., Morphy, P., & Flojo, J. (2009). Mathematics instruction for students with learning disabilities: A meta-analysis of instructional components. *Review of Educational Research* 79(3), 1202–1242. <https://doi.org/10.3102/0034654309334431>
- Gresham, F. M., MacMillan, D. L., Beebe-Frankenberger, M. E., & Bocian, K. M. (2000). Treatment integrity in learning disabilities intervention research: Do we really know how treatments are implemented? *Learning Disabilities Research & Practice*, 15(4), 198–205. https://doi.org/10.1207/SLDRP1504_4
- Hannula-Sormunen, 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: An International Journal*, 17(2). <https://doi.org/10.1080/10986065.2015.1016814>
- Hautamäki, J. (2009). Koulutettavuus ja interventio. Teoksessa S. Moberg, J. Hautamäki, J. Kivirauma, U. Lahtinen, H. Savolainen, & S. Vehmas (Toim.), *Erityispedagogiikan perusteet* (s. 124–139). Helsinki: WSOY.
- Higgins, J. P. T. & Green, S. (Eds.) (2008). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. Chechester, UK: Cochrane Collaboration & John Wiley & Sons.
- Jimerson, S. R., Burns, M. K., & VanDerHeyden, A. M. (Eds.) (2007). *Handbook of Response to Intervention. The Science and practice of assessment and intervention*. New York: Springer.
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences* 20, 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.07.004>
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22(1), 36–46. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x>

- Koponen, T., Eklund, K., & Salmi, P. (2018). Cognitive predictors of counting skills. *Journal of Numerical Cognition*, 4 (2), 410–428. <https://doi.org/10.5964/jnc.v4i2.116>
- Koponen, T., Salminen, J., Aunio, P., & Polet, J. (2011). LukiMat – Oppimisen arviointi: Matematiikan tuen tarpeen tunnistamisen välineet esikouluun. Käyttäjän opas. <http://www.lukimat.fi/lukimat-oppimisen-arviointi/materiaalit/tuen-tarpeen-tunnistaminen/esiopetus/matematiikka/kayttajan-opas>
- Kroesbergen, E. H., van 't Noordende, J. E., & Kolkman, M. E. (2014). Training working memory in kindergarten children. Effects on working memory and early numeracy. *Child Neuropsychology, A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 20(1), 23–37. <https://doi.org/10.1080/09297049.2012.736483>
- Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs: A meta-analysis. *Remedial and Special Education* 24(2), 97–114. <https://doi.org/10.1177/07419325030240020501>
- Kunsch, C. A., Jitendra, A. K., & Sood, S. (2007). The effects of peer-mediated instruction in mathematics for students with learning problems: research synthesis. *Learning Disabilities Research & Practice* 22(1), 1–12. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2007.00226.x>
- LeFevre, J.-A., Fast, L., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development*, 81(6), 1753–1767. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01508.x>
- Li, Q. & Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review*, 22(3), 215–243. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9125-8>
- Malofeeva, E. V. (2005). Meta-analysis of mathematics instruction with young children. University of Notre Dame, Notre Dame, IN. <http://etd.nd.edu/ETD-db/theses/available/etd-07222005-142959/unrestricted/malofeevavelena072005.pdf>
- McCrink, K., & Birdsall, W. (2015). Numerical abilities and arithmetic in infancy. In R. Cohen Kadosh & A. Dowker (Eds.), *The Oxford Handbook of Numerical Cognition* (pp. 258–274). Oxford: University Press.
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49, 270–286. <https://doi.org/10.1037/a0028228>
- Methe, S. A., Kilgus, S. P., Neiman, C., & Riley-Tillman, T. C. (2012). Meta-analysis of interventions for basic mathematics computation in single case research. *Journal of Behavioral Education*, 21(3), 230–253. <https://doi.org/10.1007/s10864-012-9161-1>
- Mononen, R. & Aunio, P. (2014). Matemaattiset suhdetaidot ja laskeminen 0–10. Interventio-ohjelma. <https://blogs.helsinki.fi/thinkmath/>
- Mononen, R., Aunio, P., & Koponen, T. (2014a). Investigating RightStart Mathematics kindergarten instruction in Finland. *Journal of Early Childhood Education Research*, 3(1), 2–26. <http://jecer.org/investigating-rightstart-mathematics-kindergarten-instruction-in-finland/>
- Mononen, R., Aunio, P., & Koponen, T. (2014b). A pilot study of the effects of RightStart instruction on early numeracy skills of children with specific language impairment. *Research in Developmental Disabilities*, 35(5), 999–1014. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.02.004>
- Ok, M. W., Bryant, D. P., & Bryant, B. R. (2020). Effects of computer-assisted instruction on the mathematics performance of students with learning disabilities: A synthesis of the research. *Exceptionality*, 28(1), 30–44. <https://doi.org/10.1080/09362835.2019.1579723>
- Opetushallitus (2016). Esiopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Määräykset ja ohjeet 2016:1. http://www.ooph.fi/download/163781_esiopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf
- Passolunghi, M. C., & Hiwet, M. C. (2014). Working memory and early numeracy training in preschool children. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 4, 1–18. <https://doi.org/10.1080/09297049.2014.971726>
- Passolunghi, M. C., & Lanfranchi, S. (2012). Domain-specific and domain-general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. *British Journal of Educational Psychology* 82, 42–63. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02039.x>
- Peltier, C., Morin, K. L., Bouck, E. C., Lingo, M. E., Pulos, J. M., ... & Deardorff, M. E. (2020). A meta-analysis of single-case research using mathematics manipulatives with students at risk or identified with a disability. *The Journal of Special Education*, 54(1), 3–15. <https://doi.org/10.1177/0022466919844516>
- Praet, M., & Desoete, A. (2014). Enhancing young children's arithmetic skills through non-intensive, computerised kindergarten interventions: A randomised controlled study. *Teaching and Teacher Education*, 39, 56–65. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02039.x>

- Purpura, D., & Napoli, A. (2015). Early numeracy and literacy: untagling the relation between specific components. *Mathematical Thinking and Learning: An International Journal*, 17(2), 197–217. <https://doi.org/10.1080/10986065.2015.1016817>
- Räsänen, P. (2012). Laskemiskyvyn häiriö eli dyskalkulia. *Duodecim*, 128, 1168–1177. <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2012/11/duo10309?keyword=laskemiskyvyn>
- Salminen, J. B., Koponen, T. K., Leskinen, M., Poikkeus, A.-M., & Aro, M. T. (2015a). Individual variance in responsiveness to early computerized mathematics intervention. *Learning and Individual Differences*, 43, 124–131. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.09.002>
- Salminen, J., Koponen, T., Räsänen, P., & Aro, M. (2015b). Preventive support for kindergarteners most at-risk for mathematics difficulties: Computer-assisted intervention. *Mathematical Thinking and Learning*, 17(4), 273–295. <https://doi.org/10.1080/10986065.2015.1083837>
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). Early childhood mathematics education research. Learning trajectories for young children. New York: Routledge.
- Sirin, S. R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analysis review of research. *Review of Educational Research* 75(3), 417–453.
- Starkey, P., Klein, A., & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a prekindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly* 19(1), 99–120. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.002>
- Stock, P., Desoete A., & Roeyers, H. (2009). Mastery of counting principles in toddlers: A crucial step in the development of budding arithmetic abilities. *Learning and Individual Differences* 19(4), 419–422. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.03.002>
- SVT (2018). Suomen virallinen tilasto. Väestön koulutusrakenne [verkkojulkaisu]. Tilastokeskus. http://www.stat.fi/til/vkour/2018/vkour_2018_2019-11-05_tie_001_fi.html
- Toll, S. W., & Van Luit, J. E. H. (2012). Early numeracy intervention for low-performing kindergartners. *Journal of Early Intervention*, 34(4), 243–264. <https://doi.org/10.1177/1053815113477205>
- Toll, S. W., & Van Luit, J. E. H. (2014). Effects of remedial numeracy instruction throughout kindergarten starting at different ages: Evidence from a large-scale longitudinal study. *Learning and Instruction*, 33, 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.03.003>
- Toll, S. W., Van Viersen, S., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2015). The development of (non-)symbolic comparison skills throughout kindergarten and their relations with basic mathematical skills. *Learning and Individual Differences*, 38, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.12.006>
- Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (1999). Milestones in the development of infant numeracy. *Scandinavian Journal of Psychology*, 40, 65–71. <https://doi.org/10.1111/1467-9450.00099>
- Wang, A. H., Firmender, J. M., Power, J. R., & Byrnes, J. P. (2016). Understanding the program effectiveness of early mathematics interventions for prekindergarten and kindergarten environments: A meta-analytic review. *Early Education and Development*, 27(5), 692–713. <https://doi.org/10.1080/10409289.2016.1116343>
- Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infant. *Nature* 358, 749–750. <https://doi.org/10.1038/358749a0>
- Ysseldyke, J., Burns, M. K., Scholin, S. E., & Parker, D. C. (2010). Instructionally valid assessment within response to intervention. *Teaching Exceptional Children*, 42(4), 54–61. <https://doi.org/10.1177/004005991004200406>

LIITE

Taulukko 1

Interventio-ohjelman keskeiset sisällöt ja esimerkkiharjoitus opetustuokiosta (ks. tarkemmin verkkosivusto <https://blogs.helsinki.fi/thinkmath>)

Tuokio	Keskeinen sisältö	Esimerkkiharjoitus
1	Lukualue 0–3: luokittelua, pienen lukumäärän nopea tunnistaminen	Tunnista lukumäärä -peli, jossa harjoitellaan tunnistamaan nopeasti lukumääriä 1-3.
2	Lukualue 0–5: pienen lukumäärän nopea tunnistaminen, lukumäärän laskeminen, lukumäärien vertailua, oikea ja vasen	Harjoitellaan käsitteitä oikea ja vasen ja liitetään niihin lukumäärien laskemista toiminnallisesti (esim. hypitään 1-3 hyppyä oikealle) ja pelaamalla lautapeliä.
3	Lukualue 0–5: lukujen luetteleminen, lukusana-lukumäärä -vastaavuus	Harjoitellaan lukusana-lukumäärä vastaavuutta numerolorun ja sormien avulla.
4	Lukualue 0–5: 1-1-vastaavuus, kardinaalisuus, lukumäärä-lukusana-numerosymboli-vastaavuus	Esineiden laskeminen (koskettaen ja katseella) ja lukumäärään vastaavan numerokortin liittäminen.
5	Lukualue 0–5: 1-1-vastaavuus, kardinaalisuus, lukumäärän laskeminen (strukturoidu laskeminen), lukumäärä-lukusana-numerosymboli-vastaavuus	Esineiden laskeminen strukturoidusti munakennon (5 koloa) avulla ja lukumäärään vastaavan numerokortin liittäminen.
6	Lukualue 0–5: lukumäärän laskeminen, lukumäärä-lukusana-numerosymboli-vastaavuus, lukumäärien vertailu	Myrkkysieni-Heikki: tunnistetaan lukumääriä pistekor-teista ja lukuja numerokorteista.
7	Lukualue 0–5: lukumäärien vertailu, vertailumerkkiin tutustuminen, lukumäärän laskeminen	Krokotiilipeli, jossa tehdään lukumäärien vertailua, krokotiilin kidan kuvalla havainnollistetaan vertailu-merkki määrien välille.
8	Lukualue 0–5: lukumäärien vertailu, vertailumerkkiin tutustuminen, lukumäärän laskeminen	Lukujen vertailua –peli. Vertaillaan määriä ja tikuilla havainnollistetaan vertailumerkki lukujen välille.
9	Lukualue 0–5: lukujono, edellinen ja seuraava luku, järjestysluvut, lukumäärien vertailu	Järjestyslukuja harjoitellaan lapsijonossa sekä esineiden avulla.
10	Lukualue 0–10: lukujono, lukumäärän laskeminen, lukumäärä-lukusana-vastaavuus	Lukusana-lukumäärä vastaavuus numerolorun ja sormien avulla sekä Bingo-pelissä, jossa pitää yhdistää kuultu lukusana lukumäärään pelialustalla.
11	Lukualue 0–10: lukumäärän laskeminen, lukumäärä-lukusana-numerosymboli-vastaavuus, lukumäärien vertailu	Lukujen vertailua –peli. Vertaillaan määriä ja havainnollistetaan tikuilla vertailumerkki lukujen välille.
12	Lukualue 0–10: lukujono eteen- ja taaksepäin, puut-tuva luku lukujonossa	Luetellaan lukuja eteen- ja taaksepäin sekä järjeste-tään numerokortteja yhden ja kahden välein.
13	Lukualue 0–10: järjestysluvut, lukumäärän laskemi-nen (strukturoidu laskeminen), lukumäärien vertailu	Esineiden laskeminen strukturoidusti munakennon (10 koloa) avulla ja lukumäärään vastaavan numero-kortin liittäminen.
14	Lukualue 0–10: lukumäärien nopea tunnistaminen, lukumäärä-numerosymboli -vastaavuus	Pam-peli: käännetään yksitellen strukturoitu piste-kortti pakasta; kun se vastaa pöydällä olevaa nume-rokorttia, sanotaan PAM.
15	Lukualue 0–10: lukujen vertailua, lukumäärä-lukusa-na-numerosymboli -vastaavuus	Kummituspeli: lapsi nostaa numerokortteja pakasta niin kauan kuin uskaltaa ja sanoo kunkin luvun (luku-määrä-lukusana -vastaavuus).