

Vanhempien matematiikkavaikeuden yhteys 1. luokkalaisten matematiikan osaamiseen

Leena Sorvari

Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma

Syyslukukausi 2022

Opettajankoulutuslaitos

Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Sorvari, Leena. 2022. Vanhempien matematiikkavaikeuden yhteys 1. luokkalaisten matematiikan osaamiseen. Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. 36 sivua.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin vanhempien matematiikkavaikeuden yhteyttä 1. luokkalaisten matematiikan osaamiseen. Aiemmissä tutkimuksissa matematiikkavaikeutta on havaittu esiintyvän tietyissä perheissä enemmän kuin muilla (Esim. Shalev ym., 2001; Braham & Libertus, 2017; Desoete ym., 2013), mutta aiheita ei ole tutkittu vielä kovin kattavasti. Useissa aiemmissä tutkimuksissa vanhempien matematiikan taitoja ei ole testattu, vaan tulokset ovat perustuneet vanhempien omaan arvioon matematiikan taidoista. Tässä tutkimuksessa sekä vanhempien, että lasten matematiikan taitoja on testattu laajasti.

Tämä tutkimus perustuu Jyväskylän yliopiston *Vuorovaikutus, kasvu ja oppiminen* (VUOKKO) -pitkittäistutkimusaineistoon, johon on osallistunut yhteensä 512 oppilasta ja 252 vanhempaa. Aineistoa on analysoitu tilastollisin menetelmin pääasiassa korrelaatio- ja regressioanalyysia käyttäen.

Tutkimustulosten mukaan erityisesti äitien heikot matemaattiset taidot ennustivat 1. luokkalaisten huonompaa suoriutumista yhteen- ja vähennyslaskutaidoissa. Molempien vanhempien aritmeettiset taidot olivat yhteydessä heidän lastensa yhteenlasku-, vähennyslasku- ja lukujen suuruuserotaitoihin. Vanhempien koulutustaustalla ei ollut yhteyttä lasten matematiikan osaamiseen.

Tämän tutkimuksen tulokset tuovat uutta ja luotettavampaa tietoa vanhempien ja lasten matematiikan taitojen välisestä yhteydestä. Mahdollisimman aikaisten riskitekijöiden tunnistaminen matematiikan oppimisessa voi edesauttaa saamaan tukea riittävän ajoissa, jolla voi olla pitkäaikaisia myönteisiä vaikutuksia koulunkäyntiin, opiskeluun sekä työllistymiseen ja psyykkiseen hyvinvointiin myöhemmin aikuisuudessa (Eloranta 2019, Räsänen 2012).

Asiasanat: matematiikkavaikeus, dysleksia, oppimisvaikeus

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	2
SISÄLTÖ	3
1 JOHDANTO.....	4
1.1 Matematiikan oppimisvaikeuden määrittely	5
1.2 Matematiikan oppimisvaikeuden periytyvyys	6
1.3 Tutkimuskysymys	10
2 TUTKIMUSMENETELMÄT.....	11
2.1 Tutkimusaineisto.....	11
2.2 Mittarit ja muuttujat	12
2.2.1 Lasten matemaattiset taidot.....	12
2.2.2 Aikuisten matemaattiset taidot	13
2.3 Aineiston analyysi	15
2.4 Eettiset ratkaisut.....	17
3 TULOKSET.....	19
3.1 Kuvailevat tiedot.....	19
3.2 Vanhempien ja lasten matematiikan taitojen väliset yhteydet.....	20
3.3 Vanhempien matemaattiset vaikeudet lasten matematiikan taitojen ennustajana....	24
4 POHDINTA.....	27
LÄHTEET	32

1 JOHDANTO

Matematiikan oppimisvaikeuksia esiintyy noin 15–20 % lapsista ja nuorista, joista noin 3–7 prosentilla on laskemiskyvyn häiriö eli dyskalkulia (Soares ym., 2018; Shalev, 2004; Mononen ym., 2017). Parsons ja Brynnerin (2005) mukaan sujuvan laskutaidon puutteet vaikuttavat kouluttautumiseen ja työllistymiseen jopa enemmän kuin lukutaidon heikkous. Myös Elorannan (2019) tutkimuksessa havaittiin, että lapsuuden oppimisvaikeudet voivat aiheuttaa masennusta ja ahdistusta sekä työttömyyttä aikuisena. Aro ym. (2021) huomasi, että erityisesti oppilailla, joilla oli matematiikan oppimisvaikeutta, on kohonnut riski yleistyneeseen ahdistuneisuuteen. Matematiikan oppimisvaikeudet aiheuttavat haittoja ja kustannuksia yhteiskunnalle, perheille ja yksilöille, joten on tärkeää pyrkiä ymmärtämään mistä matematiikan oppimisvaikeudet johtuvat ja miten oppilaita, joilla on oppimisvaikeuksia matematiikassa, voidaan tukea (Desoete, 2013; Räsänen, 2012).

Aiempien tutkimusten pohjalta on näyttöä, että matematiikkavaikeus voi joissain määrin periä vanhemmilta lapsille (esim. Shalev, 2001; Desoete ym., 2013; Braham & Libertus, 2017; Navarro, 2018; Salminen, 2021; Khanolainen ym., 2020), mutta on myös tutkimuksia, joissa periytyvyydestä ei ole näyttöä (esim. Tosto, 2014; Bernabini ym., 2020; Baron-Cohen ym., 2014; Docherty ym., 2010). Matematiikan oppimisvaikeuksien periytyvyyttä on tutkittu kuitenkin suhteellisen vähän verrattuna esimerkiksi lukivaikkeuteen, vaikka matematiikkavaikeudet ovat yhtä yleisiä kuin lukivaikkeudet (ks. Räsänen, 2012; Shalev, 2004). Tässä tutkimuksessa tutkitaan vanhempien matematiikkavaikeuden yhteyttä heidän 8-vuotiaiden lastensa matematiikan taitoihin. Tutkimuksessa vanhempien matematiikan osaamisen arviointi perustuu yksilötesteihin, jolloin se tarkentaa ja lisää jo olemassa olevaa tutkimustietoa. Monissa aiemmissä tutkimuksissa vanhempien matematiikan osaamista ei ole testattu, vaan tieto on perustunut vanhempien omaan arvioon mahdollisesta matematiikkavaikeudesta (esim. Khanolainen, 2020; Salminen ym., 2021). Jos vanhemman matematiikkavaikeus on tie-

dossa, voidaan myös lapsen mahdollisia matematiikan oppimisen haasteita huomioida aiemmin ja tukea lapsen oppimista esimerkiksi erityisopetuksen tai neuropsykologisen kuntoutuksen avulla (Eloranta, 2019; Räsänen 2012).

1.1 Matematiikan oppimisvaikeuden määrittely

ICD10-tautiluokituksessa (THL 2012) matematiikkavaikkeudesta käytetään termiä dyskalkulia, joka tarkoittaa laskemiskyvyn häiriötä (F81.2, ICD-10). Termillä tarkoitetaan vaikeutta oppia ja hallita peruslaskutaitoja, kuten yhteen-, vähennys, kerto- ja jakolaskuja. Laskemiskyvyn häiriön kriteereihin kuuluu, että matematiikkavaikkeudet eivät selity yleisestä kehitysvammaisuudesta, neurologisesta häiriöstä tai puutteellisesta kouluopetuksesta. Tautiluokituksen mukaan myöskään oppimisvaikeuksia edistyneemmässä matematiikassa (esim. trigonometria, algebra) ei sisällytetä diagnoosiin (THL 2012). Laskemiskyvyn häiriön esiintyvyys väestöstä on noin 3–7 % riippuen hieman millaisia kriteereitä oppimisvaikeuksien arviointiin on käytetty (Soares ym., 2018; Shalev, 2004; Mononen ym., 2017). Matematiikkavaikeutta on tutkittu erityisesti genetiikan, neurobiologian ja epidemiologian näkökulmista, ja tutkimusten mukaan dyskalkulia on aivooperaistia (Shalev, 2001; Soares, 2018).

Matematiikan oppimisvaikeuksista kärsivillä peruslaskutaitojen ja/tai lukujärjestelmän ymmärtäminen on opetuksesta ja harjoittelusta huolimatta poikkeuksellisen työlästä (Koponen ym., 2019). Kaikilla matemaattisista vaikeuksista kärsivillä lapsilla ei kuitenkaan välttämättä ole matemaattisen laskemiskyvyn häiriötä, eli dyskalkuliaa (Mazzocco, 2008). Monosen ym. (2017) mukaan dyskalkulian omaavien lisäksi noin 10–15 % oppilailla matemaattiset taidot ovat selvästi ikätasoa heikkomat ja taitojen puute hankaloittaa selviytymistä matemaattisia taitoja vaativista arkielämän perustoiminnoista. Dyskalkuliaan verrattuna matematiikkavaikeus ei välttämättä ole neurologisen ja kognitiivisen toiminnan poikkeus, vaan se voi selittyä muilla tekijöillä (Mononen ym. 2017). Tässä tutkimuksessa käytetään termiä matematiikan oppimisvaikeus, joka pitää sisällään

matemaattisen laskemiskyvyn häiriön eli dyskalkulian sekä selkeästi keskimääräistä heikomman matemaattisen suoriutumiskyvyn ilman diagnosoitua laskemiskyvyn häiriötä.

Matematiikan oppimiseen liittyvät kognitiiviset taidot alkavat kehittyä jo ennen syntymää keskushermoston kehittymisen myötä ja noin kahdeksaan ikävuoteen saakka kehittyvät taidot muodostavat pohjan myöhemmin koulussa opetettaville matematiikan taidoille (Mononen ym., 2017). Matemaattisten taitojen kehittymisprosessille on laadittu useita teoreettisia malleja ikävaiheittain (esim. Aunio & Räsänen 2015; Sarama ja Clements 2009; Wright ym. 2006). Aunio ja Räsänen (2015) kehittämän matemaattisten taitojen mallin mukaan 5–8-vuotiaiden osalta keskeiset taitoalueet ovat lukumääräisyyden taju, laskemisen taidot, matemaattisten suhteiden ymmärtäminen sekä aritmeettiset perustaidot.

Aikuisena matematiikan oppimisvaikeus voi näkyä haasteina lukumääräisyyden tajussa, aritmeettisissa laskutaidoissa, matemaattisten faktojen muistamisessa (esim. kertotaulut), vaikeutena käyttää aritmeettisiä käsitteitä ja/tai haasteina matemaattisten ongelmien ratkaisemisessa (Kaufmann, 2020).

1.2 Matematiikan oppimisvaikeuden periytyvyys

Oppimisvaikeuksien ajatellaan johtuvan aivojen kehityksen erilaisuudesta, joissa perintötekijöillä on keskeinen merkitys, mutta aivojen kehitykseen vaikuttavat myös monet muut tekijät, kuten esimerkiksi erilaiset hermoston kehityksen lääketieteelliset riskitekijät, ravinto, lapsen kasvuympäristö, varhainen vuorovaikutus sekä opetus ja kuntoutus (Ahonen ym. 2019, s. 124). Ahonen ym. (2019) huomauttaa, että kehittyneissä maissa oppimisen eroja selittävät usein perintötekijät, koska erot esimerkiksi opetuksen laadussa ja ympäristötekijöissä ovat vähäisempiä kuin kehittyvissä maissa.

Oppimisvaikeuksia on tutkittu jonkin verran geenitasolla ja lukivaikeuden osalta alttiusgeenejä on löydetty useampia, mutta ne eivät selitä kuin murto-osan lukivaikeuden perinnöllisyydestä (ks. Ahonen ym., 2019). Myös matematiikan

oppimisvaikeuksiin on liitetty tiettyjä geenitekijöitä, ja on havaittu, että esimerkiksi tietyt geneettiset sairaudet voivat lisätä matematiikkavaikeuden riskiä, mutta tutkimusta tarvitaan vielä lisää (Soares ym., 2018). Ludwig ym. (2013) ja Davis ym. (2014) ovat löytäneet geenien ja matematiikan taitojen väliltä yhteyksiä, mutta on myös tutkimuksia, joissa geenien ja matematiikan taitojen välisiä yhteyksiä ei ole löydetty (Docherty ym., 2010; Baron-Cohen ym., 2014; Pettigrew ym., 2015).

Matematiikan oppimisvaikeuden periytyvyyttä tutkittaessa on kuitenkin huomattu, että henkilöillä, joilla on diagnosoitu dyskalkulia, on tavallista enemmän lähisukulaisia, joilla on myös matematiikan oppimisvaikeuksia (Shalev 2001; Desoete ym. 2013). Shalev ym. (2001) tutkimuksessa 39 diagnosoidun dyskalkulialapsen perhe ja lähisukulaiset tekivät aritmeettisiä taitoja mittaavia tehtäviä, ja he huomasivat, että jopa puolella lähimmistä sukulaisista oli myös laskemiskyvyn vaikeutta. Desoete ym. (2013) vertasivat dyskalkulialapsien sisarusien matematiikkataitoja lapsiin, joilla ei ollut diagnosoituja dyskalkuliasisaruksia, ja tutkimuksen mukaan dyskalkulialapsien sisarusukset suoriutuivat heikommien lukujanatehtävissä, laskutaidossa ja loogisessa päättelyssä.

Viime aikoina on tehty myös tutkimuksia sellaisten lasten ja vanhempien matematiikan taitojen yhteyksistä, joilla ei ole ollut etukäteen tiedossa matematiikkavaikeutta (Braham & Libertus, 2017; Navarro ym., 2018; Boriello ym., 2019; Bernabini, 2020; Khanolainen ym., 2020; Salminen ym., 2021; Tosto ym., 2014), mutta tutkimustulokset vanhempien ja lasten välisten taitojen yhteyksistä ovat hieman ristiriitaisia. Tosto ja kumppanit (2014) tutkivat (n=4518) kaksosten lukumääräisyystajua ja geenitekijät selittivät vain hieman lukumääräisyystaitoihin liittyvää vaihtelua, kun taas ympäristötekijöillä oli vahva yhteys lukumääräisyystaitoihin. Bernabini ym. (2020) tutkivat 64 esikouluikäisen lapsen ja heidän vanhempiansa matematiikan taitoja ja niiden välisiä yhteyksiä. Lasten taitoja mitattiin useilla erilaisilla tehtävillä (esim. esineiden laskeminen, ei-symbolisten määrien tunnistaminen ja prosessointinopeus). Myös vanhempien matematiikan osaamista mitattiin useilla erilaisilla laskutehtävillä sekä ei-symbolisella luku-

määrän arviointitehtävällä. Tutkimuksessa ei löydetty merkittäviä yhteyksiä lasten ja vanhempien matematiikan taitojen välillä, mutta numeerisella kotiympäristöllä oli positiivinen yhteys lapsen matemaattisiin taitoihin. Vaikka kotiympäristö on ollut joissakin tutkimuksissa vanhempien taitoja vahvempi selittäjä, esimerkiksi Boriello ym. (2019) huomasivat tutkittaessa 7-vuotiaiden adoptiolasten (n=195) sekä heidän syntymävanhempien ja nykyisten vanhempien matematiikan taitoja ja niiden välisiä yhteyksiä, että biologisten vanhempien taidoilla oli yhteys lasten matematiikantaitoihin, vaikka he eivät olleet eläneet samassa kasvatusympäristössä lastensa kanssa. Tämä tutkimus vahvistaa ajatusta, että vanhempien matematiikan taidot voivat periytyä jälkipolville.

Lukumääräisyystaidon on oletettu olevan synnynnäinen, ei-kielellinen taito, jonka perustana on kyky ymmärtää ja käsitellä lukumääriä koskevaa tietoa ja se on ajateltu olevan keskeinen kyky matemaattisen ajattelun ja taitojen kehityksessä (Dehaene, 2011). Lukumääräisyystaitoja tutkimalla voidaan selvittää varhaisia yksilöllisiä eroja matematiikan taidoissa ennen muodollista opetusta (Navarro ym., 2018). Navarro (2018) kollegoineen löysivät tutkittaessa pienten lasten (1–3 v.) lukumääräisyystaitoja merkitseviä yhteyksiä lasten ja vanhempien lukumääräisyystaitojen välillä, kun lasten kielitaito ja vanhempien yleinen matematiikan osaaminen oli otettu huomioon. Myös Braham ja Libertus (2017) tutkivat 5–8-vuotiaiden lasten ja heidän vanhempansa lukumääräisyystaitoja, ja heidän tutkimustulostensa mukaan lasten lukumääräisyystaidot korreloivat merkitsevästi vanhempien lukumääräisyystaitojen kanssa. Samassa tutkimuksessa huomattiin myös, että vanhempien matemaattiset taidot laskemisessa, suullisessa ongelmanratkaisussa ja lukuihin liittyvien faktojen muistamisessa ennustivat lasten matemaattisia taitoja. Navarron ym. (2018) ja Braham & Libertuksen (2017) tutkimukset viittaavat siihen, että lukumääräisyystaito voi periytyä vanhemmilta lapsille syntymähetkellä.

Suomessa viime aikoina vanhempien matematiikkavaikeuden yhteyttä lapsen matematiikan taitoihin ovat tutkineet Khanolainen ym. (2020) ja Salminen ym. (2021). Molempien tutkimusten mukaan vanhempien matematiikkavaikeus ennusti lapsen heikompa suoriutumista matematiikan tehtävissä. Khanolaisen

ym. (2020) tutkimuksessa seurattiin 2525 lasta päiväkotikäisestä 9.-luokalle Alkuportaati-hankkeessa. Lapset tekivät tutkimuksessa aritmeettiseen sujuvuuteen liittyviä tehtäviä luokilla 1, 2, 3, 4, 7 ja 9. ja aikuisilta kysyttiin, että onko heillä ollut vaikeuksia matematiikan oppimisessa. Tulosten mukaan sekä äidin että isän raportoima matematiikkavaikeus ennusti heidän lastensa heikompaa suoriutumista aritmeettisen sujuvuuden tehtävissä. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että molempien vanhemman oppimisvaikeus lisäsi lasten oppimisvaikeutta enemmän kuin vain yhden vanhemman raportoima oppimisvaikeus.

Salminen kollegoineen (2021) tutkivat myös vanhempien matematiikkavaikeuden yhteyttä lasten matematiikan taitoihin alle kouluikäisillä lapsilla VUOKKO-hankkeessa, jossa tämäkin tutkimus on tehty. Tutkimukseen osallistuvat 265 lasta tekivät ikätasonsa mukaisia numeerisia taitoja mittaavia tehtäviä noin 2, 3, 5 ja 6 vuoden iässä. Lapsilta tutkittiin laskutaitoa, lukumäärän tuottamista, lukujonotaitoja, numerosymbolin tunnistamista ja numerosymbolin nimeämistä. Tutkimuksen mukaan vanhempien raportoimalla matematiikkavaikeudella oli yhteys lasten matematiikan taitojen kehittymiseen. Erityisesti isän matematiikkavaikeus oli yhteydessä 2,5-vuotiaan lapsen numerosymboliseen tunnistamiseen ja äidin matematiikkavaikeus oli yhteydessä 3,5-vuotiaan lapsen laskutaitoon.

Kummassakin tutkimuksessa (Khanolainen ym., 2020 ja Salminen ym. 2021) oli myös huomioitu vanhempien koulutustaustan vaikutus lasten matematiikan taitoihin, mutta tulokset erosivat toisistaan. Khanolaisen ym. (2020) tutkimuksessa korkeammin koulutettujen vanhempien lapset olivat taitavampia aritmeettisen sujuvuuden tehtävissä, kun taas Salmisen ym. (2021) tutkimuksessa koulutustausta ei selittänyt lasten taitoeroja merkitsevästi. Tosin Salmisen ym. (2021) tutkimuksessa lapset olivat huomattavasti nuorempia kuin Khanolaisen ym. (2020) tutkimuksessa, jolloin mahdolliset koulutustaustasta johtuvat erot eivät välttämättä olleet vielä ehtineet vaikuttaa lapsiin. Molemmissa tutkimuksissa vanhempien matematiikkataitoja oli arvioitu ainoastaan kysymällä vanhemmalta, onko hän kokenut oppimisvaikeutta matematiikassa, mikä voi jonkin verran heikentää tutkimuksien luotettavuutta.

1.3 Tutkimuskysymys

Aiempien tutkimusten perusteella voidaan ajatella, että matematiikkavaikeus voi olla perinnöllistä (Shalev ym., 2001; Braham&Libertus, 2017; Desoete ym., 2013; Salminen, 2021; Navarro ym., 2018; Khanolainen ym., 2020), mutta on myös tutkimuksia, joissa yhteyttä ei ole pystytty vahvistamaan (esim. Docherty ym., 2010; Baron-Cohen 2014) tai muut tekijät, kuten esimerkiksi ympäristö, ovat olleet vahvempia selittäjiä (Tosto, 2014; Bernabini, 2020). Koska tutkimustulokset ovat hieman ristiriitaisia, tarvitaan lisää tutkimusta vanhempien ja lasten välisien matematiikkataitojen yhteyksistä. Lisäksi useissa tutkimuksissa vanhempien matemaattisia taitoja ei ole testattu testeillä (esim. Salminen ym., 2021; Khanolainen ym., 2020), vaan tutkimusaineisto vanhempien osalta on koostunut vain vanhempien omaan arvioon mahdollisesta matematiikkavaikkeudesta. Tässä tutkimuksessa halutaan selvittää vanhempien matematiikan taitojen ja matematiikkavaikkeuksien yhteyttä 1. luokkalaisten matematiikan osaamiseen. Tutkimuksessa vanhempien matematiikan osaamisen arviointi perustuu laajoihin matemaattisiin testeihin ja se voi lisätä tutkimuksen luotettavuutta ja tarkentaa jo olemassa olevaa tutkimustietoa verrattuna tutkimuksiin, joissa vanhemmat ovat pelkästään arvioineet itse mahdollista matematiikkavaikeuttaan.

Tämän tutkimuksen kohdejoukoksi on valittu ensimmäisen luokan oppilaat, jolloin mahdollisen kouluopetuksen laatuero ei ole päässeet vielä vaikuttamaan merkittävästi lasten osaamistasoihin. Tutkimuksessa on tutkittu äitien ja isien matematiikkataitojen vaikutuksia erikseen, koska useissa tutkimuksissa äitien ja isien taidot ovat olleet keskenään eri tavoilla yhteydessä lasten taitoihin (esim. Boriello ym., 2019; Salminen ym., 2021)

Tutkimuskysymys:

Missä määrin vanhempien matematiikan taidot ja matematiikkavaikkeudet ennustavat 1. luokkalaisten matemaattista osaamista?

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Tutkimusaineisto

Tämän tutkimuksen aineisto on osa VUOKKO (Vuorovaikutus, kasvu ja oppiminen) -pitkittäistutkimusaineistoa (Lerkkanen & Salminen, 2015–2019; Salminen ym., 2011–2023). VUOKKO-tutkimuksen tarkoituksena on lisätä ymmärrystä lasten kokonaisvaltaisesta oppimisesta ja kasvu- ja oppimisympäristöihin liittyvistä tekijöistä sekä pyrkiä saavuttamaan uutta tietoa lasten ja päiväkotihenkilöstön välisestä vuorovaikutuksesta suomalaisessa varhaiskasvatuksessa ja peruskoulun alaluokilla. Tutkimuksessa on seurattu samoja lapsia 2–3-vuotiaasta asti, ja heitä seurataan kolmannelle luokalle saakka. Erityisesti kouluvaiheessa lapsilta on tutkittu matematiikan ja lukemisen taitoja, motivaation kehittymistä, vuorovaikutuksen laatua, heidän opettajiensa pedagogisia ohjauskäytäntöjä sekä koti- ympäristöön liittyviä tekijöitä (mm. vanhempien matematiikan ja lukemisen taitoja). Lasten tutkimukset on toteutettu Jyväskylän alueen päiväkodeissa ja alakouluilla vuodesta 2015 alkaen. Aikuisten lukemisen ja matematiikan taitotestit on suoritettu Jyväskylän yliopistolla vuonna 2021.

Tutkimukseen on osallistunut yhteensä 512 oppilasta. Tämän tutkimuksen tutkimusaineistoon on otettu mukaan kaikki VUOKKO-tutkimukseen osallistuneet 2013 syntyneet lapset (N=184), joiden toinen tai molemmat vanhemmat ovat tehneet myös aikuisten taitotestit. Tutkimusaineistossa olevien lasten keski-ikä oli 7 v 11kk (min.= 7 v 5kk, max. = 8 v 4kk). Tutkittavista lapsista 47,8 % (N=88) oli tyttöjä ja 52,2 % (N=96) oli poikia. Tähän tutkimukseen osallistuvista lapsista 36,9 % (N=68) lapsen molemmat vanhemmat osallistuivat tutkimukseen, 42,4 % (N=78) lapselta vain äiti ja 20,7 % (N=38) lapselta vain isä. Tutkittavia aikuisia oli yhteensä 252, joista 57,9 % (N=146) oli äitejä ja 42,1 % (N=106) isiä.

Vanhempia pyydettiin kertomaan sekä omasta, että puolison koulutustasosta seitsemänportaisella asteikolla [1 = ei ammatillista koulutusta (äidit 0,7 %, isät 2,8 %, 2 = ammatillinen koulutus (esim. ammattikoulu) (äidit 13,7 %, isät 11,3%), 3 = opistotasoinen koulutus (esim. tekninen opisto) (äidit 3,4%, isät 5,7%),

4 = ammattikorkeakoulu (äidit 30,1%, isät 24,5 %), 5 = yliopisto (äidit 34,2%, isät 19,8%), 6 = lisensiaatti tai tohtori (äidit 2,7%, isät 4,7%) ja 7 = tällä hetkellä opiskelivat (äidit 2,7%, isät 2,8%)]. Äideistä 86,3 % (N=126) ja isistä 71,7 % (N=76) oli ilmoittanut koulutustaustansa.

2.2 Mittarit ja muuttujat

2.2.1 Lasten matemaattiset taidot

Lasten matemaattisia taitoja on tässä tutkimuksessa mitattu viidellä eri taitotestillä, yhteenlasku-, vähennyslasku-, lukujen suuruusero-, lukujen vertailu- ja lukujen kirjoittamistehtävällä. Tutkijat ovat teettäneet taitotestit lasten omilla kouluilla keväällä 2021 kun lapset ovat olleet ensimmäisellä luokalla. Taitotestit on suoritettu yhteisesti koko luokan oppilaiden kanssa tutkijoiden ohjeistamana yhdellä oppitunnilla. Jokaisessa tehtävässä lapsen tuli tehdä niin monta tehtävää kuin pystyi tietyssä ajassa. Oppilas ohjeistettiin tekemään tehtävä mahdollisimman huolellisesti ja tarkasti, mutta hyppäämään tehtävän yli, jos se tuntui erityisen vaikealta. Jokaista tehtävätyyppiä harjoiteltiin parilla tehtävällä ennen ajanottoa. Oppilaita neuvottiin korjaamaan mahdollinen virhe suttaamalla ja tekemällä viereen uusi merkintä, jotta aikaa ei menisi pyyhekumin käyttämiseen. Taitotestien pistemäärät koostuvat tehtävien oikeista vastauksista. Ylihypättyjä ja väärä vastauksia ei ole huomioitu pistemäärissä.

Yhteenlasku- (Koponen & Mononen, 2010a) ja vähennyslaskutehtävissä (Koponen & Mononen 2010b) lapsella oli 2 minuuttia aikaa laskea niin monta laskua kuin mahdollista (esim. 2+4 tai 5-2). Molemmissa testeissä oli yhteensä 120 tehtävää. Lukujen suuruuserojen hahmottamista tutkittiin Koposen (2021) laatimalla tehtävällä, jossa lapsen piti verrata kahta lukua keskenään ja kirjoittaa lukujen alla olevaan laatikkoon, kuinka paljon suurempi toinen luku oli toista lukua. Tehtävässä oli yhteensä 40 lukuparia ja tehtävän tekemiseen oli aikaa yksi minuutti.

Lukujen vertailutehtävässä (Brankaer ym., 2017) piti verrata kahta lukua keskenään ja yliviivata suurempi luku. Lukupareja oli yhteensä 60 ja aikaa tehtävän tekemiseen oli 45 sekuntia. Lukujen kirjoittamista testattiin motorisen nopeuden testillä (Koponen, 2021), jossa piti kirjoittaa mahdollisimman nopeasti ja tarkasti vieressä oleva luku viivalle. Tehtävässä oli yhteensä 90 lukua ja tehtävän tekemiseen oli aikaa 45 sekuntia.

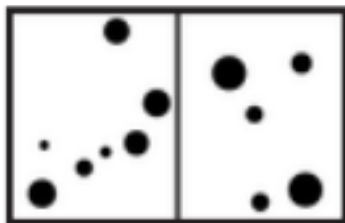
2.2.2 Aikuisten matemaattiset taidot

Aikuisten matemaattisia taitoja mitattiin viidellä eri taitotestillä, ei-symbolisella määrienvertailu-, aritmetiikka-, kertolasku, RMAT- ja KTLT- testillä. Aikuiset tekivät tehtävät yksitellen Jyväskylän yliopiston tiloissa tutkijan ohjauksessa.

Ei-symbolisessa määrien vertailutestissä tehtävänä oli silmämääräisesti arvioida kahdessa laatikossa olevien pallojen lukumääriä ja vetää viiva sen laatikon yli, jossa palloja näytti olevan enemmän (Kuvio 1).

Kuvio 1.

Esimerkkikuva ei-symbolisesta määrien vertailutehtävästä



Tutkittavaa ohjeistettiin arvioimaan pallojen määrä laskemisen sijaan ja eteneään mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. Ennen testin alkua tutkittava sai harjoitella kahdella laatikkoparilla. Tehtävässä oli yhteensä 30 laatikkoparia ja tutkija mittasi ajastimella, kuinka kauan tehtävän tekemiseen meni aikaa. Tässä tutkimuksessa tehtävän pistemääränä on käytetty oikeiden vastausten lukumäärä jaettuna tehtävään käytetyllä ajalla.

Aritmetiikkatehtävässä (Aunola & Räsänen 2007) oli 28 laskutehtävää. Tehtävässä ohjeistettiin laskemaan niin monta laskua 3 minuutissa kuin ehtii. Jos jokin tehtävä tuntui vaikealta, tehtävän sai hypätä yli. Laskutehtävät sisälsivät yh-

teen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskuja sekä kokonaisluvuilla että desimaaliluvuilla (esim. $40: 8-3$ tai $11 * 3,2$). Ennen ajanottoa sai harjoitella neljällä harjoituslaskulla. Virheelliset vastaukset pyydettiin suttaamaan ja tekemään uusi vastaus viereen. Kokonaispistemäärä muodostui laskutehtävien oikeista vastauksista. Kertolaskutehtävä koostui 120 kertolaskusta, jotka olivat lukualueilla 1–9 (esim. $7*4$). Kertolaskujen laskemiseen oli aikaa kaksi minuuttia. Jos kertolasku oli vaikea, sen sai hypätä yli. Kokonaispistemäärä muodostui oikein lasketuista tehtävistä.

RMAT-laskutaidon testi (Räsänen 2004) on standardoitu testi, jota voi käyttää yhtenä välineenä laskemiskyvyn häiriön määrittelyssä. Testin malli on poimittu amerikkalaisesta WRAT (*Wide-Range Achievement Test*) -tasotestistä ja muokattu suomalaista opetuskulttuuria vastaavaksi. RMAT-laskutaidon testi sisältää 56 yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskutehtävää. Tehtävät sisälsivät lisäksi raha-, tilavuus- ja aikalaskuja sekä yhtälönratkaisutehtäviä. Tehtävän tekemiseen oli aikaa 10 minuuttia ja virheiden korjaamiseen sai käyttää pyyhekumia. Tyhjä tilaa paperissa sai käyttää myös laskemiseen. Tehtävät ohjeistettiin laskemaan järjestyksessä, mutta hankalalta tuntuvat tehtävät sai hypätä yli. Tehtävän kokonaispistemäärä oli oikein laskettujen tehtävien lukumäärä.

Viidentenä testinä oli KTLT-laskutaidon testi (Räsänen & Leino 2005), joka on kehitetty nuorten aikuisten laskutaidon arviointiin ja se mittaa peruskoulussa opetettavan matematiikan sisältöjen hallintaa pääpainona peruslaskutaitojen soveltaminen. Laskutaidon testissä on peruslaskutoimitusten (yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolasku) lisäksi myös mittayksikkömuunnoksia, geometriaa, algebraa ja lukujen pyöristämistä. KTLT-testistä on laadittu neljä eri versiota (A, B, C ja D) ja tässä tutkimuksessa on käytetty A-versiota. Laskutaidon testissä oli yhteensä 40 laskutehtävää ja aikaa tehtävän tekemiseen oli 30 minuuttia. Tehtävien laskemiseen sai käyttää apupaperia. Tehtävät ohjeistettiin tekemään rauhallisesti ja jos jokin tehtävä tuntui ylivoimaiselta, sai siirtyä seuraavaan tehtävään ja halutesaan palata takaisin yrittämään kesken jäänyttä tehtävää. Tehtävän kokonaispistemäärä oli kaikkien oikein laskettujen tehtävien lukumäärä.

Taustamuuttujana tässä tutkimuksessa on käytetty ainoastaan vanhempien koulutustaustaa. Vanhempia pyydettiin kertomaan koulutustaustastaan seitsemänportaisella asteikolla: 1 = ei ammatillista koulutusta, 2 = ammatillinen koulutus, 3 = opistotasoinen koulutus, 4 = ammattikorkeakoulu, 5 = yliopisto, 6 = lisensiaatti tai tohtori ja 7 = tällä hetkellä opiskelevat. Analyysissa ”tällä hetkellä opiskelevat” on yhdistetty ”ei ammatillista koulusta” -kategorian kanssa.

2.3 Aineiston analyysi

Aineisto analysoitiin IBM SPSS Statistics 26 -ohjelmalla. Aluksi lasten ja vanhempien taitotestipistemäärämuuttujista muodostettiin kuvailevat tunnusluvut ja muuttujien normaalisuutta tarkasteltiin taitotestitulosten normaalijakaumia silmäääräisesti tutkimalla ja katsomalla jakaumien vinous- ja huipukkuuslukuja (Taulukko 3). Taitotestipistemäärät näyttivät melko normaaleilta, joten muuttujia tutkittiin parametrisilla testeillä.

Lasten ja aikuisten matematiikkataitojen ja koulutuksen välisiä yhteyksiä tarkasteltiin ensin Pearsonin korrelaatiokertoimilla. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös vanhempien taitotestien keskinäisiä yhteyksiä, jotta saatiin selville, kuinka paljon taitotestit ovat mahdollisesti mitanneet samoja asioita. Pearsonin korrelaatiotestien mukaan kaikki vanhempien mitatut muuttujat korreloivat keskenään tilastollisesti merkitsevästi lukuun ottamatta isien lukumäärien vertailun yhteyttä aritmetiikka-, RMA- ja KTLT-testeihin (Taulukko 1).

Taulukko 1.

Vanhempien taitojen keskinäiset Pearsonin korrelaatiokertoimet

		Aritmetiikka	Kertolasku	RMAT	KTLT
Äidit	Aritmetiikka	1			
	Kertolasku	0.56***	1		
	RMAT	0.67***	0.63***	1	
	KTLT	0.64***	0.51***	0.74***	1
	Lukumäärien vertailu	0.17*	0.32***	0.30***	0.17*
Isät	Aritmetiikka	1			
	Kertolasku	0.64***	1		
	RMAT	0.68***	0.67***	1	
	KTLT	0.65***	0.53***	0.64***	1
	Lukumäärien vertailu	0.01	0.27**	0.12	0.11

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

Vanhempien taitojen välisistä korrelaatioista (Taulukko 1) havaittiin, että erityisesti aritmetiikka-, kertolasku-, RMAT- ja KTLT-aidot korreloivat vahvasti keskenään. Kaikkien taitotestimuuttujien ollessa mukana Cronbachin alfat olivat äideillä 0.62 ja isillä 0.60. Jos taitotestimuuttujaryhmistä jätettiin pois muuttuja "Lukumäärien vertailu", reliabiliteetti kasvoi hieman (äidit 0.66 ja isät 0.65). Tämän vuoksi osassa jatkoanalyseista aritmetiikka-, kertolasku-, RMAT- ja KTLT-aidot on yhdistetty summamuuttujaksi ja lukumäärien vertailumuuttuja on jätetty itsenäiseksi muuttujaksi.

Vanhempien matematiikkavaikeuden yhteyttä heidän lastensa matematiikan osaamiseen tutkittiin Pearsonin korrelaatiokertoimien lisäksi lineaarisella regressioanalyysillä, jossa lasten matematiikan taitoja selitettiin vanhempien matematiikan taidoilla yksittäin (aritmetiikka, kertolasku, RMAT, KTLT ja lukumäärien vertailu) sekä vanhempien taidoista muodostetulla summamuuttujalla ja lukumäärien vertailumuuttujalla. Summamuuttujan muodostamista varten vanhempien taitotestituloksia tarkasteltiin Cronbachin alfatarkastelujen lisäksi faktorianalyysillä ja huomattiin, että aritmetiikka-, kertolasku-, RMAT- ja KTLT-testitulokset latautuivat yhdelle faktorille ja lukumäärien vertailutulokset latautuivat omalle faktorilleen. Tästä syystä lukumäärien vertailutulokset pidettiin regressioanalyysissä omana muuttujana ja muista muuttujista muodostettiin

standardoitu keskiarvosummamuuttuja. Isien ja äitien taitotestien keskinäiseen vertailuun ja lasten matemaattisia taitojen vertailuun eri sukuryhmissä käytettiin parittaista t-testiä.

Aineiston analyysissä lasten ja vanhempien matematiikkataitojen välistä yhteyksiä on tarkasteltu matematiikkavaikeuden näkökulmasta. Matematiikkavaikeus on määritelty tässä tutkimuksessa niin, että kaikkien tutkimuksessa mukana olleiden vanhempien aritmetiikka-, kertolasku-, RMAT-, KTLT- ja lukumäärien vertailutestitulokset on standardoitu ja laskettu yhteen. Koska tutkimusten mukaan noin 15–20 % ihmisistä esiintyy oppimisvaikeuksia matematiikassa (esim. Soares ym., 2018; Shalev, 2004; Mononen ym., 2017), näistä summapistemääristä on laskettu 15. persentiili, joka on tässä tutkimuksessa asetettu mahdollisen matematiikkavaikeuden raja-arvoksi. Tällöin vanhemmat, joiden summapistemäärä on alle tuon raja-arvon, on tässä tutkimuksessa oletettu omaavan matematiikkavaikeutta.

2.4 Eettiset ratkaisut

Ihmistutkimuksissa tulee Suomessa noudattaa ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettisiä periaatteita ja ennen tutkimusta on tarvittaessa pyydettävä eettisen toimikunnan lausunto (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2019). Tässä tutkimuksessa on käytetty VUOKKO-tutkimushankkeen aineistoa. VUOKKO-hanke on käynyt läpi Jyväskylän yliopiston eettisen ennakoarvioinnin ja saanut puoltavan lausunnon eettiseltä lautakunnalta (20.5.2020 lausunto nro 613/13.00.04.00/2020). Tutkimushanketta varten on myös laadittu EU:n tietosuojalainsäädännön mukainen tietosuojailmoitus, joka löytyy hankkeen verkkosivuilta (<https://www.jyu.fi/edupsy/fi/tutkimus/hankkeet-projects/vuokko/tutkimuksen-tietosuojailmoitus>).

Tutkimuksen alkuvaiheessa kaupungin opetustoimelta kysyttiin kirjallinen tutkimuslupa koulujen osallistumisesta tutkimukseen. Sen jälkeen tutkimukseen osallistuvilta kouluilta kysyttiin rehtoreiden lupa ottaa yhteyttä luokanopettajiin.

Luokanopettajilta tiedusteltiin halukkuutta lähteä mukaan tutkimukseen ja halukkaat allekirjoittivat suostumuslomakkeet. Tutkimukseen mukaan lähtevien luokkien vanhemmille ja heidän lapsilleen lähetettiin tarkat tiedot tutkimuksen kulusta ja kirjalliset suostumuslomakkeet allekirjoitettavaksi. Alle 15-vuotiaiden lapsien vanhemmilta täytyy pyytää myös suostumus tutkimukseen osallistumisesta (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2019). Kaikilla tutkimukseen osallistuvilla, sekä opettajilla ja oppilailta oli mahdollisuus keskeyttää tutkimus missä vaiheessa tahansa ja tästä muistutettiin oppilaita vielä tutkimustilanteessa. Jos alaikäisen osallistuminen tutkimukseen ei ole henkilön edun ja tahdon mukaista, tutkimus tulee hänen kohdaltansa keskeyttää (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2019). Olin itse mukana tekemässä tutkimuskäyntejä ja useassa tapauksessa tutkimus keskeytettiin, jos lapsi itse halusi tai ilmeni muita esteitä tutkimuksen edetessä (esimerkiksi yllättävä päänsärky).

Henkilökohtaisia tietoja sisältävän tutkimuksessa henkilötiedot on poistettava aineistosta, kun ne eivät ole tarpeellisia tutkimuksen kannalta (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2019). Tässä tutkimuksessa oppilaat kirjoittivat tutkimuspapereihinsa oman etunimensä ja tarvittaessa sukunimensä alkukirjaimen, jos luokassa useammalla oli sama etunimi. Tutkimuspaperit vietiin heti tutkimuksen jälkeen lukolliseen kaappiin, joka sijaitsi yliopistolla lukollisessa huoneessa. Näin tutkimusaineistoihin ei ollut pääsyä muilla kuin henkilöillä, joilla oli tietojen käsittelyyn asianmukainen peruste (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2019). Tutkimuspapereita ei myöskään saanut käsitellä yliopiston tilojen ulkopuolella. Tutkimusaineisto tallennettiin sähköiseen muotoon numerokoodilla, jolloin henkilötiedot poistuivat tutkimusaineistosta. Myös tutkimuskoulut ja opettajat koodattiin papereihin numerokoodin, jolloin koulut ja opettajat eivät olleet tunnistettavissa. Näin tutkimusaineistoa voitiin käsitellä anonyymisti.

Kaikki tutkijat allekirjoittivat ennen oman tutkimustyönsä alkua sopimuksen VUOKKO-aineiston käytöstä, jossa sitouduttiin mm. käyttämään aineistoa vain sovittuihin tutkimustarkoituksiin, huolehtimaan vaitiolovelvollisuudesta koko tutkimuksen ajan, säilyttämään aineistoa turvallisessa paikassa ja huolehtimaan aineiston hävittämisestä asianmukaisesti tutkimuksen jälkeen.

3 TULOKSET

3.1 Kuvailevat tiedot

Lasten ja heidän vanhempiansa tekemien taitotestituloksien kuvailevat tiedot ovat taulukossa 2. Kaikkien taitotestitulosten jakaumat olivat melko normaalijakautuneita ja jakaumissa oli sen verran vähän poikkeavia havaintoja, että niiden ei ajateltu vaikuttavan tuloksiin (kahdella lapsella oli osassa testeistä yli kolmen keskihajonnan verran parempi tulos kuin muilla). Kuvailevista tiedoista huomattiin, että äitien keskiarvot olivat kaikissa taitotesteissä hieman isien testituloksia matalammat. Tämän vuoksi äitien ja isien taitotestituloksia verrattiin riippumattomien otosten t-testillä, jonka mukaan isien taitotestitulokset olivat äitejä paremmat tilastollisesti merkitsevästi aritmetiikkatestissä ($t(250) = -5.322, p < .001$) ja KTLT-testissä ($t(249) = -5.991, p < 0.001$). Äitien ja isien välisiä taitoja vertailtaessa efektikoko (Cohen d) aritmetiikassa oli 0.69 ja KTLT-testissä 0.76. Muiden muutujien kohdalla äitien ja isien välisten erojen efektikoot olivat hyvin pieniä (alle 0.21).

Tyttöjen ja poikien välisiä taitoeroja testattiin riippumattomien otosten t-testillä, ja tilastollisesti merkitsevä ero löytyi ainoastaan lukujen kirjoittamisessa ($t(169) = 4.44, p < 0.001$). Tyttöjen lukujen kirjoittamisen keskiarvo oli 24.3 (kh 7.5) kirjoitettua lukua 45 sekunnissa ja poikien 19.8 (kh 6.2).

Taulukko 2.

Kuvailevat tiedot matematiikan taitotestituloksista

		N	Ka	Kh	Min	Max	V	H
Lapset	Yhteenlasku	184	19.19	7.28	0	49	0.57	1.15
	Vähennyslasku	184	13.60	6.91	0	40	0.93	1.20
	Lukujen vertailu	184	27.57	7.61	0	60	-0.43	3.18
	Lukujen suuruuserot	184	13.00	6.82	0	40	0.42	1.05
	Lukujen kirjoittaminen	184	21.92	7.19	2	45	0.18	0.66
Äidit	Aritmetiikka	146	15.12	3.79	4	25	0.12	-0.44
	Kertolasku	146	47.96	21.64	11	119	0.75	0.30
	RMAT	146	42.95	6.86	22	55	-0.53	0.08
	KTLT	145	26.79	6.39	7	40	-0.52	0.14
	Lukumäärien vertailu	145	0.63	0.18	0.27	1.1	0.15	-0.49
Isät	Aritmetiikka	106	17.75	4.02	7	28	-0.20	0.02
	Kertolasku	106	52.72	23.87	20	119	0.64	-0.44
	RMAT	106	43.95	7.14	19	55	-0.68	0.44
	KTLT	106	31.47	5.73	7	39	-1.30	2.68
	Lukumäärien vertailu	106	0.64	0.16	0.22	1.05	-0.02	-0.29

N=tutkittavien lukumäärä. Ka=Keskiarvo. Kh=Keskihajonta. Min=minimi. Max=maksimi. V=vinokkuus. H=huipukkuus

3.2 Vanhempien ja lasten matematiikan taitojen väliset yhteydet

Lasten ja vanhempien välisien taitojen yhteyksiä tutkittiin laskemalla Pearsonin korrelaatiokertoimet taitotestitulosten välille (Taulukko 3). Äitien ja isien kaikki taitotestitulokset isien lukumäärien vertailutuloksia lukuun ottamatta olivat tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä lasten yhteenlaskutaitoihin. Lapsen vähennyslaskutaitoihin olivat yhteydessä äidin aritmetiikka-, kertolasku-, RMAT- ja KTLT-testitulokset sekä isien kertolasku- ja aritmetiikkatestitulokset. Myös lasten lukujen suuruuserotaitoihin olivat yhteydessä äitien ja isien aritmetiikka-, kertolasku- ja KTLT-testitulokset sekä isien RMAT-testitulokset. Lasten lukujen vertailutaitoihin tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä oli ainoastaan äitien lukumäärien vertailu. Vanhempien koulutus ei ollut korrelaatiotarkastelujen mukaan tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä lasten matemaattisiin taitoihin.

Taulukko 3.

Lasten matematiikan taitojen ja heidän vanhempiensa matematiikan taitojen väliset korrelaatiokertoimet

		Lapsen taidot				
		Yhteenlasku	Vähennyslasku	Lukujen suuruusero	Lukujen vertailu	Lukujen kirjoittaminen
Lapset	Yhteenlasku	1				
	Vähennyslasku	0.82***	1			
	Lukujen suuruusero	0.70***	0.70***	1		
	Lukujen vertailu	0.47***	0.46***	0.41***	1	
	Lukujen kirjoittaminen	0.32***	0.30***	0.22**	0.53***	1
Äidit	Aritmetiikka	0.28***	0.25**	0.17*	0.04	0.06
	Kertolasku	0.32***	0.31**	0.26**	0.15	0.12
	RMAT	0.17*	0.18*	0.11	-0.00	0.02
	KTLT	0.19*	0.17*	0.20*	0.00	0.06
	Lukumäärien vertailu	0.18*	0.09	0.07	0.18*	0.07
Isät	Aritmetiikka	0.26**	0.29**	0.27**	0.16	0.07
	Kertolasku	0.32***	0.24*	0.24*	0.07	0.10
	RMAT	0.21*	0.15	0.21*	0.08	0.01
	KTLT	0.22*	0.13	0.22*	0.06	0.03
	Lukumäärien vertailu	0.04	0.04	0.05	-0.06	-0.14
Koulutus	Äiti	0.15	0.09	0.10	0.03	0.10
	Isä	-0.04	-0.02	-0.10	0.12	0.06

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

Vanhempien ja lasten välisten taitojen yhteyttä tarkasteltiin seuraavaksi lineaarisella regressioanalyysillä, jossa selitettävänä muuttujana oli jokainen lasten taitotestimuuttuja erikseen ja selittäjänä olivat äidin ja isän taitotestimuuttajat (taulukko 4). Äitien kertolaskutaidot selittivät tilastollisesti merkitsevästi lasten yhteenlasku-, vähennyslasku- ja lukujen suuruuserotaitoja ja isien taidoista kertolaskutaidot selittivät lasten yhteenlaskutaitoja ja aritmetiikkataidot vähennyslaskutaitoja.

Taulukko 4.

Lineaarisen regressioanalyysin standardoidut regressiokertoimet ja selitysasteet, selitettävänä muuttujana lasten matemaattiset taidot, selittäjänä aikuisten matemaattiset taidot

		Lapsen taidot				
		Yhteenlasku	Vähennyslasku	Lukujen suuruusero	Lukujen vertailu	Lukujen kirjoittaminen
		β				
Äidit	Aritmetiikka	0.22	0.13	0.04	0.04	0.03
	Kertolasku	0.27*	0.29**	0.28*	0.20	0.16
	RMAT	-0.24	-0.10	-0.26	-0.20	-0.16
	KTLT	0.07	0.02	0.22	-0.00	0.07
	Lukumäärien vertailu	0.12	0.00	0.19	0.17	0.05
	R ²	0.14	0.11	0.10	0.06	0.03
	Isät	Aritmetiikka	0.09	0.35*	0.12	0.22
Kertolasku		0.31*	0.16	0.11	-0.03	0.24
RMAT		-0.10	-0.15	-0.04	-0.01	-0.15
KTLT		0.07	-0.08	0.07	-0.06	0.00
Lukumäärien vertailu		-0.04	0.02	0.02	-0.05	-0.17
R ²		0.11	0.11	0.09	0.03	0.05

* p< .05; ** p<.01; *** p<.001.

Vanhempien tehtävien tulokset korreloivat vahvasti keskenään aiheuttaen multikollineaarisuutta regressioanalyysiin (Taulukko 1), jonka vuoksi taulukon 4 tilastolliset merkitsevyydet eivät ole tulkittavissa suoraviivaisesti. Siksi lasten ja vanhempien välisien taitojen yhteyttä tarkasteltiin myös lineaarisella regressioanalyysillä, jossa lasten matemaattisia taitoja selitettiin muuttujista aritmetiikka, kertolasku, RMAT ja KTLT muodostetulla standardoidulla keskiarvosummamuuttujalla sekä lukumäärien vertailumuuttujalla (taulukko 5). Regressioanalyysin perusteella voidaan todeta, että aikuisten matemaattiset taidot aritmetiikka-, kertolasku-, RMAT- ja KTLT-testien summamuuttujilla mitattuna ovat yhteydessä tilastollisesti merkitsevästi lasten yhteenlasku-, vähennyslasku- ja lukujen suuruuserotaitoihin.

Taulukko 5.

Lineaarisen regressioanalyysin standardoidut regressiokertoimet ja selitysasteet, selitettävänä muuttujana lasten matemaattiset taidot, selittäjänä standardoitu keskiarvosummamuuttuja molempien vanhempien taidoista (aritmetiikka, kertolasku, RMAT ja KTLT) sekä lukumäärien vertailu-muuttuja.

		Lasten taidot				
		Yhteenlasku	Vähennyslasku	Lukujen suuruusero	Lukujen vertailu	Lukujen kirjoittaminen
		β				
Äidit	Summamuuttuja	0.25**	0.26**	0.21*	0.00	0.06
	Lukumäärien vertailu	0.11	0.02	0.01	0.12	0.05
	R ²	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01
Isät	Summamuuttuja	0.30**	0.24*	0.28**	0.12	0.08
	Lukumäärien vertailu	-0.00	0.01	0.00	-0.08	-0.15
	R ²	0.09	0.06	0.08	0.02	0.03

* p< .05; ** p<.01; *** p<.001.

Aineistossa 68 lapsen (29 tyttöä, 39 poikaa) molempien vanhempien taidot on testattu. Näistä vanhemmista (N=136) kolmella äidillä ja seitsemällä isällä oli tutkijan arvioimaa matematiikkavaikeutta. Näiden lasten matematiikan taitoja on ennustettu molempien vanhempien matematiikan taidoilla lineaarisella regressioanalyysillä (taulukko 6). Regressioanalyysissä selittäjänä muuttujana on molempien vanhempien aritmetiikka-, kertolasku-, RMAT- ja KTLT-taitotesteistä muodostettu standardoitu keskiarvosummamuuttuja. Lukumäärien vertailu -muuttuja on jätetty tarkastelusta pois, koska se ei lisännyt mallin selitysastetta. Lineaarisen regressioanalyysin mukaan äitien ja isien matemaattiset taidot aritmetiikka-, kertolasku-, RMAT- ja KTLT-testien summamuuttujilla mitattuna ovat yhteydessä lasten yhteenlasku- ja vähennyslaskutaitoihin sekä isien taidot lasten lukujen suuruuserotaitoihin.

Taulukko 6.

Lineaarisen regressioanalyysin standardoidut regressiokertoimet ja selitysasteet, selitettävänä muuttujana lasten matemaattiset taidot, selittäjänä standardoitu keskiarvosummamuuttuja molempien vanhempien taidoista (aritmetiikka, kertolasku, RMAT ja KTLT) Analyysissä mukana lapset (ja heidän vanhempat), joiden molemmat vanhemmat on testattu.

		Lasten taidot				
		Yhteenlasku	Vähennyslasku	Lukujen suuruusero	Lukujen vertailu	Lukujen kirjoittaminen
		β				
Äidit	Summamuuttuja	0.27*	0.25*	0.15	0.11	0.16
Isät	Summamuuttuja	0.32**	0.24*	0.34**	0.09	0.04
	R ²	0.19	0.13	0.15	0.02	0.03

* p< .05; ** p<.01; *** p<.001.

3.3 Vanhempien matemaattiset vaikeudet lasten matematiikan taitojen ennustajana

Lopuksi tarkasteltiin vanhempien matemaattisten vaikeuksien ja lasten matematiikan taitojen välisiä yhteyksiä. Tässä tutkimuksessa vanhempien matematiikkavaikeus oli määritelty niin, että kaikkien tutkimuksessa mukana olleiden vanhempien aritmetiikka-, kertolasku-, RMAT-, KTLT- ja lukumäärien vertailutestitulokset oli standardoitu ja laskettu yhteen. Koska tutkimusten mukaan noin 15–20 % ihmisistä esiintyy oppimisvaikeuksia matematiikassa (esim. Soares ym., 2018; Shalev, 2004; Mononen ym., 2017), näistä summapistemäärästä oli laskettu 15. persentiili, joka oli tässä tutkimuksessa asetettu mahdollisen matematiikkavaikeuden raja-arvoksi. Tällöin vanhemmat, joiden summapistemäärä oli alle tuon raja-arvon, oli tässä tutkimuksessa oletettu omaavan matematiikkavaikeutta.

Riippumattomalla t-testillä tarkasteltaessa äitien (N=15) ja isien (N=14) testitulokset lukumäärien vertailutuloksia lukuun ottamatta olivat tilastollisesti merkitsevästi (p<.001) heikompia matematiikkavaikeuksia omaavilla kuin niillä vanhemmilla, joilla ei ollut matematiikkavaikeutta.

Seuraavaksi haluttiin verrata niiden lasten taitoja, joiden vanhemmalla jommalla kummalla (N=27) tai molemmalla (N=1) vanhemmalla on matematiikkavaikeutta niiden lasten (N=156) taitoihin, joiden vanhemmilla ei ollut matematiikkavaikeutta (Taulukko 7). Riippumattoman otoksen t-testien mukaan lasten taitojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Ryhmien välille laskettiin myös Cohenin d, jonka mukaan yhteen- ja vähennyslaskuryhmien välillä oli pieni merkitsevä ero.

Taulukko 7.

Kahden riippumattoman otoksen T-testitulokset lasten matematiikan taidoista matematiikkavaikeusryhmien välillä

Lasten taidot	Vanhemmilla ei matematiikkavaikeutta			Vanhemmilla matematiikkavaikeus			df	t	d
	N	Ka	Kh	N	Ka	Kh			
Yhteenlasku	156	19.5	7.5	28	17.6	5.6	182	1.28	-0.29
Vähennyslasku	156	13.9	7.2	28	12.0	4.3	58	1.87	-0.32
Lukujen vertailu	156	27.5	7.8	28	27.7	6.7	182	-0.09	0.03
Lukujen suuruuserot	156	13.3	6.9	28	11.5	6.2	182	1.29	-0.27
Lukujen kirjoittaminen	156	22.0	7.4	28	21.6	5.9	182	0.28	-0.06

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001.

Ka=keskiarvo, Kh=keskihajonta, t=T-testisuure, d=Cohenin

Lopuksi verrattiin niiden lasten taitoja, joiden vanhemmilla ei ollut matematiikkavaikeutta niiden lasten taitoihin, joiden vanhemmilla oli matematiikkavaikeutta erikseen äitien ja isien ryhmissä (Taulukko 8). Riippumattomien otosten t-testin mukaan niiden lasten, joiden äideillä oli matematiikkavaikeutta, oli tilastollisesti merkitsevästi huonommat matematiikan taidot yhteen- ja vähennyslaskuissa verrattuna lapsiin, joiden kummallakaan vanhemmalla ei ollut matematiikkavaikeutta (yhteenlasku $t(23)=2.73$, $p=0.21$) ja vähennyslasku $t(34)=3.95$, $p<.001$).

Taulukko 8.

Kahden riippumattoman otoksen T-testitulokset ja Cohenin d lasten matematiikan taidoista äidin ja isän matematiikkavaikeusryhmissä

Lasten taidot	Ei matematiikkavaikeutta vanhemmilla			Matematiikkavaikeus äidillä					Matematiikkavaikeus isällä				
	N	Ka	Kh	N	Ka	Kh	t	d	N	Ka	Kh	t	d
Yhteenlasku	156	19.5	7.5	15	15.9	4.5	2.73*	-0.58	14	19.4	6.1	0.06	-0.01
Vähennyslasku	156	13.9	7.2	15	10.1	2.9	3.95***	-0.69	14	14.0	4.7	-0.06	0.02
Lukujen vertailu	156	27.5	7.8	15	26.4	6.7	0.63	-0.15	14	28.9	6.5	-0.61	0.20
Lukujen suuruuserot	156	13.3	6.9	15	10.8	6.1	1.50	-0.38	14	11.8	6.4	0.79	-0.23
Lukujen kirjoittaminen	156	22.0	7.4	15	20.9	5.9	0.68	-0.16	14	22.8	5.9	-0.39	0.12

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001, Ka=keskiarvo, Kh=keskihajonta, t=T-testisuure, d=Cohenin d

4 POHDINTA

Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää, onko vanhempien matematiikan taidoilla ja matematiikkavaikeudella yhteyttä 1. luokkalaisten matematiikan osaamiseen. Matematiikkavaikeuden periytyvyyttä ei ole vielä tutkittu kovin runsaasti ja monissa aiemmissa tutkimuksissa erityisesti aikuisten matemaattiset testaukset ovat jääneet vähälle. Esimerkiksi uusimmissa Suomessa tehdyissä lasten ja vanhempien välisiä matematiikan taitoja mittaavissa tutkimuksissa (Khanolainen ym., 2020 ja Salminen ym., 2021) vanhempien matematiikkavaikeutta oli kysytty vanhemmilta itseltään vain yhdellä kysymyksellä eikä vanhempien matematiikan todellista osaamista ollut testattu. Tässä tutkimuksessa lasten ja heidän vanhempiansa matemaattiset taidot on tutkittu laajoilla testeillä. Tutkimustulosten mukaan molempien vanhempien aritmeettiset matematiikan taidot olivat yhteydessä heidän lastensa yhteenlasku-, vähennyslasku- ja lukujen suuruuserotaitoihin. Erityisesti äitien matematiikkavaikeus ennusti 1. luokkalaisten huonompaa suoriutumista yhteen- ja vähennyslaskutaidoissa. Vanhempien lukumääräisyystaidoilla ja koulutustaustalla ei ollut vahvaa yhteyttä 1. luokkalaisten matematiikan taitoihin.

Tässä tutkimuksessa vanhempien aritmeettisten taitojen ja lasten yhteenlasku-, vähennyslasku- ja lukujen suuruuserotaitojen välillä oli vahva yhteys. Myös Boriello ym. (2019), Khanolainen ym. (2020) ja Salminen ym. (2021) löysivät tutkimuksissaan yhteyksiä lasten ja vanhempien matematiikan taitojen väliltä. Boriellon ym. (2019) lähes samanikäisiin (7 v.) adoptiolapsiin kohdistuneessa tutkimuksessa aikuiset ja lapset tekivät aritmeettiseen sujuvuuteen liittyviä tehtäviä. Tutkimuksessa havaittiin yhteys molempien vanhempien ja heidän biologisten lastensa matematiikan taitojen välillä. Khanolaisen ym. (2020) tutkimuksessa molempien vanhempien raportoima matematiikkavaikeus ennusti heidän kouluikäisten lastensa heikompa suoriutumista aritmeettisen sujuvuuden tehtävissä. Myös Salmisen ym. (2021) tutkimuksessa havaittiin yhteyksiä vanhempien raportoiman matematiikkavaikeuden ja alle kouluikäisten lasten matematiikan

taitojen välillä. Tämän tutkimuksen tulokset ovat samassa linjassa aiempien matematiikkavaikeuden perinnöllisyyttä koskevien tutkimusten kanssa (esim. Shalev, ym. 2001 & Desoete ym. 2013), joissa matematiikkavaikeudesta kärsivien lähisukulaisissa havaittiin tavanomaista enemmän matematiikan oppimisvaikeutta.

Tässä tutkimuksessa haluttiin tutkia erikseen äitien ja isien matematiikkavaikeuden vaikutusta lasten matematiikan osaamiseen, koska aiemmissa tutkimuksissa on ollut viitteitä siitä, että äitien ja isien matematiikkavaikeus voi ennustaa lasten taitoja eri tavalla (esim. Salminen ym., 2021). Heidän tutkimuksessaan äidin matematiikkavaikeus oli yhteydessä 3,5-vuotiaan lapsen laskutaitoihin ja isien matematiikkavaikeus oli yhteydessä 2,5-vuotiaan lapsen numerosymbolien tunnistamiseen. Tässä tutkimuksessa erityisesti äitien matematiikkavaikeus ennusti 1.luokkalaisten heikompia yhteen- ja vähennyslaskutaitoja. Yksi mahdollinen selitys erityisesti matematiikkavaikeudesta kärsivien äitien vaikutuksesta lasten taitoihin tässä tutkimuksessa voi olla se, että heidän matematiikan taidot olivat tilastollisesti merkitsevästi heikommat kuin isillä, joilla oli matematiikkavaikeus. Tämä voi viitata siihen, että tutkimukseen osallistuvien äitien matematiikkavaikeus oli vakavampi kuin tutkimukseen osallistuvien isien ja sitä kautta saattoi vaikuttaa tutkittaviin lapsiin voimakkaammin. Tosin tutkimuksen osallistuvien vanhempien joukko ei ollut kovin suuri, joten lisätutkimus aiheesta suuremmalla tutkimusjoukolla on tarpeen. Khanolaisen ym. (2020) tutkimuksessa myös havaittiin, että molemman vanhemman oppimisvaikeus lisäsi lasten oppimisvaikeutta enemmän kuin vain yhden vanhemman raportoima oppimisvaikeus. Tässä tutkimuksessa oli vain yksi lapsi, jonka molemmilla vanhemmilla oli matematiikkavaikeutta. Jatkotutkimuksia varten olisi hyvä pyrkiä saamaan tutkittavaksi erityisesti matematiikkavaikeuksista kärsiviä tutkittavia.

Lukumääräisyyden tajun on oletettu olevan yksi keskeinen kyky maattisen ajattelun ja taitojen kehityksessä (Dehane, 2011). Sekä Navarro (2018), että Braham ja Libertus (2017) löysivät tutkimuksissaan yhteyksiä lasten ja vanhempien lukumääräisyydestä taitojen väliltä. Tässä tutkimuksessa aikuisten luku-

määräisyystajua mittaavat testitulokset eivät olleet yhteydessä lasten matemaattisiin taitoihin, kuten ei myöskään Bernabinin ym. (2020) tutkimuksessa. Tämän tutkimuksen tulokset lukumääräisyystajun osalta voivat johtua myös siitä, että lasten lukumääräisyystajua ei tutkittu tässä tutkimuksessa ei-symbolisella määrientunnistustehtävällä kuten aikuisilla, vaan kaikki lasten tekemät testit perustuivat symbolisiin tehtäviin. Jatkossa olisi myös tarpeellista tutkia lasten lukumääräisyystajua ei-symbolisilla testeillä.

Lasten ja heidän vanhempiansa matematiikan taitojen yhteyteen voi liittyä myös muita kuin perinnöllisiä tekijöitä. Toston ym. (2014) ja Bernabinin ym. (2020) tutkimuksissa ympäristötekijöillä oli perimää vahvempi yhteys matemaattikantaitojen kehittymiseen. Tässä tutkimuksessa otettiin huomioon myös vanhempien koulutustausta, mutta se ei ollut yhteydessä lasten matematiikan osaamiseen. Aiemmat tutkimukset vanhempien koulutuksen vaikuttavuudesta lasten matematiikan osaamiseen ovat olleet osittain ristiriitaisia. Khanolaisen ym. (2020) tutkimuksessa korkeammin koulutettujen vanhempien lapset olivat taitavampia aritmeettisen sujuvuuden tehtävissä, kun taas Salmisen ym. (2021) tutkimuksessa vanhempien koulutustausta ei selittänyt lasten taitoeroja. Khanolaisen ym. (2020) tutkimuksessa aritmeettisiä testejä tehneet lapset olivat keskimäärin vanhempia (11k-9lk) kuin tässä tutkimuksessa ja Salmisen ym. (2021) tutkimuksessa nuorempia (3-5 v). Vanhempien koulutustausta saattaa vaikuttaa lasten osaamiseen vasta vanhempana esimerkiksi kasvuympäristön kautta.

Tämän tutkimuksen vahvuutena oli lasten sopiva ikä matematiikan taitojen tutkimiseen. Ensimmäisellä luokalla olevilla lapsilla on jo taitoja tehdä erilaisia matematiikan osaamista mittaavia tehtäviä, mutta kouluopetus ei ole vielä merkittävästi päässyt vaikuttamaan lasten matematiikan taitoihin (Shalev 2001). Toisaalta tutkimuksen luotettavuutta on voinut heikentää mahdollisesti jännittävä tutkimustilanne ensimmäisen luokan oppilaille. Tutkimusta tuli suorittamaan vieraat tutkijat ja tilanne oli tavanomaisesta oppitunnista poikkeava. Lisäksi testitehtäviä oli melko paljon tehtävänä yhden tunnin aikana (oppilaat tekivät myös muita testejä, kuin tässä tutkimuksessa mainitut). Tutkijat kuitenkin pyrkivät tut-

kimustilanteessa korostamaan, että kyseessä ei ollut tilanne, jota tarvitsisi jännittää, ja oppilaat saivat rauhassa tehdä sen verran tehtäviä, mikä heistä tuntui mielekkäältä ja vireystasoon sopivalta. Jännitystä on voinut myös olla vanhempien joukossa. Esimerkiksi vanhemmat, jotka eivät ole kokeneet olevansa kovin taitavia matematiikassa, ovat voineet jäädä tarkoituksella tutkimuksesta pois. Tutkimustuloksista voidaan huomata, että äitien testitulokset ovat heikommat kuin isien. Aiempien tutkimusten mukaan miesten ja naisten matematiikantaidot eivät yleisesti kuitenkaan poikkea toisistaan (esim. Lindberg ym., 2010). Onkin mahdollista, että heikot matematiikan taidot omaavat isät voineet jäädä tutkimuksesta kokonaan pois esimerkiksi mahdollisen matematiikka-ahdistuksen vuoksi. Olisi hyvä kannustaa erityisesti heikot matematiikan osaajat osallistumaan jatkotutkimuksiin. Jatkotutkimuksissa olisi hyvä pyrkiä ottamaan huomioon myös muita mahdollisia matematiikan oppimiseen ja osaamiseen liittyviä tekijöitä. Myös lukivaikeudella ja tarkkaavaisuushäiriöillä voi olla yhteyttä matematiikan osaamiseen (esim. Child ym. 2019; Korpipää ym. (2020). Korpipään ym. (2020) tutkimuksen mukaan 1–7. -luokkalaisten luku- ja laskutaidossa ilmenevästä vaihtelusta jopa 30 % oli yhteisvaihtelua. Koposen (2019, s.212) mukaan myös tunteet, minäuskomukset ja motivaatio voivat liittyä matematiikan oppimiseen.

Tämän tutkimuksen rajoituksena voidaan pitää matematiikkavaikeuden määrittelyä. Tutkimuksessa vanhempien matematiikkavaikeus määriteltiin laskemalla vanhempien testitulosten summamuuttujasta raja-arvoksi 15. persentiili (noin 15–20 % ihmisistä on matematiikkavaikeutta (esim. Mononen, 2017)) ja olettamalla tuon raja-arvon alittavat ihmiset henkilöiksi, joilla on matematiikkavaikeus. Tällä tavalla määriteltynä matematiikkavaikeus on vain tutkijan tekemä arvio henkilöistä, joilla on mahdollisesti matematiikkavaikeutta. Jatkossa vanhempien matematiikkavaikeuden määrittelyyn olisi hyvä olla ratifioitu raja-arvo, jonka perusteella voisi luotettavammin erotella tutkittavien joukosta henkilöt, joilla on matematiikkavaikeutta. Tutkimuksen rajoitteena voidaan myös pitää sitä, että tutkimus on toteutettu ainoastaan yhdellä paikkakunnalla ja

lasten tutkimukset on tehty tietyillä kouluilla, jolloin tutkimusjoukko voi olla valikoitunutta. Tutkimuskoulut olivat kuitenkin keskenään hyvin erilaisia, tutkimuksessa oli mukana pieniä kyläkouluja ja päiväkotikouluja suurempien kaupunkikoulujen lisäksi. Samalla paikkakunnalla toteutetut tutkimukset mahdollistivat sen, että samat tutkijat pystyivät tekemään kaikki testaukset ja tutkimustilanteet olivat tällöin mahdollisimman samankaltaisia lisäten tutkimuksen luotettavuutta.

Tämä tutkimus vahvistaa aiempaa tietoa siitä, että vanhempien matematiikan taidoilla ja matematiikkavaikeudella on yhteys heidän lastensa matematiikan osaamiseen. Erityisesti opettajien on tärkeä tunnistaa matematiikan oppimisen riskitekijät mahdollisimman varhain, jotta niistä kärsivät oppilaat saisivat monipuolista, täsmällistä ja oikea-aikaista tukea. Mahdollisen matematiikkavaikeuden ilmetessä opettaja voi ottaa hienovaraisesti asian keskusteluun oppilaan vanhempien kanssa, jotta tilanteeseen voidaan suhtautua myös kotona oikein. Vanhemmat ovat voineet kärsiä myös itse matematiikkavaikeudesta ja se on voinut aiheuttaa esimerkiksi matematiikka-ahdistusta, mikä voi heijastua lapsen asenteeseen matematiikan oppimista kohtaan (Maloney ym., 2015). Opettajan on myös oman ja koulun tukitoimien lisäksi hyvä antaa tietoa matematiikkavaikeudesta lapselle ja vanhemmille. Matematiikkavaikeuteen on olemassa tehokasta tukea, ohjausta ja kuntoutusta, jolla voi olla pitkäaikaisia myönteisiä vaikutuksia koulunkäyntiin ja opiskeluun sekä työllistymiseen ja psyykkiseen hyvinvointiin myöhemmin aikuisuudessa (Eloranta 2019, Räsänen 2012).

LÄHTEET

- Ahonen, T., Aro, M., Aro, T., Lerkkanen, M. & Siiskonen, T. (2019). Kehityksen yksilöllisyyden ymmärtäminen ja oppimisvaikeudet. *Oppimisen vaikeudet*.
- Aro, T., Eklund, K., Eloranta, A., Ahonen, T. & Rescorla, L. (2021). Learning Disabilities Elevate Children's Risk for Behavioral-Emotional Problems: Differences Between LD Types, Genders, and Contexts. *Journal of learning disabilities*, 2221942110562-222194211056297.
<https://doi.org/10.1177/00222194211056297>
- Aunio, P., & Räsänen, P. (2015). 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., & Räsänen, P. (2007). The 3-minutes basic arithmetic test. Unpublished test material. Jyväskylä, Finland.
- Baron-Cohen, S., Murphy, L., Chakrabarti, B., Craig, I., Mallya, U., Lakatosova, S., . . . Warrier, V. (2014). A genome wide association study of mathematical ability reveals an association at chromosome 3q29, a locus associated with autism and learning difficulties: A preliminary study. *PloS one*, 9(5), e96374. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096374>
- Bernabini, L., Tobia, V., Guarini, A. & Bonifacci, P. (2020). Predictors of Children's Early Numeracy: Environmental Variables, Intergenerational Pathways, and Children's Cognitive, Linguistic, and Non-symbolic Number Skills. *Frontiers in psychology*, 11, 505065.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.505065>
- Borriello, G. A., Ramos, A. M., Natsuaki, M. N., Reiss, D., Shaw, D. S., Leve, L. D. & Neiderhiser, J. M. (2020). The intergenerational transmission of mathematics achievement in middle childhood: A prospective adoption design. *Developmental science*, 23(6), e12974-n/a.
<https://doi.org/10.1111/desc.12974>

- Braham, E. J. & Libertus, M. E. (2017). Intergenerational associations in numerical approximation and mathematical abilities. *Developmental science*, 20(5), e12436-n/a. <https://doi.org/10.1111/desc.12436>
- Brankaer, C., Ghesquière, P. & De Smedt, B. (2016). Symbolic magnitude processing in elementary school children: A group administered paper-and-pencil measure (SYMP Test). *Behavior research methods*, 49(4), 1361-1373. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0792-3>
- Child, A. E., Cirino, P. T., Fletcher, J. M., Willcutt, E. G. & Fuchs, L. S. (2019). A Cognitive Dimensional Approach to Understanding Shared and Unique Contributions to Reading, Math, and Attention Skills. *Journal of learning disabilities*, 52(1), 15-30. <https://doi.org/10.1177/0022219418775115>
- Davis, O. S. P., Band, G., Pirinen, M., Haworth, C. M. A., Meaburn, E. L., Kovas, Y., . . . Spencer, C. C. A. (2014). The correlation between reading and mathematics ability at age twelve has a substantial genetic component. *Nature communications*, 5(1), 4204. <https://doi.org/10.1038/ncomms5204>
- Dehaene, S. (2011). *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics. Revised and Updated Edition.*
- Desoete, A., Praet, M., Titeca, D. & Ceulemans, A. (2013). Cognitive phenotype of mathematical learning disabilities: What can we learn from siblings? *Research in developmental disabilities*, 34(1), 404-412. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.08.022>
- Docherty, S. J., Kovas, Y., Petrill, S. A. & Plomin, R. (2010). Generalist genes analysis of DNA markers associated with mathematical ability and disability reveals shared influence across ages and abilities. *BMC genetics*, 11(1), 61. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-11-61>
- Eloranta, A. (2019). A follow-up study of childhood learning disabilities: Pathways to adult-age education, employment and psychosocial wellbeing. Jyväskylän yliopisto.

- Kaufmann, L., von Aster, M., Göbel, S. M., Marksteiner, J., & Klein, E. (2020). Developmental dyscalculia in adults. *Lernen und Lernstörungen*.
<https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000294>
- Khanolainen, D., Psyridou, M., Silinskas, G., Lerkkanen, M., Niemi, P., Poikkeus, A. & Torppa, M. (2020). Longitudinal Effects of the Home Learning Environment and Parental Difficulties on Reading and Math Development Across Grades 1–9. *Frontiers in psychology, 11*, 577981.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.577981>
- Koponen, T., Salminen, J. & Sorvo, R. (2019). Matematiikan perustaitojen oppimisvaikeudet. Teoksessa Ahonen, T., Aro, M., Aro, T., Lerkkanen, M-L., Siiskonen, T. (toim.) *Oppimisen vaikeudet*. (s. 3424-349). Niilo Mäki Insituutti.
- Koponen, T. & Mononen, R. (2010a). (Unpublished). The 2-minute addition fluency test.
- Koponen, T. & Mononen, R. (2010b). (Unpublished). The 2-minute subtraction fluency test.
- Koponen, T. (2021). (Unpublished). The Number Relation Task.
- Korpipää, H., Moll, K., Aunola, K., Tolvanen, A., Koponen, T., Aro, M. & Lerkkanen, M. (2020). Early cognitive profiles predicting reading and arithmetic skills in grades 1 and 7. *Contemporary educational psychology, 60*, 101830. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101830>
- Lerkkanen, M.-K., & Salminen, J. (2015–2019). Vuorovaikutus, Kasvu & Oppiminen (VUOKKO) -tutkimus. Varhaiskasvatus. Julkaisematon. Jyväskylän yliopisto.
- Lindberg, S. M., Hyde, J. S., Petersen, J. L. & Linn, M. C. (2010). New Trends in Gender and Mathematics Performance: A Meta-Analysis. *Psychological bulletin, 136*(6), 1123-1135. <https://doi.org/10.1037/a0021276>
- Ludwig, K. U., Sämann, P., Alexander, M., Becker, J., Bruder, J., Moll, K., . . . Czamara, D. (2013). A common variant in myosin-18B contributes to mathematical abilities in children with dyslexia and intraparietal sulcus

variability in adults. *Translational psychiatry*, 3(2), e229.

<https://doi.org/10.1038/tp.2012.148>

- Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2015). Intergenerational Effects of Parents' Math Anxiety on Children's Math Achievement and Anxiety. *Psychological Science*, 26(9), 1480–1488. <https://doi.org/10.1177/0956797615592630>
- Mazzocco. M. M. M., Devlin. K. T. & McKenney. S. J. (2008). Is it a Fact? Timed Arithmetic Performance of Children With Mathematical Learning Disabilities (MLD) Varies as a Function of How MLD is Defined. *Developmental neuropsychology*. 33(3). 318-344. <https://doi.org/10.1080/87565640801982403>
- Mononen, R., Aunio, P., Väisänen, E., Korhonen, J. & Tapola, A. (2017). *Matemaattiset oppimisvaikeudet*. PS-kustannus.
- Navarro, M. G., Braham, E. J. & Libertus, M. E. (2018). Intergenerational associations of the approximate number system in toddlers and their parents. *British journal of developmental psychology*, 36(4), 521-539. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12234>
- Parsons. S.. & Bynner. J. (2005). Does numeracy matter more?. *National Research and Development Centre for adult literacy and numeracy*. London: Institute of Education. University of London 2005
- Pettigrew. K., Valles. S., Moll. K., Northstone. K., Ring. S., Pennell. C., Consortium. S et al. (2015). Lack of replication for the myosin-18b association with mathematical ability in independent cohorts. *Genes, brain and behavior*. 14(4). 369-376. <https://doi.org/10.1111/gbb.12213>
- Räsänen. P. (2004). *RMAT – Laskutaidon testi*. Jyväskylä: NMI.
- Räsänen. P. & Leino. L. (2005). *KTLT – Laskutaidon testi luokka-asteille 7-9*. Jyväskylä: NMI.
- Räsänen, P. (2012). *Laskemiskyöyn häiriö eli dyskalkulia*. Suomalainen Lääkärisseura Duodecim.
- Salminen, J., Khanolainen, D., Koponen, T., Torppa, M., & Lerkkanen, M.-K. (2021). Development of Numeracy and Literacy Skills in Early Childhood :

A Longitudinal Study on the Roles of Home Environment and Familial Risk for Reading and Math Difficulties. *Frontiers in Education*, 6, Article 725337. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.725337>

Salminen, J., Lerkkanen, M.-K., & Torppa, M. (2021–2023). Vuorovaikutus, Kasvu & Oppiminen (VUOKKO) -tutkimus. Varhaiset kouluvuodet. Julkaisematon. Jyväskylän yliopisto.

Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. Routledge.

Shalev, R. S., Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y. & Gross-Tsur, V. (2001). Developmental Dyscalculia Is a Familial Learning Disability. *Journal of learning disabilities*, 34(1), 59-65.

<https://doi.org/10.1177/002221940103400105>

Shalev, R. S. (2004). Developmental Dyscalculia. *Journal of child neurology*, 19(10), 765-771. <https://doi.org/10.1177/08830738040190100601>

Soares, N., Evans, T., & Patel, D. R. (2018). Specific learning disability in mathematics: a comprehensive review. *Translational pediatrics*. 7(1). 48–62.

<https://doi.org/10.21037/tp.2017.08.03>

THL. (2012). *Psykiatrisen luokituskäsikirja. Suomalainen tautiluokitus ICD-10:n psykiatrisiin liittyvät diagnoosit. Luokitukset, termistöt ja tilasto-ohjeet 1/2012*. Helsinki: Terveyden ja hyvinvoinnin laitos.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2019). *Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa*.

Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019.

https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden_eettisen_ennakoarvioinnin_ohje_2020.pdf

Tosto, M., Petrill, S., Halberda, J., Trzaskowski, M., Tikhomirova, T., Bogdanova, O., . . . Kovas, Y. (2014). Why do we differ in number sense? Evidence from a genetically sensitive investigation. *Intelligence (Norwood)*, 43(100), 35-46. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.12.007>

Wright, R. J., Stanger, G., Stafford, A. K., & Martland, J. (2006). *Teaching Number: Advancing Children's Skills and Strategies*. Sage.