

Het effect van een embodied cognition training op rekenvaardigheden

Maartje van Os

Masterprogramma Orthopedagogiek

Universiteit van Utrecht

2014-2015

Naam:	Maartje van Os
Studentnummer:	3955273
Cursuscode:	200500130
Naam thesisbegeleider:	Willemijn Schot
Tweede beoordelaar:	Jaccoline van 't Noordende
Datum:	29-6-2015
Aantal woorden:	3707

Voorwoord

Voor u ligt de masterthesis van M. van Os. Na het afstuderen aan de opleiding HBO Pedagogiek zocht ik nog een nieuwe uitdaging. Deze heb ik gevonden met de universitaire masteropleiding Orthopedagogiek op de Universiteit Utrecht. Het schrijven van mijn masterthesis kan ik de grootste uitdaging van de opleiding noemen. Gelukkig is het me met behulp van mijn thesisbegeleider(s) gelukt om het tot een goed eind te brengen. Willemijn Schot en, tijdens haar zwangerschapsverlof, Anne van Hoogmoed hebben mij zeer goed begeleid en geholpen met de onderdelen van de masterthesis. Het is voor mij een groot leerproces geweest en hierdoor een belangrijk onderdeel van mijn studieloopbaan. Ik heb met veel plezier met de doelgroep gewerkt. Ik wil hiervoor de basisscholen bedanken en alle kinderen die mee hebben willen en mogen werken aan het onderzoek. Zonder medewerking van deze scholen, was dit onderzoek niet tot stand gekomen.

Samenvatting

Het doel van dit onderzoek was om door middel van een trainingsstudie te bestuderen of de mate van embodied cognition bepalend is voor het verbeteren van de rekenvaardigheden. Twee verschillende varianten van een tablettraining met betrekking tot de getallenlijn zijn aangeboden waarbij één training met een grotere mate van embodied cognition (experimentele training) en één training met een kleinere mate van embodied cognition (controle training). De verwachting was dat de experimentele training voor een grotere voortgang van de rekenvaardigheden zou zorgen ten opzichte van de controle training. Hiervoor is geen bewijs gevonden. Wel zijn de rekenvaardigheden bij beide trainingen vooruit gegaan over tijd.

Trefwoorden: embodied cognition, rekenvaardigheden, getallenlijn, ruimtelijk inzicht

Abstract

The main goal of this study was to examine whether the amount of embodied cognition determinative is to improve numeracy skills. Two different versions of a tablettraining were given to two different groups of children. One training contained a large amount of embodied cognition (experimental training) and one training contained a small amount of embodied cognition (control training). The expectation was that the experimental training would ensure a bigger progress in numeracy skills than the control training. There was no evidence found to support this hypothesis. The numeracy skills improved in both trainings over time.

Keywords: embodied cognition, numeracy skills, numberline, mental number line, spatial awareness

HET EFFECT VAN EMBODIED COGNITION TRAINING OP REKENVAARDIGHEDEN

Het effect van een embodied cognition training op rekenvaardigheden.

Ondanks dat er veel onderzoek is gedaan naar rekenvaardigheden is er nog weinig gekeken of een training gebaseerd op de theorie van embodied cognition kan zorgen voor een verbeterde rekenvaardigheid en hoe embodied cognition vormgegeven moet worden. Link, Moeller, Huber, Fischer, & Nuerk (2013) hebben een training ontwikkeld die gebaseerd is op de theorie van embodied cognition. Deze training heeft betrekking op de mentale getallenlijn. Zij stellen dat kinderen meer baat hebben bij een “real life” training waarbij embodied cognition een grote rol speelt dan een tablettraining, waarbij embodied cognition vrijwel geen rol speelt, wanneer het gaat om het ontwikkelen van rekenvaardigheden. Zij hebben echter nog niet bepaald of de mate van de aanwezige embodied cognition uitmaakt. Het onderzoek van Link en collega's (2013) gebruikte één tablettraining en een real life training. Er is echter nog niet bepaald of de inhoudelijke vormgeving van de tablettraining van invloed is. Het zou kunnen zijn dat een andere vorm van tablettraining zorgt voor een even grote stijging van de rekenvaardigheden. Mogelijk kan een minimale vorm van embodied cognition in de tabletversie al zorgen voor meer vooruitgang op de rekenvaardigheden dan de tabletversie die gebruikt is in het onderzoek van Link en collega's. In dit onderzoek zal bepaald worden of de mate van embodied cognition een essentiële factor is in het effect van de training op het toenemen van de rekenvaardigheden.

Rekenvaardigheid is één van de ontwikkelingsvoorwaarden voor schoolgaande kinderen. Aan de basis van deze rekenvaardigheden staat het getalbegrip, ook wel number sense genoemd. Getalbegrip bestaat uit basale vaardigheden zoals het herkennen van getallen, vergelijken van hoeveelheden, tellen en ordenen (Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010). Door deze basisvaardigheden kunnen kinderen leren om te gaan met grotere hoeveelheden en gedeelten van getallen (Munn, 1994). Daarnaast leren ze om inschattingen te maken van hoeveelheden. Dit hangt samen met ruimtelijk inzicht (Thrift, 2004). Ruimtelijk inzicht bestaat onder andere uit de mentale getallenlijn (Feigenson, Dehaene, & Spelke, 2004). De mentale getallenlijn wordt eveneens gezien als belangrijk onderdeel voor het ontwikkelen van getalbegrip. De mentale getallenlijn zorgt ervoor dat we een ruimtelijke representatie kunnen maken van getallen (Siegler & Opfer, 2003). Onderzoek wijst uit dat jonge kinderen meer moeite hebben met de mentale getallenlijn. Oudere kinderen hebben meer lineair inzicht in de getallenlijn en kunnen betere inschattingen maken van waar het getal zou moeten staan (Moeller, Pixner, Kaufman, & Nuerk, 2009). Met de number line estimation task maken kinderen een inschatting waar een getal hoort te staan op een schaal van 0 tot 100 (Nuerk, Weger, & Willmes, 2001). Nadat deze twee elementen bij schoolgaande kinderen zijn

HET EFFECT VAN EMBODIED COGNITION TRAINING OP REKENVAARDIGHEDEN

ontwikkeld, kunnen de kinderen strategieën aanleren en overgaan tot het automatiseren van de rekenvaardigheden (Sasanguie, & Reynvoet, 2013). Dit gaat met name om de tafels en deelsommen maar ook andere bewerkingen op sommen kunnen geautomatiseerd worden (Sullivan, & Barner, 2014). Strategieën die kinderen aanleren zijn afhankelijk van de manier waarop ze onderwijs krijgen.

Een klassieke methode van lesgeven bestaat uit het auditief overbrengen van informatie. Soms met ondersteuning van visueel materiaal. Er wordt steeds meer gebruik gemaakt van nieuwe materialen en ontwikkelingen waarbij de kinderen baat kunnen hebben. Zo bleek uit het onderzoek van Kang (2010) dat kinderen het beste leren door middel van beeld denken en kinesthetisch leren. Beeld denken betekent dat er gebruik wordt gemaakt van visualisatie materiaal tijdens het opnemen van nieuwe informatie (Silverman, 2002). Dit kan door middel van digitale hulpmiddelen maar ook op papier kunnen deze visuele hulpmiddelen ingezet worden. Kinesthetisch leren oftewel het gebruiken van embodied cognition kan omschreven worden als een combinatie van cognities en lichamelijke beweging. Het is een wisselwerking op elkaar waardoor kinderen makkelijker grip krijgen op cognitieve vaardigheden (Wilson, 2002). Het gebruiken van beweging en het eigen lichaam om cognitieve vaardigheden op te doen zorgt ervoor dat nieuwe informatie sneller opgenomen wordt (Núñez, Edwards, & Filipe Matos, 1999). Er is echter discussie over dit onderwerp. De vraag is of methodes gebaseerd op de theorie van embodied cognition inderdaad een betere methodes zijn dan de klassieke methodes. Daarnaast is onduidelijk of de mate van embodied cognition bepalend is om in te zetten als effectieve leerstrategie (Mahon, & Caramazza, 2008). Er worden nieuwe methoden ontwikkeld die gebruik maken van embodied cognition (Fischer, Moeller, Bientzle, Cress, & Nuerk, 2010). Meerdere onderzoeken hebben aangetoond dat een training, waarbij embodied cognition een rol speelt, voor positievere uitkomsten zorgt in vergelijking met een training waarbij geen sprake is van embodied cognition (Fischer et al, 2010; Hommel, Musseler, Aschersleben, & Prinz, 2001; Link et al, 2013). Uit deze onderzoeken blijkt echter nog niet hoe de embodied cognition precies vorm gegeven moet worden. De onderzoeken richten zich voornamelijk op activiteiten waarbij kinderen hun volledige lichaam gebruiken, het kan echter mogelijk voldoende zijn om slechts delen van het lichaam te gebruiken in combinatie met leertaken. Dit laat zien dat verder onderzoek naar dit onderwerp wenselijk is.

De algemene doelstelling van dit onderzoek is om door middel van een trainingsstudie aan te tonen of de mate van embodied cognition bepalend is voor het verbeteren van de rekenvaardigheden. Zoals hierboven vermeld staat, is aangetoond dat embodied cognition een

positief effect heeft op de rekenvaardigheden (Fischer et al, 2010; Hommel, Musseler, Aschersleben, & Prinz, 2001; Link et al, 2013). Link en collega's (2013) hebben echter één tablettraining met een real life training vergeleken. Er kan nog niet bepaald worden of een tablettraining met een aanpassing in de inhoud ook zou kunnen zorgen voor een positieve verandering in de rekenvaardigheden. Mogelijk is de minimale aanwezigheid van embodied cognition voldoende om een verbetering aan te tonen in de rekenvaardigheden. Het is van belang om inzicht te verkrijgen in de mate van embodied cognition die nodig is om een verbetering in de rekenvaardigheden tot stand te brengen. In het onderzoek van Link en anderen (2013) gebruiken de kinderen een muis in plaats van hun eigen vinger. Door het gebruiken van een onderdeel van het lichaam, wordt de training meer embodied. Daarnaast moeten de kinderen de cursor nu slepen over de getallenlijn naar de juiste plek op de lijn, bij Link en anderen (2013) moesten ze direct de plek aanklikken. Verder worden er twee verschillende groepen met elkaar vergeleken. Terwijl bij Link en anderen (2013) dezelfde kinderen zijn vergeleken.

De eerste doelstelling van het onderzoek is het bepalen van een mogelijk verschil in vooruitgang in getalbegrip en rekenvaardigheden tussen het volgen van de experimentele training of de controletraining. De verwachting is dat experimentele training een groter positief effect heeft op de rekenvaardigheden dan de controletraining. Bij de eerste training wordt de afstand namelijk gevoelsmatig gemeten door de participant vanaf het 0-punt of 100-punt naar de plek van het getal op de lijn. Door middel van het slepen van een cursor over de getallenlijn, wordt er gebruik gemaakt van embodied cognition. Bij de controletraining wordt de cursor vanaf een neutraal punt gesleept en loopt deze niet over de getallenlijn. Dit is een cruciaal verschil tussen de trainingen.

De tweede doelstelling is het bepalen van een mogelijk verschil in de representatie van de mentale getallenlijn tussen het volgen van de experimentele training of het volgen van de controletraining. De verwachting is dat de representatie van de mentale getallenlijn in ieder geval sterker wordt na het volgen van de experimentele training. Mogelijk is er ook een vooruitgang te zien bij de controle training maar de verwachting is dat de vooruitgang groter is bij de experimentele training.

Methode

Participanten

Aan dit onderzoek hebben 60 kinderen meegewerkt uit groep 3 en 4 van de basisschool (Meisjes $N = 33$; Jongens $N = 27$). Met deze onderzoekspopulatie kunnen de

HET EFFECT VAN EMBODIED COGNITION TRAINING OP REKENVAARDIGHEDEN

onderzoeksvragen van het onderzoek beantwoord worden. De participanten zijn door middel van een quotasteekproef geselecteerd. Er zijn 30 kinderen per basisschool geselecteerd om mee te werken aan het onderzoek. De scholen zijn uitgekozen door de onderzoekers en er is dus sprake van een selecte steekproef. Bij de school waarbij experimentele training is uitgevoerd bestaat de onderzoekspopulatie uit kinderen met een Nederlandse achtergrond. Op deze school zaten geen kinderen met een andere etnische achtergrond. De gemiddelde leeftijd van deze kinderen is 7,3. Op de school waarbij controle training is uitgevoerd hebben alle kinderen eveneens een Nederlandse nationaliteit. De gemiddelde leeftijd van deze groep kinderen is 7,6. Na het verwijderen van twee uitbijters, door middel van het kijken naar *z-scores* die kleiner waren dan -2 of groter dan 2, werd de steekproef $N = 58$.

Meetinstrumenten

De instrumenten die ingezet zijn bij het onderzoek bestaan uit verschillende onderdelen. Het eerste onderdeel is de voormeting. Hierbij kregen alle participanten drie taken die ze moesten volbrengen. De eerste taak was een paper en pencil versie van de getallenlijntaak. De participanten kregen een boekje met 2 oefenopgaven en 20 testopgaven waarbij zij in moesten schatten waar een bepaald getal op de getallenlijn moest komen te staan. De tweede taak bestond uit een computertaak waarbij het kind optelsommen moest maken. In totaal ging het om 30 optelsommen en 3 oefenopgaven. Bij de som kwamen twee antwoordmogelijkheden te staan aan de linker- en rechterkant van het scherm. Het kind kreeg vervolgens 7 seconden de tijd om de som op te lossen door middel van het indrukken van een geel (linkse antwoord) of roze (rechtse antwoord) stickertje op het toetsenbord. De laatste taak van de voormeting bestond uit een computertaak waarbij de kinderen twee getallen met elkaar moesten vergelijken. Ze moesten hierbij aangeven welk getal groter is. Ze dienden het antwoord wederom binnen 7 seconden te geven door het gele of roze stickertje in te drukken. In totaal bestond deze taak uit 70 items en 3 oefenopgaven. Het tweede onderdeel was een tablettraining. In een periode van drie weken, werd twee keer per week, een tablettraining aangeboden. Deze training bestond uit vierentwintig items over de getallenlijntaak (number line task). 30 kinderen kregen de experimentele tabletversie, waarbij ze individueel een taak kregen waarin er een getal en een getallenlijn van 15,7 cm getoond werden. Na het zien van dit getal moesten de kinderen de cursor slepen naar de juiste plek op de getallenlijn. Bij elf items begonnen ze met de cursor aan het begin van de getallenlijn (bij de 0) en bij elf items begonnen ze met de cursor aan het einde van de lijn (bij de 100). De items werden bij iedere afname willekeurig vanaf links of rechts aangeboden. De overige 30 kinderen kregen de controle tabletversie, waarbij ze individueel een taak kregen waarin er een getal getoond

werd. Na het zien van dit getal moesten ze, vanuit het middelpunt onder de lijn, met een cursor een plek in de getallenlijn aanwijzen, waar hij of zij dacht dat het getal moest komen te staan. Na deze training werd er bij alle kinderen een nameting uitgevoerd. Dit was het laatste onderdeel van het onderzoek. De kinderen kregen hierbij exact dezelfde taken als bij de voormeting.

Procedure

Ouders hebben een toestemmingsbrief ingevuld. Vanuit deze aanmeldingen zijn 60 kinderen geselecteerd om mee te werken aan het onderzoek. Dit is willekeurig gebeurd. Na deze procedure is de onderzoeksfase van start gegaan. Tijdens de voormeting, de trainingen en de nameting is er voor gezorgd dat de participanten op een rustige plek konden werken. De voormeting en nameting namen per participant ongeveer 20 minuten in beslag. De afnametijd van de tablettrainingen is ongeveer 10 minuten per participant, afhankelijk van de leerling.

Data analyse

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden wordt er gebruik gemaakt van de repeated measures MANOVA. Met deze variantieanalyse zal er worden gekeken naar de twee verschillende tablettrainingen. Met de repeated measures MANOVA kan er gekeken worden of er een inderdaad verschillen zijn in de gemiddelden en of deze verschillen significant zijn. Later kan er nog gekeken worden voor welke onderdelen dit verschil precies geldt (Gravetter, & Wallnau, 2013). De onafhankelijke variabele is de tablettraining. De repeated measures zijn de verschillende onderdelen van de voor- en nameting. Hiervoor is de nauwkeurigheidsscore van de getallenlijntaak, de efficiëntiescore van de sommentaaak en de efficiëntiescore van de symbolische vergelijkentaak gebruikt.

Resultaten

Voor de verschillende afhankelijke variabelen (Rekenvaardigheden in de voor- en nameting, gemeten met getallenlijn (*Errorscore Getallenlijn vm/nm*), sommen (*Efficiëntiescore Sommen vm/nm*) en symbolisch vergelijken (*Efficiëntiescore Symbolisch Vergelijken vm/nm*)) zijn de voorwaarden voor een herhaalde metingen MANOVA uitgevoerd. Na het analyseren van een histogram bleken niet alle variabelen normaal verdeeld te zijn. Een MANOVA is echter redelijk sterk bestand tegen aannames en schendingen. Dus is er toch voor gekozen om op deze manier verder te gaan. Naast het kijken naar de verdeling, zijn er twee uitbijters verwijderd door middel van het kijken naar *z-scores* die kleiner waren dan -2 of groter dan 2. Deze twee uitbijters zijn niet meegenomen in het onderzoek. Daarmee is $N = 58$.

HET EFFECT VAN EMBODIED COGNITION TRAINING OP REKENVAARDIGHEDEN

In Tabel 1 worden de beschrijvende statistieken weergegeven van de verschillende variabelen.

Tabel 1.

Gemiddelden en spreidingen van de variabelen in de voormeting en nameting.

Variabele	VM		NM					
	M	SD	Min	Max	M	SD	Min	Max
1. Efficiëntiescore								
Symbolisch	25.42	10.85	10.65	55.11	23,6	9,27	7,97	44,85
Vergelijken								
2. Efficiëntiescore								
Sommen	51.52	24.73	14.20	126.27	39,58	15,11	10,20	81,75
3. Errorscore								
Getallenlijn	12.17	6.66	2.85	26.05	10,7	5,4	2,85	22,10

Noot. n = 58

Een herhaalde metingen multivariantie analyse (MANOVA) is uitgevoerd om de effectiviteit van twee trainingen voor het verbeteren van de rekenvaardigheden te beoordelen ($N = 58$). In tabel 2 zijn de bevindingen van de herhaalde metingen MANOVA met de afhankelijke variabelen *Errorscore Getallenlijn vm/nm*, *Efficiëntiescore Sommen vm/nm* en *Efficiëntiescore Symbolisch Vergelijken vm/nm* en de between subjects variabele *Training* (experimentele en controletraining) en within subjects variabele *Tijd* (voor- en nameting;) beschreven. De bevindingen laten zien dat er geen significant hoofdeffect van Training geconstateerd kan worden. Wel is er een significant hoofdeffect van Tijd te zien. Er is geen significant interactieverschil te vinden tussen Training en Tijd.

Tabel 2.

Repeated measures MANOVA van de variabelen Rekenvaardigheden op de voor – en nameting. Hoofd- en interactie effecten.

Variabele	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	R squared
Training	.09	2.24	3	51	.09	.12

HET EFFECT VAN EMBODIED COGNITION TRAINING OP REKENVAARDIGHEDEN

Tijd	.58	12.33	3	51	<.01	.42
Tijd * Training	.93	1.28	3	51	.29	.07

Noot. N = 58

Wanneer er wordt gekeken naar de univariate toetsen voor tijd (tabel 3) blijkt dat er een significant verschil is tussen het moment van de voor- en nameting. Hieruit blijkt dat de *Efficiëntiescore Sommen* en de *Errorscore Getallenlijn* significant veranderd zijn. Wanneer nader bekeken, blijkt dat de gemiddelden van beide afhankelijke variabelen omlaag zijn gegaan over tijd. Dit wijst op een vooruitgang van rekenvaardigheden op de onderdelen *Sommen* en *Getallenlijn*.

Tabel 3.

Repeated measures MANOVA van de variabelen Rekenvaardigheden op de voor- en nameting gekeken naar de individuele afhankelijke variabelen.

Variabele	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.	R squared
1. Efficiëntiescore comparison	62.24	1	61.24	3.01	.09	.05
2. Efficiëntiescore sommen	3870.8	1	3870.8	19.15	<.01	.27
3. Errorscore getallenlijn	86.47	1	86.47	14.31	<.01	.21

Noot. n = 58

Discussie

Het doel van dit onderzoek was om door middel van een trainingsstudie te onderzoeken of de mate van embodied cognition bepalend is voor het verbeteren van de rekenvaardigheden. Hierbij was het van belang om te kijken of er bij de controle en experimentele training een verbetering was van de rekenvaardigheden over tijd. Daarnaast zou er een interactie effect aangetoond moeten worden waarbij de experimentele training een sterkere toename van rekenvaardigheden zou moeten laten zien dan de controletraining. Om dit te onderzoeken stonden vier onderzoeksvragen centraal.

Allereerst is onderzocht of er een verschil is tussen de experimentele en de controletraining. Het onderzoek laat geen significant hoofdeffect zien wanneer er wordt

HET EFFECT VAN EMBODIED COGNITION TRAINING OP REKENVAARDIGHEDEN

gekeken naar de soort training. Dit houdt in dat er geen verschil is tussen de trainingen. De verwachting dat er een verschil zou zitten tussen de trainingen is dus verworpen. Dit laat zien dat de theorie van Link en collega's (2013) in dit onderzoek niet geheel ondersteund wordt. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het verschil tussen de trainingen minimaal is. Dus mogelijk zorgt het bezig zijn met de getallenlijn voor een vooruitgang op de rekenvaardigheden maar is de mate van embodied cognition minder van belang. Daarnaast kan een verklaring mogelijk de kleine steekproef zijn. Onderzoeken waarbij een grotere steekproef wordt gebruikt, hebben meer kans op een significant resultaat (Neuman, 2014).

Daarnaast is er gekeken of de rekenvaardigheden significant verbeteren over tijd. Conform verwachting is gebleken dat de rekenvaardigheden inderdaad op twee onderdelen verbeteren over tijd. Er werd beter gescoord op het onderdeel Getallenlijn en het onderdeel Sommen. Dit lijkt erop te wijzen dat beide tablettrainingen inderdaad hebben gezorgd voor een verbetering van de rekenvaardigheden. Dit dient echter met voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd omdat de kinderen tussen de voor- en nameting meer rekenonderwijs hebben genoten. Dit kon mogelijk ondervangen worden door een extra onderzoeksgroep mee te nemen die helemaal geen training kregen om te kijken of de rekenvaardigheden door middel van het onderwijs vooruit waren gegaan. Daarnaast zou bekeken kunnen worden of deze groep dan meer of minder vooruit was gegaan. Op de basisscholen waar het onderzoek is uitgevoerd werd gewerkt met coöperatief leren. Uit onderzoek blijkt dat deze vorm van rekenonderwijs zorgt voor een verbetering van de rekenvaardigheid (Chung Chin, Daud, & Zakaria, 2010).

Ten slotte is onderzocht of de soort training heeft gezorgd voor een verbetering in de rekenvaardigheden. Er is geen interactie effect tussen soort training en tijd vastgesteld. Dit houdt in dat er geen verschil is gevonden tussen de trainingen wanneer het gaat over het vooruitgaan van de rekenvaardigheden over tijd. Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat er bij beide trainingen een vooruitgang was en dat de vorm van de training minder belangrijk was. Dit komt niet overeen met de verwachting dat de experimentele training voor een grotere verbetering van de rekenvaardigheden zou zorgen dan de controle training. Dit lijkt niet aan te sluiten bij het onderzoek van Link en collega's (2013) waarbij aangegeven wordt dat embodied cognition een grote rol speelt in het bevorderen van de rekenvaardigheden. Echter hebben zij één tablettraining met een real life training vergeleken en is er bij dit onderzoek gekozen voor twee verschillende varianten van de tablettraining. Het verworpen van de hypothese kan te maken hebben met het minimale verschil tussen de twee tablettrainingen. Er wordt wel een verbetering geconstateerd in rekenvaardigheden maar de

inhoudelijke vormgeving van de training lijkt niet uit te maken. Toch lijkt het zo te zijn dat deze minimale verschillen, cruciaal zijn in wetenschappelijk onderzoek.

Sterke punten en beperkingen

Het uitgangspunt van deze studie was het onderzoek van Link et al. (2013). Door in dit onderzoek dieper in te gaan op de vormgeving en inhoud van de trainingen, is het mogelijk geweest om aan te tonen of dit een belangrijke factor is. Hoewel deze hypothese is verworpen, kan dit nog steeds gezien worden als sterke kant van het onderzoek. Daarnaast is er met dit onderzoek een bijdrage geleverd aan de theorievorming over embodied cognition en zou er in de praktijk gebruik gemaakt kunnen worden van de trainingen voor het verbeteren van de rekenvaardigheden. Vanuit maatschappelijk oogpunt kan er gezegd worden de theorie van embodied cognition, zeker een maatschappelijke kwestie is die zich hedendaags afspeelt. Zo stellen Arumugam, Nagalingam en Ganesan (2014) dat hedendaagse kinderen vrijwel niet meer zonder elektronische apparaten zouden kunnen. Kinderen vertonen verslavend gedrag en lichamelijke klachten zoals slapeloosheid, hoofdpijn en vermoeidheid. Scholen spelen hierop in door lichamelijke activiteiten te stimuleren. Projecten waarbij gebruik gemaakt wordt van computers blijven bestaan maar dit wordt steeds vaker gecombineerd met beweging (Lin, Mamykina, Lindtner, Delajoux, & Strub, 2006).

Er zijn helaas ook beperkingen bij het onderzoek. Zo zijn de testmaterialen niet getest op betrouwbaarheid. Daarnaast is de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid niet berekend. De getallenlijntaken zijn nagekeken door één persoon. Dit kan de betrouwbaarheid van de resultaten beïnvloeden. Daarnaast bleek het voor veel kinderen lastig om met een tablet te werken. Ze hadden nog nooit met een tablet gewerkt en hadden extra uitleg nodig om het object te hanteren. Sommige kinderen hadden moeite met het verslepen van de cursor. Ze kregen de cursor moeilijk versleept naar de juiste plek. Dit zorgde bij bepaalde kinderen voor frustratie. Een aantal keer sloten ze per ongeluk de taak af en moesten ze opnieuw beginnen. Dit was het gevolg van het niet goed kunnen hanteren van de tablet.

Implicaties

Dit onderzoek is opgezet vanuit het onderzoek van Link en collega's (2013) waarbij een tablettraining over de getallenlijn wordt vergeleken met een real life training over de getallenlijn. De real life training zou zorgen voor een sterkere verbetering van de rekenvaardigheden vanwege een grotere mate van embodied cognition. Het onderzoek naar dit onderwerp is nog beperkt. Hierdoor is het van belang dat er nieuw onderzoek naar komt omdat de resultaten niet eenduidig zijn. De hypothese die Link en collega's (2013) stellen, wordt in dit onderzoek verworpen. De mate van embodied cognition die aanwezig is in de

vormgeving van de tablettaak lijkt geen verschil te maken in de verbetering van de rekenvaardigheden. Vervolgonderzoek zou nieuwe tablettaken kunnen ontwikkelen waarbij de betrouwbaarheid wordt getest. Daarnaast zouden grotere verschillen in de taken aangebracht kunnen worden. Zo zou de grote van de cursor mogelijk uit kunnen maken, de grote van de volledige taak en het kleurgebruik bij de taak. Door de cursor groter te maken, is het voor de kinderen makkelijker om de cursor goed vast te houden. Dit zorgt ervoor dat ze niet per ongeluk op de verkeerde plek los laten. Verder kan kleurgebruik een rol spelen in het geven van feedback. Nu kregen de kinderen een geel streepje als het goed was en een groen streepje als het fout was. Hupka, Zaleski, Otto, Reidl en Tarabrina (1997) stellen dat kleurgebruik de stemming en emotie van de participant en daarmee het resultaat kan beïnvloeden. Daarnaast zou er mogelijk kwalitatief onderzoek gedaan kunnen worden naar de beleving die kinderen hebben bij een real life training in vergelijking tot een tablettraining. Dit zou mogelijk inzicht kunnen bieden in de reden waarom embodied cognition in een real life training voor positievere resultaten zou zorgen dan embodied cognition in een tablettraining. Hierbij kan de maatschappelijke context een rol spelen.

Conclusie

De verwachting was dat er een verschil vastgesteld zou worden tussen de experimentele en controle training in het verbeteren van de rekenvaardigheden. Uit dit onderzoek blijkt echter dat er geen verschil is tussen de trainingen. Bij beide trainingen is er vooruitgang geboekt in de rekenvaardigheden over tijd.

Referenties

- Berg, J. W., Appelbaum, P. S., Lidz, C. W., & Parker, L. S. (2001). *Informed consent: Legal theory and clinical practice*. New York: Oxford University Press
- Chung Chin, L., Daud, M. Y. & Zakaria, E. (2010). The effects of co-operative learning on students' mathematics achievement and attitude towards mathematics. *Journal of Social Sciences*, 6, 272-276. doi: 10.3844/jssp.2010.272.275
- Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 307-314. doi: 10.1016/j.tics.2004.05.002
- Gentner, D., & Gunn, V. (2001). Structural alignment facilitates the noticing of differences. *Memory & Cognition*, 29, 565-577. doi: 10.3758/BF03200458
- Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2013). *Statistics for the behavioral sciences*, 9th edition. London: Thomson Wadsworth.
- Hommel, B., Musseler, J., Aschersleben, G., & Prinz, W. (2001). The Theory of Event Coding (TEC): A framework for perception and action planning. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 849-878. doi: 10.1017/S0140525X01000103
- Hupka, R. B., Zaleski, Z., Otto, J., Reidl, L., Tarabrina, N. V. (1997). The colors of anger, envy, fear and jealousy: A cross-cultural study. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 28, 156-171. doi: 10.1177/0022022197282002
- 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. doi: 10.1016/j.lindif.2009.07.004
- Kang, S. H. K. (2010). Enhancing visuospatial learning: The benefit of retrieval practice. *Memory & Cognition*, 38, 1009-1017. doi: 10.3758/MC.38.8.1009
- Lin, J. J., Mamykina, L., Lindtner, S., Delajoux, G., & Strub, H. B. (2006). Encouraging physical activity with an interactive computer game. *Lecture Notes in Computer Science*, 4206, 261-278. doi: 10.1007/11853565_16
- Link, T., Moeller, K., Huber, S., Fischer, U., & Nuerk, H. (2013). Walk the number line. An embodied training of numerical concepts. *Trends in Neuroscience and Education*, 2, 74-84. doi: 10.1016/j.tine.2013.06.005
- Mahon, B. Z., & Caramazza, A. (2008). A critical look at the embodied cognition hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content. *Journal of Physiology*, 102, 59-70. doi: 10.1016/j.jphysparis.2008.03.004

- Moeller, K., Pixner, S., Kaufmann, L., & Nuerk, H. C. (2009). Children's early mental number line: Logarithmic or decomposed linear? *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 503-515. doi: 10.1016/j.jecp.2009.02.006
- Munn, P. (1994). The early development of literacy and numeracy skills. *European Early Childhood Education Research Journal, 2*, 5-18. doi: 10.1080/13502939485207491
- Neuman, W. L. (2014). *Understanding research*. Harlow: Pearson Education Limited
- Nuerk, H., Weger, U., Willmes, K. (2001). Decade breaks in the mental number line? Putting tens and units back into different bins. *Cognition, 82*, 25-33. doi: 10.1016/S0010-0277(01)00142-1.
- Núñez, R. E., Edwards, L. D., & Filipe Matos, J. (1999). Embodied cognition as grounding for situatedness and context in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics, 39*, 45-65. doi: 10.1023/A:1003759711966
- Sanders, P. F., & Eggen, T. J. H. M. (1993). *Psychometrie in de praktijk*. Arnhem: Cito instituut voor toetsontwikkeling
- Sasanguie, D., & Reynvoet, B. (2013). Number comparison and number line estimation rely on different mechanisms. *Psychologica Belgica, 53*, 17-35. doi: <http://dx.doi.org/10.5334/pb-53-4-17>
- Seidman, I. (2013). *Interviewing as qualitative research: A guide for researchers in education & the social sciences*. New York: Teachers college press
- Siegler, R. S., & Opfer, J. E. (2003). The development of numerical estimation: Evidence for multiple representations of numerical quantity. *Psychological Science, 14*, 237-243.
- Silverman, L. K. (2002). *Upside-down brilliance: The visual-spatial learner*. Denver: DeLeon Press.
- Sullivan, J., & Barner, D. (2014). The development of structural analogy in number-line estimation. *Journal of Experimental Child Psychology, 128*, 171-189. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2014.07.004>
- Thrift, N. (2004). Movement-space: The changing domain of thinking resulting from the development of new kinds of spatial awareness. *Economy and Society, 33*, 582-604. doi: 10.1080/0308514042000285305
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review, 9*, 625-636. doi: 10.3758/BF03196322