UHASSELT
KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Geneeskunde en Levenswetenschappen

master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie

Masterthesis

Ontwikkeling van feedforward controle tijdens een visuomanuele tracking taak bij typisch ontwikkelende kinderen

Annemart Luyten
Lotte Peeters

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie, afstudeerrichting revalidatiewetenschappen en kinesitherapie bij kinderen

PROMOTOR :
Prof. dr. Katrijn KLINGELS

2017
2018

UHASSELT
KNOWLEDGE IN ACTION
www.uhasselt.be
Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

Faculteit Geneeskunde en Levenswetenschappen

master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie

Masterthesis

Ontwikkeling van feedforward controle tijdens een visuomanuele tracking taak bij typisch ontwikkelende kinderen

Annemart Luyten
Lotte Peeters

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie, afstudeerrichting revalidatiewetenschappen en kinesitherapie bij kinderen

PROMOTOR :

Prof. dr. Katrijn KLINGELS

DANKBETUIGING

Graag zouden we als 2e masterstudenten en auteurs van deze masterproef onze dank uiten naar personen die hebben bijgedragen tot het verwezenlijken van deze masterproef:

de leerlingen, leden, ouders, leerkrachten en leidinggevende van de school en jeugdbeweging in Limburg, *voor hun enthousiasme tot deelname.*

Prof. Dr. Katrijn Klingels – onze promotor – *voor haar bijstand en raadgeving* bij de ontwikkeling van het meetinstrument en bij het uitschrijven van de masterproef.

Prof. Dr. Raf Meesen, voor zijn *ondersteuning* en *advies* bij de ontwikkeling van het meetinstrument en bij de verwerking van statistische gegevens.

Mede-masterstudenten Silke Gregoire en Margot Plessers, voor de *samenwerking* tijdens de ontwikkeling van het meetinstrument en voor de *bijstand* bij testafnames.

Ingenieursstudenten Ruben Debien en Jonas Vanstraelen, voor de ontwikkeling van het meetinstrument.

Annemart Luyten Steenstraat 16 3670 Meeuwen-Gruitrode, juni 2018 A.L.

Lotte Peeters Grobbendonkseweg 136 2560 Nijlen, juni 2018 L.P.

Situering

Deze observationele cross-sectionele pilootstudie kadert binnen het onderzoeksdomein Pediatrische Revalidatie van de opleiding Revalidatiewetenschappen en Kinesitherapie aan UHasselt. Tijdens activiteiten van het dagelijkse leven dienen kinderen hun bewegingen te voorspellen aan een continu veranderende omgeving (van Roon, Caeyenberghs, Smits-Engelsman, & Swinnen, 2008; Von Hofsten, 2007). Kinderen met Developmental Coordination Disorder (DCD) ondervinden moeilijkheden bij het gebruik van voorspellende motorische controle. Een andere benaming voor voorspellende motorische controle is feedforward controle. Deze vorm van controle is veel sneller dan trage, sensorimotorische feedback (Wolpert, Miall, & Kawato, 1998). Een mogelijke verklaring voor de problemen in feedforward controle is de hypothese van het intern model. Hierin wordt gesuggereerd dat kinderen met DCD minder efficiënt gebruik maken van voorspellende motorische controle. Ze zouden moeilijkheden hebben bij het vormen van een adequaat intern model en het updaten ervan (Wilson, Ruddock, Smits-Engelsman, Polatajko, & Blank, 2013). Om een duidelijk beeld te vormen waar de problemen in het intern model bij kinderen met DCD zich precies situeren, is het aangewezen om eerst de normale ontwikkeling van het intern model volledig in kaart te brengen. Daarom onderzoekt deze studie de ontwikkeling van feedforward controle en het leereffect hierin bij typische ontwikkelende kinderen tijdens het uitvoeren van een visuomanuele tracking taak. Dit onderzoek is tevens de eerste stap in de ontwikkeling van een valide taak voor het meten van de visuomotoriek, met name een visuomanuele tracking taak.

Door een grotere kennis omtrent de ontwikkeling zullen ontwikkelingsproblemen in feedforward controle sneller opgespoord kunnen worden. Deze huidige studie kan op lange termijn een nieuwe insteek zijn om behandelingen bij kinderen met DCD gerichter aan te passen aan de noden van het kind.

De huidige studie is een nieuw opgesteld onderzoek in het kader van deze masterproef. Dit onderzoek is het resultaat van een duo-thesis. Waarbij de samenwerking tussen beiden studenten als volgend verliep:

- Onderzoeksdesign en methode: Annemart Luyten en Lotte Peeters in overleg met Prof. Dr. Katrijn Klingels
- Rekrutering en data-acquisitie: Annemart Luyten in samenwerking met twee andere masterstudenten Revalidatiewetenschappen en Kinesitherapie in overleg met Prof. Dr. Katrijn Klingels & Lotte Peeters
- Dataverwerking: Annemart Luyten in overleg met Prof. Dr. Katrijn Klingels & Lotte Peeters
- Academisch schrijfproces: Annemart Luyten en Lotte Peeters onder supervisie van Prof. Dr. Katrijn Klingels

Referentielijst

van Roon, D., Caeyenberghs, K., Swinnen, S. P., & Smits-Engelsman, B. C. (2008). Development of feedforward control in a dynamic manual tracking task. *Child Dev*, 79(4), 852-865. doi:10.1111/j.1467-8624.2008.01163.x

von Hofsten, C. (2007). Action in development. *Dev Sci*, 10(1), 54-60. doi:10.1111/j.1467-7687.2007.00564.x

Wilson, P. H., Ruddock, S., Smits-Engelsman, B., Polatajko, H., & Blank, R. (2013). Understanding performance deficits in developmental coordination disorder: a meta-analysis of recent research. *Dev Med Child Neurol*, 55(3), 217-228. doi:10.1111/j.1469-8749.2012.04436.x

Wolpert, D. M., Miall, R. C., & Kawato, M. (1998). Internal models in the cerebellum. *Trends Cogn Sci*, 2(9), 338-347.

Inhoudstabel

Situering 1
Inhoudstabel 3
Manuscript 5
1. Abstract 5
2. Inleiding 7
3. Methode 9
3.1 Studiedesign 9
3.2 Rekrutering participanten 9
3.3 Procedure 10
3.3.1 Meetinstrument 10
3.3.2 Methode 11
3.3.3 Uitkomstmaten 12
3.4 Data-analyse 13
4. Resultaten 15
4.1 Participanten 15
4.2 Vergelijking leeftijdsgroepen 15
4.2.1 Op basis van de uitkomstmaat 'tijd in het doel' 15
4.2.2 Op basis van de uitkomstmaat 'gemiddelde afstand tussen het doel en de cursor' 16
4.3 Vergelijking leereffect tussen de leeftijdsgroepen 17
4.3.1 Op basis van uitkomstmaat 'tijd in het doel' 17
4.3.2 Op basis van uitkomstmaat 'gemiddelde afstand tussen het doel en de cursor' 17
4.4 Correlatie visuomanuele tracking taak en transfertaak 19
4.4.1 Op basis van uitkomstmaat 'Tijd in het doel' 19
4.3.2 Op basis van uitkomstmaat 'Gemiddelde afstand tussen het doel en de cursor' 19
5. Discussie 21
6. Conclusie 27
7. Referentielijst 29
8. Bijlagen 31
8.1 Bijlage 1: Basiskarakteristieken van participanten 31
8.2 Bijlage 2: Vergelijking leeftijdsgroepen 31
8.2.1 Post-hoc analyse 'tijd in het doel' 31

8.2.2 Descriptieve analyse ‘tijd in het doel’ 32
8.2.3 Grafische weergave ‘tijd in het doel’ 32
8.2.4 Descriptieve analyse ‘gemiddelde afstand tot het doel’ 33
8.2.5 Grafische weergave ‘gemiddelde afstand tot het doel’.....33
8.2.6 Grafische weergave ‘standaarddeviatie van gemiddelde afstand tot het doel’ ..34
8.3 Bijlage 3: Vergelijking leereffect tussen de leeftijdsgroepen 35
8.3.1 Descriptieve analyse leereffect ‘tijd in het doel’ 35
8.3.2 Grafische weergave leereffect ‘tijd in het doel’ 35
8.3.3 Descriptieve analyse leereffect ‘gemiddelde afstand tot het doel’ 36
8.3.4 Grafische weergave leereffect ‘gemiddelde afstand tot het doel’.....36
8.3.5 Grafische weergave leereffect ‘standaarddeviatie van gemiddelde afstand tot het doel’ 37
8.4 Bijlage 4: Correlatie visuomanuele tracking taak en transfertaak 38
8.4.1 Correlatie analyse ‘tijd in doel’ 38
8.4.2 Correlatie analyse ‘gemiddelde afstand tot het doel’ 38
8.5 Bijlage 5: Voortgangsformulier 39

Manuscript

1. Abstract

Achtergrond: De hypothese van het intern model suggereert dat kinderen met Developmental Coordination Disorder (DCD) minder efficiënt gebruik maken van voorspellende motorische controle. Deze feedforward controle is vereist bij de uitvoering van visuomanuele tracking taken.

Doelstellingen: Deze studie bestudeert de ontwikkeling van feedforward controle en het leereffect hierin bij typisch ontwikkelende kinderen van 6 tot 11 jaar tijdens het uitvoeren van een visuomanuele tracking taak. Tevens wordt nagegaan of er een relatie is tussen de visuomanuele tracking taak en een bestaand visuomotorisch computerspel.

Participanten: Aan dit onderzoek namen 74 kinderen tussen 6 en 11 jaar uit één regulier lager onderwijs en één jeugdbeweging uit Vlaanderen deel. De kinderen werden op basis van hun leeftijd ingedeeld in zes groepen.

Metingen: Tijdens de visuomanuele tracking taak tracht het kind door middel van een computermuis de cursor in het midden van het circulair bewegend doel te houden. Gedurende een trial van 60 seconden, verdween het doel voor een bepaalde tijd. Ieder kind voerde acht trials uit. Na afloop werd de transfertaak uitgevoerd. Data-analyse werd uitgevoerd aan de hand van descriptieve en voornamelijk parametrische statistieken.

Resultaten: Zeven- en achtjarigen hadden een significant langere tijd in het doel dan tienjarigen. Zevenjarigen bleven ook significant langer in het doel dan elfjarigen. Uit descriptieve analyse bleek een afname in standaarddeviatie van de uitkomstmaat 'gemiddelde afstand tot het doel' aanwezig. Dit impliceert dat oudere kinderen een stabielere uitvoering hadden dan jongere kinderen. Geen statistisch significant leereffect werd gevonden tussen de leeftijdsgroepen. Uit descriptieve analyse werden minimaal positieve verbeteringen gevonden op basis van tijd in het doel, gemiddelde afstand en bijhorende standaarddeviatie tot het doel. Het grootste leereffect in gemiddelde afstand en bijhorende standaarddeviatie werd gevonden in respectievelijk zevenjarigen en zesjarigen. Tot slot werd er geen correlatie tussen de visuomanuele tracking taak en de transfertaak gevonden.

Conclusie: Dit onderzoek was de eerste stap in het ontwikkelen van een valide meetinstrument in het onderzoek naar de ontwikkeling van feedforward controle en het leereffect hierin. Echter is uit deze studie gebleken dat de huidige opzet nog niet optimaal was. Verder onderzoek binnen dit onderzoeksdomein is vereist.

2. Inleiding

Visuomotoriek wordt in de literatuur vaak omschreven als het vertalen van visuele info naar een motorische handeling (Braddick & Atkinson, 2013; Ferguson, Duysens, & SmitsEngelsman, 2015; Ferrel, Bard, & Fleury, 2001). Dit speelt een belangrijke rol bij kinderen tijdens het verkennen van de wereld, leerprestaties, sportieve capaciteiten, deelname aan sociale activiteiten en zelfeffectiviteit (Braddick & Atkinson, 2013; Contreras-vidal, Bo, Boudreau, & Clark, 2005; De Kieviet et al., 2013). Feedforward controle is gebaseerd op een intern model, namelijk een visuomotorische representatie (Contreras-Vidal et al., 2005). Dit model ontwikkelt zich op basis van ervaring. Naarmate kinderen ouder worden, krijgen ze een meer nauwkeurige representatie van de beoogde beweging (van Roon, Caeyenberghs, Smits-Engelsman, & Swinnen, 2008). Volgens verscheidene studies zouden kinderen rond de leeftijd van 12 jaar hun maturiteit in deze representaties bereiken (Ferguson et al., 2015). Het intern model zorgt ervoor dat de uitkomst van een beweging voorspeld kan worden nog voor de trage, sensorimotorische feedback beschikbaar is (Wolpert, Miall, & Kawato, 1998). Tijdens het uitvoeren van een visuomotorische taak worden motorische commando's in de motorische cortex gegenereerd en via de dalende corticospinale banen naar het lichaam gestuurd. Tegelijkertijd wordt een kopie van het motorisch commando naar de pariëtale-cerebellaire cortex gestuurd. Zo heeft men een voorspelde, interne representatie van de uitgevoerde beweging en waar deze zal eindigen. Wanneer er bij vergelijking tussen de voorspelde uitkomst van de beweging en de sensorische feedback een mismatch ontstaat, worden foutsignalen gegenereerd. Deze zorgen ervoor dat het motorisch commando wordt gecorrigeerd. Het vermogen om deze snelle online correcties te maken zou gerelateerd zijn aan hoe goed het zenuwstelsel de toekomstige locatie van het bewegend lidmaat kan voorspellen met behulp van het intern model (Adams, Lust, Wilson, & Steenbergen, 2014; De Kieviet et al., 2013; Wolpert et al., 1998). De hypothese van het intern model vormt één van de vele verklaringen voor problemen in de visuomotoriek bij kinderen met ontwikkelingsstoornissen. Een ontwikkelingsstoornis waarbij deze problemen reeds in het begin van de ontwikkeling aanwezig zijn, is Developmental Coordination Disorder (DCD) (American Psychiatric Association, 2013; Vaivre-Douret, Lalanne, & Golse, 2016). Kinderen met DCD hebben problemen bij de ontwikkeling van motorische vaardigheden of bij motorische controle van handelingen zoals bij het vangen van een bal, hanteren van een schaar, schrijven, fietsen of participeren aan sportactiviteiten (Vaivre-Douret et al., 2016). De hypothese suggereert dat kinderen met DCD minder efficiënt gebruik maken van voorspellende motorische controle (Wilson, Ruddock, Smits-Engelsman, Polatajko, & Blank, 2013). Tevens zou een beperking van het intern model een

negatieve invloed hebben op het motorische leren van deze kinderen (Wilson et al., 2013). Een valide wijze waarop men het visuomotorische vermogen, meer bepaald de visuomanuele coördinatie, kan meten is door middel van manuele tracking taken. Dit werd al bij verschillende klinische populaties uitgevoerd waaronder DCD (De Kieviet et al., 2013; Ferguson et al., 2015; van Roon et al., 2008). Tijdens de uitvoering van deze soort taken is feedforward controle cruciaal. Zo werd in de studie van van Roon et al. (2008) de ontwikkeling van feedforward controle onderzocht aan de hand van een visuomanuele tracking taak waarbij de snelheid van het doel progressief toenam of afnam afhankelijk van de prestatie van het kind. Hieruit was gebleken dat kinderen tussen zes en negen jaar de taak enkel succesvol konden uitvoeren aan een lage snelheid. Een verklaring hiervoor was dat de wijze van feedback die werd gebruikt, met name de step-and-hold strategie, niet meer mogelijk was bij een hoge snelheid. Oudere kinderen zouden geleidelijk aan meer gebruik maken van feedforward controle. Als aanbeveling naar verder onderzoek werd gesuggereerd om het effect van leeftijd bij zichtbare en onzichtbare fases te bestuderen. Bij een onzichtbare fase is men immers genoodzaakt meer gebruik te maken van het intern model. In een andere gelijkaardige studie van Ferguson et al. (2015) werden kinderen met DCD vergeleken met typisch ontwikkelende kinderen. Zij voerden een visuomanuele tracking taak uit met een zichtbare en onzichtbare fase aan twee snelheden. Hieruit bleek dat kinderen met DCD minder goed scoorden in het volgen van het doel. Zo bleek dat ze een grotere variabiliteit in afstand en snelheid hadden ten opzichte van typisch ontwikkelende kinderen. Dit verschil zou mogelijks te verklaren zijn door een verminderde voorspellende controle en dynamische interne representatie bij DCD kinderen (Ferguson et al., 2015). Als suggestie voor verder onderzoek zou men het leereffect over verschillende trials bij DCD kinderen kunnen nagaan.

Vanuit voorgaande aanbevelingen werd voor de huidige studie een nieuwe visuomanuele tracking taak ontwikkeld. In deze studie trachten we de normale ontwikkeling in feedforward controle en het leereffect hierin door middel van zichtbare en onzichtbare fases in kaart te brengen bij typisch ontwikkelende kinderen. De volgende onderzoeksvragen werden opgesteld: (1) wat is het verschil tussen de leeftijdsgroepen in prestaties, (2) wat is het verschil tussen de leeftijdsgroepen in het korte termijn leereffect over acht trials, (3) wat is de relatie tussen de nieuwe visuomanuele tracking taak en een transfertaak, met name een bestaand visuomotorisch computerspel. Dit onderzoek zal in de toekomst bijdragen tot kennis over de ontwikkeling van het intern model en de verschillen hierin bij populaties zoals DCD. Deze kennis zou hulp kunnen bieden in de praktijk bij het afstellen van een gepaste therapie voor visuomotorische problemen bij kinderen met DCD.

3. Methode

3.1 Studiedesign

Deze studie is een observationele cross-sectionele pilootstudie. De studie werd goedgekeurd door de Commissie Medische Ethiek UHasselt, studie (CME2017/772, B9115201834829, 9 januari 2018).

3.2 Rekrutering participanten

Voor dit onderzoek werden typisch ontwikkelende kinderen gerekruteerd vanuit het reguliere lager onderwijs en een jeugdbeweging in Vlaanderen tussen februari en maart 2018. Bij de eerste contactname met de directeur en leidinggevende werd een informed consent toegestuurd. Na ondertekenen hiervan werd een informatieformulier, informed consent en korte medische vragenlijst meegegeven aan de kinderen en hun ouders. Wanneer het kind en zijn ouders instemden tot deelname werd hen gevraagd om hun goedkeuring schriftelijk te bevestigen en de bijgevoegde vragenlijst in te vullen. Kinderen werden geïncludeerd wanneer ze tussen 6 en 11 jaar waren, in het reguliere onderwijs zaten waarvan ze elk jaar slechts één maal hebben doorlopen en de Nederlandse taal beheersten. Ze werden geëxcludeerd op basis van de door de ouders gegeven antwoorden op de medische vragenlijst. Exclusie vond plaats wanneer het kind gekend was met een ongecorrigeerd visus probleem, intellectuele, metabole, motorische en/of neurologische aandoening.

Het beoogde aantal participanten bedroeg 60 typisch ontwikkelende kinderen tussen 6 en 11 jaar. Binnen iedere leeftijdsgroep werd er gestreefd naar 10 kinderen, waarvan minstens vijf jongens en vijf meisjes.

3.3 Procedure

3.3.1 Meetinstrument

Tijdens de ontwikkeling van het nieuw ontworpen visuomotorisch meetinstrument werd gebruik gemaakt van voorgaande studies met een gelijkaardig meetinstrument. De parameters werden gebaseerd op bestaande visuomanuele tracking taken (De Kieviet et al., 2013; Ferguson et al., 2015; van Roon et al., 2008). De nieuwe visuomanuele tracking taak werd ontworpen voor een laptop en kon bestuurd worden door middel van een computermuis. Het computerscherm, met een grootte van 15.6 inch (39.624 cm), bevond zich op 50 cm van de tafelrand. Deze werd verticaal gepositioneerd, recht tegenover het kind. Het gebied waarin de computermuis bewogen kon worden, was aangeduid door een horizontaal A4-blad op 5 cm van de tafelrand. De computermuis had een standaardgewicht en de afmetingen bedroegen 11.4 cm in lengte, 6.35 cm in breedte en 3.8 cm in hoogte. De voortbeweging van de computermuis op het scherm werd vertraagd waardoor het kind genoodzaakt was om de volledige arm te gebruiken om de computermuis te bewegen. De kinderen zaten op een stoel met één vuist-breedte tussen hun bovenlichaam en de tafelrand, gesteund door de rugleuning en hun voeten gesteund op de grond of een voetenbankje.

De taak bestond uit een zwarte cirkel, als doel, en een rode cirkel. Deze representeerde de cursor, met name de computermuis. De diameters van deze cirkels bedroegen respectievelijk 2.70 cm en 0.53 cm. Het opzet van de taak was om de rode cirkel zo lang en nauwkeurig mogelijk in het midden van de zwarte cirkel te houden terwijl deze laatste een circulaire beweging maakte met een diameter van 10 cm aan een constante snelheid van 30 graden/seconden. De participant bestuurde de computermuis met zijn of haar voorkeurshand. Wanneer dit rechts was, maakte de zwarte cirkel een beweging in de richting van de klok. Bij linkshandigen was dit tegen de klok in. Zowel het doel als de computermuis lieten geen afdruk achter. De posities van de twee cirkels werden door middel van x- en y-coördinaten geregistreerd aan een frequentie van 206 Hz en een nauwkeurigheid van 0.1 mm. De testafname bestond uit acht trials waarbij één trial steeds 60 seconden duurde.

3.3.2 Methode

Het onderzoek werd uitgevoerd in samenwerking met twee andere masterstudenten Revalidatiewetenschappen en Kinesitherapie aan de UHasselt. Het eerste deel van de testafname waarbij de snelheid van het doel progressief toenam, werd door hun verder onderzocht. Het tweede deel van het onderzoek wordt in deze studie toegelicht.

Het tweede gedeelte bestond uit acht trials die zowel een zichtbare als een onzichtbare fase bevatten. Zo verdween het doel, met name de zwarte cirkel, ad random na een zichtbare tijdsinterval van twee tot vier seconden. De onzichtbare fase werd ook ad random ingedeeld binnen een tijdsinterval van één tot drie seconden. Gedurende de onzichtbare fase bleef het doel echter voortbewegen aan de constante snelheid van 30 graden/seconden. Wanneer het doel onzichtbaar werd, werd aan het kind gevraagd om zo nauwkeurig mogelijk in het doel te blijven. Hiervoor dienden ze te voorspellen waar het doel uiteindelijk terug zichtbaar zou worden. Gedurende de trials werden kinderen aangemoedigd door de testleider. Na afloop van een trial kregen ze 10 seconden rusttijd en werd er steeds prestatiefeedback gegeven door de testleider. Tijdens de testafname werd door de testleider geobserveerd. Indien er zich iets afwijkend voordeed, werd dit op een observatieblad genoteerd. Er werden in het totaal acht trials afgenomen en acht minuten aan data verzameld. Een oefentrial werd bij het tweede onderdeel van de studie niet gegeven aangezien deze in het eerste deel vervat zat.

Na de testafname van de visuomanuele tracking taak, werd een transfertaak uitgevoerd. Dit was een bestaand online computerspel dat visuomanuele vaardigheden vergde. Door de computermuis naar links en naar rechts te verplaatsen, konden ze de kerstman bewegen om pakjes te vangen en punten te verdienen. Echter waren er ook obstakels die ze dienden te vermijden. Wanneer men een van deze raakte, was het spel afgelopen. De uitgangspositie bleef hetzelfde als bij de visuomanuele tracking taak. Ieder kind kreeg na de uitleg van de testleider één oefentrial. Daarna werden twee testtrials afgenomen. De behaalde score verscheen op het computerscherm wanneer het spel was afgelopen. Deze werd door de testleider genoteerd en na afloop van de tweede testtrial werd een gemiddelde gemaakt van de twee scores. Dit gemiddelde werd opgenomen in de verdere data-analyse van het onderzoek.

3.3.3 Uitkomstmaten

Het meetinstrument registreerde gedurende een volledige minuut 100 metingen per seconde. Tijdens deze metingen werden de posities van het doel en de cursor steeds vastgelegd door hun x- en y-coördinaten. Uit deze gegevens werden de tijd dat de cursor zich in het doel bevond en de gemiddelde afstand tussen het middelpunt van het doel en het midden van de cursor berekend. Deze twee vormden de primaire uitkomstmaten van het onderzoek. De temporele uitkomstmaat, met name de 'tijd in het doel', werd gemeten in seconden. Deze waarde werd in een percentage per trial uitgedrukt. Hieruit kon men afleiden hoe goed de kinderen het doel konden volgen. De tweede, spatiale, uitkomstmaat 'gemiddelde afstand tussen het midden van het doel en midden van cursor' werd per trial weergegeven in centimeter. Afhankelijk van het gemiddelde van deze uitkomstmaat kon er worden afgeleid hoe nauwkeurig de kinderen de taak uitvoerden. Uit de standaarddeviatie werd afgeleid hoe stabiel de uitvoering was. Zo kon een kind een hoger gemiddelde van deze uitkomstmaat hebben wat impliceert dat hij gedurende de volledige taak een grotere afstand had tussen de cursor en het doel, maar tegelijk een kleine standaarddeviatie. Dit wil zeggen dat hij tijdens de uitvoering weinig afweek van deze afstand tot het doel. Wanneer een kind een hogere standaarddeviatie had, kan dit wijzen op veelvuldige correctieve bewegingen met zijn computermuis.

Voor statistische analyse naar mogelijke verschillen in uitvoering tussen de verscheidene leeftijden werd van elk kind, per uitkomstmaat, een gemiddelde genomen van alle acht trials. Deze werden dan per groep statistisch vergeleken. Daarnaast werd er onderzocht of er een leereffect ontstond over de acht trials. Hiervoor werd er voor ieder kind bij elke uitkomstmaat het gemiddelde genomen van zowel de eerste en tweede trial als de zevende en achtste trial. Het verschil werd berekend door het laatste gemiddelde van het eerste gemiddelde af te trekken. Het verkregen resultaat representeerde de mogelijke toe- of afname binnen elke uitkomstmaat.

3.4 Data-analyse

Voor de statische analyse van de data werd gebruik gemaakt van het statistisch programma *JMP® Pro, versie 13.2.0. (Copyright © 2016 SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989 – 2014).* Het significantieniveau α werd vastgelegd op 0.05. Gezien de normale verdeling van de datagegevens, gecontroleerd met behulp van Shapiro Wilk W Test, werden parametrische testen uitgevoerd.

Statistische verschillen tussen de onafhankelijke leeftijdsgroepen (6 levels: 6-,7-, 8-, 9-, 10-, 11- jarigen) en geslacht (2 levels: ♂, ♀) werden onderzocht door middel van een factoriaal design in analysis of variance (ANOVA). Om te achterhalen waar de statistische verschillen precies heersten, werd de post-hoc analyse Tukey's HSD (honest significant difference) test uitgevoerd. Voor de uitkomstmaat 'tijd in het doel' werd voor ANOVA aanvankelijk de voorwaarde van normaliteit niet behaald. Om aan de assumptie van normaliteit te voldoen werd een transformatie uitgevoerd waarbij het kwadraat van de datagegevens werd genomen. Descriptieve analyse beschreef de gemiddelden en standaarddeviaties van de oorspronkelijke data.

Een algemeen statistisch verschil in leereffect werd onderzocht aan de hand van een gepaarde t-test. Verschillen tussen leeftijdsgroepen en geslacht werden door middel van een factoriaal design in ANOVA onderzocht. Indien een significant verschil gevonden werd, werd ook een post-hoc analyse Tukey's HSD test uitgevoerd. Hoe negatiever de uitkomst 'tijd in het doel', hoe groter het leereffect werd beschouwd tussen de laatste en de eerste trials. Voor de uitkomstmaat 'gemiddelde afstand tussen het doel en de cursor' en de standaarddeviatie van de 'gemiddelde afstand tussen het doel en de cursor' gold het omgekeerde. Hoe positiever de uitkomst, des te groter het leereffect was.

Niet-parametrische correlatiecoëfficiënt Spearman's rho werd gebruikt om een verband na te gaan tussen de prestaties van de transfertaak en de visuomanuele tracking taak. Er werd geopteerd voor een niet-parametrische statistiek aangezien uit de scatterplot's geen assumptie van lineaire verband werd voldaan. Een mogelijke relatie werd onderzocht tussen alle uitkomstmaten van de visuomanuele tracking taak en de transfertaak. Dit zowel voor de totale groep als voor de leeftijdsgroepen afzonderlijk. Voor interpretatie werden volgende richtlijnen gehanteerd: (1) $r<0.30$= minimale tot geen correlatie, (2) $r= 0.30$-0.50= lage of

zwakke correlatie, (3) r= 0.50-0.70= matige correlatie, (4) r= 0.70-0.90= hoge of sterke correlatie, r>0.90= erg hoge correlatie (Hinkle, Wiersma & Jurs, 2003).

4. Resultaten

4.1 Participanten

Voor dit onderzoek werden 76 kinderen gerekruteerd. Na de testafname werden twee kinderen, één zesjarig meisje en één zesjarige jongen, alsnog geëxcludeerd uit de studie vanwege niet valide metingen door een sterk afwijkende concentratie. Dit werd geconstateerd uit de subjectieve observatie tijdens de testafname. Hierdoor werden 74 kinderen tussen 6 en 11 jaar in zes leeftijdscategorieën geïncludeerd voor verdere data-analyse. De totale groep bestond uit 37 jongens en 37 meisjes. Een volledig overzicht van de basiskarakteristieken is terug te vinden in tabel 1 van bijlage 1.

4.2 Vergelijking leeftijdsgroepen

4.2.1 Op basis van de uitkomstmaat 'tijd in het doel'

Uit het factoriale design in ANOVA (leeftijdsgroep x geslacht) werd geen significante interactie gevonden voor de tijd in het doel tussen de leeftijdsgroepen en het geslacht ($F(1,73)= 1.180$, $p= 0.329$). Evenals werd er geen significant verschil gevonden tussen jongens en meisjes ($F(1,2)= 1.009$, $p= 0.319$). Tussen de leeftijdsgroepen werd er wel een statistisch significant verschil gevonden ($F(5,73)= 4.734$, $p= 0.001$). Uit de post-hoc analyse tussen de leeftijdsgroepen bleek dat zevenjarigen significant langer in het doel bleven dan tienjarigen ($p= 0.006$) en 11-jarigen ($p= 0.032$). Achtjarigen scoorden significant beter dan tienjarigen ($p= 0.013$). Tussen de overige leeftijdsgroepen werden geen statistisch significante verschillen gevonden. Een volledig overzicht van de post-hoc analyse wordt weergegeven in tabel 2.

Uit descriptieve analyse van de oorspronkelijke data bleek dat de zevenjarigen en achtjarigen de cursor gedurende respectievelijk 46.7 % ± 0.15 en 46.7% ± 0.06 in het doel hielden. De tienjarigen scoorden het zwakste van alle leeftijdsgroepen. Zij hielden de cursor slechts 33.5% ± 0.11 in het doel. Elfjarigen behaalden de op één na zwakste score, namelijk 36.5% ± 0.08. Descriptieve analyse van de gemiddelden en standaarddeviaties zijn samengevat weergegeven in tabel 3. Figuur 1 geeft een grafische weergave hiervan weer.

4.2.2 Op basis van de uitkomstmaat 'gemiddelde afstand tussen het doel en de cursor'

Uit de resultaten van ANOVA (leeftijdsgroep x geslacht) omtrent de gemiddelde afstand tot het doel bleek de interactie tussen de verschillende leeftijdsgroepen en het geslacht niet statistisch significant ($F(1,73)= 0.334$, $p= 0.890$). Bij de vergelijking van jongens en meisjes werd er geen statistisch significant verschil bevonden ($F(1,2)= 0.151$, $p= 0.699$). Eveneens werd er tussen de leeftijdsgroepen geen significant verschil gevonden in gemiddelde afstand tot het doel ($F(5,73)= 0.983$, $p= 0.435$).

Uit descriptieve analyse bleek er wel een verschil te zijn tussen de leeftijdsgroepen. De achtjarigen waren het minst nauwkeurig, daar zij de grootste gemiddelde afstand tussen het doel en de cursor hadden, namelijk 0.92 ± 0.16 cm. Bij de kinderen van de overige leeftijdsgroepen varieerde de gemiddelde afstand tussen 0.79 ± 0.14 cm en 0.88 ± 0.26 cm. Gemiddelden en bijhorende standaarddeviaties worden grafisch weergegeven in figuur 2 in bijlage 2.

Uit statistische analyse van de standaarddeviatie, met behulp van ANOVA (leeftijdsgroep x geslacht), werd er geen significante interactie gevonden ($F(1,73)= 1.469$, $p= 0.213$). Het verschil tussen jongens en meisjes was eveneens niet significant ($F(1,2)= 0.307$, $p= 0.582$). De verschillen in standaarddeviatie tussen de leeftijdsgroepen werden ook niet statistisch significant bevonden ($F(5,73)= 1.424$, $p= 0.228$).

Descriptieve analyse wees echter uit dat de standaarddeviatie vanaf een leeftijd van acht jaar lager gelegen was dan de twee jongere groepen. Voor de zes- en zevenjarigen bedroeg dit respectievelijk 0.30 ± 0.10 en 0.33 ± 0.10. Vanaf acht jaar was de standaarddeviatie gelegen tussen 0.24 ± 0.07 en 0.28 ± 0.08. Deze afname in standaarddeviatie kan een indicatie zijn voor een stabielere uitvoering. Een volledig overzicht van de descriptieve analyse is weergegeven in tabel 4. Standaarddeviaties zijn grafisch weergegeven in figuur 3.

4.3 Vergelijking leereffect tussen de leeftijdsgroepen

4.3.1 Op basis van uitkomstmaat 'tijd in het doel'

Een negatievere uitkomst van het berekend verschil, duidde op een grotere leereffect over de acht trials. Dit betekent dat het kind gedurende de twee laatste trials de cursor langer in het doel kon houden. Wanneer het kind tijdens de laatste twee trials niet in staat was de cursor even lang of langer in het doel te houden ten opzichte van de eerste 2 trials resulteerde dit in een positieve uitkomst.

Uit statistische analyse door middel van gepaarde t-test werd geen significant leereffect bekomen voor de totale groep ($t(73)= 0.187$, $p= 0.853$). Door middel van ANOVA (leeftijdsgroep x geslacht) werd geen statistisch significante interactie gevonden tussen de leeftijdsgroepen en het geslacht ($F(1, 73)= 0.373$, $p= 0.866$). Er werd evenals geen significant verschil gevonden tussen jongens en meisjes ($F(1,2)= 0.083$, $p= 0.775$) of tussen de leeftijdsgroepen ($F(5,73)= 1.026$, $p= 0.410$).

Een overzicht van de descriptieve analyse is weergegeven in tabel 5 in bijlage 3. Hieruit bleek bij vergelijking tussen de leeftijdsgroepen dat enkel de zevenjarigen (-0.02 ± 0.03) en de negenjarigen (-0.02 ± 0.06) de cursor ongeveer 2 % langer in het doel hielden tijdens de twee laatste trials. De overige leeftijdsgroepen bereikten een groepsgemiddelde die zeer kort bij de 0.0 lag waardoor aangenomen kan worden dat er binnen deze leeftijden geen of minimale verandering in prestatie was tussen de eerste en laatste trials. Een grafische weergave wordt door middel van een staafdiagram voorgesteld in figuur 4.

4.3.2 Op basis van uitkomstmaat 'gemiddelde afstand tussen het doel en de cursor'

Een positievere uitkomst van het berekend verschil van zowel het gemiddelde als de standaarddeviatie, duidde op een grotere leereffect over de acht trials. Voor een positief verschil van de gemiddelden betekent dit dat het kind gedurende de twee laatste trials de cursor dichter bij het doel kon houden. Een positief verschil van de standaarddeviaties duidde op een stabielere uitvoering van de taak tijdens de twee laatste trials.

Uit statistische analyse door middel van gepaarde t-test werd geen significant leereffect in gemiddelde afstand bekomen voor de totale groep ($t(73)= -0.213$, $p= 0.832$). Uit de resultaten van ANOVA (leeftijdsgroep x geslacht) bleek geen significant verschil aanwezig bij de interactie tussen leeftijdsgroepen en geslacht ($F(1,73)= 0.474$, $p= 0.794$), tussen de geslachten ($F(1,2)= 1.772$, $p= 0.188$) of tussen de leeftijdsgroepen ($F(5,73)= 1.110$, $p= 0.364$).

Uit descriptieve vergelijking, weergegeven in tabel 6, bleek dat de drie oudste leeftijdsgroepen, met name negen-, tien- en elfjarigen, tijdens de twee laatste trials gemiddeld een grotere afstand tussen het doel en de cursor hadden. Dit wordt gesuggereerd door hun negatieve gemiddelde waarden. Bij de negenjarigen bevond de cursor tijdens hun laatste trials gemiddeld 0.12 ± 0.25 cm verder van het doel ten opzichte van hun eerste trials. Bij de tienjarigen en de elfjarigen bedroeg dit verschil respectievelijk gemiddeld 0.02 ± 0.31 cm en 0.05 ± 0.27 cm. Een omgekeerd resultaat werd in de andere leeftijdsgroepen gevonden waarbij in de groep van de zevenjarigen de grootste verbetering in nauwkeurigheid merkbaar was. Zo hielden zij de cursor tijdens de laatste trials gemiddeld 0.16 ± 0.20 cm dichter bij het doel. Een grafische weergave van de resultaten is weergegeven in figuur 5.

Uit de resultaten van de statistische analyse door middel van een gepaarde t-test bleek er geen significant leereffect in standaarddeviatie aanwezig voor de totale groep ($t(73)= -0.451$, $p= 0.653$). Tevens werd er, door middel van ANOVA (leeftijdsgroep x geslacht) geen significante interactie tussen de leeftijdsgroepen en het geslacht gevonden ($F(1,73)= 0.865$, $p= 0.510$). Er werd geen significant verschil in leereffecten op basis van de standaarddeviatie tussen jongens en meisjes ($F(1,2)= 0.462$, $p= 0.499$) of tussen de leeftijdsgroepen ($F(5,73)= 1.542$, $p= 0.190$) gevonden.

Uit descriptieve vergelijking van het leereffect op basis van de standaarddeviatie waren onderlinge verschillen tussen de leeftijdsgroepen merkbaar. Zesjarigen vertoonden het grootste leereffect in de mate van stabiliteit. Zij behaalden de grootste verbetering (0.17 ± 0.24). De zevenjarigen, negenjarigen en tienjarigen hadden tijdens de twee laatste trials een minder stabiele uitvoering. Dit bleek uit de licht negatieve uitkomst die respectievelijk -0.09 ± 0.29, -0.07 ± 0.29 en -0.05 ± 0.25 bedroeg. Een volledig overzicht van de descriptieve analyse is terug te vinden in tabel 6. Een grafische weergave wordt afgebeeld in figuur 6 in de bijlagen.

4.4 Correlatie visuomanuele tracking taak en transfertaak

4.4.1 Op basis van uitkomstmaat 'Tijd in het doel'

Het verband tussen de 'tijd in het doel' tijdens uitvoering van de visuomanuele tracking taak en de gemiddelde uitkomst van de transfertaak wordt weergegeven in tabel 7 in bijlage 4. Uit de globale analyse werd een significante correlatie bekomen (r= -0.242, p= 0.038). Deze correlatiecoëfficiënt r= -0.242 komt echter overeen met geen of een minimaal negatief verband. Bij analyse per leeftijdsgroepen werden geen tot slechts zwakke correlaties gevonden. Deze correlaties waren allemaal niet statistisch significant.

4.3.2 Op basis van uitkomstmaat 'Gemiddelde afstand tussen het doel en de cursor'

Het verband tussen de 'gemiddelde afstand tot het doel' van de visuomanuele tracking taak en de gemiddelde uitkomst van de transfertaak wordt weergegeven in tabel 8. Bij de statistische analyse van de totale groep werd geen significantie noch een verband gevonden (r= 0.101, p= 0.392). Tussen de verbanden per leeftijdsgroep werd overal een niet-significante geen tot minimale correlatie gevonden (r<0.36, p>0.222).

Er werd geen of slechts een minimaal negatief verband gevonden voor de totale groep tussen de standaarddeviatie in 'gemiddelde afstand tot het doel' van de visuomanuele tracking taak en de gemiddelde uitkomst van de transfertaak. Deze correlatie werd statistisch significant bevonden (r= -0.267, p= 0.021). Bij de onderlinge vergelijking per leeftijdsgroep werd enkel voor de negenjarigen een matige, negatieve correlatie gevonden, echter was deze niet statistisch significant (r= -0.577, p= 0.063).

5. Discussie

De opzet van deze studie was het in kaart brengen van de ontwikkeling van de feedforward controle over de leeftijd. Deze ontwikkeling werd getoetst aan de hand van drie onderzoeksvragen. Wanneer men gebruik maakt van feedforward controle wordt er een intern model van de handeling gecreëerd. Deze opbouw van een intern model kan onderverdeeld worden in twee fases. Er dient een interne representatie van zowel de beweging van het doel als een interne representatie van de bewegingen van de arm gemaakt te worden. Om de beweging op een vloeiende manier te kunnen uitvoeren, moeten kinderen in staat zijn deze interne representaties te kunnen bijsturen, ook tijdens de onzichtbare fase (Ferguson et al., 2015; van Roon et al., 2008). Of de grootste moeilijkheid zich bevindt in het maken van een interne representatie van het bewegend doel of van de bewegingen van hun arm is niet duidelijk geweten. Echter is er wel geweten dat de interne representaties van eigen bewegingen, de zo genaamde sensorimotorische representaties, zich ontwikkelen over de tijd. Zo vond Contreras-Vidal (2006) dat zesjarige kinderen meer moeilijkheden ondervonden bij het bijsturen van hun bewegingsbanen in een reiktaak. Acht- en tienjarigen voerden deze taak beter uit. Mede uit deze resultaten vloeiden onze verwachtingen voort dat oudere kinderen de visuomanuele tracking taak beter zouden uitvoeren dan jongere kinderen.

De eerste onderzoeksvraag trachtte de verschillen in prestatie over zes leeftijdsgroepen te achterhalen. Verschillen tussen jongens en meisjes werden er voor geen enkele uitkomstmaat bekomen, daar zij steeds nagenoeg dezelfde resultaten behaalden. Wat betreft de leeftijd bleek dat voor alle leeftijden samen de cursor gedurende gemiddeld 40.3% ± 0.11 in het doel bleef. Zeven- en achtjarige kinderen konden de cursor het langst in het doel houden, namelijk 46.7% ± 0.15 en 46.7% ± 0.06. Opvallend was dat tienjarigen het zwakste scoorden, namelijk 33.5% ± 0.11. Deze resultaten lopen niet in de lijn van onze verwachtingen. Aanvankelijk werd de hypothese gesteld dat oudere leeftijdsgroepen erin zouden slagen de cursor langer in het doel te houden. Een mogelijke verklaring voor de zwakkere score bij tienjarigen kan zijn dat de uitdaging voor hen minder groot was waardoor de intrinsieke motivatie en bijgevolg de aandacht hiervoor afnam. Deze veronderstelling kon echter niet geverifieerd worden uit subjectieve observaties. Uit een voorgaande studie van Ferguson et al. (2015) werd aan de hand van een gelijkaardige visuomanuele tracking taak, met zichtbare en onzichtbare fase, de verschillen tussen kinderen met DCD en typisch ontwikkelende kinderen onderzocht. Veertig typisch ontwikkelende kinderen met een leeftijd van 6 tot 10 jaar werden geïncludeerd.

Naast de zichtbare en onzichtbare fase had de uitgevoerde taak twee verschillende snelheden. Zo bleek dat typisch ontwikkelende kinderen tijdens de trage snelheid van 30 graden/seconden een globale tijd in het doel van 49.85s ± 8.33 hadden. Dit komt overeen met 83.1%. Dit resultaat ligt veel hoger dan de gemiddelde tijd in het doel gemeten in deze huidige studie.

Een mogelijke verklaring voor dit verschil is het gebruik van een computermuis als cursor in de huidige studie. Uit subjectieve observatie tijdens de testafnames bleek dat vooral jongere kinderen maar zeker ook oudere kinderen minder vaardig waren met een computermuis. Hierdoor zou het kunnen dat problemen in het fijn motorisch aansturen van de computermuis een negatief beïnvloedende factor was. Dit heeft het aspect van interne representatie van hun eigen bewegingen mogelijks extra bemoeilijkt. In voorgaande studies werd de taak uitgevoerd met behulp van een elektronische pen op een tablet (Ferguson et al., 2015; van Roon et al., 2008). Kinderen zijn veel meer vertrouwd met dit materiaal aangezien zij reeds vanaf zeer jonge leeftijd experimenteren met het gebruik van kleurpotloden en pennen. In tegenstelling tot een computermuis waar zeker in het huidige tijdperk van touchscreens en tablets, kinderen weinig ervaring mee op doen.

Een andere mogelijke verklaring voor de verschillende uitkomsten tussen Ferguson et al. (2015) en deze huidige studie is de verschillende benadering wanneer kinderen afgeleid waren. Ferguson et al. (2015) liet het kind bij afleiding, diezelfde trial aan het einde van het experiment opnieuw uitvoeren. Waardoor het gemiddelde percentage in het doel mogelijks hoger kan liggen door deze herkansing. In de huidige studie werd dat bewust niet gedaan aangezien gezocht werd naar de optimale modaliteiten voor het bepalen van de ontwikkeling in feedforward controle en het leereffect daarin over acht trials. Dit is de reden waarom het aantal trials voor elk kind gelijk gehouden werd.

De tweede uitkomstmaat van de huidige studie was de gemiddelde afstand tussen het doel en de cursor. Er werd verwacht dat jongere kinderen een grotere gemiddelde afstand en een grotere standaarddeviatie zouden hebben dan oudere kinderen, wat zou resulteren in een minder nauwkeurig en minder stabiele uitvoering. Echter werd er geen significant verschil gevonden tussen de leeftijdsgroepen. Op basis van descriptieve analyse bleek dat de achtjarigen het minst nauwkeurig waren, met een gemiddelde afstand van 0.92 ± 0.16 cm. De gemiddelde afstand van de overige leeftijdsgroepen lag tussen 0.79 ± 0.14 cm en 0.89 ± 0.26

cm. In een voorgaande studie van van Roon et al. (2008) voerden typisch ontwikkelende kinderen, van 6 tot 17 jaar, een gelijkaardige visuomanuele tracking taak uit waarbij het doel progressief in snelheid toenam of afnam afhankelijk van de prestatie. Voor alle leeftijdsgroepen samen werd er een gemiddelde afstand van 0.61 cm bekomen. Dit resultaat is ongeveer 0.20 cm dichter bij het doel dan de verkregen afstand in deze huidige studie. Daarnaast vond van Roon et al. (2008) dat jongere kinderen het doel enkel aan een lage snelheid konden volgen. Hierbij bleven zij ook vaker stilstaan. Dit wees volgens hun op het gebruik van feedback strategie. Zo zagen zij ook wanneer kinderen ouder werden, ze minder gebruik maakten van deze strategie maar eerder gingen terugvallen op feedforward controle waarbij een interne representatie werd gemaakt. Dit is verschillend met de huidige taak. Gezien de onzichtbare fase was het terugvallen op een feedback strategie minder mogelijk. Zowel jonge als oudere kinderen dienden onmiddellijk terug te vallen op hun interne representatie van het bewegend doel. Dit zorgde voor een extra moeilijkheidsfactor wat een mogelijke verklaring kan zijn waarom de kinderen in de studie van van Roon et al. (2008) een betere gemiddelde afstand tot het doel hadden.

Naast de gemiddelde afstand was de bijhorende standaarddeviatie ook een belangrijk gegeven. Er werden geen statistisch significante verschillen hierin gevonden tussen leeftijdsgroepen. Echter bleek uit descriptieve analyse dat zes- en zevenjarigen de hoogste standaarddeviatie hadden. Vanaf de leeftijd van acht jaar nam de standaarddeviatie en dus de variabiliteit van de uitvoeringen af. Dit is een indicatie van het vermogen tot motorisch leren van een kind. Kinderen met een hoge variabiliteit verkennen verschillende mogelijkheden van bewegings- en controle strategieën. De mate van afname in variabiliteit, wijst op een stabielere uitvoering (Herzfeld & Shadmehr, 2014). Hierdoor kan aangenomen worden dat oudere kinderen de motorische vaardigheid van de visuomanuele tracking taak beter beheersten en stabieler konden uitvoeren.

Tijdens de huidige studie werden acht trials afgenomen, waarbij het beoogde doel was na te gaan of de kinderen hun gevormde interne representatie optimaal konden bijsturen over de acht trials. Van hieruit ontstond de tweede onderzoeksvraag, namelijk waren er verschillen in leereffect over acht trials tussen de zes leeftijdsgroepen. Er werd verwacht dat na acht herhalingen een beter intern model kon gegenereerd worden wat resulteerde in een betere uitvoering tijdens de laatste trials. Bovendien werd verwacht dat deze verbetering het grootste was in de jongste leeftijdsgroepen.

Uit de resultaten bleek dat er voor zowel alle leeftijdsgroepen samen, als voor iedere leeftijdsgroep apart geen statistisch significant verschil tussen het gemiddelde van de twee eerste en het gemiddelde van de twee laatste trials werd bekomen. Uit descriptieve analyse bleek desondanks dat enkele leeftijdsgroepen een minimaal positieve verbetering hadden. Zo bleven de zevenjarigen en de negenjarigen tijdens de twee laatste trials 2% langer in het doel. De drie jongste leeftijdsgroepen hielden tijdens de twee laatste trials de cursor dichter bij het doel. De grootste verbetering in nauwkeurigheid was merkbaar bij de zevenjarigen. Een stabielere uitvoering tijdens de twee laatste trials werd bekomen bij de zes-, acht- en elfjarigen. De grootste verbetering hierin werd terug gevonden bij de zesjarigen. Desondanks het grootste leereffect steeds bekomen werd in één van de jongere leeftijdsgroepen werden onze verwachtingen niet volledig ingevuld. In ons opzicht zijn er twee mogelijke factoren die een rol speelden bij het niet bekomen van een statistisch significant leereffect. De eerst mogelijke factor was het aantal trials die werden uitgevoerd. Mogelijkerwijs waren acht trials te weinig om een leereffect aan te tonen. Bovendien werd er tussen de trials steeds een rustpauze van tien seconden gegeven. De kans bestaat dat kinderen meer nood hadden aan een langere pauze tussen de trials door. Een tweede factor die een rol kan gespeeld hebben, is de veronderstelling dat kinderen moeilijkheden hadden bij de aanhoudende aandacht, die mogelijks gedurende de volledige testafname afnam. Deze veronderstelling werd deels bevestigd uit subjectieve observatie tijdens de testafname waarbij enkele kinderen door middel van verbale en non-verbale signalen dit aangaven. Daarnaast werd in een onderzoek van Brandes-Aitken et al. (2018) via correlatie analyse een verband tussen cognitieve en visuomotorische controle gevonden. Deze uitkomsten toonden aan dat aandacht en visuomotorische controlemogelijkheden als een gekoppeld proces gezien dienen te worden. In de huidige studie werden kinderen met cognitieve problemen enkel geëxcludeerd aan de

hand van een vragenlijst ingevuld door de ouders. Hiervoor werd bewust gekozen om een zo representatief mogelijke steekproefpopulatie te bekomen. Verder werd geen bijkomende informatie door middel van objectieve metingen verkregen omtrent problemen in cognitie of aandacht bij de participanten.

Tot slot werd in de derde onderzoeksvraag nagegaan of er een verband was tussen de nieuwe visuomanuele tracking taak en een transfertaak, met name een bestaand visuomotorisch computerspel. Bij beide taken dienden snelle online bewegingen gemaakt te worden. Dit proces werd gebruikt bij zowel de visuomanuele tracking taak om in het midden van het doel te kunnen blijven als bij de transfertaak om obstakels te vermijden en pakjes te vangen. Er werden geen verbanden gevonden tussen de uitvoering van visuomanuele tracking taak en de transfertaak. Een mogelijke verklaring voor dit resultaat is de inconsistente score die de transfertaak weergaf. De duur van de testafname bij de transfertaak was afhankelijk van hoe goed het kind presteerde en hoeveel obstakels hij tegenkwam. Zo kon het zijn dat een kind een hoge score behaalde zonder de computermuis te moeten verplaatsen aangezien de obstakels in het spel, zoals de takken, pas later voorbij kwamen. Dit verschil in score werd geminimaliseerd door het gemiddelde te nemen van de twee uitvoeringen. De mogelijkheid bestaat dat deze maatregel niet voldoende was om een representatieve vergelijking te maken tussen de transfertaak en de visuomanule tracking taak.

Deze studie bevatte enkele limitaties. Zo was het meetinstrument niet in de mogelijkheid om de uitkomstmaten geïsoleerd van de visuele conditie weer te geven. Hierdoor kon er bij interpretatie van de resultaten geen onderscheid gemaakt worden tussen wanneer het doel zichtbaar of onzichtbaar was.

Een tweede limitatie van deze studie is de lage power. De power van ANOVA analyse naar de verschillen tussen de leeftijden bedroeg slechts 0.33. De analyses voor het achterhalen van de leereffecten op basis van ‘tijd in doel’ en ‘gemiddelde afstand tot het doel’ en de bijhorende standaarddeviatie hadden een power van respectievelijk, 0.35 en 0.45. Eveneens werd een lage power gevonden bij de correlatie analyse tussen de visuomanuele tracking taak en de transfertaak, namelijk 0.43. Gezien deze lage power konden resultaten vertekend worden weergegeven. Een grotere sample size zou de power van deze studie kunnen verhogen. Power calculaties wezen uit dat een sample size van minstens 228 kinderen zou resulteren in een power van 0.80 of meer voor de drie onderzoeksvragen.

Een derde limitatie van de studie is dat er enkel werd geëxcludeerd op basis van een zelf opgestelde vragenlijst die ingevuld werd door de ouders van het kind. Objectieve testen om een mogelijke beperking in de motorische ontwikkeling te achterhalen, werden niet uitgevoerd. Echter heeft dit ook een positieve keerzijde aangezien dit een werkelijke representatie van de onderzoekspopulatie weergeeft. Tot slot werden testafnames door drie verschillende onderzoekers uitgevoerd waardoor mogelijks verschillen in manier van testafname konden ontstaan. Echter werd deze test zo gestandaardiseerd mogelijk afgenomen met behulp van op voorhand vastgelegde richtlijnen voor de wijze van testafname en het geven van instructies.

Verder onderzoek binnen dit studiedomein is vereist om meer informatie te verkrijgen omtrent de feedforward controle bij verschillende leeftijden en hoofdzakelijk over de leereffecten binnen de feedforward controle. De eerste aanbeveling naar toekomstige studies is het verhogen van het aantal trials. Mogelijks was het aantal herhalingen te klein om een statistisch significant leereffect te bekomen en hadden kinderen meer tijd nodig om hun interne representaties te vormen en aan te passen. Een tweede aanbeveling is het gebruik van een grotere sample size, om de kans op significante resultaten te verhogen. De derde aanbeveling is retentie nagaan om het leereffect op lange termijn te onderzoeken aan de hand van zo genaamde after-effecten. Daarnaast raden we toekomstige studies aan een valide transfertaak bij de visuomanule tracking taak te selecteren. Verder zou op basis van objectieve meting de aanhoudende aandacht kunnen worden onderzocht tijdens baseline metingen. Hierbij kan nagegaan worden of kinderen met een betere aanhoudende aandacht, ook een betere prestatie hebben tijdens de visuomanuele tracking taak.

Nadat een meer uitgebreide kennis verworven is omtrent de ontwikkeling in feedforward controle, het leereffect hierin en in mogelijke beïnvloedende factoren, kunnen verschillen nagegaan worden tussen typisch ontwikkelende kinderen en kinderen met DCD. Op die manier kan de precieze oorzaak van visuomotorische problemen bij kinderen met DCD in de toekomst beter in kaart gebracht worden. De behandeling zal hierdoor meer aangepast kunnen worden naar de noden van het kind.

6. Conclusie

Feedforward controle is noodzakelijk in het dagelijkse leven vermits men tijdens activiteiten bewegingen steeds dient te voorspellen en aan te passen aan een continu veranderende omgeving (van Roon et al., 2008; Von Hofsten, 2007). Deze huidige studie onderzocht de ontwikkeling van feedforward controle aan de hand van een visuomanuele tracking taak. Typisch ontwikkelende kinderen tussen 6 en 11 jaar werden onderverdeeld in zes leeftijdsgroepen. Uit de resultaten van de verschillen tussen de leeftijdsgroepen bleek uit de statistische analyse dat oudere kinderen de cursor minder lang in het doel hielden. Dit was tegengesteld aan de verwachtingen. Uit descriptieve analyse bleek echter wel dat de standaarddeviatie van de uitkomstmaat 'gemiddelde afstand tussen het doel en de cursor' over de leeftijden afnam vanaf de leeftijd van acht jaar. Dit resultaat impliceert dat naarmate de leeftijd toeneemt, de stabiliteit van de uitvoering toeneemt. Naast de ontwikkeling van feedforward controle werd ook het leereffect binnen feedforward controle onderzocht door na te gaan of typisch ontwikkelende kinderen in staat waren hun intern model gedurende acht herhalingen aan te passen en te verfijnen. Er werd echter geen statistisch significant leereffect gevonden tussen de leeftijdsgroepen. Uit descriptieve analyse bleek desondanks dat enkele leeftijdsgroepen een minimaal positieve verbetering hadden op basis van hun tijd in het doel of de gemiddelde afstand en de bijhorende standaarddeviatie tot het doel. Opvallend echter is dat het grootste leereffect in zowel nauwkeurigheid als stabiliteit in de jongere leeftijdsgroepen gevonden werd. Zevenjarigen bekwamen het grootste leereffect in nauwkeurigheid. Zesjarigen vertoonden het grootste leereffect in de mate van stabiliteit tijdens de uitvoering. Tot slot werd er nagegaan of er een relatie was tussen de visuomanuele tracking taak en de transfertaak. Hier werd echter geen verband tussen gevonden.

Dit onderzoek was de eerste stap in het ontwikkelen van een valide meetinstrument in het onderzoek naar de ontwikkeling van feedforward controle en het leereffect hierin. Echter is uit deze studie gebleken dat de huidige opzet nog niet optimaal was. Toekomstig onderzoek kan hierin bijdragen door een herhaalde studie met een groter aantal participanten en mogelijks een groter aantal trials om het leereffect en significante verschillen over de leeftijden in het vormen van een adequaat intern model te bekomen.

7. Referentielijst

Adams, I. L., Lust, J. M., Wilson, P. H., & Steenbergen, B. (2014). Compromised motor control in children with DCD: a deficit in the internal model?-A systematic review. *Neurosci Biobehav Rev*, 47, 225-244. doi:10.1016/j.neubiorev.2014.08.011

American Psychiatric Association: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition. Arlington, VA, American Psychiatric Association, 2013.

Braddick, O. , & Atkinson, J. (2013). Visual control of manual actions: brain mechanisms in typical development and developmental disorders. *Dev Med Child Neurol*, 55 Suppl 4, 13-18. doi:10.1111/dmcn.12300

Brandes-Aitken, A., Anguera, J. A., Rolle, C. E., Desai, S. S., Demopoulos, C., Skinner, S. N., . . . Marco, E. J. (2018). Characterizing cognitive and visuomotor control in children with sensory processing dysfunction and autism spectrum disorders. *Neuropsychology*, 32(2), 148-160. doi:10.1037/neu0000404

Contreras-Vidal, J. L. (2006). Development of forward models for hand localization and movement control in 6- to 10-year-old children. *Hum Mov Sci*, 25(4-5), 634-645. doi:10.1016/j.humov.2006.07.006

Contreras-Vidal, J. L., Bo, J., Boudreau, J. P., & Clark, J. E. (2005). Development of visuomotor representations for hand movement in young children. *Exp Brain Res*, 162(2), 155-164. doi:10.1007/s00221-004-2123-7

De Kieviet, J. F. , Stoof, C. J. , Geldof, C. J. , Smits, N. , Piek, J. P. , Lafeber, H. N., . . . Oosterlaan, J. (2013). The crucial role of the predictability of motor response in visuomotor deficits in very preterm children at school age. *Dev Med Child Neurol*, 55(7), 624-630 doi:10.1111/dmcn.12125

Ferguson, G. D. , Wilson, P. H. , & Smits-Engelsman, B. C. M. (2015). The influence of task paradigm on motor imagery ability in children with Developmental Coordination Disorder. *Hum Mov Sci*, 44, 8190. doi:10.1016/j.humov.2015.08.016

Ferrel, C., Bard, C., & Fleury, M. (2001). Coordination in childhood: modifications of visuomotor representations in 6- to 11-year-old children. *Exp Brain Res*, 138(3), 313-321.

Herzfeld, D. J., & Shadmehr, R. (2014). Motor variability is not noise, but grist for the learning mill. *Nat Neurosci*, 17(2), 149-150. doi:10.1038/nn.3633

Hinkle, D. E., Wiersma, W., & Jurs, S. G. (2003). Applied statistics for the behavioral sciences (5th ed ed.): *Boston : Houghton Mifflin.*

Vaivre-Douret, L., Lalanne, C., & Golse, B. (2016). Developmental Coordination Disorder, An Umbrella Term for Motor Impairments in Children: Nature and Co-Morbid Disorders. *Front Psychol*, 7, 502. doi:10.3389/fpsyg.2016.00502

van Roon, D., Caeyenberghs, K., Swinnen, S. P., & Smits-Engelsman, B. C. (2008). Development of feedforward control in a dynamic manual tracking task. *Child Dev*, 79(4), 852-865. doi:10.1111/j.1467-8624.2008.01163.x

von Hofsten, C. (2007). Action in development. *Dev Sci*, 10(1), 54-60. doi:10.1111/j.1467-7687.2007.00564.x

Wilson, P. H., Ruddock, S., Smits-Engelsman, B., Polatajko, H., & Blank, R. (2013). Understanding performance deficits in developmental coordination disorder: a meta-analysis of recent research. *Dev Med Child Neurol*, 55(3), 217-228. doi:10.1111/j.1469-8749.2012.04436.x

Wolpert, D. M., Miall, R. C., & Kawato, M. (1998). Internal models in the cerebellum. *Trends Cogn Sci*, 2(9), 338-347.

8. Bijlagen

8.1 Bijlage 1: Basiskarakteristieken van participanten

TABEL 1: OVERZICHT VAN DE BASISKARAKTERISTIEKEN VAN DE PARTICIPANTEN				
Leeftijdsgroep	**N**	**Leeftijd ($\bar{x}$ ± SD)**	**M:V ratio**	**ReH:LiH ratio**
6-jarigen	13	6.07 (± 0.03)	5:8	11:2
7-jarigen	11	7.07 ± (0.03)	6:5	9:2
8-jarigen	13	8.07 (± 0.03)	7:6	13:0
9-jarigen	10	9.09 (± 0.02)	5:5	9:1
10-jarigen	14	10.08 (± 0.03)	7:7	11:3
11-jarigen	13	11.07 (± 0.02)	7:6	12:1
N = aantal participanten, $\bar{x}$ = gemiddelde, SD = standaarddeviatie, M = mannelijk, V = vrouwelijk., ReH = rechtshandig, LiH = linkshandig				

8.2 Bijlage 2: Vergelijking leeftijdsgroepen

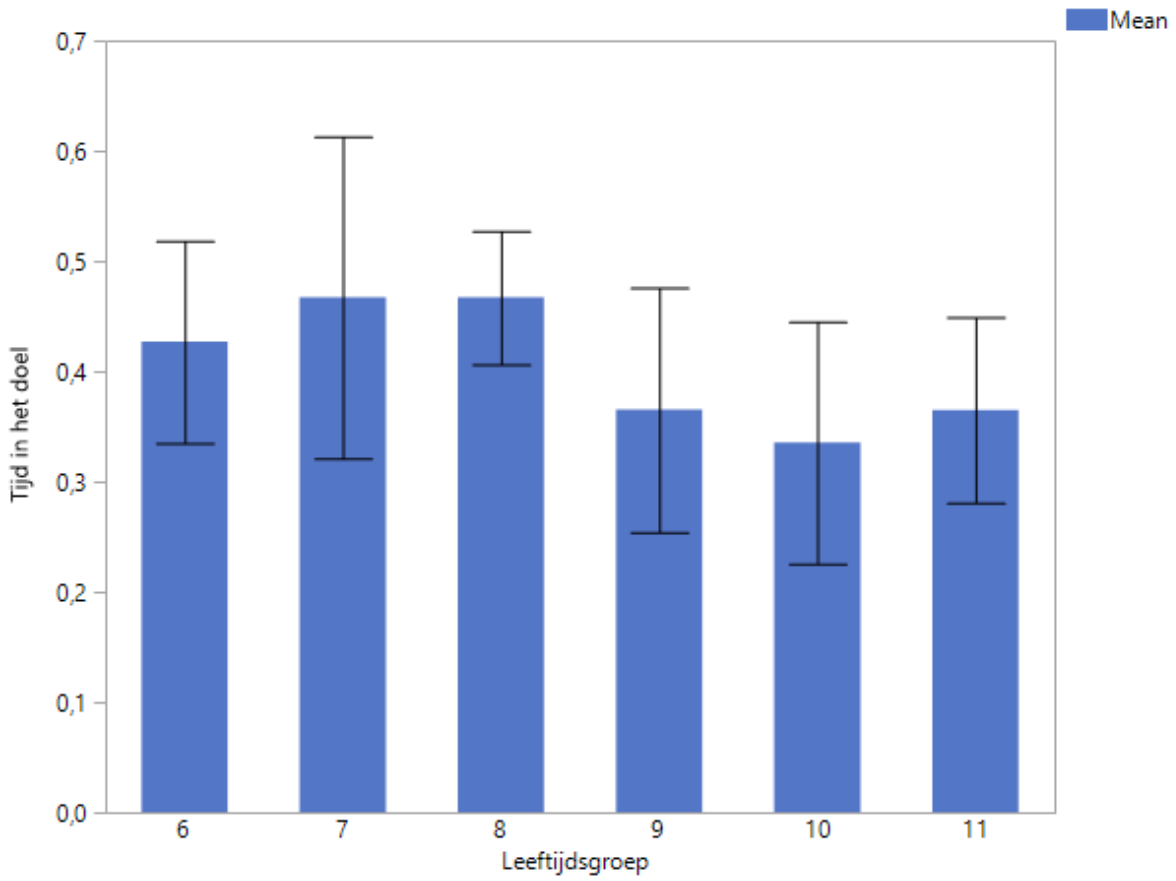
8.2.1 Post-hoc analyse 'tijd in het doel'

TABEL 2: POST-HOC ANALYSE VAN VERSCHILLEN OP BASIS VAN TIJD IN HET DOEL^2					
Leeftijdsgroep	**-Leeftijdsgroep**	**Verschil**	**SDE**	**t-Ratio**	**p-waarde**
6-jarigen	7-jarigen	-0.051	0.031	-1.66	0.565
6-jarigen	8-jarigen	-0.038	0.030	-1.28	0.793
6-jarigen	9-jarigen	0.039	0.032	1.25	0.812
6-jarigen	10-jarigen	0.060	0.029	2.08	0.314
6-jarigen	11-jarigen	0.044	0.030	1.49	0.675
7-jarigen	8-jarigen	0.013	0.030	0.43	0.998
7-jarigen	9-jarigen	0.090	0.032	2.79	0.073
7-jarigen	10-jarigen	0.111	0.030	3.71	*0.006
7-jarigen	11-jarigen	0.095	0.030	3.11	*0.032
8-jarigen	9-jarigen	0.077	0.031	2.47	0.148
8-jarigen	10-jarigen	0.098	0.029	3.43	*0.013
8-jarigen	11-jarigen	0.082	0.029	2.80	0.070
9-jarigen	10-jarigen	0.021	0.031	0.68	0.984
9-jarigen	11-jarigen	0.005	0.031	0.14	1.000
10-jarigen	11-jarigen	-0.016	0.029	-0.57	0.993
*^2= transformatie van niet-normaal verdeelde data, SDE= standaarderror; p-waarde (α=0.05), *=significant*					

8.2.2 Descriptieve analyse 'tijd in het doel'

TABEL 3: DESCRIPTIEVE ANALYSE VAN VERSCHILLEN OP BASIS VAN TIJD IN HET DOEL			
Leeftijdsgroep	**N**	**TIJD IN HET DOEL**	
		Mean	**Std Dev**
alle leeftijden	74	40.3%	0.11
6-jarigen	13	42.7%	0.09
7-jarigen	11	46.7%	0.15
8-jarigen	13	46.7%	0.06
9-jarigen	10	36.5%	0.11
10-jarigen	14	33.5%	0.11
11-jarigen	13	36.5%	0.08
Geslacht	**N**	**Mean**	**Std Dev**
M	37	40.0%	0.12
V	37	40.7%	0.10
N = aantal participanten, Mean = gemiddelde, Std Dev = standaarddeviatie, M = mannelijk, V = vrouwelijk			

8.2.3 Grafische weergave 'tijd in het doel'

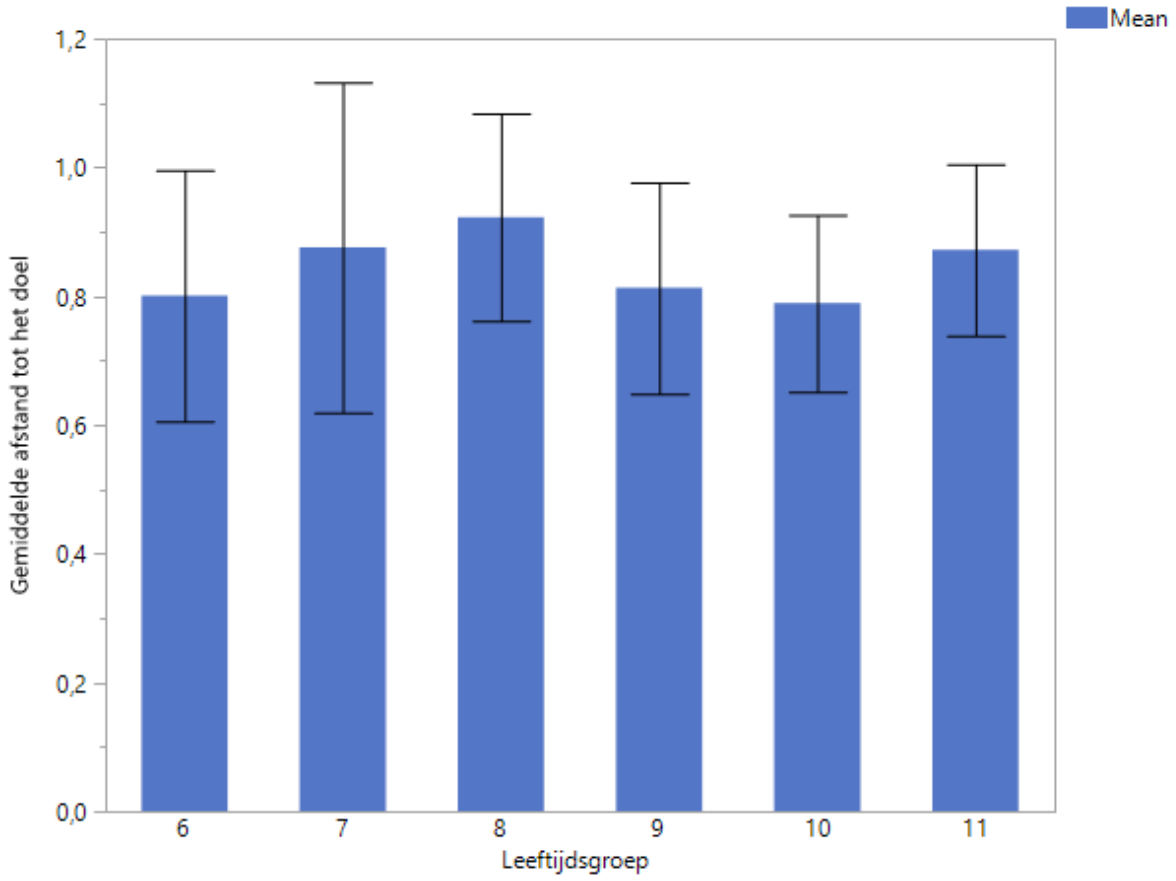


FIGUUR 1– STAAFDIAGRAM: GEMIDDELDE EN STANDAARDDEVIATIE 'TIJD IN HET DOEL'

8.2.4 Descriptieve analyse 'gemiddelde afstand tot het doel'

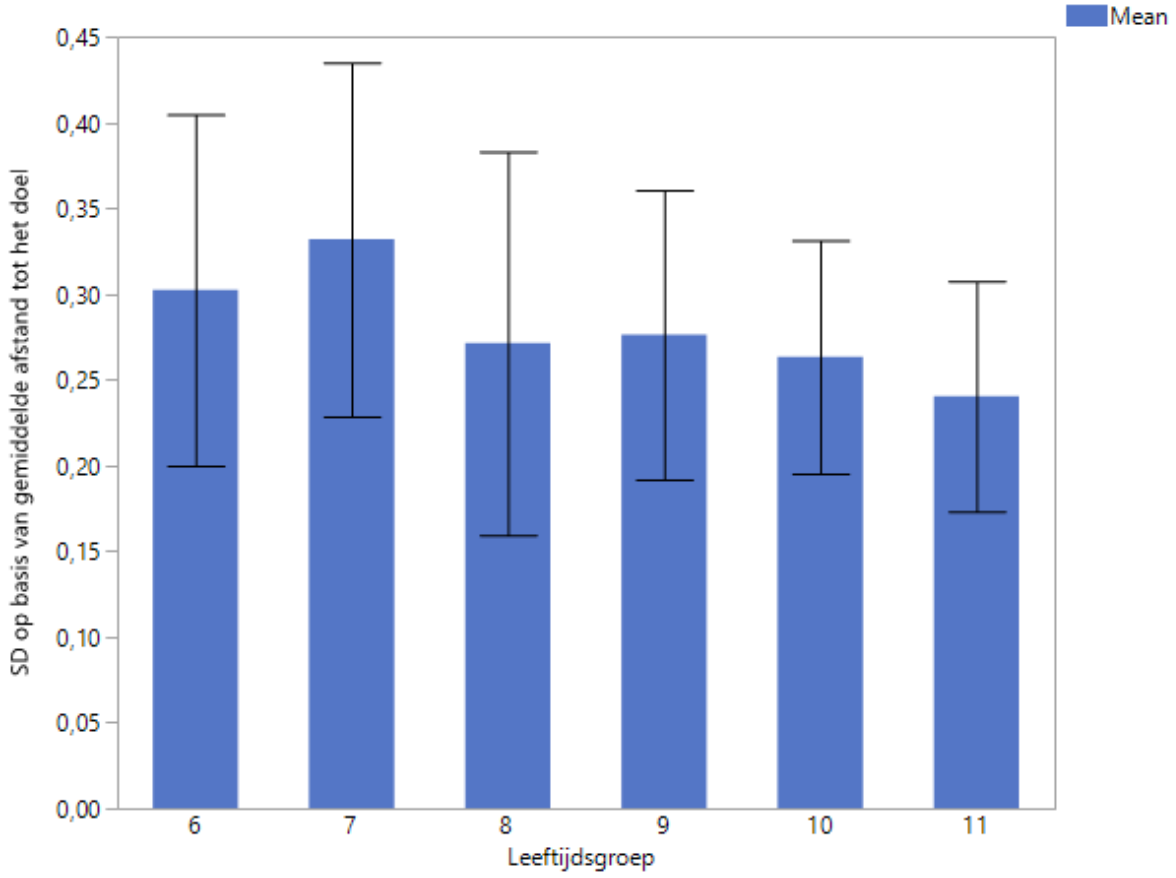
TABEL 4: DESCRIPTIEVE ANALYSE VAN VERSCHILLEN OP BASIS VAN GEMIDDELDE AFSTAND TOT HET DOEL					
Leeftijdsgroep	**N**	**GEMIDDELDE**		**STANDAARDDEVIATIE**	
		Mean	**Std Dev**	**Mean**	**Std Dev**
alle leeftijden	74	0.85	0.18	0.28	0.09
6-jarigen	13	0.80	0.20	0.30	0.10
7-jarigen	11	0.89	0.26	0.33	0.10
8-jarigen	13	0.92	0.16	0.27	0.11
9-jarigen	10	0.81	0.16	0.28	0.08
10-jarigen	14	0.79	0.14	0.26	0.07
11-jarigen	13	0.87	0.13	0.24	0.07
Geslacht	**N**	**Mean**	**Std Dev**	**Mean**	**Std Dev**
M	37	0.87	0.19	0.28	0.09
V	37	0.82	0.16	0.28	0.10
N = aantal participanten, Mean = gemiddelde, Std Dev = standaarddeviatie, M = mannelijk, V = vrouwelijk					

8.2.5 Grafische weergave 'gemiddelde afstand tot het doel'



FIGUUR 2– STAAFDIAGRAM: GEMIDDELDE EN STANDAARDDEVIATIE 'GEMIDDELDE AFSTAND TOT HET DOEL'

8.2.6 Grafische weergave 'standaarddeviatie van gemiddelde afstand tot het doel'



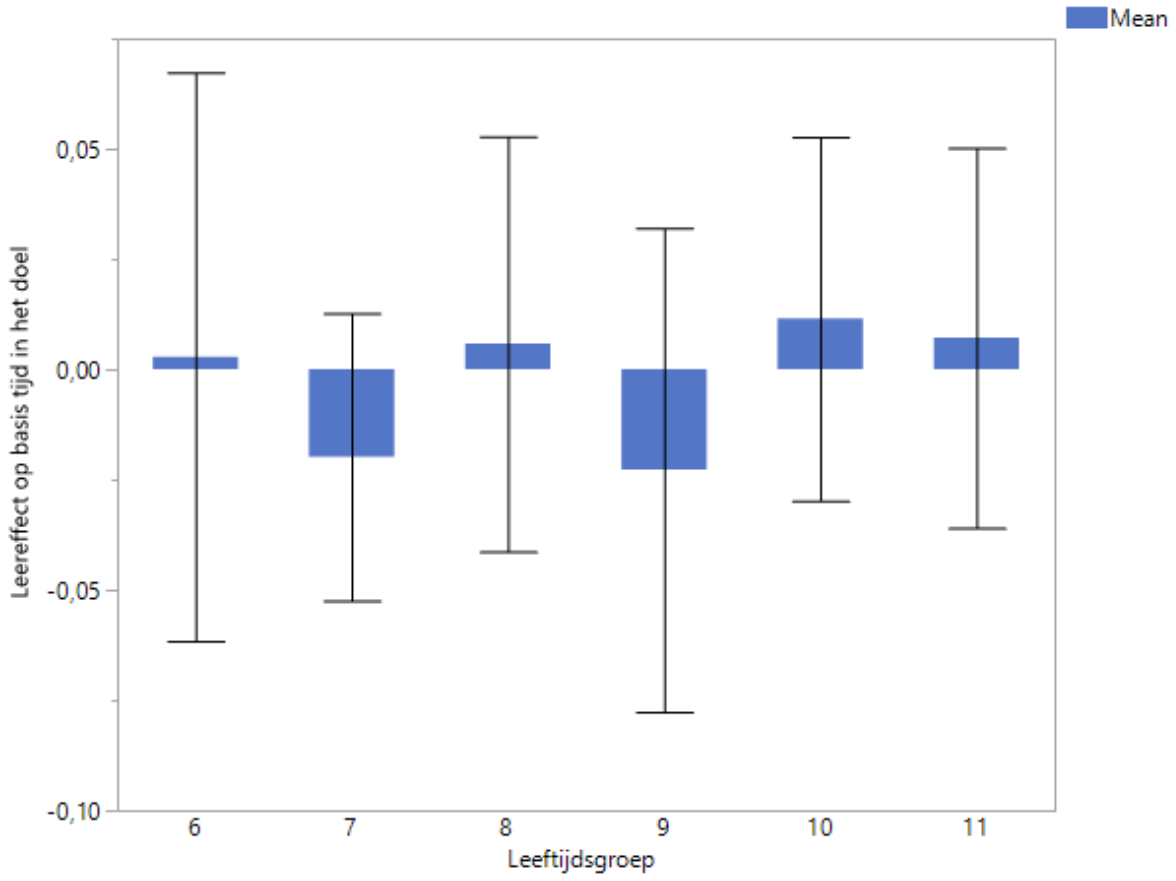
FIGUUR 3– STAAFDIAGRAM: GEMIDDELDE EN STANDAARDDEVIATIE 'STANDAARDDEVIATIE VAN GEMIDDELDE AFSTAND TOT HET DOEL'

8.3 Bijlage 3: Vergelijking leereffect tussen de leeftijdsgroepen

8.3.1 Descriptieve analyse leereffect 'tijd in het doel'

TABEL 5: DESCRIPTIEVE ANALYSE VAN LEEREFFECTEN OP BASIS VAN TIJD IN HET DOEL			
Leeftijdsgroep	**N**	**TIJD IN HET DOEL**	
		Mean	**Std Dev**
alle leeftijden	74	0.00	0.01
6-jarigen	13	0.00	0.06
7-jarigen	11	-0.02	0.03
8-jarigen	13	0.01	0.05
9-jarigen	10	-0.02	0.06
10-jarigen	14	0.01	0.04
11-jarigen	13	0.01	0.04
Geslacht	**N**	**Mean**	**Std Dev**
M	37	0.01	0.05
V	37	-0.01	0.04
N = aantal participanten, Mean = gemiddelde, Std Dev = standaarddeviatie, M = mannelijk, V = vrouwelijk			

8.3.2 Grafische weergave leereffect 'tijd in het doel'

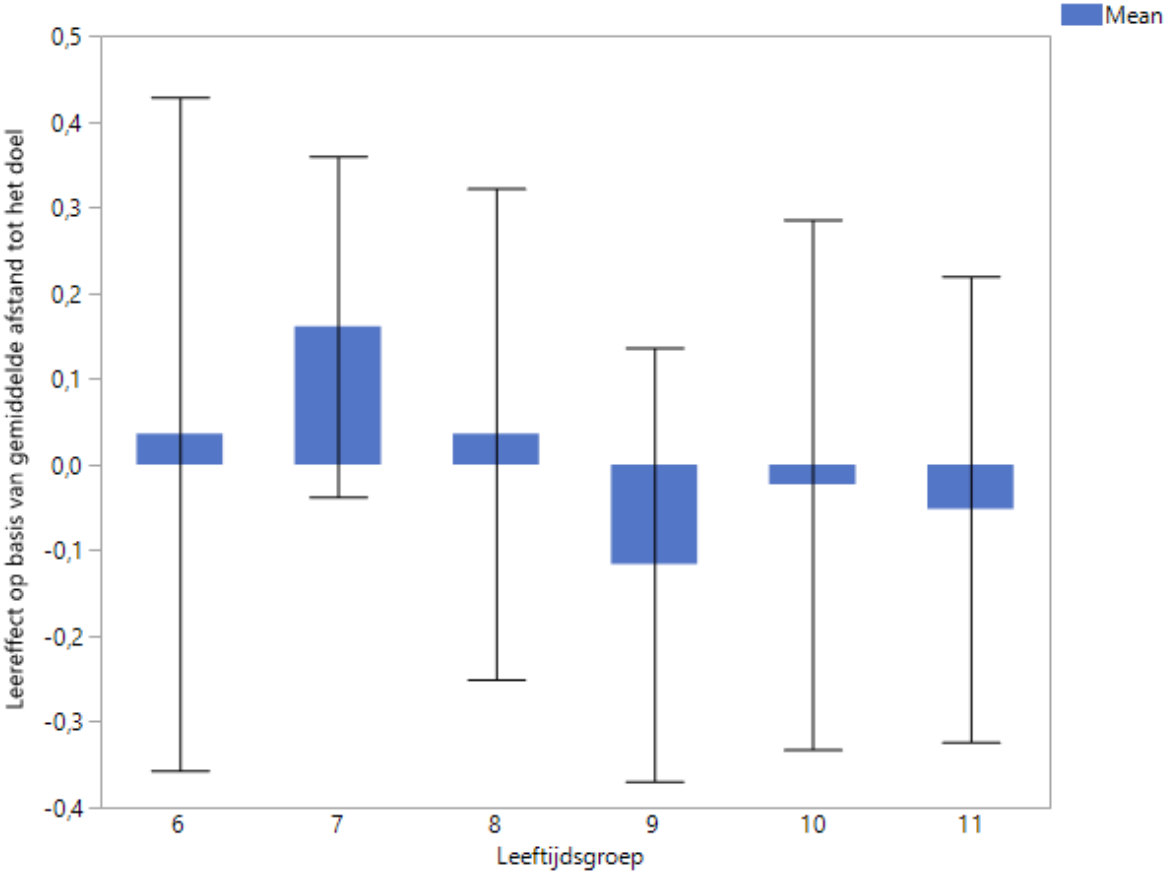


FIGUUR 4–STAAFDIAGRAM: GEMIDDELDE EN STANDAARDDEVUATIE LEEREFFECT 'TIJD IN HET DOEL'

8.3.3 Descriptieve analyse leereffect 'gemiddelde afstand tot het doel'

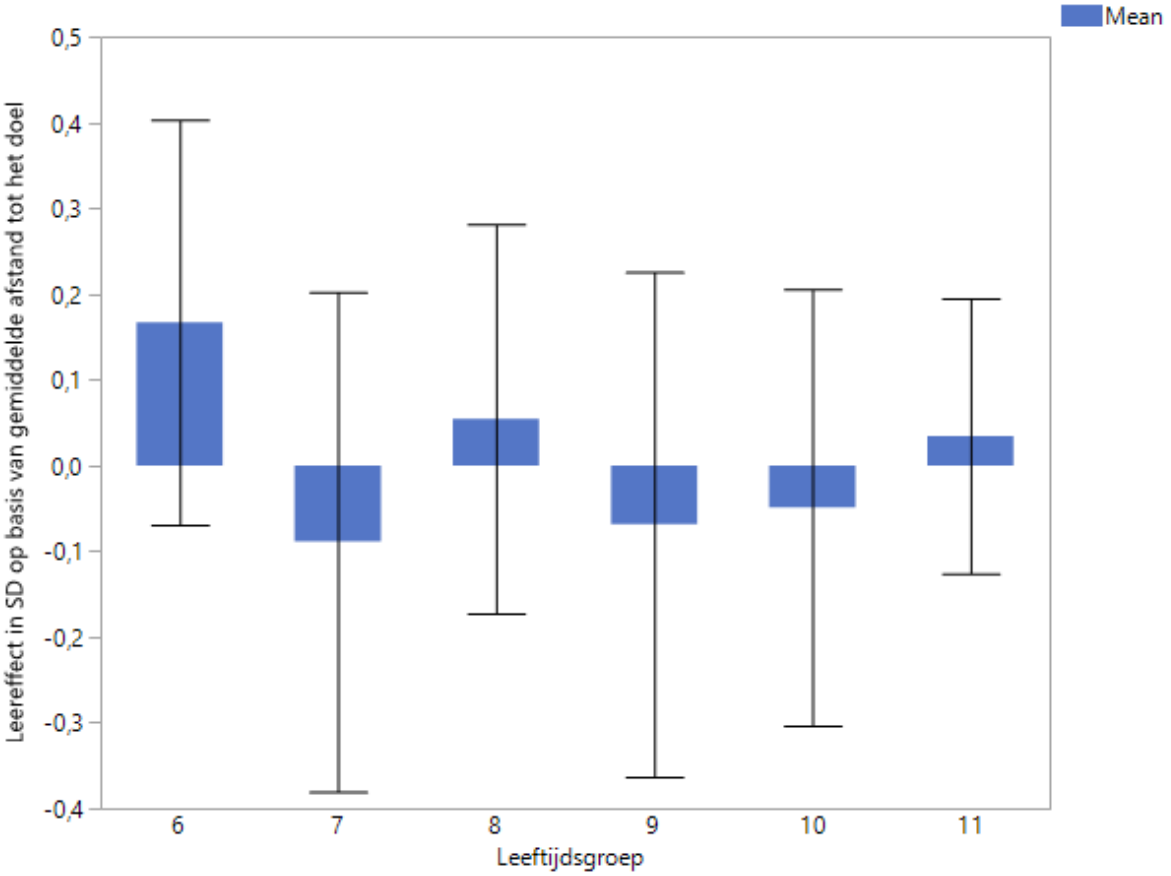
TABEL 6: DESCRIPTIEVE ANALYSE VAN LEEREFFECTEN OP BASIS VAN GEMIDDELDE AFSTAND TOT HET DOEL					
Leeftijdsgroep	**N**	**GEMIDDELDE**		**STANDAARDDEVIATIE**	
		Mean	**Std Dev**	**Mean**	**Std Dev**
alle leeftijden	74	-0.01	0.03	-0.01	0.03
6-jarigen	13	0.04	0.39	0.17	0.24
7-jarigen	11	0.16	0.20	-0.09	0.29
8-jarigen	13	0.04	0.29	0.05	0.23
9-jarigen	10	-0.12	0.25	-0.07	0.29
10-jarigen	14	-0.02	0.31	-0.05	0.25
11-jarigen	13	-0.05	0.27	0.03	0.16
Geslacht	**N**	**Mean**	**Std Dev**	**Mean**	**Std Dev**
M	37	0.05	0.28	0.00	0.25
V	37	-0.04	0.31	0.03	0.26
N = aantal participanten, Mean = gemiddelde, Std Dev = standaarddeviatie, M = mannelijk, V = vrouwelijk					

8.3.4 Grafische weergave leereffect 'gemiddelde afstand tot het doel'



FIGUUR 5– STAAFDIAGRAM: GEMIDDELDE EN STANDAARDDEVIATIE LEEREFFECT 'GEMIDDELDE AFSTAND TOT HET DOEL'

8.3.5 Grafische weergave leereffect 'standaarddeviatie van gemiddelde afstand tot het doel'



FIGUUR 6– STAAFDIAGRAM: GEMIDDELDE EN STANDAARDDEVIATIE LEEREFFECT 'STANDAARDDEVIATIE VAN GEMIDDELDE AFSTAND TOT HET DOEL'

8.4 Bijlage 4: Correlatie visuomanuele tracking taak en transfertaak

8.4.1 Correlatie analyse 'tijd in doel'

TABEL 7: CORRELATIE ANALYSE TIJD IN DOEL			
Leeftijdsgroep	**N**	**TIJD IN HET DOEL**	
		Correlatie	**p-waarden**
Alle	74	-0.242	0.038*
6-jarigen	13	0.017	0.957
7-jarigen	11	-0.255	0.450
8-jarigen	13	-0.232	0.492
9-jarigen	10	-0.114	0.738
10-jarigen	14	-0.509	0.110
11-jarigen	13	-0.437	0.179
*N = aantal participanten, p-waarden (α= 0.05), *= significant*			

8.4.2 Correlatie analyse 'gemiddelde afstand tot het doel'

TABEL 8: CORRELATIE ANALYSE GEMIDDELDE AFSTAND TOT HET DOEL					
Leeftijdsgroep	**N**	**GEMIDDELDE**		**STANDAARDDEVIATIE**	
		Correlatie	**p-waarden**	**Correlatie**	**p-waarden**
Alle	74	0.101	0.392	-0.267	0.021*
6-jarigen	13	0.364	0.222	0.157	0.608
7-jarigen	11	-0.227	0.502	-0.027	0.937
8-jarigen	13	0.184	0.547	-0.483	0.132
9-jarigen	10	-0.182	0.614	-0.577	0.063
10-jarigen	14	0.323	0.259	0.491	0.125
11-jarigen	13	-0.154	0.615	-0.150	0.659
*N = aantal participanten, p-waarden (α= 0.05), *= significant*					

8.5 Bijlage 5: Voortgangsformulier

www.uhasselt.be
Campus Hasselt | Martelarenlaan 42 | BE-3500 Hasselt
Campus Diepenbeek | Agoralaan gebouw D | BE-3590 Diepenbeek
T + 32(0)11 26 81 11 | Email: info@uhasselt.be

UHASSELT
KNOWLEDGE IN ACTION

VOORTGANGSFORMULIER WETENSCHAPPELIJKE STAGE DEEL 2

DATUM	INHOUD OVERLEG	HANDTEKENINGEN
05/07/'18	samenkomst met mr. Meesen, Silke Gregoire en Margot Plessers. Bespreking samenwerking, beide protocols, parameters van meetinstrument en afspraken omtrent ethische commisie	Promotor: Copromotor: Student(e): Student(e):
20/11/'18	skypesessie met mr. Meesen, ingenieursstudenten, Annemart Luyten en Margot Plessers: proefversie van meetinstrument	Promotor: Copromotor: Student(e): Student(e):
08/02/'18	afspraak met mevr. Klingels, ingenieursstudenten, Lotte Peeters, Annemart Luyten, Silke Gregoire en Margot Plessers: uitleg en fine-tuning meetinstrument	Promotor: Copromotor: Student(e): Student(e):
04/05/'18	afspraak met mevr. Klingels, mr. Meesen, Annemart Luyten, Silke Gregoire en Margot Plessers: Bespreking eerste versie data-analyse	Promotor: Copromotor: Student(e): Student(e):
15/05/'18	afspraak met mevr. Klingels, mr. Meesen, Annemart Luyten, Lotte Peeters (via skype), Silke Gregoire en Margot Plessers: Bespreking finale versie data-analyse	Promotor: Copromotor: Student(e): Student(e):
		Promotor: Copromotor: Student(e): Student(e):
		Promotor: Copromotor: Student(e): Student(e):
		Promotor: Copromotor: Student(e): Student(e):
		Promotor: Copromotor: Student(e): Student(e):
		Promotor: Copromotor: Student(e): Student(e):

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:
Ontwikkeling van feedforward controle tijdens een visuomanuele tracking taak bij typisch ontwikkelende kinderen

Richting: **master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie-revalidatiewetenschappen en kinesitherapie bij kinderen**
Jaar: **2018**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Luyten, Annemart **Peeters, Lotte**

Datum: **5/06/2018**