

2014•2015
FACULTEIT GENEESKUNDE EN LEVENSWETENSCHAPPEN
*master in de revalidatiewetenschappen en de
kinesitherapie*

Masterproef deel 1

Inzichten in bimanuele functie bij kinderen met een
coördinatie-ontwikkelingsstoornis (DCD)

Promotor :
dr. Katrijn KLINGELS

Copromotor :
Prof. dr. Marleen VANVUCHELEN

Ellen Coenen , Kelly Locht

*Eerste deel van het scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de
revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie*

2014•2015
FACULTEIT GENEESKUNDE EN
LEVENSWETENSCHAPPEN
*master in de revalidatiewetenschappen en de
kinesitherapie*

Masterproef deel 1

Inzichten in bimanuele functie bij kinderen met een
coördinatie-ontwikkelingsstoornis (DCD)

Promotor :
dr. Katrijn KLINGELS

Copromotor :
Prof. dr. Marleen VANVUCHELEN

Ellen Coenen , Kelly Locht

*Eerste deel van het scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de
revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie*

Situering

Deze masterproef behoort tot het onderzoeksdomein Pediatrische Revalidatie binnen de opleiding Kinesitherapie en Revalidatiewetenschappen. De masterproef is opgebouwd volgens het central format.

Het doel van de studie is om meer inzichten te krijgen in de bimanuele functie bij kinderen met coördinatie-ontwikkelingsstoornis (DCD). Deze inzichten geven ons meer kennis over welke aspecten binnen de handfunctie er mogelijk tot beperkingen in het dagelijks leven leiden en kunnen een leidraad vormen bij het optimaliseren van de therapie.

Onze promotor, Prof. K. Klingels, heeft reeds onderzoek verricht over de evaluatie en behandeling van arm- en handfunctie bij kinderen met cerebrale parese (CP) en kinderen met neuromusculaire aandoeningen en tracht deze kennis nu te vertalen naar de doelgroep van kinderen met DCD. Zij heeft de basis voor onze literatuurstudie bepaald en in overleg stelden we de onderzoeksvraag op. Ze gaf ons informatie over het onderzoek van volgend jaar; op basis hiervan stelden we het onderzoeksprotocol op.

In masterproef deel 2 gaan we verschillende testen bij kinderen met DCD afnemen en kijken welke aspecten van handfunctie zorgen voor problemen bij het uitvoeren van dagelijkse activiteiten.

Inhoudstabel

DEEL I: LITERATUURSTUDIE	5
1. Abstract	5
2. Inleiding	7
3. Methode	9
3.1. Vraagstelling	9
3.2. Literatuur search	9
3.3. Selectiecriteria	9
3.4. Kwaliteitsbeoordeling	10
3.5. Data-extractie	10
4. Resultaten	11
4.1. Resultaten studieselectie	11
4.2. Resultaten kwaliteitsbeoordeling	11
4.3. Resultaten data-extractie	13
5. Discussie	17
5.1. Reflectie over kwaliteit studies	17
5.2. Reflectie over bevindingen in functie van onderzoeksvragen	17
5.3. Reflecties over de sterktes en beperkingen van de literatuurstudie	19
5.4. Aanbevelingen voor toekomstige studies	19
6. Conclusie	21
7. Referentielijst	23
8. Bijlagen literatuurstudie	27
DEEL II: ONDERZOEKSPROTOCOL	47
1. Inleiding	47
2. Doel onderzoek	49
2.1. Onderzoeksvragen	49
2.2. Hypothesen	49
3. Methode	51
3.1. Onderzoeksdesign	51
3.2. Participanten	51
3.2.1. Inclusiecriteria	51
3.2.2. Exclusiecriteria	51
3.2.3. Rekrutering	51
3.3. Medische ethiek	51
3.4. Meetinstrumenten	51
3.5. Uitkomstmaten	54
3.5.1. Primaire uitkomstmaten	54

3.5.2. Secundaire uitkomstmaten	54
3.6. Data-analyse.....	54
4. Time planning	55
5. Referentielijst.....	57
6. Bijlage onderzoeksprotocol.....	59

DEEL I: LITERATUURSTUDIE

1. Abstract

Achtergrond: Fijnmotorische vaardigheden zijn belangrijk in de diagnose en het ziektebeeld van kinderen met coördinatie-ontwikkelingsstoornis (DCD). Een belangrijk aspect binnen fijnmotorische vaardigheden is de bimanuele functie.

Doel van het onderzoek: Inzicht krijgen in de bimanuele functie bij kinderen met DCD en in geschikte methoden om de bimanuele functie bij kinderen met DCD te beschrijven.

Methode: Via PubMed en Web Of Science (WOS) kwamen we 924 hits uit. Na exclusie op basis van titel, abstract en volledige tekst behielden we 13 artikels. De kwaliteit van de artikels werd beoordeeld door middel van de STROBE ('Strengthening the Reporting of Observational Studies') kwaliteitschecklist voor patiënt-controleonderzoek. De kwaliteit van de studies was matig, maar geen reden voor exclusie.

Resultaten: Uit de studies blijkt dat bimanuele functie bij kinderen met DCD onderzocht wordt via bimanueel balvangen (n=9) en vingertikken (n=4). De studies geven aan dat kinderen met DCD significant minder ballen vangen en een grotere variatie in bewegingsprofielen vertonen dan typisch ontwikkelende kinderen. Bij het vingertikken hebben kinderen met DCD een grotere variabiliteit, zijn ze ook minder accuraat en hebben ze moeilijkheden met externe verstoringen in vergelijking met de controlegroep.

Discussie en conclusie: De studies gebruiken verschillende criteria om kinderen in de DCD- of controlegroep te plaatsen, tonen een grote variatie aan binnen de DCD-groep en beschrijven verschillende uitkomstmaten. Voor toekomstig onderzoek raden we aan om deze criteria duidelijker te stellen en te zorgen voor een homogener DCD-groep om zo meer generaliseerbaarheid te verkrijgen. Andere aspecten van bimanuele functie bij kinderen met DCD zoals handigheid, coördinatie, en kracht, en anderzijds ook motorische planning dienen verder onderzocht te worden.

Belangrijke sleutelwoorden: Developmental Coordination Disorder, bimanual function, bimanual actions

2. Inleiding

Coördinatie-ontwikkelingsstoornis of Developmental Coordination Disorder (DCD) is een stoornis in de ontwikkeling van de motorische coördinatie bij kinderen die interfereert met activiteiten in het dagelijks leven. De DSM-V definieert DCD door middel van de volgende vier criteria: 1) Het verwerven en uitvoeren van gecoördineerde motorische vaardigheden verloopt substantieel onder het niveau dat verwacht mag worden gezien de kalenderleeftijd. De moeilijkheden komen tot uiting in onhandigheid en in een trage en onnauwkeurige uitvoering van motorische vaardigheden; 2) De beperkingen in de motorische vaardigheden uit criterium 1 interfereren significant en persisterend met de dagelijkse activiteiten en beïnvloeden de schoolprestaties, voorbereidende beroepsactiviteiten, beroepsactiviteiten, vrijetijdsbesteding en spel; 3) De symptomen beginnen in de vroege ontwikkelingsperiode; 4) De beperkingen in de motorische vaardigheden kunnen niet beter worden verklaard door een verstandelijke beperking of visusstoornis en kunnen niet worden toegeschreven aan een neurologische aandoening die invloed heeft op beweging. De manifestaties van DCD variëren met leeftijd. Sommige jonge kinderen zijn vertraagd in het behalen van motorische mijlpalen terwijl anderen deze mijlpalen wel tijdig behalen. Tevens kunnen ze ook vertraagd zijn in het ontwikkelen van vaardigheden zoals traplopen, fietsen of puzzelen. Zelfs wanneer ze de vaardigheid beheersen, kan de uitvoering traag of minder precies zijn dan bij leeftijdsgenoten. Oudere kinderen en volwassenen zijn minder accuraat en trager bij het uitvoeren van de motorische aspecten bij balspelen, schrijven, modellen bouwen of zelfzorg. De DSM-V toont aan dat de prevalentie van DCD 5-6% is bij kinderen van vijf tot 11 jaar. DCD komt vaker voor bij jongens dan meisjes, de ratio's variëren van 2:1 tot 7:1 (American Psychiatric Association, DSM-V, 2013).

In de studie van Summers, Larkin en Dewey (2008) wordt aangetoond dat kinderen met DCD meer moeilijkheden hebben met zich aankleden, persoonlijke hygiëne en eetvaardigheden dan typisch ontwikkelende kinderen. Moeilijkheden in posturale controle en fijnmotorische vaardigheden worden gerapporteerd als factoren die bijdragen tot zwakke uitvoering van activiteiten in het dagelijkse leven. Poulsen, Johnson en Ziviani (2011) onderzochten de relatie tussen participatie, psychosociale factoren en motorische vaardigheden bij kinderen met DCD door gebruik te maken van een beslissingsboom. Hieruit blijkt dat men de kinderen met DCD kan indelen in vijf groepen en dat zwakke manuele vaardigheden een sterke discriminator is om tot de drie meest ernstige groepen te behoren. Dit wijst erop dat fijnmotorische vaardigheden een sleutelrol spelen in de diagnose en het ziektebeeld van kinderen met DCD. Verder onderzoek naar fijnmotorische vaardigheden is dan ook van cruciaal belang. Een belangrijk aspect binnen fijnmotorische vaardigheden dat een grote impact heeft op de activiteiten van het dagelijks leven is de bimanuele functie. Bimanuele functie behelst enerzijds aspecten van motorische uitvoering zoals handigheid, coördinatie en kracht, en anderzijds ook motorische planning. Tot op heden is er hierover echter slechts weinig onderzoek verricht.

Het doel van deze review is daarom om meer inzichten te krijgen in de bimanuele functie bij kinderen met DCD en in de methoden om dit in kaart te brengen. Wanneer we tevens meer inzichten in de beïnvloedende factoren van de bimanuele functies bij kinderen met DCD krijgen, dan kan op basis hiervan de behandeling van kinderen met DCD geoptimaliseerd worden.

3. Methode

3.1. Vraagstelling

In deze literatuurstudie willen we meer inzicht krijgen in de bimanuele functie bij kinderen met DCD. Volgende onderzoeksvraag werd opgesteld: “Welke problemen in bimanuele functie ondervinden kinderen met een coördinatie-ontwikkelingsstoornis in vergelijking met typisch ontwikkelende kinderen?”

3.2. Literatuur search

Voor het literatuuronderzoek hebben we gebruik gemaakt van de databanken PubMed en Web of Science (WOS). Het literatuuronderzoek startte op 29 december 2014 en werd up-to-date gehouden tot 30 april 2015. In de databank PubMed zochten we naar de juiste zoektermen die pasten bij de onderzoeksvraag. Wanneer er geen MeSH-termen beschikbaar waren, gebruikten we Title/Abstract-termen. We gebruikten drie groepen van termen en combineerden deze met AND; binnenin de groep werden de termen met OR gecombineerd. Dit leidde tot volgende zoekstrategie: (preschool child[MeSH Terms] OR adolescent[MeSH Terms] OR infant[MeSH Terms] OR child[MeSH Terms]) AND (bimanual function[Title/Abstract] OR dexterity[Title/Abstract] OR coordination[Title/Abstract] OR strength[Title/Abstract] OR motor planning[Title/Abstract] OR handfunction[Title/Abstract] OR manual control[Title/Abstract] OR fine motor skills[Title/Abstract] OR reaching[Title/Abstract] OR grasping[Title/Abstract] OR unimanual actions[Title/Abstract] OR bimanual actions[Title/Abstract]) AND (motor skills disorders[MeSH Terms] OR developmental coordination disorder[Title/Abstract] OR incoordination[MeSH Terms] OR dyscoordination[MeSH Terms] OR apraxia[MeSH Terms] OR dyspraxia[MeSH Terms] OR clumsiness[Title/Abstract] OR clumsy child[Title/Abstract] OR motor coordination difficulties[Title/Abstract] OR motor coordination problems[Title/Abstract] OR motor skills performance[Title/Abstract] OR motor clumsiness[Title/Abstract]).

In WOS gebruikte we een aangepaste, meer specifieke zoekstrategie aangezien bovenstaande zoekstrategie een te groot aantal hits opleverde. Er werd gezocht via Topic.

Er werd geen gebruik gemaakt van limitaties omdat we zoveel mogelijk informatie wilden verkrijgen.

De eerste selectie van de verkregen hits gebeurde op basis van titel en abstract. De tweede selectie naar relevantie gebeurde op basis van de volledige tekst.

3.3. Selectiecriteria

Volgende inclusiecriteria werden gebruikt om artikels te selecteren: a) leeftijd (0-18 jaar), b) diagnose DCD is gesteld, c) uitkomstmaten over bimanuele functie: handigheid, coördinatie, kracht, motorische planning, d) Nederlandstalige en Engelstalige studies.

Volgende criteria werden gebruikt om artikels te excluseren: a) andere ontwikkelingsstoornissen dan DCD, b) artikels die de etiologie, diagnose, prognose en behandeling van DCD bespreken, c) artikels die zwak scoorden op de kwaliteitsbeoordeling.

Wanneer er twijfel was over een bepaald artikel, werd dit besproken door de twee onderzoekers (EC en KL) tot ze tot een consensus kwamen.

3.4. Kwaliteitsbeoordeling

De kwaliteitsbeoordeling van de geïnccludeerde artikels gebeurde op basis van de STROBE ('Strengthening the Reporting of Observational Studies') kwaliteitschecklist voor patiënt-controleonderzoek (Weierink, Vermeulen & Boyd, 2013; Vandenbroucke, 2014). De STROBE kwaliteitschecklist bestaat uit 22 items waarvan zes items onderverdeeld zijn in deelitems. Twintig items (deelitems geïnccludeerd) kunnen maximaal een score 1 behalen. Veertien items (deelitems geïnccludeerd) kunnen een maximale score van 2 behalen wanneer ze aan alle criteria voldoen. Bij items met maximumscore 1 geldt: score 0 (niet beschreven) en score 1 (beschreven). Bij items met maximumscore 2 geldt: score 0 (niet beschreven), score 1 (niet volledig beschreven) en score 2 (volledig beschreven). Wanneer een patiënt-controle studie voldoet aan alle criteria, kan ze een maximale score van 47 behalen. Studies die een score tussen 0-40% behaalden werden geëxcludeerd.. Studies met een score tussen 41-60% werden beoordeeld als matig, scores tussen 61-80% als goed en een score boven 81% als bijna perfect (Weierink, Vermeulen & Boyd, 2013).

3.5. Data-extractie

De data die geëxtraheerd werden uit de geïnccludeerde studies zijn: a) populatiegrootte, b) kenmerken van de onderzoekspopulatie (geslacht, leeftijd), c) criteria om tot de DCD- of controlegroep te behoren, d) uitkomstmaten met betrekking tot de bimanuele functie en e) resultaten van de studie.

4. Resultaten

4.1. Resultaten studietoetsselectie

In tabel 2 (Bijlage Literatuurstudie) worden de resultaten van de zoekstrategie weergegeven in tabelvorm. De resultaten van de studietoetsselectie worden gevisualiseerd in een stroomdiagram (Figuur 1 in Bijlage Literatuurstudie).

De zoekstrategie leverde op 29 december 2014 869 artikels uit PubMed op en 47 artikels uit Web of Science. Na de selectie op basis van titel en abstract bleven er 42 artikels uit PubMed over en vier uit Web of Science. Eén artikel uit Web of Science werd geëlimineerd wegens gezamenlijke titel met artikel uit PubMed. Na de selectie op basis van de volledige tekst bleven er 12 artikels uit PubMed over en één artikel uit Web of Science. De zoekstrategie die gedaan werd op 30 april 2015 leverde 21 artikels meer op uit PubMed, deze werden allemaal geëxcludeerd op basis van titel en abstract. De geëxcludeerde studies worden weergegeven in tabel 3 (Bijlage Literatuurstudie). Redenen voor exclusie waren: a) studie handelt over een andere doelgroep: kinderen met apraxie (N=19), kinderen met ADHD (N=42), kinderen met CP (N=40), prematuren en kinderen met laag geboortegewicht (N=35), d) studie handelt over definitie, etiologie, prevalentie en risicofactoren van DCD (N=176), e) studie handelt over de fysieke fitheid bij kinderen met DCD (N=33), f) studie handelt over de behandeling van kinderen met DCD (N=38), h) studie handelt over de te gebruiken testen bij kinderen met DCD (N=59), i) studie niet relevant voor deze onderzoekstopic (N=482). In totaal werden er 924 artikels geëxcludeerd.

4.2. Resultaten kwaliteitsbeoordeling

In tabel 4 (Bijlage Literatuurstudie) worden de resultaten van de kwaliteitsbeoordeling schematisch weergegeven. Uit de resultaten valt op dat er twee studies zijn met een totaalscore van 19/47, wat overeenkomt met 41%. Deze studies werden opgenomen in deze review, maar we moeten rekening houden bij de interpretatie van de resultaten met deze zwakke kwaliteit. Alle andere geïnccludeerde studies worden beoordeeld als matig met scores tussen 19/47 en 26/47.

Titel en abstract (item 1)

We stellen vast dat slechts één studie (Utley, 2007b) in het abstract expliciet weergeeft welk studiedesign er wordt gebruikt. Alle studies geven in het abstract een duidelijke samenvatting van de methoden en resultaten.

Introductie (item 2-3)

We stellen vast dat alle studies de wetenschappelijke achtergrond en rationale voor hun onderzoek rapporteren en dat ze hypothesen opstellen.

Methode (item 4-12)

Utley (2007b) is de enige studie die weergeeft welk studiedesign er gebruikt wordt. Deze studie is ook de enige die een rationale geeft voor het gebruik van de controlegroep. Alle studies beschrijven de inclusie- en exclusiecriteria. In de studies van Przysucha (2010, 2013 en 2014) wordt er echter niet gesproken over een leeftijdsgematchte controlegroep. Enkel Astill and Utley (2006), Przysucha

(2014), Roche (2011) en Utley (2007a) beschrijven mogelijke oorzaken van bias. Iedere studie beschrijft hoe kwantitatieve variabelen gehanteerd worden; Przysucha (2013), Tallet (2013) en Utley (2007b) beschrijven daarenboven hoe deze gegroepeerd worden.

Sekaran (2012) is de enige studie die niet beschrijft hoe de statistische methode is gebeurd. Alle andere studies beschrijven wat de statistische methode is, maar vermelden niet of er rekening gehouden wordt met mogelijke verstorende factoren. Przysucha (2010), Roche (2011) en Withall (2008) zijn de enige studies die beschrijven hoe ze rekening gehouden hebben met interactie. Astill en Utley (2006, 2008), Tallet (2013) en Utley (2007a) beschrijven hoe ontbrekende gegevens gerapporteerd worden. Volmann (1998) is de enige studie die niet beschrijft hoe patiënten- en controlegroep gekoppeld worden in de analyse.

In geen enkele studie wordt een follow-up van de metingen gedaan, wordt vermeld of de testmethode voor beide groepen gelijk was, wordt weergegeven hoe de steekproefgrootte gekozen is of wordt een sensitiviteitsanalyse beschreven.

Resultaten (item 13-17)

Geen enkele studie beschrijft het aantal participanten doorheen het onderzoek, het aantal participanten met ontbrekende data, de redenen van geen deelname of gebruikt een flow diagram. Przysucha (2010), Tallet (2013) en Utley (2007a) beschrijven geen eigenschappen van de participanten. Sekaran (2012) en Utley (2007b) zijn de enige studies die zowel de eigenschappen als mogelijk verstorende factoren beschrijven. Elke studie geeft de resultaten van de DCD- en controlegroep weer in tabellen of via grafieken. Iedere studie behalve Przysucha (2010, 2013 en 2014) en Roche (2011) geeft niet-gecorrigeerde schattingen weer. Er wordt bij de schattingen geen rekening gehouden met mogelijke verstorende factoren. Geen enkele studie geeft grenzen per categorie aan of vertaalt de schattingen van het relatieve risico in het absolute risico. Sekaran (2012), Tallet (2013), Utley (2007a), Utley (2007b) en Volman (1998) beschrijven geen andere analyses zoals interactie-, subgroup- en sensitiviteitsanalyses.

Discussie (item 18-21)

Elke studie heeft de hoofdresultaten samengevat, waarvan Przysucha (2013), Przysucha (2014), Sekaran (2012), Tallet (2013), Utley (2007a), Utley (2007b) verwijzen tevens naar de studie objectieven. Enkel Astill and Utley (2006), Przysucha (2013), Przysucha (2014) en Withall (2008) beschrijven ook de limitaties. Elke studie geeft een interpretatie van de resultaten. Withall (2008) houdt daarenboven rekening met de objectieven, limitaties, resultaten van andere onderzoeken en andere relevantie evidentie. Przysucha (2010) en Przysucha (2014) beschrijven ook de generaliseerbaarheid van de resultaten.

Andere informatie (item 22).

In geen enkel artikel wordt de bron van funding weergegeven.

4.3. Resultaten data-extractie

Uit de resultaten van de studieselectie blijkt dat de bimanuele functie bij kinderen met DCD enkel beschreven wordt door middel van bimanueel balvangen en vingertikken; respectievelijk in negen en vier artikels.

Kenmerken studies bimanueel balvangen

In Tabel 5 (Bijlage literatuurstudie) worden de kenmerken van de studies over bimanueel balvangen weergegeven.

De steekproefgrootte varieert in de geïnccludeerde studies van acht tot 13 participanten per onderzoeksgroep, waarbij in iedere studie het aantal participanten in de DCD- en controlegroep gelijk is.

In de studies van Przysucha (2010, 2013 en 2014) en Sekaran (2012) bestaat de onderzoeksgroep enkel uit jongens. In Astill (2007) zijn er meer jongens dan meisjes geïnccludeerd. Utley (2007a) includeert een gelijk aantal jongens en meisjes. In Astill & Utley (2006) en Utley (2007b) worden meer meisjes dan jongens geïnccludeerd. Astill & Utley (2008) geeft geen informatie over het geslacht. De gemiddelde leeftijd varieert van 7.25 jaar tot 10.8 jaar. Astill (2007) en Astill & Utley (2008) maken gebruik van twee leeftijdscategorieën; 7-8 jaar en 9-10 jaar.

De inclusiecriteria om opgenomen te worden in de DCD-groep variëren sterk per studie. Vier studies maken gebruik van de criteria die in de DSM-IV beschreven worden (Astill, 2007; Astill & Utley, 2006; Przysucha, 2014 en Utley, 2007b). In vijf studies wordt ook weergegeven dat de DCD-groep over een normaal IQ beschikt (Astill & Utley, 2006, Astill & Utley, 2008; Przysucha, 2010; Przysucha, 2014 en Utley, 2007a). Iedere studie gebruikt de Movement Assessment Battery for Children (MABC) en in enkele studies wordt deze voorafgegaan door de MABC-checklist (Astill & Utley, 2006; Astill & Utley, 2008; Utley, 2007a en Utley, 2007b). Om tot de DCD-groep te behoren, volstaat het in enkele studies om minder dan percentiel 15 te behalen op de totale score van de MABC (Astill, 2007; Przysucha, 2010; Przysucha, 2013 en Przysucha, 2014), terwijl deze percentielwaarde bij andere studies lager dan 10 moet zijn (Astill & Utley, 2006; Utley, 2007a en Utley, 2007b) of vijf (Astill & Utley, 2008 en Sekaran, 2012). In de studies van Przysucha wordt er rekening gehouden met het behaalde percentiel op het onderdeel balvaardigheid. In Przysucha (2010) moeten dit percentiel lager zijn dan 15 en bij Przysucha (2013, 2014) lager dan vijf.

Om tot de controlegroep te behoren, volstaat het in één studie (Sekaran, 2012) om een percentielwaarde hoger dan 15 te behalen op de MABC, terwijl dit bij Przysucha (2010, 2013 en 2014) hoger dan 20 moet zijn op de totale score en hoger dan percentiel 15 op het onderdeel balvaardigheid. In de andere studies moet de percentielwaarde van de totale score hoger dan 65-70 zijn (Astill, 2007; Astill & Utley, 2006; Astill & Utley, 2008; Utley, 2007a en Utley, 2007b).

Kenmerken studies vingertikken

In Tabel 6 (Bijlage literatuurstudie) worden de kenmerken van de studies over vingertikken weergegeven.

De steekproefgrootte varieert in de geïnccludeerde studies van 10 tot 24 participanten per onderzoeksgroep, waarbij in iedere studie het aantal participanten in de DCD- en controlegroep gelijk

is.

In alle studies worden meer jongens als meisjes geïnccludeerd. In Volman (1998) is de verdeling tussen beide geslachten in de DCD- en controlegroep niet gelijk, dit is bij de andere studies wel het geval (Roche, 2011; Tallet, 2013 en Whitall, 2008). De gemiddelde leeftijd varieert van 7.04 jaar tot 10.5 jaar.

De inclusiecriteria om opgenomen te worden in de DCD-groep variëren. In de studies van Roche (2011) en Whitall (2008) is de diagnose van DCD nodig om opgenomen te worden in de DCD-groep. Tallet (2013) gebruikt de criteria die in de DSM-IV beschreven worden. In twee studies (Roche, 2011 en Whitall, 2008) wordt weergegeven dat de DCD-groep over een normaal IQ beschikt.

Om tot de DCD-groep te behoren, is er bij iedere studie een percentielwaarde lager dan 15 op de totale score van de MABC nodig. Om tot de controlegroep te behoren, hebben de participanten in de studies van Roche (2011) en Whitall (2008) een percentielwaarde hoger dan 20 nodig. Bij Tallet (2013) is 'niet voldoen aan de criteria van de DSM-IV' voldoende om tot de controlegroep te behoren. Afwezigheid van tekens van onhandigheid is bij Volman (1998) het criteria om opgenomen te worden in de controlegroep.

Tabel resultaten bimanueel balvangen

In tabel 7 (bijlage literatuurstudie) worden de resultaten van het bimanueel balvangen weergegeven. De resultaten die we uit de studies halen zijn het aantal gevangen ballen, de reactietijd, de bewegingstijd, het bewegingspatroon en de symmetrie tussen de bovenste ledematen.

De studies tonen aan dat de DCD-groep significant minder ballen vangt dan de controlegroep (Astill, 2007; Astill & Utley, 2006; Przysucha, 2010; Przysucha, 2013; Przysucha, 2014; Utley, 2007a en Sekaran 2012). In drie studies wordt het balvangen in verschillende condities getest (Astill, 2007; Przysucha, 2010 en Przysucha, 2013). De ballen worden zowel centraal als lateraal geprojecteerd en met verschillende snelheden. Astill (2007) toont aan dat de DCD-groep significant meer ballen centraal en rechts vangt ten opzichte van links. Przysucha (2010, 2013) toont aan dat de DCD-groep centraal meer ballen vangt dan lateraal. Przysucha (2014) toont aan dat de DCD-groep in snellere condities minder ballen vangt, terwijl de snelheid bij de controlegroep geen effect heeft op het aantal gevangen ballen.

Astill & Utley (2009) en Sekaran (2012) bespreken de reactietijd en de bewegingstijd. De reactietijd is de tijd tussen het moment dat de bal wordt losgelaten en het moment dat de beweging naar de bal start. Astill & Utley (2009) toont aan dat de reactietijd bij de DCD-groep groter is dan de controlegroep. Sekaran (2012) toont echter geen significant verschil aan.

De bewegingstijd is de tijd tussen de start van de beweging en het initieel contact met de bal. Beide studies tonen aan dat de bewegingstijd bij de DCD-groep significant langer is dan bij de controlegroep.

De bewegingspatronen worden in iedere studie afzonderlijk besproken.

Astill (2007) toont aan dat de DCD-groep de bal meestal mist, maar wel raakt met de hand; in tegenstelling tot de controlegroep die de bal meestal zuiver vangt of na jongleren de bal vangt.

Astill & Utley (2006) toont aan dat de DCD-groep de bal vangt als ze een belvormig snelheidsprofiel

gebruiken. Dit wil zeggen dat er van het startmoment tot het vangmoment er een opeenvolging is van één versnelling en één vertraging. De DCD-groep mist de bal als ze gebruik maken van een dubbelpiek profiel (van start tot vangmoment volgt er tweemaal een versnelling en vertraging elkaar op) en een meerdere pieken profiel (van start tot vangmoment volgen er meer dan twee versnellingen en vertragingen elkaar op). De controlegroep vangt de bal zowel bij een belvormig als een dubbelpiek profiel; in deze groep is geen meerdere pieken profiel aanwezig.

Przysucha (2010) en Utley (2007b) tonen aan dat er bij de DCD-groep meerdere bewegingsprofielen aanwezig zijn ten opzichte van de controlegroep.

Przysucha (2014) toont aan dat bij de DCD-groep de bal in snelle condities korter bij het lichaam wordt gevangen dan in de tragere condities. In de tragere conditie is er geen verschil in afstand tussen de DCD-groep en controlegroep, wat in de snelle conditie wel het geval is.

Sekaran (2012) beschrijft tenslotte dat de volgorde van de bewegingen in de gewrichten gelijk is, maar dat de tijd waarop dat deze bewegingen geïnitieerd worden verschillend is tussen de DCD- en controlegroep. Utley (2007a) richt zich vooral op de elleboog en toont aan dat de bewegingsrange en de variabiliteit van de elleboog bij de DCD-groep kleiner is dan bij de controlegroep.

De symmetrie tussen de bovenste ledematen wordt besproken in vijf studies. De resultaten in de verschillende studies zijn vaak tegenstrijdig. Astill (2007) concludeert dat de controlegroep een betere correlatie, en dus symmetrie, heeft dan de DCD-groep in de laterale condities. In de DCD-groep is er in centrale condities echter een betere symmetrie dan in laterale condities. Astill & Utley (2006) daarentegen toont aan dat de DCD-groep een betere correlatie heeft in de handen, ellebogen en pols ten opzichte van de controlegroep. Przysucha (2013) toont geen verschil aan tussen de DCD- en controlegroep. Przysucha (2014) toont aan dat in de tragere conditie geen verschil in symmetrie is tussen beide groepen, in de snelle conditie heeft de controlegroep een betere symmetrie dan de DCD-groep. Sekaran (2012) toont tot slot aan dat er een verschil in symmetrie tussen beide ledematen is ter hoogte van de ellebogen. Alle andere bewegingen zijn gelijk bij de DCD- en controlegroep.

Tabel resultaten vingertikken

In tabel 8 (bijlage literatuurstudie) worden de resultaten van het vingertikken weergegeven. De resultaten die we uit de studies halen zijn de kenmerken van de opdracht, de relevante uitkomstmaten en de relevante resultaten.

In de studie van Roche (2011) moeten de participanten bimanueel antifase tikken op een zelf gekozen snelheid. Er zijn vier condities die getest worden: zowel met en zonder visuele en/of auditieve verstoringen. Relevante uitkomstmaten zijn frequentie, variabiliteit en accuraatheid. Hieruit blijkt dat de frequentie bij kinderen met DCD vergelijkbaar is met de controlegroep. De DCD-groep is echter meer variabel en minder accuraat dan de controlegroep.

In de studie van Tallet (2013) worden de participanten gevraagd om het bimanueel infase tikken te synchroniseren met een auditieve metronoom en daarna moeten ze overgaan van bimanueel naar unimanueel tikken. Relevante uitkomstmaten die worden onderzocht zijn het aantal supplementaire tikken en het tempo en de variabiliteit bij het unimanueel tikken. Het aantal supplementaire tikken

geeft de capaciteit weer om de vinger te inhiberen. Dit is bij de DCD-groep significant hoger dan bij de controlegroep bij het rechts switchen, maar er is geen verschil bij het links switchen. Er wordt geen verschil gevonden tussen beide groepen in het behouden van tempo en variabiliteit bij het unimanueel tikken.

In de studie van Volman (1998) moeten de participanten infase en antifase tikken met en zonder externe verstoring en antifase tikken terwijl de frequentie van een auditieve metronoom gevolgd moet worden. De relevante uitkomstmaten zijn de relatieve fase, de relaxatietijd en de kritische frequentie. De relatieve fase geeft weer hoe de coördinatie en accuraatheid tussen beide vingers is; deze is bij de DCD-groep meer variabel dan bij de controlegroep. De relaxatietijd na externe verstoring is bij de DCD-groep hoger dan bij de controlegroep. De kritische frequentie is de frequentie waarop de overgang van antifase naar infase plaatsvindt; deze is bij kinderen met DCD lager dan bij de controlegroep.

In de studie van Whittall (2008) moeten de participanten antifase tikken op het ritme van een auditieve metronoom. De relevante uitkomstmaten zijn de variabiliteit, synchronisatie en de individuele verschillen in de DCD-groep. Kinderen met DCD tonen een grotere variabiliteit en slechtere synchronisatie dan de controlegroep. DCD-kinderen met een lage totale score op de MABC tonen een grotere variabiliteit en meer moeilijkheden om te synchroniseren met de laagste frequentie dan DCD-kinderen met een hogere totale score.

5. Discussie

5.1. Reflectie over kwaliteit studies

Op basis van de STROBE-kwaliteitschecklist voor patiënt-controlestudies, behalen alle studies een percentage tussen 41 en 55%, wat overeen komt met een matige kwaliteit. Er is slechts één studie die 55% behaald (Utley, 2007b); de overige studies behalen een score tussen 41% en 49%. Bij de interpretatie van de resultaten van de studies moet er bijgevolg rekening gehouden worden met de zwakke kwaliteit. Algemeen wordt er zwak gescoord op de items over de beschrijving van de participanten en de ontbrekende data.

5.2. Reflectie over bevindingen in functie van onderzoeksvragen

De geïncludeerde studies beschrijven de bimanuele functie door middel van bimanueel balvangen en vingertikken. Recent onderzoek indiceert dat balvangen inzicht kan geven in de bewegingsorganisatie bij kinderen met DCD (Astill, 2007; Van Waavelde, De Weerd, De Cock, Smits-Engelsman & Peersman, 2004; Utley & Astill, 2007, geciteerd in Przysucha, 2010). Vingertikken geeft de ritmische coördinatie weer en dit is één van de bewegingscategorieën die beperkt is bij kinderen met DCD en het is een aspect van motorische prestaties waar een goed ontwikkelde theoretische basis voor beschikbaar is (Volman, 1998).

Kenmerken studie bimanueel balvangen en vingertikken

De steekproefgrootte bedraagt in iedere studie minder dan 30 participanten, dit is een relatief klein aantal in functie van generaliseerbaarheid.

De criteria om tot de DCD- of controlegroep te behoren variëren daarenboven sterk per studie. Om geïncludeerd te worden tot de DCD-groep variëren de percentielwaardes van vijf tot 15 op de totale score van de M-ABC. Om tot de controlegroep te behoren, variëren de percentielwaardes van 20 tot 70. Ook is het in enkele studies nodig om de diagnose van DCD te hebben om opgenomen te worden in de DCD-groep, terwijl dit geen vereiste is in andere studies. Dit leidt ertoe dat we uitspraken moeten doen over kinderen met zowel een ernstige als een milde vorm van DCD.

Tevens hebben we enkele bedenkingen over de studie van Sekaran (2012) en Volman (1998). De eerstgenoemde gebruikt als enige studie de MABC II om kinderen in te delen in de DCD- of controlegroep; terwijl de overige studies de eerste versie van de MABC gebruiken. Volman (1998) gebruikt de MABC test niet als criterium om tot de controlegroep te behoren; enkel de afwezigheid van tekens van onhandigheid is een criterium. Hierdoor variëren de percentielwaardes in de controlegroep van 5 tot 96 en dit kan een vertekend beeld van de resultaten geven.

Resultaten bimanueel balvangen

Uit de studies blijkt dat de DCD-groep significant minder ballen vangt dan de controlegroep en dat dit verschil nog toeneemt bij laterale en versnelde condities. Bij typisch ontwikkelende kinderen zijn de vaardigheden die nodig zijn om een bal bimanueel te vangen aanwezig rond de leeftijd van tien jaar (Williams, 1992, geciteerd in Przysucha, 2010). De geïncludeerde studies beschrijven dat deze ontwikkeling bij kinderen met DCD niet vertraagd is, maar wel afwijkend.

Er wordt aangetoond dat er een grote variatie in bewegingspatronen is bij de DCD-groep. Astill & Utley (2006) en Utley (2007b) tonen aan dat er binnen de DCD-groep kinderen zijn die zowel hetzelfde als een ander patroon gebruiken dan de controlegroep. Dit kan worden verklaard door de heterogeniteit binnen de DCD-groep. Sekaran (2012) beschrijft dat de volgorde van bewegingen tussen de DCD-groep en controlegroep gelijk is, maar dat de initiatietijd van de bewegingen varieert. Over de symmetrie tussen beide ledematen bekomen we verschillende resultaten. Terwijl de ene studie beschrijft dat de symmetrie in de DCD-groep beter is, beschrijft een andere studie het tegengestelde. Dit kan verklaard worden door een andere interpretatie van de correlatie-resultaten. Bij Astill (2007) duidt de correlatie op de symmetrie tussen beide ledematen, terwijl bij Astill & Utley (2006) dit op een rigide koppeling duidt. Utley (2007a) bevestigt de bevindingen van Astill & Utley (2006) dat de DCD-groep zijn ledematen rigide koppelt en fixeert om het aantal vrijheidsgraden te verminderen. Sekaran (2012), Przysucha (2013) en Przysucha (2014) bekijken net zoals Astill (2007) de correlatie van de symmetrie tussen beide ledematen.

Uit voorgaand onderzoek is gesuggereerd dat kinderen met DCD moeilijkheden hebben met het exploreren van de omgeving om zo succesvolle oplossingen te vinden en dat ze daarom steeds enkele motorische strategieën blijven gebruiken ook al zijn deze niet succesvol (Astill & Utley, 2006). Dit toont aan dat tijdens de behandeling van kinderen met DCD het als therapeut belangrijk is om de taak geregeld aan te passen en voor een gevarieerde omgeving te zorgen.

Resultaten vingertikken

De vier geïnccludeerde studies die het vingertikken onderzoeken, beschrijven elk verschillende uitkomstmaten. Uit de resultaten blijkt dat kinderen met DCD een grotere variabiliteit tonen, minder accuraat zijn in het vingertikken en moeilijkheden hebben met externe verstoringen. Meerdere klinische en beeldvormingsstudies geven aan dat de beperkingen bij DCD geassocieerd kunnen zijn met dysfuncties van bepaalde hersengebieden, met name de basale ganglia, het cerebellum, het corpus callosum en/of de pariëtale cortex. Door de grote heterogeniteit en de hoge comorbiditeit is het moeilijk om een consensus te maken over welke stoornissen er op neurologisch niveau zijn bij kinderen met DCD (Debrabant, Van Waelvelde & Vingerhoets, 2010). Aan cerebellaire dysfuncties zijn meer specifieke stoornissen gelinkt die terug te vinden zijn bij kinderen met DCD, zoals een verstoorde timing, een zwakke posturale controle en motorische adaptatie. Een verstoorde timing bij kinderen met DCD resulteert in het trager, minder accuraat en meer variabel uitvoeren van motorische taken, van bijvoorbeeld het reproduceren van ritmische bewegingen (Johnston, Burns, Brauer & Richardson, 2002; Lundyekman, Ivry, Keele, Woollacot, 1991; geciteerd in Debrabant, Van Waelvelde & Vingerhoets, 2010). Deze bevindingen kunnen we terugkoppelen aan de resultaten die we verkregen hebben door middel van deze literatuurstudie.

Omdat de studies verschillend zijn, is het moeilijk om verdere specifieke uitspraken te doen over het vingertikken bij kinderen met DCD.

De studie van Volman (1998) geeft aan dat kinderen met DCD onderverdeeld kunnen worden in drie groepen naargelang hun beperkingen; dit toont opnieuw aan dat DCD een heterogene groep is.

5.3. Reflecties over de sterktes en beperkingen van de literatuurstudie

Een sterkte van de literatuurstudie is de uitgebreide zoekstrategie; hiermee wilden we een zo ruim mogelijk beeld krijgen over de beschikbare literatuur. Een tweede sterkte is dat de kwaliteit van de geïnccludeerde studies werd geëvalueerd op basis van de uitgebreide STROBE-kwaliteitschecklist voor patiënt-controleonderzoek. De resultaten die hieruit gehaald werden, werden uitvoerig besproken tussen beide onderzoekers. Opvallend was dat alle studies een matige kwaliteit hadden, wat gezien kan worden als een zwakte van deze literatuurstudie.

Een tweede zwakte is dat we een grote variabiliteit in uitkomstmaten hebben en hierdoor moeilijker de resultaten van de studies met elkaar konden vergelijken.

5.4. Aanbevelingen voor toekomstige studies

Bimanueel balvangen en vingertikken zijn slechts enkele onderdelen van de bimanuele functie. In de toekomst moet er onderzoek worden gedaan naar andere aspecten van bimanuele functie bij kinderen met DCD. Enerzijds zou meer onderzoek verricht moeten worden naar aspecten van motorische uitvoering zoals handigheid, coördinatie, en kracht, en anderzijds ook naar motorische planning. Tevens dient er onderzocht te worden hoe deze onderliggende factoren de dagdagelijkse taken beïnvloeden; zo kan de therapie hierop worden aangepast.

We raden aan om duidelijke criteria op te stellen om tot de DCD- of controlegroep te behoren zodat er een duidelijk onderscheid tussen beide groepen verkregen wordt. Ook lijkt het nuttig om binnen de DCD-groep een onderverdeling te maken in de ernst van DCD en de leeftijd van de kinderen. Zo verkrijgt men meer homogene groepen en is er een betere generaliseerbaarheid van de resultaten mogelijk.

6. Conclusie

Om inzichten te verkrijgen in de bimanuele functie bij kinderen met DCD werd er in de geïnccludeerde studies gebruik gemaakt van bimanueel balvangen en vingertikken als taak. Uit de resultaten blijkt dat de DCD-groep een heterogene groep is die een grotere variatie in bewegingsprofielen gebruikt bij het bimanueel balvangen en dat ze bij het vingertikken meer variabel en minder accuraat zijn dan de controlegroep. Verder onderzoek is nodig om meer inzichten te krijgen in andere aspecten van motorische uitvoering en motorische planning bij kinderen met DCD.

7. Referentielijst

Referentielijst geïnccludeerde artikels

(*) Geïnccludeerde studies in literatuurstudie

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

(*) Astill, S. (2007). Can children with developmental coordination disorder adapt to task constraints when catching two-handed? *Disability and Rehabilitation*, 29(1), 57-67.

(*) Astill, S., Utley, A. (2006). Two-Handed catching in children with developmental coordination disorder. *Motor control*, 10(2), 109-24.

(*) Astill, S. Utley, A. (2008). Coupling of the reach and grasp phase during catching in children with developmental coordination disorder. *Journal of Motor Behavior*, 40(4), 315-323.

Blank, R., Smits-Engelsman, B., Polatajko, H., Wilson, P. (2012). European Academy for Childhood Disability (EACD): Recommendations on the definition, diagnosis and intervention of developmental coordination disorder (long version). *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54(1), 54-93.

Debrabant, J., Van Waelvelde, H., Vingerhoets, G. (2010). Wat we (niet) weten over het brein van het kind met DCD. *Signaal*, 73.

Poulsen, A.A., Johnson, H., Ziviani, J.M. (2011). Participation, self-concept and motor performance of boys with developmental coordination disorder: A classification and regression tree analysis approach. *Australian Occupational Therapy*, 58(2), 95-102.

(*) Przysucha, E.P., Maraj, B.K. (2010). Movement coordination in ball catching: Comparison between boys with and without developmental coordination disorder. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 81(2), 152-61.

(*) Przysucha, E.P., Maraj, B.K. (2013). Nature of spatial coupling in children with and without developmental coordination disorder in ball catching. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 30(3), 213-34.

(*) Przysucha, E.P., Maraj, B.K. (2014). Inter-limb coordination and control in boys with and without DCD in ball catching. *Acta Psychologica*, 151, 62-73.

(*) Roche, R., Wilms-Floet, A.M., Clark, J.E., Whittall, J. (2011). Auditory and visual information do not affect self-paced bilateral finger tapping in children with DCD. *Human Movement Science*, 30(3), 658-71.

(*) Sekaran, S.N., Reid, S.L., Chin, A.W., Ndiaye, S., Licari, M.K. (2012). Catch! Movement kinematics of two-handed catching in boys with Developmental Coordination Disorder. *Gait & Posture*, 36(1), 27-32.

Summers, J., Larkin, D., Dewey, D. (2008). Activities of daily living in children with developmental coordination disorder: Dressing, personal hygiene, and eating skills. *Human Movements Science*, 27(2), 215-29

(*) Tallet, J., Albaret, J.M., Barral, J. (2013). Developmental changes in lateralized inhibition of symmetric movements in children with and without Developmental Coordination Disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 34(9), 2523-2532.

(*) Utley, A., Steenbergen, B., Astill, S.L. (2007a). Ball catching in children with developmental coordination disorder: control of degrees of freedom. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(1), 34-38.

(*) Utley, A., Astill, S.L. (2007b). Developmental sequences of two-handed catching: How do children with and without developmental coordination disorder differ?. *Physiotherapy Theory and Practice*, 23(2), 65-82.

Vandenbroucke, J.P., von Elm, E., Altman, D.G., Gotzsche, P.C., Mulrow, C.D., Pocock, S.J., et al (2014). Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): explanation and elaboration. *International Journal of Surgery*, 12(12), 1500-1524.

(*) Volman, M.J., Geuze, R.H. (1998). Relative phase stability of bimanual and visuomanual rhythmic coordination patterns in children with a Developmental Coordination Disorder. *Human Movement Science*, 17(4-5), 541-572.

(*) Whittall, J., Chang, T.Y., Horn, C.L., Jung-Potter, J., McMenamin, S., Wilms-Floet, A. et al (2008). Auditory-motor coupling of bilateral finger tapping in children with and without DCD compared to adults. *Human Movement Science*, 27(6), 914-931.

Weierinck, L., Vermeulen, R.J., Boyd, R.N. (2013). Brain structure and executive functions in children with cerebral palsy: A systematic review. *Research in Developmental Disabilities*, 34(5), 1678-1688.

Referentielijst geëxcludeerde artikels

Asmussen, M.J., Przysucha, E.P., Dounskaia, N. (2014). Intersegmental dynamics shape joint coordination during catching in typically developing children but not in children with developmental coordination disorder. *Journal of Neurophysiology*, 111(6), 1417-28.

Biancotto, M., Skabar, A., Bulgheroni, M., Carrozzi, M., Zoia, S. (2011). Neuromotor deficits in developmental coordination disorder: evidence from a reach-to-grasp task. *Research in Developmental Disabilities*, 32(4), 1293-300.

Green, D., Lingam, R., Mattocks, C., Riddoch, C., Ness, A., Emond, A. (2011). The risk of reduced physical activity in children with probable Developmental Coordination Disorder: a prospective longitudinal study. *Research in Developmental Disabilities*, 32(4), 1332-42.

Hyde, C., Wilson, P.H. (2011). Dissecting online control in Developmental Coordination Disorder: a kinematic analysis of double-step reaching. *Brain and Cognition*, 75(3), 232-41.

- Hyde, C. Wilson, P. (2010). Online motor control in children with developmental coordination disorder: chronometric analysis of double-step reaching performance. *Child: Care, Health and Development*, 37(1), 111-22.
- Johnston, L.M., Burns, Y.R., Brauer, S.G., Richardson, C.A. (2002). Differences in postural control and movement performance during goal directed reaching in children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 21(5-6), 583-601.
- Kashiwagi, M., Iwaki, S., Narumi, Y., Tamai, H., Suzuki, S. (2009). Parietal dysfunction in developmental coordination disorder: a functional MRI study. *NeuroReport*, 20(15), 1319-24.
- King, B.R., Clark, J.E., Oliveira, M.A. (2012). Developmental delay of finger torque control in children with developmental coordination disorder. *Developmental medicine & child neurology*, 54(10), 932-7.
- Law, S.H., Lo, S.K., Chow, S., Cheing, G.L. (2011). Grip force control is dependent on task constraints in children with and without developmental coordination disorder. *International Journal of Rehabilitation Research*, 34(2), 93-9.
- Mak, M.K. (2010). Reaching and grasping a moving target is impaired in children with developmental coordination disorder. *Pediatric Physical Therapy*, 22(4), 384-91.
- Oliveira, M.A., Shim, J.K., Loss, J.F., Petersen, R.D., Clark, J.E. (2006). Effect of kinetic redundancy on hand digit control in children with DCD. *Neuroscience Letters*, 410(1), 42-6.
- Pereira, H.S., Landgren, M., Gillberg, C., Forssberg, H. (1999). Parametric control of fingertip forces during precision grip lifts in children with DCD (developmental coordination disorder) and DAMP (deficits in attention motor control and perception). *Neuropsychologia*, 39(5), 478-88.
- Pettit, L., Charles, J., Wilson, A.D., Plumb, M.S., Brockman, A., Williams, H.G. et al. (2008). Constrained action selection in children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 27(2), 286-95.
- Piek, J.P., Skinner, R.A. (1999). Timing and force control during a sequential tapping task in children with and without motor coordination problems. *Journal of the International Neurophysiological Society*, 5(4), 320-9.
- Poulsen, A.A., Johnson, H., Ziviani, J.M. (2011). Participation, self-concept and motor performance of boys with developmental coordination disorder: A classification and regression tree analysis approach. *Australian Occupational Therapy*, 58(2), 95-102.
- Rosenblum, S., Regev, N. (2012). Timing abilities among children with developmental coordination disorders (DCD) in comparison to children with typical development. *Research in Developmental Disabilities*, 34(1), 218-27.
- Smits-Engelsman, B.C., Niemeijer, A.S., van Galen, G.P. (2001). Fine motor deficiencies in children diagnosed as DCD based on poor grapho-motor ability. *Human Movement Science*, 20(1-2), 161-82.

- Smits-Engelsman, B.C., Wilson, P.H., Westenberg, Y., Duysens, J. (2003). Fine motor deficiencies in children with developmental coordination disorder and learning disabilities: An underlying open-loop control deficit. *Human Movement Science*, 22(4-5), 495-513.
- Smits-Engelsman, B.C., Bloem- van der Wel, H.E., Duysens, J. (2006). Children with Developmental Coordination Disorder respond similarly to age-matched controls in both speed and accuracy if goal-directed movements are made across the midline. *Child: Care, Health and Development*, 32(6), 703-10.
- Smits-Engelsman, B.C., Westenberg, Y., Duysens, J. (2008). Children with developmental coordination disorder are equally able to generate force but show more variability than typically developing children. *Human Movement Science*, 27(2), 296-309.
- Smits-Engelsman, B.C., Wilson, P.H. (2013). Noise, variability, and motor performance in developmental coordination disorder. *Developmental medicine & child neurology*, 55(4), 69-72.
- Smyth, M.M., Anderson, H.I., Churchill, A. (2001). Visual information and the control of reaching in children: A comparison between children with and without developmental coordination disorder. *Journal of Motor Behavior*, 33(3), 306-20.
- Summers, J., Larkin, D., Dewey, D. (2008). Activities of daily living in children with developmental coordination disorder: Dressing, personal hygiene, and eating skills. *Human Movements Science*, 27(2), 215-29
- Vaivre-Douret, L. (2014). Developmental coordination disorders: State of art. *Clinical Neurophysiology*, 44(1), 13-23.
- Volman, M.J., Geuze, R.H. (1998). Stability of rhythmic finger movements in children with a Developmental Coordination Disorder. *Motor Control*, 2(1), 34-60.
- Volman, M.J., Laroy, M.E., Jongmans, M.J. (2006). Rhythmic coordination of hand and foot in children with Developmental Coordination Disorder. *Child: Care, Health and Development*, 32(6), 693-702.
- Wilmot, K., Wann, J.P., Brown, J.H. (2006). Problems in the coupling of eye and hand in the sequential movements of children with Developmental Coordination Disorder. *Child: Care, Health and Development*, 32(6), 665-78.
- Wilson, P.H., Ruddock, S., Smits-Engelsman, B.C., Polatajko, H., Blank, R. (2012). Understanding performance deficits in developmental coordination disorder: a meta-analysis of recent research. *Developmental medicine & child neurology*, 55(3), 217-28.
- Zoia, S. (2005). Reaching in children with and without Developmental Coordination Disorder under normal and perturbed vision. *Developmental neuropsychology*, 27(2), 257-273.

8. Bijlagen literatuurstudie

Tabel 1: Voortgangsformulier masterproef deel 1

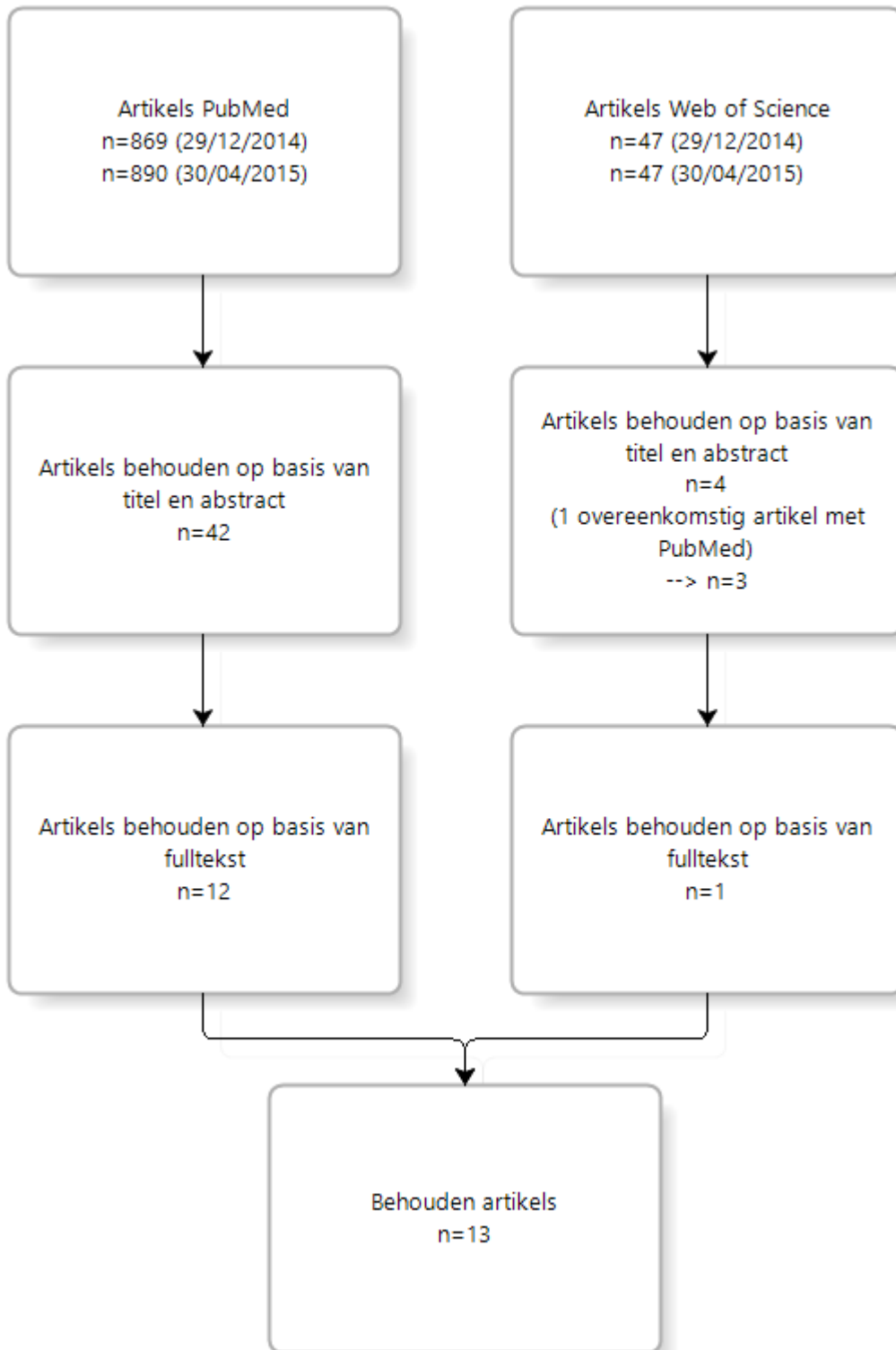
VOORTGANGSFOMULIER MASTERPROEF DEEL 1

DATUM	INHOUD OVERLEG	HANDEKENINGEN
17/10	Bespreking masterproef en vastleggen deadlines.	Promotor: <i>Klump</i> Copromotor: <i>Klump</i> Student(e): <i>Klump</i> Student(e): <i>Loenen, Ales</i>
28/11	Bespreking zoekstrategie	Promotor: <i>Klump</i> Copromotor: <i>Klump</i> Student(e): <i>Klump</i> Student(e): <i>Loenen, Ales</i>
9/3	Bespreking resultaten zoekstrategie	Promotor: <i>Klump</i> Copromotor: <i>Klump</i> Student(e): <i>Klump</i> Student(e): <i>Loenen, Ales</i>
20/4	Bespreking inhoud protocol	Promotor: <i>Klump</i> Copromotor: <i>Klump</i> Student(e): <i>Klump</i> Student(e): <i>Loenen, Ales</i>
19/5	Toelating verdediging eerste zit	Promotor: <i>Klump</i> Copromotor: <i>Klump</i> Student(e): <i>Klump</i> Student(e): <i>Loenen, Ales</i>
		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):

Tabel 2: Overzicht van gebruikte zoektermen, combinaties en hits uit Pubmed en Web of Science

PubMed			
	Zoektermen	Hits (29/12/2014)	Hits (30/04/2015)
#1	Preschool child [MeSH Terms]	753170	761839
#2	Adolescent [MeSH Terms]	1617718	1638542
#3	Infant [MeSH Terms]	940913	950104
#4	Child [MeSH Terms]	1550997	1567362
#5	#1 OR #2 OR #3 OR #4	2871986	2904269
#6	Bimanual function [Title/Abstract]	11	11
#7	Dexterity [Title/Abstract]	3056	3152
#8	Coordination [Title/Abstract]	68578	70477
#9	Strength [Title/Abstract]	184699	189535
#10	Motor planning [Title/Abstract]	783	815
#11	Handfunction [Title/Abstract]	3	3
#12	Manual control [Title/Abstract]	331	341
#13	Fine motor skills [Title/Abstract]	520	542
#14	Reaching [Title/Abstract]	66819	68229
#15	Grasping [Title/Abstract]	4390	4523
#16	Unimanual actions [Title/Abstract]	13	13
#17	Bimanual actions [Title/Abstract]	56	56
#18	#6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12 OR #13 OR #14 OR #15 OR #16 OR #17	323449	331715
#19	Motor skills disorders [MeSH Terms]	2144	2196
#20	Developmental coordination disorder [Title/Abstract]	617	644
#21	Incoordination [MeSH Terms]	15114	15264
#22	Dyscoordination [MeSH Terms]	15114	15264
#23	Apraxia [MeSH Terms]	2574	2603
#24	Dyspraxia [MeSH Terms]	2574	2603
#25	Clumsiness [Title/Abstract]	629	634
#26	Clumsy child [Title/Abstract]	28	28
#27	Motor coordination difficulties [Title/Abstract]	26	27
#28	Motor coordination problems [Title/Abstract]	43	44
#29	Motor skills performance [Title/Abstract]	6	8
#30	Motor clumsiness [Title/Abstract]	50	50
#31	#19 OR #20 OR #21 OR #22 OR #23 OR #24 OR #25 OR #26 OR #27 OR #28 OR #29 OR #30	20403	20648
#32	#5 AND #18 AND #31	869	890
Web of Science			
	Zoektermen	Hits (29/12/2014)	Hits (30/04/2015)

#1	Preschool child [Topic]	822792	825201
#2	Child [Topic]	4327631	4353881
#3	Adolescent [Topic]	2475175	2489333
#4	Infant [Topic]	1731846	1739620
#5	#1 OR #2 OR #3 OR #4	64156684	6452822
#6	Developmental coordination disorder [Topic]	10612	10723
#7	Motor coordination disorder [Topic]	20344	20526
#8	Motor skills disorder [Topic]	12560	12644
#9	Clumsiness [Topic]	1057	1064
#10	#6 OR #7 OR #8 OR #9	38764	39084
#11	Bimanual function [Topic]	699	706
#12	Bimanual actions [Topic]	544	558
#13	Handfunction [Topic]	6	6
#14	#11 OR #12 OR #13	1166	1176
#15	#5 AND #10 AND #14	47	47



Figuur 1: Stroomdiagram van de zoekstrategie op 29/12/2014 en 30/04/2015

Tabel 3: Redenen voor exclusie van studies uit Pubmed en Web of Science (WOS) (n=924)

Reden exclusie	Aantal	Hoofdauteur en jaartal
Andere doelgroep:		
Apraxie	PubMed (n=19)	Preston et al. (2014), Highman et al. (2013), Ilg et al. (2012), Murray et al. (2012), Melle et al. (2012), Mariën et al. (2013), Froud et al. (2012), Marignier et al. (2012), Tierney et al. (2012), Serrao et al. (2012), Zaretsky et al. (2010), Steinman et al. (2010), Green (2010), Buderath et al. (2009), McNeill et al. (2009), Lewis et al. (2008), Pascual-Castroviejo et al. (2008), Fliers et al. (2008), Rommelse et al. (2008), Giles et al. (2008), Jayakumar et al. (2008), Feng et al. (2007), Jakobson et al. (2007), Matsudaira (2007), Crawford et al. (2006), Pelc et al. (2006), Richardson (2006), Archibald et al. (2005), Klimkeit et al. (2005), Schoemaker et al. (2005), Roessner et al. (2004), Pitcher et al. (2003), Pineda et al. (2003), Kadesjö et al. (2001), Ietswaart et al. (2001), Binkofski et al. (2001), Rasmussen et al. (2000), Norrelgen et al. (1999), Piek et al. (1999), Blondis (1999), Rappaport et al. (1987), Kornse et al. (1981)
ADHD	PubMed (n=42)	Langevin et al. (2014), Fernell et al. (2014), Poblano et al. (2014), Vasserman et al. (2014), Fliers et al. (2013), Brossard-Racine et al. (2012), Shen et al. (2012), Fliers et al. (2011), Wang et al. (2011), Shilon et al. (2012), Egeland et al. (2012), Lavasani et al. (2011), Fliers et al. (2012), Baerg et al. (2011), Ghanizadeh et al. (2010), Fliers et al. (2010), Kooistra et al. (2009), Rommelse et al. (2009),
CP	Pubmed (n= 29)	Gordon et al. (2013), Park et al. (2013), Degelaen et al. (2013), Meyns et al. (2012), Lukić et al. (2012), van Rooijen et al. (2012), McIntyre et al. (2011), Houwink et al. (2011), Crajé et al. (2010), Mutlu et al. (2010), Chiu et al. (2010), Klingels et al. (2010), Hung et al. (2010), Hoon et al. (2009), Saavedra et al. (2009), O'Shea et al. (2008), Verrel et al. (2008), Voorman et al. (2007), Kreulen et al. (2006), van der Heide et al. (2005), Hung et al. (2004), Damiano et al. (2002), Bottos et al. (2001), Gisel et al. (2000), Hadders-Algra et al. (1999), Gordon et al. (1999), Steenbergen et al. (1998), Wiley et al. (1998), Steel (1980)
	WOS (n=11)	Gordon AM et al (2013), Harvey AR et al (2013), Randall M et al (2013), Janssen L et al (2011), Aarts PB et al (2011), Craje C et al (2010), Hoare BJ et al (2010), Hung YC et al (2010), Himmelmann K et al (2006), Hung YC et al (2004), Arnould C et al (2004)
Prematuren en kinderen met laag geboortegewicht	PubMed (n=35)	Moreira et al. (2014), Van Hus et al. (2014), Spittle et al. (2014), Bos et al. (2013), de Kieviet et al. (2014), Faebo Larsen et al. (2013), Watkins et al. (2014), De Kieviet et al. (2013), Zwicker et al. (2013), Zwicker et al. (2013), Sustersic et al. (2012), Ferrari et al. (2012), Beccaria et al. (2012), Spittle et al. (2011), Edwards et al. (2011), Oliveira et al. (2011), Goyen et al. (2011), Dewey et al. (2011), Roberts et al. (2011), Goven et al. (2009), Burns et al. (2009), Korkman et al. (2008), Wocadlo et al. (2008), Schneider et al. (2008), Davis et al. (2007), Saigal et al. (2007), Fallang et al. (2005), Fetters et al. (2004), Troncik et al. (2004), Samsom et al. (2002), de Vries et al. (2002), Holsti et al. (2002), Leitner et al. (2000) Goyen et al. (1998)
DCD:		

Definitie, etiologie, prevalentie en risicofactoren	PubMed (n=172)	<p>Hua et al. (2014), Hua et al. (2014), Jenni et al. (2012), Lalanne et al. (2012), Bair et al. (2012), Tal-Saban et al. (2012), Chen et al. (2012), Pieters et al. (2012), Engel-Yeger et al. (2012), Asonitou et al. (2012), Missiuna et al. (2012), Yeh et al. (2012), Blank et al. (2012), Zwicker et al. (2012), Fong et al. (2012), Morrison et al. (2012), Albaret et al. (2012), de Castro Ferracioli et al. (2014), Hua et al. (2014), Schoenmaker et al. (2013), Zhu et al. (2012), Blank et al. (2012), Baxter et al. (2012), Chen et al. (2012), de Oliveira et al. (2012), Fong et al. (2011), Chung et al. (2011), Fong et al. (2011), Vaivre-Douret et al. (2011), Bair et al. (2011), Muyselaar-Jellema et al. (2011), Chen et al. (2011), Green et al. (2011), Jarus et al. (2011), King et al. (2011), de Oliveira et al. (2011), Missiuna et al. (2011), Zwicker et al. (2011), Williams et al. (2011), Zwicker et al. (2010), Pearsall-Jones et al. (2010), Deconinck et al. (2010), Kirby et al. (2010), Kopp et al. (2010), Ho et al. (2010), Cairney et al. (2010), Mai et al. (2010), Sigmundsson et al. (2010), Geuze et al. (2010), Tsai et al. (2010), Kastner et al. (2010), Cairney et al. (2010), Kane et al. (2009), Tsai et al. (2009), Pearsall-Jones et al. (2009), Wilmut et al. (2010), Wang et al. (2009), Alloway et al. (2009), Lingam et al. (2009), Cocks et al. (2009), Johnson et al. (2009), Rosengren et al. (2009), Cherng et al. (2009), Querne et al. (2008), Green et al. (2008), Missiuna et al. (2008), Wilson et al. (2008), Alloway et al. (2008), Tsai et al. (2008), Walter et al. (2008), O'Brien et al. (2008), Gaines et al. (2008), Laufer et al. (2008), Deconinck et al. (2008), Cairney et al. (2008), Przysucha et al. (2008), Crawford et al. (2008), Goez et al. (2008), Tseng et al. (2007), Sugden (2007), Kirby et al. (2007), Piek et al. (2007), Poulssen et al. (2007), Cherng et al. (2007), Wann et al. (2007), Sugden et al. (2007), Gibbs et al. (2007), Cantin et al. (2007), de Castelnau et al. (2007), Grove et al. (2007), Wimut et al. (2007), Johnson et al. (2007), Missiuna et al. (2007), Gaines et al. (2007), Alloway et al. (2007), Magalhaes et al. (2006), Green et al. (2006), Deconinck et al. (2006), Whittall et al. (2006), Lust et al. (2006), Zoia et al. (2006), Kagerer et al. (2006), Missiuna et al. (2006), Deconinck et al. (2006), Tsiotra et al. (2006), Licari et al. (2006), Polatajko et al. (2005), Inder et al. (2005), Kanioglou et al. (2005), Piek et al. (2005), Faught (2005), Cairney et al. (2005), Bockowski et al. (2005), Wilson (2005), Sangster et al. (2005), Richardson et al. (2005), Bernie et al. (2004), Piek et al. (2004), Dunford et al. (2004), Hadders-Algra (2003), Henderson et al. (2003), Chen et al. (2003), Mandich et al. (2003), Geuze et al. (2003), Wilson et al. (2003), Visser (2003), Rodger et al. (2003), Cantell et al. (2003), Mandich et al. (2003), Jucaite et al. (2003), Dewey et al. (2002), O'Hare et al. (2002), Zoia et al. (2002), Mandich et al. (2002), Segal et al. (2002), Pless et al. (2002), Sigmundsson et al. (2002), Raynor (2001), Coleman et al. (2001), Skinner et al. (2001), Macnab et al. (2001), Mandich et al. (2001), Missiuna (2001), Miller et al. (2001), Kadesjö et al. (1999), Wilson et al. (1998), Volman et al. (1998), Raynor (1998), Smyth et al. (1997), Wilson et al. (1997), Piek et al. (1997), Fletcher-Flinn et al. (1997), Wright et al. (1996), Fox et al. (1996), Mon-Williams et al. (1996), Wiloughby et al. (1995), Henderson et al. (1992)</p>
	WOS (n=4)	<p>Ozbic M et al (2010), de Castelnau P et al (2007), De Luca C et al (2010), Jover M et al (2010)</p>
Fysieke fitheid bij kinderen met DCD	PubMed (n=33)	<p>Chia et al. (2014), Ferguson et al. (2014), Cairney et al. (2013), Diamond et al. (2014), Faught et al. (2013), Nascimento et al. (2013), Oudenampsen et al. (2013), Kwan et al. (2013), Chia et al. (2013), Chia et al. (2013), Beutum et al. (2013), van der Hoek et al. (2012), Tsang et al. (2012), Cairney et al. (2012), Rivilis et al. (2012), Chirico et al. (2012), Coverdale et al. (2012), Li et al. (2011), Silman et al.</p>

		(2011), Magalhães et al. (2011), Rivilis et al. (2011), Chirico et al. (2011), Cairney et al. (2010), Cairney et al. (2011), Wu et al. (2010), Chia et al. (2010), Tsiotra et al. (2009), Poulsen et al. (2008), Schott et al. (2007), Cairney et al. (2007), Cairney et al. (2006), Poulsen et al. (2004)
Behandeling	PubMed (n=37)	Doyle et al. (2014), Jelsma et al. (2014), Ashkenazi et al. (2013), Coetzee et al. (2013), Morrison et al. (2013), Ferguson et al. (2013), Lejeune et al. (2013), Bart et al. (2013), Fong et al. (2013), Smits-Engelsman et al. (2013), Snapp-Childs et al. (2013), Tsai et al. (2012), Hyland et al. (2012), Fong et al. (2012), Straker et al. (2011), Dunford et al. (2011), Bart et al. (2010), Green et al. (2010), Hillier et al. (2010), Hung et al. (2010), Miyahara et al. (2009), Tsai et al. (2009), Cospes et al. (2009), Flapper et al. (2008), Niemeijer et al. (2007), Ziviani et al. (2007), Kaufman et al. (2007), Bartscherer et al. (2005), Sugden et al. (2003), Schoemaker et al. (2003), Niemeijer et al. (2003), Wilson et al. (2002), Miller et al. (2001), Mandich et al. (2001), Leemrijse et al. (2000), Sugden et al. (1998)
	WOS (n=1)	Sudgen D et al (2007)
Testen	PubMed (n=59)	Krumlinde-Sundholm et al. (2015), Cantin et al. (2014), Parmar et al. (2014), Valentini et al. (2014), Lin et al. (2014), Kennedy-Behr et al. (2013), van der Linde et al. (2013), Pyzio-Kowalik et al. (2013), Hua et al. (2012), Darsaklis et al. (2013), Santosuosso et al. (2012), Rivard et al. (2014), Saban et al. (2012), Van Waelvelde et al. (2012), Cardoso et al. (2012), Martini et al. (2011), Schoenmaker et al. (2012), Wuang et al. (2012), Kirby et al. (2014), Pannekoek et al. (2012), Janssen et al. (2011), Giagazoglou et al. (2011), Parvez et al. (2011), Nakai et al. (2011), Schulz et al. (2011), Rihtman et al. (2011), Wagner et al. (2010), Cairney et al. (2010), Siu et al. (2010), venetsanou et al. (2010), Slater et al. (2010), Josman et al. (2010), Engel-Yeger et al. (2010), Kashiwagi et al. (2009), Tseng et al. (2009), Nikolić et al. (2009), Wilson et al. (2009), Cairney et al. (2009), Wuang et al. (2009), Kratz et al. (2009), Loh et al. (2009), Chien et al. (2009), Cairney et al. (2008), Schoemaker et al. (2008), Faught et al. (2008), Civetta et al. (2008), Cairney et al. (2007), Rosenblum (2006), Schoemaker et al. (2006), Van Waelvelde et al. (2006), Cardoso et al. (2004), Kroes et al. (2004), Hay et al. (2004), Cintas et al. (2003), Hamilton (2002), Crawford et al. (2001), Chow et al. (2001), Wilson et al. (2000), Wilson et al. (1992)
Studie niet relevant voor onderzoekstopic	PubMed (n=452)	Liamlahi et al. (2014), Duiser et al. (2014), Gilboa et al. (2014), Samango-Sprouse et al. (2014), Miller et al. (2014), Bo et al. (2014), Caçola et al. (2014), Cheng et al. (2014), Freitas et al. (2014), de Oliveira et al. (2014), Gillberg (2014), Cardoso et al. (2014), Cantin et al. (2014), Cardoso et al. (2014), Jover et al. (2014), Pratt et al. (2014), Noten et al. (2014), Mürsepp et al. (2014), van der Linde et al. (2014), Zhu et al. (2014), Mahone et al. (2014), Haagmans et al. (2014), Langevin et al. (2014), Curie et al. (2014), Robert et al. (2014), Lucas et al. (2014), Raposo et al. (2014), Kobesova et al. (2014), Margari et al. (2013), Van Hoorn et al. (2013), Peters et al. (2013), Hadders-Algra et al. (2013), Verkerk et al. (2014), Deng et al. (2014), Tsai et al. (2014), Missiuna et al. (2014), Lingam et al. (2014), Kirby et al. (2013), Hill et al. (2013), Flapper et al. (2013), Stigger et al. (2013), Creavin et al. (2014), Nelson-Wong et al. (2013), Betancourt Fursow et al. (2013), DiDonato Brumbach et al. (2014), Hendrix et al. (2014), Viholainen et al. (2014), Faught et al. (2013), Zwicker et al. (2013), Busiah et al. (2013), Ayaz et al. (2013), Ahlander et al. (2013), Félix et al. (2014), Martin et al. (2013), Sartor-Glittenberg et al. (2014), Hamad et al. (2013), Asmussen et al. (2013),

	<p>Vaivre-Douret et al. (2013), Fong et al. (2013), Kennedy-Behr et al. (2013), Odd et al. (2013), Chen et al. (2013), Wang et al. (2013), Garcia et al. (2013), Jacobi et al. (2013), Burns et al. (2013), Rosenblum et al. (2013), Sylvestre et al. (2013), Novak et al. (2013), Chen et al. (2013), Liberman et al. (2013), Chort et al. (2013), Jelsma et al. (2013), Debrabant et al. (2013), von Tetzchner et al. (2013), Kane et al. (2013), Lifshitz et al. (2013), Smits-Engelsman et al. (2013), Braddick et al. (2013), Pangelinan et al. (2013), Jokić et al. (2013), Margari et al. (2012), Kikkert et al. (2013), Mhalla et al. (2013), Seelaender et al. (2013), Mayor-Dubois et al. (2013), Smits-Engelsman et al. (2012), van der Kolk et al. (2013), Prunty et al. (2013), Menz et al. (2013), Williams et al. (2013), Lee et al. (2013), Noda et al. (2013), Richardson et al. (2012), Schertz et al. (2013), Wilmot et al. (2013), Blomqvist et al. (2013), Wang et al. (2012), Esposito et al. (2012), Tsai et al. (2012), Engel et al. (2012), Zwicker et al. (2012), Williams et al. (2012), Hung et al. (2012), Sananes et al. (2012), Rosenblum et al. (2012), King et al. (2012), Missiuna et al. (2012), ankarsäter et al. (2011), Kamm et al. (2012), Roeber et al. (2012), Matijević-Mikelić et al. (2011), Walther et al. (2013), Kane et al. (2012), Hyde et al. (2013), Landgren et al. (2010), Zhu et al. (2010), Duijff et al. (2012), Eggleston et al. (2012), Wagner et al. (2012), Lingam et al. (2012), Rigoli et al. (2012), Dey et al. (2012), Hua et al. (2011), Wahi et al. (2011), Wagner et al. (2011), Livesey et al. (2011), Katartzi et al. (2011), Wuang et al. (2011), Pratt et al. (2011), Daseking et al. (2011), Díaz-Lucero et al. (2011), Matson et al. (2011), Mulvey et al. (2011), Poulsen et al. (2011), Biancotto et al. (2011), Sinani et al. (2011), Law et al. (2011), Hyde et al. (2011), Hartman et al. (2011), Dyck et al. (2011), Lloyd et al. (2011), van der Rijken et al. (2011), Caeyenberghs et al. (2011), Hyde et al. (2011), Cheng et al. (2011), Casellato et al. (2011), Loh et al. (2011), Mürsepp et al. (2011), Pearsall-Jones et al. (2011), Wu et al. (2011), Pearsall-Jones et al. (2011), Thompson et al. (2011), Michel et al. (2011), Overvelde et al. (2011), Bishop et al. (2010), Sperens et al. (2010), Ratzon et al. (2010), Fei et al. (2010), Spencer-Cavaliere et al. (2010), Vuijk et al. (2010), Chang et al. (2010), Halayem et al. (2010), Peters et al. (2010), de Oliveira et al. (2010), Osborough et al. (2010), Lichtenstein et al. (2010), Roizen et al. (2010), Aungudornpukdee et al. (2009), Gillberg et al. (2010), Lemonnier et al. (2010), Elders et al. (2010), van Swieten et al. (2010), Jover et al. (2010), Karner et al. (2010), Banaszek et al. (2010), Fournier et al. (2010), Mak et al. (2010), Freeman et al. (2010), Dyck et al. (2010), Van Waelvelde et al. (2010), Chang et al. (2010), Bobbio et al. (2010), Zhu et al. (2010), Cairney et al. (2010), Cairney et al. (2010), Montgomery et al. (2010), Chen et al. (2009), Ross et al. (2009), Martin et al. (2010), Gabbard et al. (2010), Gabbard et al. (2010), Green et al. (2009), Vuilermot et al. (2009), Osorio et al. (2009), Rodger et al. (2009), Strug et al. (2009), Caeyenberghs et al. (2009), smith et al. (2009), Rosenbaum et al. (2009), Pierpont et al. (2009), Hemgren et al. (2009), Goldsby et al. (2009), Ben-Paz et al. (2009), Tsai et al. (2009), Niklasson et al. (2009), de Campos et al. (2009), Morris et al. (2009), Schiffman et al. (2009), Kashiwagi et al. (2009), Roth et al. (2009), Roze et al. (2009), David et al. (2009), Cardoso et al. (2009), Cheng et al. (2009), Wilmot et al. (2008), Pettit et al. (2008), Klein et al. (2008), de Castelnau et al. (2008), Mackenzie et al. (2008), Summers et al. (2008), Green et al. (2008), Ilg et al. (2008), Wann et al. (2008), Centomo et al. (2008), Wuang et al. (2008), Di Brina et al. (2008), Licari et al. (2008), Miyahara et al. (2008), Ohtoshi et al. (2008), Poulsen et al. (2008), Bougard et al. (2008), Peter et al. (2008), Ericsson (2008), Webber et al. (2008), Peters et al. (2008), Osika et al. (2008), D'Hondt et al. (2008), Fragala-Pinkham et al. (2008), Deconinck et al. (2008),</p>
--	---

	<p>Williams et al. (2008), Rosenblum et al. (2008), Bo et al. (2007), Velez van Meerbeke et al. (2007), Bobylova et al. (2007), Rivard et al. (2007), Bearzotti et al. (2007), Aki et al. (2007), Lopata et al. (2007), Allison et al. (2007), Vaivre-Douret et al. (2007), Archibald et al. (2008), Rennie et al. (2007), Brunner et al. (2007), Sharifian et al. (2007), Freeman et al. (2007), Battini et al. (2007), Bréton Martinez et al. (2007), Bobbio et al. (2007), Matsuoka et al. (2007), Shin et al. (2007), Chaix et al. (2007), Rao et al. (2007), Sugden et al. (2007), Bollea et al. (2007), Piek et al. (2007), Asai et al. (2007), Dewey et al. (2007), Brookes et al. (2007), Wisdom et al. (2007), Cohen et al. (2007), Provost et al. (2007), Bayona et al. (2006), Niemeijer et al. (2006), Rinehart et al. (2006), Poulssen et al. (2006), Geldhof et al. (2006), Bloch et al. (2006), Melek et al. (2006), de Raeymaecker (2006), Zhang et al. (2006), Portwood (2006), Missiuna et al. (2006), Hrisos et al. (2006), Martin et al. (2006), Miyahara et al. (2006), Huang et al. (2006), Salmon et al. (2006), Scabar et al. (2006), Kaplan et al. (2006), Dyck et al. (2006), Halczy-Kowalik et al. (2006), Sergeant et al. (2006), Livesey et al. (2006), Smits-Engelsman et al. (2006), Volman et al. (2006), Wilmot et al. (2006), Flapper et al. (2006), Piek et al. (2006), Williams et al. (2006), Oliveira et al. (2006), Zoia et al. (2005), Mon-Williams et al. (2005), Liu et al. (2005), Vernazza-Martin et al. (2005), Rando et al. (2005), Hansson et al. (2005), Iversen et al. (2005), Sanger et al. (2005), Cummins et al. (2005), Cairney et al. (2005), Ponseti et al. (2005), Lee et al. (2005), Erasmus et al. (2004), Gagnon et al. (2004), Kagerer et al. (2004), Alajoki et al. (2004), Piek et al. (2004), Fazzi et al. (2004), Pascual-Castroviejo et al. (2004), Jeffries et al. (2004), Boks et al. (2004), Papavasiliou et al. (2004), Wilson et al. (2004), Van Waelvelde et al. (2004), Jongmans et al. (2003), Smits-Engelsman et al. (2003), Cousins et al. (2003), Bellinger et al. (2003), Ivry et al. (2003), Gramsbergen et al. (2003), Gillberg et al. (2003), Hopkins (2003), Wang et al. (2003), Tranebjaerg et al. (2003), de Barros et al. (2003), Hardan et al. (2003), Reynolds et al. (2003), Kanai et al. (2003), Kearney et al. (2003), Estil et al. (2002), Latash et al. (2002), Krumlinde-Sundholm et al. (2002), Cordier et al. (2002), Brkanac et al. (2002), Little (2002), Merkies et al. (2002), Salman (2002), Johnston et al. (2002), Pitcher et al. (2002), Candler et al. (2002), Smits-Engelsman et al. (2001), Schoenmaker et al. (2001), Wilson et al. (2001), Pereira et al. (2001), Smyth et al. (2001), Hadders-Algra (2001), Noetzel et al. (2001), Fellick et al. (2001), Boone et al. (2001), Velazquez-Perez et al. (2001), Missiuna et al. (2001), Kaplan et al. (2001), Adnams et al. (2001), Musumeci et al. (2001), Bolton et al. (2001), Beversdorf et al. (2001), Miyahara et al. (2000), Ishida et al. (2000), Richardson et al. (2000), Rosso et al. (2000), Liss et al. (2000), Le Normand et al. (2000), Chen et al. (2000), Tseng et al. (2000), Majnemer et al. (2000), Stordy (2000), Fanos (1999), Maruff et al. (1999), Mon-Williams et al. (1999), Hayasi et al. (1999), Plissart et al. (1999), Stieh et al. (1999), Ottenbacher et al. (1999), Kadesjö et al. (1998), Ghaziuddin et al. (1998), Smyth et al. (1998), Stoks et al. (1998), Mrozinska et al. (1998), Gillberg (1998), Hill (1998), Sundholm et al. (1998), Mitchell et al. (1997), Aronson et al. (1997), Osipenko et al. (1997), Ramos et al. (1997), Geschwind et al. (1997), Benito-Leon et al. (1996), Qamar et al. (1996), Lin et al. (1996), Missiuna et al. (1995), Waugh et al. (1994), Ghaziuddin et al. (1994), Müller et al. (1994), Levene et al. (1992), Iloeje (1992), Diener et al. (1992), Brunt et al. (1990), Badalian et al. (1990), Goadsby et al. (1990), Sanders et al. (1989), Roussounis et al. (1987), Juhlin et al. (1987), Fritsch et al. (1986), Cermak et al. (1986), Dalakas et al. (1986), Avakian et al. (1986), Sidorova (1986), Turner (1985), Szatmari et al. (1984), Kimura et al. (1983), Malts et al. (1982), Shaw et al. (1982), Jansen et al.</p>
--	---

	WOS (n=30)	<p>(1982), Heinz (1981), Richards et al. (1980), Smith et al. (1980), Brunt (1980), Bishop (1980), Cornish et al. (1980), Lawrence et al. (1980), Vereshchagin et al. (1980), Aslanov et al. (1979), Steinhausen et al. (1978), Vassella (1976), Neuhäuser et al. (1975), VanDyke et al. (1975), Maurci-Williams (1975)</p> <p>De Campos AC et al (2014), Schmitt BD et al (2014), Serrien DJ et al (2014), Gallea C et al (2013), Ahlander AC et al (2013), Berlucchi G (2012), Isenhower RW et al (2012), Greaves S et al (2012), Stoit AMB et al (2011), Spaargaren E et al (2011), Caeyenberghs K et al (2011), Lozoff B (2011), Crean RD et al (2011), Domellof E et al (2011), Willford JA et al (2010), Gilmore R et at (2010), Mueller KLO et al (2009), Carson RG (2005), Roebuck-Spencer TM et al (2004), Robertson Ringenbach et al (2002), Gunter HL et al (2002), Forster DC et al (2001), Spano M et al (1999), Sundholm LK et al (1998), Njiokiktjien C (1996), Wolff PH et al (1996), Wolff PH et al (1995), Sauerwein HC et al (1994)</p>
--	---------------	--

Tabel 4: Kritische beoordeling op basis van STROBE van geïnccludeerde studies in alfabetische volgorde (n=13)

	Beschrijving per item	Maximale score	Astill (2007)	Astill and Utley (2006)	Astill and Utley (2008)	Przysucha (2010)	Przysucha (2013)	Przysucha (2014)	Roche (2011)	Sekaran (2012)	Tallet (2013)	Utley (2007a)	Utley (2007b)	Volman (1998)	Withall (2008)
Titel en abstract	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	a) Beschrijft studiedesign in titel of abstract														
	b) Abstract bevat samenvatting over wat gedaan is en wat gevonden is in de studie	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Introductie (item 2-3)															
Achtergrond/ Rationale	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Objectieven	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Methode (item 4-12)															
Studiedesign	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Setting	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Participanten	6	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
	a) Inclusiecriteria en rationale voor de keuze van patiënten en controle wordt weergegeven														
	b) Overeenkomstige criteria tussen beide groepen worden	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

Resultaten (item 13-17)														
Participanten	13	a) Rapporteer aantal participanten in ieder stadium van de studie	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		b) Geef redenen voor niet kunnen participeren in ieder stadium	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		c) Gebruikt een stroomdiagram	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Descriptieve data	14	a) Karakteristieken van participanten worden weergegeven	2	1	1	0	1	1	1	1	2	0	0	1
		b) Geef aantal participanten met ontbrekende data weer per stadium	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uitkomstmaten	15	Geef data weer van iedere participantengroep	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hoofresultaten	16	a) Geef schattingen weer. Geef weer welke beïnvloedende factoren er zijn	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
		b) Geef categoriegrenzen weer indien de continue variabelen in categorieën worden ingedeeld	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		c) Periode van relatieve risico tot absolute risico wordt weergegeven	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Andere analyses	17	Rapporteert andere analyses die gedaan werden (sensitiviteit, interactie etc.)	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
Discussie (item 18-21)														
Hoofresultaten	18	Samenvatting van hoofresultaten met referentie	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2

Tabel 5: Kenmerken studies bimanueel balvangen

Studie	Steekproef-grootte	DCD-groep/ controlegroep	Geslacht Jongen (J)/ Meisje (M)	Gemiddelde leeftijd (\bar{x}) en standaarddeviatie (SD)	Criteria DCD-groep/ controlegroep
Astill (2007)	n=20	DCD n=10	J: n=7 M: n=3	\bar{x} = 7.6 jaar SD = 0.1 jaar	- voldoen aan criteria van DSM-IV - MABC test: < Percentiel 15 - MABC test: > Percentiel 65
		Controle n=10	J: n=7 M: n=3	\bar{x} = 7.7 jaar SD = 0.2 jaar	
Astill & Utley (2006)	n=16	DCD n=8	J: n=1 M: n=7	\bar{x} = 7.4 jaar SD = 0.3 jaar	- voldoen aan criteria van DSM-IV - MABC checklist: < Percentiel 15 - MABC test: < Percentiel 10 - normaal IQ - MABC checklist: > Percentiel 15 - MABC test: > Percentiel 65
		Controle n=8	J: n=1 M: n=7	\bar{x} = 7.3 jaar SD = 0.3 jaar	
Astill & Utley (2008)	n=20	DCD n=10	/	7-8 jaar	- MABC checklist: < Percentiel 15 - MABC test: < Percentiel 5 - normaal IQ
Przysucha (2010)	n=24	Controle n=10	/	7-8 jaar	- MABC checklist: > Percentiel 15 - MABC test: > Percentiel 70
		DCD n=12	J	\bar{x} = 9.9 jaar SD = 0.8 jaar	- MABC test: < Percentiel 15 op totale score en balvaardigheid - geen andere specifieke medische condities - normaal IQ
Przysucha (2013)	n=20	Controle n=12	J	\bar{x} = 10.5 jaar SD = 0.8 jaar	- geen diagnose DCD of comorbiditeiten - MABC test: > Percentiel 20 op totale score > Percentiel 15 op balvaardigheid
		DCD n=10	J	\bar{x} = 10.5 jaar SD = 1.0 jaar	- geen andere medische condities - MABC test: < Percentiel 15 op totale score < Percentiel 5 op balvaardigheid
		Controle n=10	J	\bar{x} = 10.8 jaar SD = 0.9 jaar	- geen diagnose DCD of andere comorbiditeiten - MABC test: > Percentiel 20 op

Przysucha (2014)	n=20	DCD n=10	J	\bar{x} = 10.5 jaar SD = 1.0 jaar	<p>totale score > Percentiel 15 op balvaardigheid</p> <p>- voldoen aan criteria van DSM-IV - MABC test: < Percentiel 15 op totale score < Percentiel 5 op balvaardigheid - geen andere medische condities - normaal IQ</p>
Sekaran (2012)	n=26	Controle n=10	J	\bar{x} = 10.8 jaar SD = 0.9 jaar	<p>- geen diagnose DCD of andere comorbiditeiten - MABC test: > Percentiel 20 op totale score > Percentiel 15 op balvaardigheid - MABC-II test: < Percentiel 5</p>
		DCD n=13 Controle n=13	J	\bar{x} = 9.36 jaar SD = 0.68 jaar \bar{x} = 9.16 jaar SD = 0.68 jaar	- MABC-II test: > Percentiel 15
Utley (2007a)	n=16	DCD n=8	J: n=4 M: n=4	\bar{x} = 7.33 jaar SD = 0.25 jaar	<p>- MABC checklist: < Percentiel 15 - MABC test: < Percentiel 10 - normale cognitieve functies</p>
		Controle n=8	J: n=4 M: n=4	\bar{x} = 7.25 jaar SD = 0.25 jaar	<p>- MABC checklist: > Percentiel 15 - MABC test: > Percentiel 70 - normale cognitieve functies</p>
Utley (2007b)	n=20	DCD n=10	J: n=3 M: n=7	\bar{x} = 7.4 jaar SD = 0.3 jaar	<p>- Voldoen aan criteria van DSM-IV - MABC checklist: < Percentiel 15 - MABC test: < Percentiel 10</p>
		Controle n=10	J: n=4 M: n=6	\bar{x} = 7.4 jaar SD = 0.3 jaar	<p>- MABC checklist: > Percentiel 15 - MABC test: > Percentiel 70</p>

Tabel 6: Kenmerken studies vingertikken

Studie	Steekproef-grootte	DCD-groep/ controlegroep	Geslacht Jongen (J)/ Meisje (M)	Gemiddelde leeftijd (\bar{x}) en standaarddeviatie (SD)	Criteria DCD-groep/controlegroep
Roche (2011)	n=30	DCD n=10	J: n=7 M: n=3	\bar{x} = 7.04 jaar SD = 0.4 jaar	- MABC test: < Percentiel 15 op totale score - diagnose DCD - geen neurologische aandoening - geen cognitieve beperking
		Controle n=10	J: n=7 M: n=3	\bar{x} = 7.08 jaar SD = 0.6 jaar	- MABC test: > Percentiel 20 op totale score - normaal IQ - geen neurologische aandoening
		Volwassene n=10	J: n=7 M: n=3	21-35 jaar	- geen neurologische of sensorische aandoening - geen muzikanten - leeftijd tussen 21 en 35 jaar
Tallet (2013)	n=24	DCD n=12	J: n=8 M: n=4	\bar{x} = 9.08 jaar SD = 1.25 jaar	- Voldoen aan criteria van DSM-IV - MABC test: < Percentiel 15
		Controle n=12	J: n=8 M: n=4	\bar{x} = 8.92 jaar SD = 1.17 jaar	- Geen perceptuele motorische aandoening - Voldoen niet aan criteria van DSM-IV
Volman (1998)	n=48	DCD n=24	J: n=21 M: n=3	\bar{x} = 10.5 jaar Range: 7.25 – 12.83 jaar	- MABC: < Percentiel 15 - tekens van onhandigheid
		Controle n=24	J: n=20 M: n=4	\bar{x} = 10.5 jaar Range: 7.08 – 13 jaar	- afwezigheid van tekens van onhandigheid
Whitall (2008)	n=30	DCD n=10	J: n=7 M: n=3	\bar{x} = 7.04 jaar SD = 0.42 jaar	- diagnose DCD door pediater gesteld - MABC: < Percentiel 15 - normale cognitieve functies
		Controle n=10	J: n=7 M: n=3	\bar{x} = 7.08 jaar SD = 0.60 jaar	- MABC: > Percentiel 20 - normale cognitieve functies
		Volwassene n=10	J: n=7 M: n=3	Range: 21-35 jaar	

Tabel 7: Resultaten bimanueel balvangen

Studie	Gevangen ballen	Reactietijd	Bewegingstijd	Bewegingspatroon	Symmetrie bovenste ledematen
Astill (2007)	DCD < controle ongeacht leeftijd of conditie ($p \leq 0.001$) Centraal en rechts > links bij controle en DCD ($p \leq 0.001$)			DCD: gemiddeld score 3 Controle: score 4 en 5	Correlatie DCD < controle in rechts en links vangen Correlatie DCD centraal > rechts en links
Astill & Utley (2006)	DCD: 12/30 (SD=3) < Controle: 23/30 (SD=1) $p \leq 0.005$			Snelheidsprofiel: DCD: Vangst: bel-vormig profiel Mis: dubbel-piek profiel en meerdere pieken Controle: Vangst: bel-vormig profiel, dubbel-piek profiel Mis: dubbel-piek profiel	Cross correlatie DCD > controle handen, ellebogen en pols ($p \leq 0.001$)
Astill & Utley (2008)		DCD > Controle (165 vs 140 ms) ($p \leq 0.001$)	DCD > Controle ($p \leq 0.001$)		
Przysucha (2010)	DCD: Centraal > links (47%) en rechts (48%) ($p < 0.0001$) DCD < Controle			DCD gebruikt grotere variatie aan bewegingsprofielen.	
Przysucha (2013)	DCD < Controle (58% vs 94%) ($p < 0.001$) Centraal > lateraal				DCD = Controle
Przysucha (2014)	DCD: vangt minder ballen in snelle condities.			Afstand bal tot lichaam bij vangst:	Lineaire snelheidsprofielen polsen:

	Controle: evenveel ballen in baseline als snelle conditie.			DCD: snel conditie < trage conditie Trage conditie: DCD = Controle Snelle conditie: DCD < Controle	Baseline: Temporele koppeling DCD = TO (DCD = 0.74; TO = 0.81) p=0.03 Snel: Temporele koppeling DCD < TO (DCD = 0.66; TO = 0.85) p<0.001
Utley (2007a)	DCD: 12/30 (SD=5) Controle: 23/30 (SD=3) p< 0.001			ROM elleboog DCD < Controle p<0.001 Variabiliteit elleboog DCD < Controle p<0.001 Variatie bewegingsprofielen: DCD > Controle p<0.01	
Utley (2007b)					
Sekaran (2012)	DCD: 88% Controle: 98% p=0.001	DCD > Controle p=0.013	DCD = Controle p=0.144	Volgorde bewegingen is gelijk tussen DCD- en controlegroep. Initiatietijd van beweging verschilt tussen DCD- en controlegroep.	Elleboog flexie-extensie: DCD: 0.49 CMD-waarde Controle: 0.89 CMD-waarde p=0.01 Alle andere bewegingen: gelijk tussen DCD en controle

Astill (2007): score 1= mis, raakt onderste lidmaat; score 2= mis, raakt bovenste lidmaat; score 3= mis, raakt hand; score 4= vangst na jongleren; score 5= zuiver gevangen
Astill & Utley (2006): Belvormig profiel: Van start tot vangmoment is er een opeenvolging van één versnelling en één vertraging. Dubbelpiek profiel: Van start- tot vangmoment volgt er twee maal een versnelling en vertraging elkaar op. Meerdere pieken profiel: Van start- tot vangmoment volgen er meer dan twee maal versnellingen en vertragingen elkaar op.
Sekaran (2012): (CMD-waarde: +1.00 is perfect symmetrisch, -1.00 is perfect asymmetrisch)

Tabel 8: Resultaten vingertikken

Studie	Opdracht	Relevante uitkomstmaten	Relevante resultaten
Roche (2011)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bimanueel antifase tikken op eigen snelheid 2. Tikken met ogen open/gesloten en/of geen geluid 	<p>Frequentie, variabiliteit en accuraatheid</p> <ul style="list-style-type: none"> - aantal supplementaire tikken (capaciteit om vinger te inhiberen) - tempo en variabiliteit (capaciteit om unimanueel te blijven tikken) 	<ul style="list-style-type: none"> - frequentie DCD = controle - DCD kinderen zijn minder accuraat in antifase tikken (3.3% weg van coördinatie doel) - tikken bij kinderen met DCD was meer variabel
Tallet (2013)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bimanueel infase tikken synchroniseren met auditieve metronoom 2. Overgang van bimanueel naar unimanueel. Linkervinger inhiberen terwijl rechtersvinger blijft tikken (en omgekeerd) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relatieve fase: coördinatie tussen beide vingers, accuraatheid 2. Relaxatietijd 3. Kritische frequentie: frequentie waarop de overgang van antifase naar infase plaatsvindt 	<ul style="list-style-type: none"> - aantal supplementaire tikken: DCD > controle bij het rechts switchen: $p=0.007$. Geen significant verschil bij het links switchen - geen verschil in behouden van tempo en variabiliteit continuerende vinger tussen DCD en controle
Volman (1998)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Infase en antifase tikken zonder externe verstoring 2. Infase en antifase tikken met externe verstoring 3. Antifase tikken terwijl frequentie van auditieve metronoom gevolgd moet worden. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relatieve fase: coördinatie tussen beide vingers, accuraatheid 2. Relaxatietijd 3. Kritische frequentie: frequentie waarop de overgang van antifase naar infase plaatsvindt 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relatieve fase patronen bij DCD zijn meer variabel (minder stabiel): $p<0.001$ 2. Relaxatietijd: DCD > controle (minder stabiele coördinatiepatronen): $p<0.001$ 3. Kritische frequentie: DCD < controle: $p<0.01$
Whitall (2008)	Antifase tikken op ritme van auditieve metronoom	<ul style="list-style-type: none"> - variabiliteit - synchronisatie - individuele verschillen in DCD-groep 	<ul style="list-style-type: none"> - DCD: Grotere variabiliteit en een slechtere synchronisatie dan controle. ($p<0.02$) - DCD met lage MABC: grotere variabiliteit en moeilijkheden om te synchroniseren met de laagste frequenties (0.8Hz)

DEEL II: ONDERZOEKSPROTOCOL

1. Inleiding

Kinderen met DCD hebben meer moeilijkheden met zich aankleden, persoonlijke hygiëne en eetvaardigheden dan typisch ontwikkelende kinderen (Summers, Larkin en Dewey (2008)). Moeilijkheden in posturale controle en fijnmotorische vaardigheden werden gerapporteerd als factoren die bijdragen tot zwakke uitvoering van activiteiten in het dagelijks leven. Uit voorgaand literatuuronderzoek is gebleken dat de bimanuele functie bij kinderen met DCD tot op heden enkel onderzocht werd door middel van bimanueel balvangen en vingertikken. Uit de resultaten van deze studie blijkt dat de DCD-groep een heterogene groep is die een grotere variatie in bewegingsprofielen gebruikt bij het bimanueel balvangen en dat ze bij het vingertikken meer variabel en minder accuraat zijn dan typisch ontwikkelende kinderen. Andere aspecten van bimanuele functie zoals enerzijds handigheid, coördinatie en kracht en anderzijds motorische planning dienen nog verder onderzocht te worden. In deze studie onderzoeken we of handigheid, coördinatie en kracht ook een invloed hebben op dagelijkse activiteiten bij kinderen met DCD.

2. Doel onderzoek

Het doel van dit onderzoek is nagaan welke problemen kinderen met DCD ondervinden in motorische uitvoering zoals handigheid, kracht en coördinatie. Daarnaast willen we nagaan hoe deze aspecten invloed hebben op de dagelijkse activiteiten.

2.1. Onderzoeksvragen

- Welke problemen ervaren kinderen met DCD met motorische uitvoering betreffende handigheid, kracht en coördinatie?
- Beïnvloeden deze onderliggende problemen de dagelijkse activiteiten?

2.2. Hypothesen

- Kinderen met DCD zijn zwakker in de motorische uitvoering ten opzichte van typisch ontwikkelende kinderen. Ze hebben een gelijkaardige maximale kracht, maar vertonen meer spierversmoeidheid bij volgehouden kracht. Kinderen met DCD hebben ook een zwakkere handvaardigheid en hebben daardoor meer tijd nodig bij het uitvoeren van fijnmotorische taken. Tenslotte hebbe ze ook problemen met oog-hand coördinatie.
- Deze beperkingen op niveau van motorische uitvoering bepalen tot op grote mate de problemen die ze ervaren bij de activiteiten in het dagelijks leven.

3. Methode

3.1. Onderzoeksdesign

Observationele cross-sectionele pilootstudie.

3.2. Participanten

Deze pilootstudie zal uitgevoerd worden bij 25 tot 30 kinderen met DCD.

3.2.1. Inclusiecriteria

- Diagnose van DCD (voldoen aan de criteria van de DSM-V)
- Leeftijd 6-12 jaar
- Begrijpen en spreken Nederlands
- Goedkeuring van ouders om opgenomen te worden in het onderzoek

3.2.2. Exclusiecriteria

- Mentale retardatie (IQ < 70)
- Onvoldoende coöperatie bij het uitvoeren van de testen

3.2.3. Rekrutering

De rekrutering zal gebeuren via zelfstandige praktijken, het centrum voor ontwikkeling en het centrum voor spraak en taal.

3.3. Medische ethiek

De ouders van alle participanten zullen gevraagd worden een informed consent te tekenen om toe te zeggen dat hun kind mag deelnemen aan het onderzoek. Een aanvraag tot goedkeuring van dit onderzoek zal worden ingediend bij de Commissie van medische ethiek van het UZ Leuven en van Hasselt.

3.4. Meetinstrumenten

Motorische uitvoering

Handigheid meten we met een bimanuele pegboard test, namelijk de Tyneside Pegboard test. Deze test meet de tijd waarin de kinderen een bimanuele taak voltooien door middel van een elektronisch getimede 9-hole pegboard test. Deze pegboard bestaat uit twee afzonderlijke borden met negen

gaatjes en tussenin een verticale plexiplaat met een opening. De taak houdt in dat de participanten met één hand de pinnen opnemen van het ene bord, doorgeven doorheen de opening in de plaat naar de andere hand en ze vervolgens in het tweede bord weer in het gaatje te steken. Deze taak wordt uitgevoerd in twee richtingen en de tijd tot voltooiing wordt geregistreerd. Normwaarden bij kinderen uit UK, betrouwbaarheid en validiteit werden onderzocht, maar dit werd tot op heden enkel in een abstract gepubliceerd (Basu 2012).

Aan de hand van de JAMAR handdynamometer verbonden met E-link software (Biometrics) meten we de maximale en volgehouden knijpkracht, bij de sleutelgreep en de vuistgreep. De test start in een gestandaardiseerde uitgangshouding; het kind zit met de rug tegen de stoel, voeten op de grond, ellebogen in 90° flexie met de voorarm gefixeerd door de therapeut op de armleuning van de stoel. Zowel de voorarm als de pols worden in een neutrale positie geplaatst. Als eerste wordt de maximale knijpkracht gemeten, waarvoor de greep positie aangepast wordt aan de grootte van de hand. Tijdens de sleutelgreep wordt de duim op de sensorzijde geplaatst en de vingers op de achterkant van het toestel. De test, die uit drie pogingen voor elke hand bestaat, wordt altijd voorafgegaan door één oefenpoging om vertrouwd te raken met het toestel. Er wordt gevraagd een maximale contractie te geven en te behouden voor maximaal drie seconden. Als er meer dan 20% verschil is tussen de verschillende pogingen, wordt er nog een extra poging gedaan. De gemiddelde waarde van deze pogingen wordt gebruikt als uitkomstmaat.

Om de volgehouden knijpkracht te meten, vragen we een maximale isometrische contractie van 30 seconden. Tijdens de test wordt er visuele feedback gegeven en wordt de deelnemer regelmatig aangemoedigd. Ook wordt het lichaamsgewicht, de lichaamslengte en de lengte van de arm gemeten. De lengte van de pols, onderarm en bovenarm wordt gemeten respectievelijk van de carpalen tot het meest distale punt van de langste vinger, van caput radius tot het einde van het styloid van de radius, en van het acromion tot de top van de caput radius (Severijns, 2015).

De spiervermoeidheid van beide grepen wordt geanalyseerd met de "static fatigue index". Met behulp van deze index bekijken we het verschil tussen de hypothetisch vooropgestelde kracht-tijd curve en de waargenomen kracht-tijd curve (Surakka, 2004).

De JAMAR handdynamometer verzekert accurate en reproduceerbare resultaten en er zijn normatieve knijpkrachtgegevens beschikbaar vanaf de leeftijd van zes jaar (Henrotech).

De coördinatie wordt gemeten met de Movement Assessment Battery for Children- Second Edition (MABC II) en de Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2). Deze testen hebben respectievelijk drie en 12 items die handelen over de coördinatie.

De MABC II is onderverdeeld in drie leeftijdscategorieën, van 3-6 jaar, van 7-10 jaar en van 11-16 jaar. De items die de handvaardigheid testen verschillen per leeftijdscategorie. In de eerste leeftijdscategorie zijn de taken: zes munten in een doos met gleuf steken, kralen rijgen en een lijn tekenen in een labyrint. In de tweede categorie moeten ze naast een lijn tekenen in een labyrint ook nog pinnetjes in een pegboard plaatsen en een veter rijgen. De laatste categorie heeft als taken pinnetjes omdraaien in een pegboard, een driehoek maken met moeren en vijzen en een lijn tekenen in een labyrint. De moeilijkheidsgraad van het labyrint neemt toe met de leeftijdscategorie (Simons, 2014). Voor deze test zijn er Vlaams-Nederlandse normentabellen beschikbaar. De MABC II is een

betrouwbaar en valide meetinstrument om de motorische vaardigheden bij kinderen met DCD te onderzoeken (Wuang, 2012). De validiteit van de MABC II subschalen neemt toe wanneer het kind ouder wordt. In leeftijdsgroep één moet er gefocust worden op de totale score; in leeftijdsgroep twee en drie is er de mogelijkheid om gebruik te maken van de subschalen (Schulz, 2011).

De BOT-2 is onderverdeeld in vier grote onderdelen, die op hun beurt telkens bestaan uit twee subtests. Wij gebruiken het onderdeel manuele coördinatie die uit twee subtesten bestaat, namelijk manuele handigheid en bovenste lidmaat coördinatie. De manuele handigheid bevat doelgerichte activiteiten met grijpen, reiken en bimanuele coördinatie met kleine voorwerpen. De bovenste lidmaat coördinatie bevat visuele tracking met gecoördineerde arm en handbewegingen. Er zijn aparte normtabellen voor jongens en meisjes en gecombineerde normtabellen beschikbaar (Simons, 2014). De BOT-2 is ook bevonden als een betrouwbaar en valide meetinstrument bij kinderen met DCD (van der Linde, 2015).

Dagelijkse activiteiten

De dagelijkse activiteiten worden getest aan de hand van de DCDDaily en de DCDDaily-Questionnaire; dit zijn valide en betrouwbare instrumenten (van der Linde, 2013; van der Linde, 2014). De DCDDaily bevat 18 motorische items die getest worden door de therapeut en die verschillende dagelijkse activiteiten beoordeeld. De items bevatten onder andere school-, thuis- en vrijetijdsactiviteiten. De scoring gebeurt op basis van het succes en de tijd.

De DCDDaily-Questionnaire is een vragenlijst voor ouders bestaande uit 23 items. Deze vragenlijst richt zich op drie domeinen met name zelfzorg, productiviteit en schoolwerk, en vrijetijd en spel. De scoring gebeurt via een driepuntenschaal.

De afname van de testen zal op twee testmomenten plaatsvinden, met maximaal een periode van één week tussen beide testmomenten. Het gebruik van twee testmomenten is gekozen om rekening te houden met de vermoeidheid van de kinderen.

Tot slot gebruiken we vragenlijsten om mogelijke comorbiditeiten weer te geven zoals Autisme Spectrum Stoornis (ASS), aandachtstekortstoornis met hyperactiviteit (ADHD) en leerstoornissen. ADHD testen we met de ADHD vragenlijst (AVL). Deze vragenlijst gaat via 18 items na of en in welke mate, kinderen de gedragssymptomen van ADHD vertonen (Prof. Scholte).

Social Communication Questionnaire (SCQ) is een vragenlijst om te screenen voor ASS. We gebruiken de versie 'huidige toestand' om het gedrag van de afgelopen drie maanden in kaart te brengen. Deze test bestaat uit 40 items die handelen over wederkerige sociale interactie, communicatie en beperkte, repetitieve en stereotype gedrag patronen (Nederlands Jeugd instituut). Ouders worden bevraagd of er gekende leerstoornissen zijn bij het kind.

3.5. Uitkomstmaten

3.5.1. Primaire uitkomstmaten

De scores die de kinderen met DCD behalen op de Tyneside Pegboard test, de E-link, de M-ABC II, de BOT-2, de DCDDaily en de DCDDaily-Questionnaire.

3.5.2. Secundaire uitkomstmaten

Uitkomsten op de vragenlijsten voor ASS en ADHD, namelijk de SCQ en de AVL.

3.6. Data-analyse

De data-analyse zal gebeuren via IBM SPSS statistics. Enerzijds zullen er descriptieve statistieken gebruikt worden om de resultaten in kaart te brengen. Anderzijds zullen we kijken of er correlaties zijn tussen de scores van de Tyneside pegboard test, Elink, M-ABC II en de BOT-2, en de scores van de DCDDaily en DCDDaily-Questionnaire door middel van multiple regressie analyse.

4. Time planning

In bijlage van het onderzoeksprotocol wordt de time planning weergegeven. De data-acquisitie gaat van start in september 2015 en zal lopen tot december 2015. Vervolgens zal de data-analyse gebeuren van december 2015 tot maart 2016. Om de masterproef te schrijven rekenen we drie maanden, van maart tot mei 2016, zodat we eind mei onze masterproef kunnen indienen.

5. Referentielijst

- Basu, A.P., Kirkpatrick, E.V., Pearse, J., Boundford, E., Gibson, M., Eyre, J.A. (2012). Quantification of bimanual dexterity deficits in children with hemiplegia with a modified peg test. *4th International Cerebral Palsy Conference, Pisa*.
- Henrotech. Owner's Manual: JAMAR. Hydraulische handdynamometer, Handleiding. Verkregen op mei 26, 2015 van:
<http://henrotech.be/sites/default/files/product/manual/Instruction%20Jamar%20Hand%20Dynamometer%20NL%20%20-%20%20Henrotech.pdf>
- Nederlands Jeugd instituut. ADHD-vragenlijst (AVL). Verkregen op mei 22, 2015 van:
<http://www.nji.nl/nl/Databanken/Databank-Instrumenten-en-Richtlijnen/ADHD-vragenlijst-%28AVL%29>
- Nederlands Jeugd instituut. Social Communication Questionnaire (SCQ). Verkregen op mei 22, 2015 van: <http://www.nji.nl/nl/Databanken/Databank-Instrumenten-en-Richtlijnen/Social-Communication-Questionnaire--%28SCQ%29>
- Schulz, J., Henderson, S.E., Sugden, D.A., Barnett, A.L. (2011). Structural validity of the Movement ABC-2 test: factor structure comparisons across three age groups. *Research in Developmental Disabilities, 32*(4), 1361-9.
- Severijns, D., Lamers, I., Kerkhofs, L., Feys, P. (2015). Hand grip fatigability in persons with Multiple Sclerosis according to hand dominance and disease progression. *Journal Rehabilitation Medicine, 47* (2), 154-60.
- Simons, J., (2014). *Introductie tot psychomotoriek*. Antwerpen – Apeldoorn: Garant.
- Summers, J., Larkin, D., Dewey, D. (2008). Activities of daily living in children with developmental coordination disorder: Dressing, personal hygiene, and eating skills. *Human Movements Science, 27*(2), 215-29.
- Surakka, J., Romberg, A., Ruutiainen, J., Virtanen, A., Aunola, S., & Maentaka, K. (2004). Assessment of muscle strength and motor fatigue with a knee dynamometer in subjects with multiple sclerosis: a new fatigue index. *Clinical Rehabilitation, 18*(6), 652-659.
- van der Linde, B.W., van Netten, J.J., Otten, B.E., Postema, K., Geuze, R.H., Schoemaker, M.M. (2013). Development and psychometric properties of the DCDDaily: a new test for clinical assessment of capacity in activities of daily living in children with developmental coordination disorder. *Clinical Rehabilitation, 27*(9), 834-44.
- van der Linde, B.W., van Netten, J.J., Otten, B.E., Postema, K., Geuze, R.H., Schoemaker, M.M. (2014). Psychometric properties of the DCDDaily-Q: a new parental questionnaire on children's performance in activities of daily living. *Research in Developmental Disabilities, (35)*7, 1711-9.
- van der Linde, B.W., van Netten, J.J., Otten, B.E., Postema, K., Geuze, R.H., Schoemaker, M.M. (2015). A systematic review of instruments for assessment of capacity of daily living in children with developmental co-ordination disorder. *Child: Care, Health and Development, 41*(1), 23-34.

Wuang, Y.P., Su, J.H., Su, C.Y. (2012). Reliability and responsiveness of the Movement Assessment Battery for Children-Second Edition Test in children with developmental coordination disorder. *Developmental medicine & child neurology*, 54(2), 160-5.

6. Bijlage onderzoeksprotocol

	September 2015	Oktober 2015	November 2015	December 2015	Januari 2016	Februari 2016	Maart 2016	April 2016	Mei 2016
Data-acquisitie	X	X	X	X					
Data-analyse				X	X	X	X		
Schrijven masterproef 2							X	X	X

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Inzichten in bimanuele functie bij kinderen met een coördinatie-ontwikkelingsstoornis (DCD)

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

Jaar: **2015**

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,

Coenen, Ellen

Locht, Kelly

Datum: **28/05/2015**