



Posturale controle bij kinderen met een cerebrale parese

**Een literatuurstudie naar het werkingsmechanisme van posturale
controle bij kinderen met een cerebrale parese**

**Hogeschool Zuyd, Heerlen
Faculteit Gezondheid en Techniek
Opleiding Fysiotherapie**

Mei 2010

Auteurs:
Nora Dreist 0630934
Markus Göddertz 0630942
Teresa Spix 0630993

Afstudeerbegeleider: Drs. J.G.A. Stevens
Externe Begeleider: Dr. E.A.A. Rameckers

©Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Hogeschool Zuyd

Dankwoord

Zonder de hulp van een groot aantal personen was deze scriptie nooit tot stand gekomen.

Allereerst willen wij ons van harte bedanken bij onze scriptiebegeleidster Anita Stevens, de inhoudsdeskundige Eugène Rameckers en de tweede beoordelaar Jaqcues Geraets. Zij stonden altijd open voor onze vragen.

Een extra woord van dank gaat uit naar onze familie en vrienden die ons ondersteund hebben tijdens het schrijven van de scriptie.

Drie Duitser met een Nederlandse scriptie dat is vragen om taalproblemen, daarom willen wij ons ook van harte bij Clint Werner bedanken.

Dankzij de hulp van bovengenoemde kunnen wij u met trots deze scriptie voorleggen.

Voorwoord

Wij hebben deze scriptie geschreven als afstudeeropdracht voor de opleiding fysiotherapie aan de Hogeschool Zuyd te Heerlen.

In overleg met de begeleiders is afgesproken, dat de scriptie zich richt op de houding- of bewegingsstoornissen, in het bijzonder op de storingen van de posturale controle, bij kinderen met cerebrale parese van 0 tot en met 18 jaar.

De keuze voor dit onderwerp komt voort uit ons interesse voor de neurologie. Tijdens de studie hebben wij dit vakgebied als het meest moeilijke, maar ook als het meest diverse ervaren. De hersenen zijn complex en moeilijk te bestuderen. Het onderwerp “hersenaandoeningen bij kinderen” kwam tijdens de studie beperkt aan bod. Wij willen ons daarom verder verdiepen in de complexe thematiek van een cerebrale parese en de gevolgen voor het lichaam, met name op de posturale controle.

Veel plezier bij het lezen, wensen u Nora Dreist, Markus Göddertz en Teresa Spix.

Samenvatting

Doel: Overzicht verkrijgen, hoe in de huidige wetenschappelijke literatuur posturale controle bij kinderen met cerebrale parese wordt beschreven en welke mogelijke interventievormen er zijn.

Methode: Aan de hand van trefwoorden is in zeven databases naar artikelen gezocht. Met behulp van voorontwikkelde scoringslijsten en in/exclusiecriteria zijn de artikelen geselecteerd.

Resultaten en conclusie: Kinderen met een cerebrale parese laten een vertraagde ontwikkeling van posturale controle zien. Bij de meeste kinderen met deze aandoening is het 'basislevel' van posturale controle intact, maar zij vertonen een behoorlijk deficit in de richting- specifieke adaptatie en het selectief bewegen. Er bestaan een aantal fysiotherapeutische interventies, die een positief effect op de posturale controle hebben. Toch bestaat er niet voldoende 'evidence' voor deze interventievormen. In een toekomstig onderzoek dienen deze interventievormen met elkaar vergeleken te worden om de effectiviteit ervan te kunnen beoordelen.

Inhoudsopgave

	<u>Blz.</u>
1. Inleiding	1
2. Methode	6
3. Resultaten	10
3.1 Hoe wordt posturale controle bij kinderen met cerebrale parese in de huidige literatuur beschreven?	13
3.1.1 Fundamentele aspecten van posturale controle bij kinderen met cerebrale parese	13
3.1.2 ‘En Bloc’- strategie	14
3.1.3 Top down- en bottom up- strategie	14
3.1.4 Verandering van ‘Center of Pressure’ en ‘Center of Mass’	15
3.1.5 Externe factoren	15
3.2 Welke fysiotherapeutische interventies gericht op posturale controle zijn er in de huidige literatuur beschreven?	17
3.2.1 Balanstraining	17
3.2.2 Paardrijden als therapie	17
3.2.3 Hydrotherapie	18
3.2.4 Botulinumneurotoxin A toediening	18
3.2.5 Elektrische stimulatie	19
3.2.6 Enkel- voet- orthesen (AFO)	19
3.2.7 Aanpassen van zithouding	20
3.2.8 Therapeutisch tapen	20
4. Discussie en conclusie	22

Literatuurlijst

Bijlage 1: Scoringslijsten

Bijlage 2: Gescoorde artikelen

1. Inleiding

Iedereen maakt dagelijks gebruik van posturale controle. Er is echter weinig bekend over wat posturale controle precies is en hoe het werkt, met name bij hersenen, die niet op de juiste wijze functioneren, zoals bij een cerebrale parese.

Cerebrale parese (CP) is gedefinieerd als een

“klinisch syndroom gekenmerkt door een persisterende houding - of bewegingsstoornis ten gevolg van een niet - progressief pathologisch proces dat de hersenen tijdens hun ontwikkeling heeft beschadigd” [1].

Dit betekent dat de beschadigingen van de hersenen zijn opgetreden gedurende de prenatale, perinatale of vroeg postnatale periode, dus binnen het eerste levensjaar [2-3]. CP vormt de grootste groep bij kinderen met centraal motorische stoornis. De prevalentie van CP in westerse landen varieert van 1,5-2,5 per 1000 geboren [2-3]. De oorzaak van CP is meestal een zuurstoftekort tijdens de zwangerschap of rond de geboorte. Bovendien kan ook een sepsis of een trauma rond de geboorte de oorzaak zijn voor CP. In 10- 20% van gevallen ontstaat CP in de vroeg postnatale periode, waarbij een vroeggeboorte, laag geboortegewicht, groeiproblemen, bloeding in het hersenen of trauma de oorzaak kunnen zijn. Het belangrijkste symptoom van CP is een gestoorde houding en beweging. Naast deze stoornis kunnen nog andere neurologische disfuncties en stoornissen in de lichaamsfuncties gevonden worden, zoals epilepsie, visus -, gehoor -, cognitie -, communicatie -, gedrag - en sensibiliteitsstoornissen, als ook een verstoorde perceptie [1-3].

CP kan in verschillende typen centraal motorische stoornissen worden ingedeeld. Het onderscheid is afhankelijk van het type bewegingsstoornis [2-3]. Op basis van de vereniging ‘Surveillance of Cerebral Palsy in Europe’ (SCPE) is er een onderscheid gemaakt tussen de verschillende typen centraal motorische bewegingsstoornissen. Dit zijn de spastische, atactische en diskinetische bewegingsstoornissen. De spastische parese is de meest voorkomende bewegingsstoornis met 80 tot 90% gevolgd door de diskinetische parese 9% en de atactische parese met 2% [2-3].

Met behulp van de classificatie, Gross Motor Function Classification System (GMFCS), kan de ernst van de motorische stoornissen geclassificeerd worden ten

aanzien van de grof motorische vaardigheden. De GMFCS worde ingedeeld in vijf verschillende ‘levels’. Kinderen, ingedeeld in ‘level I’ hebben de minste belemmeringen in het staan, lopen en rennen. Daarentegen hebben de kinderen met een scoring van ‘level V’ de meest ernstige belemmeringen, het zelfstandige voortbewegen is niet meer mogelijk [4]. In tabel 1 is de classificatie van de GMFCS weergegeven.

Tabel 1: Gross motor function classification system [5]

Level	Description of function exhibited by children at this GMFCS level
Level I	Walks without restrictions; limitations in more advanced gross motor skills
Level II	Walks without assistive devices; limitations in walking outdoors & in the community
Level III	Walks with assistive devices; limitations in walking outdoors & in the community
Level VI	Self-mobility with limitations; children are transported or use power mobility
Level V	Self-mobility is severely limited even with the use of assistive technology

De fysiotherapeut heeft bij het behandelen van kinderen met CP de keuze uit een aantal interventies met op de patiënt gerichte behandelingsdoelen. De fysiotherapeutische behandeling bij kinderen met CP is in het begin gericht op het ICF functieniveau. Pas later in de behandeling gaat men op het activiteitsniveau in. Doelen van deze behandelingen kunnen zijn: preventie van motorische stoornissen, stimulatie van de motorische en totale ontwikkeling, reductie van pijn en deformatie en het verbeteren van de algemene functionaliteit [2-3].

Posturale controle is waarschijnlijk de belangrijkste motorische taak in het dagelijkse leven, omdat het de basis voor een oprechte houding is. Er zijn verschillende benamingen voor dit mechanisme in omloop zoals balans, equilibrium, stabiliteit en evenwicht [6].

De woorden balans, evenwicht en stabiliteit worden veel gebruikt, maar wat is de precieze betekenis?

In de geneeskunde wordt balans beschreven als een

“onder invloed van elkaar tegenwerkende factoren gehandhaafde evenwichtstoestand”[7].

Dus als een lichaam wil blijven staan dan moet de verticale lijn vanaf zijn zwaartepunt naar de grond (de zwaartelij) binnen het steunvlak vallen. Dit vlak wordt gevormd en ook begrensd door de steunpunten van het lichaam op de onderlaag (steunvlak). Valt deze projectie van het zwaartepunt niet binnen het steunvlak dan valt het lichaam om. Dit is met een klein voorbeeld goed te beschrijven: De voeten vormen bij het menselijke lichaam in staande houding het steunvlak. Als men bijvoorbeeld het bovenlichaam naar voren buigt, dan dreigt het gehele lichaam zich naar voren te verplaatsen en dus naar voren te vallen. Om dit te voorkomen worden de kuitspieren aangespannen met als gevolg dat het onderste gedeelte weer naar achteren wordt bewogen. Zo valt de projectie van het lichaamszwaartepunt weer binnen het steunvlak. Als er geen corrigerende beweging mogelijk is en er dus geen posturale controle heeft plaatsgevonden, heeft dit als gevolg, dat het handhaven/bewaren van het evenwicht moeilijker wordt en het lichaam makkelijker uit balans komt [8].

Er wordt van uit gegaan dat het basisniveau van posturale controle is aangeboren. Vanaf één tot drie maanden worden de bewegingen van kinderen door posturale activiteit begeleidt, er zijn echter nog grote deficits te zien [9]. De meerheid van kinderen van vier tot en met zes maanden kunnen al gericht naar een onderwerp grijpen. Om deze gerichte vaardigheden te kunnen uitvoeren, moeten de dorsale houdingspijnen selectief kunnen werken [10].

Op een leeftijd van 12 tot en met 18 maanden is de posturale activiteit over het lichaam dominant en kinderen ontwikkelen het vermogen te lopen. Door een zo genoemde ‘en bloc pattern’ participeren alle nek- en rompspijnen met elkaar en de balans te houden wordt makkelijker [11-12].

Tijdens de vroege kindheid is er een top down- strategie te herkennen, hieronder wordt verstaan dat de nek musculatuur het eerst wordt geactiveerd, vervolgens ontstaat een activiteit van de rompspijnen gevolgd door de activiteit van de musculatuur van de onderste extremiteiten [13-14]. Aan het einde van het eerste levensjaar verandert de strategie van top down naar bottom up. Hierbij verloopt de

spiercontractie van caudaal naar craniaal [13-14]. De reden voor de verandering is dat als de kinderen beginnen te lopen, de externe invloeden groter worden, en het risico de balans te verliezen toeneemt. De bottom up- strategie wordt de rest van het leven gebruikt [13, 15-18].

Het is bekend hoe de ontwikkeling van posturale controle bij normaal ontwikkelde kinderen werkt. Door deze scriptie zal worden onderzocht hoe het bij kinderen met een cerebrale parese verloopt.

Een eerder uitgevoerde literatuurstudie naar het mechanisme van posturale controle wijst erop, hoe moeilijk het is om de term posturale controle te definiëren [19]. Het doel van deze scriptie is te onderzoeken hoe posturale controle bij kinderen met een cerebrale parese werkt. Wat gebeurt er met de balans in het lichaam als er een aandoening aan ten grondslag ligt?

Dit onderwerp is van groot belang voor fysiotherapeuten. Tijdens de therapie wordt vaak gebruik gemaakt van balanstaining. Het is niet moeilijk om de therapie toe te passen, bovendien heeft men niet veel materiaal nodig. Het kunnen verklaren van de werking van de therapie is wel moeilijk.

Het kinderrevalidatiecentrum 'Adelante' heeft vele kinderen met een cerebrale parese in behandeling die kenmerken van een stoornis in de posturale controle laten zien. Door een eerdere studie kon al een antwoord op de vraag 'wat posturale controle precies inhoudt' worden gegeven. Om een wetenschappelijke fundamentele onderzoek en behandeling met behulp van een meetinstrument te kunnen doen in het kinderrevalidatiecentrum 'Adelante', moet er een systematisch literatuuronderzoek worden gedaan gericht op het werkingsmechanisme van posturale controle bij kinderen met een cerebrale parese en de verschillende fysiotherapeutische behandelingsmogelijkheden.

Tot nu toe wordt in het 'Adelante' een scoringslijst gebruikt om posturale controle bij kinderen te onderzoeken. Deze scoringslijst is een subjectieve lijst, die gebaseerd op ervaringen van de therapeuten, die werkzaam zijn in het 'Adelante'. Deze scoringslijst is bruikbaar om posturale controle bij een kind te meten, maar niet expliciet gericht op het meten van posturale controle bij kinderen met een cerebrale parese. Verder is de scoringslijst niet 'evidence based'. Met meer basiskennis over

het werkingsmechanisme van posturale controle bij deze patiëntengroep kan een ‘evidence based’ meetinstrument worden ontwikkeld. Deze literatuurstudie zal de basis hiervoor leggen [19].

Om dit te ondersteunen staat de volgende hoofdvraagstelling centraal:

“Wat zijn huidige inzichten met betrekking tot het werkingsmechanisme van posturale controle bij kinderen met een cerebrale parese en welke behandelingsmogelijkheden zijn er beschreven in de huidige literatuur.”

Deze scriptie handelt over de gedachte, hoe posturale controle bij kinderen werkt die belemmerd zijn door een cerebrale parese. Ten slotte is het van belang te weten welke mogelijkheden er überhaupt bestaan om posturale controle te beïnvloeden.

Om de hoofdvraagstelling te beantwoorden is deze opgedeeld in twee subvraagstellingen:

1. “Hoe wordt posturale controle bij kinderen met cerebrale parese in de huidige literatuur beschreven?”
2. “Welke fysiotherapeutische interventies gericht op posturale controle bij kinderen met cerebrale parese zijn er in de huidige literatuur beschreven?”

Deze scriptie bevat vier hoofdstukken. In het volgende hoofdstuk wordt de ‘methode’ beschreven. Aansluitend volgt de beschrijving van de ‘resultaten’ in hoofdstuk 3. Ten slotte worden de subvraagstellingen beantwoord in hoofdstuk 4.

2. Methode

In dit hoofdstuk staat beschreven, hoe de literatuurstudie is uitgevoerd en op welke manier de resultaten beoordeeld zijn op hun methodologische kwaliteit.

Om een goed gestructureerd en uitgebreid literatuuronderzoek te doen zijn de volgende databases doorzocht: Emerald Insight, Eric, Informaworld, Cochrane Library, Pedro, Pubmed, Narcis. Dit is gedaan met een aantal zoektermen (zie tabel 2). Eerst zijn de hoofdzoektermen met de begrippen uit de kolom ‘combinatie termen I’ gecombineerd en aansluitend met beide kolomen.

Tabel 2: Zoektermen

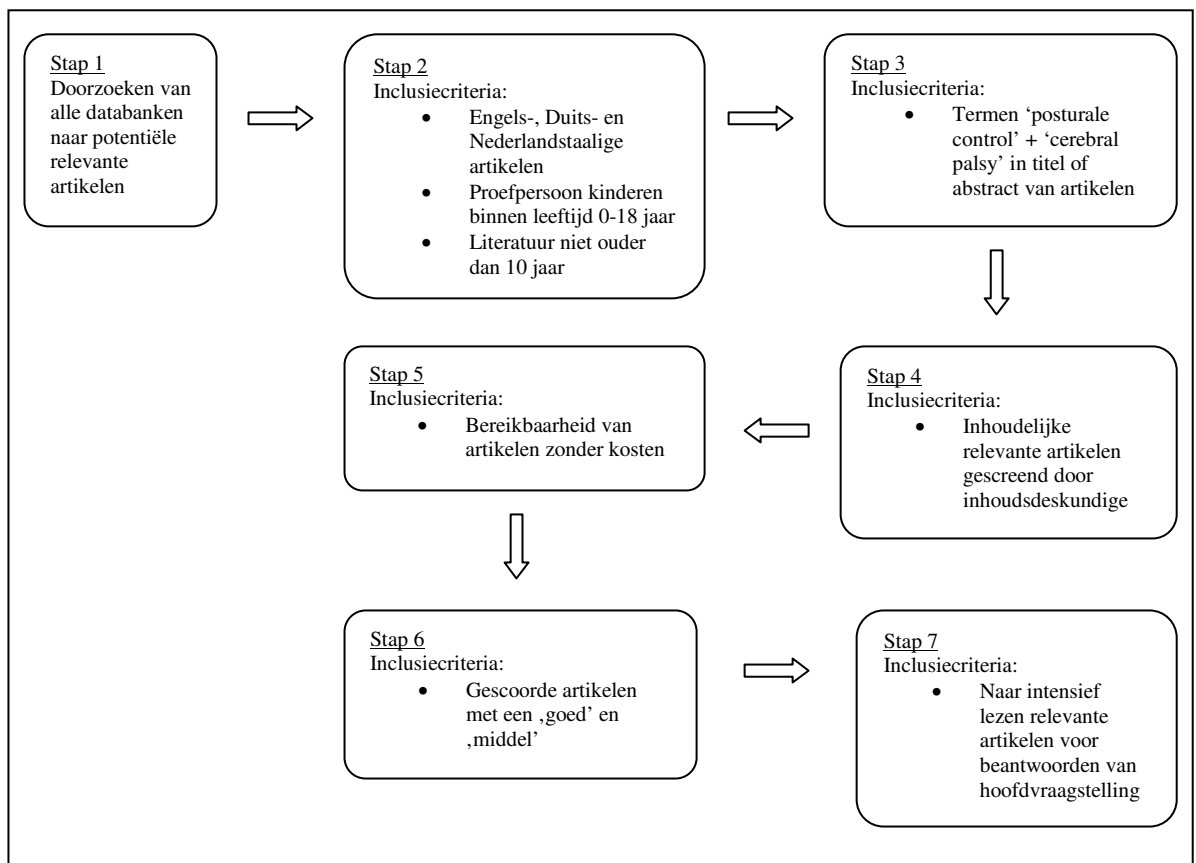
Hoofdzoektermen	Combinatie termen I	Combinatie termen II
Postural control	Children Cerebral palsy	Physiotherapy treatment option
Motor control		Interventions
Balance		therapy
Sitbalance		training
Vestibular problems		
Coordination		
Posture		
Equilibrium		

Tijdens het zoeken naar literatuur zijn de volgende inclusiecriteria gehanteerd: In de titel of abstract van het artikel dienden de woorden ‘postural control’ of ‘cerebral palsy’ te staan, het artikel diende geschreven te zijn in het Engels-, Nederlands- of Duits, de proefpersonen dienden kinderen te zijn tussen de 0 en 18 jaar, de publicatiedatum van het artikel diende na 1999 te zijn en aan de inzage van het artikel mochten geen kosten verbonden zijn. Aansluitend heeft de inhoudsdeskundige, Dr. E. Rameckers, op basis van het lezen van de titels en abstracts van de artikelen, een aantal artikelen geïncludeerd. Daarbij heeft hij

bijzonder op de inhoud, zijn eigen kennis, maar ook op de wijze van fysiotherapeutische interventie gelet, die in de artikelen was beschreven.

Een aanvullend inclusiecriteria is de voorwaarde, dat de artikelen met een ‘middel’ of ‘goed’ moeten worden gescoord. Na het scoren worden de artikelen nog eens intensief gelezen om uiteindelijk in kaart te brengen welke artikelen geschikt zijn voor subvraagstelling 1 en 2.

In het volgende stroomdiagram (Figuur 1) is de selectieprocedure van de geïncludeerde artikelen weergegeven.



Figuur 1: Stroomdiagram van selectieprocedure

Bij het beoordelen van de methodologische kwaliteit is er, na overleg met de inhoudsdeskundige, voor gekozen, om de logische systematiek van scoren van een eerdere literatuurstudie, over te nemen [19]. In deze studie zijn drie verschillende scoringslijsten opgesteld resulterend uit een literatuuronderzoek naar criteria voor het beoordelen van de methodologische kwaliteit.

De eerste scoringslijst is voor artikelen die onder de noemer ‘narrative reviews’ vallen (bijlage 1, tabel 1). Daarbij horen ‘papers’, ‘essays’ en ‘research reports’. De tweede scoringslijst is voor observationele onderzoeksdesigns en heeft de naam ‘longitudinaal onderzoek’ (zie bijlage 1, tabel 2). Onderzoek met betrekking tot een meetinstrument zijn met de derde scoringslijst ‘klinimetrisch onderzoek van een meetinstrument’ gescoord (zie bijlage 1, tabel 3).

Om de kwaliteit van de geselecteerde artikelen te beoordelen werd voor een methodiek gekozen, waarbij een hoge maat van validiteit en betrouwbaarheid bereikt kon worden. Alle drie onderzoekers werden geblindeerd en waren niet op de hoogte van uitkomsten van het scoren. Twee onderzoekers hebben vervolgens onafhankelijk van elkaar de artikelen gelezen en deze met behulp van de checklijsten voor kwantitatieve of kwalitatieve studies van de vooronderzoekers gescoord (intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid) [20-21]. Indien er onduidelijkheden waren werd het artikel door een derde onderzoeker gescoord.

De scoring verliep volgens dezelfde methodiek als de eerdere studie. Het aantal items van de drie scoringslijsten verschilt van elkaar. Twee van deze lijsten, de lijst voor longitudinaal onderzoek en klinimetrisch onderzoek, bevatten 17 (dezelfde) items. De derde lijst, voor narrative reviews, bevat 13 items. Om tot vergelijkbare scores te komen werd de eindscore van de narrative reviews vermenigvuldigd met 1,3. De items werden gescoord met ‘ja’ (één punt) of ‘nee’ (nul punten). Bij item negen, zie bijlage 1, tabel 2 en 3, is de score omgedraaid: ‘nee’ werd gescoord met één punt en ‘ja’ met nul punten. Als het aantal uitvallers niet werd vermeld in het artikel, dus ‘nee’ bij item acht, werd er een vraagteken genoteerd bij item negen. Een vraagteken werd gescoord met nul punten [19].

Om uiteindelijk te beslissen welke artikelen geïnccludeerd werden en welke niet, werden er bepaalde afkappunten vastgesteld. In overleg met de inhoudsdeskundige werd vastgelegd dat de ondergrens na het berekenen van een derde van het totale aantal score van 17 punten bij zeven punten ligt. Dit betekent dat een score onder zeven (0 tot en met 40 % van de maximale score van 17 punten) ‘slecht’ is. Een score van zeven tot en met elf (40 tot en met 70 % van de maximale score van 17

punten) betekent ‘gemiddeld’ en een score van 12 of hoger (70 tot en met 100 % van de maximale score van 17 punten) betekent ‘goed’.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk wordt allereerst ingegaan op de resultaten van het literatuurzoektocht. Er wordt vermeld, hoe veel literatuur is gevonden en hoe deze is gescoord. Vervolgens wordt met behulp van de uiteindelijk geselecteerde artikelen antwoord gegeven op de subvragen.

Het literatuuronderzoek leverde in totaal 1265 artikelen (stap 1) op. De stappen zijn weergegeven in figuur 1, bladzijde 7. Bij de volgende stap (stap 2) zijn 873 artikelen overgebleven. Na het verdere screenen van de gevondene literatuur zijn 775 artikelen geëxcludeerd, omdat de trefwoorden ‘cerebral palsy’ en ‘postural control’ niet in de titel of abstract voorkwamen (stap 3). De 98 overgebleven artikelen werden door de inhoudsdeskundige gescreend (stap 4). Hij heeft op basis van de titels, abstracts en interventies 47 artikelen geëxcludeerd. Van de 51 geïnccludeerde artikelen gingen vijf gepaard met kosten (stap 5). Uiteindelijk werden 46 artikelen gelezen en met behulp van de scoringslijsten uit bijlage 1 gescoord (stap 6). Drie van de 46 artikelen kregen de score ‘slecht’ toegedeeld en werden geëxcludeerd, zodat uiteindelijk 43 artikelen zijn overbleven (stap 7).

Nadat de artikelen waren gescoord, werd duidelijk welke literatuur bruikbaar was voor het onderzoek. De scoringsresultaten van de artikelen zijn in een overzichtstabel (tabel 3) samengevat. De genummerde artikelen zijn te vinden in bijlage 2 “gescoorde artikelen”. Deze nummers corresponderen met de nummering uit tabel 3 en 4. Van de 46 artikelen zijn de ‘slecht’ gescoorde rood gekleurd, ‘gemiddelde’ artikelen zijn groen en ‘goed’ gekleurde zijn blauw gekleurd.

Na het scoren werd duidelijk, dat niet alle artikelen een duidelijk antwoord op de vraagstellingen gaven. Daarom werden er voor het beantwoorden van de eerste subvraagstelling uiteindelijk slechts 16 artikelen gebruikt. Om subvraagstelling twee zo goed en precies als mogelijk te beantwoorden werden 18 artikelen geselecteerd.

Tabel 3: Uitkomst scoringslijsten

	Longitudinaal onderzoek	Narrative review
Score		
1		
2		
3		
4		
5	29	4
6	34	
7	21,24,36,39	23
8	10,20,35	46
9	19,26,27,28,37	15,31
10	1,3,9,11,22,25,40,41,45,	12,42
11	2,7,8,14,17,32,44,	
12	6,13,16,38,43	
13		30
14	33	
15		
16		18
17		5

Van de 46 artikelen hadden drie artikelen de score ‘slecht’ (7% van gehele artikelen), 34 artikelen de score ‘gemiddeld’ (74% van de gehele artikelen) en negen artikelen een ‘goed’ (20% van de gehele artikelen).

In tabel 4 zijn de artikelen geordend naar de onderwerpen ‘posturale controle bij CP’ of ‘fysiotherapeutische interventies’. De artikelen zijn wederom volgens hun beoordeling gekleurd. Tevens zijn de percentages ten opzichte van het totale aantal artikelen weergegeven. In 80 % van de artikelen was er sprake van longitudinaal onderzoek en in 20 % van narrative reviews. In de gevonden artikelen waren er geen klinimetrisch onderzoeken van meetinstrumenten.

50 % van de geselecteerde artikelen beschrijven algemene informatie over posturale controle bij kinderen met CP en 50 % van de geselecteerde 46 artikelen beschrijven interventievormen voor cerebrale parese.

Tabel 4: Artikelen per onderwerp

	Longitudinaal onderzoek	Narrative review	Totaal aantal artikelen n = 46
Posturale Controle bij CP	1,3,4,6,7,10,13,16,20,21,22,28,29,34,35,36,37,39,40,44	12,15,46	23 (50%)
Fysiotherapeutische interventies	2,8,9,11,14,17,19,24,25,26,27,32,33,38,41,43,45	5,18,23,30,31,42	23 (50%)
Totaal aantal artikelen n = 46	37 (80%)	9 (20%)	

In tabel 5 zijn de artikelen geordend volgens de interventievorm die in het artikel werd beschreven. De interventie ‘houding/zittherapie’ kwam het vaakst voor. Ook hier zijn de artikelen met de score ‘gemiddeld’ en ‘goed’ gekleurd met groen en blauw.

Tabel 5: Interventievormen

Interventies	Longitudinaal Onderzoek	Narrative review
Houding/ zittherapie	14,17,19,27,38	5,31
Hippotherapie	26	42
Tapen	11	
Balanstraining	41,45	
Orthesen	2,25,32,43	
Physikalische therapie	33	18
Inspanningstherapie		30
Hydrotherapie		23
Botulinum toxin therapie	8,9	
Operatie	24	

In de volgende paragrafen worden beide subvragen beantwoord.

3.1 “Hoe wordt posturale controle bij kinderen met cerebrale parese in de huidige literatuur beschreven?”

Kinderen met een cerebrale parese (CP) laten een grote achterstand in de ontwikkeling van posturale controle zien. Het is een moeilijk proces om uitgebreide wetenschappelijke standpunten over het precieze werkingsmechanisme van posturale musculaire activiteit in kinderen met CP te verkrijgen [22-23].

3.1.1 Fundamentele aspecten van posturale controle bij kinderen met cerebrale parese

Kinderen met CP laten een storing in de ontwikkeling van het bewegingsapparaat en de posturale controle zien. Het merendeel van de kinderen met CP heeft een intact ‘basisniveau’ van posturale controle.

In de studie van Forssberg en Hirschfeld zijn de fundamentele aspecten van posturale controle beschreven, deze worden onderscheiden in twee functionele ‘levels’. Het eerste ‘level’ bestaat uit een mechanisme van het lichaam, dat actief wordt, als het lichaam uit balans raakt. De reactie hierop is een richting- specifieke adaptatie [24]. Richting - specifieke adaptatie is de primaire activiteit van de spieren aan de dorsale zijde van het lichaam tijdens een “forward body sway” (vooroverbuigen). Het zelfde gebeurt bij een “backward body sway” (naar achter buigen) met de aan de ventrale zijde gelegen spieren.

De functionele activiteit wordt in het tweede ‘level’ beschreven. Door de multi - sensorische afferente input wordt het selectief bewegen op basis van een goede posturale controle optimaal uitgevoerd [24]. Alleen de kinderen met een zware vorm van CP (GMFCS level IV – V) laten een gebrek aan richting- specifieke posturale adaptatie zien [25]. Bij deze kinderen is het ‘basisniveau’ van posturale controle geheel of gedeeltelijk afwezig [26]. De kinderen moeten focussen op het in stand houden van een adequate oprechte houding en kunnen de houding niet actief en zelfstandig aannemen [26]. Kinderen op ‘level I t/m III’ van de GMFCS kunnen een adequate richting- specifieke posturale adaptatie uitvoeren [26]. Kinderen met CP

hebben versterkte problemen met posturale controle in het selectief bewegen. Het selectief bewegen is bij doelgerichte activiteiten gestoord, waarbij kinderen met een bilaterale spasticiteit grotere problemen hebben, dan kinderen met een spastische hemiplegie [22].

3.1.2 'En Bloc'-strategie

Kinderen met CP hebben - frequenter dan kinderen met een gezonde ontwikkeling - moeilijkheden, om de optimale intensiteit van de spiercontractie te bepalen, omdat zij een versterkte antagonistische co- activiteit tijdens zware balansvaardigheden vertonen [26].

Niet alleen de sterkte van de spiercontractie maar ook de tijdafstemming van de spiercontractie is bij kinderen met CP gestoord. Hierdoor is het vermogen van een selectieve spiercontractie gestoord of het ontbreekt. Daardoor spannen alle nek- en rompspieren aan. Dit is gebaseerd op de 'en bloc' activiteit van alle houdingsspieren, beginnend met de nek musculatuur [27-28].

3.1.3 Top down- en bottum up- strategie

Door een combinatie van een sterkere, snelle contractie van de nek musculatuur en de verlangzaamde contractie van de rompspieren ontstaat een sterkere top down- strategie [25, 29]. Zoals in de inleiding beschreven, wordt onder top down- strategie verstaan, dat om de posturale controle op te bouwen en te behouden, de nek musculatuur het eerst wordt geactiveerd. Vervolgens ontstaat een activiteit van de rompspieren gevolgd door de activiteit van de musculatuur van de onderste extremiteiten [13-14]. Door de abnormale sterke spiercontractie is het adaptatievermogen gestoord. Kinderen met CP maken van de top down- strategie gebruik, omdat ze hierdoor hun slecht functioneerde posturale controle proberen te compenseren. De wisseling van de top down- strategie naar de bottum up- strategie ontbreekt, waardoor de ontwikkeling van de posturale controle wordt belemmerd [25, 29-30].

3.1.4 Verandering van 'Center of Pressure' (COP) en 'Center of Mass' (COM)

In het komende stuk zijn Engelse begrippen gebruikt. Voor de duidelijkheid wordt er een verklaring gegeven:

Center of pressure (COP):

“Het middelpunt van de grondreactiekracht. De grondreactiekracht is de kracht die vanaf de grond op een persoon werkt, tegengesteld aan de zwaartekracht. Het evenwicht tussen deze twee krachten die op de mens werken, zorgt ervoor dat we kunnen blijven staan, zitten of liggen. Het middelpunt van de grondreactiekracht is afhankelijk van het oppervlak van de mens dat contact maakt met de aarde [19].”

Centre of Mass (COM): Het zwaartepunt van het lichaam [31].

Als men de COP- bewegingen van kinderen met CP met de COP- bewegingen van kinderen met een normale ontwikkeling vergelijkt, ontdekt men, dat de kinderen met CP veel grotere bewegingsamplitude van het lichaam bij het herstellen en behouden van posturale controle laten zien [5, 31-32]. Het herstellen van hun eigen lichaamsstabiliteit duurt langer dan bij normaal ontwikkelde kinderen. Bovendien hebben kinderen met CP tijdens het zoeken van posturale controle meer compensatiebewegingen nodig [5]. Als men de COM- bewegingen van kinderen met CP bekijkt, dan is er een 'walking by falling' gangpatroon te zien. De kinderen bepalen de richting van hun stap door het optrekken van hun voet, maar het gecontroleerd afzetten van de 'zwaai voet' is niet mogelijk. Het afzetten van de voet ontstaat door een opvangreactie. Het lichaam van kinderen met CP is daardoor tijdens het staan op een been in een hevige disbalans. De posturale controle is sterk gestoord [33].

3.1.5 Externe factoren

Kinderen met CP hebben tijdens een oprechte houding problemen met een veranderde sensorische omgeving en met snelle onverwachte evenwichtsverstoringen tijdens het staan [28, 34].

Visuele feedback ondersteunt de posturale controle. Volman en collega's hebben aangetoond dat de kwaliteit van het reiken van de hemiparetische arm bij kinderen

met een spastische hemiparese verbeterd kan worden als het reiken een functioneel doel heeft, zoals het reiken naar een lichtknop [35-37]. Een taak met een externe gerichte focus bevordert de posturale controle, omdat de aandacht op de cognitieve taak ligt waardoor de concentratie op de posturale controle vermindert [32].

Rose en collega's hebben de posturale controle bij een oprechte lichaamshouding getest bij kinderen met CP in vergelijking met normaal ontwikkelde kinderen met geopend en gesloten ogen. De conclusie van dit onderzoek was dat er een vermindering in het handhaven van posturale controle bij gesloten ogen was. Het zelfde resultaat was in de controlegroep te vinden. Met gesloten ogen was er bij kinderen met CP geen verhoging in de frequentie van de abnormale fluctuaties in vergelijking met normaal ontwikkelde kinderen te zien. De meeste kinderen met CP maken, net zoals normaal ontwikkelde kinderen, gebruik van visuele feedback [38].

Een aantal studies hebben posturale controle gemeten bij kinderen met CP op een 'forceplatform' [29, 32, 39-40]. Het bewegelijke 'forceplatform' is een instrument om posturale controle te testen of te trainen [40]. Het 'forceplatform' bestaat uit een platformen dat is opgedeeld in twee helften. Iedere helft wordt door een elektrische motor aangedreven en kan onafhankelijk van de andere helft bewegen. Deze bewegingen verstoren de balans van het lichaam. Wanneer het platform actief is, worden data over de bewegingen van de voet verzameld waardoor een uitspraak over de posturale controle van de proefpersoon kan worden gemaakt [29].

Kinderen met CP laten een vertraagde reactie van de spiercontractie, grotere co-activiteit van de spieren in de buurt van gewrichten en een vergroot vermogen van spieractiviteit van proximaal naar distaal (top down- strategie) zien. Dit heeft een negatieve invloed op de posturale controle, waardoor zij niet in staat zijn adequaat op externe verstoringen te reageren [5].

3.2 “Welke fysiotherapeutische interventies gericht op posturale controle bij kinderen met cerebrale parese zijn er in de huidige literatuur beschreven?”

Slecht functionerende posturale controle is een van de hoofdproblemen van kinderen met een cerebrale parese [41-42]. In de huidige wetenschappelijke literatuur zijn een aantal interventies beschreven gericht op verbeteringen van de posturale controle bij kinderen met CP. Deze interventies zijn meestal niet puur op fysiotherapie gebaseerd, maar een combinatie van meerdere disciplines.

3.2.1 *Balanstraining*

Balanstraining is een vaak gebruikt middel bij de fysiotherapeutische behandeling van kinderen met een cerebrale parese. Er bestaat wetenschappelijk bewijs, dat balanstraining op een beweeglijk ‘forceplatform’ bij kinderen met CP in de lagere schoolleeftijd een positief effect heeft op hun posturale controle [29, 40]. Maar het is tot nu toe niet duidelijk of ook balanstraining in traditionele vorm zonder gebruik van het ‘forceplatform’ een positief effect laat zien. Het is van belang dat er meer onderzoek naar de vorm en de frequentie van deze interventie plaats vindt [29].

Studies van Hadders-Alga en collega’s, Woollacott en collega’s Shumway- Cook en collega’s hebben het effect van oefentherapie gericht op balans bij kinderen met CP onderzocht. De resultaten van de onderzoeken lieten een positief effect van de posturale controle zien. Het trainen toonde een verbetering van de richting-specifieke adaptatie, een versterkt optreden van de bottum up- strategie, een afname van spiercontracties en een sneller herstel van stabiliteit, na het uit- evenwicht- raken [13, 40].

3.2.2 *Paardrijden als therapie*

Horse Back Riding Therapy (HBRT) als ook hippotherapie zijn gangbare behandelingsmogelijkheden [43]. HBRT is een behandeling die niet door een gespecialiseerde therapeut wordt uitgevoerd. De therapie wordt op basis van de ervaring en kennis van de patiënt als ook met speciaal getrainde paarden uitgevoerd [44]. Bij deze therapie moet de ruiter oefeningen doen zoals het paard aanraken of tijdens het berijden van het paard naar iets grijpen, armoefeningen uitvoeren, ringen

over kegels gooien of erwtenzakjes in de lucht werpen [43]. Hippotherapie wordt daarentegen door een deskundige therapeut uitgevoerd. Bij deze therapie gaat de therapeut op de problemen van de ruiter in en probeert zijn vaardigheden door bepaalde oefeningen te verbeteren [45]. De focus ligt meestal op het verbeteren van het berijden en ermee samenhangend de grove motoriek, balans en mobiliteit [46]. Door de drie- dimensionaal beweging van het paard wordt een bekkenbeweging bij de ruiter uitgelokt, die gelijk is aan een bekkenbeweging van kinderen met een normale ontwikkeling [47-49]. Een verandering van het gangpatroon, snelheid of richting van het paard bevordert een compenserende corrigerende houding van de ruiter, terwijl het centrum van de zwaartekracht (COP) alsmaar door de beweging van het paard verandert. Deze controlerende compenserende bewegingen tijdens het rijden helpt kinderen een prospectieve posturale controle te ontwikkelen [46, 50-51]. Bovendien zijn na een HBRT of hippotherapie verbeteringen in de co- contractie van de spieren en de gewichtsverplaatsing te zien wat resulteert in een toenemende posturale controle [44-48, 52-56].

3.2.3 Hydrotherapie

Hydrotherapie is een attractieve vorm van oefentherapie bij kinderen met CP. In het water wordt door de veranderde zwaartekracht de negatieve invloed van slechte posturale controle verminderd. De kinderen vinden het makkelijker te bewegen. Bovendien profiteren zij van oefeningen in het water omdat de druk op hun instabiele gewrichten vermindert, de spierkracht en de algemene beweeglijkheid verbetert. Deze factoren hebben een gunstig effect op de posturale controle.

Ondanks de bovengenoemde positieven resultaten, bestaat er geen ‘evidence’, die duidelijk maakt welk positief effect hydrotherapie bij kinderen met CP heeft [57].

3.2.4 Botulinumneurotoxin A toediening

Bij een cerebrale parese ontstaat door de spasticiteit een overactiviteit van de plantairflexoren van de voet. Om deze tegen te gaan worden injecties met Botulinumneurotoxin A (BTX – A) toegediend. Door de injecties vindt er in de spieren een duidelijke verminderingen van de spasticiteit plaats. Hiermee wordt de

spitsvoet gecorrigeerd, waardoor stabiliteit en daarmee de posturale controle verbetert [58-59].

3.2.5 Elektrische stimulatie

Elektrische stimulatie (ES) wordt gebruikt bij kinderen met CP ter verbetering van de zithouding door de stimulatie van de activiteit van de lage rug- en buikspieren [60]. Bovendien heeft ES een positief effect op de proprioceptie. Hierdoor krijgen de kinderen een stabielere en oprechtere houding met als gevolg een verbeterde posturale controle [60-62].

3.2.6 Enkel- voet- orthesen (AFO)

Voor kinderen met CP is het dragen van orthesen een traditionele interventie om functionele beperkingen te verbeteren [63-64]. Bovendien bevorderen orthesen functiebeperkingen van het gaan als ook de posturale controle [64]. Tijdens het van zit naar stand komen met behulp van orthesen laten kinderen met CP een oprechte romphouding zien. Bovendien kunnen zij sneller gebruik maken van hun posturale controle, als zij uit balans raken [65-66].

Studies naar het effect van ‘solid AFOs’ (deze orthesen laten weinig beweging in de voet toe) tonen aan dat het dragen van deze ‘solid AFOs’ de duur van de balans tijdens het staan bevordert en dat het voet- grond- contact toeneemt [67-69]. Studies naar het effect van ‘dynamic AFOs’ (deze orthesen laten beweging toe) tonen aan, dat er eveneens een positieve verandering van de posturale controle tijdens het gaan ontstaat. Er is een verbetering van de plantairflexie en de dorsalextensie te zien en daarmee verbonden een verhoogde gangsnelheid [70-71].

Vergelijking van het effect van ‘solid AFOs’ met ‘dynamic AFOs’ bij kinderen met CP met betrekking tot de posturale controle toont aan dat het gebruik van ‘solid AFOs’ tot een verminderde activiteit van de dorsale beenspieren, vooral de m. gastrocnemius voert [72]. Deze resultaten duiden erop dat ‘dynamic AFOs’ gunstiger zijn dan ‘solid AFOs’ voor kinderen met CP met betrekking tot posturale controle [72].

3.2.7 Aanpassen van zithouding

Verandering in de zithouding kan het functieniveau, met name het grijpen naar voorwerpen, van het kind verbeteren, maar er bestaat niet genoeg ‘evidence’. Er zijn onduidelijkheden, welke zitpositie het meest positieve effect op de posturale controle heeft [74].

Tijdens de zadel – positie, zitten de kinderen op een zadel als onderlaag met de heupen in een abductie- exorotatiestand en een anteriorrotatie van het bekken. Dit heeft een positieve invloed op de posturale controle [75].

Een andere vorm van zittherapie is het veranderen van de hoek van de zitonderlaag naar voren of naar achteren. Hierbij wordt de hoek om 15° bijgesteld naar voren of achteren of juist in de horizontale houding in een nulstand gelaten [73,76-77]. Wanneer de stoel naar voren wordt gekanteld, verbetert de posturale controle van kinderen met een eenzijdig spastische cerebrale parese en daarmee de kwaliteit om naar voorwerpen te grijpen. Bij kinderen met een bilaterale spastische parese is dit anders. Zij laten de beste vooruitgang zien bij de stoel in een horizontale positie [77]. Tijdens zit op een stoel met een schuimstofonderlaag verbetert de posturale controle tijdens het grijpen, omdat door een veranderde bekkenpositie een houdingsverbetering optreedt en de sensomotorische feedback vergroot [71, 78].

Het module zitsysteem is een combinatie uit bestaande houdingsaanpassingen en houdingsonderdelen [79]. Het kind verdeelt het gewicht symmetrisch over hun tubera ischiada. Bovendien zijn de heupen door een riem aan de stoel gefixeerd en de bovenbenen door een orthese in abductiestand gehouden, waardoor het voor hen makkelijker is het evenwicht te houden [73].

Er bestaat niet genoeg ‘evidence’ om een uiteindelijke uitspraak te doen, welke vorm van het adaptieve zitten ter verbetering van het functionele niveau van posturale controle het meest geschikte is [80].

3.2.8 Therapeutisch tapen

Therapeutisch tapen van de rug is een mogelijke interventie ter verbetering van de zitbalans bij kinderen met CP. Toch zijn er nog geen resultaten om dit effect te bewijzen. Om de verandering van het functionele zitvermogen kwantitatief te meten, kan de Gross Motor Function Measure (GMFM-88) worden gebruikt, een

observationele meetinstrument dat motorische functies in vijf hoofdgebieden, liggen/rollen, zitten, kruipen/knieën, staan en lopen bepaalt. Hoe hoger de score op de GMFM- 88 des te beter is het motorische vermogen. Het resultaat van een onderzoek over het effect van therapeutische tapen bij kinderen met een zware vorm van CP (level IV en V van de GMFCS) laat zien, dat er geen beduidende verbetering op de GMFM-88 bestaat. Het therapeutische tapen is een ineffectieve interventie om de zithouding en ermee de posturale controle bij kinderen met een zware vorm van CP te verbeteren [81].

4. Discussie en conclusie

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de subvragen 1 en 2 om vervolgens antwoord te geven op onze hoofdvraagstelling “Wat zijn huidige inzichten met betrekking tot het werkingsmechanisme van posturale controle bij kinderen met een cerebrale parese en welke behandelingsmogelijkheden zijn er beschreven in de huidige literatuur”. Aansluitend worden de beperkende factoren van onze scriptie benoemd en aanbevelingen voor verdere onderzoeken gegeven.

Subvraagstelling 1: “Hoe wordt posturale controle bij kinderen met cerebrale parese in de huidige literatuur beschreven?”.

In vergelijking met de leeftijdadequate normaal ontwikkelde kinderen, laten kinderen met CP tijdens vaardigheden, waarbij specifiek posturale controle wordt gevraagd, een vertraagde ontwikkeling zien, maar de meeste kinderen zijn toch in bezit van het ‘basislevel’ [23-24]. Zij laten een vertraagde ontwikkeling van de posturale controle zien en zijn niet in staat selectief de spieren aan te spannen om adequaat op veranderingen, zoals tijdens het oefenen op een forceplatform, te reageren. Dit is te verklaren door een versterkte top down- strategie en de ‘en bloc’ strategie [23, 25, 27, 29]. Kinderen met CP laten geen wisseling van de top down- strategie na een bottom up- strategie zien, zoals normaal ontwikkelde kinderen aan het einde van het eerste levensjaar. Kinderen met CP hebben een grotere bewegingsamplitude van hun lichaam in combinatie met meer compensatiebewegingen tijdens het behouden van posturale controle nodig. Zij hebben een ongecontroleerd gangbeeld. Zij beginnen de stap willekeurig met het bepalen van de gangrichting, maar het afzetten van de voet resulteert uit een onwillekeurige opvangreactie [31-32].

Ook externe factoren, zoals de visus, hebben invloed op de posturale controle. Voor kinderen met CP is het even zwaar als voor normaal ontwikkelde kinderen de balans oprecht te houden als de visuele feedback wegvalt [38].

Het verloop van de ontwikkeling van posturale controle bij normaal ontwikkelde kinderen is in de huidige literatuur gedetailleerd beschreven. Zoals in de inleiding

genoemd, bestaat er een duidelijke beschrijving over de chronologische leeftijdsgebonden totstandkoming van posturale controle. Het is bekend, welke hersengebieden betrokken zijn tijdens het ontplooien van posturale controle [12-13,15]. Over het ontwikkelingsproces van posturale controle bij kinderen met CP bestaat deze precieze beschrijving niet, omdat posturale controle bij de verschillende vormen van CP zich verschillend uit. De uitingsvormen van CP verschillen individueel en er moet rekening gehouden worden met co- morbiditeit. Er bestaat alleen een grove indeling over ontwikkeling van posturale controle in de verschillende leeftijdsperioden.

Subvraagstelling 2: “Welke fysiotherapeutische interventies gericht op posturale controle bij kinderen met cerebrale parese zijn er in de huidige literatuur beschreven?”

Er worden een aantal interventies beschreven. De beschreven interventievormen zijn niet puur fysiotherapeutisch, maar worden gecombineerd met medische behandelingen. Onder de interventies vallen balanstaining, paardenrijden als therapie, hydrotherapie, botulinumneurotoxin A toediening, elektrische stimulatie, enkel- voet- orthesen, aanpassen van zithouding en therapeutisch taping.

Er bestaat geen ‘evidence’, om een uitspraak te doen welke interventie het meest effectief is. De studies over de interventies tonen wel aan, dat er een positief effect op posturale controle bestaat, maar de auteurs adviseren verder onderzoek te doen naar de verschillende interventievormen, om de uitkomsten wetenschappelijk te kunnen onderbouwen [29, 47, 81].

Er spelen verschillende factoren een rol, die de posturale controle verbeteren. Iedere interventievorm levert een positieve bijdraag aan de posturale controle. Met uitzondering van de interventievorm taping, werken alle bovengenoemde interventies spasme- inhiberend. Een veranderde zithouding en een injectie van Botulinumneurotoxin A werken tegen de spasticiteit. Het lichaamsbewustzijn, de coördinatie, de stabiliteit en de sensomotorische feedback wordt bevorderd door balanstaining, paardrijden als therapie, hydrotherapie, enkel- voet- orthesen en aanpassen van zithouding. Het therapeutisch taping laat geen positief effect zien op het verbeteren van de posturale controle bij kinderen met een zware vorm van CP

(level IV en V van de GMFCS). Het effect van tapes bij kinderen met een lichte vorm van CP (level I tot en met III van de GMFCS) is nog niet bekend [81].

Er kunnen een aantal kanttekeningen gemaakt worden bij de uitvoering van dit onderzoek. De gebruikte artikelen waren niet ouder dan 10 jaar. Ondanks dat vele artikelen op oudere artikelen gebaseerd zijn, kan het toch nog mogelijk zijn, dat door deze tijdsbegrenzing, een aantal bruikbare artikelen niet aan bod zijn gekomen. Het zelfde geldt voor de inclusiecriteria ‘artikelen zonder kosten’.

Bovendien zou het mogelijk zijn, dat de zoektocht meer bruikbare artikelen opleverde, als de zoektermen specifieker op de verschillende interventievormen gericht zouden zijn.

Een verdere beperkende factor is dat wij slechts zeven databanken hebben doorzocht. Het doorzoeken van verdere databanken had tot meer resultaten, bruikbare artikelen, kunnen leiden.

Vervolgens moet er rekening mee worden gehouden, dat de gevonden literatuur uitsluitend Engelstalig was en dat daardoor het vertalen van sommige vaktermen problemen opleverde.

De scoringslijsten zijn methodologisch niet getest. De uitkomsten van het scoringsproces zijn tot stand gekomen door het willekeurige vastleggen van de afkappunten bij 40% van de maximale scoring (17 punten) door de onderzoeker in samenwerking met de inhoudsdeskundige. Er wordt van uit gegaan dat de methodologische kwaliteit van een artikel hoger is naarmate de score hoger is. Deze aanname kan echter niet onderbouwd worden.

De scoringslijsten zijn een bruikbare methode om artikelen voor een literatuurstudie te in/excluderen. Slechts twee artikelen met de score ‘goed’ leverden geen bijdrage aan de beantwoording van de hoofdvraag. De overige artikelen met een positieve score waren alle bruikbaar. Doordat scoringslijsten zich concentreren op de gestructureerde opbouw van een artikel en niet op de uiteindelijke zeggingskracht kan het voorkomen dat een artikel met een positieve score geen meerwaarde vormt.

Ons onderzoek toont aan, dat posturale controle bij kinderen met CP een gecompliceerd onderwerp is. Bovendien is het moeilijk om uitgebreide informatie

over posturale controle en daarmee verbondene interventievormen bij kinderen met CP, te achterhalen. Er bestaat geen concrete indeling over het ontwikkelingsproces van posturale controle bij kinderen met CP.

De uitkomsten van de onderzoeken gericht op de interventies geven aan, hoe posturale controle op directe of indirecte wijze kan worden beïnvloed. Ondanks dat er weinig ‘evidence’ bestaat, kan fysiotherapie meestal voor een duidelijke vooruitgang zorgen. Het is daarom belangrijk, dat kinderen met CP een fysiotherapeutische behandeling ondergaan. Het is nog niet mogelijk een uitspraak te doen over welke interventievorm het meest effectief is, omdat de verschillende interventies niet met elkaar vergeleken kunnen worden. De effectiviteit van iedere interventie staat voor zich zelf.

Voor toekomstige onderzoeken hopen wij door middel van deze literatuurstudie een fundamentele basis te hebben gelegd. Onze doelstelling was het om te beschrijven hoe posturale controle bij kinderen met een cerebrale parese werkt en welke fysiotherapeutische interventievormen bestaan om posturale controle te beïnvloeden. Het zal interessant zijn, de interventievormen met elkaar te vergelijken, om de meest effectieve vorm te bepalen. Daarom adviseren wij, dat de komende studies zich gaan richten op de verschillende interventievormen. Het is van belang verdere kennis te verkrijgen over deze interventievormen, omdat hierdoor het inzicht over het werkingsmechanisme van posturale controle bij kinderen met CP kan worden verbeterd. Deze inzichten kunnen het ontwikkelen van een meetinstrument om posturale controle bij kinderen met CP meetbaar te maken binnen het kinderrevalidatiecentrum ‘Adelante’ ondersteunen.

Literatuurlijst

1. Bax M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N, Dan B, et al *Executive Committee for the Definition of Cerebral Palsy. Proposed definition and classification of cerebral palsy* Dev Med Child Neurol, 2005. **47**(57): p. 1-6
2. de Meijhuizen Regt MJM *Kinderrevalidatie*. 2003, Assen Koninklijke Van Gorcum BV.
3. van Empelen R, Hartman A *Kinderfysiotherapie*. Vol. 2e druk. 2006, Maarsen: Elsevier gezondheidszorg.
4. Palisano R, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B *Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy*. Dev Med Child Neurol, 1997. **39**: p. 214-223.
5. Burtner PA, et al *The capacity to adapt to changing balance threats: A comparison of children with cerebral palsy and typically developing children*. Developmental Neurorehabilitation, 2007. **10**(3): p. 249-260.
6. Lohmann A *Vorm en beweging, leerboek van het bewegingsapparaat van de mens*, ed. 10^{de}. 2004, Houten.
7. Everdingen van JJE, Klazinga NS, Pols J *Pinkhof Geneeskundig woordenboek*, ed. 11de. 2006, Houten.
8. Lohmann A *Vorm en beweging, leerboek van het bewegingsapparaat van de mens*, ed 10^{de}. 2004 Houten
9. Hedberg A, Hadders- Algra M *Postural adjustments due to external perturbation during sitting in 1- month- old infants: evidence for the innate origin of direction specificity*. Exp Brain Res, 2004. **157**: p. 10-17
10. de Graaf-Peters VB, Bakker J, van Eykern LA, Otten E, Hadders-Algra M *Postural adjustments and reaching in 4- and 6-months-old infants: an EMG and kinematical study*. Experimental Brain Research, 2007.
11. Harbourne RT, MacNeela J *A kinematic and electromyographic analysis of the development of sitting posture in infants*. Developmental Psychobiology, 1993. **26**(51-64).
12. Hedberg A, Forssberg H, Hadders- Algra M *Development of postural adjustments in sitting position during the first half year of life*. Developmental Medicine and Child Neurology, 2005. **47**(312-320).
13. Hadders-Algra M, Forssberg H *Ontogeny of postural adjustments during sitting in infancy: variation, selection and modulation*. J Physiol, 1996. **493**: p. 273-288.
14. van der Fits IBM, Klip AWJ, van Eykern LA, Hadders-Algra M *The development of postural adjustments during reaching in 6- to 18-month-old infants. Evidence for two transitions*. Exp Brain Res, 1999b. **126**: p. 517-528.
15. van der Fits IBM, Klip AWJ, van Eykern LA, Hadders-Algra M *The development of postural adjustments during reaching in 6- to 18-month-old infants. Evidence for two transitions*. Exp Brain Res, 1999b. **126**: p. 517-528.
16. de Graaf-Peters VB, Bakker J, van Eykern LA, Otten E, Hadders-Algra M *Postural adjustments and reaching in 4- and 6-months-old infants: an EMG and kinematical study*. Experimental Brain Research, 2007.

17. Shumway-Cook A *The growth of stability: postural control from a developmental perspective*. J Mot Behav, 1985. **17**(131-147).
18. Sunderminer L, Roncesvalles N, Jensen J *The development of balance control in children: comparisons of EMG and kinetic variables and chronological and developmental groupings*. Exp Brain Res, 2001. **136**(340-350).
19. Hazelzet JDM, van Herpt MWE, Kerckhoffs G *Posturale controle, Een literatuurstudie naar de werking van het mechanisme posturale controle bij mensen*. 2009
20. Dr. Heydendaal PHJM, Dr. van Riel PLCM, Dr. Zielhuis GA *Handleiding medisch- wetenschappelijk onderzoek*, ed. v. druk, Maarsen: Elsevier Gezondheidszorg.
21. Cox K, de Louw D, Verhoef J *Evidence- Based- Practice voor Paramedici, Methodiek en implementatie*. 2004, Utrecht
22. Graaf-Peters VB, Blauw- Hospers CH, Dirks T, Bakker H, Bos AF, Hadders-Algra M *Development of postural control in typically developing children and children with cerebral palsy: Possibilities for intervention?* Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 2007. **31**(1191-1200).
23. Woollacott MH *Neural and musculoskeletal contributions to the development of stance balance control in typical children and children with cerebral palsy*. Acta Paediatrica, 1996. **416**: p. 58-62.
24. Forssberg H *Postural adjustments in sitting humans following external perturbations: muscle activity and kinematics*. Experimental Brain Research, 1994. **97**: p. 515-527.
25. Hadders-Algra M, Katz- Salamon M, Forssberg H *Periventricular leukomalacia and preterm birth have a different detrimental effect on postural adjustments*. Brain, 1999a. **122**: p. 727-740.
26. van der Heide JC *Postural Muscle Dyscoordination in Children with Cerebral Palsy*. NEURAL PLASTICITY, 2005. **12**.
27. Hadders-Algra M, Forssberg H *Postural adjustments during sitting at preschool age: presence of a transient toddling phase*. Dev Med Child Neurol 1998. **40**: p. 436-447.
28. Woollacott MH *Neural and musculoskeletal contributions to the development of stance balance control in typical children and children with cerebral palsy*. Acta Paediatrica, 1996. **416**(58-62).
29. Shumway-Cook A, Kartin D, Price R, Woollacott M *The effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral palsy*. Dev Med Child Neurol, 2003. **45**: p. 591-602.
30. Latash ML *What are "normal movements" in atypical populations?* Behav Brain, 1996. **19**: p. 55-106.
31. Hsue BJ, Su FC *The dynamic balance of the children with cerebral palsy and typical developing during gait. Part I: Spatial relationship between COM and COP trajectories*. Gait & Posture, 2009. **29**: p. 465-470.
32. Donker ST, Roerdink M, Savelsbergh GJP, Beek PJ *Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children*. 184, 2008: p. 363-370.

33. Bennett BC, Wolovick A, Franklin T, Allaire PE, Kerrigan DC *Center of mass movement and energy transfer during walking in children with cerebral palsy*. 2005. **86**: p. 2189- 94.
34. Nashner LM, Marin O *Stance Postural Control in Select Groups of Children with Cerebral Palsy: Deficits in Sensory Organization and Muscular Organization*. Exp Brain Res, 1983. **49**: p. 393-409.
35. Lin KC, Trombly CA *Effects of task goal on movement kinematics and line bisection performance in adults without disabilities*. Am J Occup Ther, 1998. **52**: p. 179-187.
36. van der Weel FR, Lee DN *Effect of task on movement control in cerebral palsy: implications for assessment and therapy*. Dev Med Child Neurol, 1991. **33**: p. 419-426.
37. Volman MJ, Vermeer A *Effect of task context on reaching performance in children with spastic hemiparesis*. Clin Rehabil 2002. **16**: p. 684-692.
38. Rose J, Jones VK, Bloch DA, Oehlert JW, Gamble JG *Postural balance in children with cerebral palsy*. Developmental Medicine & Child Neurology, 2002. **44**: p. 58-63.
39. Ferdjallah M, Smith P, Wertsch JJ *Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy*. Clinical Biomechanics, 2002. **17**: p. 203-210.
40. Woollacott M, Hutchinson S, Ciol M, Price R, Kartin D *Effect of balance training on muscle activity used in recovery of stability in children with cerebral palsy: a pilot study*. Developmental Medicine & Child Neurology, 2005. **47**: p. 455-461.
41. Brogren E, Hadders-Algra M *Influence of two different sitting positions on postural adjustments in children with spatic diplegia*. Dev Med Child Neurol, 2001. **38**: p. 379-388.
42. van der Heide JC *Postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy* Developmental Medicine and Child Neurology, 2004. **46**: p. 253-266.
43. Sterba JA *Does horseback riding therapy or therapist-directed hippotherapy rehabilitate children with cerebral palsy?* Developemtal Medicine & Child Neurology, 2007. **49**: p. 68- 73.
44. Sterba JA, France AP, Vokes DA *Horseback riding in children with cerebral palsy: effect on gross motor function*. Dev Med Child Neurol, 2002. **44**: p. 301- 308
45. Winchester P, Peters H, Sears N, Winkley T *The effect of therapeutic horseback riding on gross motor function and gait speed in children who are developmentally delayed*. Phys Occup Ther Pediatr, 2002. **22**: p. 37- 50.
46. McGibbon NH, Widener G, Cintas HL *Effect of an equine-movement program on gait, energy expenditure, and motor function in children with spastic cerebral palsy: a pilot study*. Dev Med Child Neurol, 1998. **40**: p. 754- 762.
47. MacPhail AHE, Golding J, Miller K, Mosier C, Zwiers T *Trunk postural reactions in children with and without cerebral palsy during therapeutic horseback riding*. Pediatric Physical Therapy, 1998. **10**: p. 143- 147.

48. Bertoti DB *Effect of therapeutic horseback riding on posture in children with cerebral palsy*. Phys Ther, 1988. **8**: p. 1505- 1512.
49. Potter JT, Nolt BH *Therapeutic horseback riding*. J Am Vet Assoc, 1994. **204**: p. 131- 134.
50. Heipertz W *Therapeutic Riding: Medicine, Education, Sports*. 1981: Ottawa: National Printers.
51. Freeman G *Therapeutic horseback riding*. Clin Manag, 1984. **4**: p. 21- 24
52. Cherng RJ, Leung HWC, Hwang AW *The effectiveness of therapeutic horseback riding in children with spastic cerebral palsy*. Adapt Phys Activ Quart, 2004. **21**: p. 103- 121.
53. Fox MV, Luttges MW *Pilot study of novel test instrumentation to evaluate therapeutic horseback riding*. Adapt Phys Activ Quart, 1984. **1**: p. 30- 36.
54. Bertoti DB *Effect of therapeutic horseback riding on extremity weight bearing in a child with hemiplegic cerebral palsy: A case report as an example of clinical research*. Pediatric Physical Therapy, 1991. **3**: p. 219-224.
55. Haehl V, Lewis C *Influence of hippotherapy on the kinematics and functional performance of two children with cerebral palsy*. Pediatric Physical Therapy, 1999. **11**: p. 89- 101.
56. Casady RL *The effect of hippotherapy on ten children with cerebral palsy*. Pediatric Physical Therapy, 2004. **16**: p. 165- 172.
57. Kelly M *Aquatic exercise for children with cerebral palsy*. Developmental Medicine & Child Neurology 2005. **47**: p. 838-842.
58. Manganotti P, Falso M, Milanese F, Fiaschi A *Evaluation of botulinum toxin therapy of spastic equinus in paediatric patients with cerebral palsy* J Rehabil Med, 2007. **39**: p. 115–120.
59. Falso M, Manganotti P *Pedobarometric evaluation of equinus foot disorder after injection of botulinum toxin A in children with cerebral palsy: a pilot study*. Developmental Medicine & Child Neurology, 2005. **47**: p. 396–402.
60. Park ES, Lee HJ, Cho YS *The effect of Electrical Stimulation in the Trunk Control in Yound Children with Spastic Diplegic Cerebral Palsy*. Korean Med Sci, 2001. **16**: p. 347-50.
61. Kahanovitz N, et al. *Normal trunk muscle strength and endurance in women and the effect of exercises and electrical stimulation*. Spine, 1987. **12**: p. 112-8.
62. Steinbok P, Kestle JRW *Therapeutic electrical stimulation following selective posterior rhizotomy in children with spastic diplegic cerebral palsy: a randomized clinical trial*. Dev Med Child Neurol, 1997. **39**: p. 515-20.
63. Walker J *Caring for Children with Cerebral Palsy: A Team Approach*. Paul H Brooks, 1998: p. 391–426.
64. Knutson L *Orthotic devices for ambulation in children with cerebral palsy and myelomeningocele*. Phys Ther, 1991. **71**: p. 947-960.
65. Baker MJ, Sparling J, et al. *Effects of ankle-foot orthoses on a sit-to-stand task in children with cerebral palsy*. Pediatr Phys Ther, 1993. **5**: p. 193.
66. Wilson H, Song K, et al. *Ankle-foot orthoses for preambulatory children with spastic diplegia*. J Pediatr Orthop, 1997. **14**: p. 370-376.

67. Embrey DG, Mott DH *Effects of neurodevelopmental treatment and orthoses during gait: a single-subject design*. Physical Therapy, 1990. **70**: p. 626–36.
68. Watt J, Harchman F A *prospective study of inhibitive casting as an adjunct to physiotherapy for cerebral-palsied children*. Developmental Medicine & Child Neurology, 1986. **28**: p. 480–8.
69. Mills VM *Electromyographic results of inhibitory splinting*. Physical Therapy 1984. **64**: p. 190-3.
70. Middleton EA, McIlwain JS *The role of rigid and polypropylene ankle-foot orthoses in the management of cerebral palsy: a case study*. Prosthetics and Orthotics International, 1988. **12**: p. 129-35.
71. Lough LM *The effects of fixed and hinged ankle foot orthoses in gait, myoelectric activity and standing joint alignment in children with cerebral palsy*. 1990.
72. Burtner PA *Stance balance control with orthoses in a group of children with spastic cerebral palsy*. Developmental Medicine & Child Neurology, 1999. **41**: p. 748-757.
73. Chung J, Lee C, Lee J, Rabbani Y, Roxborough L, et al. *Effectiveness of Adaptive Seating on Sitting Posture and Postural Control in Children with Cerebral Palsy* Pediatric Physical Therapy, 2008.
74. Mcnamara L *Seat inclinations affect the function of children with cerebral palsy: A review of the effect of different seat inclines* Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, November 2007 **2**(6): p. 309- 318.
75. Pope PM, Booth E *Postural control in sitting the SAM system: evaluation of use over three years*. Dev Med Child Neurol, 1994. **36**: p. 241- 252.
76. van der Heide J, Otten B, Stremmelaar E, Hadders-Algra M *Kinematic Characteristics of Postural Control during Reaching in Preterm Children with Cerebral Palsy*. Pediatric Research, 2005. **58**(3): p. 586- 593.
77. Hadders-Algra M, Fock JM, Stremmelaar E, van Eykern LA, Otten B *Effect of Seat Surface Inclination on Postural Control During Reaching in Preterm Children With Cerebral Palsy*. Physical Therapy 2007. **87**(7): p. 861- 871.
78. Holmes KJ, Thorpe SL, et al. *Management of scoliosis with special seating for the non-ambulant spastic cerebral palsy population—a biomechanical study*. Clin Biomech, 2003. **18**: p. 480- 487.
79. Myhr U *Reducing spasticity and enhancing postural control for the creation of a functional sitting position in children with cerebral palsy: a pilot study*. Physiother Theory Pract, 1990. **6**: p. 65- 76.
80. Hadders-Algra M, Fock JM, Stremmelaar E, van Eykern LA, Otten B *Effect of Seat Surface Inclination on Postural Control During Reaching in Preterm Children With Cerebral Palsy*. Physical Therapy, 2007. **87**(7): p. 861- 871.
81. Footer CB *The Effects of Therapeutic Taping on Gross Motor Function in Children with Cerebral Palsy*. Pediatric Physical Therapy, 2006.

Bijlage 1: Scoringslijsten

Item	Ja	Nee
1. Is er een duidelijke doelstelling geformuleerd?		
2. Is er een duidelijke inleiding?		
3. Wordt in de tekst gerefereerd aan andere literatuur?		
4. Is de zoekactie adequaat uitgevoerd?		
5. Zijn de literatuurstudies beschreven?		
6. Zijn er duidelijke criteria voor inclusie/exclusie van de literatuur?		
7. Is gemeld op welke basis de literatuur gewogen is?		
8. Is de reviewprocedure helder expliciet en helder verwoord.		
9. Zijn de artikelen duidelijk samengevat?		
10. Worden de resultaten uit de artikelen helder weergegeven?		
11. Is er een conclusie aanwezig?		
12. Zijn de conclusies te herleiden uit de literatuur?		
13. Wordt de doelstelling bereikt?		

Tabel 1: Scoringslijst narrative review [19]

Item	Ja	Nee
1. Is de onderzoeksvraagstelling duidelijk geformuleerd? (wat, bij wie, hoe en wanneer)		
2. Is een METC weergegeven?		
3. Zijn de proefpersonen beschreven?		
4. Zijn de proefpersonen aan het begin van de trial vergelijkbaar?		
5. Zijn de in- en exclusiecriteria van de proefpersonen duidelijk weergegeven?		
6. Zijn de proefpersonen geblindeerd?		
7. Zijn de proefpersonen gerandomiseerd?		
8. Zijn uitvallers gemeld?		
9. Zijn er uitvallers?		
10. Worden de taken/handelingen binnen het onderzoek duidelijk weergegeven (is het onderzoek reproduceerbaar)?		
11. Zijn de taken gerandomiseerd in volgorde?		
12. Zijn er meetinstrumenten gebruikt?		
13. Wordt de validiteit van de meetinstrumenten weergegeven?		
14. Zijn de taken meermaals afgenomen?		
15. Is de beoordelaar geblindeerd?		
16. Is er een conclusie aanwezig?		
17. Wordt de vraagstelling duidelijk beantwoord?		

Tabel 2: Scoringslijst longitudinaal onderzoek [19]

Item	Ja	Nee
1. Is de onderzoeksvraagstelling duidelijk geformuleerd? (wat, bij wie, hoe en wanneer)		
2. Is een METC weergegeven?		
3. Zijn de proefpersonen beschreven?		
4. Zijn de proefpersonen aan het begin van de trial vergelijkbaar?		
5. Zijn de in- en exclusiecriteria van de proefpersonen duidelijk weergegeven?		
6. Zijn de proefpersonen geblindeerd?		
7. Zijn de proefpersonen gerandomiseerd?		
8. Zijn uitvallers gemeld?		
9. Zijn er uitvallers?		
10. Is het onderzoek reproduceerbaar?		
11. Zijn de taken gerandomiseerd in volgorde?		
12. Zijn er meetinstrumenten gebruikt?		
13. Zijn de meetinstrumenten geijkt?		
14. Wordt de validiteit van de meetinstrumenten weergegeven?		
15. Is de beoordelaar geblindeerd?		
16. Is er een conclusie aanwezig?		
17. Wordt de vraagstelling duidelijk beantwoord?		

Tabel 3: Scoringslijst klinimetrisch onderzoek van een meetinstrument [19]

Bijlage 2: Gescoorde artikelen

1. Brogren E, Forssberg H, et al
Influence of two different sitting positions on postural adjustments in children with spastic diplegia
2. Burtner PA, Woollacott MH, et al
Stance balance control with orthoses in a group of children with spastic cerebral palsy
3. Burtner PA, Woollacott MH, et al
The capacity to adapt to changing balance threats: A comparison of children with cerebral palsy and typically developing children
4. Carlberg EB and Hadders-Algra M
Postural dysfunction in children with cerebral palsy: Some implications therapeutic guidance
5. Chung J, Evans J, et al
Effectiveness of adaptive seating on sitting posture and postural control in children with cerebral palsy
6. Donker SF, Ledebt A, et al
Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children
7. Fallang B, Øien I, et al
Quality of reaching and postural control in young preterm infants is related to neuromotor outcome at 6 years
8. Falso M, Fiaschi A, et al
Evaluation of Botulinum toxin therapy of spastic equinus in paediatric patients with cerebral palsy
9. Falso M, Fiaschi A, et al
Pedobarometric evaluation of equinus foot disorder after injection of botulinum toxin A in children with cerebral palsy
10. Ferdjallah M, Harris GF, et al
Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy
11. Footer CB
The effects of therapeutic taping on gross motor function in children with cerebral palsy
12. de Graaf- Peters VB, Blauw- Hospers CH, et al
Development of postural control in typically developing children and children with cerebral palsy: Possibilities for intervention?
13. van der Heide JC, Begeer C, et al
Postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy
14. van der Heide JC, Fock JM, et al
Kinematic characteristics of postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy
15. van der Heide JC, Hadders-Algra M
Postural muscle dyscoordination in children with cerebral palsy

16. Hadders-Algra M, van der Fits IBM, et al
Development of postural adjustments during reaching in infants with CP
17. Hadders-Algra M, van der Heide JC, et al
Effect of seat surface inclination on postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy
18. Harris SR and Roxborough L
Efficacy and effectiveness of physical therapy in enhancing postural control in children with cerebral palsy
19. Hatta T, Nishimura S, et al
Evaluating the relationships between the postural adaptation of patients with profound cerebral palsy and the configuration of the seating buggy's seating support surface
20. Hsue BJ, Miller F, et al
The dynamic balance of the children with cerebral palsy and typical developing during gait. Part I: Spatial relationship between COM and COP trajectories
21. Hsue BH, Miller F, et al
The dynamic balance of the children with cerebral palsy and typical developing during gait Part II: Instantaneous velocity and acceleration of COM and COP and their relationship
22. Katz-Leurer M, Rotem H, et al
Balance abilities and gait characteristics in post-traumatic brain injury, cerebral palsy and typically developed children
23. Kelly M, Darrah J, et al
Aquatic exercise for children with cerebral palsy
24. Khan MA
Outcome of single-event multilevel surgery in untreated cerebral palsy in a developing country
25. Kott KM, Held SL, et al
Effects of orthoses on upright functional skills of children and adolescents with cerebral palsy
26. Kuczynski M, Slonka K
Influence of artificial saddle riding on postural stability in children with cerebral palsy
27. Lacoste M, Therrien M, et al
Stability of children with cerebral palsy in their wheelchair seating: perceptions of parents and therapists
28. Liao HF, Mao PJ, et al
Test-retest reliability of balance tests in children with cerebral palsy
29. Liao SF, Yang TF, et al
Differences in seated postural control in children with spastic cerebral palsy and children who are typically developing
30. Mattern- Baxter K
Effects of partial body weight supported treadmill training on children with cerebral palsy

31. McNamara L, Casey J, et al
Seat inclinations affect the function of children with cerebral palsy: A review of the effect of different seat inclines
32. Näslund A, Sundelin G, et al
Reach performance and postural adjustments during standing in children with severe spastic diplegia using dynamic ankle-foot
33. Park ES, Park CI, et al
The effect of electrical stimulation on the trunk control in young children with spastic diplegia cerebral palsy
34. Porro G, van der Linden D, et al
Role of visual dysfunction in postural control in children with cerebral palsy
35. Porter D, Michael S, et al
Is there a relationship between preferred posture and positioning in early life and the direction of subsequent asymmetrical postural deformity in non ambulant people with cerebral palsy?
36. Radell U, Tillberg E, et al
Postnatal cerebral infection leading to hemiplegic cerebral palsy: Functional limitations and disability of 13 children in Sweden
37. Reilly DS, Woollacott MH, et al
The interaction between executive attention and postural control in dual-task conditions: children with cerebral palsy
38. Rigby PJ, Ryan SE, et al
Effect of adaptive seating devices on the activity performance of children with cerebral palsy
39. Roncesvalles MN, Woollacott WM, et al
Neural factors underlying reduced postural adaptability in children with cerebral palsy
40. Rose J, Wolff DR, et al
Postural balance in children with cerebral palsy
41. Shumway-Cook A, Hutchinson S, et al
Effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral palsy
42. Sterba JA
Does horseback riding therapy or therapist-directed hippotherapy rehabilitate children with cerebral palsy?
43. Vekerd Z
Management of seating posture of children with cerebral palsy by using thoracic-lumbar-sacral orthosis with non-rigid SIDO® frame
44. Wen-Yu L, Zaino CA, et al
Anticipatory postural adjustments in children with cerebral palsy and children with typical development
45. Woollacott M, Shumway-Cook A, et al
Effect of balance training on muscle activity used in recovery of stability in children with cerebral palsy

46. Woollacott MH and Shumway-Cook A

Postural dysfunction during standing and walking in children with cerebral palsy: what are the underlying problems and what new therapies might improve balance?