

University of Groningen

Adaptive seating and adaptive riding in children with cerebral palsy

Angsupaisal, Mattana

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2019

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Angsupaisal, M. (2019). *Adaptive seating and adaptive riding in children with cerebral palsy: In children with cerebral palsy*. [Groningen]: Rijksuniversiteit Groningen.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Chapter 7

Summary

Nederlandse samenvatting

Summary

Physiotherapeutic interventions in children with cerebral palsy (CP) are generally focusing on the child's functioning and his/her ability to perform activities in daily life. Children with CP perform many daily activities in the sitting position, such as goal directed reaching while eating and playing, or during school tasks. This functional activity largely depends on the ability to control posture, balance, and arm and hand motor skills. Thus, many interventions aim to enhance the child's postural control and upper extremity function. The need of children with CP to improve mobility has led to the development of seating interventions and the adaptive riding intervention, with the idea that these interventions would result in better postural control and therewith in better everyday arm and hand skills. However, little is known about the effectiveness of adaptive seating and adaptive riding therapy. Therefore, this thesis addressed the effect of adaptive seating and adaptive riding, with the aim to evaluate the effects of these interventions on postural control and quality of upper extremity function. When possible the effects across all the components of the International Classification of Functioning, Disability and Health, Children & Youth version (ICF-CY: Body Functions and Structures, Activities, and Participation) were taken into account. Realizing that children with CP form a heterogeneous group, this thesis addresses the effect of postural intervention separately for children functioning at Gross Motor Function Classification System (GMFCS) levels I-III (mild to moderate CP) and children functioning at GMFCS levels IV-V (severe CP).

In **chapter 2** and **3**, we evaluated in an observational, repeated-measures design study the effect of 15-degrees forward-tilted (FW) seating, foot-support and the type and severity of CP on the kinematics of head stability and reaching, and on postural muscle coordination during sitting while reaching. Participants were 19 school-age children (6–12 years) with spastic CP (ten with unilateral spastic CP (US-CP); nine with bilateral spastic CP (BS-CP); GMFCS levels I-III). Children's reaching while sitting was assessed in one session in four seating conditions (FW or horizontal seat surface; with or without foot-support), applied in randomized order. The assessments consisted of a simultaneous recording of the kinematics of the head and the reaching arm, and surface electromyograms (EMG) of neck, trunk and arm muscles. In addition, the clinical condition of the child was measured with the Gross Motor Function Measure (GMFM-88) and spasticity with the modified Tardieu scale.

Chapter 2 addressed the question of the effect of FW-tilting and especially foot-support on the kinematics of head stability in space and the kinematic quality of the reaching movement. The study showed that seating conditions did not affect head stability but did affect the kinemat-

ic quality of reaching. In children with US-CP, FW-tilting was associated with reaching movements that consisted of less so-called movement-units (MUs), more often consisted of 1 MU, and had a larger transport MU; in the BS-CP group the horizontal sitting condition was associated with such an effect. The effect on the MUs suggest that the children in the optimal sitting condition needed less feedback control, as the number of MUs reflect the number of movement corrections needed to accomplish the movement. The foot-support had only a minor effect on the kinematics of reaching. The severity of CP did not affect the results. Thus, the study indicated that the best seating condition in children with US-CP differed from that in children with BS-CP: in children with US-CP the FW-tilted seat surface was associated with better reaching, in the children with BS-CP the horizontal seat surface.

Chapter 3 addressed the question of the effect of FW-tilting and foot-support on postural muscle coordination. In the organization of muscular postural adjustments two functional levels can be distinguished. The first level consists of direction-specificity, i.e. when the body sways forward, like during reaching, the dorsal muscles of the body are primarily activated; whereas during a backward body sway the ventral muscles are recruited first. The second level of control is involved with the fine-tuning of the direction-specific adjustments to the specifics of the situation, for instance, by altering muscle recruitment order or by modulating the degree of postural muscle contraction (reflected in the EMG-amplitude). The latter is the most subtle form of fine-tuning of postural muscle activity. We hypothesized that FW-tilting and foot-support would improve postural EMG-activity and that the potential effect of additional foot-support was best expressed in the child's ability to modulate EMG-amplitudes at baseline (the tonic background activity of postural muscles) and during reaching. We also addressed the child's ability to modulate EMG-amplitudes to kinematic characteristics of reaching and head stability. The study showed that FW-tilting had no effect on postural EMG-activity. However, foot-support was associated with increased baseline EMG-amplitudes and decreased phasic EMG-amplitudes of the trunk extensors in children with US-CP and BS-CP. The former effect was associated with better kinematics of reaching. The severity of CP did not affect the results.

On the basis of the findings of **Chapter 2** and **3**, we concluded that optimal seating for children with US-CP (GMFCS levels I-III) consists of FW-tilting with foot-support, that for children with BS-CP (GMFCS levels I-III) of a horizontal seat surface with foot-support. The optimal seating condition was associated with least feedback corrections. This may imply a shift from less feedback control to more feed-forward control. This in turn may mean that the child with CP does not need to spend much attention and cerebral effort for the reaching itself but can devote more attention and cerebral effort to the environmental context, including its cognitive and language and interactive aspects.

In children with severe CP (GMFCS levels IV-V), adaptive seating is part of their postural management programme. In the model of the ICF-CY, intervention with an 'adaptive seating system' (AdSS) is viewed as the immediate environment of a child. This means that an AdSS may act as a facilitator of change in function across all components of the ICF-CY.

In **Chapter 4** we systematically reviewed the effect of AdSSs in young people with severe CP, aged less than 19 years. Attention was paid to child-related outcomes across all the domains of the ICF-CY and taking into account the methodological quality of studies reviewed. For the

latter, a triple methodological assessment was used: the Sackett Levels of Evidence, the American Academy for Cerebral palsy and Developmental Medicine (AAPDM) criteria, and the Mallen criteria. Searching and reviewing the literature from 1975 to 2014 revealed that the nine best studies had a low level of evidence (Sackett's level IV) and had a moderate and varied methodological quality. The outcomes reported in these nine best studies were divided into three categories: postural function, upper extremity function, and additional outcomes in terms of activity and participation. The results suggested that most studies addressed outcomes in terms of postural control (Body Functions and Structures level of the ICF-CY). The limited evidence suggested that AdSSs that include trunk and hip support devices may improve postural control, and that this also may have some effect on upper extremity function. In addition, the limited evidence suggested that special-purpose AdSSs may improve the child's participation by enhancing self-care and play behaviour at home. It should be realized however that the systematic review did not allow for robust conclusions. Yet, we learned from the limited evidence of the review that it is possible that AdSSs may be able to improve Activity and Participation at home of children with severe CP. Therefore, studies of high methodological quality addressing the effect of AdSSs on Activity and Participation in these children are urgently needed. Thus, we provided suggestions for future research.

Chapter 5 addresses the effect of a specific form of postural training, i.e. horseback riding therapy in children with CP. Nowadays, two popular forms of the horseback-assisted activity intervention are used: (1) hippotherapy; in this one-to-one therapy of a therapist and a child the movements of the horse form the therapy, and (2) adaptive riding; this consists of recreational horseback riding lessons provided as a group-training. The latter form may facilitate more than individual therapy the child's capacities to participate in everyday life and social activities. It is, however, debated whether horseback-assisted activity interventions do improve postural control and gross motor development. Therefore, we first designed our own variant of horseback-assisted activity intervention, i.e. the 'therapist designed adaptive riding (TDAR)'. TDAR is a group-based horseback-riding activity that involves minimal hand-on guidance and maximal self-practice of children in the context of activity-focused intervention. Next, we carried out a feasibility study on the potential effects of TDAR in six children with BS-CP, GMFCS level III (one girl, five boys; 6–12 years). In the feasibility study (pre-post group design with two baseline measurements), we aimed not only to evaluate the feasibility of the complex study design, but also to address the effect of TDAR on the child's gross motor function and its potential working mechanisms in terms of postural control. We hypothesized that 6 weeks of TDAR would result in a change of scores in the GMFM-88 in the dimensions D (standing) and E (walking, running and jumping). These changes were hypothesized to exceed the minimal clinically important differences (MCIDs). The TDAR included an integrated program of postural challenge exercises (2x per week for 1 hour; total 6 weeks at rehabilitation horseback riding arena). The complex protocol included GMFM-88 and EMG-recording of postural muscle activity during reaching while sitting on a horizontal surface without arm and foot support (EMG only during the second baseline measurement, i.e. immediately before TDAR intervention and after the TDAR intervention). Our results indicated that the TDAR intervention and its evaluation was feasible, notwithstanding its complexity. All children were enthusiastic and fully engaged in the TDAR program.

Moreover, we found fascinating positive effects of the TDAR intervention. The change scores in the GMFM-88 exceeded the MCIDs in all children, indicating that the effect was clinically meaningful. In addition, we noticed that in five out of the six children the stereotyped top-down recruitment of the postural muscles – which is a characteristic postural impairment in children with CP – decreased. TDAR intervention was not associated with changes in parameters of self-esteem and function in daily life. In conclusion, **chapter 5** indicated that the design of the TDAR study was feasible. In addition, the results suggested that 6-weeks of TDAR-intervention may improve gross motor function and may reduce stereotyped postural adjustments in school-age children with CP, who had difficulty in sitting control. The limited group size and the absence of a control group precludes firm conclusions, but the intriguing results beg for replication in a well-powered randomized controlled trial study.

Concluding remarks

This thesis suggests that in children with spastic CP functioning at GMFCS levels I-III two forms of postural interventions, i.e., specific forms of adaptive seating and adaptive riding, may improve children's functioning, and enhance their postural control during sitting while performing goal directed reaching.

- In children with US-CP, GMFCS levels I-III, FW-tilting with foot-support is associated with better reaching performance; in children with BS-CP, GMFCS levels I-III, a horizontal seat surface with foot-support is associated with better reaching.
- The feasibility study on TDAR intervention in children with BS-CP, GMFCS level III, suggested not only that TDAR intervention and the complex evaluation protocol were feasible, but also that 6 weeks of TDAR may be associated with improved gross motor function and postural adjustments

Our systematic review on the effect of AdSS in children with severe CP (GMFCS levels IV-V) revealed that the nine best studies available had a low level of evidence. Most promising seems to be AdSSs consisting of a combination of trunk and hip support which may be associated with better postural control and – in turn – better upper extremity activity. This type of AdSS may also be provided as a special purpose AdSS, that may have the potential to improve children's activities and participation. It should be realized that the low level of evidence of the available studies precluded firm conclusions. This implies that additional research in this area is urgently needed.

Nederlandse samenvatting

Kinderfysiotherapeutische interventies bij kinderen met cerebrale parese (CP) richten zich vooral op het functioneren van het kind in het leven van alledag. Kinderen met CP voeren veel dagelijkse activiteiten, zoals eten, spelen en schoolse activiteiten, uit in zittende houding. Het uitvoeren van deze activiteiten is sterk afhankelijk van het vermogen om houding, balans en arm- en handfuncties te reguleren. Daarom richten veel interventies zich op het verbeteren van de houdingsregulatie en de arm-hand functie van deze kinderen. Dit leidde onder andere tot de ontwikkeling van zithulpmiddelen en therapeutisch paardrijden. De achterliggende gedachte bij deze interventies is dat zij zouden kunnen leiden tot een betere houdingsregulatie en daarmee tot betere arm-hand functie. Echter, de kennis over de effectiviteit van zithulpmiddelen en therapeutisch paardrijden bij kinderen met CP is beperkt. Daarom behandelt dit proefschrift het effect van zithulpmiddelen en therapeutisch paardrijden op de houdingsregulatie en arm-hand functie van kinderen met CP. Indien mogelijk worden de effecten besproken in alle componenten van functie, zoals beschreven in de *International Classification of Functioning, Disability and Health, Children & Youth version (ICF-CY: Body Functions and Structures, Activities, and Participation)*. Omdat de kinderen met CP een heterogene groep vormen, worden de effecten van houdingsinterventie in twee afzonderlijke groepen bestudeerd, namelijk in de groep van kinderen met lichte tot matig ernstige CP (functionerend op *Gross Motor Function Classification System (GMFCS)* niveau I-III) en in de groep van kinderen met ernstige CP (GMFCS niveau IV-V).

In de **hoofdstukken 2 en 3** werd m.b.v. een observationele studie met een herhaalde-metingen design, het effect geëvalueerd van het 15-graden naar voren kantelen van het zitvlak, voetensteun, en het type en de ernst van CP op kinematische parameters van hoofdstabiliteit en reikbewegingen, en houdingsspiercoördinatie tijdens reiken in zithouding. Negentien kinderen met spastische CP namen deel; zij waren 6 tot 12 jaar oud. Tien van hen hadden unilaterale spastische CP (US-CP), negen bilaterale spastische CP (BS-CP). Alle kinderen functioneerden op GMFCS niveau I-III. Het reiken van de zittende kinderen werd in één onderzoekssessie in vier zitcondities getest (naar voren gekanteld en horizontaal zitvlak; met en zonder voetensteun); deze condities werden in een gerandomiseerde volgorde toegepast. Tijdens het reiken werden simultaan de volgende signalen gemeten: de kinematische signalen van het hoofd en de reikende arm, en oppervlakte electromyogrammen (EMG) van nek-, romp-, en armspieren. Daarnaast werd de klinische conditie van het kind vastgelegd m.b.v. de *Gross Motor Function Measure (GMFM-88)* en de spasticiteitsmeting van Tardieu.

Hoofdstuk 2 behandelt de vraag naar het effect van een naar voren gekanteld zitvlak al of niet in combinatie met voetensteun op de kinematische parameters van het hoofd en de reikende arm. Het onderzoek toonde aan dat de zitcondities geen effect hadden op de kinematisch gemeten stabiliteit van het hoofd in de ruimte. Zij hadden echter wel effect op de kinematische kwaliteit van het reiken. Bij de kinderen met US-CP, was het naar voren gekantelde zitvlak geassocieerd met reikbewegingen die minder zogeheten *movement-units* (MUs) bevatten, vaker uit 1 MU bestonden, en een grotere transport MU hadden; bij de kinderen met BS-CP had een horizontaal zitvlak een soortgelijk effect. Het effect op de MUs suggereert dat de kinderen in de optimale zitconditie minder feedback controle nodig hadden, aangezien het aantal Mus het aantal bewegingscorrecties weerspiegelt. Voetensteun had slechts een klein effect op het reiken. De ernst van de CP beïnvloedde de effecten van de zitcondities niet. Een en ander impliceert, dat het onderzoek aangeeft dat de beste zitcondities voor kinderen met US-CP en BS-CP van elkaar verschillen. Bij kinderen met US-CP is het naar voren gekantelde zitvlak geassocieerd met beter reiken, bij kinderen met BS-CP het horizontale zitvlak.

Hoofdstuk 3 behandelt de vraag over het effect van een naar voren gekanteld zitvlak al of niet met voetensteun op de coördinatie van de houdingsspieractiviteit. In de organisatie van de houdingsspieractiviteit worden twee niveaus onderscheiden. Het eerste niveau bestaat uit de zogeheten richtingsspecificiteit. Dit houdt in dat bij een voorwaartse beweging van het lichaam, zoals voorkomt bij reiken, primair de dorsale spieren worden geactiveerd. Bij een beweging van het lichaam naar achteren worden de ventrale spieren juist primair geactiveerd. Op het tweede organisatieniveau wordt de richtingsspecifieke houdingsactiviteit aangepast aan de specifieke kenmerken van de situatie. Dit aanpassen kan bijvoorbeeld bestaan uit het veranderen van de rekruteringsvolgorde of het aanpassen van de mate van contractie van de richtingsspecifieke spieren. Het aanpassen van de mate van contractie van de houdingspijeren (weerspiegeld in de amplitude van het EMG) is de meest subtiele manier van aanpassing van houdingsspieractiviteit. De hypothese was dat een naar voren gekanteld zitvlak en de voetensteun de houdingsspieractiviteit zou verbeteren. Dit zou zich vooral manifesteren in het vermogen om de mate van contractie van de houdingspijeren aan te passen, zowel vooraf aan het reiken (de tonische achtergrond activiteit in de spieren) als tijdens het reiken. Speciale aandacht werd besteed aan de mogelijkheid om de EMG-amplitude aan te passen aan de kinematische kenmerken van de hoofdstabiliteit en de reikbeweging. Het onderzoek toonde aan dat een naar voren gekanteld zitvlak geen effect had op de houdingsspieractiviteit. Echter voetensteun had wel een effect: het was geassocieerd met een hogere tonische (achtergronds)activiteit en een lagere EMG-amplitude tijdens het reiken in de rompspijeren. Dit was het geval voor de beide groepen kinderen (US-CP en BS-CP). De hogere tonische activiteit in de rompspijeren was op zijn beurt geassocieerd met een betere kinematische kwaliteit van het reiken. De ernst van de CP beïnvloedde het effect van de zitcondities niet.

Op basis van de bevindingen van de **hoofdstukken 2 en 3**, concludeerden we dat de optimale zitconditie voor kinderen met US-CP (GMFCS niveau I-III) bestaat uit een naar voren gekanteld zitvlak in combinatie met voetensteun; die voor kinderen met BS-CP (GMFCS niveau I-III) bestaat uit een horizontaal zitvlak met voetensteun. Deze zitcondities waren geassocieerd met het kleinste aantal feedbackcorrecties. Dit suggereert een verschuiving van *feedback* naar

feedforward controle, hetgeen zou kunnen impliceren dat het kind minder aandacht en cerebrale energie hoeft te besteden aan het reiken zelf, waardoor er meer aandacht overblijft voor de context, inclusief de cognitieve, talige en interactieve aspecten van de reiktaak.

Bij kinderen met ernstige CP (GMFCS niveau IV-V) vormen zithulpmiddelen een vast onderdeel van hun interventieprogramma ter ondersteuning van de houding. In het raamwerk van de ICF-CY behoren zithulpmiddelen tot de onmiddellijke omgeving van het kind. Dit impliceert dat zithulpmiddelen het functioneren van het kind in alle componenten van de ICF-CY gunstig zouden kunnen beïnvloeden.

Hoofdstuk 4 bestaat uit een systematische literatuur review over het effect van zithulpmiddelen bij jonge mensen met CP jonger dan 19 jaar. Hierbij werd gekeken naar het effect van de zitvoorziening op het functioneren van het kind in alle componenten van de ICF-CY. Speciale aandacht werd besteed aan de methodologische kwaliteit van de studies. De methodologische kwaliteit werd op drie manieren beoordeeld: m.b.v. de *Sackett Levels of Evidence*, de criteria van de *American Academy for Cerebral palsy and Developmental Medicine*, en de criteria van Mallen. De review van de literatuur (gepubliceerd in 1975–2014) gaf aan dat de negen beste studies een laag niveau van evidentie verschaften (Sackett's level IV), en een gevarieerde en matige methodologische kwaliteit hadden. De functionele uitkomsten voor het kind van deze negen studies werden in drie categorieën ondergebracht: houding, functioneren van de bovenste extremiteit, en overige uitkomsten in termen van activiteiten en participatie. De resultaten gaven aan dat de meeste studies aandacht besteed hadden aan de houding van het kind (ICF-CY: functies en anatomische eigenschappen). De zeer beperkte evidentie gaf aan dat zitvoorzieningen die gebruik maken van zowel romp- als heupondersteuning mogelijk geassocieerd zouden kunnen zijn met verbeterde houdingsregulatie, en – daardoor – wellicht een betere arm-hand functie. De zeer beperkte evidentie suggereerde ook dat zithulpmiddelen gemaakt voor een specifiek doel (bijvoorbeeld een zitje om in te spelen of een zitje voor toiletgebruik) zouden kunnen leiden tot een betere participatie van het kind. Het is echter belangrijk om te beseffen dat er op basis van de systematische review geen conclusies kunnen worden getrokken. Desalniettemin, geeft de review aan dat het mogelijk zou kunnen zijn dat zithulpmiddelen de activiteiten en participatie van kinderen met ernstige CP zouden kunnen verbeteren. Dit zou in de nabije toekomst in onderzoeken met een goed methodologische kwaliteit onderzocht moeten worden. Hoofdstuk 4 sluit af met aanbevelingen voor dergelijk onderzoek.

Hoofdstuk 5 behandelt het effect van een specifieke vorm van houdingstraining, nl. therapeutisch paardrijden, bij kinderen met CP. In de literatuur worden twee vormen van therapeutisch paardrijden beschreven: (1) hippotherapie, waarbij één fysiotherapeut(e) één paardrijdend kind begeleidt; en (2) adaptief rijden, dat bestaat uit recreatieve paardrijlessen, die als groepsstraining worden verstrekt. De laatste vorm van therapeutisch paardrijden zou de capaciteiten van het kind om te participeren in het dagelijkse leven sterker kunnen beïnvloeden dan de individuele hippotherapie. In de wetenschappelijke literatuur bestaat echter geen consensus over de effectiviteit van therapeutisch paardrijden om de houdingsregulatie en de grove motoriek te verbeteren. Daarom hebben we eerst een eigen variant van therapeutisch paardrijden ontwikkeld, de zogeheten '*therapist designed adaptive riding* (TDAR): TDAR bestaat uit paardrijden in groepsverband, waarbij de fysieke ondersteuning van de kinderen door een begeleider mini-

maal is en het kind uitgedaagd wordt tot het uitvoeren van steeds complexere handelingen op en met het paard. Daarna voerden we een haalbaarheidsonderzoek uit over het potentiële effect van TDAR in zes kinderen met BS-CP, functionerend op GMFCS niveau III (1 meisje, 5 jongens, 6–12 jaar). In het haalbaarheidsonderzoek (met twee basismetingen en één post-interventiemeting) wilden we niet alleen de praktische uitvoerbaarheid van het complexe onderzoeksdesign testen, maar beoogden we ook het effect van TDAR op de grove motoriek van het kind te evalueren en de mogelijke werkingsmechanismen in termen van houdingsregulatie. De hypothese was dat 6 weken TDAR interventie verbonden zou zijn met een verandering in de scores van de GMFM-88 in de dimensies D (staan) en E (lopen, rennen en springen), die groter zou zijn dan de zogeheten *minimal clinically important differences* (MCIDs). De TDAR interventie omvatte een geïntegreerd programma van uitdagende houdingsoefeningen, en werd 2x per week gedurende een uur, in zes achtereenvolgende weken in de manege van een revalidatiecentrum toegepast. Het complexe evaluatieprotocol omvatte o.a. de GMFM-88 en een oppervlakte EMG-meting van houdingsspieren tijdens reiken in zittende houding (op een horizontaal zitvlak zonder voetensteun). De EMG-metingen werden alleen direct voor en direct na de TDAR interventie uitgevoerd. De resultaten gaven aan dat zowel de TDAR interventie, als het studieprotocol goed uitvoerbaar waren. De kinderen vonden de TDAR erg leuk. Bovendien vonden we fascinerende positieve effecten van de TDAR interventie. De veranderingen in de GMFM tijdens TDAR overtroffen de MCIDs, hetgeen aangeeft dat het om een klinisch relevant effect gaat. Daarnaast vonden we dat in vijf van de zes kinderen de frequentie van stereotype *top-down* rekrutering van de houdingsspieren – een kenmerkende stoornis in de houdingsregulatie van kinderen met CP – duidelijk afnam. De TDAR interventie was niet geassocieerd met significante veranderingen in parameters van zelfwaardering en functioneren in het dagelijkse leven. Concluderend, het onderzoek van **hoofdstuk 5** geeft aan dat het design van de TDAR studie haalbaar was. Daarnaast suggereren de resultaten van dit onderzoek dat een 6 weken durende TDAR interventie de grove motoriek en de houdingsregulatie van schoolleeftijd kinderen met CP zou kunnen verbeteren. De beperkte groepsgrootte en de afwezigheid van een controlegroep maken echte conclusies echter onmogelijk. De intrigerende resultaten vragen echter om een herhaling van het onderzoek in een randomized controlled trial met voldoende statistische power.

Conclusies

De uitkomsten van dit proefschrift suggereren dat in kinderen met spastische CP, functionerend op GMFCS niveau I-III twee vormen van houdingsinterventie, d.w.z. specifieke zithulpmiddelen en een specifieke vorm van therapeutisch paardrijden, het functioneren van deze kinderen kunnen verbeteren. Het gaat hierbij dan vooral om het verbeteren van de houdingsregulatie tijdens reiken in zittende houding en het reiken zelf.

- Bij kinderen met US-CP, GMFCS niveau I-III, is een naar voren gekanteld zitvlak met voetensteun geassocieerd met een betere kinematische kwaliteit van de reikbeweging; bij kinderen met BS-CP, GMFCS niveau I-III, is juist een horizontaal zitvlak met voetensteun geassocieerd met betere reikbewegingen.

- Het haalbaarheidsonderzoek over *therapist designed adaptive riding* liet niet alleen zien dat deze interventie en het complexe onderzoeksprotocol van deze studie goed uitvoerbaar zijn, maar suggereerde ook dat 6 weken TDAR interventie geassocieerd zou kunnen zijn met een verbetering van de grove motoriek en houdingsregulatie bij kinderen met spastische CP, functionerend op GMFCS niveau III.

De systematische review over het effect van zithulpmiddelen in kinderen met ernstige CP (GMFCS niveau IV-V) liet zien dat de negen studies die het best waren uitgevoerd, een laag niveau van evidentie hadden. Deze negen studies gaven aan dat de meest belovende zithulpmiddelen bestaan uit voorzieningen die zowel de romp als de heupen ondersteunen; deze ondersteuning zou kunnen leiden tot betere houdingsregulatie en daarmee tot betere arm-hand functie. Dit type ondersteuning kan ook verwerkt worden in specifieke zitvoorzieningen, zoals een speelzitje of een toiletzitje; dit soort voorzieningen hebben de potentie om de activiteiten en de participatie van kinderen met ernstige CP te bevorderen. Echter, het lage niveau van evidentie van de studies van de review maken het trekken van echte conclusies onmogelijk. Dit betekent dat aanvullend onderzoek naar het effect van zithulpmiddelen bij kinderen met ernstige CP dringend gewenst is.

Acknowledgements

First, I would like to express my special gratitude to all children and their families who participated in the SEAT-CP project and the TDAR-horseback riding project in the Netherlands. With their kind willingness to join the research projects, we can achieve our research protocol and action plan. For this, I am very grateful.

In July 2010, I was literally so brave but nervous to email Prof. dr. Mijna Hadders-Algra – Professor of Developmental Neurology at UMCG, whom I followed and read her research work since I was a master student at University College London, the UK. I was very thrilled when she kindly answered my emails. In April 2011, my Ph.D. proposal was accepted and Mijna agreed to be my Ph.D. supervisor and then my Ph.D. study program in the Netherlands was set up. This was the start of my Ph.D. metamorphosis, since September 2011 at the Institute of Developmental Neurology at the Beatrix Children's Hospital of the UMCG. Dear Mijna, I am deeply grateful to your kindest heart to guide me in writing a proposal for Ph.D. study, conducting research, and how to write effective research articles. Honestly, thorough research, thoughtful organization, and presentation in an international conference such as EACD, and attention to detail in my Ph.D. developmental timeline are so difficult for me. Nevertheless, Mijna has coached me very patiently and kindly. Dear Mijna, you are a great mentor and always have time for students to discuss. Especially, you encourage me to learn a lot of new skills. My appreciation wholeheartedly extends to our discussion time about life, family, music, poetry, and work-life balance. This in turns makes me grow up little by little every day. Thank you very much, Mijna.

Importantly, I truly appreciate the Naresuan University Thailand and Prof. dr. Sujin Jinahyon, the University President in the year 2011 for granting me this worthwhile Ph.D. scholarship.

I also would like to express my deep gratitude to Dr. Sacha la Bastide-van Gemert, my co-promotor, the professor of the Department of Epidemiology, UMCG. Dr. Sacha's thorough review, kind suggestions and productive discussion regarding medical statistics are of great value to me, for the improvement of my research. The MIXED-effects models are very new for my statistic perspectives. Dear Sacha, I am grateful for your guidance to improve my skill. Along with helpful feedback from Mijna and Sacha, I want to acknowledge the contribution of our mentor authors in the SEAT-CP and Horseback riding research: Linze-Jaap Dijkstra, Dr. Jessika F. van Hoorn, Dr. Karine Burger, Heleen Reinders-Messelink, Marja Meinsma, and Dr. Carel G.B. Maathuis. All their thorough review, helpful suggestions, and kind support through sometimes difficult revisions were of great value to me and to my learning process in publication work.

Next, I express my true gratitude to the Ph.D. committee members: Prof. dr. P.U. Dijkstra, Prof. dr. M.W.G. Nijhuis-van der Sanden, and Prof. dr. J.G. Becher for their critical reading and assessment of my Ph.D. thesis and also my gratitude to the members of the corona on my Ph.D. defence day.

I also acknowledge the hospitality of the schools for special education (the Prins Johan Friso Mytyschool, Haren and De Twijn, Zwolle), and the kindest guidance in subject recruitment of Dr. Carel G.B. Maathuis, Dr. Jessika F. van Hoorn of Department of Rehabilitation Medicine, UMCG and Dr. Karine Burger of Vogellanden Rehabilitation Center, Zwolle. With their kind helps in subject recruitment I can complete this Ph.D. projects in the Netherlands. I wish to thank therapists and people of all areas of expertise, with whom I have enjoyed great cooperation, for many ideas and knowledge they have shared with me in the Postural Control Meeting and consultant team of Tienieke, Carel, Marianne Loeters, Henk and Rik from Perteon company and Krabat company. And always I am deeply grateful to Carel, for your kindest arrangement for me to attend your rehabilitation clinic at UMCG.

A special thank to my my paranimfen, Anke Boxum and Ham Siriroj, you are my great supporters, kind and lovely!

A big thank to Diana Koopmans and Evelyn Kuiper of the BCN Graduate School with all of their kind assistance about my student life-related issue since before I arrived Groningen and throughout my four-year time. When I was not sure how to behave in this country, I was always welcomed to talk to you at the GSMS building, A. Deusinglaan 1. Next, I wish to sincerely thank the crucial contribution of many colleagues and friends at the Institute of Developmental Neurology (DN). Because I cannot speak the Dutch language, I received a lot of kind assistance and great teamwork during the implementation of SEAT-CP Project and during data collection. So, I gratefully acknowledge the support of Tjitske Hielkema in subject recruitment and Siebrigje Hooijsma for retrieval of clinical information of the children recruited at the special schools; the skillful assistance during data collection of Anneke Kracht-Tilman, Iris Jager, Gerdien ten Brinke, Fran Leijten, Baudina Visser, and Rivka Toonen; and the teamwork (both in the SEAT-CP and TDAR project) on our first data analysis, Anne Alkema, Elon Reijrink, Ron Tiemersma, and Baudina Visser. For Baudina again, your sincere friendship is so meaningful – you are my research colleague, lady friend, and mom-to-be status together. Thanks for our joyful visiting time of two families at your and my home! Lastly, my important colleague: dear Linze, you are always the good supporter, not only in your expertise of kinematic and EMG software and analysis but also in your kind driving, bringing our SEAT-CP team and me to collect data.

In our DN office room, I really appreciate friendship time with many friends. You made me work with a cheerful and energetic environment: dear Elisa Hammer, when we were tired, I like the words we cheered up to each other: 'keep on swimming likes the Finding Nemo' and singing likes the Lego Movie 'everything is awesome!' Dear Anke, thanks a million for your kind heart and best friendship; and it was so wonderful when you came to visit me in Thailand in February 2018.

For the latter memory, I'm very grateful! I wish you to come to Thailand again. Dear Tjitske, you didn't speak to me that much but whenever I asked for discussion and helps, I always received kind and warmth helps from you. Dear Derk, thank you so much for your very 'Hip poetry' that you wrote for me. I think it is a very rare opportunity to have a PhD-gentleman student at this Institute, and you are! I also wish to thank An, Pamela, Kirsten, Hedwig, and Jorien for your beautiful and cheerful smile to me.

I cannot forget to mention 'the good Dutch coffee time' with Stroopwafels at the DN with all colleagues. In the DN coffee break, I learn a lot about Dutch culture, Dutch birthday celebration, cultural and traditional events. I enjoyed a fruitful conversation with Tineke, Lieke van Balen, Anneke, Loes and Gerda who made me looked normal when I talked about my children (because we are mothers and we all have kids :). All of you are excellent colleagues and so kind as to help me in every issue regarding life situations in Groningen. Dear Lieke, I will last long remember the song 'smakelijk eten, hap hap hap! Dear Tineke, it is my pleasure to receive your tulip painting 'Four' and the Dutch Delft vase, I keep them with me in Thailand. Dank u wel!

I would like to express our deep gratitude for the generous support of Aunty Jane, Jacob, Jason, and Poom 'our Thai family in Haren'. Dear sister Jane, I love your excellent Thai food and hot soup, you make me feel at home. Many thanks to the Thai friends in Groningen that have love and support for me and my family: Kong, Uma, Pik, Por, Mont. A special thanks are for two friends 'Jo' for our 'remedy UMCG lunchtime' that helped me relieved from the data hours and we had fruitful chatting, and for 'Pat Pattama' your productive suggestions for my preparation of thesis defence and ceremony is invaluable. Also big thanks to the Thai community in many parts of the Netherlands: Nuan in Rotterdam, P'Taew in Amsterdam, and P'Kob. Next, it is absolutely necessary to express appreciation for the GSV-school, teacher staffs and lovely parent groups 'Food Connect Us': Yayoi-san, Aya-san, Tomoko-san, Chiaki-san and Taka-san, Emma, Malvina, Susie, Nina, Natalia, Johan, Frank, Anne-Marie, and Etienne. We supported each other as a school community, this really enhanced my children's quality of life while they lived with a student-mom like me in Groningen. I truly appreciate sister Ae-Suriporn at CMU and brother Tong-Dr Kitja, both of you are there for me when the spirit in my heart is low, not too close but not too far, lucky me, grateful me. In preparing this thesis book during the year 2018-19, I have been supported by many friends at Naresuan University: June, Nick, Tony, Mint and sister Panada who helped me with the routine Thai works so that I can concentrate more on my completing Ph.D.

Finally, I am always deeply grateful my family: Dear Mom, Aunty Chawee, and, in spirit, my Uncle-Dad Nan and my beloved Granny for their unconditional love and kindest presence in my life. The last four people earn a very special mention: Mac Chompol, Dookon, and Dungjai – my best sweet kids, for without them and their constant love, applause, and support I could not carry out my Ph.D. work. And always I'm grateful to our long journeys with love, joy, struggles, arguments, sadness, solving problems, importantly, our growth and development. I adore them all.

March 2019
Mattana (May) Angsupaisal



About the author

Mattana (May) was born in Bangkok, Thailand, on the 29th May 1973. Moving with the extended family of her granny side, she spent most of her childhood in Phitsanulok, a medium-size province in the Lower Northern Thailand. Her first position in the pediatric field was at Growth and Development Unit, Department of Pediatrics, the King Chulalongkorn Memorial University-Hospital (Thai Red Cross Society), Bangkok, Thailand as a pediatric physical therapist and clinical instructor between the years 1997–2003.

The Thai Red Cross Society provided a short-term grant, she thus had an opportunity as a visiting fellow in the Department of Physiatry and Physical therapy at the University of Tennessee, Knoxville, USA. In the year 2003, she attended the Peter Walker's Baby Massage at London, The UK. This diploma led her to start an additional role as the Course instructor of the Baby Massage and Movement, Thailand and to have her first book as an official translator of "Peter Walker-Baby Massage for Beginner". In the year 2004, she furthered her master's degree in advanced Physiotherapy at University College London, the UK under the supervision of Dr. Margaret Mayston. After her marriage, she moved back to her hometown and have two children. Her present role as a lecturer and Assistant Professor of Physical therapy, Faculty of Allied Health Sciences at Naresuan University, Phitsanulok, Thailand have brought her to further a very good research program in a high standard Research University in The Netherlands. Her Ph.D. work is under the supervision of Professor Mijna Hadders-Algra, doctor of developmental neurology Department of Pediatrics, Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG), Rijksuniversiteit, Groningen, The Netherlands.

The Ph.D. study and research experience she obtained will encourage her to disseminate knowledge to students and those pediatric patients in Thailand. This is a brief about May and her good opportunity to work with children with disabilities and with special needs, who are the minority groups of society but deserve to be included as a valuable part of the community.

List of publications

Angsupaisal, M., Maathuis, CGB., & Hadders-Algra, M. Adaptive seating systems in children with severe cerebral palsy across International Classification of Functioning, Disability and Health for Children and Youth version domains: A systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2015;57: 919-931.

Angsupaisal, M., Visser, B., Alkema, A., Meinsma-van der Tuin, M., Maathuis, CGB., Reinders-Messelink, H., Hadders-Algra, M. Therapist-Designed Adaptive Riding in Children with Cerebral Palsy: Results of a Feasibility Study. *Physical Therapy* 2015;95(8):1151-1162.

Angsupaisal, M., Dijkstra, L.J., la Bastide-van Gemert, S., van Hoor, J.F., Burger, K., Maathuis, CGB., Hadders-Algra, M. Best seating condition in children with spastic cerebral palsy: one type does not fit all. *Research in Developmental Disabilities* 2017;71: 42-52.

Angsupaisal, M., Dijkstra, L.J., la Bastide-van Gemert, S., van Hoor, J.F., Burger, K., Maathuis, CGB., Hadders-Algra, M. Effects of forward tilted seating and foot-support on postural adjustments in children with spastic cerebral palsy: an EMG-study. *Submitted*.