

VU Research Portal

Mirror (a)symmetry?

Smorenburg, A.R.P.

2013

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Smorenburg, A. R. P. (2013). *Mirror (a)symmetry? Visuo-proprioceptive interactions in individuals with Spastic Hemiparetic Cerebral Palsy*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

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.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Nederlandse samenvatting

Visueel-proprioceptieve interacties bij
personen met Spastische Hemiparetische
Cerebrale Parese

In dit proefschrift worden visueel-proprioceptieve interacties bij personen met spastische hemiparetische cerebrale parese (SHCP) onderzocht. Patiënten met SHCP hebben spastische spieren aan één lichaamszijde als gevolg van een hersenbeschadiging die rondom de geboorte is opgetreden. Spasticiteit wordt gekenmerkt door een verhoogde spierspanning en een verhoogde dynamische rekreflex en zorgt onder andere voor problemen met het uitvoeren van gecontroleerde bewegingen. Hierdoor ondervinden patiënten met SHCP moeilijkheden bij het uitvoeren van dagelijkse activiteiten, zoals het oppakken van een kopje of het aantrekken van een t-shirt. SHCP is een unilaterale aandoening. Dat wil zeggen dat een beschadiging aan de linkerkant van de hersenen zorgt voor spastische spieren aan de rechterkant van het lichaam en vice versa. De spastische lichaamszijde wordt de aangedane zijde genoemd. De andere lichaamszijde is niet spastisch, maar beweegt desondanks niet op exact dezelfde wijze als het lichaam van gezonde personen en wordt daarom de *minder-aangedane* zijde genoemd. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat symmetrische bewegingen van beide armen (bimanuele symmetrische bewegingen) een positief effect kunnen hebben op de kwaliteit van de bewegingen van de aangedane arm. Een vorm van therapie die gebruikt maakt van dit principe is spiegeltherapie. Bij spiegeltherapie wordt gebruik gemaakt van zogenaamde ‘mirror visual feedback’ of visuele spiegelfeedback; visuele informatie die wordt gecreëerd door een spiegel te plaatsen tussen de armen in het mid-sagittale vlak. De reflectie van de (minder-aangedane) arm die zichtbaar is in de spiegel wordt geprojecteerd op de plek van de (aangedane) arm achter de spiegel. Wanneer de patiënt de armen beweegt wordt de illusie gecreëerd dat de armen in perfecte symmetrie bewegen, ook wanneer dit niet zo is in het geval van een motorisch probleem bij een van de armen. Er is veel onderzoek gedaan naar de effecten van visuele spiegelfeedback (al dan niet in de vorm van spiegeltherapie) bij verschillende patiëntgroepen met een unilaterale aandoening zoals fantoompijn na een amputatie, halfzijdige verlamming na een cerebrovasculair accident (beroerte) en recentelijk ook bij kinderen met unilaterale CP. Feltham en collega’s (2010) waren de eersten die het effect van spiegelfeedback op het bewegingsgedrag bij kinderen met SHCP hebben onderzocht. Hiervoor gebruikten zij een symmetrische bimanuele cirkeltaak. Bij een dergelijke taak maken beide armen tegelijk een inwaardse circulaire beweging. Zij vonden dat het acuut vervangen van directe visuele informatie van de aangedane arm door het spiegelbeeld van de minder-aangedane arm, een positief effect had op het uitvoeren van een bimanuele cirkeltaak en de daarmee gepaard gaande spieractiviteit. Echter, uit hun onderzoek bleef het onduidelijk of de gevonden positieve effecten het resultaat waren van de perceptie van visuele symmetrie (onafhankelijk van welke arm zichtbaar was in de spiegel) of dat het het gevolg was van de illusie dat de aangedane arm was ‘vervangen’ door de minder-aangedane arm. Onze eerste studie, zoals beschreven in **hoofdstuk twee**, is opgezet om deze vraag te

beantwoorden. Tijdens dit experiment werd kinderen met CP gevraagd om een bimanuele inwaartse circulaire beweging te maken (net zoals in de studie van Feltham en collega's). Tussen de armen van de kinderen stond, in het mid-sagittale vlak, een ondoorzichtig scherm, een doorzichtig scherm (glas) of een spiegel. In de helft van de trials keek de deelnemer vanaf de minder-aangedane arm, in de andere helft van de trials keek de deelnemer vanaf de aangedane arm. Tijdens het uitvoeren van de beweging hebben wij de spieractiviteit gemeten met electromyografie (EMG) en bekeken wij de positie van de armen ten opzichte van elkaar (de relatieve fase, een maat voor de kwaliteit van de beweging). We vonden dat visuele spiegelfeedback zorgde voor een afname in overmatige¹ spieractiviteit in de biceps van de aangedane arm ten opzichte van de conditie met glas waarbij actuele feedback van de twee armen beschikbaar was. Echter, deze afname in spieractiviteit was enkel toe te schrijven aan de situatie waarin de deelnemers in de spiegel keken vanaf de kant van de minder-aangedane arm (en dus twee minder-aangedane armen zagen). We vonden geen effecten op de kwaliteit van het uitvoeren van de beweging (relatieve fase). Deze resultaten suggereren dat het eerder gerapporteerde positieve effect van de spiegel waarschijnlijk niet enkel het resultaat is van de perceptie van een symmetrische beweging, maar dat er visuele spiegelfeedback van de minder-aangedane arm nodig is om de spieractiviteit tijdens het uitvoeren van een bimanuele circulaire taak te reduceren bij kinderen met SHCP.

Zoals eerder gezegd hebben patiënten met SHCP motorische beperkingen die het uitvoeren van dagelijkse activiteiten sterk bemoeilijkt. Echter, naast de motorische beperkingen, hebben deze patiënten ook verstoringen in het proprioceptieve (sensorische) systeem. Proprioceptie kan omschreven worden als het vermogen om de positie en beweging van de eigen lichaamsdelen waar te nemen. Proprioceptie is lastig te omschrijven maar is gemakkelijk te voelen. Wanneer je je ogen dicht hebt en iemand plaatst bijvoorbeeld je arm boven je hoofd, weet je nog steeds waar je arm zich bevindt. Dat gevoel (dat je weet waar je arm zich bevindt in de ruimte) wordt proprioceptie genoemd en bestaat uit twee componenten: positiezin (gevoel van statische positie van de ledematen) en kinesthesie (gevoel van beweging van de ledematen). De bepaling van de positiezin wordt traditioneel uitgevoerd door het passief plaatsen (d.w.z. door de onderzoeker) van een arm (of ander ledemaat) op een bepaalde positie in de ruimte. Vervolgens wordt de deelnemer dan gevraagd om deze positie te herhalen met dezelfde of de andere arm. Kinesthesie wordt meestal gemeten door een arm of een vinger passief met een zekere snelheid in een

¹ Feltham en collega's lieten in een eerdere studie zien dat kinderen met SHCP meer spieractiviteit in de armen nodig hadden voor het uitvoeren van de bimanuele cirkeltaak en dat er meer sprake was van co-contractie dan bij typisch ontwikkelende kinderen. Een door de spiegel geïnduceerde afname in deze overmatige spieractiviteit bij kinderen met SHCP is dus een indicatie voor een efficiëntere uitvoering van de beweging.

bepaalde richting te bewegen. De deelnemer moet dan aangeven wanneer hij beweging voelt en in welke richting deze beweging is. In **hoofdstuk drie** hebben we gekeken naar de positiezin van de armen bij kinderen met SHCP en kinderen zonder neurologische aandoeningen (typisch ontwikkelde kinderen; TD groep) met behulp van een contralaterale matching taak. Bij een contralaterale matching taak wordt een arm (referentie-arm) vastgezet op een bepaalde doellocatie. Vervolgens wordt de deelnemer gevraagd om de andere arm (matching-arm) op exact dezelfde positie te zetten. In dit onderzoek zaten de deelnemers achter een tafel met daarop een opstelling die bestond uit twee sleuven met daarin twee hendels, gescheiden door een ondoorzichtig scherm, en een ondoorzichtig scherm bovenop deze constructie (zie Figuur 3.1 op blz. 45). De deelnemers werd gevraagd om de matching arm op dezelfde positie te zetten als de referentie-arm door een van de hendels te verschuiven. Omdat eerdere studies lieten zien dat matching onnauwkeuriger was naarmate de doelpositie verder van het lichaam lag, werd deze matching taak uitgevoerd voor verschillende doellocaties van de referentie-arm en verschillende startposities van de matching arm. De matching arm was in de helft van de trials de aangedane/niet-dominante arm en in de andere helft van de trials de minder-aangedane/dominante arm. We hebben gekeken hoe nauwkeurig de kinderen in staat waren om de positie van de armen te matchen zonder dat ze hun armen zagen. Deze nauwkeurigheid hebben we weergegeven als het verschil in centimeter tussen de matching-arm en de referentie-arm (de absolute fout). Een grotere absolute fout staat voor een kleinere nauwkeurigheid. De resultaten van deze studie laten allereerst zien dat de nauwkeurigheid van zowel de TD- als de SHCP-groep niet afhankelijk is van de doelpositie ten opzichte van het lichaam maar van de afstand tussen de twee armen aan het begin van de beweging. Een grotere afstand resulteerde in een kleinere nauwkeurigheid (een grotere absolute fout). Bovendien werd aangetoond dat de nauwkeurigheid bij kinderen met SHCP kleiner is dan bij de TD groep, maar dit was enkel zichtbaar voor grote afstanden tussen de armen. De mate van spasticiteit en de beperkte bewegingsrange van de kinderen met SHCP waren niet gerelateerd aan de nauwkeurigheid van de beweging. Samengevat bevestigen de resultaten van deze studie dat kinderen met SHCP naast hun motorische problemen ook sensorische problemen hebben die het uitvoeren van taken met beide armen sterk kunnen bemoeilijken.

In **hoofdstuk vier** hebben we met eenzelfde contralaterale matching taak gekeken naar de effecten van visuele informatie op de matching nauwkeurigheid van de armen bij kinderen met SHCP. Hiervoor werd dezelfde opstelling en taak gebruikt als in hoofdstuk drie, d.w.z. één arm stond stil op de doelpositie (referentie-arm) en de deelnemers werd gevraagd de andere arm (matching arm) op exact dezelfde positie te zetten. De taak in deze studie werd echter uitgevoerd

onder drie visuele condities: zonder visuele informatie van de twee armen; met visuele informatie van de statische referentie-arm (scherm); met visuele informatie van de statische referentie-arm en de spiegelreflectie van de referentie-arm (spiegel). Voor de laatste conditie gold dat wanneer de deelnemer in de spiegel keek aan de kant van de referentie-arm, het leek alsof beide armen al op de doelpositie waren terwijl de matching arm achter de spiegel bewoog. Naast de contralaterale matching taak werd er ook een test voor arm functie (QUEST) en een test voor de mate van spasticiteit (Tardieu) afgenomen.

De uitkomsten van deze studie lieten, overeenkomstig met de bevindingen van hoofdstuk drie, zien dat de matching minder nauwkeurig werd wanneer de te overbruggen afstand van de matching arm groter was. Daarnaast was de nauwkeurigheid groter in de condities met visuele informatie van de statische referentie-arm dan in de conditie zonder visuele informatie. Dit suggereert dat kinderen met SHCP in staat zijn om verschillende soorten informatie van de referentie-arm (visueel en proprioceptief) te combineren in een egocentrisch referentiekader om op deze manier de matching arm om de goede plek te zetten. Het is echter opvallend dat er geen specifiek effect van de spiegel werd gevonden. Dit komt mogelijk doordat we in deze studie gebruik hebben gemaakt van statische spiegelfeedback in plaats van bewegende spiegelfeedback (de arm die zichtbaar is in de spiegel beweegt tegelijkertijd met de arm achter de spiegel). Daarnaast kan de korte blootstellingstijd aan de spiegel een rol gespeeld hebben. Eerdere studies toonden aan dat er een groter effect van de spiegel was wanneer de deelnemers langer aan de spiegel blootgesteld werden.

Een duidelijke relatie tussen de functionaliteit van de arm gemeten met de QUEST, de mate van spasticiteit en de matching nauwkeurigheid werd niet gevonden. Dit zou verklaard kunnen worden doordat de deelnemers tijdens de uitvoering van de QUEST visuele informatie hadden over de beweging, terwijl dit tijdens de matching taak zelf niet het geval was. Desalniettemin kunnen we concluderen dat visuele informatie van de statische referentiehand de matching nauwkeurigheid verbetert bij kinderen met SHCP en dat de initiële afstand tussen de twee armen een belangrijke factor is die in ogenschouw genomen moet worden wanneer positiezin gemeten wordt.

In **hoofdstuk vijf** onderzochten we de effecten van bimanuele (tweehandige) symmetrische bewegingen op de matching nauwkeurigheid. Eerder werd aangetoond dat bimanuele bewegingen een positief effect hebben op bewegingen van kinderen met SHCP ten opzichte van unimanuele (eenhandige) bewegingen. Er was echter nog geen duidelijkheid over de effecten van bimanuele bewegingen op de matching nauwkeurigheid. Daarom werd deelnemers in deze studie gevraagd om naar een doel te bewegen met enkel de aangedane arm of met beide armen tegelijk.

Dezelfde opstelling werd gebruikt als in hoofdstuk drie en vier. We vergeleken de matching nauwkeurigheid van de aangedane arm in beide condities. Bovendien werd er een ondoorzichtig scherm of een spiegel tussen de armen geplaatst om het effect van spiegelfeedback op matching nauwkeurigheid verder te onderzoeken. Hierdoor was de aangedane arm niet zichtbaar, maar kon de deelnemer de minder-aangedane arm (scherm) of de minder-aangedane arm en de spiegelreflectie van deze arm zien (spiegel). Matching nauwkeurigheid was groter in de bimanuele dan in de unimanuele conditie, maar er werd geen effect gevonden van de visuele spiegelfeedback. Echter, inspectie van de individuele data liet voor 13 van de 23 deelnemers wel een positief effect zien van visuele spiegelfeedback. Zij waren nauwkeuriger in de conditie met spiegelfeedback dan in de scherm conditie. Bovendien vonden we een positieve correlatie tussen de fout gemaakt in de schermconditie en de verbetering in nauwkeurigheid in de conditie met visuele spiegelfeedback voor deze 13 deelnemers; een grotere fout in de scherm conditie was gerelateerd aan een kleinere fout in de spiegelconditie. Deze bevindingen lijken erop te wijzen dat bimanuele therapie en spiegeltherapie belangrijke revalidatiemogelijkheden zouden kunnen bieden voor een deel van de patiënten met SHCP. Meer onderzoek is echter nodig om vast te stellen welke patiënten baat zouden kunnen hebben van spiegelfeedback en waarom dat juist bij deze patiënten het geval is.

De studies in hoofdstuk drie, vier en vijf bekeken de directe effecten van de spiegelfeedback op matching nauwkeurigheid. Het blijft echter onduidelijk wat de effecten van spiegelfeedback op de positiezin zijn na een oefenperiode. Tijdens het leren van een beweging is men in eerste instantie sterk afhankelijk is van visuele informatie. Echter, gedurende het oefenen vindt er een verschuiving plaats van visuele naar proprioceptieve bewegingscontrole. Men wordt dus minder afhankelijk van de visuele informatie en maakt meer gebruik van de proprioceptieve informatie voor het uitvoeren van de beweging. Echter, wij verwachtten dat bij kinderen met SHCP deze verschuiving van visuele naar proprioceptieve controle belemmerd wordt door een verstoorde proprioceptie en een sterke afhankelijkheid van visuele informatie voor het uitvoeren van hun bewegingen. Daarom hebben we in **hoofdstuk zes** de effecten van een korte oefening van een bimanuele matching taak met visuele spiegelfeedback bekeken. Kinderen en adolescenten met SHCP oefenden gedurende 20 minuten een bimanuele matching taak met spiegelfeedback van de minder-aangedane arm (spiegel groep; minder-aangedane arm en spiegelreflectie is zichtbaar) of met visuele feedback van de minder-aangedane arm (scherm groep; enkel de minder-aangedane arm is zichtbaar). In de voortest, natest en retentietest werd de matching nauwkeurigheid van beide armen bepaald zonder visuele informatie en vergeleken tussen de twee oefen groepen. Er werden positieve effecten van het oefenen met visuele feedback van de minder-aangedane arm

gevonden: de matching nauwkeurigheid van de aangedane arm in de natest was groter dan in de voortest. Echter, er werd geen specifiek effect gevonden van het oefenen met de spiegelfeedback. Dat wil zeggen dat het oefenen met ‘reguliere’ visuele feedback van de minder-aangedane arm en spiegelfeedback van de minder-aangedane arm zorgen voor eenzelfde verbetering in deze matching taak. Het is mogelijk dat er geen verschillen tussen de twee manieren van oefenen werden gevonden doordat de deelnemers tijdens het oefenen ook feedback kregen over de grootte van hun fout. Dit kan ervoor gezorgd hebben dat het eventuele effect van de spiegel niet meer zichtbaar was. Desalniettemin concluderen wij dat de resultaten van deze studie lijken aan te tonen dat er ook bij kinderen met SHCP (die sterk afhankelijk zijn van visuele informatie en een verstoorde proprioceptie hebben) een mogelijkheid is om de proprioceptieve controle te verbeteren met behulp van visuele informatie. Echter, de resultaten moeten wel met voorzichtigheid benaderd worden aangezien het hier een korte oefenstudie betreft en de feedback over de grootte van de fout ook een rol gespeeld kan hebben in de verbetering van de nauwkeurigheid op de matching taak na de periode van oefening.

Hoofdstuk zeven geeft een korte samenvatting van de bevindingen van ieder hoofdstuk. De bevindingen worden verder besproken en waar mogelijk verklaard. De studies in dit proefschrift laten allereerst zien dat de eerder gerapporteerde positieve effecten van spiegelfeedback bij kinderen met SHCP waarschijnlijk het gevolg zijn van de illusie dat de aangedane arm is vervangen door de minder-aangedane arm. Bovendien lieten onze studies zien dat de positiezin, gemeten als matching nauwkeurigheid, slechter is bij kinderen met SHCP dan bij typisch ontwikkelende kinderen. Er werd daarentegen ook aangetoond dat de matching nauwkeurigheid van kinderen met SHCP groter werd wanneer er visuele informatie van de referentie-arm beschikbaar was. Dit was zowel een direct effect als na een periode van oefening en was zichtbaar voor een statische als wel een dynamische referentie-arm. Echter, het effect van de spiegel blijft nog onduidelijk. Het lijkt erop dat de spiegel voor een deel van de kinderen en adolescenten met SHCP positieve effecten kan hebben op de positiezin, maar zoals hoofdstuk zes liet zien heeft een korte training met visuele spiegelfeedback eenzelfde effect als een training met reguliere visuele feedback. Er is dus vervolgonderzoek nodig om de effecten van een langdurige training met visuele spiegelfeedback op de proprioceptie van personen met SHCP te onderzoeken. Bovendien is er nog altijd veel onduidelijkheid over de onderliggende mechanismen van spiegelfeedback. Deze kennis kan essentieel zijn om voor aanvang van een revalidatieperiode vast te stellen welke patiënten met SHCP baat zouden kunnen hebben bij spiegeltherapie.