

Fontys Paramedische Hogeschool

Opleiding Orthopedische Technologie

Hoeveel invloed heeft de Ponseti methode op de kinematica en kinetica van de knie tijdens het gaan bij kinderen met klompvoeten?

Femke Kleinhout

Begeleider: Siete Sirag

Opdrachtgever: Drs. R.J.H. Odink

-Mei 2016 -

Personalia

Opdrachtgever

Drs. R.J.H. Odink
Kinderarts endocrinoloog
Catharina Ziekenhuis
Michelangelolaan 2, 5623 EJ Eindhoven
Tel: 040-2399111, Fax: 040-2399249

Hoofdonderzoekers

Drs. C. Kars
Fontys Paramedisch Hogeschool
c.kars@fontys.nl

L. van Oorschot
Catharina Ziekenhuis Eindhoven
l.vanoorschot@student.maastrichtuniversity.nl

Student

Femke Kleinhout
Orthopedische technologie
f.kleinhout@student.fontys.nl
Tel: 06-29358891

Begeleider

Siete Sirag
Docent Paramedisch
s.sirag@fontys.nl
Tel: 08850-89826

Samenvatting

Achtergrond: De ponseti methode wordt als primaire behandeling voor idiopatische klompvoeten gehanteerd. De vraag vanuit het Coöperatie Orthopedie Groot Eindhoven (COGE) is om een meetinstrument te ontwikkelen waarmee het functie herstel geëvalueerd kan worden. Om dit meetinstrument te ontwikkelen moet er eerst een completer beeld gevormd worden van de effecten van de behandeling, zoals de effecten op de knie. Afwijkingen in de kinematica en kinetica van de knie kunnen namelijk een verhoogd energie verbruik en verminderd functioneren als gevolg hebben.

Hoofdvraag: Hoeveel invloed heeft de Ponseti methode op de kinematica en kinetica van de knie tijdens het gaan bij kinderen met klompvoeten?

Methode: De kinderen die binnen de COGE zijn behandeld aan de klompvoeten werden prospectief gevolgd en verzocht om deel te nemen aan het onderzoek. Hiervan is bij 7 deelnemers bruikbare data gemeten, de deelnemers waren tussen de 4 en 8 jaar. Tijdens de meting werd een 3D-video analyse van de gang uitgevoerd volgens het Oxford foot model en voor de bovenbenen en heup ging dit volgens het conventional gait model. De deelnemers legden met een zelfgekozen snelheid 5 trials af. De gevonden kinematica en kinetica werden vergeleken met een leeftijd-matchende controle groep.

Resultaten: Afwijkingen tussen de twee groepen werd gemeten in de enkelhoek tijdens loading response. Ook werd een verschil gevonden in intoeing tijdens loading response en pre-swing, waar de klompvoetgroep in beide fase meer richting intoeing staat.

Conclusie: De ponseti methode is een behandelmethode die geen significante verschillen veroorzaakt, vergeleken met een leeftijd-matchende controle groep. Wel wordt er verschil gevonden in de mate van intoeing, hierbij staan de voeten van klompvoetengroep meer richting intoeing. Door deze afwijking wordt er vermoed dat er ook een afwijking is in de richting van de grondreactiekracht en dat deze afwijkende grondreactiekracht invloed heeft op kniemoment.

Abstract

Background: The Ponseti method is the primary treatment used for idiopathic clubfoot at the Maxima Medisch Centrum. This is why a request was formulated from the Coöperatie Orthopedie Groot Eindhoven (COGE) to develop a measurement tool. A tool that allows the evaluation of the restoration function. In order to develop such a tool, first there must be a more complete image of the effects of the treatment (i. e. effects on the knee). Furthermore, the abnormalities in kinematics and kinetics of the knee increase the consumption of energy and consequently reduce the performance.

Aim: How much influence does the Ponseti method has on the kinematics and kinetics of the knee during gait in the children with clubfoot?

Methods: The children who have been treated in the COGE for the clubfoot, were prospectively followed and invited to participate in the study. The study group was formed by kids ages 4 to 8. From this group, 7 participants provided useful data. Three-dimensional gait analysis were performed, including the Oxford foot model and conventional gait model for thigh and hip. The participants followed a self-selected speed, until 5 trials were achieved. Later on, the kinematics and kinetics were compared to an age matched control group.

Results: Differences between the two groups were measured in the ankle angle during loading response. Also, there was a difference found in intoeing at loading response and pre-swing, the clubfootgroup made more intoeing in both phases.

Conclusion: The Ponseti method is a treatment that causes non-significant differences, in comparison to an age-matched controlgroup. There was however a difference found ankle movement during loading response. Also there was found difference in the extent of intoeing, in which the feet of the clubfootgroup tend more towards intoeing. This difference suggest that there is a deviation in the direction of the ground reaction force, and that this different ground reaction force affects the kneemoment.

Inhoudsopgave

Inleiding	6
Methode	8
Onderzoeksontwerp	8
Deelnemers en proefpersonen	8
Meetinstrumenten/apparatuur	8
Dataverzameling of procedures	9
Data-analyse	9
Ethische paragraaf	10
Resultaten	12
Deelnemers	12
Kniebeweging	13
Enkelbewegingen	13
Intoeing	14
Discussie	16
Interpretatie van de resultaten	16
Zwakke punten onderzoek	17
Sterke punten onderzoek	18
Aanbevelingen	19
Conclusie	20
Literatuur	21
Bijlages	22
Bijlage 1 wervingbrief	22
Bijlage 2 Standard Operation Plan (SOP)	23
Bijlage 3 Informed consent	32
Bijlage 4 Histogrammen	34

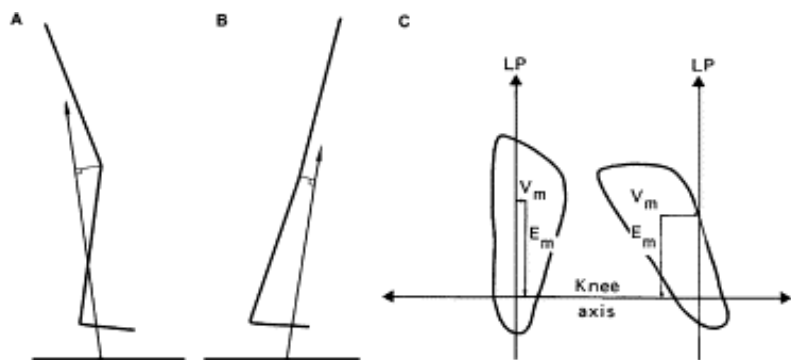
Inleiding

De idiopathische klompvoet (Talipes equinovarus) is een van de meest voorkomende aangeboren orthopedische aandoeningen (1). Deze aandoening komt wereldwijd voor bij 1 op de 600-700 pasgeborenen. Volgens de gegevens van het centraal bureau voor statistiek (CBS) kan er voor Nederland worden aangenomen dat er in elk jaar 200 tot 300 kinderen met een uni- of bilaterale klompvoeten worden geboren (2). De klompvoet gaat soms gepaard met neurologische aandoeningen (1), maar in de meeste van de gevallen (80%) gaat het om een idiopathische vorm.

De idiopathische klompvoet wordt gekenmerkt door de equinus en cavus stand van de achtervoet, varus in de enkel en adductie in de voorvoet (3). Er zijn verschillende manieren om een idiopathische klompvoet te behandelen. (4–6) De Ponseti methode wordt gezien als een van de meest gebruikte en meest succesvolle primaire behandelmethode voor de idiopathische klompvoet. Bij de Ponseti methode wordt de voet gecorrigeerd door herhaaldelijk te gipsen. Deze correctie doormiddel van gipscorrectie wordt mogelijk door de voet in supinatie te abducen. Om rotatie van de talus te voorkomen, wordt tegelijkertijd tegendruk uitgeoefend op de laterale delen van het caput tali (7). Een goed gevormd gips houdt de voet in een verbeterde positie. Hierbij mogen de ligamenten nooit verder dan hun natuurlijke veerkracht gestrekt worden. Na vijf dagen kunnen de ligamenten opnieuw gestrekt worden om de correctiegraad van de afwijking verder te verbeteren (7). Bij voorkeur wordt de Ponseti methode enkel met gipscorrectie uitgevoerd en niet- operatief. Mocht gipscorrectie alleen niet genoeg effect hebben kan er tenotomie van de achillespees of weefsel release worden overwogen (8). Het doel van de behandeling is het creëren van een functionele, pijnvrije, correct grondcontact makende en voldoende bewegelijke voet zonder knobbels, waarvoor geen speciaal schoeisel nodig is (8). Dit wordt bij ten minste 85% van de patiënten, bij wie de behandeling enkele dagen na de geboorte wordt gestart verwacht, door herhaalde correctieve manipulatie met gipsfixatie (8).

Ondanks dat de Ponsetimethode in Nederland een frequente en succesvolle behandelmethode is, worden er wel verschillen gevonden met controlegroepen zonder klompvoeten. Zo vertonen de behandelde klompvoeten vaak een verminderde Range Of Motion (ROM), verminderde actieve plantairflexie, verminderd gecontroleerde afzet en intoeing (9,10). Een gevolg van intoeing is een verplaatsing van de grondreactiekracht (GRF) richting posterior tijdens de standfase, ten opzichten van de grondreactiekracht bij het normale gaan zoals J. Perry deze heeft beschreven.

Deze verplaatsing van grondreactiekracht zorgt bij het eerste deel van de stand voor een vergroot maximaal knieflexie moment (A, in figuur 1) en bij de het tweede deel voor een verminderd knie flexie moment (B,



Figuur 1. Verplaatsing van grondreactiekracht als gevolg van intoeing (C. Beyaert, 2003; 18(7):670-6)

in figuur 1) (11). Daarnaast werden er in verschillende studies atrofie en een verminderde electromyografische (EMG) signalen van de musculus gastrocnemius in het aangedane been gemeten(12–14). Normaal gesproken controleert de kuitmusculatuur tijdens loading respons de progressie van de tibia. Als de kuitmusculatuur aangedaan is zal er versnelde progressie van de tibia zijn en er een vergrote knieflexie hoek veroorzaken (15).

In het Maxima Medisch Centrum (MMC) wordt de ponseti methode als primaire behandeling voor idiopatische klompvoeten gehanteerd. Vanuit de literatuur is er nog maar weinig bekend over het effect van de behandeling op langere termijn. Er is dan ook de vraag vanuit het Coöperatie Orthopedie Groot Eindhoven (COGE), onderdeel van het MMC, om een meetinstrument te ontwikkelen waarmee het functie herstel geëvalueerd kan worden. Om dit meetinstrument te ontwikkelen moet er eerst een completer beeld gevormd worden van de effecten van de behandeling, zoals de effecten op de knie. Afwijkingen in de kinematica van de knie kunnen namelijk een verhoogd energie verbruik en verminderd functioneren als gevolg hebben.(15)

Onderzoeksvraag: Hoeveel invloed heeft de Ponseti methode op de kinematica en kinetica van de knie tijdens het gaan bij kinderen met klompvoeten?

Methode

Onderzoeksontwerp

Dit onderzoek betreft een prospectief cohort onderzoek en is uitgevoerd bij kinderen met klompvoeten en een gezonde populatie als controlegroep.

Deelnemers en proefpersonen

De patiëntengroep bestaat uit kinderen, tussen de vier en de acht jaar oud, die binnen de COGE zijn behandeld aan klompvoeten. Deze patiënten worden prospectief opgevolgd en in verband met minderjarigheid, zijn de ouders voor dit onderzoek in contact gebracht met de hoofdonderzoeker om deel te nemen aan het onderzoek. De deelnemers voldeden aan de volgende in- en exclusiecriteria:

- Inclusiecriteria kinderen met klompvoeten:
 - behandelend met de Ponseti methode
 - behandeling is afgerond
 - leeftijd tussen de 4-8 jaar
- Exclusiecriteria kinderen met klompvoeten:
 - niet of beperkt in staat zijn om de uitleg (op) te volgen door concentratie of cognitieve problemen
 - niet of verminderd in staat om de gangbeeld uit te voeren

De controlegroep bestaat uit kinderen van dezelfde leeftijd en om de ouders te bereiken is er een wervingsbrief opgesteld (zie bijlage1). Deze is aan de hand van actieve benadering verspreid onder de werknemers van Maxima Medisch Centrum, Caterina Ziekenhuis en Fontys Paramedisch hogeschool en scholen en sportverenigingen in en rond Eindhoven. De deelnemers voldeden aan de volgende in- en exclusiecriteria:

- Inclusiecriteria kinderen zonder klompvoeten:
 - kinderen, gematcht voor de leeftijd met de klompvoetpatiënten (4-8 jaar)
- Exclusiecriteria kinderen zonder klompvoeten:
 - niet of beperkt in staat zijn om de uitleg (op) te volgen door concentratie of cognitieve problemen
 - niet of verminderd in staat om de gangbeeld uit te voeren
 - aangeboren/ neurologische aandoeningen die invloed hebben op het gangbeeld

Meetinstrumenten/apparatuur

Voor het onderzoek werd er een 3D-ganganalyse uitgevoerd in het Movement Analysis and Rehabilitation Technology Lab (MART-lab) aan de Fontys Paramedisch Hogeschool te Eindhoven .

Tijdens deze ganganalyse werd er gekeken naar de kinematica van de knie, waaronder het knie moment (Nm) en ROM van de knie (graden). Ook is het enkelpatroon onderzocht, waaronder intoeing (graden) en de ROM van de enkel (graden). Intoeing werd gedefinieerd als de interne foot progression tijdens de standfase. Om de kinematica van de knie te onderzoeken werd een 3D-video analyse van de gang uitgevoerd (Codamotion, Duel XC1, UK) en dataverwerking werd verwerkt met de bijbehorende software. Tijdens de 3D-video analyse liepen de deelnemers over een krachtenplaat (Advanced Medical Technology, Inc.) Waar de deelnemers werden voorzien van markers, voor de onderbenen gaat dit volgens het Oxford foot model (9) en voor de bovenbenen en heup gaat dit volgens het conventional gait model. (zie bijlage 2)

Naast de parameters die zijn onderzocht, werden ook enkele antropometrische kenmerken van de proefpersonen genoteerd. Een aantal hiervan waren nodig voor het opstellen van het muscoskeletale model dat gebruikt is bij de 3D-bewegingsanalyse. Daarnaast waren deze gegevens nodig om de populatie te omschrijven en te zorgen dat er een vergelijkbare controlegroep gevonden kon worden. De kenmerken die bepaald werden zijn:

- Geboortedatum
- Geslacht
- Lengte/ Gewicht

Dataverzameling of procedures

Het daadwerkelijke onderzoek betrof een éénmalig meetmoment van ongeveer 1-1,5uur. Met de infraroodmarkers legde de deelnemer met een zelfgekozen snelheid een trial af. Tijdens de metingen is er naar gestreefd om minimaal 5 goeie trials per deelnemer te maken. Een trial werd als geslaagd gedefinieerd als er, met het te meten been, midden op de grondreactieplaat werd gestapt terwijl er werd gelopen met een normale gang. Tijdens de metingen kon niet worden gezien of de grondreactieplaat ook daadwerkelijk gegevens vastlegde. Voor het uitgebreide protocol en de precieze locatie van de markers zie bijlage 2.

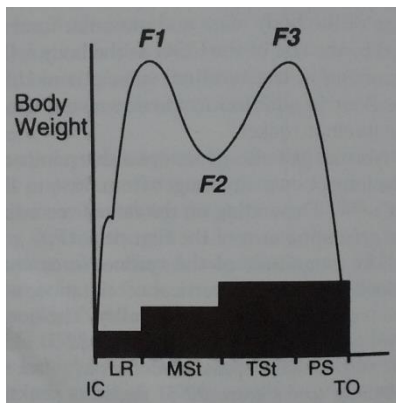
Data-analyse

Bij dit deelonderzoek werden twee verbanden onderzocht om iets te kunnen zeggen over de invloed van de ponseti methode op de kinematica en kinetica van de knie. Zo werd er gekeken naar een verband tussen de intoeing en het kniemoment en werd er gekeken naar het verband tussen de beweging van de enkel en de beweging van de knie. De specifieke momenten tijdens de gang waarbij de data werden verzameld zijn:

- Maximale knie flexie tijdens loading response en mid-stance (ook wel gezien als extensie) in graden
- ROM knie flexie/extensie gedurende een schrede in graden

Als er een verschil gevonden wordt in de kinematica en/of kinetica tussen de twee groepen, kan dit een gevolg zijn van afwijkingen in de enkel beweging. De bewegingen in de enkel waar naar wordt gekeken zijn:

- Intoeing tijdens loading response en pre swing
- Enkelhoek plantair-/dorsaalflexie tijdens loading response en mid-stance



Figuur 2. verticale grondreactie krachten patroon van initial contact tot toe-off. (15)

De fases werden bepaald met de M-curve die voortkwam uit de verticale grondreactie krachten (figuur 2). Blijkt uit de gegevens dat de grondreactiekracht ontbreekt dan werden de fases ingedeeld aan de hand van de enkelbeweging in het sagittale vlak. Als de data was opgedeeld in fases, zijn eerst de maximale flexiestand tijdens loading response en mid-stance bepaald. Vervolgens is gekeken naar de enkel stand op datzelfde moment. Bij sommige data waar er geen kniehoeken gemeten zijn is er voor gekozen om de enkelhoek voor de loading response en mid-stance op de overgang van de fases te plaatsen.

Voor de data-analyse werd gebruik gemaakt van toetsende en beschrijvende statistiek. De toetsende statistiek wordt uitgevoerd in Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Er werden in het onderzoek 2 groepen met elkaar vergeleken deze zijn ongepaard, afhankelijk van of de data normaal verdeeld is of niet, wordt er gekozen voor de ongepaarde t-toets of de Mann-Whitney U toets. Wordt er normaal verdeelde data gevonden dan wordt er gekozen voor de t-toets en bij niet normaalverdeelde data voor de Mann-Whitney U toets. De punten die hierboven staan beschreven zullen zowel voor de klompvoetkinderen groep worden gemeten als de controle groep. Per variabele zal er worden gekeken of deze groepen overeenkomen of juist verschillen.

Als er een verschil wordt gevonden bij de kinetica en kinematica van de knie, kan er worden gekeken of deze afwijkingen een verband hebben met de (eventuele) afwijkingen in de enkel beweging. Dit wordt gedaan met de pearson's correlatie coëfficiënt r , bij normaal verdeelde data of de spearman's rho, bij niet normaal verdeelde data. Mochten er niet genoeg deelnemers worden geïnccludeerd om een toetsende statistiek toe te passen dan wordt er voor gekozen om alleen gebruik te maken van beschrijvende statistiek

Ethische paragraaf

Tijdens of na de meting kan het zijn dat de deelnemers iets vermoeid raakt, verder zal er geen direct voordeel voor de deelnemers zijn. Het onderzoek heeft verder geen invloed op de behandeling, er wordt enkel data verzameld en geanalyseerd. De deelnemers kunnen elk moment tijdens het onderzoek aangeven te willen stoppen met het onderzoek, vervolgens zal worden gevraagd of de tot op heden gemeten data gebruikt mag worden en of de deelnemer op de hoogte wil blijven van de

uitkomsten. Er moet dan ook door beide ouders het informed consent (zie bijlage 3) worden getekend dat ze akkoord gaan met het onderzoek. Het onderzoek is door de Medisch Ethische Toetsingscommissie (METC) goedgekeurd. (METC NL53229.100.15 en 2014-69, MEC-U, Eindhoven, Nederland.)(16)

Resultaten

Deelnemers

In totaal hebben 25 kinderen deelgenomen aan het onderzoek, door technische problemen met de meetapparatuur konden drie deelnemers geen metingen afleggen, ook waren er twee deelnemers die tijdens de meting besloten toch af te zien van deelname. Bij de 20 deelnemers die wel hebben gelopen, is bij zeven deelnemers door technische problemen met het registreren of meten van de grondreactiekracht geen correcte data verkregen. Zo bestond de uiteindelijke deelnemersgroep uit 13 kinderen, waarvan zeven kinderen met klompvoeten (klompvoetgroep) en zes kinderen zonder klompvoeten (controlegroep).

De patiënten groep bestond uit drie jongens en vier meisjes met een gemiddelde leeftijd van 6 (SD $\pm$ 2), gemiddeld lichaamsgewicht van 21 kg (SD $\pm$ 4) en een gemiddelde lengte van 1,16 m (SD $\pm$ 0,1). De controle groep bestond uit één jongen en vijf meisjes met een gemiddelde leeftijd van 6 (SD $\pm$ 1), gemiddeld lichaamsgewicht van 28 kg (SD $\pm$ 7) en een gemiddelde lengte van 1,28 m (SD $\pm$ 0,2) dit is ook weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Overzicht deelnemers

	Klompvoetgroep	Controlegroep
Deelnemers (Jongens/Meisjes)	N=7 (3/4)	N=6 (1/5)
Gemiddelde leeftijd (range)	6 jaar (4 tot 8)	6 jaar (5 tot 8)
Gemiddelde gewicht (range)	21 kg (15 tot 29)	28 kg (21 tot 40)
Gemiddelde lengte (range)	1,16 m (1,01 tot 1,38)	1,28 m (1,17 tot 1,41)

Bij sommige deelnemers is door technische problemen alleen de kniehoek, enkelhoek of intoeing gemeten. Hierdoor is er verschil in het aantal deelnemers per parameter. In tabel 2 is te zien hoeveel deelnemers er per parameter zijn gemeten. De gevonden data was niet normaal verdeeld (bijlage 4) en dus is er voor de significantie (p) gebruik gemaakt van de mann-Witney U toets. Verder is in tabel 2 de gemiddelde maximale en minimale van de verschillende parameters tijdens een hele schrede te zien. Verder is in tabel 2 de parameter de hoek in specifieke fases van het gaan te zien. Om zoveel

Tabel 2. Overzicht parameters

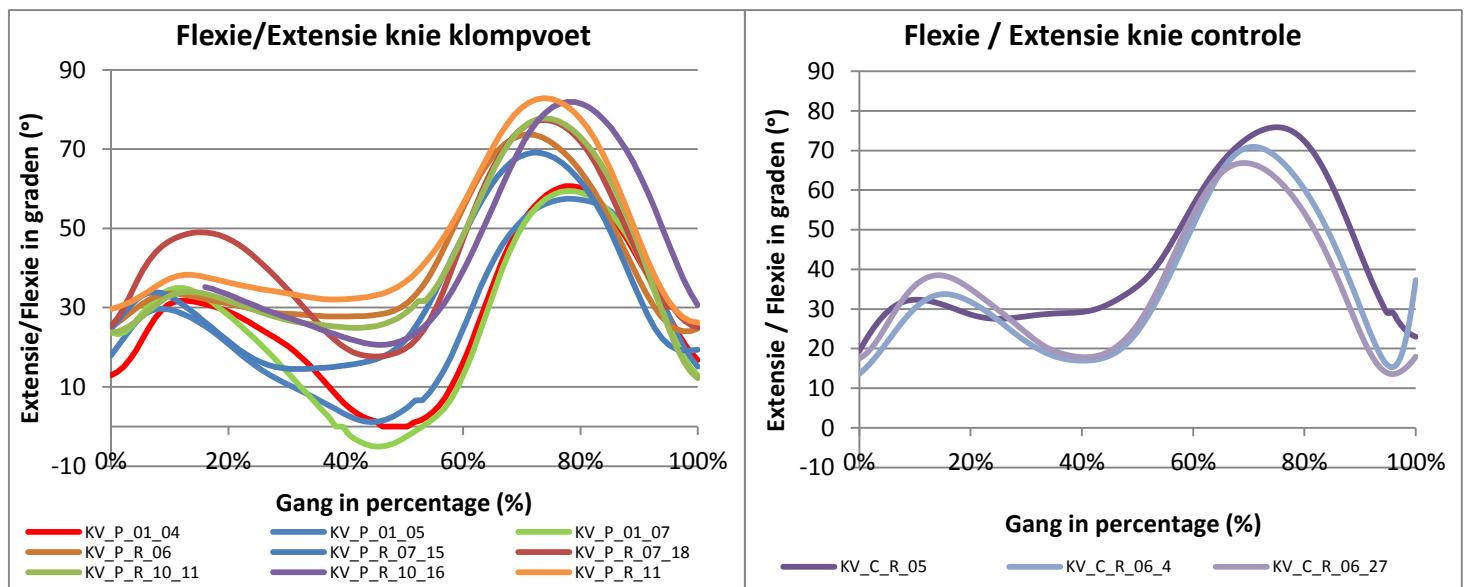
Parameters	Klompvoeten		Controle		Significantie p=
	Gemiddelde $\pm$ SD	Range	Gemiddelde $\pm$ SD	Range	
Maximale kniehoek (°)	73 (N=5) $\pm$ 2	59 tot 83	73 (N=2) $\pm$ 5	68,8 tot 75,8	0,699
Minimale kniehoek (°)	16 (N=5) $\pm$ 7	-1 tot 26	16,5 (N=2) $\pm$ 4	13,6 tot 19,4	0,699
ROM knie (°)	57,0 (N=5) $\pm$ 5	49,8 tot 62,7	57,0 (N=2) $\pm$ 3	54,7 tot 59,2	0,699
Maximale knieflexie LR (°)	32,2 (N=5) $\pm$ 6	23,8 tot 41,5	33,0 (N=2) $\pm$ 1	32,3 tot 33,8	0,739
Maximale knieflexie MdSt (°)	24,7 (N=5) $\pm$ 10	14,8 tot 33,9	25,2 (N=2) $\pm$ 3	23,6 tot 25,6	1,000
Maximale enkelhoek (°)	16,7 (N=3) $\pm$ 4	14,5 tot 19,6	20,8 (N=6) $\pm$ 4	14,2 tot 25,9	0,197
Minimale enkelhoek (°)	-10,4 (N=3) $\pm$ 7	-13,7 tot -4,4	-6,3 (N=6) $\pm$ 5	-12,0 tot 3,1	0,300
Enkelhoek LR (°)	5,3 (N=3) $\pm$ 3	2,6 tot 7,8	8,4 (N=6) $\pm$ 2	4,5 tot 11,2	0,196
Enkelhoek MdSt (°)	15,1 (N=3) $\pm$ 4	12,8 tot 19,6	15,9 (N=6) $\pm$ 2	4,5 tot 11,2	0,606
Maximale intoeing (°)	-3,3 (N=5) $\pm$ 4	-16,6 tot 6	2,7 (N=5) $\pm$ 7	-4,6 tot 13,9	0,465
Minimale intoeing (°)	28,6 (N=5) $\pm$ 11	22,7 tot 37,6	25,9 (N=5) $\pm$ 8	12,8 tot 34,4	0,917
Intoeing LR (°)	0,4 (N=5) $\pm$ 7	-6,7 tot 9,9	6,3 (N=5) $\pm$ 8	-0,1 tot 17,7	0,347
Intoeing PrSw (°)	3,2 (N=5) $\pm$ 7	-7,1 tot 12,7	8,1 (N=5) $\pm$ 8	-1,6 tot 16,2	0,347

mogelijk deelnemers mee te kunnen nemen in het onderzoek is er ondanks dat de data niet normaal verdeeld was, voor gekozen om een gemiddelde te berekenen.

Kniebeweging

Zoals in tabel 2 is te zien is de gemiddelde maximale knieflexie tijdens loading response met een verschil van $0,8^\circ$ tussen beide groepen vrijwel gelijk. Ook wordt er voor de maximale knieflexie tijdens mid-stance tussen beide groepen vrijwel geen verschil gevonden ($0,5^\circ$). Wel is de spreiding van de klompvoetengroep ($SD \pm 10$) hierbij groter dan bij de controlegroep ($SD \pm 3$). Als er wordt gekeken naar de ROM tijdens een schrede dan verschillen de groepen hier ook niet in, met beide een ROM van 57° . De maximale (73°) en minimale (16°) waarde zijn ook tussen de beide groepen gelijk.

Voor de kniebeweging waren er 5 klompvoet deelnemers en 2 controlegroep deelnemers, omdat niet bij alle deelnemers even veel goede trials zijn gemeten is er voor gekozen alle trials te verrekenen naar een gemiddelde per persoon. In figuur 3 hieronder zijn alle trials uitgezet tegen de gang in percentage.



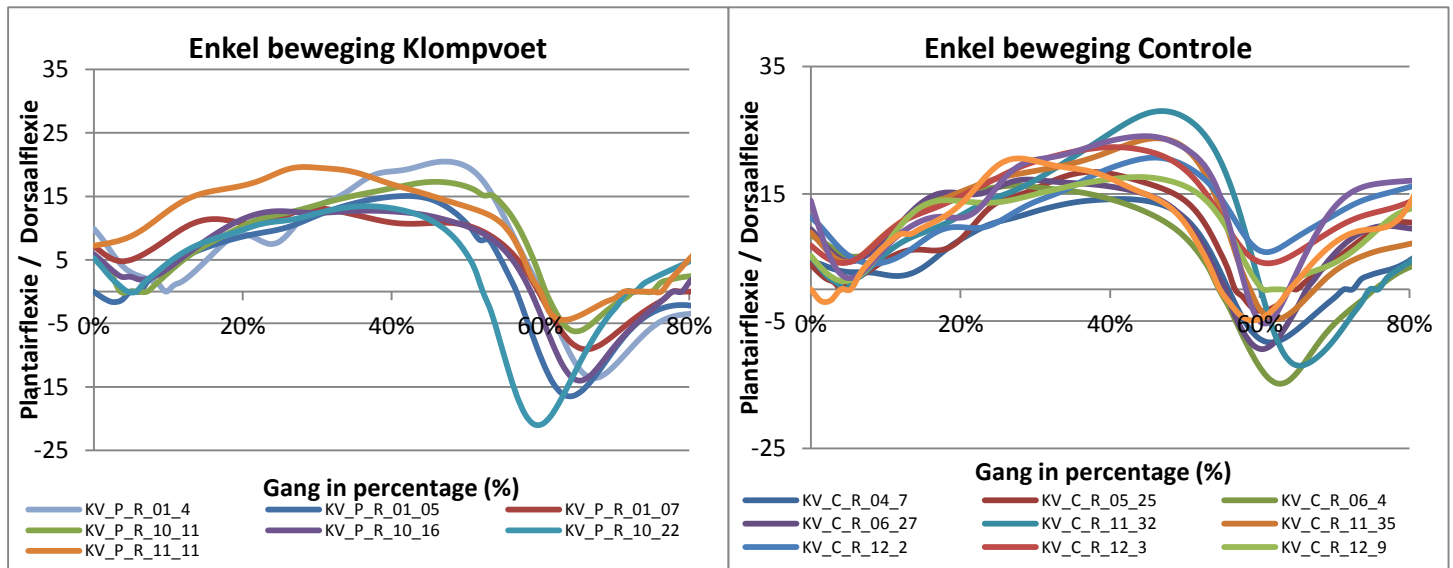
Figuur 3. (Links) alle goede trials van de klompvoetgroep kniebeweging gemeten in het sagittale vlak, uitgezet tegen de gang ugedrukt in percentage (%) (Rechts) alle goede trials van de controlegroep kniebeweging gemeten in het sagittale vlak, uitgezet tegen de gang ugedrukt in percentage (%)

Enkelbewegingen

Omdat er bij de knieflexie naar de maximale knieflexie tijdens loading response en mid-stance is gekeken, is er voor gekozen om ditzelfde moment tijdens de gang aan te houden voor de enkelhoek. Het grootste verschil in enkelhoek is tijdens loading response, deze is bij de controlegroep ($N=6$) ($8,4^\circ$) hoger dan bij de klompvoetengroep ($N=3$) ($5,3^\circ$), maar geen significant verschil ($p=0,196$). Daarentegen vertoont de enkelhoek tijdens mid-stance maar weinig verschil tussen de twee groepen ($0,8^\circ$) ($p=0,606$). Ook werd er een verschil gevonden in de maximale en minimale enkelhoek gedurende een schrede. De klompvoetgroep had als maximale enkelhoek $16,7^\circ$ dorsaalflexie en controlegroep een hoek van $20,8^\circ$ dorsaalflexie. Voor de minimale enkelhoek had de klompvoetgroep

een gemiddelde van $(-10,4^\circ)$ plantairflexie en de controlegroep een enkelhoek van $(-6,3^\circ)$ plantairflexie. De correlatie coëfficiënt tussen de maximale knieflexie en enkelhoek tijdens loading response was voor de klompvoetgroep 0,500 en voor de controlegroep kon dit niet worden berekend omdat er te weinig data was. (tabel 2)

Voor de enkelhoek waren er 3 klompvoetgroep deelnemers met in totaal 7 goede trials en 6 controlegroep deelnemers met in totaal 9 goede trials. In figuur 4 zijn alle trails van de enkelhoek in het sagittale vlak uitgezet tegen 80% van de gang.

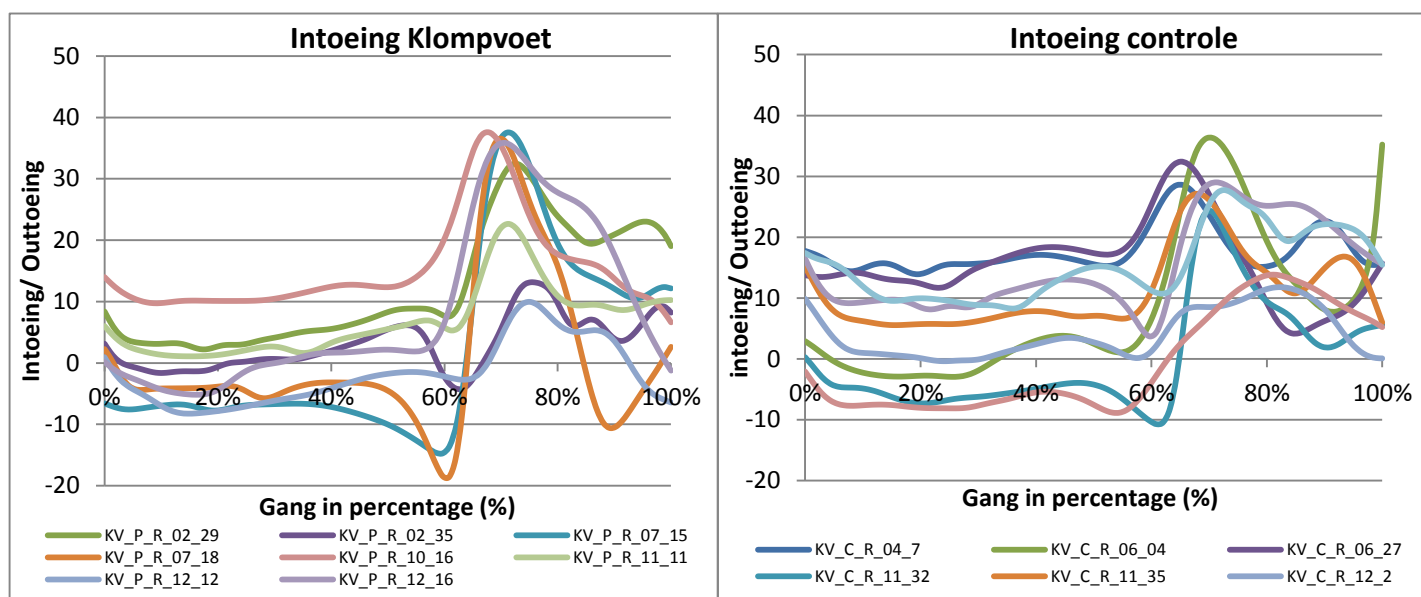


Figuur 4. (Links) alle goede trials van de klompvoetgroep enkelbeweging gemeten in het sagittale vlak, uitgezet tegen de gang uitgedrukt in 80 % van de schrede. (Rechts) alle goede trials van de controlegroep enkelbeweging gemeten in het sagittale vlak, uitgezet tegen de gang uitgedrukt in 80 % van de schrede.

Intoeing

Voor de intoeing tijdens loading response is er gekozen hetzelfde moment in de gang aan te houden als de maximale knieflexie en de enkelhoek is gemeten. Alle positieve waarden die zijn gevonden worden outtoeing genoemd, hierbij wijzen de tenen lateraal van de loopricting. De gemiddelde outtoeing tijdens loading response is bij de klompvoetgroep (N=3) $(0,4^\circ)$ aanzienlijk minder dan bij de controlegroep (N=6) $(6,3^\circ)$, maar met een $p = 0,347$ geen significant verschil. De gemiddelde outtoeing tijdens pre-swing is bij de klompvoetengroep $(3,2^\circ)$ ook aanzienlijk kleiner dan bij de controlegroep $(8,1^\circ)$, maar ook dit is geen significant verschil. Ook de maximale en minimale intoeing verschilt tussen beide groepen. De minimale intoeing is bij de klompvoetgroep met $28,6^\circ$ (outtoeing) iets groter dan bij de controlegroep $(25,1^\circ)$. Wat betreft de maximale intoeing wordt er bij de klompvoetgroep een intoeing van $-3,3^\circ$ gemeten en bij de controlegroep een outtoeing van $2,7^\circ$. (tabel 2)

Voor de enkelhoek waren er 3 klompvoetgroep deelnemers met in totaal 8 goede trials en 6 controlegroep deelnemers met in totaal 6 goede trials. In figuur 5 zijn alle trails van de enkelhoek in het sagittale vlak uitgezet tegen 100% van de gang.



Figuur 5. (Links) alle goede trials van de klompvoetgroep intoeingbeweging, (afwijking van de looprichting gedurende de standfase), uitgezet tegen de gang ugedrukt in 100 % van de schrede. (Rechts) alle goede trials van de controlegroep intoeingbeweging (afwijking van de looprichting gedurende de standfase), uitgezet tegen de gang ugedrukt in 100 % van de schrede.

Discussie

Het doel van het onderzoek was om te kijken wat de invloed van de Ponseti methode op de kinematica en kinetica van de knie is, tijdens het gaan bij kinderen met klompvoeten. Dit werd gedaan aan de hand van een 3D-ganganalyse met een gezonde populatie als controlegroep. Deze ganganalyse werd uitgevoerd in het MART-Lab aan de Fontys Paramedisch Hogeschool in Eindhoven. Hier legden de deelnemers met een zelfgekozen snelheid de trials af. De bewegingen waar naar is gekeken zijn, kniebeweging, enkelbeweging en intoeing.

Interpretatie van de resultaten

Kniebeweging

In de parameters van de knie werden tussen de beide groepen vrijwel geen verschillen gevonden. Wel werd er bij de klompvoetgroep ($SD \pm 10^\circ$) tijdens mid-stance een aanzienlijk grotere spreiding gevonden dan bij de controlegroep ($SD \pm 3^\circ$). Dit kan te maken hebben met het verschil in hoeveelheid deelnemers en dus meer kans op een grotere spreiding. Zo zijn er bij de klompvoetgroep 5 deelnemers gemeten en bij de controlegroep 2. Ook kan het te maken hebben met de behandeling die de klompvoetgroep heeft gehad en de invloed hiervan op het looppatroon. De mate van succes van de behandeling kan hierdoor invloed hebben gehad op de onderlinge verschillen bij de deelnemers van de klompvoetgroep.

Uit de resultaten die zijn gevonden kan worden vermoed dat de Ponseti methode geen afwijkende waarde in kniebeweging in het sagittale vlak veroorzaakt gedurende de gang, in vergelijking met een controle groep. Wel wordt er onderling bij de klompvoetgroep een spreiding gevonden van de kniehoek tijdens mid-stance.

Enkelbewegingen

In de enkelbewegingen gedurende de hele schrede zijn er tussen beide groepen verschillen gemeten. De maximale enkelhoek in het sagittale vlak was voor de controlegroep ($20,8^\circ$) groter dan de enkelhoek van de klompvoetgroep ($16,7^\circ$). Ook bij de minimale enkelhoek in het sagittale vlak werd een verschil gevonden, hier maakt de controlegroep een plantairflexie van $(-)6,3^\circ$ en de klompvoetgroep een plantairflexie van $(-)10,4^\circ$. Vermoed wordt dat de verminderde beweging richting dorsaalflexie bij de klompvoetgroep een restverschijnsel is van de behandelde klompvoet. Ook kan zijn dat de kuitmusculatuur nog steeds iets verkort is ten opzichte met controlegroep en hierdoor minder dorsaalflexie kan maken. Dit zou aan de hand van lichamelijk onderzoek kunnen worden gemeten, maar is voor dit onderzoek niet uitgevoerd.

Voor de enkelhoek tijdens loading response werd bij de klompvoetgroep 3° minder dorsaalflexie gevonden. In de enkelhoek tijdens mid-stance werd geen verschil gemeten tussen beide groepen. De afwijking in de enkelhoek tijdens loading response tussen de 2 groepen heeft waarschijnlijk geen invloed gehad op de kniehoek tijdens loading response. Aangezien de maximale knieflexie tijdens loading response tussen beide groepen vrijwel gelijk was. De correlatie coëfficiënt tussen de maximale knieflexie en enkelhoek tijdens loading response was voor de klompvoetgroep 0,500. Dit betekent dat

er een zwak verband tussen de twee variabelen is. Om dit verband te berekenen waren er gegevens van 3 klompvoet deelnemers. Deze beperkte hoeveelheid deelnemers kunnen moeilijk de beide groepen vertegenwoordigen. Voor de controle groep kon de correlatie coëfficiënt niet worden berekend, aan de hand van de gevonden data wordt vermoed dat hier ook geen (sterk) verband is.

Uit de resultaten die zijn gevonden kan worden gezegd dat de Ponseti methode tijdens loading response zorgt voor een verminderde dorsaalflexie. Deze verminderde enkelbeweging heeft geen direct gevolg op de kniebeweging, want hier werden geen afwijkingen in gevonden. Ook hier moet worden meegenomen dat er voor beide groepen maar weinig deelnemers waren.

Intoeing

Zowel tijdens loading response als pre-swing stond de voet van de klompvoetgroep gemiddeld meer richting intoeing dan bij de controlegroep. Ook de minimale en maximale waarde gedurende een schrede was bij de klompvoetgroep lager dan bij de controlegroep. Ondanks dat het verschil niet significant is, werd deze afwijking wel verwacht. Er wordt vermoed dat de intoeing een restverschijnsel is van de eerder behandelde klompvoet. Ondanks dat de typische klompvoet met adductie in de voorvoet is gecorrigeerd naar een voet die tijdens loading response ($0,4^\circ$) en pre-swing ($3,2^\circ$) vrijwel recht staat, wordt er bij de controlegroep nog meer outtoeing gevonden.

De Ponseti methode heeft dus als invloed gehad dat de intoeing verminderd is, van waar in de literatuur door C. Beyaert (11) wordt gesproken over intoeing, naar outtoeing. Ondanks dat er tijdens loading response en pre-swing outtoeing bij de klompvoetgroep is gemeten, heeft de Ponseti methode deze niet zo ver gecorrigeerd dat deze gelijk zijn aan de gegevens van de controlegroep.

Zoals in de inleiding door C. Beyaert (11) is gezegd, heeft de mate van intoeing invloed op de richting van de grondreactiekracht en dus op het kniemoment. Vermoed wordt dat outtoeing ditzelfde effect heeft. En dat zou betekenen dat doordat er verschil in intoeing is gevonden, er vermoedelijk ook een verschil is in het kniemoment van beide groepen. Om te kijken of er echt een verband zit tussen de intoeing en het kniemoment zou ook het kniemoment gemeten moeten worden. Dat is in dit onderzoek niet gedaan, maar zou voor vervolg onderzoek wel kunnen worden meegenomen.

Zwakke punten onderzoek

Deelnemers

Bij de klompvoetgroep bleek tijdens de meting dat er een redelijk verschil was in ernst van de klompvoet, zo was er 1 klompvoet (14%) die een maand na de meting nog een operatie gepland had om laatste correctie aan te brengen. De rest van de klompvoetgroep kwam nog alleen nog voor controle bij de arts. Daarnaast hadden 6 (86%) deelnemers van de klompvoetgroep een klompvoet aan beide zijde, dit zou onderling ook invloed kunnen hebben op de gangbeeld.

Een van de grootste zwaktes van het onderzoek is de beperkte hoeveelheid deelnemers en de hoge foutgevoeligheid van de data. Niet alle deelnemers hebben op alle parameters data, dus kunnen parameters onderling met minder validiteit met elkaar worden vergeleken. Van deze parameters zijn er

enkele waar maar 2 gemeten deelnemers waren, waardoor deze heel veel invloed hebben op de gemiddelde waardes.

Meting

Tijdens de metingen in het MARTLAB is er gemeten met 2 camera's die recht tegenover elkaar stonden, voor de statische uitlijning was het vaak al lastig om alle markers in beeld te brengen. Tijdens het lopen werden veel markers hierdoor maar door een of geen camera('s) gezien. Dit kon komen doordat het contralaterale been voorbij zwaait, armzwaai of het niet in het bereik lag van de camera. De markers zelf bleken bij sommige metingen geen signaal af te geven (kapot). Dan moest de marker vervangen worden, maar door het intensieve gebruik was er niet altijd een ter vervanging beschikbaar. Daarnaast lieten de markers soms los tijdens de meting en werden deze door de hoofdonderzoeker zo precies mogelijk terug geplakt, maar de precieze locatie zal nooit te herleiden zijn. Doordat de voeten van kinderen relatief veel bindweefsel bevatten, was het lastig om de specifieke botpunten te palperen en hadden de markers meer ruimte om te bewegen. Dit maakte het onderzoek minder nauwkeurig en daardoor ook minder betrouwbaar.

De klompvoetgroep was meer gewend aan de meetsetting, waardoor het makkelijker was om heen en weer te lopen zonder dat ze werden afgeleid door alle indrukken van het MARTLAB. De controle groep daarentegen werd meer afgeleid door de omgeving en vond het daardoor moeilijker te lopen zoals in het normale leven wordt gedaan. Ook moesten de deelnemers vaak lang stil staan voordat het systeem was gekalibreerd. Dit kon er voor zorgen dat de deelnemers enig sinds vermoeid begonnen aan het onderzoek en weinig concentratie hadden.

Grondreactiekracht

Tijdens de data-analyse bleek dat er bij veel trails geen grondreactiekracht is gemeten, dit was tijdens de metingen nog niet duidelijk. Vermoed wordt dat door de kleine stappen die de kinderen maken er soms 2 voeten op de plaat zijn gezet, waardoor grondreactiekracht er niet goed uit kwam. Daarnaast zijn er ook veel trials waarbij er helemaal geen grondreactiekracht is gemeten. Er is geen precieze reden gevonden hiervoor. Omdat aan de hand van de grondreactiekracht de fases van het gaan en het kniemoment gemeten kon worden, is er door de hoge foutgevoeligheid bij de metingen met kinderen een hoge uitval van meetgegevens.

Doordat niet bij elke deelnemer even veel goeie trails per parameter zijn gemeten is er voor gekozen om van alle parameters een gemiddelde te berekenen zodat iedere deelnemer uiteindelijk even veel invloed uitoefent op het gemiddelde. Ook is door de beperkte hoeveelheid deelnemers het niet bij elke parameter mogelijk geweest om de toetsende statistiek toe te passen, bij de parameters waar dit wel is gelukt moet worden gekeken wat de waarde hiervan is.

Sterke punten onderzoek

Aan de andere kant is dit onderzoek een goede pilot geweest voor vervolgonderzoek, en geeft het een beeld van de problemen waar rekening mee kan worden gehouden. Een ander goed punt van het

onderzoek is dat alle kinderen met klompvoeten door dezelfde arts zijn behandeld. Ook zijn tijdens de metingen alle deelnemers door maar 2 verschillende hoofdonderzoekers voorzien van markers. Deze hoofdonderzoekers hadden nauw contact en hanteerde hetzelfde behandelprotocol. Ook werd voorafgaand van elke meting het MART-Lab aan de hand van ditzelfde behandelprotocol klaargemaakt.

Aanbevelingen

Wat dit onderzoek nogmaals heeft uitgewezen dat het wel degelijk mogelijk is om bij kinderen een 3D-ganganalyse uit te voeren, ook met apparatuur die in principe voor volwassenen is gemaakt. Er zijn wat praktische zaken waar tegen aan wordt gelopen bij het meten zoals de meetapparatuur die iets wat aan de grote kant is, maar ook dit kan met kleine aanpassingen worden opgelost. Er wordt dan ook aangeraden vaker gebruik te maken van 3D-ganganalyse door bijvoorbeeld revalidatieartsen, fysiotherapeuten of huisartsen om kinderen met behulp van ganganalyse te revalideren.

Voor vervolg onderzoek kunnen verschillende toevoegingen aan dit onderzoek worden gedaan. Wat betreft de hoge foutgevoeligheid van data zouden er extra camera's tijdens de meting gebruikt kunnen worden. Hiermee wordt verwacht een groot deel van de discussiepunten te verhelpen. Voor aanvulling op het onderzoek zoals deze nu is uitgevoerd, zou er een lichamelijk onderzoek kunnen worden toegevoegd om de stugheid van de voet en lengte van de kuitmusculatuur te meten. Voor een meer compleet beeld kan er extra naar de spatio temporale parameters worden gekeken. En om de invloed van de intoeing op de knie te bekijken, zou ook het kniemoment gemeten kunnen worden zodat inzicht verkregen kan worden in een mogelijk verband tussen beide. Verder zou het voor de indeling van de fase van het gaan volgens Perry, makkelijker zijn als er naast de 3D-ganganalyse ook een 2D-video gekoppeld kon worden.

Het grootste verschil tussen de klompvoetgroep en de controlegroep zat in de mate van intoeing, voor de behandeling wordt dan ook aangeraden nog extra aandacht te besteden aan het corrigeren in het transversale vlak. (intoeing)

Conclusie

De Ponseti methode is een behandelmethode die in de kniebewegingen in het saggitale vlak geen verschillen veroorzaakt, vergeleken met een leeftijd-matchende controle groep. Wel wordt er verschil gevonden in de enkelbeweging in het sagittale vlak tijdens loading response, hierbij maakt de klompvoetgroep minder dorsaalflexie van de controlegroep. Ook is er een verschil in mate van intoeing, hierbij staan de voeten van klompvoetengroep meer richting intoeing. Door deze afwijking wordt er vermoed dat er ook een afwijking in de richting van de grondreactiekracht is en dat deze afwijkende grondreactiekracht invloed heeft op kniemoment.

Literatuur

1. Verhaar J, Mourik J. Orthopedie. 2nd ed. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2008. 234-235 p.
2. Hooglans T. De congenitale idiopathische klompvoet. 1986.
3. Vereniging Nederlandse Orthopaedische. Richtlijn Primaire Idiopathische Klompvoet. Richtlijn Primaire Idiopathische Klompvoet. p. 178.
4. El-hawary R, Karol LA, Jeans KA, Richards BS. Gait Analysis of Children Treated for Clubfoot with. Bone. 2008;1508–16.
5. Ponseti I V. Congenital Clubfoot: Fundamentals of treatment. 2nd ed. Oxford; 2008.
6. Rijal R, Prasad Shrestha B, Kumar Singh G, Singh M, Nepal P, Khanal GP, et al. Comparison of Ponseti and Kite's method of treatment for idiopathic clubfoot. Indian J Orthop. 2010;44(2):202–7.
7. Ponseti I, Dietz F, Staheli L. Klompvoet : Global-HELP Organization; 2006. 32 p.
8. Ponseti I V. Behandeling van de congenitale klompvoet. Stimulus. 1993;12(4):375–6.
9. Mindler GT, Kranzl A, Lipkowski CAM, Ganger R, Radler C. Results of gait analysis including the oxford foot model in children with clubfoot treated with the ponseti method. J Bone Joint Surg Am. 2014;96(19):1593–9.
10. Graf A, Hassani S, Krzak J, Long J, Harris G, Smith P. Long-Term Outcome Evaluation in Young Adults. Pediatr Orthop J. 2010;30(4):379–85.
11. Beyaert C, Haumont T, Paysant J, Lascombes P, Andre JM. The effect of inturning of the foot on knee kinematics and kinetics in children with treated idiopathic clubfoot. Clin Biomech. 2003;18(7):670–6.
12. Niki H, Nakajima H, Hirano T, Okada H, Beppu M. Effect of Achilles tenotomy on congenital clubfoot-associated calf-muscle atrophy: An ultrasonographic study. J Orthop Sci. 2013;18(4):552–6.
13. Ippolito E, Maio F, Mancini F, Bellini D, Orefice A. Leg muscle atrophy in idiopathic congenital clubfoot: Is it primitive or acquired? J Child Orthop. 2009;3(3):171–8.
14. Wicart P, Richardson J, Maton B. Adaptation of gait initiation in children with unilateral idiopathic clubfoot following conservative treatment. J Electromyogr Kinesiol. 2006;16(6):650–60.
15. Perry J, Burnfield JM. Gait Analysis: normal and pathological function. 2nd ed. SLACK Incorporated; 2010. 551 p.
16. van Oorschot L. Gangbeeldanalyse bij gezonden kinderen als normatieve data voor gangbeeldanalyse bij kinderen met klompvoeten. 2015.

Bijlages

Bijlage 1 wervingbrief

Beste ouder(s)/verzorger(s),

De afdeling kinderorthopedie van het Catharina Ziekenhuis en Máxima Medisch Centrum zijn in samenwerking met de Fontys paramedische hogeschool een onderzoek gestart waarbij er een ganganalyse bij kinderen met klompvoeten wordt gedaan. Hierbij wordt er gekeken na het looppatroon van de kinderen met klompvoeten en deze wordt vergeleken met de gang van gezonde controle kinderen zonder afwijkingen aan de onderste extremiteiten.

Is uw kind tussen de 4 en 8 jaar oud? En heeft uw kind geen aangeboren aandoening wat invloed heeft op het lopen of een neurologische aandoening? En lijkt het u leuk om met uw kind aan dit project mee te doen? Graag zouden we uw kind en u uitnodigen om deel te nemen aan dit project.

Het onderzoek betreft één meetmoment van ongeveer 1,5 uur en vindt plaats in het bewegingsanalyse lab van de Fontys hogeschool te Eindhoven. Voor de analyse van het looppatroon worden op de romp, heup, boven- en onderbeen en voet van uw kind kleine sensoren geplakt. Deze sensoren geven een signaal af die door de speciale camera's van het 3D bewegingsregistratiesysteem worden geregistreerd. Op deze manier wordt de houding van voet, been, heup en romp gemeten. Het aanbrengen van de sensoren duurt ongeveer 15 minuten. Daarna loopt uw kind met een zelfgekozen snelheid 5 tot 7 keer in het lab heen en weer. Hierbij wordt uw kind niet belemmerd door de sensoren. In de vloer van het lab is een krachtplaat verwerkt, waar uw kind overheen loopt zonder daar iets van te merken. Indien mogelijk worden na het gangbeeld ook nog een korte klinische test, drukplaat- en echometing afgenomen. Uiteraard worden alle taken aan uw kind en u uitgelegd en is deelname vrijwillig. Als dank voor het meedoen, mag uw kind een kleinigheidje uitzoeken.

We hopen u hiermee voor nu voldoende te hebben geïnformeerd. Mocht u interesse hebben, dan kunt u via volgend emailadres contact met ons opnemen: klompvoeten@gmail.com, voor meer informatie of het inplannen van een afspraak.
Alvast bedankt voor de medewerking!

Met vriendelijke groet,

Lisa van Oorschot, hoofdonderzoeker
Cojanne Kars, hoofdonderzoeker

Studenten Fontys:
Ineke de Bruijne
Femke Kleinhout
Tessa Dirkx
Annelies Rouwenhorst

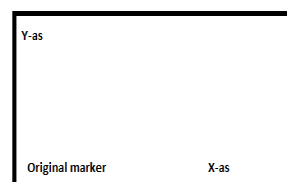
Bijlage 2 Standard Operation Plan (SOP)

Voor aanwezigheid proefpersonen

- TL-licht uit/ dimlicht aan + gordijnen dicht
- Lab aankleden, presentjes klaarleggen.
- Documenten klaarleggen (informed consent / bewijs ontvangst bedankje + evt reiskosten / metinglijst).
- Camera's op goede positie zetten.
- Camera's, computer, laptop en AMTI force plate aanzetten.
- Inloggen in laptop (gebruikersnaam: 191412@student.fontys.nl)
- Laptop aan de computer verbinden via netwerkkabel.
- Wifi-verbinding op laptop uitzetten.
- Codamotion realtime network server aanzetten op de computer: wanneer dit gedaan is linkt de computer alle gegevens naar de laptop en is de laptop klaar voor gebruik.
- Codamotion Odin starten op laptop
 - o Open in Odin het Oxford Foot Model – BB – BK

In Odin:

- Selecteren van de apparatuur die gebruikt gaat worden
 - o Hardware
 - o Select hardware server
 - o Coda + OK
 - o Camera's en AMTI force plate selecteren: Duel XC1 + AMTI forceplate
- Kalibreren van de ruimte zodat de x-as, y-as en z-as worden bepaald.
 - o Pak de kastjes en alle markers uit de kast
 - o LET OP: wanneer de kastjes uit de kast worden gehaald moet het dimlicht aanstaan. Wanneer de gewone lichten aanstaan is de reflectie te groot waardoor de batterij van de kastjes snel leeg is.
 - o Voor het kalibreren van de ruimte heb je een kastje nodig (bij voorkeur kastje A omdat hierin marker 1,2 en 3 zichtbaar zijn) en drie markers met een minimale lengte van 30cm.
 - o Bevestig de markers in A0, A1 en A2.
 - o Leg het kastje en de markers op de force plate: A0 is de original marker, A1 moet op de X-as gelegd worden in de looprichting van het lab, A2 moet op de Y-as gelegd worden haaks op de looprichting (zie figuur 1).
 - o Check of alle markers zichtbaar zijn voor beide camera's, let dus op dat er 3x2 markers in beeld zijn. De waarde die odin aangeeft moet boven de 30 zijn anders betekent het dat de marker voor een camera niet zichtbaar is. Wanneer dit het geval is geeft hij vaak de waarde 4 aan.
 - o Odin: Hardware
 - o Coda alignment



Figuur 1: marker plaatsing op force plate

- Original marker, X-as marker en Y-as marker invoeren (als je kastje A pakt is het dus 1,2,3 maar let op, als er een ander kastje gepakt wordt zullen de markers afwijken).
- Align
- Het lab is nu gekalibreerd, haal het kastje van de plaat af.
- Force plate gereed maken.
 - Apparaat instellen: De lampjes die op het apparaat van de force plate staan moeten allemaal uit staan. Dit betekent dat de krachten eenheid exact op 0 staat en dat je met positieve getallen gaat meten.
 - De lampjes kunnen bijgesteld worden met de schroevendraaier.
 - Odin: Hardware
 - Acquire force offsets
- Alle kastjes gereed maken; voor overzicht markers zie bijlage 1. Let op of kastjes goed geprogrammeerd zijn
- Bovenbeen clusters programmeren → markers 25 t/m 28 **LET OP! Op het einde moet alles teruggeprogrammeerd worden!!**
- Heupbeugel programmeren → marker 19 t/m 24 **LET OP! Op het einde moet alles teruggeprogrammeerd worden!!**
 - 19:L.Sac.Wand
 - 20:R.Sac.Wand
 - 21:L.PSIS
 - 22: L.ASIS
 - 23:R.PSIS
 - 24: R.ASIS
- Het lab is nu gereed, laat de proefpersoon maar komen!

Tijdens aanwezigheid proefpersoon

- Proefpersoon informeren en op gemak stellen.
- Uitleg studie zowel aan ouder als aan kind (introductie lab/taken/makers).
- Teken en informed consent
- Beenlengte opmeten → van spina iliaca anterior superior naar laterale zijde enkel.
- Beenlengte rechts en links noteren op het formulier.
- Markers proefpersoon plakken unilateraal (*zijde bepalen gezonde en bilaterale klompvoet*).
Probeer proefpersoon op het gemak te stellen door hem eventueel af te lijden met speelgoed of tablet.
- Proefpersoon aanmaken in Odin
 - File
 - Trail administrator
 - Naam proefpersoon invoeren. De documentnaam begint altijd met de code van het onderzoek, KV. Vervolgens wordt er aangegeven of de proefpersoon een klompvoet heeft of dat hij in de controlegroep zit, P= patiënt klompvoet en C= controle groep). Daarna wordt aangegeven of het linker of rechterbeen gemeten is, L of R. Tot slot wordt het nummer van de patiënt genoteerd. Voorbeeld: KV_P_R_01 (klompvoet_klompvoetpatient_rechterbeen_patient 1).

- De proefpersoon is nu rechtsonder in beeld zichtbaar, onder deze code worden nu alle metingen opgeslagen.
- Vul het formulier van bijlage 2 in zodat alle gegevens van een proefpersoon goed bij worden gehouden.
- Proefpersoon kalibreren
 - Pak de Pointer uit de kast (pointer A met klompvoet erop). Deze pointer heb je later nodig.
 - Proefpersoon gaat op het krachtenplaatvorm staan met de voet waar de makers opgeplakt zijn. De andere voet zet hij/zij een stap naar achteren.
 - Controleren of alle markers goed in beeld zijn. Bij zichtbaarheid van alle markers ga naar de volgende stap. Wanneer niet alle markers zichtbaar zijn moet de proefpersoon wat draaien met zijn voet of wellicht staat hij met zijn andere voet voor de markers. Wanneer niet alle markers in beeld zijn kun je nooit naar de volgende stap!
 - Hardware
 - Acquire pointer
 - Pak nu de pointer en ga naast het bureau in het zicht van de camera's staan. Let op, je mag niet voor de markers van de proefpersoon gaan staan.
 - Zet de pointer aan en kijk tegelijkertijd naar de camera's wanneer het lampje een keer knippert zet je de pointer weer uit.
 - Als het allemaal goed is gegaan wordt het scherm op de laptop groen. Wordt hij rood dan moet je de stappen opnieuw herhalen. Odin geeft aan wat het probleem (markers/pointer uitbeeld) was.
 - Als alles goed gegaan is haal je de volgende drie markers van de proefpersoon af, deze zijn niet meer nodig voor de meting: marker 7,9 en 14.

Tijdens de metingen

- Nogmaals uitleg proefpersoon, persoon loopt in een rechte lijn van 8m door het lab op eigen tempo. Indien mogelijk moeten ze het krachtenplaatvorm raken met beplakte 1 voet.
LET OP: in eerste instantie is het meest van belang dat de proefpersoon correct op en neer loopt en het liefst moet hij het krachtenplaatvorm raken.
- Proefpersoon mag nu beginnen met lopen wanneer degene achter de laptop klaar is.
- Achter de laptop druk je op record en als de proefpersoon uit beeld is druk je op stop.
- Check of de meting goed is verlopen (**alle markers moeten zichtbaar zijn geweest mn in middendeel trial(..%)**) en proefpersoon moet met het te meten been midden op het krachtenplaatvorm geland zijn). *LET OP: er moeten minimaal 5 metingen correct zijn, alle markers moeten in beeld zijn geweest en de proefpersoon moet het krachtenplaatvorm met een voet volledig geraakt hebben.* Tevens mogen er geen markers losgelaten zijn!
- Noteer alles op het formulier, goede of foute meting, snelheid proefpersoon en eventuele opmerkingen. Zie bijlage 2 voor voorbeeld formulier.
- Wanneer alle 5 metingen klaar zijn mogen de markers nog niet van de proefpersoon af. De test van Arnold moet nog uitgevoerd worden!

Test Arnold

- Test Arnold uitvoeren voor uitleg zie bijlage 3.
- Deze test moet vijf keer correct uitgevoerd worden.
- Vul ook bij deze testen het formulier in bijlage 2 in. Geef aan bij opmerkingen dat het gaat om de test van Arnold.
- Controleer voor je de markers definitief van de proefpersoon afhaalt of er daadwerkelijk 5 goede metingen zijn per taak.
- Alle markers loshalen van proefpersoon en terug in de kast leggen, alle markers in de kastjes laten zitten zodat de markers voor de volgende meting weer direct goed zitten.

Data opslaan!

- Sla de data op door te klikken op file, export current trial.
- Sla de data ook nog voor de zekerheid op op een USB. Hiervoor druk je op file, export motion bundel.

Echo

- 3x echografie maken voor stijfheid en voor diameter kuit. **protocol student**

Drukmeting

- Statische meting op drukplaat
- 5x een dynamische meting op de drukplaat, hierbij is de beginafstand van de drukplaat 1m (de aanlooperperiode). **Protocol student**

Na de metingen

- Uitleg uitkomst van de metingen en eventueel wat dingen laten zien aan de proefpersoon.
- Zijn er verder nog vragen?
- Proefpersoon bedanken door middel van bedankje en formulier van ontvangs laten tekenen.
- Reiskosten vergoeden bij de gezonde proefpersonen en een formulier laten tekenen voor ontvangst.

Dataopslag & opruimen & afsluiten lab

LET OP: Bovenbeenclusters en heupbeugel terugprogrammeren!

- Bovenbeen clusters herprogrammeren → naar markers 17,18,19,20
- Heupbeugel herprogrammeren → markers 1,2,3,4, 13,14
 - 1:L.Sac.Wand
 - 2:R.Sac.Wand
 - 3:L.PSIS
 - 4: L.ASIS
 - 13:R.PSIS
 - 14: R.ASIS

Veel gemaakte fouten:

- TL licht is niet uit waardoor er teveel reflectie is.
- Gordijnen zijn niet dicht waardoor er teveel reflectie is.
- Kast is niet dicht waardoor er teveel reflectie is van andere markers in de kast.
- Er zitten reflectoren op de persoon (kettingen ed).
- De drive box is verkeerd geprogrammeerd (wanneer dit is knipperen de markers in beeld). Bij deze foutmelding moet de drive box opnieuw geprogrammeerd worden.
 - o Er ligt een grijze kabel in de kast, pak deze
 - o Stop de ene kant van de kabel in de computer en de andere kant in de drive box
 - o Nu kun je op de computer onder het programma coda motion marker drive configuration de drive box her-programmeren.

Bijlage 1

Kastje A

- A0; RKNE; Femoral condyle; 10cm
- A1; RHFB; Head of fibula; 10cm
- A2; RTUB; Tibial tuberosity; 10cm
- A3; RTIB; Lateral aspect of os cruris; 20cm

Kastje B

- B0; RSHN; Anterior aspect of shin; 30cm
- B1; RANK; Lateral malleolus; 10cm
- **B2; RMMA; Medial malleolus; 20cm**
- B3; RSTL; Sustentaculum tali; 20cm

Kastje C

- **C0; RPCA; Posterior medial aspect of heel (bovenste marker); 20cm**
- C1; RCPG; Wand marker on posterior calcaneus; 30cm
- C2; RHEE; Posterior distal aspect of heel (onderste marker); 20cm
- C3; RLCA; Lateral calcaneus; 20cm

Kastje D

- D0; RP1M; Base of first metatarsal; 20cm
- **D1; RD1M; Head of first metatarsal; 50cm**
- D2; RTOE; Between second and third metatarsal heads; 30cm
- D3; RHLX; Base of hallux; 50cm

Kastje E (Foot 21-24/Voet re)

- E0; RP5M; Base of fifth metatarsal; 40cm
- E1; RD5M; Head of fifth metatarsal; 50cm

Bovenbeen

- Lateral wand femur; los kastje voor om been.

Heup

- Anterior superior iliac spine lateral; heupbeugel
- Anterior superior iliac spine medial; heupbeugel
- Posterior superior iliac spine lateral; heupbeugel
- Posterior superior iliac spine medial; heupbeugel

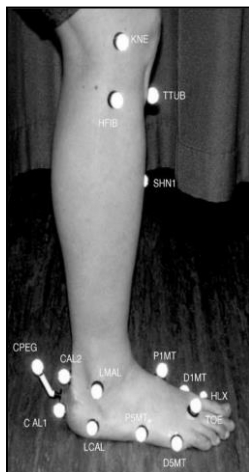


Figure 1a
Marker position
Oxford foot model
Lateral view

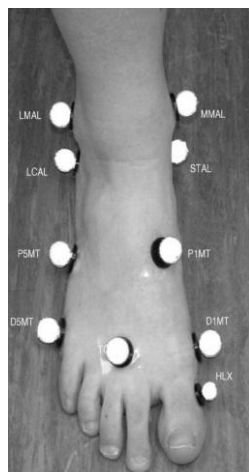


Figure 1b
Marker position
Oxford foot model
Dorsal view



Figure 1c
Marker position
Conventional gait
model
Dorsal view



Figure 1d
Marker position
Conventional gait
model
Ventral view

Bijlage 3

Metingen

Naam Proefpersoon:

Nummer proefpersoon:

Datum meting:

Metin g	Goede of slechte meting (V/X)	Gelopen snelheid proefpersoon (hoe?)	Opmerkingen	Meting	Goede of slechte meting (V/X)	Gelopen snelheid proefpersoon	Opmerkingen
1				22			
2				23			
3				24			
4				25			
5				26			
6				27			
7				28			
8				29			
9				30			
10				31			
11				32			
12				33			
13				34			
14				35			
15				36			
16				37			
17				38			
18				39			
19				40			
20				41			
21				42			

Bijlage 2

Test Arnold

Uitvoering

Voor deze test moet de proefpersoon op een bank of stoel zitten met zijn benen afhangend. In deze positie wordt er aan de proefpersoon gevraagd of hij zijn tenen naar zich toe kan trekken (een dorsaalflexiebeweging).

Doel van de test

Met deze test wordt er gekeken of de proefpersoon de beweging zonder een inversie of eversie beweging uitvoert. Wanneer de test met een inversie of eversie-beweging uitvoert betekent dit dat er een compensatie plaatsvindt om de maximale beweging toch te kunnen halen.

Bijlage 3 Informed consent

Toestemmingsformulier Gangbeeldanalyse bij kinderen

ToetsingOnline NL53229.100.15 / versie 2 aug '15

Ik ben gevraagd om toestemming te geven, zodat mijn kind meedoet aan dit medisch-wetenschappelijke onderzoek:

Naam proefpersoon:

Geboortedatum: __ / __ / __

Ik heb de informatiebrief voor de proefpersoon gelezen. Ik kon aanvullende vragen stellen. Deze vragen zijn naar tevredenheid beantwoord. Ik heb voldoende tijd gehad om te beslissen of mijn kind meedoet. Ja / Nee

Ik weet dat meedoen helemaal vrijwillig is. Ik weet dat ik op ieder moment kan beslissen dat mijn kind toch niet meedoet. Daarvoor hoef ik geen reden te geven. Ja / Nee

De meting zal sowieso gestopt worden als mijn kind zich tegen het onderzoek verzet. Voorbeelden van verzet zijn (signalen van) angst, verdriet of boosheid. Ja / Nee

Ik weet dat sommige mensen de gegevens van mijn kind kunnen zien. Die mensen staan vermeld in de Algemene brochure. Ja / Nee

Ik geef toestemming om de gegevens te gebruiken voor de doelen die in de informatiebrief staan. Ja / Nee

Ik geef toestemming om de onderzoeksgegevens van mijn kind 15 jaar na afloop van dit onderzoek te bewaren. Ja / Nee

Ik vind het goed dat mijn kind meedoet aan dit onderzoek. Ja / Nee

Naam ouder/voogd**:

Handtekening:

Datum: __ / __ / __

Naam ouder/voogd**:

Handtekening:

Datum: __ / __ / __

In te vullen door onderzoeker

Ik verklaar hierbij dat ik bovengenoemde persoon/personen volledig heb geïnformeerd over het genoemde onderzoek. Ja / Nee

Als er tijdens het onderzoek informatie bekend wordt die de toestemming van de ouder of voogd zou kunnen beïnvloeden, dan breng ik hem/haar daarvan tijdig op de hoogte. Ja / Nee

Naam onderzoeker:

Handtekening:

Datum: __ / __ / __

Aanvullende informatie is gegeven door (indien van toepassing):

Naam:

Functie:

Handtekening

Datum: __ / __ / __

** Wanneer het kind jonger dan 18 jaar is, ondertekenen de beide ouders die het gezag uitoefenen of de voogd dit formulier.

Bijlage 4 Histogrammen

