

Bacheloropleiding Orthopedische Technologie

Helmtherapie bij milde schedelafwijking

Schedelafwijking deformatief, redressiehelm positief?



*Orthopedische
Technologie
Valtijd*



Alice Lammers

Stagebedrijf: Westland Orthopedie B.V.

Begeleidend docent: Mark van der Pluijm

Begeleider bedrijf: Remco Schouten

Rotterdam, 28 mei 2012

Academiejaar 2011-2012

Helmtherapie bij milde schedelafwijking

Schedelafwijking deformatief, redressiehelm positief?

Alice Lammers

Stagebedrijf: Westland Orthopedie B.V.

Begeleidend docent: Mark van der Pluijm

Begeleider bedrijf: Remco Schouten

Rotterdam, 28 mei 2012

Academiejaar 2011-2012

Voorwoord

Dit afstudeeronderzoek beschrijft het onderzoek dat ik voor Westland Orthopedie BV heb uitgevoerd. Het onderzoek beschrijft de vooruitgang en het herstel van (milde) deformatieve plagiocephalie en brachycephalie bij verschillende behandelingen. Hierbij is het herstel met de redressiehelm van Westland Orthopedie in kaart gebracht. Wat de meerwaarde van helmtherapie bij milde afwijkingen is, is in dit onderzoek uitgezocht.

Met dit onderzoek sluit ik de bacheloropleiding Orthopedische Technologie aan de Fontys Hogeschool in Eindhoven af.

Zonder een aantal mensen heb ik dit verslag niet kunnen schrijven. Allereerst wil ik mijn twee begeleiders van Fontys bedanken. Dit zijn Mark van der Pluijm en Siete Sirag, die mij feedback en tips gaven om het onderzoek in goede banen te leiden. Ook mijn begeleider bij Westland Orthopedie, Remco Schouten, bedank ik voor zijn tijd en energie die hij in mij gestoken tijdens de stage. Hij heeft me veel geleerd over redressiehelmtherapie. Ook bedank ik de medewerkers van Westland Orthopedie voor het helpen versturen van de informed consent brieven. Uiteraard bedank ik ook de ouders en kinderen die aan mijn onderzoek hebben meegewerkt. Verder bedank ik iedereen die interesse heeft getoond in mijn onderzoek.

Rotterdam, 28 mei 2012

Alice Lammers

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Lijsten met tabellen, figuren, grafieken en vergelijken	6
Lijst met tabellen	6
Lijst met figuren	6
Lijst met grafieken	6
Lijst met vergelijkingen	6
Samenvatting.....	7
Summary	8
1. Inleiding.....	9
1.1. Relevantie en aanleiding	9
1.2. behandelingen.....	9
1.3. Achtergrond informatie.....	9
1.4. De probleemstelling	10
1.5. Doelstelling.....	10
1.6. Opbouw van het verslag.....	10
1.7. Onderzoekshypothese.....	11
2. Methode.....	12
2.1. Literatuuronderzoek.....	12
2.2. Metingen baby schedels.....	12
2.2.1. Metingen en benodigdheden	12
2.2.2. Analyse	13
2.2.3. Groepindeling	15
2.3. Ethiek.....	15
2.4. Vraaggesprekken	15
3. Literatuuronderzoek	16
3.1. Redressiehelmintherapie	16
3.1.1. Behandeling en verbetering	16
3.1.2. Klinische relevantie	17
3.2. Herpositioneren van het hoofd	18
3.3. Fysiotherapie	18
3.4. Operatieve behandelingen	19
3.5. Geen behandeling (op lange termijn)	19
4. Praktijkonderzoek	21
5. Discussie	28
5.1. Literatuuronderzoek.....	28
5.2. Praktijkonderzoek.....	28

5.3.	Interviews	29
5.3.1.	Interviewverslag en resultaten	29
6.	Conclusie	31
6.1.	Literatuuronderzoek	31
6.2.	Praktijkonderzoek	31
6.3.	Advies	32
7.	Aanbevelingen	33
	Literatuurlijst	34
	Bijlage I: Pre- en postnatale factoren voor positionele plagiocephalie	38
	Bijlage II: brief aan de ouders met informed consent	39
	Bijlage III: protocol	41
	Bijlage IV: Plagiocephalometrie	44
	Bijlage V: De redressiehelm van Westland Orthopedie, vervaardigd door Ossür	45
	Bijlage VI: 3D-scanner zSnapper portable	46
	Bijlage VII: Kwaliteits criteria voor kwaliteit en betrouwbaarheid van onderzoeksartikelen	48
	Bijlage VIII: grafieken van de data analyse	49
	Bijlage IX: De totale dataset	52
	Bijlage X: tabellen hoofdomtrek volgens World Health Organisation	60
	Bijlage XI: Begrippenlijst	61

Lijsten met tabellen, figuren, grafieken en vergelijken

Lijst met tabellen

Tabel 1 Schedelclassificatie met ODDI- en CPI-waarden (van Vlimmeren, 2008).....	13
Tabel 2 Classificatie van schedelvormen op CPI en ODDI waarden bij de analyse	13
Tabel 3 Resultaten van herpositioneren en redressiehelm gebruik (Graham et al., 2005)	16
Tabel 4 Resultaten op lange termijn (Hutchison et al., 2010).....	18
Tabel 5 Prevalentie van plagiocephalie (van Vlimmeren et al., 2008a)	19
Tabel 6 Resultaten prevalentie schedelafwijking bij kinderen tot 2 jaar	20
Tabel 7 Leeftijd begin en duur helmtherapie (gemiddelde $\pm$ standaarddeviatie) per afwijkingsvorm....	21
Tabel 8 Percentage baby's waarvan de schedelafwijking hersteld met een redressiehelm	23
Tabel 9 Vooruitgang voor ODDI- en CPI-waarden en de hoofdomtrek	24
Tabel 10 Verbetering schedelafwijkingwaardes bij baby's die een milde afwijking hielden	24
Tabel 11 Verbetering bij verschillende startleeftijden startleeftijd	27
Tabel 12 Aantal baby's herstelt na verschillende behandelingen.....	31
Tabel 13 Kwaliteitscores (14 = excellent). Hiërarchie gebaseerd op University of Sheffield Hierarchy of Evidence	48
Tabel 14 Aantal procent dat verbeterd bij een combinatie	51
Tabel 15 De gegevens van gemeten schedelvormen voor en na redressiehelmtherapie	52

Lijst met figuren

Figuur 1 Plagiocephalie	9
Figuur 2 Brachycephalie	9
Figuur 3 DOC band ('Wordpress', 2012)	16
Figuur 4 Lambdoïde schedelnaad ('Craniofacial Centre', 2012)	19
Figuur 5 Redressiehelm van Westland Orthopedie (Meijndert, 2012)	21
Figuur 6 de knoppen van het programma.....	41
Figuur 7 De baby zoals hij op het beeldscherm komt bij het scannen.....	42
Figuur 8 punt op de oor.....	42
Figuur 9 Digitale metingen in het 3D programma PlagioCare	43
Figuur 10 Plagiocephalometrie met bijbehorende maten (Ekwip, 2008)	44

Lijst met grafieken

Grafiek 1 Aantal baby's per deformatieve schedelafwijking, mild en ernstig	15
Grafiek 2 De ODDI- en CPI-waarden voor en na helmtherapie.....	22
Grafiek 3 De verbetering van de ODDI- en CPI-waardes voor milde afwijkingen	22
Grafiek 5 Vooruitgang bij een combinatie van plagiocephalie en brachycephalie.....	23
Grafiek 6 Frequentie linker en rechter afplatting	24
Grafiek 7 Groei hoofd bij meisjes en jongens met milde en ernstige afwijkingen	25
Grafiek 8 Groei hoofdomtrek jongens vergeleken met WHO $\pm \sigma$ maten	26
Grafiek 9 Groei hoofdomtrek meisjes vergeleken met WHO $\pm \sigma$ maten	26
Grafiek 10 Verbetering ODDI- en CPI-waarden per startleeftijd helmtherapie.....	27
Grafiek 11 Verbetering van brachycephalie.....	49
Grafiek 12 Verbetering van plagiocephalie	49
Grafiek 13 Verbetering van een combinatie van plagiocephalie en brachycephalie.....	50
Grafiek 14 Hoofdomtrek voor en na de helmtherapie vergeleken met de WHO waarden	50

Lijst met vergelijkingen

Vergelijking 1 Standdeviatie	14
Vergelijking 2 Toetsingsgrootheid	14
Vergelijking 3 Toetsingsgrootheid voorbeeld	14
Vergelijking 4 P-waarde voorbeeld	14

Samenvatting

Tegenwoordig krijgen ouders het advies, om hun baby op de rug te laten slapen, in verband met de wiegendood. Hierdoor komen deformatieve schedelafwijkingen zoals brachycephalie, plagiocephalie en de combinatie daarvan steeds meer voor. Deze schedelafwijkingen kunnen worden behandeld met onder andere redressiehelmmtherapie.

Het doel van dit onderzoek is het opstellen van advies over het toepassen van helmtherapie bij deformatieve plagiocephalie en brachycephalie, wanneer er twijfel bestaat of een redressiehelm noodzakelijk is, omdat de milde schedelafwijking zonder interventie zou kunnen herstellen. Vanuit Westland Orthopedie te Rotterdam is het verzoek gekomen om dit te onderzoeken.

Vanuit deze doelstelling is de volgende vraagstelling opgesteld: "Wanneer is er een meerwaarde van helmtherapie voor deformatieve plagiocephalie en brachycephalie als er twijfel bestaat over het wel of niet behandelen en welk advies kan hier over worden gegeven aan ouders en de doorverwijzende arts?"

Er is antwoord gegeven op deze vraag door een literatuuronderzoek te doen over verschillende behandelingen en de effectiviteit er van. Ook de klinische relevante is onderzocht. Van de 550 baby's hebben de ouders van 329 baby's getekend voor deelname aan het onderzoek. Er zijn metingen gedaan door middel van 3D-scans voor en na redressiehelmmtherapie. De ODDI- en CPI waarden en classificaties van voor en na helmtherapie zijn vergeleken met elkaar. De afwijkingen zijn geclassificeerd in mild (ODDI: 104%-108% en/of CPI: 90%-95%) en ernstig (ODDI > 108% en/of CPI > 95%). Een kind met de classificatie normaal (ODDI < 104% en CPI < 90%) na helmtherapie is volledig hersteld. De data analyse is in Microsoft Excel verwerkt.

Helmtherapie bereikt sneller herstel dan herpositioneren van het hoofd. Operaties worden alleen gedaan bij ernstige symptomen. Fysiotherapie is beter dan geen fysiotherapie. Voor milde afwijkingen wordt herpositioneren en fysiotherapie aangeraden voor de leeftijd van vijf maanden. Hierna kan helmtherapie worden gestart als de afwijking nog steeds aanwezig is. Helmtherapie zorgt voor geruststelling bij de ouders. De snellere verbetering van de schedelafwijking door helmtherapie is van belang om blijvende schedelmisvormingen te voorkomen. De kans op psychische-, psychomotorische- en cognitieve stoornissen, scheelzien en middenoorontsteking wordt kleiner, doordat de deformatieve schedelafwijking sneller verbeterd met helm. Beweging van het hoofd in rugligging wordt niet meer gehinderd door de afplatting met helm op.

Uit de data analyse blijkt dat bij de milde vorm 59,1% hersteld; bij een ernstige vorm is dat 11,9%. Een brachycephalie herstelt beter dan een plagiocephalie (mild 86,7% versus 51,9%; ernstig 20,8% versus 2,9%). Bij een combinatie houdt een kind eerder een plagiocephalie na helmtherapie dan een brachycephalie. Wanneer een milde vorm na helmtherapie nog steeds een milde vorm is, is er gemiddeld toch minstens 1,0% verbetering van de CPI- of ODDI-waarden. Een linker afplatting komt vaker voor dan een rechter (63,9% versus 36,1%). Gemiddeld is de startleeftijd tussen de 5,6 en 5,9 maanden. De duur van de therapie is gemiddeld 6,3 tot 6,6 maanden. Ernstige vormen blijken meer verbetering te hebben in ODDI- en CPI-waarden dan milde vormen. De schedels in dit onderzoek zijn groter dan gemiddeld. Er blijkt meer verbetering en herstel te zijn als de helmtherapie voor de leeftijd van zes maanden is begonnen.

Wanneer een deformatieve afwijking bij de leeftijd van vier maanden aanwezig is, is zonder behandeling 82,1% bij de leeftijd van één jaar herstelt volgens Hutchison et al. (2004). Met de redressiehelm van Westland Orthopedie is 95,6% van een milde vorm hersteld (Hutchisons classificatie) na helmtherapie. Aan de hand van deze gegevens (95,6% versus 82,1%), wordt geconcludeerd dat de meerwaarde van helmtherapie meer herstel is bij milde afwijkingen dan wanneer deformatieve plagiocephalie en brachycephalie niet worden behandeld.

Summary

There seems to be a correlation between prone position and sudden infant death syndrome. Therefore, babies sleep more often in supine position which caused that the prevalence of positional brachycephaly and plagiocephaly is increased. These skull deformations can be treated with helmet therapy.

The aim of this research is to form advice about practice helmet therapy with deformational plagiocephaly and brachycephaly, when there is doubt if helmet therapy is necessary, because mild forms of skull deformations could recover naturally without intervention. Westland Orthopedie asked to do a research about this topic.

From this aim to following search request is formulated: "When is there an added value of helmet treatment for deformational plagiocephaly and brachycephaly when there is doubt about practice a treatment and which advice can be given to parents and referred doctors?"

To answer this search request, a literature study about several treatments and its effectiveness is done. The clinical relevance is also explored. 239 babies (out of 550) participated. All parents signed an informed consent. Measurements were taken with 3D-scans before and after helmet treatment. The ODDI- and CPI-values and classifications from before and after are compared with each other. The deformations are classified in 'mild' (ODDI: 104%-108% and/or CPI: 90%-95%) and 'severe' (ODDI > 108% and/or CPI > 95%). A child with the classification 'normal' (ODDI < 104% and CPI < 90%) after treatment is fully recovered. The data analysis is done in Microsoft Excel.

Helmet therapy reaches faster recovery than repositioning of the head. Operative treatment will only be done when there are severe symptoms like brain growth obstruction.

Physiotherapy is better than no physiotherapy. In cases of mild deformations repositioning and physiotherapy are recommended before the age of five months. After that, helmet treatment can be started when the deformation is still present. Helmet therapy sets parents at rest, because they worry less about the recovery. Faster recovery of the deformation by helmet therapy is important to prevent permanent deformation. The possibility of psychological-, psychomotor- and cognitive disorders, strabismus and otitis media is getting smaller, because the skull deformation improves faster with helmet therapy. Movement of the skull in supine position will not be blocked by flattening of the head while wearing an orthotic head device.

The data analyses lead to several conclusions. A mild deformation recovered in 59.1% of the cases; a severe deformation 11.9%. A brachycephaly recovers better than a plagiocephaly (mild 86.7% versus 51.9%; severe 20.8% versus 2.9%). Babies with a combination of brachycephaly and plagiocephaly recovered better from brachycephaly. If the classification is mild before and after helmet treatment, there is at least 1.0% improvement of the CPI- or ODDI-values. A left flattening appears more than right flattening (63.9% versus 36.1%). The mean age at the start of treatment is between 5.6 and 5.9 months. The mean length of therapy is 6.3 to 6.6 months. Severe deformations seem to have more improvement in ODDI- and CPI-values than mild deformations. The skulls of the babies are bigger than average. There is more improvement and recovery, when the helmet therapy started before the age of six months.

When a deformational skull flattening is present at the age of four months, 82.1% is recovered at the age of one year according to Hutchison et al (2004). With the orthotic head device of Westland Orthopedie 95.6%, with mild deformations, is recovered at the age of one year (Hutchison's classification). The added value of helmet therapy is more recovery from mild deformations than no treatment of deformational plagiocephaly and brachycephaly.

1. Inleiding

1.1. Relevantie en aanleiding

Vanaf 1 januari 2013 gaat de redressiehelm waarschijnlijk uit het zorgverzekeringspakket en komen de kosten van de helm voor rekening van de ouders. Een redressiehelm heeft als doel een deformatieve schedelafwijking te verbeteren. De vraag is of er ook herstel zou zijn zonder helmtherapie. Het effect van de helm op de vorm van een schedel moet in kaart gebracht worden, om te bewijzen dat een helm zinvol is bij milde schedelafwijkingen. Bij milde schedelafwijkingen wordt er getwijfeld om een helm aan te gaan meten. Helmtherapie wordt momenteel vooral gezien als een cosmetische behandeling. Dit is in twijfel te brengen als er wordt gekeken naar het psychologische- en motorische- en lichamelijke effect. De vraag waarom helmtherapie bij milde schedelafwijkingen een toegevoegde waarde is, is onderzocht in dit onderzoek.

1.2. Behandelingen

Er zijn verschillende behandelingen (fysiotherapie, herpositionering van het hoofd, redressiehelm therapie en operatieve behandelingen) die in dit onderzoek besproken worden. Herpositionering is het voorzichtig draaien van het hoofd wanneer het kind op de rug ligt. Dit gaat vaak moeilijker door een asymmetrische schedelvorm, waardoor het hoofd terugkeert naar de oorspronkelijke positie. Een voorkeurshouding zal zo gestimuleerd worden. Er wordt gekeken hoe effectief een behandeling is en welke behandeling het best zou zijn voor een milde positionele plagiocephalie en brachycephalie. Ook wordt er onderzocht wat er met de schedelvorm gebeurt als de schedelafwijking niet wordt behandeld. Een begrippenlijst is in bijlage XI te vinden.

1.3. Achtergrond informatie

Benaming schedelvorm

De schedelvorm kan op verschillende manieren beschreven worden. Een schuine afplatting wordt een plagiocephalie genoemd (figuur 1). De afplatting kan schuin op het achter- of voorhoofd voorkomen. De schuinheid wordt gemeten in ODDI-waarden (oblique diameter difference index). Een brachycephalie is een symmetrische afplatting van het achterhoofd (figuur 2). De wordt gemeten in CPI-waarden (cranio-proportional index).

Een deformatieve schedelafwijking ontstaat door uitwendige krachten op de schedel. Non-synostotische plagiocephalie, positionele plagiocephalie, posterieure plagiocephalie, deformationale plagiocephalie en occipital plagiocephaly (dit laatste is de officiële medische term) zijn termen die eveneens gebruikt worden als synoniemen voor deformatieve plagiocephalie. Een deformatieve afplatting van de schedel kan al gediagnosticeerd worden vlak na de geboorte, terwijl na een leeftijd van 6 weken pas gesproken kan worden van een positionele plagiocephalie. (Bialocerkowski, Vladusic & Howell, 2005; Collet, 2005)



Figuur 1 Plagiocephalie ('Cranial Technologies', 2010)



Figuur 2 Brachycephalie ('Cranial Technologies', 2010)

Ideopatische en symptomatische asymmetrie

Nuysink, van Haastert, Takken en Helders (2008) maken een onderscheid tussen ideopatische asymmetrie (IA) en symptomatische asymmetrie (SA). Bij SA treedt de asymmetrie op als gevolg van een onderliggende problematiek (deformatieve schedelvervorming) en bij IA daarentegen is er geen echte oorzaak te vinden (craniosynostose). Dit is van belang voor de prognose en de eventuele interventie.

Craniosynostose

Craniosynostose is het verbenen of vergroeien van de schedelnaden (suture). Eén of meerdere naden tussen de verschillende platen waaruit de schedel bestaat verbenen te vroeg. De schedelnaden zijn van belang voor de groei van de schedel. De schedel groeit zo, dat alleen ter plaatse van een open

naad botweefsel vanuit de naad naar weerszijden bijgroeit, waardoor de schedel in grootte toeneemt loodrecht op de naad. Als ergens een naad verbeend is, gebeurt dit niet en groeit de schedel niet uit op deze plaats. Het vroegtijdig sluiten van de sutura lamboidea geeft een plagiocephalische schedelvorm. Eén op de 1.000 levend geboren baby's heeft een craniosynostose. Daarvan heeft 60% een gesloten sagitale schedelnaad. De lambdoïde suture is minder vaak te vroeg verbeend. Deformatieve plagiocephalie komt voor bij één op de 300 levend geboren baby's. (Persing et al., 2003; Rekate 1998)

Wiegendood

Rugligging werd na de campagne Back to sleep geadviseerd door de American Academy of Pediatrics, omdat er een verband bleek te zijn tussen buiklig en wiegendood. Door ruglig is de prevalentie van positionele schedelafwijkingen toegenomen. Zie bijlage I voor meer pre- en postnatale factoren voor positionele plagiocephalie. ('American Academy of Pediatrics', 1992; Dias et al., 1996)

Werking redressiehelm

De redressiehelm is ontworpen voor baby's met een deformatieve schedelafwijking. Hij wordt het meest gebruikt bij plagiocephalie en brachycephalie. De werking van de redressiehelm is dat het nauw aansluit op plaatsen waar de schedel goed is en groeiruimte biedt in de holtes van de helm waar de schedel afgeplat is. Als de helm van binnen rond is, wordt het hoofd hier naar gevormd. De werking van de helm is afhankelijk van de schedelgroei. Als de schedel tegen het helmpje groeit, wordt de schedel rond. De werking van de helm is dus afhankelijk van de groei van de schedel. Andere factoren zijn de afwijking van de vorm van het hoofdje aan het begin van de behandeling, de startleeftijd van de baby en de schedelplaten die wel of niet aan elkaar gegroeid zijn op het moment van de behandeling. Dit laatste wordt bevestigd door de kinderarts door middel van foto's en de opening van de fontanel.

1.4. De probleemstelling

De probleemstelling van dit onderzoek is: "Wanneer is er een meerwaarde van helmtherapie voor deformatieve plagiocephalie en brachycephalie als er twijfel bestaat over het wel of niet behandelen en welk advies kan hier over worden gegeven aan ouders en de doorverwijzende arts?"

De probleemstelling heeft geleid tot de volgende hoofd- en deelvragen:

"Welk advies kan er gegeven worden aan de doorverwijzende arts en de ouders van het kind over helmtherapie, wanneer er een ODDI van 104-108% of CPI van 90-95% is (bij twijfel of helmtherapie nodig is)?"

- Bij hoeveel procent van de baby's met een deformatieve plagiocephalie en/of brachycephalie is (geen) behandeling (fysiotherapie, herpositioneren, helmtherapie en operatieve ingrepen) effectief?
- Wat zijn naast het cosmetisch effect andere effecten van redressiehelmtherapie?
- Wat is er te meten met de 3D-meting en Plagiocare met betrekking tot de effectiviteit van de redressiehelm van Westland Orthopedie B.V. voor deformatieve plagiocephalie en brachycephalie?

1.5. Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is het opstellen van advies over het aanbieden van helmtherapie bij deformatieve plagiocephalie en brachycephalie, wanneer er twijfel bestaat of een redressiehelm nodig is omdat de milde schedelafwijking zonder interventie zou kunnen herstellen.

1.6. Opbouw van het verslag

Om de hoofd- en deelvragen te kunnen beantwoorden wordt eerst de methode van het onderzoek behandeld. Vervolgens wordt er ingegaan op het literatuuronderzoek dat bestaat uit verschillende

behandelingen (redressiehelmmtherapie, herpositioneren, fysiotherapie en operaties) en het niet toepassen behandeling. Hier wordt gekeken hoeveel baby's geholpen zijn met de soort interventie en de meerwaarde van de redressiehelm buiten het cosmetische aspect. Daarna wordt het praktijkonderzoek beschreven. Er zijn metingen bij baby's gedaan voor en na redressiehelmmtherapie bij Westland Orthopedie BV. Deze metingen worden vervolgens geanalyseerd. Aan de hand van de informatie die is verkregen wordt er een conclusie worden getrokken. Als laatst is er een discussie over het gehele onderzoek. Deze bevat ook interviews met ouders en orthopedische technologiën over het wel of niet toepassen van redressiehelmmtherapie.

1.7. Onderzoekshypothese

De hypothese (H_0) van dit onderzoek volgt uit de praktijkervaringen bij Westland Orthopedie BV: 'Een redressiehelm is niet effectief bij een milde en ernstige vorm van een deformatieve afwijking'

2. Methode

Door middel van explorerend en analyserend onderzoek is er onderzocht wat de meerwaarde van helmtherapie is, wanneer er twijfel was of de schedelafwijking zonder interventie kon herstellen. Bij exploreren ligt de nadruk bij het zoeken hoe effectief verschillende behandelingen van schedelafwijkingen zijn. Bij het analyseren ligt de nadruk vooral bij het analyseren van de data die verkregen zijn bij de metingen van de schedels van baby's met een helm van Westland Orthopedie BV. Ook zijn er vraaggesprekken gevoerd met ouders van kinderen met een deformatieve afwijking en orthopedisch adviseurs, om vast te stellen waarom zij wel of niet voor helmtherapie hebben gekozen.

2.1. Literatuuronderzoek

De eerste twee deelvragen worden (per behandeling) practice-based evidence beantwoord door het zoeken van literatuur op het internet. De databanken Biep.nu (va Fontys Hogescholen), PubMed, RECAL en de zoekmachine Google Scholar zijn gebruikt voor het zoeken van artikelen. Via deze zoekmachines werd er automatisch ook gezocht in andere zoekmachines zoals Ebsco Host, Wiley online library, PubMed Central, SpringerLink en NCBI. De zoektermen die gebruikt werden zijn: "brachycephalie", "brachycephaly", "plagiocephalie", "plagiocephaly", "plagiocephaly AND treatment", "helmet treatment", "redressiehelm", "plagiocephaly AND surgery" en "craniosynostosis". Dit leverde 24 studies (praktijkonderzoeken en systematische reviews) op over het behandelen van plagiocephalie en brachycephalie. De meest recente artikelen (vanaf 1997) en betrouwbare artikelen zijn gebruikt voor het onderzoek. De artikelen zijn beoordeeld op veertien kwaliteitscriteria om de betrouwbaarheid van de studies vast te stellen (zie bijlage VII tabel 14).

2.2. Metingen baby schedels

In dit deel van het onderzoek zijn de deelnemers baby's met deformatieve schedelafwijkingen (plagiocephalie, brachycephalie en de combinatie daarvan). Zij hadden bij de eerste meting een leeftijd tussen de vier en acht maanden en bij de tweede meting waren zij elf tot dertien maanden oud. Bij een voorkeurshouding of torticollis, kregen de baby's eerst fysiotherapie. Kindjes met syndromen of dysmorphies, zoals het syndroom van Down en KISS syndroom, hebben niet deelgenomen aan het onderzoek. Alleen schedelvormafwijkingen met de waarden groter dan ODDI 104% en CPI 90% zijn in het praktijkonderzoek meegenomen. Er werd met helmtherapie gestart als de nekspieren voldoende waren ontwikkeld, om het hoofd omhoog te houden met helm op. Om de effectiviteit van de redressiehelm van Westland Orthopedie te meten zijn er driedimensionele (3D) beelden gemaakt van 329 babyschedels voor en na de redressiehelmtherapie. Dit is gedaan door foto's te maken met een 3D scanner; het lichtgewicht zSnapper® portable van Vialux. Alle ouders van de kindjes hebben toestemming verleend, middels een informed consent, aan deelname aan het onderzoek (zie bijlage II voor de brief die gestuurd is). Vervolgens is er een horizontale doorsnede gemaakt op het meest uitstekende punt van het voorhoofd. Op deze hoogte zijn er metingen gedaan van de schuinheid (ODDI), platheid (CPI) en de hoofdomtrek. Ook de duur van de helmtherapie en de leeftijd van de kindjes is opgezocht. Voor het complete protocol van de meting wordt verwezen naar bijlage III.

2.2.1. Metingen en benodigdheden

Voor het doen van de metingen zijn programma's en apparatuur nodig. De belangrijkste onderdelen voor de digitale meting zijn de 3D-scanner te zien in bijlage VI (zSnapper® portable van Vialux), de software programma's (PlagioCare Viewer, SinglezSnapper van Ossür en Microsoft Office Excel) en een computer om de programma's op te draaien. Er is een sokje met stippen nodig voor het maken van referentiepunten op de schedel, een schaar voor het op maat knippen van dit sokje en een stoeltje om het kindje in te zetten. Het totale protocol voor de meting staat in bijlage III. Ook het ontwerp en de vervaardiging van de helm van Westland Orthopedie is te vinden in bijlage V.

2.2.2. Analyse

Voor het analyseren van de data zijn verschillende parameters meegenomen van voor en na de helmtherapie: hoofdomtrek, ODDI (oblique diameter difference index), CPI (cranial index), leeftijd van de baby bij het starten van de helmtherapie en leeftijd van de baby bij het stoppen van de therapie (hieruit volgt de duur van de therapie). Bij een plagiocephalie is ook gekeken of de afplatting links of rechts zat. Alle resultaten zijn in Excel verwerkt. De data voor en na de redressiehelmmtherapie worden met elkaar vergeleken. De vooruitgang van de groei van de schedelvormen wordt in kaart gebracht. Vooral de milde groep waar twijfel over is met een ODDI (maat voor deformatieve plagiocephalie) tussen de 104%-108% en CPI (maat voor deformatieve brachycephalie) tussen de 90%-95% wordt uitgelicht.

Het classificeren van de groep baby's is volgens de methode van van Vlimmeren (2008) gegaan, omdat er een onderscheid wordt gemaakt tussen milde en ernstige schedelafwijking vormen (zie tabel 1). De berekening van de CPI- en ODDI-waarden zijn gegaan volgens een PCM-meting (zie bijlage IV). De totale dataset is terug te vinden in bijlage IX. De schuingedrukte deelnemers in de dataset zijn door de schrijver zelf gemeten bij de eindscan.

Tabel 1 Schedelclassificatie met ODDI- en CPI-waarden (van Vlimmeren, 2008)

Deformatieve schedelafwijking	Classificatie schedelafwijking	Omschrijving
Plagiocephalie	ODDI (%)	Scheefheid van de schedel (verhouding schuine lijnen 30°)
	100 - 104	Normaal, afwijking nauwelijks zichtbaar
	104 - 108	Duidelijk waarneembaar, maar spontane afname is mogelijk tot onder 104%
	108 - 110	Zonder interventie met redressiehelm zal de afwijking niet lager worden dan 104% en duidelijk waarneembaar blijven
Brachycephalie	CPI (%)	Platheid van de schedel (verhouding ML en AP lijnen)
	70 - 90	normaal, afplatting niet storend
	90 - 95	Duidelijk waarneembaar, maar spontane afname is mogelijk tot onder 90%
	95 - 100	Zonder interventie met redressiehelm zal de afwijking niet lager worden dan 90 en duidelijk waarneembaar blijven

Er zijn acht groepen gemaakt aan de hand van de classificering (tabel 2).

Tabel 2 Classificatie van schedelvormen op CPI en ODDI waarden bij de analyse

Classificatie	CPI-waarden (%)	ODDI-waarden (%)
Ernstige brachycephalie	> 95	< 104
Ernstige brachycephalie met milde plagiocephalie	> 95	104 - 108
Ernstige brachycephalie met ernstige plagiocephalie	> 95	> 108
Milde brachycephalie	90 - 95	< 104
Milde brachycephalie met milde plagiocephalie	90 - 95	104 - 108
Milde brachycephalie met ernstige plagiocephalie	90 - 95	> 108
Milde plagiocephalie	< 90	104 - 108
Ernstige plagiocephalie	< 90	> 108

Een groep die wordt uitgelicht is de groep waarbij twijfel bestaat over het spontane herstel van de schedelafwijking. Dit zijn de groepen met een milde afwijking: milde brachycephalie, milde brachycephalie met milde plagiocephalie en milde plagiocephalie.

De test in dit onderzoek voor het bewijzen van het effect van de redressiehelm is gepaard, omdat dezelfde groep twee keer gemeten wordt; voor en na helmtherapie. Er is een steekproef gedaan, omdat de groep niet de totale populatie baby's met een redressiehelm is.

Standaarddeviatie (standaardafwijking = S) van de CPI- en ODDI-waarden (Z) en aantal baby's (N) wordt berekend volgens vergelijking 1.

Vergelijking 1 Standdeviatie

$$S = \sqrt{\frac{(Z - \text{gemiddelde } Z)}{(N - 1)}}$$

Het betrouwbaarheidsinterval voor een gepaarde steekproef is het gemiddelde verschil tussen de begin- en eindwaarden. Deze kan positief (de redressiehelm zorgt voor positieve verandering aan de schedel) of negatief zijn. $\alpha = 0,01$ want er wordt met een betrouwbaarheid van 99% gerekend. Voor eenzijdig een significantieniveau $\alpha = 0,01$ en vrijheidsgraden (v) = $n-1 = 329 - 1 = 228$ kan er in de t-toets tabel gevonden worden dat de foutmarge (Z_x) 1,96 is. Z_x kan ook gevonden worden door in Excel de formule '=T.INV(0,05;329)' in te voeren. Via de functie T.TOETS in Excel zijn de t-waarden berekend. De t-toets is om te bepalen of het waarschijnlijk is dat twee steekproeven behoren tot dezelfde twee onderliggende populaties met hetzelfde gemiddelde. Voor de nul hypothese (H_0) wordt verondersteld dat de verwachte waarden voor (μ_x) en na (μ_y) helmtherapie gelijk zijn. $H_0: \mu_x = \mu_y$. Het verschil van de waarden (Z) moet gelijk zijn aan 0, dus $H_0: \mu_z = 0$. Er wordt een vooruitgang in groei (daling van ODDI- en CPI-waarden) onderzocht, dus $H_1: \mu_z > 0$. Als de t-waarde kleiner is dan $\alpha = 0,01$, dan is het resultaat geen toeval. De toetsingsgrootte T is te zien in vergelijking 2:

Vergelijking 2 Toetsingsgrootte

$$T = \frac{Z - 0}{S} N$$

Een voorbeeld voor de vooruitgang van CPI-waarden bij een milde brachycephalie in formule 3; Z (gemiddelde vooruitgang) = 4,9, S (standaarddeviatie) = 2,2 en N (aantal proefpersonen) = 30

Vergelijking 3 Toetsingsgrootte voorbeeld

$$T = \frac{4,9 - 0}{2,2} \sqrt{30} = 12,1$$

De nulhypothese voor te grote waarden van T wordt verworpen. Om na te gaan of de gevonden waarde T te groot is wordt de rechter overschrijdskans van t bepaald uit een tabel van de t -verdeling met $N - 1 =$ vrijheidsgraden. De p -waarde van deze uitkomst: t is kleiner dan 1%. In formule 4 is berekend of dit klopt.

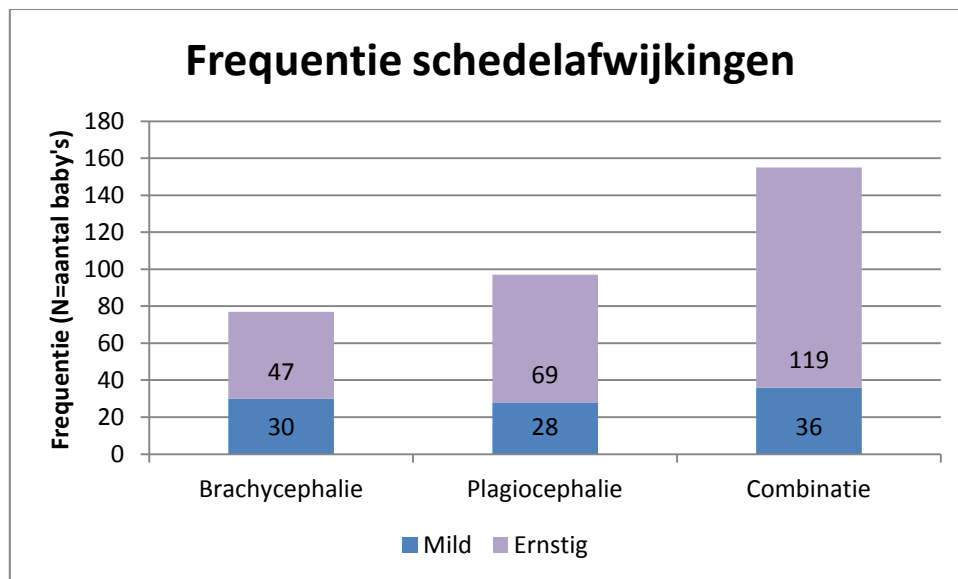
Vergelijking 4 P-waarde voorbeeld

$$P(T \geq T; H_0) = P(T(30) \geq 12,1) = 3,65454 \cdot 10^{-13} < 0,01$$

De nulhypothese (H_0 = Een redressiehelm is niet effectief bij een milde en ernstige vorm van deformatieve schedelafwijkingen) wordt verworpen (op 1% niveau) en er kan aangenomen worden dat er vooruitgang van de schedelvorm is bij het doen van helmtherapie.

2.2.3. Groepindeling

De groep baby's (N=329) is verdeeld in groepen naar de soort deformatieve schedelafwijking en milde of ernstige vorm. In het staafdiagram (grafiek 1) is deze indeling te zien.



Grafiek 1 Aantal baby's per deformatieve schedelafwijking, mild en ernstig

2.3. Ethiek

Het onderzoek is ethisch verantwoord, omdat er geen risico's vast zitten aan de metingen. De metingen worden standaard gedaan bij maatnames van de helm, adviesmetingen en eindmetingen. Er wordt gebruik gemaakt van een 3D-scanner die op Digital Light Processing projectietechniek werkt. Deze scan is niet schadelijk en niet invasief, omdat het op LED-licht werkt. De verkregen data wordt anoniem verwerkt in het onderzoek.

2.4. Vraaggesprekken

Als laatst werden er vraaggesprekken gevoerd met orthopedisch technologen en ouders van kinderen met positionele schedelafwijkingen. Hun mening over het wel of niet dragen van een redressiehelm wanneer er twijfel is over de ernst van de schedelvormafwijking is vastgelegd, met als doel de waarde van helmtherapie in hun ogen te achterhalen.

3. Literatuuronderzoek

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe effectief verschillende behandelingen (redressiehelmmtherapie, herpositioneren van het hoofd, fysiotherapie, operaties) en geen behandeling van deformatieve schedelafwijkingen zijn. Er wordt gesproken over verbetering van een afwijking wanneer ODDI- en CPI-waarden zijn gedaald en er zichtbaar verschil is na behandeling. Daarnaast wordt besproken wat de meerwaarde is van een redressiehelm buiten het cosmetische aspect. De artikelen zijn beoordeeld op veertien kwaliteitscriteria (zie tabel 13 in bijlage VII)

3.1. Redressiehelmmtherapie



Figuur 3 DOC band ('Wordpress', 2012)

3.1.1. Behandeling en verbetering

Uit onderzoek van Teichgraeber et al. (1999) blijkt dat bij het gebruik van de DOC (Dynamic Orthotic Cranioplasty) band (figuur 3), er een significante verbetering van de schedelvorm is. Er zijn antropometrische metingen gedaan. Het gemiddelde van 125 baby's was 41.56% ($p < 0,001$) vermindering van cranio vault asymmetry (CVA), 40.23% ($p < 0,001$) vermindering van de cranial base asymmetry en orbitotragial asymmetry was verbeterd met 18.72% ($p = 0,0738$). Ook uit onderzoek van Kelly et al. (1999) blijkt dat na het dragen van deze helm significant verbetering is van de schuinheid. Hier zijn plagiocephalometrie (PCM) metingen gedaan (zie bijlage IV voor de uitleg van een PCM meting).

Er is onderzoek gedaan naar het verschil in resultaat van redressiehelmmtherapie en herpositioneren. Kinderen met helmtherapie waren ouder bij behandeling en de therapie duurde langer dan bij herpositionering (4,2 versus 3,5 maand). Baby's die behandeld zijn met een redressiehelm hadden een gemiddelde DD (cranio diagonaal difference, het verschil in cm van twee diagonalen) die dichterbij de DD komt van kinderen zonder schedelafwijking ($0,3 \pm 0,1$ cm). Met helmtherapie is de schedel beter hersteld dan bij herpositionering van het hoofd (61 % verbeterd versus 52% verbeterd in DD) (zie tabel 3). Hoe groter het de DD, hoe groter het verschil van de diagonalen is en hoe groter de schuinheid is.

Tabel 3 Resultaten van herpositioneren en redressiehelm gebruik (Graham et al., 2005)

Gemeten	Herpositionering	Helm	P-waarde
N	176	159	
Start therapie DD (cm)	1,05 (0,45)	1,13 (0,38)	0,076
Start leeftijd (mnd)	4,8 (1,7)	6,6 (1,7)	<0,0001
Eind therapie DD (cm)	0,5 (0,32)	0,42 (0,42)	0,007
Eind leeftijd (mnd)	8,3(3,7)	10,9 (2,7)	<0,0001
Lengte therapie (mnd)	3,5 (3,5)	4,2 (2,2)	0,024

Eerder bewees Vles et al.(2000) een snellere verbetering van schedelvorm met helmtherapie dan herpositioneren. 66 baby's hadden een redressiehelm en bij 39 baby's werd het hoofd

geherpositioneerd. De helmgroep had al verbetering bij $5,3 \pm 3,8$ weken. Een significant langere tijd had de andere groep nodig voor verbetering; gemiddeld $24,1 \pm 26,9$ weken ($p < 0,001$).

In een onderzoek van Lipira et al. (2010) zijn de schedelvormen van 70 baby's gemeten met een 3D scanner voor en na redressiehelm therapie (35 kindjes) en herpositioneren (35 kindjes) van het hoofd. Van ieder kind is de CVA gemeten voor en na de therapie. Aan het eind van de therapie bleek er meer verbetering bij de helmgroep, dan bij herpositioneren. Ook Schaaf et al. (2010) heeft in een onderzoek bij 181 baby's bewezen aan de hand van 3D beelden dat de schedelvorm van een baby met deformatieve brachycephalie en/of plagiocephalie verbetert na helmtherapie. De plagiocephalie was significant 7,16% verminderd en de brachycephalie werd significant 7,32% beter. Bij de combinatie van beide afwijkingen werd er een verbetering van 5,77% ODDI gemeten en 5,48% verbetering van de CPI. Thompson et al. (2010) bewees op dezelfde manier dat een redressiehelm het meest effect heeft bij ernstige schedelafwijkingen en wanneer de helm langer dan 12 uur per dag gedragen werd.

De kosten van een op maat gemaakte redressiehelm kunnen oplopen tot \$3,000. Volgens David (2007) is het effect van een prefab helm in vergelijking met een op maat gemaakte helm hetzelfde. Zij onderzocht dat de afwijking van de schedels in dezelfde tijd (5,4 maanden) was gecorrigeerd.

3.1.2. Klinische relevantie

Van groot belang is de informatie aan ouders om vervorming van de schedel te voorkomen. Een therapeutische benadering als een functie van de leeftijd, het genezingsproces en de ernst van de asymmetrie worden geïntroduceerd. Door een afplatting op het achterhoofd zal het kind minder goed kunnen bewegen in rugligging. Een redressiehelm heeft een ronding op het achterhoofd, waardoor beweging van het hoofd niet meer wordt belemmerd en de voorkeurshouding minder wordt. (Graham et al., 1997)

Volgens David (2007) is een schedelafvlakking niet alleen maar esthetisch. Een afvlakking beïnvloedt hoe de schedel zal groeien. De afvlakking drukt het voorhoofd, de wang en de kaak naar voren. Ernstigere vormen van plagiocephalie kunnen ook zorgen voor asymmetrie in het gezicht. Volgens Martinez-Lage et al. (2006) hebben baby's met positionele plagiocephalie abnormaal veel cerebrospinale vloeistof (CSF) in de hersenen. Ze hebben uitgezette subarachnoïde ruimtes in de regio van de compensatoire groei van de schedel. Dit komt door het hydrodynamisch mechanisme dat bijdraagt aan de formatie en progressie van de schedelvervorming. In het onderzoek zijn baby's met positionele plagiocephalie vergeleken met baby's met macrocephalie (groot hoofd met ongevaarlijk veel CSF). Bij de baby's met plagiocephalie bleek de CSF invloed te hebben op de compensatoire vervorming van de schedel. De extra CSF bleek te verdwijnen naar mate de kinderen ouder werden, maar de vervorming kon blijvend zijn.

Recent onderzoek suggereert dat baby's met de afwijking ook een ontwikkelingsstoornissen (psychomotorische en cognitieve) kunnen hebben. Dit kan een impact hebben tijdens de basisschool jaren. Kinderen met deformatieve plagiocephalie zijn vergeleken met leeftijdsgenoten en in termen van kennis- en taalontwikkeling bleven de kinderen achter. Hierdoor zouden de kinderen logopedie nodig hebben. Op latere leeftijd kunnen ze moeilijkheden hebben met academische eisen. 4,6% blijft gepest te worden.

Bij baby's met deformatieve plagiocephalie kunnen de oren scheef gaan staan. Dit kan zorgen dat de buis van Eustachius mee verschuift. Door deze positie kan er vloeistof ophoping ontstaan die middenoorontsteking veroorzaakt. In een onderzoek van Purzycki et al. (2009) hadden 1259 baby's een plagiocephalie, waarvan 634 (50,4%) baby's voor de leeftijd van een jaar een middenoorsteking had gehad.

volgens Gupta et al. (2003) blijkt scheelzien (exotropia) en astigmatisme bij kinderen met deformatieve afwijkingen vaker voor te komen, dan bij de normale populatie. Acht van 93 kinderen (9%) met een leeftijd tussen de nul en veertien jaar hadden unilaterale astigmatisme en 14 (15%) hadden bilaterale astigmatisme (gemiddelde = 1,82 dioptrie).

De kans op blijvende vervorming van de schedel, ontwikkelingsstoornissen, middenoorontsteking en scheelzien zal kleiner worden als de schedel sneller en beter herstelt. Uit onderzoek van Vles et al. (2000) blijkt baby's met helmtherapie sneller en meer verbetering hebben, dan met herpositioneren. Ouders schijnen zich ook minder zorgen te maken over de schedelafwijking wanneer er een redressiehelm wordt gedragen. (Miller & Clarren, 2000; Panchal et al., 2001; Steinbok et al., 2007; Speitz et al., 2010)

3.2. Herpositioneren van het hoofd

In 1997 menen Graham & Lucas dat een milde plagiocephalie 100% herstelt (n=19) en een normale tot ernstige plagiocephalie (n=36) bij 38% van de baby's hersteld. Dat toonden ze aan, aan de hand van PCM-metingen. Herpositioneren werkt alleen als er vroeg begonnen wordt bij een milde afwijking.

Hutchison et al. (2010) heeft onderzoek gedaan naar verbetering en hersel van deformatieve plagiocephalie en brachycephalie op langere termijn door herpositioneren (n=129). De eerste PCM-meting werd gedaan vóór de leeftijd van 12 maanden. Bij de gemiddelde leeftijd van vier jaar werd voor de tweede keer gemeten. De resultaten staan in tabel 4. De brachycephalie was meer verbeterd dan de plagiocephalie. Asymmetrie in het gezicht was nagenoeg helemaal verdwenen.

Tabel 4 Resultaten op lange termijn (Hutchison et al., 2010)

Soort resultaat	Aantal baby's (%)
Volledig hersteld	61
Goede verbetering	22
Weinig verbetering	13
Blijft met ernstige afwijking	4

3.3. Fysiotherapie

Van Vlimmeren (2008a) heeft een randomised controlled trial gedaan over het effect van fysiotherapie bij positionele plagiocephalie. Baby's van zeven weken oud met gelimiteerde hoofdrotatie naar links of rechts in ruglig werden onderzocht. 33 baby's kregen fysiotherapie en 32 baby's zaten in de controle groep. Alle ouders kregen een beschrijving met maatregelen ter preventie van plagiocephalie. De groep met fysiotherapie kreeg acht behandelsessies met oefeningen voor het verminderen van de positionele voorkeur. De resultaten werden bij zes en twaalf maanden gemeten (zie tabel 5). Bij de fysiotherapiegroep bleek de prevalentie van plagiocephalie lager te zijn dan bij de controle groep. Er wordt geconcludeerd dat fysiotherapie effectiever is voor positionele plagiocephalie dan geen fysiotherapie (van Vlimmeren et al., 2008a)

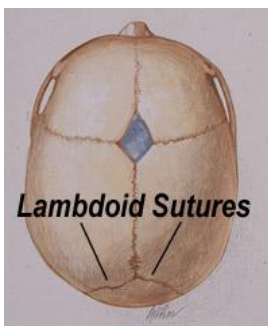
Tabel 5 Prevalentie van plagiocephalie (van Vlimmeren et al., 2008a)

Tijd	Groep met fysiotherapie, prevalentie plagiocephalie	Controle groep, prevalentie plagiocephalie
Bij 7 weken	55%	63%
Bij 6 maanden	30%	56%
Bij 12 maanden	24%	56%

Uit een later onderzoek blijkt dat 1 op de 3 baby's (33,3%), met een ernstige afwijking, is herstelt met fysiotherapie bij de leeftijd van 12 maanden. (van Vlimmeren et al., 2008b)

3.4. Operatieve behandelingen

Alleen wanneer er ernstige symptomen aanwezig zijn, zoals het hinderen van de groei van de hersenen, wordt deze operatieve behandeling toegepast. Ook het verlies van bloed speelt een rol waarom operatieve oplossingen liever niet worden gedaan. Operatieve behandelingen resulteren in significante verbeteringen in schedelvorm en grote tevredenheid bij ouders en patiënten. (Bridge, Chambers, & Pople, 2002; Najarian, 1999; Silav et al., 2011)



Figuur 4 Lambdoide schedelnaad ('Craniofacial Centre', 2012)

In het jaar 2000 wordt er veel onderzoek gedaan naar het opereren van plagiocephalie zonder synostose (verbening van de schedelnaden). De lambdoide schedelnaad (figuur 4) wordt bij de operatie open gezaagd. David et al. (2000) schrijft dat dit niet altijd de eerste oplossing hoeft te zijn in zijn onderzoek. Bij 202 baby's waren er kleine hechtingen van de unilamboide schedelnaad. 94% van de patiënten had een acceptabele schedelvorm na de operatie volgens de ouders. Bij drie baby's (1,5%) was er volgens de ouders geen zichtbare vooruitgang geboekt en voor de andere kindjes was het te vroeg om de schedel te beoordelen. (David et al., 2000)

Uit een onderzoek met 100 baby's blijkt de operatie van invasive endoscopic strip craniectomies een veilige en effectieve manier te zijn om schedelafwijkingen te behandelen. De meeste patiënten hebben een normalisatie van hun schedelafwijking bereikt. Buiten oppervlakkige huidproblemen werden er geen complicaties ondervonden. Aan de hand van antropometrische metingen, foto's en fysieke beoordelingen zijn er resultaten gevonden. Perfect resultaat was 84%, goed resultaat was 9% en slecht resultaat was 7%. (Jimenez et al., 2002; Jimenez et al., 2007)

3.5. Geen behandeling (op lange termijn)

Kinderen ouder dan vijf jaar zijn in een onderzoek van Steinbok et al. (2007) beoordeeld op de vorm van hun schedel. Als baby zijnde hadden zij een positionele plagiocephalie. 65 ouders hadden vragenlijsten ingevuld en 27 kindjes zijn gemeten. De ouders beoordeelden hun kind 'erg abnormaal' (3%), 'beetje abnormaal' (39%) en 'normaal' (58%) in cosmetische verschijning. De asymmetrie werd door 58% opgevangen. 7,7% van de kinderen gaven zelf commentaar over hun hoofd en 4,6% werd regelmatig gepest. 33% kreeg training over hoe ze om moeten gaan met hun afwijking en 14% zat in speciaal onderwijs.

Hutchison et al. (2004) heeft een longitudinaal onderzoek met 200 willekeurige baby's gedaan om de prevalentie van plagiocephalie en brachycephaly op vijf verschillende leeftijden (zes weken, vier maanden, acht maanden, een jaar en twee jaar) vast te stellen. De schedelvorm is digitaal gefotografeerd en bij iedere leeftijd is er een classificatie toegekend. Een schedelafwijking was volgens Hutchison aanwezig als: CPI > 93% en/of ODDI > 106% (zie tabel 6).

Tabel 6 Resultaten prevalentie schedelafwijking bij kinderen tot 2 jaar

Leeftijd (maanden)	Prevalentie (%)
1, 5	16
4	19,7
8	9,2
12	6,8
24	3,3

Het aantal baby's dat nog gemeten is bij de tweejarige leeftijd is teruggelopen naar 181. 3,3% heeft dan nog een schedelafwijking. De helft heeft een brachycephalie en de andere helft heeft een plagiocephalie. Bij de leeftijd van twee jaar was de gemiddelde CPI 81,6% (range 72,0% – 102,6%) en de gemiddelde ODDI was 102,6% (range 100,1% - 109,4%).

Bij de leeftijd van vier maanden hebben 39 baby's een afwijking. Van deze baby's hebben zeven baby's bij de leeftijd van twaalf maanden nog een afwijking. 32 baby's (82,1%) zijn zonder interventie hersteld bij twaalf maanden.

Boere-Boonekamp et al. (2001) heeft onderzoek gedaan bij 7609 baby's jonger dan zes maanden. Daarvan hadden 623 baby's een voorkeurshouding. Bij de leeftijd van twee tot drie jaar had 4% een beperkte range of motion van het hoofd, 25% een schuine afplatting op het achterhoofd en 12% een schuine afvlakking van het voorhoofd. Van de 7609 baby's had dus in totaal 2,4% bij een leeftijd van twee tot drie jaar een positionele plagiocephalie.

4. Praktijkonderzoek

Bij het onderzoek zijn 3D-metingen gedaan aan de schedelvorm van 329 baby's voor en na de redressiehelmmtherapie bij Westland Orthopedie. Deze metingen zijn met elkaar vergeleken. In figuur 5 is een redressiehelm van Westland Orthopedie te zien. Voorafgaand aan het onderzoek waren er data beschikbaar van 550 baby's die klaar waren met helmtherapie. Doordat data van baby's niet compleet waren of doordat ouders geen informed consent (zie bijlage II) hadden ondertekend, zijn er 221 baby's uitgesloten van het onderzoek.



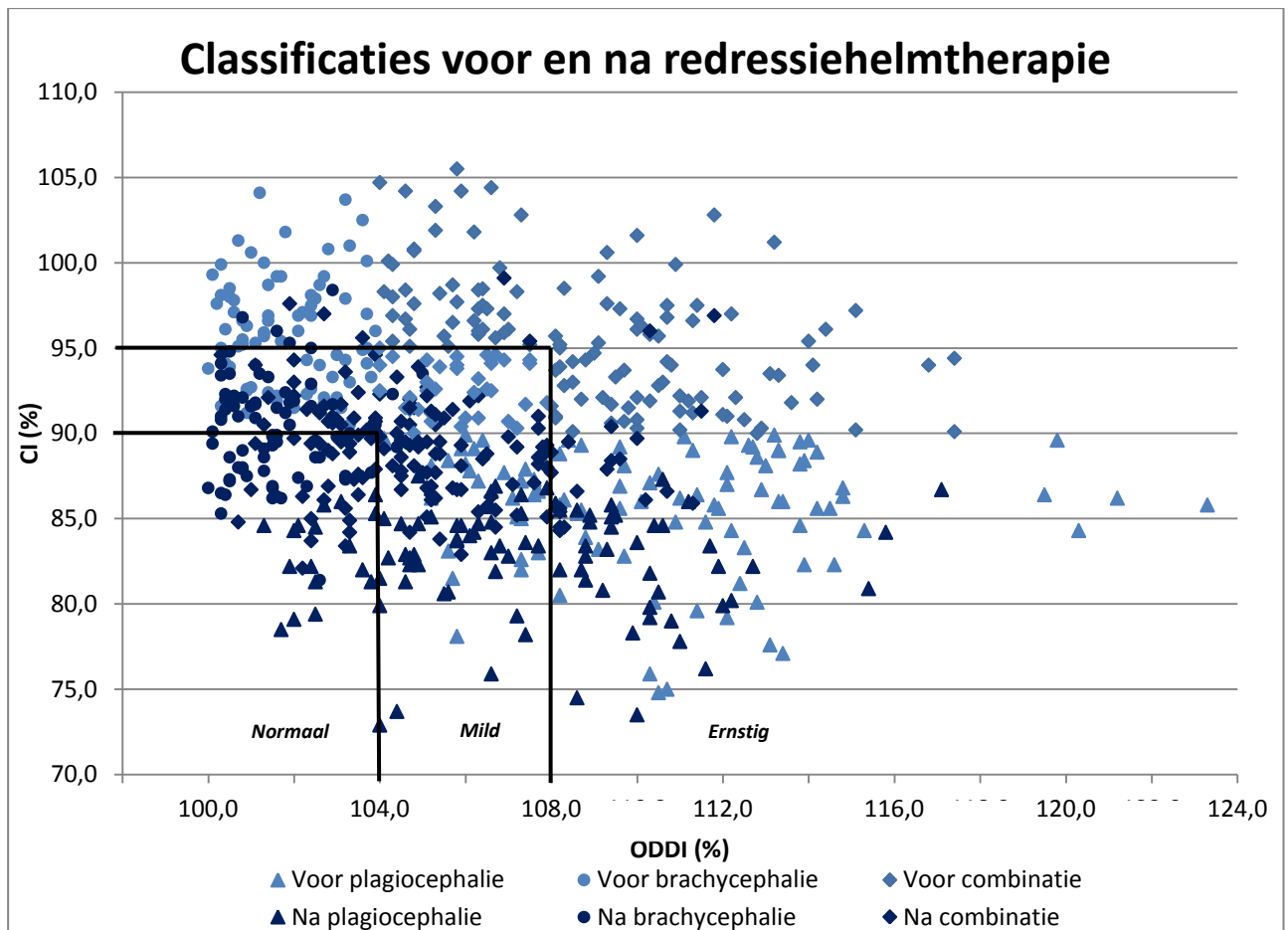
Figuur 5 Redressiehelm van Westland Orthopedie (Meijndert, 2012)

De leeftijd aan de start van de therapie is gemiddeld tussen de 167,4 en 176,1 dagen (5,6 en 5,9 maanden). De duur van de helmtherapie is gemiddeld tussen de 187,9 en 199,4 dagen (tussen de 6,3 en 6,6 maanden). Er is een verschil te zien in de verhouding jongens - meisjes. Bij de milde vorm is dat ongeveer 2:1 en bij de ernstige vorm 5:2. In tabel 9 staat een overzicht met de bijbehorende standaarddeviaties.

Tabel 7 Leeftijd begin en duur helmtherapie (gemiddelde $\pm$ standaarddeviatie) per afwijkingsvorm

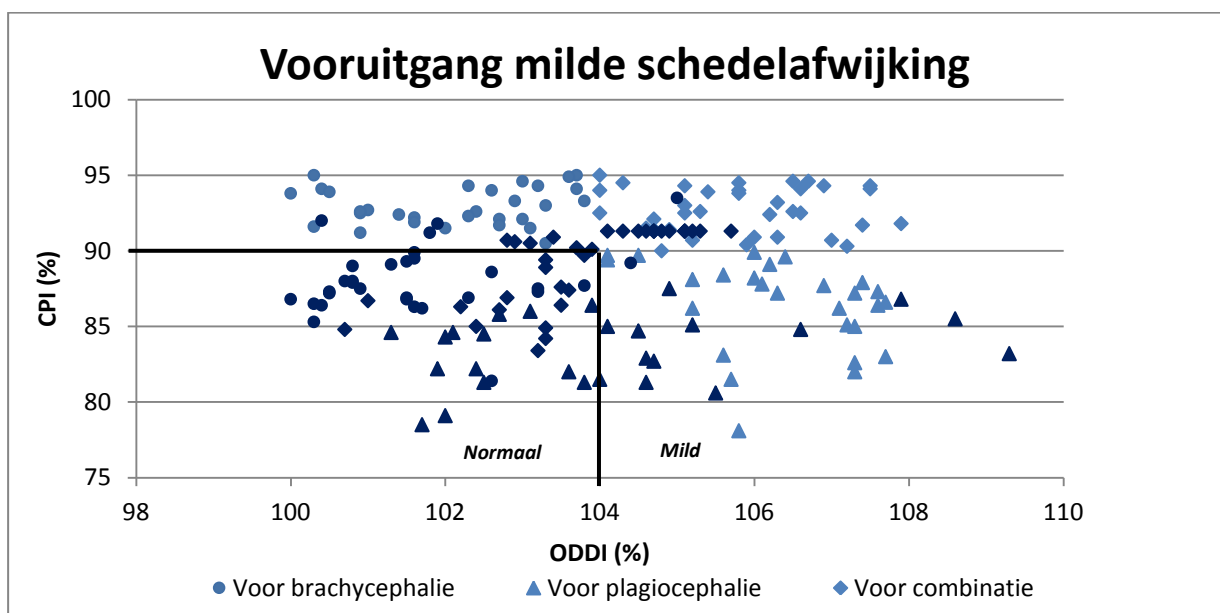
Classificatie	Mild		Ernstig	
Geslacht	<i>Jongens</i>	<i>Meisjes</i>	<i>Jongens</i>	<i>Meisjes</i>
Aantal baby's (N)	65	30	167	68
Leeftijd start (dagen)	167,4 $\pm$ 35,5	176,1 $\pm$ 47,7	176 $\pm$ 35,8	176,1 $\pm$ 36,4
Duur therapie dagen)	199,4 $\pm$ 37,0	198,9 $\pm$ 34,8	187,9 $\pm$ 33,9	193,3 $\pm$ 35,7

In grafiek 2 is te zien welke classificaties de baby's voor en na therapie hadden. De lichtblauwe punten zijn de classificaties voor therapie en de donkerblauwe na helmtherapie. Er is een duidelijke verschuiving te zien richting het vak 'normaal'. Wanneer een punt verschoven is naar het vak 'normaal', is de baby helemaal hersteld van de schedelafwijking. De classificatie is dan: CPI < 90% en ODDI < 104%.



Grafiek 2 De ODDI- en CPI-waarden voor en na helmtherapie

Grafiek 3 geeft alleen de milde afwijkingen weer. Van de baby's met een milde vorm van brachycephalie herstelt 86,6% helemaal. Bij plagiocephalie is dat 51,9% en bij een combinatie is dat 41,7%. In totaal is 59,1% herstelt met een milde schedelafwijking na redressiehelm therapie (zie grafiek 3).



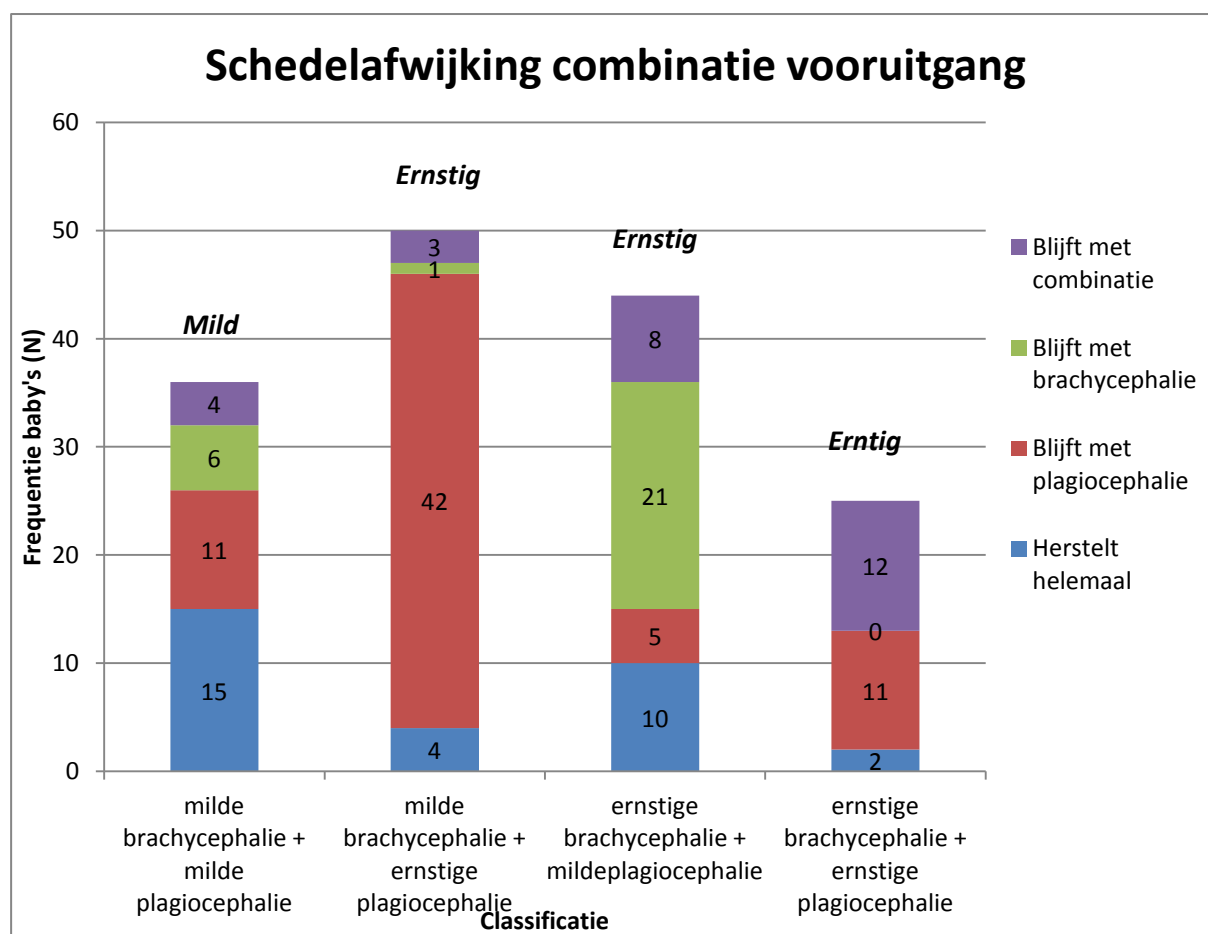
Grafiek 3 De verbetering van de ODDI- en CPI-waardes voor milde afwijkingen

Bij ernstige vormen van deformatieve plagiocephalie en brachycephalie ligt het percentage dat meteen hersteld is na helmtherapie lager (tabel 10). In bijlage VIII staan grafieken 11 - 13 met een duidelijkere spreidingsgrafiek per afwijking weergegeven dan grafiek 2.

Tabel 8 Percentage baby's waarvan de schedelafwijking hersteld met een redressiehelm

Deformatieve schedelafwijking	Mild		Ernstig		
	Aantal baby's (N)	Volledig hersteld (%)	Aantal baby's (N)	Volledig hersteld (%)	Naar milde afwijking; ODDI 104-108 en/of CPI 90-95 (%)
Brachycephalie	30	86,7	48	20,8	68,8
Plagiocephalie	27	51,9	69	2,9	43,5
Combinatie	36	41,7	119	13,4	79,0
Totaal	93	59,1	236	11,9	66,5

Bij een combinatie van plagiocephalie en brachycephalie herstellen meer baby's met een milde afwijking (41,7%) dan met een ernstige afwijking (13,4%). Wanneer er een ernstige plagiocephalie of brachycephalie aanwezig was, waren er veel baby's met een milde plagiocephalie of brachycephalie na helmtherapie. In grafiek 5 is dit goed te zien. Zie tabel 14 in bijlage VIII voor deze cijfers in tabelvorm.



Grafiek 4 Vooruitgang bij een combinatie van plagiocephalie en brachycephalie

De gemiddelde waarde van de vooruitgang in percentages is te zien in tabel 11. De P-waarde is overall kleiner dan 1%, dus de verbetering is significant en berust niet op toeval. De percentages CPI en ODDI verbeteren bij een ernstige vorm meer dan bij een milde vorm. Gemiddeld blijkt de hoofdomtrek van een baby met een ernstig deformatieve schedelafwijking groter te groeien.

Tabel 9 Vooruitgang voor ODDI- en CPI-waarden en de hoofdomtrek

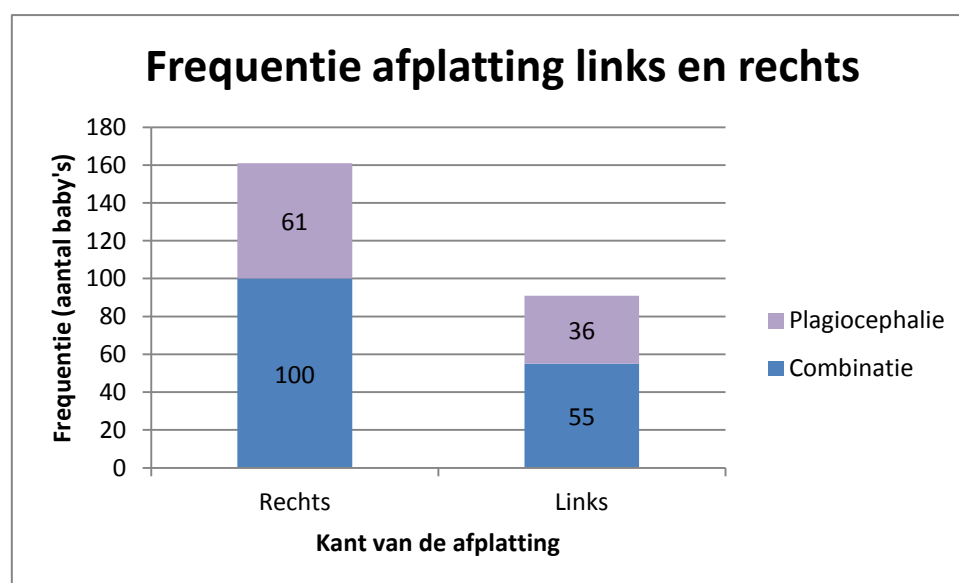
		<i>Mild</i>		<i>Ernstig</i>	
		Verbetering $\pm \sigma$	P-waarde	Verbetering $\pm \sigma$	P-waarde
Brachycephalie	CPI (%)	4,5 $\pm$ 3,3	<0,001	6,5 $\pm$ 2,7	<0,001
	Hoofdomtrek (mm)	23,3 $\pm$ 12,7	<0,001	27,3 $\pm$ 14,9	<0,001
Plagiocephalie	ODDI (%)	2,3 $\pm$ 2,0	<0,001	4,0 $\pm$ 2,5	<0,001
	Hoofdomtrek	21,7 $\pm$ 8,8	<0,001	24,3 $\pm$ 8,6	<0,001
Combinatie plagiocephalie en brachycephalie	CPI (%)	4,4 $\pm$ 2,3	<0,001	6,4 $\pm$ 2,6	<0,001
	ODDI (%)	2,0 $\pm$ 1,3	<0,001	3,5 $\pm$ 2,1	<0,001
	Hoofdomtrek (mm)	23,8 $\pm$ 8,0	<0,001	27,4 $\pm$ 8,4	<0,001

De groep baby's die voor en na helmtherapie een milde schedelafwijking hadden zijn nog nader bekeken. Deze baby's hadden een ODDI 104-108% en/of een CPI van 90-95% en bleven in dezelfde classificatie na helmtherapie. Een milde afwijking verbetert met een redressiehelm in ieder geval 1%. Zie tabel 10 voor de gegevens.

Tabel 10 Verbetering schedelafwijkingwaardes bij baby's die een milde afwijking hielden

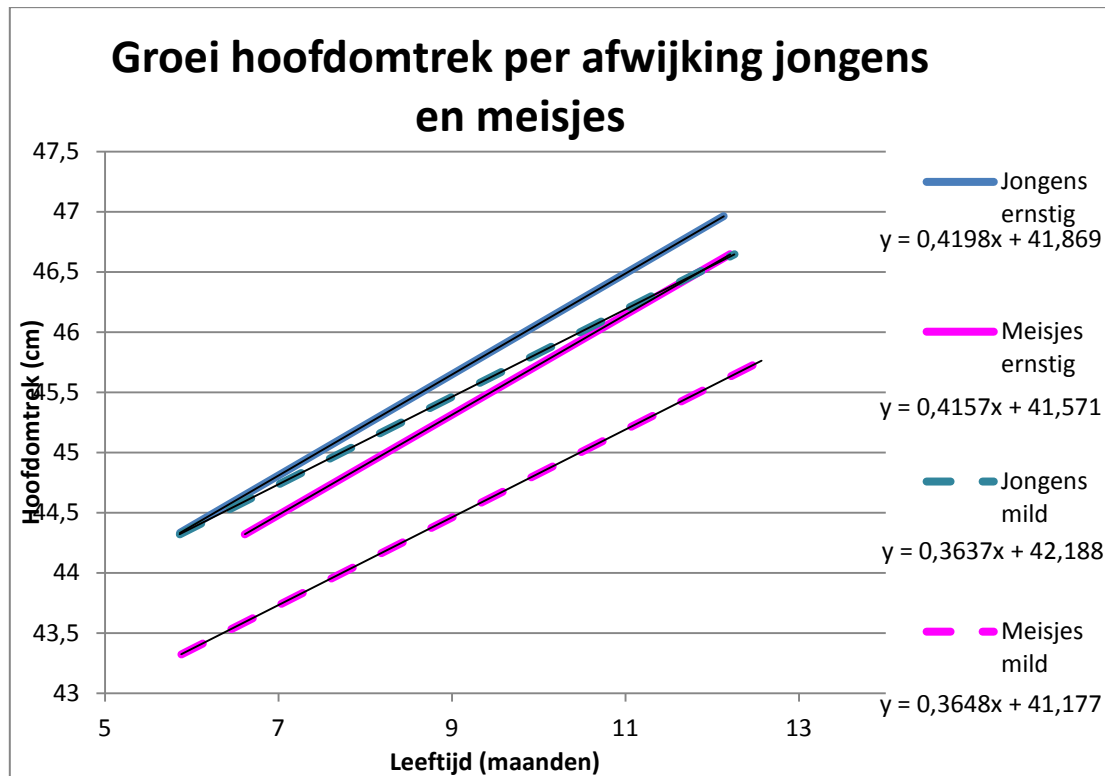
Baby's met milde afwijking voor en na helmtherapie	Aantal baby's (N)	Vertering CPI $\pm \sigma$ (%)	Verbetering ODDI $\pm \sigma$ (%)
Brachycephalie	4	1,1 $\pm$ 1,3	-
Plagiocephalie	13	-	1 $\pm$ 1,6
Combinatie	21	3,4 $\pm$ 1,8	1,5 $\pm$ 1,1

Bij een plagiocephalie en een combinatie van plagiocephalie en brachycephalie blijkt een rechter afplatting het meest voor te komen (zie grafiek 5). 161:91, is een verhouding van 1,8:1.



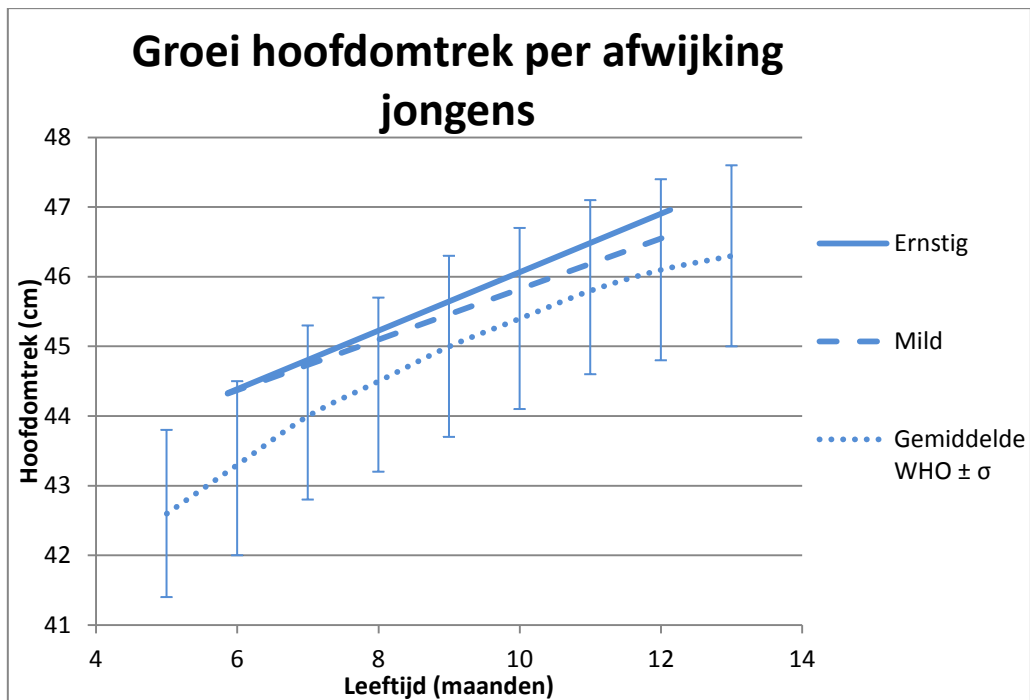
Grafiek 5 Frequentie linker en rechter afplatting

Bij de leeftijd van zes tot twaalf maanden is de hoofdomtrek van jongens met milde en ernstige schedelafwijkingen groter dan die van meisjes. Daarnaast zijn hoofdjes met ernstige afwijkingen groter dan die met milde afwijkingen. De groei van de schedel bij ernstige afwijkingen is groter dan bij milde afwijkingen. Dit is af te leiden uit de richtingscoëfficiënt die bij milde afwijkingen kleiner is dan bij ernstige. Schedels met milde afwijkingen groeien ongeveer net zo snel bij jongens en meisjes. Dit geldt ook voor de ernstige vormen, want de richtingscoëfficiënten zijn ongeveer even groot. Zie grafiek 5 voor de analyse van de groei van de hoofdomtrek. De groei van het hoofd wordt vastgelegd, door de omtrek van het hoofd te meten. In bijlage VII staat een gecombineerde grafiek over de groei van het hoofd van de baby's, vergeleken met het gemiddelde van de World Health Organisation (grafiek 7).



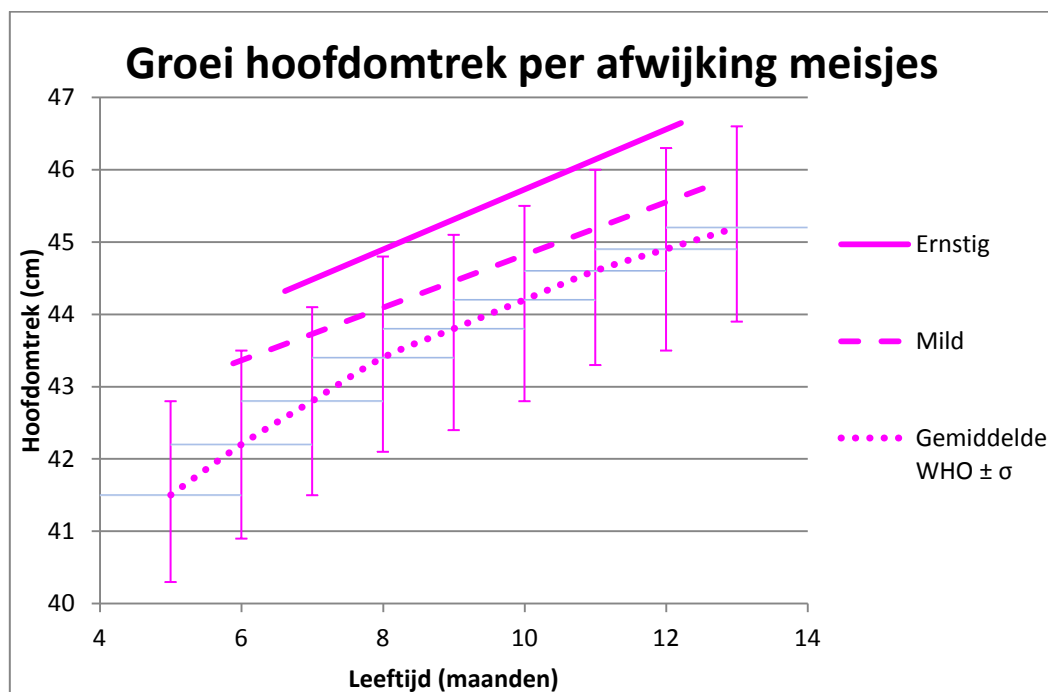
Grafiek 6 Groei hoofd bij meisjes en jongens met milde en ernstige afwijkingen

Jongens met schedelafplattingen hebben bij de leeftijd van zes tot twaalf maanden significant een groter hoofd dan het gemiddelde. Dit is het gemiddelde van de World Health Organisation (WHO) (2012). Zie bijlage X voor de data van de WHO. De hoofdomtrek blijft wel tussen de standaardafwijking (σ) en dus binnen de 68,3% ten opzichte van de rest van de bevolking. Omdat de hoofdomtrek boven het gemiddelde zit in de eerste standaardafwijking, valt deze groep in 34,1% van de bevolking (zie grafiek 8).



Grafiek 7 Groei hoofdomtrek jongens vergeleken met WHO ± σ maten

Ook meisjes met schedelvormafwijkingen hebben een groter hoofd dan het gemiddelde. De milde vorm blijft in de eerste standaardafwijking, maar de ernstige vorm niet (deze valt in de tweede standaardafwijking). Dit betekent dat de groep meisjes met ernstige afwijkingen in 13,6% van de bevolking valt. Meisjes met ernstige afwijkingen hebben dus een veel groter hoofd dan gemiddeld en dan de groep met een milde afwijking (zie grafiek 9).

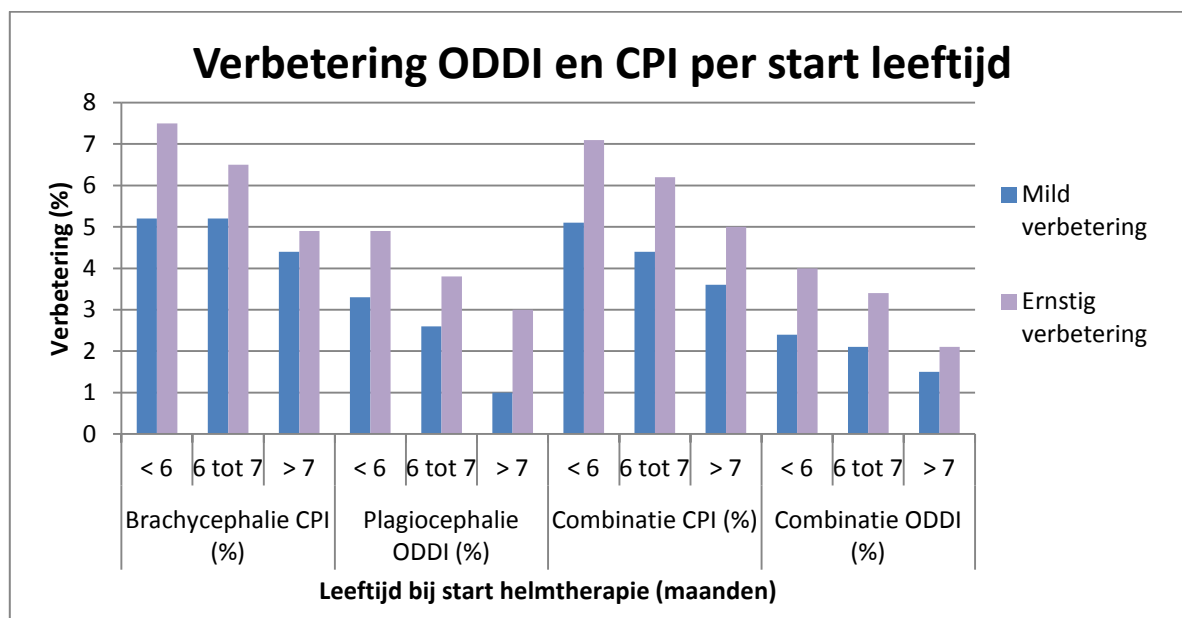


Grafiek 8 Groei hoofdomtrek meisjes vergeleken met WHO ± σ maten

De hoofdomtrek van baby's met een deformatieve plagiocephalie en/of brachycephalie is groter dan de gemiddelde hoofdomtrek die de WHO publiceert in 2012. Een groter hoofd dan het gemiddelde is uit deze analyse gerelateerd aan een afplatting van het hoofd. Er bestaat een kans dat een baby met

een groot hoofd een afplatting heeft op de leeftijd tussen de zes en twaalf maanden. Een baby met een schedelafwijking heeft een groter hoofd dan gemiddeld.

De vooruitgang van de schedelafwijkingen is groter als er voor de leeftijd van zes maanden begonnen is met de redressiehelm. Dit is terug te zien in grafiek 8. Per afwijking is er een grotere vooruitgang te zien na mate er vroeger begonnen is met de redressiehelm. Bij milde afwijkingen is de verbetering kleiner dan bij ernstige afwijkingen. Zie tabel 11 voor de exacte cijfers.



Grafiek 9 Verbetering ODDI- en CPI-waarden per startleeftijd helmtherapie

Tabel 11 Verbetering bij verschillenden startleeftijden startleeftijd

Afwijking	Leeftijd begin therapie (maanden)	Mild			Ernstig		
		N	Verbetering $\pm \sigma$	P-waarde	N	Verbetering $\pm \sigma$	P-waarde
Brachycephalie CPI (%)	< 6	8	5,2 $\pm$ 0,8	< 0,0001	18	7,5 $\pm$ 2,3	< 0,0001
	6 tot 7	11	5,2 $\pm$ 3,1	0,0001	17	6,5 $\pm$ 1,8	< 0,0001
	> 7	11	4,4 $\pm$ 2,0	< 0,0001	12	4,9 $\pm$ 3,5	0,0003
Plagiocephalie ODDI (%)	< 6	7	3,3 $\pm$ 1,6	0,0008	26	4,9 $\pm$ 3,1	< 0,0001
	6 tot 7	11	2,6 $\pm$ 1,6	0,0001	26	3,8 $\pm$ 1,7	< 0,0001
	> 7	10	1,0 $\pm$ 2,1	0,0513	17	3,0 $\pm$ 1,8	< 0,0001
Combinatie CPI (%)	< 6	14	5,1 $\pm$ 2,9	< 0,0001	49	7,1 $\pm$ 2,5	< 0,0001
	6 tot 7	13	4,4 $\pm$ 1,9	< 0,0001	47	6,2 $\pm$ 2,2	< 0,0001
	> 7	9	3,6 $\pm$ 1,5	< 0,0001	23	5,0 $\pm$ 3,1	< 0,0001
Combinatie ODDI (%)	< 6	14	2,4 $\pm$ 1,3	< 0,0001	49	4,0 $\pm$ 2,2	< 0,0001
	6 tot 7	13	2,1 $\pm$ 1,3	< 0,0001	47	3,4 $\pm$ 1,8	< 0,0001
	> 7	9	1,5 $\pm$ 1,2	0,0034	23	2,1 $\pm$ 1,5	< 0,0001

5. Discussie

5.1. Literatuuronderzoek

Bij de verschillende onderzoeken is niet altijd gebruik gemaakt van dezelfde classificaties. Een ernstige of milde afwijking wordt in ieder onderzoek anders benaderd. Er zijn onderzoeken gedaan met metingen waarna classificaties werden gemaakt, maar ook werd er op het oog beoordeeld wat de ernst van de afwijking was. De ODDI- en CPI-waarden waren voor ernstige en milde afwijkingen niet altijd hetzelfde. Soms werd er ook nog asymmetrie van het gezicht mee gemeten. Daarnaast zijn de metingen (PCM, antroscopische of digitale metingen) van het hoofd op verschillende manieren gedaan, waardoor er andere resultaten komen. De verschillende behandelingen zouden op ernst van de afwijking moeten worden bekeken. Operaties en helmen worden in werkelijkheid pas toegepast bij ernstige afwijkingen. Waarbij het ene kindje met een operatie geholpen is, kan een ander kindje met dezelfde schedelvorm met helmtherapie niet geholpen zijn. De classificaties liggen op dit gebied dus ook weer anders. Daarnaast zijn de metingen bij geen behandeling veel langer doorgegaan, namelijk tot de leeftijd van drie jaar. De metingen zouden eigenlijk allemaal hetzelfde moeten zijn. De classificaties van de schedelvorm, de duur van het onderzoek ende leeftijd van de kindjes moeten hetzelfde zijn. Ook zouden er evenveel jongens als meisjes moeten deelnemen aan het onderzoek. Het liefst moeten de groepen ook (even) groot zijn, om het significantie niveau te bepalen.

5.2. Praktijkonderzoek

De verhouding jongensmeisjes is verschillend; 2:1 en 5:2. Wanneer de verhouding 1:1 zou zijn, konden er andere resultaten zijn uitgekomen. De reden waarom er meer jongens een helm krijgen is waarschijnlijk omdat de ouders er van uit gaan dat de jongens kort haar hebben later, waardoor de afplatting beter te zien is. Daarnaast is het bewezen dat jongens op die leeftijd een minder goede motoriek hebben, waardoor er vaker een voorkeurshouding is en de kans op een afplatting groter is (Hutchison, 2004). De voorkeurshouding wordt ook bevorderd wanneer het hoofd van de baby groter is dan gemiddeld. De nekspieren hebben meer moeite het hoofd, dat groter en zwaarder is dan gemiddeld, te draaien. De hoofdjes bij ernstige afwijkingen zijn groter dan bij milde afwijkingen. Daarnaast groeien de hoofdjes bij ernstige afwijkingen sneller. Dit kan verklaren waarom ernstige afwijkingen meer verbetering tonen dan milde afwijkingen, want de werking van de helm is afhankelijk van de groei van de schedel. Ook is er meer te corrigeren bij ernstige afwijkingen, waardoor de vooruitgang groter zal zijn dan bij milde afwijkingen.

In deze data analyse is er een discussie mogelijk over de classificatie. Wanneer is een afwijking ernstig of mild? De CPI- en ODDI-waarden zouden dan geclassificeerd kunnen worden, waardoor de resultaten zullen veranderen. In dit onderzoek is er gekozen voor de classificatie van van Vlimmeren (2008), omdat er duidelijk een onderscheid wordt gemaakt tussen een milde en ernstige schedelafwijking.

Het is nu niet duidelijk of de kindjes de helm 23 uur per dag hebben gedragen. Om de werking van de helm beter te bewijzen, zou het aantal uur dat de baby de helm heeft gedragen moeten worden vastgelegd. Het is waarschijnlijk dat een redressiehelm minder effect heeft als hij minder lang is gedragen op een dag.

In dit onderzoek is geen rekening gehouden met baby's die te vroeg geboren zijn. Het is waarschijnlijk dat zij de helm langer hebben moeten dragen, omdat de fontanel bij de leeftijd van twaalf maanden nog open stond. Dit is belangrijk omdat de vorm van de schedel dan nog te beïnvloeden is. Ook is de leeftijd niet gecorrigeerd. Wanneer baby's te vroeg zijn geboren hebben zij een grotere kans op een afplatting omdat de schedel nog iets zachter is. Tijdens de data analyse is er geen onderscheid in premature en op tijd geboren kindjes.

Het kan zijn dat er meetfouten zijn gemaakt, bij het doen van de meting. Dit kan zijn doordat er teveel foto's zijn gemaakt die over elkaar heen zijn gelegd en het 3D-beeld 'dikker' maakte. Ook kunnen de drie uitlijningspunten niet precies op de goede plek staan. De aslijn komt dan scheef te staan en de doorsnede wordt dan ook scheef gemaakt. De voor en na meting zijn dan niet met elkaar te vergelijken. Als de voor of na doorsnede van het hoofd in het PlagioCare programma niet goed op

elkaar staat doordat hij gedraaid staat, kan er ook een meetfout ontstaan.

De rechter plagiocephalie komt vaker voor (63,9%). Dit is lager dan Littlefield et al. (1998). Hij kwam op 79%. Kelly et al., 1999b, op 69%; Mulliken et al., 1999, op 61% en O'Broin et al., 1999, op 60%. O'Broin et al. (1999) zegt dat rechter deformatieve plagiocephalie vaker voorkomt bij pasgeboren baby's. De apex positie bij bevalling (links occipitaal anterieur) zorgt voor rechter occipitale and linker frontale beperking bij 85%. Zijn uitleg is gebaseerd op Bruneteau en Mulliken's onderzoek (1992) over frontale plagiocephaly.

Dat helmtherapie voor de leeftijd van zes maanden moet beginnen bewees Thompson et al. eerder al in zijn onderzoek in 2009. De gemiddelde startleeftijd was tussen de 5,6 en 5,9 maanden. De de duur van de helmtherapie is gemiddeld tussen de 6,3 en 6,6 maanden).

In het praktijkonderzoek is een baby geheel hersteld, wanneer de ODDI < 104% en CPI < 90%. Bij een milde afwijking hersteld hier 59,1%. Hutchison et al. (2004) heeft andere waarden genomen. Volgens hem was een baby hersteld bij ODDI < 106% en CPI < 93%. Bij zijn onderzoek herstelde 82,1% van 39 baby's volledig. Het is niet duidelijk hoe ernstig de afwijkingen waren bij de leeftijd van vier maanden. De ODDI- en CPI-waarden lagen hoger, waardoor een baby sneller in de classificatie 'normaal' terecht komt. Dat het percentage herstelde baby's hoger ligt dan in het praktijkonderzoek is hierdoor te verklaren. Eigenlijk zouden de ODDI- en CPI-waarden voor de classificaties bij beide onderzoeken hetzelfde moeten zijn. De classificatie van Hutchison is toegepast bij de milde vormen in de dataset. Van de 91 baby's hadden er 87 (95,6%) een ODDI < 106% en CPI < 95%, na helmtherapie. De groep van de het praktijkonderzoek is groter dan Hutchisons groep, waardoor het percentage met helmtherapie betrouwbaarder is. Doordat dit onderzoek geen eigen controlegroep heeft is dit geen goed vergelijkend onderzoek. Een eigen contole groep zou waarschijnlijk en betere vergelijking geven.

5.3. Interviews

Tijdens het praktijkonderzoek zijn er interviews gedaan met ouders van elf kindjes met deformatieve schedelafwijkingen, waarvan het niet zeker was of de milde afwijking zou herstellen zonder helmtherapie. Vier ouders hadden zelf niet voor helmtherapie gekozen. De baby's hadden een ODDI van tussen de 104 – 108% en/of een CPI van tussen de 90 – 95%. Ook zijn drie orthopedisch adviseurs (gespecialiseerd in redressiehelmen) van Westland Orthopedie gesproken over het toepassen van helmtherapie bij baby's als er twijfel bestaat over de ernst en het spontaan kunnen herstellen van de afwijking.

5.3.1. Interviewverslag en resultaten

Datum: 16 maart 2012

Plaats: Rotterdam

Interviewer: Alice Lammers

Geïnterviewde: Ouders van: A. Chin-A-Paw, S. de Heij, S. Idouhemmane, J. Vermeulen, L. Mao, B. Perdijk, M. Vermeulen, J. Groeneweg, S. Verwoerd, D. Yap en L. Badenbroek; Orthopedisch adviseurs van Westland Orthopedie: R. Schouten, R. Wessling en M. van Loosdrecht

Onderwerp: *Waarom wel of geen helmtherapie voor kindjes waarvan de schedelafwijking mild is?*

Waarom wel helmtherapie

Ouders

De ouders zeggen vaak dat ze onzeker zijn over hoe het hoofd van hun kind er later uit ziet en ze vinden een ronde schedel mooi. Alleen op jonge leeftijd kunnen ze de schedelvorm beïnvloeden met een helm. Ze willen niet dat hun kind later gaat vragen waarom de ouders er niets aan hadden gedaan toen het kon. Dit ook in verband met het feit dat ze niet willen dat hun kind gepest gaat worden. Niemand weet wat moeder natuur doet, dus er is geen zekerheid op verbetering van de schedelvorm. Ouders kunnen bij andere kinderen hebben gezien dat helmtherapie werkt of ze zien andere (oudere) kinderen met afplatting vinden dat niet mooi. Wanneer een ouder de afplatting storend vind, wordt er snel gekozen voor een redressiehelm. Een belangrijke factor is de sociale druk

die de ouders krijgen vanuit de maatschappij, omdat artsen, andere specialisten en mensen uit de omgeving opmerkingen hebben over de schedelvorm.

Orthopedische adviseurs

Orthopedisch adviseurs vragen vaak of er nog een voorkeurshouding aanwezig is. Wanneer deze aanwezig is wordt er eerder gekozen voor een helm. Er is nooit garantie dat de schedelafwijking vanzelf herstelt, maar met een redressiehelm zal de kans op herstel groter en sneller zijn. Er schijnt een grotere kans te zijn op een deformatieve schedelafwijking, als de moeder een vacuümbevalling had. Dit kan ook een reden zijn om voor helmtherapie te kiezen. Bij Westland kan er een adviesscan worden gemaakt. Deze meting van het hoofd laat de ODDI- en CPI-waarden zien. Als deze slechter of hetzelfde zijn als die van de fysiotherapeut, kan een helm worden aangeraden. Doordat de zorgverzekeraar nu nog de redressiehelm vergoedt, hebben ouders geen financiële drempel om de keuze voor helmtherapie te maken.

Waarom geen helmtherapie

Ouders

Het kan zijn dat ouders helmtherapie niet kennen. De ouders zijn nooit doorverwezen en hebben redressiehelmen nooit gezien. Een veel gehoorde reden is dat de ouders een helm zielig vinden voor de baby. Daarnaast vinden ze het zelf erg als het kind een helm moet dragen. Dit is doordat ze zichzelf schamen voor de rest van de maatschappij, het lelijk vinden of niet meer lekker kunnen knuffelen met hun kind. Wanneer de ouders de afplatting zelf niet storend vinden, wordt er niet gekozen voor een redressiehelm. De afplatting is in hun ogen niet erg genoeg of ze denken dat de afplatting vanzelf weggaat. Het kan zijn dat ze dit gezien hebben bij andere kindjes of ze hebben van een specialist gehoord dat het vanzelf weg kan trekken.

Orthopedisch adviseurs

Vaak heeft een baby met een voorkeurshouding fysiotherapie. Aan de hand van de metingen van de fysiotherapie kan er een vooruitgang zichtbaar zijn en wordt er niet gekozen voor een helm. Ook een digitale meting van de schedel kan wijzen op verbetering, waardoor ouders geen helmtherapie willen. Religie of cultuur kan een factor zijn om geen helm aan te meten. De schedelvorm kan gods wil zijn voor de gereformeerden. Een andere reden om geen helm te kiezen, is omdat het in de cultuur of afkomst van de ouders niet nodig is om een ronde schedelvorm te hebben

6. Conclusie

6.1. Literatuuronderzoek

Een deformatieve schedelafwijking herstelt met een redressiehelm significant sneller en beter dan bij herpositionering van het hoofd. Een prefab redressiehelm toont net zo snel resultaat als een maatwerk helm.

Herpositioneren alleen is voor een milde plagiocephalie erg effectief, maar biedt voor ernstige vormen minder herstel.

Het krijgen van fysiotherapie is effectief, omdat de prevalentie plagiocephalie lager ligt dan bij baby's zonder fysiotherapie. Afhankelijk van de ernst van de deformatieve schedelafwijking, is fysiotherapie effectief.

Bij ernstige symptomen van deformatieve plagiocephalie, zoals het hinderen van de groei van de hersenen wordt een operatieve behandeling toegepast. Deze blijken effectief te zijn.

Bij geen behandeling blijkt de prevalentie van deformatieve schedelafwijkingen tussen de 2,5% - 3,3% te zijn bij de leeftijd van twee tot vijf jaar. Van de baby's die op de leeftijd van vier maanden een afwijking hadden, blijkt 82,1% geheel hersteld te zijn bij de leeftijd van twaalf maanden (classificatie CPI < 93% en ODDI < 106%).

De meeste artikelen voldoen aan meer dan negen kwaliteitscriteria en zijn daardoor betrouwbaar.

De studies van Graham en Lucas (2005) en Boere-Boonekamp (2001) hadden een zes en zeven.

Per behandeling is gekeken hoeveel baby's een effectieve behandeling hadden (zie tabel 12)

Tabel 12 Aantal baby's herstelt na verschillende behandelingen

Behandeling	Aantal baby's hersteld (%)
Redressiehelmmtherapie	61 (ernstig)
Herpositioneren	38 (ernstig), 61 en 100 (mild)
Fysiotherapie	33,3 (ernstig) en 76
Operatief	91 en 94
Geen behandeling	82,1

Doordat de onderzoeken veel van elkaar verschillen (leeftijd van de kinderen, lengte van het onderzoek, verschillende classificaties en metingen), kan er geen vergelijking gemaakt worden tussen de procentuele cijfers.

Helmtherapie bereikt sneller verbetering en herstel dan herpositioneren van het hoofd. Operaties worden alleen gedaan bij ernstige symptomen. Fysiotherapie is beter dan geen fysiotherapie. Voor milde afwijkingen wordt herpositioneren en fysiotherapie aangeraden voor de leeftijd van 5 maanden. Hierna kan helmtherapie worden gestart als de afwijking nog steeds aanwezig is.

Helmtherapie zorgt voor geruststelling bij de ouders. De snellere verbetering van de schedelafwijking door helmtherapie is van groot belang om blijvende schedelmisvormingen te voorkomen. De kans op psychische-, psychomotorische- en cognitieve stoornissen, scheelzien en middenoorontsteking wordt kleiner, doordat de deformatieve schedelafwijking sneller verbetert met helm. Beweging van het hoofd in ruglig wordt niet meer gehinderd door de afplatting met helm. Redressiehelmmtherapie draagt bij aan herstel van de schedelafwijking, zodat de kindjes niet worden gepest (4,6% wordt gepest door een afwijkende schedelvorm).

6.2. Praktijkonderzoek

De totale groep baby's die onderzocht is bestaat uit 329 baby's van een leeftijd tussen vijf en dertien maanden, waarvan 77 een brachycephalie (30 mild), 97 een plagiocephalie (28 mild) en 155 een combinatie van brachycephalie en plagiocephalie hadden (36 mild). Een combinatie afwijking blijkt

uit de dataset het meest voor te komen. Er worden minder kindjes met een milde vorm behandeld met een redressiehelmmtherapie.

De verhouding jongens – meisjes is bij de ernstige groep ongeveer 5:2 en bij de milde groep 2:1. Een schedelafwijking blijkt bij jongens meer voor te komen.

In de milde groep herstelt 86,7% van een brachycephalie, 51,9% van een plagiocephalie en 41,7% van een combinatie. In totaal herstelt 59,1% helemaal van een milde afwijking met een redressiehelm. Bij de ernstige vorm is dat 20,8% bij een brachycephalie, 2,9% bij een plagiocephalie en 13,4% bij een combinatie. In totaal herstelt 11,9% helemaal van een ernstige afwijking. Wanneer er een combinatie is van brachycephalie en plagiocephalie herstellen baby's met een milde afwijking het best. Een brachycephalie herstelt beter met een redressiehelm, dan een plagiocephalie. Dit is bij de milde en ernstige vorm te zien.

Baby's die voor en na helmtherapie een milde afwijking hebben, hebben minstens 1,0 procent verbetering na helmtherapie.

Een rechter afplatting blijkt vaker voor te komen (63,9%). De verhouding is ongeveer 1,8:1. De kans dat een afplatting rechts voorkomt is groter dan links.

De hoofdomtrek van jongens is groter dan die van meisjes, ook wanneer ze een schedelafwijking hebben. Bij ernstige afwijkingen is het hoofd groter. Schedels met ernstige afwijkingen groeien harder dan bij milde afwijkingen. Jongens en meisjes met ernstige afwijkingen groeien even snel. Dit geldt ook voor de milde afwijkingen. De hoofdomtrek van jongens met een schedelafwijking is groter dan het gemiddelde van de WHO. Bij meisjes valt de milde vorm in de standaarddeviatie, boven het gemiddelde. De ernstige vorm valt boven de standaarddeviatie, dus meisjes met een ernstige afwijking hebben een te groot hoofd. Wanneer een baby een groot hoofd heeft is er dus een grotere kans om een afplatting te krijgen.

Helmtherapie kan het best beginnen voor de leeftijd van zes maanden, want dan zal de meeste verbetering plaats vinden. Bij milde afwijkingen is de vooruitgang lager dan bij ernstige afwijkingen.

6.3. Advies

Een redressiehelm heeft een meerwaarde voor een milde deformatieve brachycephalie en/of plagiocephalie als fysiotherapie of herpositioneren niet voldoende blijkt te werken. De ouders zijn dan nog niet tevreden met het resultaat en/of het kind blijft een voorkeurshouding houden. Bij de leeftijd van twee tot vijf jaar, is de prevalentie van schedelafwijkingen 3,3% . Om te voorkomen dat een baby bij deze 3,3% komt zou redressiehelmmtherapie een oplossing kunnen zijn. Het liefst moet er voor de leeftijd van zes maanden zijn begonnen. Wanneer een baby een groter hoofd heeft dan gemiddeld, is er een kans op een schedelafwijking bij de leeftijd van zes maanden. Een milde vorm zou kunnen verergeren en een redressiehelm zou dan een positief advies zijn. Verbetering van de schedelafplatting is er altijd met redressiehelm, dus voor zekerheid van verbetering kan er altijd gekozen worden voor helmtherapie en geruststelling van de ouders. De helm is effectiever bij een brachycephalie dan bij een plagiocephalie.

Wanneer een deformatieve afwijking bij de leeftijd van vier maanden aanwezig is, is zonder behandeling 82,1% bij de leeftijd van één jaar herstelt volgens Hutchison et al. (2004). Met de redressiehelm van Westland Orthopedie is 95,6% van een milde vorm hersteld (Hutchisons classificatie) na helmtherapie. Aan de hand van deze gegevens (95,6% versus 82,1%), wordt geconcludeerd dat de meerwaarde van helmtherapie meer herstel is bij milde afwijkingen dan wanneer deformatieve plagiocephalie en brachycephalie niet worden behandeld.

7. Aanbevelingen

Om de werking van de redressiehelm goed te bewijzen is het nodig om een eigen controlegroep op te stellen. Er zouden dan twee even grote groepen worden gemaakt met dezelfde verhouding jongens en meisjes en dezelfde milde afwijking (deformatieve plagiocephalie, brachycephalie en de combinatie). Een groep is de helmgroep en de andere groep krijgt geen interventie. Bij een leeftijd van ongeveer zes maanden en twaalf maanden, worden beide groepen gemeten. Als de helmgroep een grotere verbetering heeft, zou de helm wel degelijk werken. Is dat niet zo, dan zou de helm overbodig zijn en zou de milde schedelafwijking uit zichzelf net zo goed kunnen herstellen. Een controle groep voor dit onderzoek zou het best opgesteld kunnen worden in een westers land als Nederland. Dit omdat Nederland multicultureel is en de huidige dataset bestaat uit kindjes met verschillende nationaliteiten. Ook wordt in Nederland altijd geadviseerd om kindjes op de rug te leggen vanwege de wiegendood. Kindjes die niet veel op de rug liggen, zouden een minder goede controlegroep zijn. Ook is het belangrijk dat alle kindjes, controlegroep en interventiegroep, dezelfde voeding krijgen. Dit is om de groei van het kind beter controleerbaar te maken. De huidige data van de World Health Organisation zijn gebaseerd op kindjes die borstvoeding kregen.

Of een afplatting meer voorkomt bij mensen van een bepaalde afkomst is in dit onderzoek niet nader onderzocht. Wanneer een baby van Aziatische afkomst meer kans heeft op een afplatting, zou deze groep baby's een groter risico hebben op een plagiocephalie of brachycephalie. Een redressiehelm zou dan een gepaste interventie kunnen zijn. Er wordt aangeraden ook de afkomst van de baby's in de resultaten mee te nemen.

Als de metingen opnieuw worden gedaan, zouden er beter net zoveel jongens als meisjes worden gemeten. Ook zou het aantal uur dat de baby's gemiddeld de helm dragen worden bijgehouden. Momenteel zijn alle metingen door de schrijver zelf uitgelijnd om alle metingen zoveel mogelijk hetzelfde te laten verlopen. Het scannen is door meerdere personen gebeurd. De data waren sneller verzameld als iedere uitlijning door iedereen hetzelfde was gedaan. Wanneer het protocol precies gevolgd wordt, moeten de metingen met elkaar te vergelijken zijn.

De toestemmingsformulieren zijn bij dit onderzoek opgestuurd naar de ouders van de kindjes. Voor een volgend onderzoek is het beter de ouders bij de metingen meteen te vragen om het informed consent te ondertekenen.

Een follow-up meting bij de kindjes die nog een milde afwijking hadden na helmtherapie zou goed zijn om de lange termijn werking te bewijzen. Wanneer de kindjes ongeveer twee jaar oud zijn, verandert de schedel amper van vorm. Dit zou een goede leeftijd zijn voor een derde meting om te kijken of de afwijking helemaal hersteld is.

Om meer meningen van ouders te horen over de keus van helmtherapie zouden er meer ouders geïnterviewd moeten worden.

Literatuurlijst

- American Academy of Pediatrics. (1992) Task force on positioning and sudden infant death syndrome. *Pediatrics* 89:1120–1126
- Baum, J., & Seals, D. (1971). Head shape and size pre-term low-birth-weight infants. *Dev Med Child Neurol*; 13:567-581
- Bialocerkowski, A. E., Vladusic, S. L., & Wei Ng, C. (2008). Prevalence, risk factors, and natural history of positional plagiocephaly: A systematic review. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 50(8), 577-586. doi:10.1111/j.1469-8749.2008.03029.x
- Bialocerkowski, A.E., Vladusic, S.L. & Howell, S.M. (2005). Conservative interventions for positional plagiocephaly: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*; 47, 563-570.
- Boere-Boonekamp, M., van der Linden-Kuiper, L. (2001). Positional preference: prevalence in infants and follow-up after 2 years. *Pediatrics*; 107(2):339 –343
- Brunetee, R., & Muliken, J. (1992). Frontal plagiocephaly: synostotic, compensational, of deformational. *Plast Reconstr Surg*; 98:21-31
- Clarren, S. (1981). Plagiocephaly and torticollis: etiology, natural history, and helmet treatment. *J. Pediatr*; 98:92-95
- Clarren, S., & Smith, D. (1977). Congenital deformities. *Pediatr Clin North Am*; 24:665-677
- Clarren, S., Smith, D., & Hanson, J. (1979). Helmet treatment for plagiocephaly and congenital muscular torticollis. *J Pediatr*; 94: 43-46
- Collett, B., Breiger, D., King, D., Cunningham, M., Speltz, M. (2005). Neurodevelopmental implications of 'deformational' plagiocephaly. *Journal of developmental and behavioral pediatrics*; 26 (5), 379-389.
- David, J., & Menard, R. (2000). Occipital plagiocephaly. *British Journal of Plastic Surgery*, 53(5), 367-377
- David, L. (2007). Helmets offer solution for infants. *The American Society of Plastic Surgeons, Arlington Heights developmental and behavioral pediatrics*; 26 (5), 379-389.
- Dias, M., Klein, D. (1996) Occipital plagiocephaly: deformational or lambdoid synostosis. II. A unifying theory regarding pathogenesis. *Pediatr Neurosurg* 24:69–73
- Dorhage, K. (2010). Klinische bedeutung, prophylaxe und therapie der lagebedingte plagiozephalie. *Manuelle Medizin*, 48(2), 135
- Graham, J., Gomez, M., Halberg, A., Earl, D., Kreutzman, J., Cui, J., & Guo, X. (2005). Management of deformational plagiocephaly repositioning versus orthotic therapy. *The Journal of Pediatrics*: 258-261
- Graham, J., Lucas, B. (1997) Helmet treatment for plagiocephaly during infancy. *Pediatric Research* 41: 60

Haung, M., Gruss, J., Clarren, S., Mouradian, W., Cunningham, M. Roberts, T., Loeser, J., & Cornell, C. (1996). The difference diagnosis of posterior plagiocephaly: true lambdoid synostosis versus positional molding. *Plast Reconstr Surg*; 98:765-774

Hutchison, B. L., Hutchison, L. A. D., Thompson, J. M. D., & Mitchell, E. A. (2004). Plagiocephaly and brachycephaly in the first two years of life: A prospective cohort study. *Pediatrics*, 114(4), 970-980. doi:10.1542/peds.2003-0668-F

Hutchison, B., Stewart, A., Mitchell, E. (2010). Deformational plagiocephaly: a follow-up of head shape, parental concern and neurodevelopment at ages 3 and 4 years. *Arch Dis Child* 2011;**96**:85–90. doi:10.1136/adc.2010.190934

Jimenez, D. F., & Barone, C. M. (2007). Early treatment of anterior calvarial craniosynostosis using endoscopic-assisted minimally invasive techniques. *Child's Nervous System : ChNS : Official Journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*, 23(12), 1411-1419. doi:10.1007/s00381-007-0467-6

Jimenez, D. F., Barone, C. M., Cartwright, C. C., & Baker, L. (2002). Early management of craniosynostosis using endoscopic-assisted strip craniectomies and cranial orthotic molding therapy. *Pediatrics*, 110(1 Pt 1), 97-104. doi:10.1542/peds.110.1.97

Jones, B., Hayward, R., Evans, R., et al. (1997). Occipital plagiocephaly: an epidemic of craniosynostosis. Craniosynostosis needs to be distinguished from more common postural asymmetry. *BMJ*; 315:693–4.

Kawamoto, H. (1987). Torticollis versus plagiocephaly. In: Marchac D, ed. *Craniofacial. Surgery: international Society for CranioMaxillaFacial Surgery*; 105-109

Kelly, K., Littlefield, T., Pomatto, J., Ripley, C., Beals, S., & Joganic, E. (1999) Importance of early recognition and treatment of deformational plagiocephaly with orthotic cranioplasty. *Cleft Palate Craniofac J* 36: 127–130.

Kelly, K., Littlefield, T., Pomatto, J., Ripley, C., Beals, S., Joganic, E. (1999) Importance of early recognition and treatment of deformational plagiocephaly with orthotic cranioplasty. *Cleft Palate Craniofac J* 36: 127–130

Largo, R., & Duc, G. (1977). Head growth and changes in head configuration in healthy preterm and term infants during the first six months of life. *Helv Paediatr*; 32:431-442

Lipira, A., Gordon, S., Darvann, T., Hermann, N., Van Pelt, A., Naidoo, S., Govier, D., & Kane, A. (2010). Helmet Versus Active Repositioning for Plagiocephaly: A Three-Dimensional Analysis. *Pediatrics*; 126:e936–e945

Martínez-Lage, J. F., Ruíz-Espejo, A. M., Gilabert, A., Pérez-Espejo, M. A., & Guillén-Navarro, E. (2006). Positional skull deformities in children: Skull deformation without synostosis. *Child's Nervous System : ChNS : Official Journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*, 22(4), 368-374. doi:10.1007/s00381-005-1233-2

Miller, R., Clarren, S. (2000). Longterm developmental problems in patients with deformational plagiocephaly. *Pediatrics*; 2000, 105 (2), 26-31.

Moin, P., Vergouw, M., Imanuel, N., & Hulshof, D. (2005). *Fysiotherapie Bolman*. Amsterdam, NL: Copyright Pharneon BV

OK Maritime. (2008). *Module 'onderkoeling'*. Op 27 april 2012 verkregen via <http://www.arbo-binnenvaart.nl/userfiles/file/achtergrond%20verdrinken/onderkoeld%20raken.pdf>

Persing, J., James, H., Swanson, J., & Kattwinkel, J. (2003) Prevention and management of positional skull deformities in infants. *Pediatrics* 112:199–202

Purzycki, A., Thompson, E., Argenta, L., & David, L. (2009). Incidence of otitis media in children with deformational plagiocephaly. *J Craniofac Surg*; 2009 Sep;20(5):1407-11.

Rekate, H. (1998). Occipital plagiocephaly: a critical review of the literature. *J Neurosurg* 89:24–30

Schaaf, H., Malik, C., Streckbein, P., Pons-Kuehnemann, J., Howaldt, H., & Wilbrand, J. (2010). Three-dimensional photographic analysis of outcome after helmet treatment of a nonsynostotic cranial deformity. *The Journal of Craniofacial Surgery*: 1677-1682

Speitz, M., Collett, B., Stott-Miller, M., et al. (2010). Case-control study of neurodevelopment in deformational plagiocephaly. *Pediatrics*; (3); 125: 3537– 3542; doi: 10.1542/peds.2009-0052

Steinbok, P., Lam, D., Singh, S., Mortenson, P. A., & Singhal, A. (2007). Long-term outcome of infants with positional occipital plagiocephaly. *Child's Nervous System*, 23(11), 1275-1283. doi:10.1007/s00381-007-0373-y

Teichgraeber, J., Ault, J., Baumgartner, J., Waller, A., Messersmith, M., Gateño, J., Bravenec, B., & Xia, J. (2002). Deformational posterior plagiocephaly: diagnosis and treatment. *Cleft Palate Craniofac J*. 39(6): 582-6.

Thompson, J, David, L., Wood, B., Argenta, A., Simpson, J., & Argenta, L. (2009). Outcome analysis of helmet therapy for positional plagiocephaly using a three-dimensional surface scanning laser. *J Craniofac Surg*;20(2):362-5.

van Vlimmeren, L. A., Takken, T., van Adrichem, Léon N A, van der Graaf, Y., Helders, P. J. M., & Engelbert, R. H. H. (2006). Plagiocephalometry: A non-invasive method to quantify asymmetry of the skull; a reliability study. *European Journal of Pediatrics*, 165(3), 149-157. doi:10.1007/s00431-005-0011-1

van Vlimmeren, L., van der Graaf, Y., Boere-Boonekamp, M., L'Hoir, M., Helders, P., Engelbert, R. (2008a). Effect of Pediatric Physical Therapy on Deformational Plagiocephaly in Children with Positional Preference – A randomised controlled trial. *Arch Pediatr Adolesc Med* 162: 712-718

van Vlimmeren, L., der Graaf, Y., Boere-Boonekamp, M., L'Hoir, M., Helders, P., Engelbert, R. . (2008b). Physiotherapy reduces the risk of deformational plagiocephaly in infants who have a preferred head position when lying supine. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 54(4), 283.

Vernet, O., de Ribaupierre, S., Cavin, B., & Rilliet, B. (2008). Traitement des plagiocéphalies postérieures d'origine positionnelle. *Archives De Pédiatrie*, 15(12), 1829-1833. doi:10.1016/j.arcped.2008.09.007

Vles, J., Colla, C., Weber, J., et al. (2000). Helmet versus nonhelmet treatment in nonsynostotic positional posterior plagiocephaly. *J Craniofac Surg*; 2000;11:572–4

World Health Organisation (2012). *Head circumferences-for-age*. Op 27 april 2012 verkregen via http://www.who.int/childgrowth/standards/second_set/tab_hcfa_girls_z_0_5.txt

Bijlage I: Pre- en postnatale factoren voor positionele plagiocephalie

Prenatale factoren zoals de ligging van de foetus, meerlingzwangerschappen en baarmoederlijke beperkingen zouden ook van belang zijn voor het verkrijgen van positionele plagiocephalie. De foetus kan in de baarmoeder al een voorkeurshouding hebben en daardoor een afplatting krijgen. Bij meerlingen kan het zijn dat de schedels tegen elkaar aan liggen en elkaar plat drukken. In de baarmoeder kan te weinig ruimte zijn, waardoor er druk op de schedel van de foetus komt en een afplatting voorzaakt wordt. De deformatieve plagiocephalie is dan bij de geboorte al te zien. Wanneer een kind ter wereld is gekomen met perswéeën langer dan een uur, is de kans groter op een afplatting. Ook het halen van een kind met vacuüm, zorgt voor een grotere kans op afplattingen. ('American Academy of Pediatrics', 1992; Dias et al., 1996)

Andere onderzoekers zeggen dat postnatale factoren belangrijk zijn. Verandering van positie in bed als gevolg van:

- Macrocephalie: het hoofd is twee standaard deviaties groter dan het gemiddelde, waardoor het hoofd in verhouding zwaar is en moeilijk te roteren is voor de baby
- Torticollis (scheefhals of cervicale dystonie): dit is een aandoening aan de hals waarbij het hoofd en de hals niet in een rechte lijn op de romp staan. Het hoofd naar één schouder, terwijl de kin naar de andere schouder draait. Bij een baby met torticollis is het niet mogelijk om het hoofd zo te draaien, dat het weer recht op de romp komt te staan. De meest voorkomende vorm bij baby's is aangeboren en wordt veroorzaakt door een afwijking in één van de halsspieren (m. sternocleidomastoideus of m. trapezius). (Moin et al., 2005; Jones, 1969; Watson, 1971; Clarren, 1981; Kawamoto, 1987)
- Spinale abnormaliteiten: andere spinale anatomie zoals een extra lumbale vertebrae, spina bifida en idiopathische scoliose.
- Voorkeurshouding tijdens het slapen: de baby kan een voorkeurshouding hebben waar hij graag in ligt (Baum & Seals, 1971; Clarren et al., 1979; Clarren, 1981; Brunetau & Mulliken, 1992; Haung et al., 1995; Haung et al., 1996)
- De situatie in de wieg met betrekking op de ouders: een voorkeurshouding van de baby kan door de ouders worden beïnvloed. Het kind kan iedere dag op dezelfde manier liggen in het bedje of iedere keer aan de andere kant van het bedje worden gelegd. De speeltjes van het kind kunnen ook steeds op andere plekken worden gelegd om dezelfde bewegingen van de baby naar het speelgoed te vermijden. (Martínez-Lage, 2006)
- Te weinig bot mineralisatie: de schedel blijft lang zacht, waardoor de schedel zich gemakkelijk kan vervormen. (Baum & Seals, 1971)
- Geboortetraumata: tijdens de geboorte kunnen er complicaties voorkomen waardoor de schedel afgeplat wordt. (Clarren et al., 1979)
- De baby is te vroeg geboren: het kind is voor de 37 weken geboren en daardoor zijn de spieren nog niet goed ontwikkeld. De baby kan zich hierdoor minder goed bewegen en ligt vaak in dezelfde houding. (Largo & Duc, 1977)

De kinderarts moet de behandeling van positionele plagiocephalie beginnen met het advies over preventiemaatregelen, positionering en manuele therapie bij cervicale onbalans. Wanneer er persistentie of verergering optreedt na twee maanden behandeling (vooral bij fronto-occipitale diagonalen met een verschil groter dan 1 cm), moet er een redressiehelm overwogen worden voor behandeling. Een redressiehelm moet altijd eerst worden overwogen worden voordat er een chirurgische oplossing wordt bedacht omdat deze vaak bloedtransfusies bevat.

Bijlage II: brief aan de ouders met informed consent

Westland Orthopedie Shop
Willem Ruyslaan 20A
3063 ES Rotterdam

Rotterdam, 6 februari 2012

Adres van de ouders

Betreft: redressiehelm

Geachte ouders,

Een tijd geleden heeft uw zoon of dochter een redressiehelm gedragen van Westland Orthopedie. Wij hopen dat u tevreden bent met het resultaat.

Momenteel wordt er een onderzoek gedaan over de effectiviteit van de redressiehelm bij Westland Orthopedie. De scans van voor en na de helmtherapie worden met elkaar vergeleken, om de vooruitgang van de schedelvorm in kaart te brengen.

Het bewijzen van de effectiviteit van de redressiehelm is belangrijk, dit omdat de werking in praktijk te zien is, maar wetenschappelijk nog niet is onderbouwd. Daarnaast gaat de redressiehelm waarschijnlijk het zorgverzekeringspakket uit en is het belangrijk aan te tonen dat de helm effectief is. Voor de toekomstige kindjes die een helmpje nodig hebben, zou het fijn zijn als u mee doet aan het onderzoek.

Graag vraag ik u om toestemming te geven voor het anonieme gebruik van de metingen die gedaan zijn bij uw kind. Dit kan door middel van het invullen van het bijgevoegde toestemmingsverklaringformulier. Het formulier kunt u opsturen in de bijgevoegde envelop.

U bent vrij om deelname te weigeren.

Ik zie uw reactie graag tegemoet!

Met vriendelijke groet,
Alice Lammers

Bijlage: Toestemmingsverklaringformulier (informed consent)

Toestemmingsverklaringformulier (informed consent)

Titel onderzoek: Helmothapie bij twijfel

Verantwoordelijke onderzoeker: Alice Lammers

In te vullen door de deelnemer

Ik verklaar op een voor mij duidelijke wijze te zijn ingelicht over de aard, methode en doel van het onderzoek. Ik weet dat de gegevens en resultaten van het onderzoek alleen anoniem en vertrouwelijk aan derden bekend gemaakt zullen worden. Mijn vragen zijn naar tevredenheid beantwoord.

Ik begrijp dat film-, foto-, en videomateriaal of bewerking daarvan uitsluitend voor analyse en/of wetenschappelijke presentaties zal worden gebruikt.

Ik stem geheel vrijwillig in met deelname aan dit onderzoek. Ik behoud me daarbij het recht voor om op elk moment zonder opgave van redenen mijn deelname aan dit onderzoek te beëindigen.

Naam deelnemer:

Datum: Handtekening deelnemer:

In te vullen door de uitvoerende onderzoeker

Ik heb een schriftelijke toelichting gegeven op het onderzoek. Ik zal resterende vragen over het onderzoek naar vermogen beantwoorden. De deelnemer zal van een eventuele voortijdige beëindiging van deelname aan dit onderzoek geen nadelige gevolgen ondervinden.

Naam onderzoeker: Alice Lammers

Datum: Handtekening onderzoeker:

Bijlage III: protocol

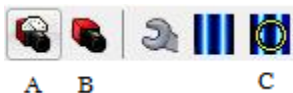
Het doen van de metingen van de schedelvormen van de baby's met deformatieve plagiocephalie en/of brachycephalie horen in een bepaalde volgorde te worden gedaan. Dit is om de metingen altijd op dezelfde manier te doen, zodat de resultaten met elkaar vergeleken kunnen worden. In principe moet het niet uitmaken wie de meting doet, want als het protocol juist wordt gevolgd zouden de metingen gelijk aan elkaar moeten zijn. In dit hoofdstuk wordt het protocol besproken.

De scan en meting

Bij het aanmeten van een redressiehelm wordt een beginscan gemaakt. Deze scan is nodig voor het uitsnijden van een schuimmodel waar over de redressiehelm wordt gemaakt. Ook kan aan de hand van deze scan heel precies de schedelafwijking worden gemeten. Na het afleveren van de helm komen de baby's maandelijks op controle. Eventuele problemen (kantelen en draaien van de helm en drukplekjes) worden dan opgelost. Wanneer de schedel van de baby in volume is toegenomen wordt er aan de binnenkant van de helm materiaal weggeslepen, zodat er meer ruimte is in de helm. De helm blijft rond van binnen.

Voor de scanning wordt er een 3D scanner (zSnapper® portable van Vialux) gebruikt die met behulp van LED (Light Emitting Diode) licht en sensoren (voor het berekenen van de afstand tot de schedel) twee dimensionale beelden registreert. Dit is de DLP (Digital Light Processing) projectietechniek van Texas Instruments. De foto's worden digitaal in een programma verwerkt. Doordat er foto's worden gemaakt (meetijd is 0,0022s) is het niet nodig dat het kind stil zit. De foto's worden door het Plagiocare programma over elkaar heen gezet, waardoor een 3D-beeld ontstaat. Zie bijlage II voor informatie over de scanner.

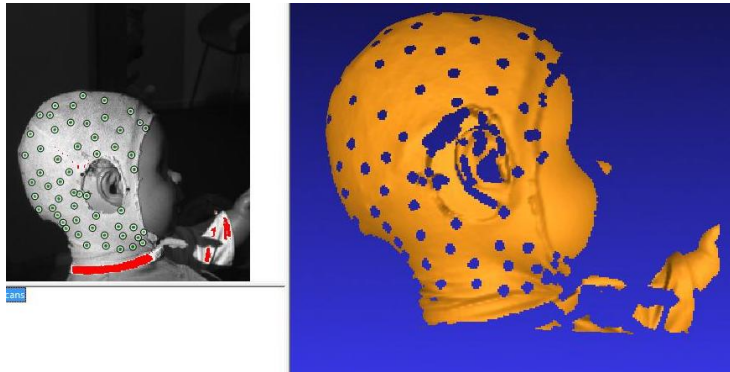
1. Het kindje wordt in een draaistoeltje met speeltjes gezet, zodat het kindje kan spelen tijdens het maken van de foto's
2. Er wordt een speciaal kousje met stippen over het hoofdje gedaan
 - a. Dit wordt gedaan door eerst de sok tot ongeveer de helft in te knippen
 - b. Het sokje wordt over het hoofdje gedaan
 - c. Zorg er voor dat de sok goed strak zit en er geen plooien zijn (knip eventueel de sok verder in als de opening niet groot genoeg is)
3. De sok wordt onder de kin vastgemaakt door twee platte knopen te maken
4. De oortjes van het kindje moeten vrij gelegd worden. Dit kan gedaan worden door de sok een stukje uit te trekken bij het midden van het oor en er een gaatje in te knippen. Het oortje kan zo buiten de sok gehaald worden. Doe dit ook voor het andere oortje
5. Het programma Plagiocare van Ossür wordt opgestart en de scanner gaat dan automatisch aan
6. Zorg er voor dat het kindje voor de scanner en in het beeld staat
7. Eerst moet de scanner de juiste lichtintensiteit hebben. Dit wordt gedaan door op het 'AutoAdjust Exposure Settings' knopje te drukken (A in figuur 3)



Figuur 6 de knoppen van het programma

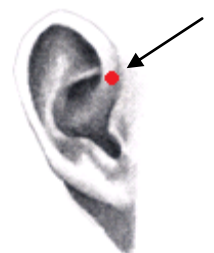
8. Het kindje komt dan op het beeldscherm. Dan wordt bepaald of de scanner alle stippen van het sokje kan zien (zie figuur 3). Als dit niet het geval is, moet de lichtintensiteit worden bijgesteld totdat de stippen op het sokje allemaal goed te zien zijn. Dit kan door nog een keer op de exposure knop te drukken
 - a. Wanneer er een rode gloed op het hoofd te zien is, is de scanner te licht ingesteld en moet er op knop B (figuur 3) geklikt worden

- b. Wanneer de baby amper te zien is, is het beeld te donker en moet er op knop A (figuur 4) gedrukt worden



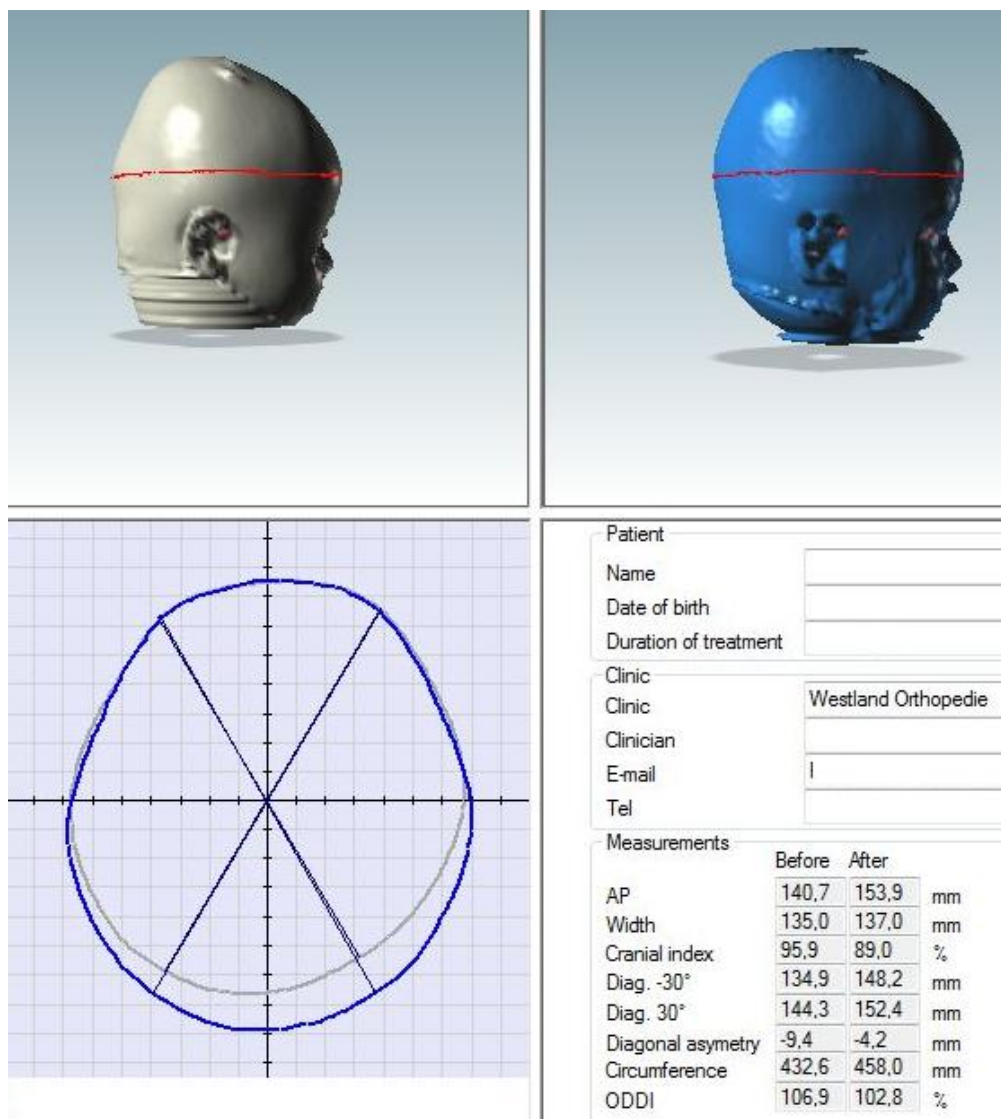
Figuur 7 De baby zoals hij op het beeldscherm komt bij het scannen

9. Vervolgens kunnen de foto's van het hoofd worden gemaakt. Er wordt op het drukknopje op het handvat van de scanner gedrukt of er wordt op 'Start Scanning Loop' (knop C van figuur 3) geklikt
10. Aan iedere zijde van het hoofd moet een scan worden gemaakt. Door het draaistoeltje te draaien en steeds een foto te maken van iedere kant van het kindje zal de scan goed zijn. Er worden ongeveer zeven foto's gemaakt; twee aan de zijkanten, één aan de voor- en achterkant en één bovenop. Zorg er voor dat het gehele hoofd is gescand
11. De scanningloop wordt gestopt door op  te klikken
12. Door op de knop te klikken berekent het programma hoe het 3D-beeld er uit komt te zien. Dit doet hij door de stippen van het kousje over elkaar heen te leggen
13. Als de foto's goed zijn genomen en de stippen goed waren te zien, ontstaat er een volledig 3D-beeld van de baby. Is dit niet het geval, dan ontstaat er een 'gat' in het beeld en dan moet er het volgende gedaan worden
 - a. Opnieuw belichten door de exposure aan te passen en opnieuw foto's nemen.
Of: opnieuw een foto maken van de kant waar een gat is verschenen. Dit kan gedaan worden door op de knop op het handvat te drukken en nog één foto of meerdere foto's te nemen
 - b. Dan wordt er opnieuw op ... gedrukt en de beelden vallen dan netjes over elkaar.
Mocht er nog steeds een 'gat' zijn, dan moeten stap a opnieuw worden gedaan
14. Vervolgens wordt het 3D-beeld bewerkt. Om de schedelvorm te meten is namelijk alleen het hoofdje nodig. Door op de spatiebalk te drukken kan het overvloedig beeldmateriaal (armen, nek en schouder die mee gescand zijn) worden geselecteerd. Door op 'delete' te drukken wordt het geselecteerde deel weggehaald. Zorg er voor dat uiteindelijk alleen het hoofd overblijft. Dit 3D-beeld wordt opgeslagen
15. Vervolgens moet het 3D-beeld uitgelijnd worden. Dit is belangrijk, omdat er uiteindelijk doorsneden gemaakt worden loodrecht op de lijn die door het model geprojecteerd gaat worden. Er worden drie punten neergezet op het model; één op het diepste punt boven de neus tussen de ogen en aan beide kanten van het begin van de oorschelp boven de tragus (zie figuur 5). Deze uitlijning wordt in een ander formaat opgeslagen



Figuur 8 punt op de oor

16. Het programma berekent een lijn door de schedel heen (longitudinale as). De lijn staat precies tussen de twee punten op het oor, ter hoogte van het punt tussen de ogen. Dit is de uitlijning waar mee gewerkt gaat worden in het programma PlagioCare Viewer
17. In PlagioCare Viewer wordt het 'before' en 'after' model geopend als beide scans zijn gemaakt. De eerste scan van voor het dragen van de helm is grijs en de nieuwe scan na helmtherapie is blauw
18. Loodrecht op de lijn (longitudinale as) en door de drie uitlijningspunten die is gemerkt zijn in het model, wordt een doorsnede gemaakt van het hoofd (in het transversale vlak). Evenwijdig aan deze doorsnede worden de andere doorsneden gemaakt. De doorsnede ter hoogte van het meest uitstekende punt van het voorhoofd worden de omtrek, schuinheid (ODDI) en platheid (Cranial Index = CI) gemeten (zie de rode lijn in figuur 6). De diameters van ofwel het before of after model kunnen in het rooster worden verschoven en gedraaid (zie figuur 6 links onderaan). De bovenkant van de doorsnede is de ventrale zijde. Van beide doorsneden worden de ventrale zijdes op elkaar gezet door het before of after model te verschuiven en/of te draaien



Figuur 9 Digitale metingen in het 3D programma PlagioCare

19. De leeftijd van de baby's en de duur van de helmtherapie is opgezocht in de administratie

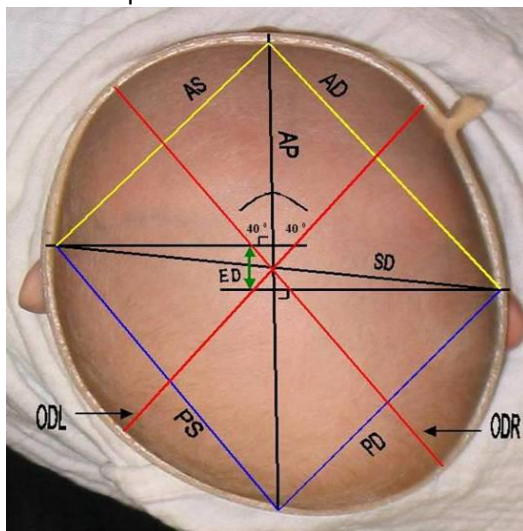
Bijlage IV: Plagiocephalometrie

Plagiocephalometrie (PCM) is meetmethode om de schedelvorm op eenvoudige wijze vast te kunnen stellen. Resultaten zijn te berekenen uit de PCM meting, door de volgende lijnen te trekken:

- AP lijn (Anterior-posterior), middenvoor (neus) aantekening verbinden met de middenachter aantekening
- SD lijn (sinistro-dextro), beide ooraantekeningen met elkaar verbinden
- ODR (oblique diameter rechts) en ODL (oblique diameter links) lijn, met behulp van 40° aantekeningen (zie figuur 7)

Vervolgens kunnen de resultaten berekend worden:

- de ODDI (oblique diameter difference index) wordt berekend door de langste diagonaal te delen door de kortste diagonaal en deze vermenigvuldigen met 100 om in procenten uit te komen. ODDI kan ook onder de naam cranial vault asymmetry index (CVAI) bekend zijn.
- CPI / CI-index wordt berekend door SD delen door AP en deze vermenigvuldigen met 100 op in procenten uit te komen



Figuur 10 Plagiocephalometrie met bijbehorende maten (Ekwip, 2008)

Plagiocephalie

Het ODDI laat zien wat de mate van schuinheid in de schedel is:

ODDI 100 - 104%: normaal, de afwijking is nauwelijks zichtbaar en meestal niet storend.

ODDI 104 - 108%: de schuinheid is duidelijk waarneembaar, maar er is nog spontane afname mogelijk tot onder de 104%.

ODDI hoger dan 108%: zonder interventie met redressiehelm zal plagiocephalie naar verwachting niet lager dan 104% worden en dus duidelijk waarneembaar blijven.

Brachycefalie

Het CPI (ook wel CVI of CI genoemd) is bedoeld om de mate van symmetrische platheid van het achterhoofd te bepalen:

CPI 70 - 90%: normaal, de afplatting meestal niet storend

CPI 90 - 95%: de afplatting is duidelijk waarneembaar, maar er is nog spontane afname mogelijk tot onder de 90%

CPI > 95%: zonder interventie met redressiehelm zal de brachycefalie naar verwachting niet lager dan 90% worden en dus duidelijk waarneembaar blijven. (van Vlimmeren et al., 2006)

Bijlage V: De redressiehelm van Westland Orthopedie, vervaardigd door Ossür

De redressiehelm van Westland Orthopedie wordt geproduceerd met behulp van het software programma PlagioCare van Ossür en de 3D-scanner van Vialux (zie bijlage VI).

Wanneer de 3D-scan klaar is, wordt deze opgestuurd met een PCO-file naar Ossür. Er wordt een PCO-file aangemaakt waarin persoonlijke gegevens, de indicatie van de baby en het model van de helm worden vastgelegd. Ook de print voor op het polypropyleen plaat wordt in het PCO-bestand opgeslagen. Het model van de helm is standaard met een groot gat aan de bovenzijde. Dit gat dient voor het kunnen afgeven van warmte via het hoofd. Een volwassen persoon raakt zijn warmte voor 50% kwijt via het hoofd, omdat er weinig vetweefsel is en de schedelplaten goed doorbloed zijn. Bij kinderen ligt dit percentage nog hoger, omdat zij in verhouding een groter hoofd hebben. Het kunnen afgeven van warmte via het hoofd is dus belangrijk. (OK Maritime, 2008)

Aan de zijkant van de helm is wordt een opening gemaakt. Deze opening bevindt zich aan de niet-afgeplatte zijde, zodat de helm goed aansluit. De opening van de helm kan ver uit elkaar worden gehaald, zodat de helm comfortabel op en af kan worden gedaan. De openingen van de oren worden in de PCO-file recht of schuin aangegeven. Bij een plagiocephalie kan een oortje namelijk naar voren zijn gegroeid en staan deze dus scheef.

De 3D-scan wordt uit een schuimblok gevreesd. Vervolgens wordt er gips aangelegd op de afgeplatte zijde. Wanneer het voorhoofd aan één zijde naar voor is gegroeid, wordt het schuimmodel aan de voorkant ook symmetrisch gemaakt. Over dit gecorrigeerde schuimmodel wordt de helm gemaakt. Eerst wordt er een foam laag van 1,5 cm over het model getrokken. Vervolgens wordt er een plaat polypropyleen (met een print) overheen getrokken. De helm wordt uitgezaagd en er wordt een gat aan de bovenkant gemaakt. Bij aflevering wordt de helm precies op maat gemaakt, omdat er altijd te veel materiaal aan de helm zit. De ruimtes bij de oren worden op maat gemaakt en de helm wordt aan de voor- en achterzijde een stuk korter.

Daar waar het gips is opgezet, is er ruimte gecreëerd in de helm bij de afplatting. De helm sluit nauw aan daar waar de schedel goed is. De ruimte is gemaakt bij de afplatting, zodat er groeiruumte is. De binnenkant van de helm is rond, zodat de schedel ook rond gaat groeien. De werking van de redressiehelm is dus afhankelijk van de groei van de schedel. De schedel groeit niet alleen 's nachts, dus de helm moet 23 uur per dag gedragen worden. Twee keer per dag gaat de helm een half uur af. Bij controle afspraken wordt de helm aan de binnenkant ruimer gemaakt. Dit gebeurt door het wegslijpen van materiaal.



Figuur 8 Gecorrigeerde schuimmodel



Figuur 9 Redressiehelm van Westland Orthopedie

zSnapper® *portable*

3D scanner



The small and lightweight zSnapper® *portable* is a 3D scanner designed to scan objects fast and precisely. The zSnapper® products reflect the company's long-term experience in full-field optical metrology. In particular, VIALUX' well proven concept of pixel-by-pixel fringe phase measurement is combined with the advantages of DLP®

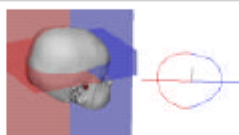
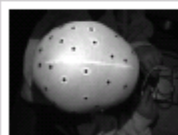
micro mirror technology and high-power monochrome LED light sources. Unique hardware design and sophisticated software algorithms yield outstanding 3D scanner performance. The zSnapper® 3D scanners are laser-free and eye-safe. Due to full-field operation, the 3D object shape is captured in one shot which gives intrinsic reliability and accuracy compared to any line scan devices. zSnapper® *portable* is a versatile solution for a variety of applications. The device is not only suited for point-and-click 3D snapshots from one single viewing direction but multiple views of the same object can be merged automatically. Advanced technology guarantees that all snapshots taken fit together instantly and a real-time display of the merged 3D model can be observed during recording.

Hand-held scanner operation is typical for medical scanning applications. The operator takes the lightweight camera, aims at the object and pushes the button – each 3D snapshot is instantly displayed on the connected laptop PC. Automatic generation of 360° complete shape is implemented in different ways. Using pre-defined reference targets around the object is the most comfortable option which can be applied frequently. The scanner software calculates the position of the scan unit for each snapshot and generates the global 3D model in real-time. Random dots may also serve as targets; 3D snapshots are taken from all the different views needed and afterwards, the scanner software merges the partial measurements automatically. Finally, merging without any targets is realized by stitching the partial scans based upon best fit of shape as supported in the post-processing software. As a supplement to standard ASCII data output, VIALUX has implemented the specific AOP format of cylindrical coordinates for the use in orthotics and prosthetics.

Merging with reference targets



Merging with random targets



Merging without targets



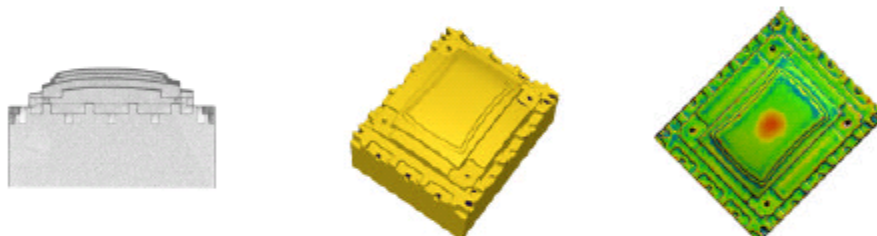


Highest scanning precision is achieved by combining the zSnapper® portable with a hand-operated turntable with pre-defined reference targets. All partial scans from various perspective views are merged instantly and the result is shown in real-time. This approach fits to customer needs in reverse engineering as well as in industrial shape inspection. ViALUX offers complete packages for digitizing or inspection including post-processing software with point cloud transformation to common CAD data formats (STL, IGES).

3D digitizing



3D inspection



Specifications

zSnapper® portable

Field of view	350 mm
Recording time	22 ms hand-held, 200 ms on tripod

Scan results

Point cloud	300 000 independent (x,y,z) coordinates per view on tripod, 80 000 hand-held
Precision	20-50 µm depending upon surface properties
Accuracy	40 µm on tripod, 300 µm hand-held
Data output	ASCII (i,j, x,y,z, gray), AOP and other CAD formats with post-processing option

Interface

Computer	Laptop PC, MS Windows® OS
Power	17W@12-30V

General

Dimensions	230 x 130 x 115 [mm]
Weight	2300 g
Case	All-in-one, flight cabin dimensions
Operating temperature	10°C to 40°C
Storage temperature	-10°C to 50°C

Contact: 3D@vialux.de

ViALUX GmbH
Am Erlenwald 10
09128 Chemnitz
Germany

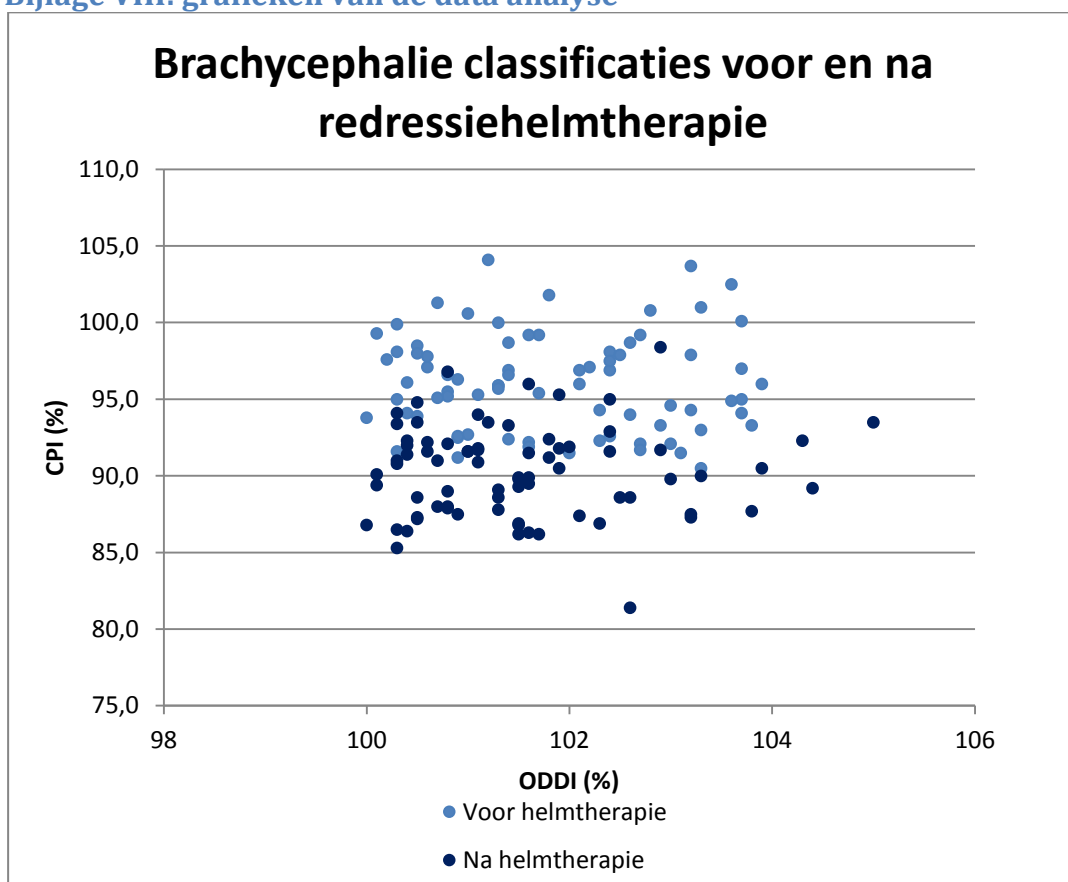
phone: +49 (0) 371 33 42 47 0
fax: +49 (0) 371 33 42 47 10
web: www.vialux.de

Bijlage VII: Kwaliteits criteria voor kwaliteit en betrouwbaarheid van onderzoeksartikelen

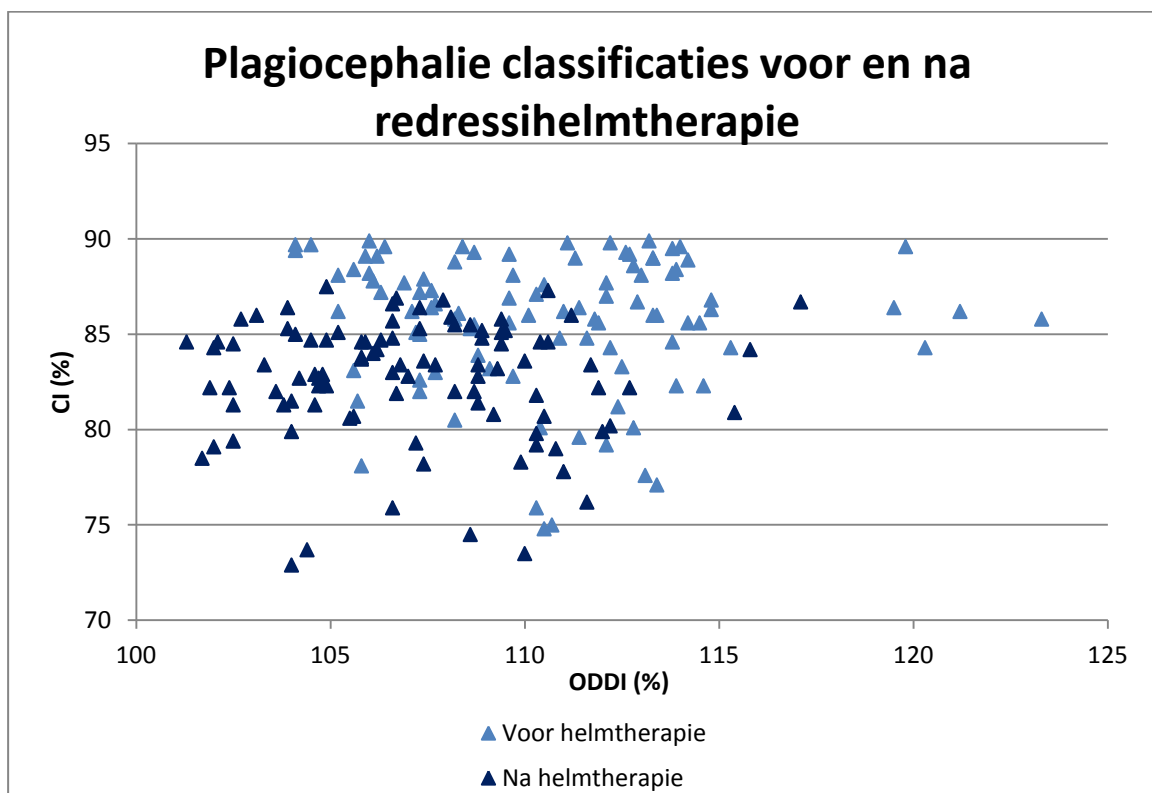
Tabel 13 Kwaliteitscores (14 = excellent). Hiërarchie gebaseerd op University of Sheffield Hierarchy of Evidence

Kwaliteits criteria	Hutchison et al. (2003)	Teich-graeber et al. (1999)	Graham & Lucas (2005)	Vles et al. (2000)	Lipira et al. (2010)	Schaaf et al. (2010)	Hutchison et al. (2010)	van Vlimmeren et al. (2008a)	David et al. (2007)	Jimenez et al. (2007)	Steinbok et al. (2007)	Hutchison et al. (2004)	Boere-Boonekamp et al. (2001)	Martínez-Lage et al. (2006)	Purzycki et al. (2009)	Gupta et al. (2003)
Doel duidelijk vermeld	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Literatuur review relevant	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
Juist onderzoeksopzet	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Onderzoeksgroep in detail beschreven	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Juiste grootte onderzoeksgroep	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
Toestemmings-formulieren zijn getekend	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Geldige uitkomsten gebruikt	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Betrouwbare uitkomsten gebruikt	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0
Resultaten in statistische significantie uitgedrukt	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0
Analyse geschikt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Klinisch belang van resultaten vermeld	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Geschikte conclusies	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Klinische implicaties vermeld	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1
Beperkingen van onderzoek erkennen	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Totaal aantal criteria punten	11	10	6	8	11	9	11	11	9	9	11	11	7	8	10	9

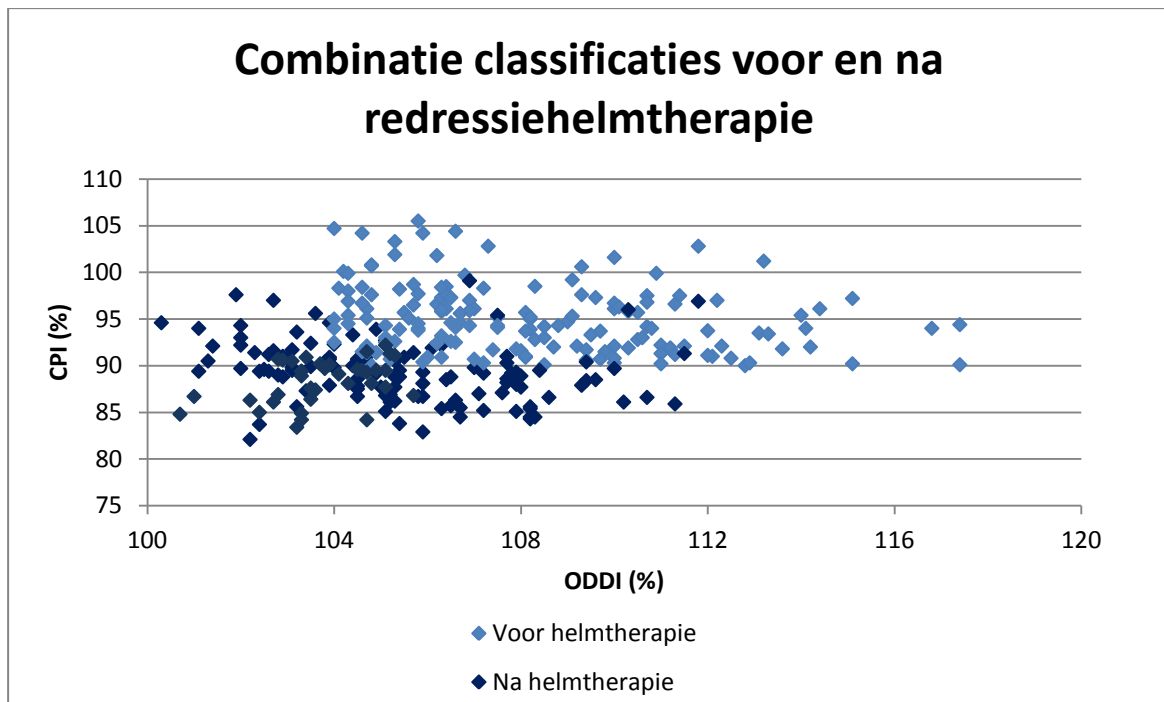
Bijlage VIII: grafieken van de data analyse



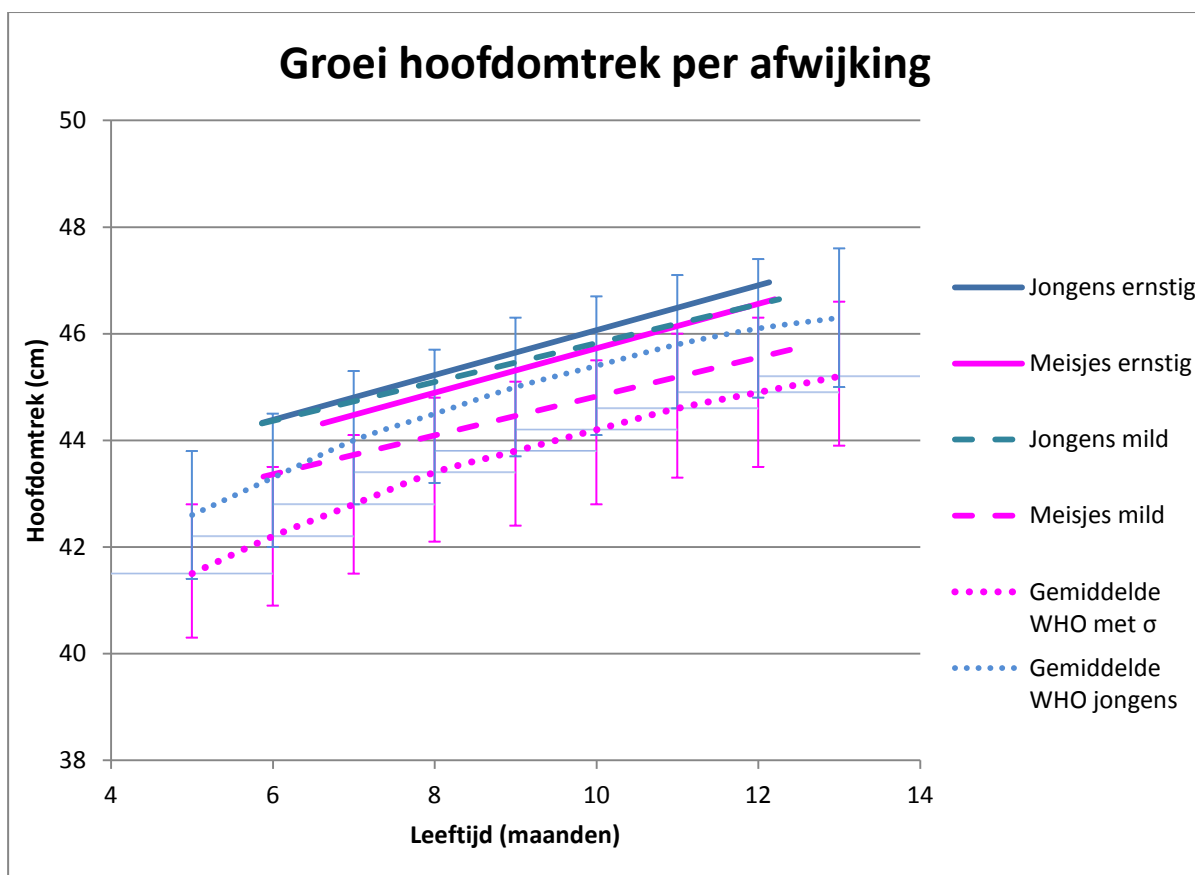
Grafiek 10 Verbetering van brachycephalie



Grafiek 11 Verbetering van plagiocephalie



Grafiek 12 Verbetering van een combinatie van plagiocephalie en brachycephalie



Grafiek 13 Hoofdomtrek voor en na de helmtherapie vergeleken met de WHO waarden

Tabel 14 Aantal procent dat verbeterd bij een combinatie

Classificatie bij combinatie		Totaal aantal (N)	Herstelt helemaal (%)	Blijft met plagiocephalie (%)	Blijft met brachycephalie (%)	Blijft met combinatie (%)
Mild	Brachycephalie + plagiocephalie	36	41,7	30,6	16,7	11,1
Ernstig	Brachycephalie + ernstige plagiocephalie	50	8,0	84,0	2,0	6,0
	Ernstige brachycephalie + plagiocephalie	44	22,7	11,4	47,7	18,2
	Ernstige brachycephalie + ernstige plagiocephalie	25	8,0	44,0	0,0	48,0
Totaal		155	20,0	44,5	18,1	17,4

Bijlage IX: De totale dataset

Tabel 15 De gegevens van gemeten schedelvormen voor en na redressiehelmintherapie

# Nummer	Geslacht	Brachycephalie	Plagiocephalie	Rechts of links	CPI voor (%)	CPI na (%)	Hoofd-omtrek voor (mm)	Hoofd-omtrek na (mm)	ODDI voor (%)	ODDI na (%)	Leeftijd begin therapie (dagen)	Duur behandeling (dagen)
1	M	-	Ernstig	Links	84,3	84,2	465	481,9	120,3	115,8	302	205
2	M	Ernstig	Mild	Rechts	98	91,7	456	476,8	104,3	103,1	182	192
3	M	Ernstig	Ernstig	Rechts	96,1	89,5	434,3	472,2	110	108,4	164	192
4	V	Mild	-	-	94,1	87,2	444,3	473,6	100,4	100,5	194	195
5	V	-	Ernstig	Rechts	89,2	84,5	427,8	450,1	112,7	109,4	207	150
6	M	Mild	Ernstig	Rechts	94,2	85,2	454,8	492,9	110,7	107,2	196	132
7	M	-	Ernstig	Rechts	88,2	86,4	450,9	481,4	113,8	107,3	200	192
8	M	Mild	Ernstig	Rechts	91,5	85,7	457	488	109,8	106,5	162	188
9	M	Mild	Ernstig	Rechts	91,6	85,6	448,7	474,3	108	103,2	191	175
10	M	Mild	Ernstig	Rechts	92,2	88,7	428,3	459,5	111	107,8	170	165
11	M	Mild	Ernstig	Rechts	95	90,5	436,8	467,9	108,2	104,7	155	190
12	M	Ernstig	Mild	Rechts	98,47	92,7	433,9	451,5	106,4	105,1	252	107
13	M	Ernstig	Mild	Rechts	96,1	92,4	453,2	465,7	106,4	103,5	232	196
14	M	-	Mild	Rechts	89,1	85	454,2	472,6	106,2	104,1	181	132
15	M	Mild	Mild	Rechts	94,6	90,2	425,4	442,8	106,5	103,7	192	210
16	M	Ernstig	-	-	96,6	88,6	426,1	448,7	100,8	101,3	185	168
17	M	Ernstig	-	-	98,7	88,6	437,9	467,9	102,6	100,5	156	220
18	M	Ernstig	-	-	96,9	90,5	451,6	486	102,4	103,9	191	183
19	M	Mild	Ernstig	Rechts	94,7	86,1	450	481,2	109	105,2	152	192
20	M	Mild	Mild	Links	93	91,3	439	457,4	105,1	105,2	228	203
21	M	Mild	Ernstig	Rechts	94,3	88,2	453,4	474,4	108,8	107,7	257	130
22	M	Mild	Ernstig	Rechts	92	88,5	440,4	469,1	114,2	109,6	154	138
23	V	Ernstig	-	-	100,6	90,9	451,3	479,7	101	101,1	232	223
24	M	-	Mild	Rechts	89,6	84,6	444,5	465,5	106,4	101,3	188	174
25	M	-	Mild	Rechts	86,6	85,5	440,1	465,1	107,7	108,6	190	169
26	M	Ernstig	-	-	96,9	89,8	463,6	490,5	101,4	101,5	183	200
27	M	Mild	Mild	Rechts	90,4	89,5	455,7	478,8	105,9	104,9	197	197
28	V	Mild	-	-	95	93,5	454,6	473,7	103,7	105	231	140
29	M	Ernstig	-	-	99,2	90,8	444,9	469,4	101,7	100,3	145	200
30	M	Mild	Ernstig	Rechts	90	85,1	432,1	470,9	112,8	107,9	139	178
31	M	-	Ernstig	Rechts	86,7	84,6	443,5	468,2	112,9	110,6	235	136
32	V	Mild	-	-	92,6	88	400,8	437,4	102,4	100,8	176	147
33	V	Ernstig	Mild	Rechts	95,8	82,1	422,6	453,2	106,3	102,2	195	170
34	M	Ernstig	-	-	98,1	95,3	472	482,6	100,3	101,9	277	105
35	M	-	Ernstig	Rechts	89,5	86,9	457,1	483,7	113,8	106,7	175	177
36	M	-	Ernstig	Links	89,9	82,8	446,2	482,4	113,2	108,8	193	255
37	V	Ernstig	Ernstig	Rechts	98,5	92,2	411,9	437,2	108,3	106,3	229	182

38	V	Mild	-	-	94,1	89,3	423,4	452	103,7	101,5	161	203
39	V	Ernstig	Mild	Rechts	95,7	88,6	417	444,2	105,5	104,5	175	212
40	V	-	Ernstig	Rechts	80,5	78,2	435,8	452,2	108,2	107,4	219	184
41	V	Mild	-	-	92,1	86,2	430,5	459	103	101,7	217	117
42	V	-	Mild	Rechts	89,7	82,2	427,9	449,3	104,5	102,4	179	194
43	V	Ernstig	-	-	98,1	91,6	426,1	478,5	102,4	101	188	206
44	M	Mild	Ernstig	Rechts	93,9	89,9	443,8	476,7	108,2	103,5	192	171
45	M	Mild	Ernstig	Rechts	90,3	86,7	429,8	458,2	110	105,9	195	158
46	M	Mild	Ernstig	Links	90,6	83,8	445,6	482,7	109,4	105,4	187	165
47	M	Ernstig	Mild	Rechts	96,6	91	455,6	472,3	106,2	102,9	206	160
48	M	Ernstig	-	-	97,9	98,4	444,1	471,7	102,5	102,9	211	189
49	V	Mild	Mild	Links	95	89,6	424,2	442,6	104	104,5	207	176
50	V	Mild	Mild	Rechts	94,3	92,2	451,2	462,2	107,5	105,1	180	179
51	M	Mild	Ernstig	Rechts	92,1	89,2	439,2	468,4	109,2	104,9	195	158
52	V	Mild	Ernstig	Rechts	92,1	90,4	418,6	446,2	112,3	109,4	200	218
53	V	Ernstig	-	-	98,5	94	447	472,4	100,5	101,1	191	130
54	V	Mild	-	-	94,3	87,5	431,6	447,5	102,3	100,9	167	200
55	V	Ernstig	Ernstig	Rechts	97,5	87,8	421,2	470,8	110,7	104,5	192	235
56	V	Ernstig	Mild	Links	104,2	97,6	434,2	461,3	104,6	101,9	181	165
57	M	Ernstig	-	-	97,1	91,6	435,1	480,2	100,6	100,6	205	165
58	M	Ernstig	Mild	Links	96,1	86,7	436,7	464,3	104,7	104,5	177	216
59	M	Mild	Ernstig	Links	90,7	86,2	447,4	477,5	109,7	105,3	180	190
60	M	Ernstig	Mild	Rechts	98,4	93,6	455,6	470,8	104,6	103,2	260	122
61	V	-	Mild	Rechts	83,1	80,6	446,9	466,6	105,6	105,5	237	176
62	V	Ernstig	-	-	103,7	95	409,9	438,2	103,2	102,4	217	199
63	M	Ernstig	Ernstig	Rechts	95,4	89,7	419,7	446,5	114	110	183	206
64	M	Ernstig	-	-	97,6	88,6	463	481,3	100,2	102,5	191	131
65	M	Mild	Ernstig	Links	90,9	87,5	138,3	457,9	108,1	104,5	225	180
66	M	-	Mild	Links	89,9	86	447,4	468,7	106	103,1	166	149
67	M	Mild	Mild	Links	92,5	88,9	457,4	469,4	105,1	103,3	254	139
68	M	Ernstig	Ernstig	Rechts	95,3	87,7	420,4	463,2	109,1	105	238	210
69	V	Ernstig	Ernstig	Rechts	97,3	87,3	408,5	445,7	109,6	103,4	158	218
70	M	-	Ernstig	Rechts	87,1	82,9	466	500	110,3	104,8	201	195
71	M	Mild	Ernstig	Links	91	87	432,7	450,1	108,1	107,1	241	125
72	M	Mild	Mild	Rechts	94,3	89,5	449,2	465,8	105,1	104,6	152	224
73	M	Mild	Ernstig	Rechts	92,8	89,4	460,4	484,6	108,3	102,6	191	170
74	M	Mild	Mild	Links	93,2	83,4	434,7	461,8	106,3	103,2	160	168
75	V	Ernstig	Mild	Rechts	101,9	87,9	424,8	461	105,3	103,9	176	202
76	M	Ernstig	-	-	100	92,1	454,5	481,2	101,3	100,8	182	196
77	M	Ernstig	Mild	Rechts	97,3	89,8	445,6	465,6	106,3	104	198	133
78	M	Ernstig	Ernstig	Rechts	95,7	85,1	431,7	464,3	108,1	105,1	169	233
79	M	Ernstig	Mild	Rechts	99,7	90,7	454,9	488,5	106,8	104,5	174	196
80	M	Mild	Ernstig	Links	91,3	86,6	444,5	465,3	111	108,6	175	142
81	V	Mild	-	-	95	87,9	447,8	471,7	100,3	100,8	181	181
82	M	-	Ernstig	Links	86,2	83,7	417,2	455,7	111	105,8	137	206

83	M	-	Ernstig	Links	86,3	84,6	438,2	460,4	114,8	110,4	175	186
84	M	Ernstig	-	-	95,5	90,5	439,8	461,9	100,8	101,9	174	156
85	V	-	Ernstig	Links	75	73,7	430	455,6	110,7	104,4	175	166
86	V	-	Ernstig	Links	85,5	84,7	433,3	448,4	108,7	106,3	227	158
87	V	Ernstig	Mild	Links	96,5	88,1	442,9	463,5	105,7	105,9	189	195
88	V	Ernstig	-	-	95,9	91	440,7	461,6	101,3	100,7	182	150
89	M	-	Mild	Rechts	88,1	81,5	407,2	439,6	105,2	104	177	139
90	V	Ernstig	Mild	Rechts	104,7	90,5	448,5	462,7	104	101,3	219	122
91	M	-	Ernstig	Links	89,8	82,7	439,8	466,6	112,2	104,2	164	181
92	M	Mild	Mild	Links	94	90,1	465,4	492,9	104	103,9	211	175
93	M	Mild	Ernstig	Rechts	93,5	86,9	447,8	469,2	113,1	105,2	205	120
94	V	Mild	Mild	Links	91,4	89,4	444,6	467,4	104,7	103,3	210	145
95	M	Ernstig	-	-	97,5	89,9	425,7	452,5	102,4	101,5	148	133
96	M	Mild	-	-	94,6	89	437	474,1	103	100,8	166	210
97	V	Ernstig	Mild	Rechts	100,1	92,1	421,6	449,7	104,2	101,4	174	175
98	M	Ernstig	Mild	Rechts	95,2	89,8	440,2	460,2	107,5	103,1	196	207
99	M	Ernstig	Mild	Rechts	98,3	94	448,2	474,4	104,1	101,1	139	142
100	V	Mild	Mild	Rechts	91,5	89,7	402,1	436,7	104,6	103,8	145	268
101	M	Mild	Ernstig	Rechts	92,8	89,2	451	471,7	110,5	107,2	188	185
102	M	Mild	Mild	Rechts	90,9	86,3	436,9	456,8	106	102,2	184	180
103	V	-	Ernstig	Links	86,1	81,4	442,8	462,1	108,3	108,8	211	110
104	M	Mild	Ernstig	Rechts	94,2	88,8	431,3	455,8	108,5	105,3	184	175
105	M	Ernstig	Ernstig	Links	97,6	86,8	423,4	446,6	109,3	105,1	128	204
106	V	-	Mild	Links	87,3	84,6	419,9	452,3	107,6	102,1	176	179
107	M	Mild	Ernstig	Rechts	93,7	90,9	439,1	470,5	109,7	103,9	175	231
108	M	Ernstig	Ernstig	Links	99,2	90,9	442,9	472,6	109,1	105,5	149	172
109	M	Mild	Mild	Rechts	91,7	88,1	442,6	461,5	107,4	104,3	186	119
110	M	-	Ernstig	Rechts	84,8	83,6	443,4	466,9	111,6	107,4	190	131
111	M	Mild	Mild	Rechts	94	91,1	411,4	435,7	105,8	105,3	192	194
112	M	Mild	Mild	Links	94,6	91,5	428,6	456,7	106,7	104,7	164	211
113	V	Mild	Ernstig	Rechts	91,9	85,4	451,3	474,7	111,2	106,3	165	209
114	V	Mild	Mild	Rechts	92,1	87,4	448	461,7	104,7	103,6	225	110
115	M	-	Mild	Links	85	84,7	438,6	449,8	107,3	104,5	206	139
116	V	Ernstig	Mild	Rechts	97,7	92	435,1	459,5	105,8	104,7	190	171
117	M	-	Ernstig	Links	82,3	81,8	456,7	476,1	113,9	110,3	161	194
118	V	Mild	Mild	Links	90,9	87,7	432,7	452,5	106,3	105,1	192	210
119	M	Mild	-	-	91,5	85,3	429,2	450,2	102	100,3	180	175
120	M	-	Ernstig	Rechts	79,2	77,8	456,6	468,1	112,1	111	194	99
121	V	Mild	Mild	Rechts	94,5	86,1	446	477	105,8	102,7	176	195
122	V	-	Mild	Rechts	87,2	82	421,9	439,7	106,3	103,6	200	207
123	M	Mild	Mild	Links	90,3	84,2	437,2	457,5	107,2	104,7	183	181
124	M	Mild	-	-	92,3	89,1	428,2	456,2	102,3	101,3	202	192
125	M	-	Mild	Links	78,1	78,5	459,1	480,1	105,8	101,7	209	147
126	V	Ernstig	-	-	99,2	96	456	468,7	101,6	101,6	230	102
127	M	Mild	-	-	91,5	87,3	454,7	486,5	103,1	103,2	234	150

128	M	Ernstig	-	-	101	91,8	438,3	460,1	103,3	101,1	221	193
129	M	Ernstig	-	-	95,3	90	440,8	468,3	101,1	103,3	183	160
130	M	Mild	-	-	94,3	89,2	433,7	458,6	103,2	104,4	177	143
131	M	Mild	Ernstig	Rechts	94	91,3	439,2	464,5	114,1	111,5	179	212
132	M	-	Mild	Links	86,2	85,1	464,2	481,2	107,1	105,2	185	172
133	V	Ernstig	Mild	Rechts	100,8	94,6	412,2	437,8	104,8	103,9	189	173
134	V	Ernstig	-	-	101,2	92,6	426,4	455,4	103,2	100,7	147	168
135	M	Ernstig	-	-	97	92,3	436,4	545	103,7	104,3	207	169
136	V	Ernstig	-	-	101,8	92,4	425,4	447,2	101,8	101,8	167	183
137	V	Ernstig	Ernstig	Links	95,8	90,3	450	473,8	110,3	107,7	235	190
138	M	Mild	Mild	Rechts	92,6	84,9	452,9	482,9	106,5	103,3	188	116
139	M	Mild	-	-	92,1	87,3	429,5	454,5	102,7	100,5	154	154
140	V	-	Ernstig	Rechts	86,8	83,6	427,4	455,9	114,8	110	160	176
141	V	Mild	Mild	Rechts	94,1	88,1	410,8	441,8	106,6	104,8	140	215
142	M	Ernstig	Mild	Links	103,3	94,6	411	446,1	105,3	100,3	169	247
143	M	Mild	Ernstig	Links	90,3	82,9	419,6	454,5	112,9	105,9	179	208
144	V	Ernstig	Mild	Links	104,2	94,3	432	451,7	105,9	102	144	182
145	M	Mild	Mild	Links	91,8	86,8	447	467	107,9	105,7	174	120
146	M	-	Ernstig	Rechts	88,8	85,3	447,4	471,8	108,2	103,9	210	182
147	V	-	Ernstig	Rechts	89	87,3	436,3	460	113,3	110,6	254	125
148	V	-	Ernstig	Rechts	86,9	82,3	423,6	452,3	109,6	104,9	167	222
149	M	Ernstig	Mild	Links	95,4	89,7	446,9	466,7	104,3	102	202	146
150	M	Mild	Mild	Links	94,1	87,6	459,8	487,3	107,5	103,5	188	150
151	M	-	Ernstig	Rechts	86,4	80,9	430	472,5	119,5	115,4	137	216
152	M	-	Mild	Rechts	87,2	82,2	416,4	442,1	107,3	101,9	175	139
153	M	-	Ernstig	Links	89	86,6	444,5	470,6	111,3	106,6	171	164
154	M	Ernstig	-	-	95,2	89,4	434,2	461,9	100,8	100,1	177	153
155	M	Ernstig	-	-	100,8	91,9	430,5	457,8	102,8	102	168	148
156	M	-	Ernstig	Links	83,3	81,9	417,2	436,3	112,5	106,7	186	164
157	M	Ernstig	-	-	99,3	94,1	446,2	455,9	100,1	100,3	140	146
158	M	Ernstig	Mild	Rechts	104,4	95,6	428,3	450,2	106,6	103,6	159	199
159	M	Ernstig	Mild	Rechts	100,7	91,4	434,4	474,8	104,8	102,3	161	201
160	M	Mild	Mild	Links	90,7	84,2	448,8	488,7	107	103,3	153	258
161	V	-	Ernstig	Rechts	85,6	82	446,8	451,8	111,9	108,7	293	191
162	M	Mild	-	-	92,7	86,8	427,3	467,9	101	101,5	200	223
163	M	Ernstig	Mild	Links	96,1	91,2	439,7	465,1	107	105,2	172	159
164	M	Mild	Ernstig	Rechts	93,7	89,3	443,1	461,9	108,1	105,9	202	172
165	M	Mild	Mild	Rechts	94,3	89,5	463,4	489,9	106,9	105,1	182	170
166	M	-	Ernstig	Rechts	89,2	85,9	436	461,1	109,6	108,1	188	169
167	V	-	Ernstig	Links	89,6	85,7	446,4	474,6	108,4	106,6	162	180
168	V	-	Ernstig	Rechts	86	83,4	429,3	453	110,1	106,8	159	180
169	M	-	Ernstig	Links	77,1	73,5	471,3	495	113,4	110	209	155
170	M	-	Ernstig	Rechts	88,1	85,5	444,7	458,4	113	108,2	231	113
171	M	Ernstig	Ernstig	Links	101,2	96	458	418,4	113,2	110,3	197	142
172	M	-	Ernstig	Rechts	86,2	80,8	435,5	471,4	121,2	109,2	160	195

173	M	Mild	Mild	Rechts	92,5	86,7	453,7	474,9	104	101	254	145
174	M	Mild	-	-	93,3	86,9	444,2	476,5	103,8	102,3	216	198
175	M	Mild	Ernstig	Rechts	94,4	86,1	415,3	461,2	117,4	110,2	154	275
176	M	-	Ernstig	Links	85,8	82,2	430,8	452,6	111,8	112,7	158	167
177	M	Ernstig	Mild	Rechts	98,2	92,2	441	469,3	105,4	102	176	162
178	V	Ernstig	Ernstig	Rechts	96,8	91,9	443,8	472,7	110,7	106,1	207	156
179	V	Mild	Ernstig	Links	90,8	84,5	405,2	438,8	110	108,2	170	218
180	M	-	Mild	Rechts	87,7	81,3	424,9	459,4	106,9	102,5	215	223
182	M	Ernstig	Ernstig	Rechts	100,6	89,6	427	486,8	109,3	102,5	155	231
183	M	Ernstig	Mild	Rechts	105,5	97	451,3	475,7	105,8	102,7	177	202
184	M	Mild	Ernstig	Rechts	90,1	86,7	451,9	471	108,5	105,8	263	151
185	M	Mild	-	-	91,2	86,3	418,3	440,7	100,9	101,6	266	181
186	V	-	Mild	Links	82	87,5	439,3	461,4	107,3	104,9	208	222
187	V	Ernstig	-	-	96,6	92,9	436,7	456,7	101,4	102,4	215	187
188	M	Ernstig	Mild	Rechts	97	88,8	431,2	461,1	106,9	102,9	197	173
189	V	Mild	-	-	93	87,5	444,9	469,5	103,3	103,2	238	133
190	M	Ernstig	Mild	Links	98,3	93,3	455,3	474,6	107,2	104,4	241	139
191	V	Ernstig	-	-	98	89,8	407,7	434,5	100,5	103	186	165
192	M	Mild	-	-	92,5	86,5	447,9	471,5	100,9	100,3	196	213
193	V	Ernstig	-	-	96,3	91,6	426,1	448,3	100,9	101	222	141
194	V	Mild	Ernstig	Links	91,9	86,6	439,7	466,6	110,3	110,7	194	168
195	M	Ernstig	-	-	96	92,2	460,6	484,3	103,9	100,6	195	189
196	M	-	Mild	Links	88,4	85,8	468,1	476,8	105,6	102,7	178	180
197	M	Mild	Mild	Links	93,8	89,3	447	477,8	105,8	104,7	199	198
198	M	-	Ernstig	Links	84,3	84	442	469,4	112,2	106,1	188	93
199	V	-	Ernstig	Rechts	80,1	79	434,1	452,5	112,8	110,8	184	101
200	M	Mild	Ernstig	Links	93	89,5	453,3	478,4	108,5	105,4	233	132
201	M	Ernstig	Ernstig	Rechts	97,5	89,2	443,7	472,7	111,4	107,8	197	147
202	M	Mild	-	-	92,6	86,4	444,4	468,4	100,9	100,4	224	182
203	M	Ernstig	Mild	Rechts	96	89,4	465,1	493,9	106,3	103,3	231	163
204	M	Ernstig	Mild	Rechts	97,5	91,2	439,5	470,3	106,4	102,6	193	180
205	M	-	Ernstig	Rechts	85,3	82,8	431,2	449,3	108,6	107	200	154
206	M	Mild	Mild	Rechts	90,7	86,4	438	457,1	105,2	103,5	241	120
207	M	-	Mild	Rechts	86,4	84,8	482,4	491	107,6	106,6	304	114
208	M	-	Ernstig	Rechts	88,1	85,2	456,6	465	109,7	108,9	270	120
209	V	Ernstig	Ernstig	Links	95,7	96,9	437,5	454,2	110,5	111,8	270	122
210	M	Mild	Ernstig	Rechts	90,2	84,3	463,6	490,5	115,1	108,2	195	144
211	V	-	Mild	Links	82,6	81,3	437,3	461,5	107,3	103,8	279	95
212	M	Mild	-	-	94,9	88,6	456,5	474,9	103,6	102,6	231	144
213	V	Mild	Ernstig	Rechts	94	86,4	415,8	453,2	110,8	105,2	192	240
214	V	Ernstig	Mild	Rechts	98,4	89,5	437,4	462,2	106,3	103,1	211	176
215	M	Ernstig	Mild	Links	96,7	90,8	440,7	466,1	104,6	103	174	174
216	M	Ernstig	-	-	96	91,6	463,4	482,3	102,1	102,4	228	181
217	M	Mild	Ernstig	Rechts	91	88,5	442,9	471,7	112,1	106,4	168	141
218	M	Ernstig	Ernstig	Links	96,6	91	447,9	473,5	111,3	107,7	202	181

219	M	Ernstig	Mild	Rechts	98,7	91,6	446,7	468,7	105,7	102,7	208	167
220	M	-	Mild	Links	88,2	84,3	423,7	449,5	106	102	208	155
221	M	Ernstig	Mild	Rechts	99,9	93	441,6	471,6	104,3	102	194	175
222	M	-	Mild	Rechts	89,7	86,4	459,5	496,4	104,1	103,9	234	170
223	V	Mild	-	-	92,4	81,4	413,9	445,8	101,4	102,6	200	209
224	M	-	Ernstig	Rechts	85,8	82,2	447,9	474,8	123,3	111,9	171	180
225	M	Mild	Mild	Rechts	91,4	89,1	444,2	464,4	104,9	104,1	214	146
226	V	Ernstig	-	-	95,9	94,8	475,6	488,2	101,3	100,5	287	165
227	V	Mild	Mild	Rechts	92,4	84,8	434,8	480,3	106,2	100,7	164	297
228	M	-	Mild	Rechts	85,1	81,3	463,9	486,5	107,2	104,6	192	170
229	M	Mild	Ernstig	Links	93,74	86,3	433,1	461,6	112	106,6	132	209
230	V	-	Ernstig	Rechts	82,8	82	439,6	442	109,7	108,2	192	174
231	M	Mild	Ernstig	Rechts	92,1	83,7	451,5	487,3	110	102,4	173	204
232	M	-	Ernstig	Links	84,6	83,4	442,4	467,8	113,8	107,7	192	207
233	M	Mild	Mild	Links	91,2	85	429,7	449,7	105,2	102,4	175	196
234	M	Mild	-	-	92,2	91,8	456,6	476,7	101,6	101,9	222	111
235	M	-	Ernstig	Rechts	85,6	79,8	435	455,8	114,2	110,3	229	167
236	V	-	Mild	Rechts	86,2	82,7	458,3	465,5	105,2	104,7	255	90
237	M	Ernstig	Ernstig	Links	96,7	90,5	417,5	449,7	110	105,3	154	188
238	V	Ernstig	-	-	97,8	96,8	434,1	465,4	100,6	100,8	150	209
239	M	-	Ernstig	Links	74,8	72,9	450,6	470,7	110,5	104	214	143
240	M	-	Ernstig	Rechts	89,6	83,4	454,8	484,9	114	111,7	181	188
241	M	Ernstig	Ernstig	Rechts	97	89,8	427	460,7	112,2	107	142	147
242	M	Ernstig	Ernstig	Rechts	96,1	87,7	420,9	452,3	114,4	105,3	143	215
243	M	-	Ernstig	Rechts	89,8	82,3	430	467,4	111,1	104,7	180	271
244	M	Mild	Mild	Rechts	93,9	86,9	442,8	465,3	105,4	102,8	165	143
245	M	-	Ernstig	Rechts	88,9	85,1	435,2	459,1	114,2	109,4	201	218
246	M	Mild	-	-	93,3	87,7	432,3	457,8	102,9	103,8	165	180
247	M	-	Mild	Rechts	89,1	83,4	456,1	473,8	105,9	103,3	221	118
248	M	-	Ernstig	Links	83,9	84,2	444,2	469	108,8	106,2	182	135
249	M	Mild	Ernstig	Rechts	90,8	88	448,1	463	112,5	107,9	215	175
250	M	Mild	-	-	94	89,9	456,8	488,3	102,6	101,6	165	163
251	V	Mild	Ernstig	Links	90,1	84,5	409,4	441,5	117,4	108,3	114	209
252	V	-	Ernstig	Rechts	88,6	85,8	441,4	447,8	112,8	109,4	237	110
253	M	Ernstig	Ernstig	Links	102,8	95,4	446,7	469	111,8	107,5	188	207
254	M	Ernstig	-	-	97,1	91,4	448	482,2	102,2	100,4	150	148
255	M	-	Ernstig	Links	86	83,4	429	463,9	113,3	108,8	111	206
256	M	-	Ernstig	Rechts	89	85,2	432,4	445,7	113,3	109,5	221	165
257	M	Ernstig	Ernstig	Links	96,3	88,8	423,1	457	110,1	106,5	154	204
258	M	-	Ernstig	Links	88,4	80,7	437,7	488,7	113,9	105,6	151	180
259	V	Mild	Ernstig	Links	94	84,5	440,7	476,8	116,8	106,7	139	230
260	V	Ernstig	-	-	96,9	87,4	436,1	463	102,1	102,1	210	165
261	M	Ernstig	Mild	Links	101,8	92,3	447,3	475,2	106,2	104	211	156
262	M	Ernstig	Mild	Rechts	102,8	90,4	454,4	489,3	107,3	103,8	202	180
263	V	Mild	-	-	91,7	88	440,7	473,1	102,7	100,7	235	144

264	V	-	Ernstig	Rechts	87,7	85,3	437,2	459	112,1	107,3	206	167
265	V	-	Ernstig	Rechts	84,3	80,2	432,6	456,2	115,3	112,2	197	227
266	V	-	Ernstig	Links	85,8	84,7	441,9	461,4	108,2	104,9	203	152
267	V	-	Ernstig	Rechts	75,9	75,9	449	476,1	110,3	106,6	219	144
268	M	-	Ernstig	Rechts	87	86	505,5	530,6	112,1	111,2	349	272
269	M	-	Ernstig	Links	81,2	74,5	449,9	473,4	112,4	108,6	189	170
270	M	Ernstig	Mild	Links	96,9	90,7	450,9	473,9	104,3	103,9	163	197
271	M	-	Mild	Rechts	89,4	84,5	442,2	461,2	104,1	102,5	186	203
272	V	Ernstig	Ernstig	Links	99,9	99,1	429,9	452,8	110,9	106,9	215	140
273	V	Ernstig	Mild	Links	95,1	89,4	412,9	428,2	105,6	102,4	208	150
274	M	-	Mild	Links	87,9	82,9	420,5	461,6	107,4	104,6	138	244
275	M	-	Ernstig	Rechts	86,4	83	457,7	472,5	111,4	106,6	198	179
276	M	Mild	Mild	Rechts	92,6	90,5	431,8	460,7	105,3	103,1	166	182
277	M	Mild	Ernstig	Links	91,7	88,4	460,4	482,3	109,4	109,4	243	189
278	V	Mild	-	-	91,9	89,5	410,7	430,4	101,6	101,6	180	230
279	V	Mild	-	-	93,8	86,8	424	454,9	100	100	190	174
280	M	Mild	-	-	90,5	86,9	433,4	437,2	103,3	101,5	324	85
281	M	Ernstig	-	-	102,5	93,5	428,5	457,7	103,6	101,2	148	245
282	M	Mild	Ernstig	Rechts	92	88,9	439,3	458,5	108,7	108	215	86
283	M	Mild	Mild	Rechts	94,5	90,7	437,5	452,4	104,3	102,8	177	169
284	M	-	Ernstig	Rechts	89,6	86,7	438,9	469,5	119,8	117,1	158	195
285	M	Ernstig	-	-	98,7	93,4	456,2	472,8	101,4	100,3	197	172
286	M	Ernstig	Mild	Rechts	97,3	90	436,1	473,3	106,5	104,4	139	213
287	M	Mild	Ernstig	Rechts	93,3	87,1	449,5	463,8	109,5	107,6	199	140
288	M	-	Ernstig	Rechts	80,1	79,9	461,3	482,6	110,4	112	177	188
289	M	Ernstig	Mild	Links	97,6	93,9	468,2	478,9	104,8	104,9	217	123
290	V	Ernstig	Mild	Rechts	95,9	89	432,6	458	106,9	102,8	155	263
291	V	-	Mild	Rechts	83	83,2	445	472,6	107,7	109,3	212	154
292	M	-	Ernstig	Rechts	89,3	84,8	453,4	486,2	112,6	108,9	195	197
293	M	-	Mild	Rechts	87,8	86,8	456,8	469,9	106,1	107,9	274	111
294	M	Ernstig	-	-	95,1	86,2	410,6	433,7	100,7	101,5	140	172
295	M	-	Ernstig	Rechts	86	84,6	451,8	478,4	113,4	105,8	167	194
296	V	Mild	Ernstig	Rechts	91,1	85,5	455,4	477,1	112	106,7	187	168
297	M	Ernstig	-	-	95,7	90,1	434,2	461,6	101,3	100,1	169	177
298	V	-	Ernstig	Rechts	84,8	79,3	414,3	457,8	110,9	107,2	156	184
299	M	-	Ernstig	Links	87,6	83,8	450,2	472,8	110,5	105,8	192	180
300	M	-	Ernstig	Rechts	89,3	84,6	420,6	441,4	108,7	105,9	165	180
301	M	Ernstig	Ernstig	Links	101,6	91,5	429,4	459,6	110	104,8	156	202
302	V	-	Ernstig	Rechts	79,6	78,3	414	443,3	111,4	109,9	176	191
303	M	-	Ernstig	Rechts	77,6	76,2	448,6	474,4	113,1	111,6	190	120
304	V	-	Mild	Rechts	81,5	79,1	438,6	448,7	105,7	102	263	108
305	V	Ernstig	Mild	Rechts	95,1	88,8	431,9	451,5	104,7	105,4	194	86
306	M	-	Ernstig	Links	82,3	79,2	421,8	445,1	114,6	110,3	163	81
307	M	Ernstig	-	-	95,4	93,3	437,1	446,3	101,7	101,4	243	123
308	M	Mild	-	-	91,6	92	458,8	463,3	100,3	100,4	192	175

309	V	Mild	Ernstig	Links	93,4	89,3	418,2	447,3	113,3	107,9	162	182
310	M	Mild	Ernstig	Rechts	92,1	87,7	450,5	474,7	111,5	108	164	205
311	M	Ernstig	Mild	Rechts	95,6	89,4	466,6	159,9	106,7	101,1	182	154
312	M	-	Ernstig	Links	85,6	80,7	452,5	467,8	114,5	110,5	229	225
313	M	Mild	Ernstig	Rechts	93	88,6	471,2	499,1	110,6	107,7	225	184
314	M	Mild	Mild	Rechts	92,5	90,6	433,2	449,2	106,6	102,9	223	176
315	V	Ernstig	-	-	100,1	91,5	399	436,1	103,7	101,6	159	188
316	V	Mild	Ernstig	Rechts	90,2	85,6	440	456,2	111	108,2	194	182
317	M	Mild	-	-	93,9	91,2	460,4	477,2	100,5	101,8	205	114
318	M	Mild	Ernstig	Links	91,8	85,4	440,4	465,1	113,6	108,2	185	155
319	M	Ernstig	-	-	104,1	93,5	438,9	468,2	101,2	100,5	169	185
320	M	Ernstig	Ernstig	Rechts	97,2	87,9	438,6	486,5	115,1	109,3	183	277
321	V	Ernstig	-	-	101,3	91	434,7	468,4	100,7	100,3	183	211
322	V	Mild	Ernstig	Rechts	91,2	85,9	425,5	482,5	111,3	111,3	99	171
323	M	Ernstig	Ernstig	Links	95,2	91,4	443,4	463,7	108,2	105,7	189	191
324	M	-	Ernstig	Rechts	83,2	79,9	446	474,7	109,1	104	155	218
325	M	Ernstig	-	-	96,1	87,8	427,1	464,2	100,4	101,3	161	179
326	M	Mild	Mild	Links	90	90,9	445,3	484,8	104,8	103,4	145	160
327	M	Ernstig	-	-	97,9	91,7	440,5	455,5	103,2	102,9	205	181
328	M	Ernstig	-	-	99,2	91,7	438,5	460,4	102,7	101,1	201	158
329	M	-	Ernstig	Links	85,6	79,4	449,3	479,3	109,6	102,5	173	148
330	M	Ernstig	-	-	99,9	92,3	454,4	487,3	100,3	100,4	176	241

Bijlage X: tabellen hoofdomtrek volgens World Health Organisation

Meisjes

Month	L	M	S	SD	SD3neg	SD2neg	SD1neg	SD0	SD1	SD2	SD3
0	1	33.8787	0.03496	1.1844	30.3	31.5	32.7	33.9	35.1	36.2	37.4
1	1	36.5463	0.03210	1.1731	33.0	34.2	35.4	36.5	37.7	38.9	40.1
2	1	38.2521	0.03168	1.2118	34.6	35.8	37.0	38.3	39.5	40.7	41.9
3	1	39.5328	0.03140	1.2413	35.8	37.1	38.3	39.5	40.8	42.0	43.3
4	1	40.5817	0.03119	1.2657	36.8	38.1	39.3	40.6	41.8	43.1	44.4
5	1	41.4590	0.03102	1.2861	37.6	38.9	40.2	41.5	42.7	44.0	45.3
6	1	42.1995	0.03087	1.3027	38.3	39.6	40.9	42.2	43.5	44.8	46.1
7	1	42.8290	0.03075	1.3170	38.9	40.2	41.5	42.8	44.1	45.5	46.8
8	1	43.3671	0.03063	1.3283	39.4	40.7	42.0	43.4	44.7	46.0	47.4
9	1	43.8300	0.03053	1.3381	39.8	41.2	42.5	43.8	45.2	46.5	47.8
10	1	44.2319	0.03044	1.3464	40.2	41.5	42.9	44.2	45.6	46.9	48.3
11	1	44.5844	0.03035	1.3531	40.5	41.9	43.2	44.6	45.9	47.3	48.6
12	1	44.8965	0.03027	1.3590	40.8	42.2	43.5	44.9	46.3	47.6	49.0
13	1	45.1752	0.03019	1.3638	41.1	42.4	43.8	45.2	46.5	47.9	49.3
14	1	45.4265	0.03012	1.3683	41.3	42.7	44.1	45.4	46.8	48.2	49.5
15	1	45.6551	0.03006	1.3724	41.5	42.9	44.3	45.7	47.0	48.4	49.8
16	1	45.8650	0.02999	1.3755	41.7	43.1	44.5	45.9	47.2	48.6	50.0
17	1	46.0598	0.02993	1.3786	41.9	43.3	44.7	46.1	47.4	48.8	50.2
18	1	46.2424	0.02987	1.3813	42.1	43.5	44.9	46.2	47.6	49.0	50.4
19	1	46.4152	0.02982	1.3841	42.3	43.6	45.0	46.4	47.8	49.2	50.6
20	1	46.5801	0.02977	1.3867	42.4	43.8	45.2	46.6	48.0	49.4	50.7
21	1	46.7384	0.02972	1.3891	42.6	44.0	45.3	46.7	48.1	49.5	50.9
22	1	46.8913	0.02967	1.3913	42.7	44.1	45.5	46.9	48.3	49.7	51.1
23	1	47.0391	0.02962	1.3933	42.9	44.3	45.6	47.0	48.4	49.8	51.2
24	1	47.1822	0.02957	1.3952	43.0	44.4	45.8	47.2	48.6	50.0	51.4

Jongens

Month	L	M	S	SD	SD3neg	SD2neg	SD1neg	SD0	SD1	SD2	SD3
0	1	34.4618	0.03686	1.2703	30.7	31.9	33.2	34.5	35.7	37.0	38.3
1	1	37.2759	0.03133	1.1679	33.8	34.9	36.1	37.3	38.4	39.6	40.8
2	1	39.1285	0.02997	1.1727	35.6	36.8	38.0	39.1	40.3	41.5	42.6
3	1	40.5135	0.02918	1.1822	37.0	38.1	39.3	40.5	41.7	42.9	44.1
4	1	41.6317	0.02868	1.1940	38.0	39.2	40.4	41.6	42.8	44.0	45.2
5	1	42.5576	0.02837	1.2074	38.9	40.1	41.4	42.6	43.8	45.0	46.2
6	1	43.3306	0.02817	1.2206	39.7	40.9	42.1	43.3	44.6	45.8	47.0
7	1	43.9803	0.02804	1.2332	40.3	41.5	42.7	44.0	45.2	46.4	47.7
8	1	44.5300	0.02796	1.2451	40.8	42.0	43.3	44.5	45.8	47.0	48.3
9	1	44.9998	0.02792	1.2564	41.2	42.5	43.7	45.0	46.3	47.5	48.8
10	1	45.4051	0.02790	1.2668	41.6	42.9	44.1	45.4	46.7	47.9	49.2
11	1	45.7573	0.02789	1.2762	41.9	43.2	44.5	45.8	47.0	48.3	49.6
12	1	46.0661	0.02789	1.2848	42.2	43.5	44.8	46.1	47.4	48.6	49.9
13	1	46.3395	0.02789	1.2924	42.5	43.8	45.0	46.3	47.6	48.9	50.2
14	1	46.5844	0.02791	1.3002	42.7	44.0	45.3	46.6	47.9	49.2	50.5
15	1	46.8060	0.02792	1.3068	42.9	44.2	45.5	46.8	48.1	49.4	50.7
16	1	47.0088	0.02795	1.3139	43.1	44.4	45.7	47.0	48.3	49.6	51.0
17	1	47.1962	0.02797	1.3201	43.2	44.6	45.9	47.2	48.5	49.8	51.2
18	1	47.3711	0.02800	1.3264	43.4	44.7	46.0	47.4	48.7	50.0	51.4
19	1	47.5357	0.02803	1.3324	43.5	44.9	46.2	47.5	48.9	50.2	51.5
20	1	47.6919	0.02806	1.3382	43.7	45.0	46.4	47.7	49.0	50.4	51.7
21	1	47.8408	0.02810	1.3443	43.8	45.2	46.5	47.8	49.2	50.5	51.9
22	1	47.9833	0.02813	1.3498	43.9	45.3	46.6	48.0	49.3	50.7	52.0
23	1	48.1201	0.02817	1.3555	44.1	45.4	46.8	48.1	49.5	50.8	52.2
24	1	48.2515	0.02821	1.3612	44.2	45.5	46.9	48.3	49.6	51.0	52.3

(‘World Health Organisation’, 2012)

Bijlage XI: Begrippenlijst

Astigmatisme: een oogandoening die tot een bepaalde optische afwijking in het menselijk oog leidt, waardoor men horizontale of verticale lijnen minder goed ziet

CPI: cranio-proportional index, geeft de verhouding tussen de anterior-posterior en mediaal-laterale maat

Cranial base asymmetry: asymmetrie op het voorhoofd, van frontozygomatic point (buitenkant wenkbrauw) naar euryon point (zijkant voorhoofd) aan de andere kant. Het verschil van de lengte van de twee lijnen is de asymmetrie

DD: cranio diagonaal difference. Het verschil in cm tussen de lijnen die diagonaal met een schuinheid van 30 graden in het transversale vlak van de schedel lopen

DOC Band: Dynamic Orthotic Cranioplasty, redresshelm

Dysmorphie: aangeboren aandoening die gepaard gaat met een wat vreemd gevormd gelaat

Exotropia: vorm van scheelzien, waarbij de ogen naar buiten gaan

LED : light-emitting diode, een halfgeleidercomponent die licht uitzendt als er een elektrische stroom in de doorlaatrichting doorheen wordt gestuurd.

MRI: Magnetic Resonance Imaging, dat wil zeggen medische beeldvorming met behulp van kernspinresonantie

ODDI: oblique diameter difference index, geeft de verhouding tussen twee schuine diameters over een hoek van 30 of 45 graden

Orbitotragial asymmetry : asymmetrie in het gezicht, van buitenkant oog naar tragus van de oor en van het oor naar onderkan neus. De lengte van links en rechts wordt met elkaar vergeleken

PCM: plagiocephalometrie, de meting die gedaan wordt om ODDI- en CPI-waarden te meten

Significantie: een term uit de statistiek, die aangeeft of aangenomen kan worden dat een verschil wel of niet door toeval is ontstaan. Men spreekt van een significante uitkomst als deze uitkomst in sterke mate de veronderstelling ondersteunt dat het verschil niet door toeval is ontstaan, maar door iets anders

Voorkeurshouding: de toestand van de zuigeling waarbij deze in rugligging spontaan het hoofd of naar de rechterzijde of naar de linkerzijde geroteerd houdt, gedurende driekwart van de observatietijd (minimaal 15 minuten), zonder actieve rotatiemogelijkheid van het hoofd over de volledige 180 graden