

Aus der
Kinderchirurgischen Klinik und Poliklinik
im Dr. von Hauner'schen Kinderspital
der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. med. O. Muensterer

**Effektivität der Helmtherapie beim
lagerungsbedingten Plagiozephalus im Vergleich zur
alleinigen Lagerungs- und Physiotherapie. Eine
retrospektive Analyse.**

Dissertation zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Vorgelegt von
Philipp Uli Zehnder
aus
Heilbronn
2022

**Mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität
München**

Berichterstatter: Priv-Doz. Dr. med. Markus Lehner

Mitberichterstatter: Priv-Doz. Dr. med. Mathias Kunz

**Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter:** Dr. med. Danielle Wendling-Keim

Dekan: Prof. Dr. med. Thomas Gudermann

Tag der mündlichen Prüfung: 02.06.2022

1 Inhaltsverzeichnis

1	INHALTSVERZEICHNIS	2
2	ABKÜRZUNGEN	4
3	EINLEITUNG	5
3.1	SCHÄDELDEFORMITÄTEN	5
3.1.1	<i>Der lagerungsbedingte Plagiozephalus – Entstehung</i>	6
3.1.2	<i>Der lagerungsbedingte Plagiozephalus – Risikofaktoren</i>	6
3.2	DER PLÖTZLICHE KINDSTOD UND DIE „SAFE TO SLEEP“ KAMPAGNE.....	7
3.3	INZIDENZ DES LAGERUNGSBEDINGTEN PLAGIOZEPHALUS	8
3.4	DIE ARGENTA-KLASSIFIKATION	9
3.5	KLINISCHE METHODEN ZUR BESTIMMUNG DES LAGERUNGSBEDINGTEN PLAGIOZEPHALUS	11
3.6	THERAPIESTRATEGIEN DES LAGERUNGSBEDINGTEN PLAGIOZEPHALUS	13
3.6.1	<i>Lagerungstherapie</i>	13
3.6.2	<i>Physiotherapie</i>	14
3.6.3	<i>Osteopathie</i>	15
3.6.4	<i>Helmtherapie</i>	15
3.6.5	<i>Gefahren eines nicht-therapierten lagerungsbedingten Plagiozephalus</i>	16
3.6.6	<i>Therapiestrategien</i>	18
3.7	ZIELE DER ARBEIT	20
4	METHODIK	21
4.1	PATIENTENKOLLEKTIV	21
4.1.1	<i>Studiengruppe mit Helmtherapie (Studiengruppe)</i>	21
4.1.2	<i>Studiengruppe ohne Helmtherapie (Kontrollgruppe)</i>	22
4.2	MESSMETHODEN.....	22
4.3	RETROSPEKTIVE DATENERHEBUNG.....	23
4.4	STATISTISCHE TESTS.....	25
5	ERGEBNISSE	27
5.1	DESKRIPTIVE DATEN	27
5.2	WERTE BEI DER ERSTUNTERSUCHUNG IM ÜBERBLICK.....	27
5.2.1	<i>Geschlechterverteilung</i>	28
5.2.2	<i>Seitenverteilung des Plagiozephalus</i>	29
5.2.3	<i>Argentaklassifikation der Kinder bei Behandlungsbeginn</i>	30
5.2.4	<i>Nebendiagnosen</i>	31
5.2.5	<i>Durchschnittliche Tragedauer des Helms</i>	32
5.2.6	<i>Durchschnittliche Therapiedauer Lagerungs- und Physiotherapie</i>	33
5.3	INTERVENTIONSANALYSE (STATISTISCHE ANALYSE).....	33
5.3.1	<i>Studiengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe: CVA</i>	34
5.3.2	<i>Studiengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe: CVAI</i>	37
5.3.3	<i>Studiengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe: Kopfumfang</i>	40
5.3.4	<i>CVA: Vergleich in den Altersclustern ≤ 6 Monate und > 6 Monate</i>	42
6	DISKUSSION	45
6.1	ANALYSE DER ALLGEMEINEN DESKRIPTIVEN DATEN	45
6.1.1	<i>Analyse der deskriptiven Daten bei der Erstuntersuchung</i>	46
6.2	ANALYSE DER INTERVENTIONELLEN STATISTIK	47
6.2.1	<i>Einfluss der Helmtherapie auf die Studiengruppe</i>	47
6.2.2	<i>Einfluss der Physiotherapie und Lagerungstherapie auf die Kontrollgruppe</i>	48
6.2.3	<i>Vergleich zwischen der Studiengruppe und der Kontrollgruppe hinsichtlich der Veränderung des Kopfumfangs, der CVA, der CVA/Monat und des CVAI</i>	49
6.2.4	<i>Vergleich der CVA innerhalb der Alterscluster >6 Monate (Gruppe 1) und ≤ 6 Monate (Gruppe 2) bei Therapiebeginn</i>	52
6.3	SCHWÄCHEN DER ARBEIT.....	52
6.4	AUSBLICK	53

7	ZUSAMMENFASSUNG.....	56
7.1	EINLEITUNG.....	56
7.2	MATERIAL UND METHODEN.....	57
7.3	ERGEBNISSE.....	57
7.4	DISKUSSION.....	59
7.5	AUSBLICK	60
8	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	61
9	TABELLENVERZEICHNIS	62
10	LITERATUR.....	63
11	DANKSAGUNG.....	68
	AFFIDAVIT.....	69

2 Abkürzungen

AAP	American Academy of Pediatrics
Bspw.	Beispielsweise
Bzw.	Beziehungsweise
CI	Cephalic Index
CT	Computertomographie
CVA	Cranial Vault Asymmetry (= Diagonalendifferenz)
CVAI	Cranial Vault Asymmetry Index
et al.	und andere
LP	Lagerungsbedingter Plagiozephalus
MRT	Magnetresonanztomographie
NICHD	National Institute of Child Health and Human Development
SIDS	Sudden Infant Death Syndrome
sog.	Sogenannt
U2	2. Kindervorsorgeuntersuchung
z.B.	zum Beispiel

3 Einleitung

Der Begriff Plagiozephalus kommt aus dem Griechischen und bedeutet wörtlich übersetzt „schiefer Kopf“.

Man geht von zwei Ursachen aus, die zu diesem Krankheitsbild führen. Die deutlich häufigere wird durch die Lagerung hervorgerufen, die zur Verschiebung der Schädelplatten führt. Synostosen, im Besonderen die Lambdanahtsynostose, sind der weitaus seltenere Auslöser [1]. Im Folgenden wird der Schwerpunkt auf dem lagerungsbedingten Plagiozephalus liegen. Zunächst werden die Entstehung und die häufigsten Risikofaktoren des lagerungsbedingten Plagiozephalus beschrieben. Es folgt ein kurzer Überblick über die gängigsten Therapiemaßnahmen und die Fragestellung, sowie Ziele der Arbeit.

3.1 Schädeldeformitäten

Die physiologische Entwicklung des Schädels ist für die Entstehung von Schädeldeformitäten von entscheidender Bedeutung. Zu Beginn sind die einzelnen Schädelplatten noch nicht vollständig miteinander verknöchert, sondern werden von den Suturen und Synchronosen zusammengehalten [2]. Dies ermöglicht u.a. eine Verschiebung der Schädelplatten im engen Geburtskanal.

Weiterhin bieten diese Schädelnähte dem Kopf das Wachstumspotential, welches er vor allem in den ersten Lebensjahren so dringend benötigt. Allerdings geht von ihnen die größte Gefahr für die Entstehung von Deformitäten aus.

So kommt es zum Beispiel aufgrund einer frühzeitigen Verknöcherung einer oder mehrerer Schädelnähte zu einer Veränderung der Kopfform. Auf der bereits verknöcherten Seite entsteht eine Abflachung des Schädels, während es auf der anderen Seite meist zu einer übermäßigen Ausbeulung kommt [3]. Doch nicht nur die frühzeitige Verknöcherung dieser Nähte stellt eine Gefahr für die Entstehung einer Schädeldeformität dar. Aufgrund der noch nicht verschlossenen Nähte können sich, durch permanenten Druck auf eine Seite des Schädels, die Platten gegeneinander verschieben und sich so verformen [4]. Die Folge ist ein lagerungsbedingter Plagiozephalus.

3.1.1 Der lagerungsbedingte Plagiozephalus – Entstehung

Der am häufigsten aufgeführte Erklärungsansatz für die Entstehung des lagerungsbedingten Plagiozephalus ist die Verschiebung der platten Schädelknochen, da die Schädelnähte zwischen den Knochen noch nicht vollständig verknöchert sind. Aufgrund der einseitigen Lagerung stelle sich ein Abflachen der bevorzugten Seite ein. Auf der gegenüberliegenden Seite komme es jedoch zu einem regelhaften, zum Teil sogar übermäßigen, Wachstum, bis hin zu einem einseitigen Ohr-, Stirn- und Wangenvorschub. Rogers et al. vergleichen dies mit einem Kürbis, der auf einem Feld liegt und aufgrund der Schwerkraft zunehmend auf der liegenden Seite eindellt, während er auf der anderen Seite wächst [5].

Die Idee, dass die Kopfform vererbbar sei, wurde von Pomatto et al. eingehend untersucht. Es stellte sich letztlich jedoch heraus, dass vor allem die Umgebung für eine Veränderung der Kopfform verantwortlich ist und nicht etwa der genetische Pool der Eltern [6]. Auch wenn die Meinungen über die Entstehung des lagerungsbedingten Plagiozephalus divergieren, so gibt es doch einige nachgewiesene Faktoren, die das Risiko für einen lagerungsbedingten Plagiozephalus erhöhen.

3.1.2 Der lagerungsbedingte Plagiozephalus – Risikofaktoren

In der Literatur kristallisieren sich immer wieder die gleichen vier Risikofaktoren heraus. Zu Beginn beschäftigte man sich mit der Geschlechterverteilung beim lagerungsbedingten Plagiozephalus. Eine groß angelegte Studie mit über 20 000 Kleinkindern konnte eine deutliche Überrepräsentation männlicher Kinder belegen, diese hatten ungefähr doppelt so häufig einen lagerungsbedingten Plagiozephalus [7]. In anderen Studien ist die Zahl der männlichen Patienten mit einem Verhältnis von 2,5:1 (männlich zu weiblich) sogar noch etwas höher [8].

Weitere Risikofaktoren sind Mehrlingsgeburten und eine häufige Lagerung auf dem Rücken. Es konnte gezeigt werden, dass Zwillinge und weitere Mehrlinge ein überdurchschnittlich hohes Risiko für einen Plagiozephalus aufweisen. Zum Teil war das Risiko von Zwillingen bis zu fünfmal höher [9].

Der letzte der vier signifikanten Risikofaktoren ist ein muskulärer Schiefhals, der vermutlich durch die einseitige Verkürzung der Muskulatur und der daraus resultierenden einseitigen Lagerung vermehrt zu einem Plagiozephalus führt [10]. In der oben aufgeführten Studie mit über 20 000 Kindern wurden als Nebenkriterien noch eine

intrauterine Zwangslage sowie Erstgebärende als zusätzliche Risikofaktoren für einen Plagiozephalus erkannt [7].

Der am häufigsten beschriebene Risikofaktor ist letztlich die Schlafposition auf dem Rücken. In den meisten Studien wurde dies als Hauptursache für die Entstehung eines lagerungsbedingten Plagiozephalus gesehen [6-8].

Als die American Academy of Pediatrics (AAP) 1992 eine groß angelegte Studie zum plötzlichen Kindstod (SIDS, Sudden Infant Death Syndrome) publizierte, in der davor gewarnt wurde, Kinder auf dem Bauch schlafen zu lassen, stieg die Inzidenz des lagerungsbedingten Plagiozephalus geradezu sprunghaft an [11].

3.2 Der plötzliche Kindstod und die „Safe to Sleep“ Kampagne

Bereits die erste offizielle Definition 1970 von Beckwith beschreibt den plötzlichen Kindstod sehr gut: “The sudden death of an infant or young child which is unexpected by history, and in which a thorough postmortem examination fails to demonstrate an adequate cause of death“ [12]. Er definiert den plötzlichen Kindstod als den abrupten Tod eines Säuglings oder Kleinkindes, der unerwartet eintritt und für den es in der Rechtsmedizin keine erklärliche Ursache gibt.

Da man für den plötzlichen Kindstod keine eindeutige Ursache ausmachen konnte, hat man in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts intensiv begonnen nach möglichen Risikofaktoren zu suchen. Man untersuchte unter anderem Zusammenhänge zwischen dem Passivrauchen und dem plötzlichen Kindstod [13], setzte sich mit der Länge der Stillzeit der toten Kinder auseinander [14] und suchte nach einem Zusammenhang zwischen der Schlafposition und der Anzahl der betroffenen Kinder [15]. Vor allem einer dieser zahlreichen Risikofaktoren kristallisierte sich mit der Zeit als besonders bedeutsam heraus. In zahlreichen Studien konnte man zeigen, dass Kinder, die auf dem Bauch schlafen, deutlich häufiger vom plötzlichen Kindstod betroffen waren als solche, die auf dem Rücken schliefen [15-17]. Aufgrund dieses Erkenntnisgewinns gab die AAP 1992 die Empfehlung heraus, Kleinkinder – zumindest in den ersten Lebensmonaten – nicht mehr auf dem Bauch schlafen zu lassen, sondern ausschließlich auf dem Rücken [11]. Damit war die „Back to Sleep“, später umbenannt in „Safe to sleep“ Kampagne, geboren. Die Kampagne wurde vom National Institute of Child Health and Human Development (NICHD) initiiert und gab anfangs unter dem Namen „Back to Sleep“ die Empfehlung heraus, Kinder auf dem Rücken oder der Seite liegend

zu Bett zu bringen. Später wurde die Kampagne um zahlreiche Risikofaktoren, wie zum Beispiel die Temperatur des Schlafzimmers, die vornehmliche Lagerung nun nur noch auf dem Rücken oder das Schlafen auf einem zu weichen Untergrund, erweitert und in „Safe to sleep“ Kampagne umbenannt. Durch die Lagerung auf dem Rücken konnte man in den folgenden Jahren einen merklichen Rückgang der SIDS Rate beobachten.

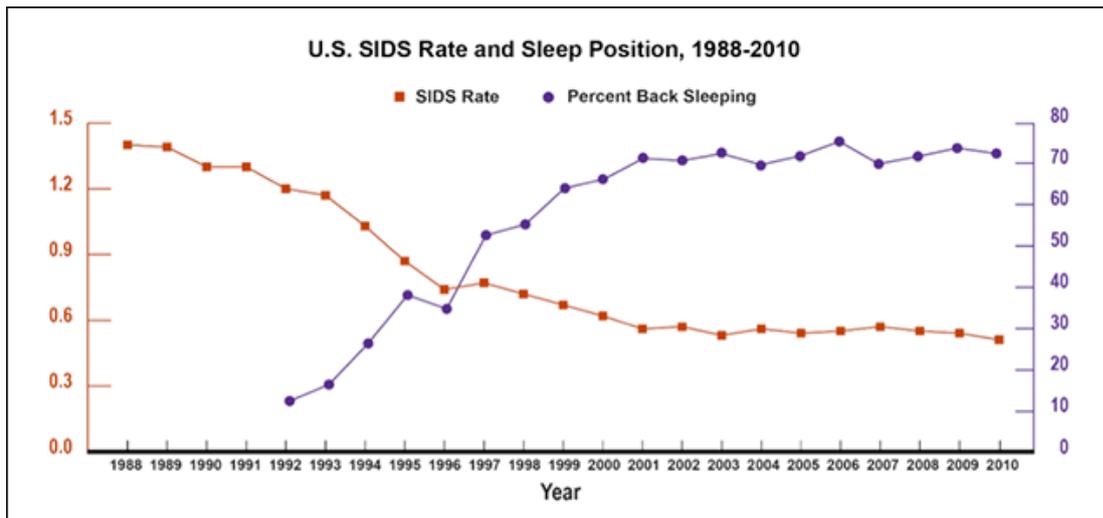


Abbildung 1: Häufigkeit des plötzlichen Kindstods und Anzahl der Kinder, die auf dem Rücken schlafen (Quelle: NICHD [18])

3.3 Inzidenz des lagerungsbedingten Plagiozephalus

Betrachtet man die Abbildung 2 mit der Anzahl der Publikationen zum Thema lagerungsbedingter Plagiozephalus, so springt dem Betrachter sofort der markante Anstieg ab dem Jahr 1994 ins Auge. Kurz zuvor wurden die oben genannten Empfehlungen ausgesprochen, bzw. die Kampagnen weltweit gestartet.

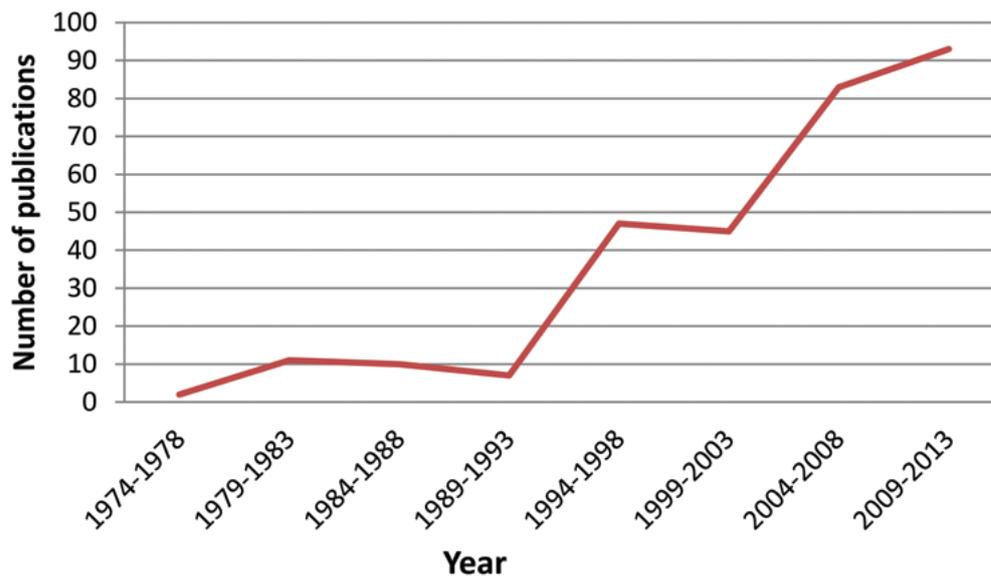


Abbildung 2: Anzahl der Publikationen zum Thema lagerungsbedingter Plagiozephalus seit 1974 bis 2013 (Quelle: [19])

Gleichzeitig stieg auch die Inzidenz des lagerungsbedingten Plagiozephalus sprunghaft an. Kane et al. haben 1996 eine Studie herausgebracht, in der sie von 1979-1994 die Inzidenz des lagerungsbedingten Plagiozephalus beobachteten. In den Jahren 1992-1994 war die Anzahl der neu aufgetretenen lagerungsbedingten Plagiozephalus signifikant höher als im vorausgegangenen Zeitraum. Es gab in einem Zeitraum von 3 Jahren mehr Patienten mit einem lagerungsbedingten Plagiozephalus als in den 13 Jahren zuvor [20]. Auch in anderen Studien, wie in der von Argenta et al. 1996 oder von Turk et al. 1996 fiel ein deutlicher Anstieg der Inzidenz um das Jahr 1992 auf und wurde hier sogar direkt mit der Empfehlung auf dem Rücken zu schlafen in Verbindung gebracht [21, 22]. In einer aktuelleren Studie aus dem Jahr 2013, die sich mit der Inzidenz des Plagiozephalus beschäftigt hat, wird die Inzidenz gar mit 46,6 Prozent angegeben. Von den 440 untersuchten Säuglingen zwischen der 7. und 12. Lebenswoche hätten 205 Säuglinge eine Form von Plagiozephalie gehabt. Als Einteilungs-Kriterien wurde die ARGENTA-Klassifikation (2004) benutzt [23].

3.4 Die ARGENTA-Klassifikation

Ende der 1990er Jahre haben Argenta et al. begonnen ein klinisches Diagnostik-System zu entwickeln, mit Hilfe dessen man die Ausprägungen des lagerungsbedingten

Plagiozephalus einfach klassifizieren konnte. Zur Einteilung des lagerungsbedingten Plagiozephalus haben sie sich fünf Hauptkriterien überlegt [24]:

1. Asymmetrie des Hinterkopfes
2. Einseitiger Ohrvorschub
3. Asymmetrie des Stirnbereichs
4. Gesichtsasymmetrie
5. Ausbuchtung der temporalen Regionen des Schädels oder vertikales Wachstum des Hinterkopfs

Die Überprüfung dieser Kriterien erfolgte aus vier verschiedenen Perspektiven. Zunächst betrachtete man den Schädel von vorne. Anschließend schaute man von oben auf den Kopf, aus der sog. Vogelperspektive. Als dritte Perspektive wird der kindliche Kopf von hinten begutachtet. Zu guter Letzt wirft man noch seitlich einen Blick auf den Schädel, um so möglichst alle Ausprägungen zu sehen. Wichtig ist, dass das Kind während der Beobachtungsphase den Kopf möglichst gerade und immer in die gleiche Richtung hält. Dies kann man bspw. gut umsetzen, indem die Eltern nach der ersten Perspektive den Platz des Arztes einnehmen und das Kind für eine Zeit lang ablenken, so dass es weiterhin frontal geradeaus schaut [24].

Anhand dieser Beobachtungen hat man die Kinder mit einem lagerungsbedingten Plagiozephalus in 5 Gruppen/Typen eingeteilt. Typ I weist lediglich die erste Ausprägung, also die Asymmetrie des Hinterkopfes auf. Typ II weist zusätzlich zur Hinterkopfasymmetrie die zweite Ausprägung, also den einseitigen Ohrvorschub, auf. Dies geht so weiter bis zu Typ V, bei dem alle fünf Kriterien ausgebildet sind [24]. Die unten aufgeführte Abbildung aus dem Originalartikel von Argenta et al. aus dem Jahr 2004 zeigt nochmal bildlich, wie die einzelnen Typen definiert sind:

Occipital Plagiocephaly

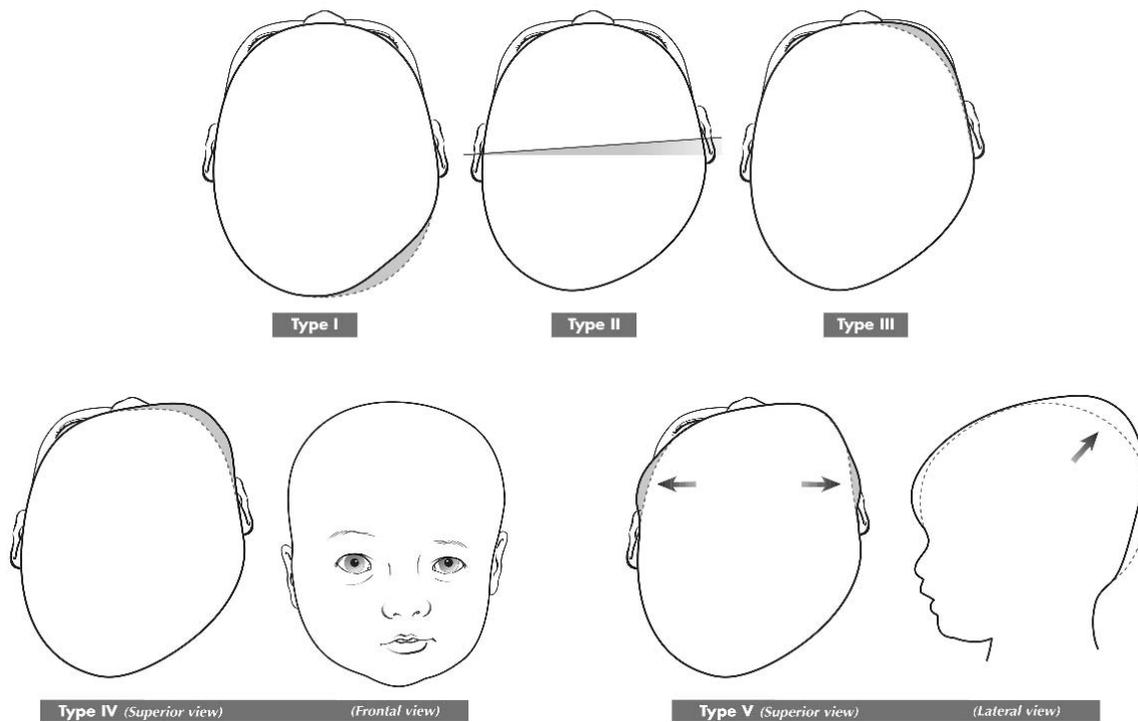


Abbildung 3: Einteilung des LP nach Argenta et al. ([24])

Die Schwäche der Klassifikation von Argenta et al. ist sicherlich, dass sie nicht durch Zahlen objektivierbar ist und damit kleinere Veränderungen nicht gemessen werden können, bzw. es schwer fällt Patienten zu vergleichen. Die Vorteile liegen allerdings in der Kosteneffizienz, der guten Reproduzierbarkeit und der einfachen Handhabung der Einteilung [24]. Mittlerweile gibt es jedoch auch einige Methoden, um den lagerungsbedingten Plagiozephalus messbar und damit auch objektivierbarer zu machen.

3.5 Klinische Methoden zur Bestimmung des lagerungsbedingten Plagiozephalus

Wie bei den allermeisten Krankheitsbildern kann man auch beim lagerungsbedingten Plagiozephalus mit einer sauberen Anamnese und einer fundierten klinischen Untersuchung zahlreiche Aufschlüsse über das etwaige Krankheitsbild sammeln und im Idealfall die Diagnose bereits stellen [25]. Sollten die Hinweise auf einen möglichen lagerungsbedingten Plagiozephalus Anhalt zum Zweifel bieten, so empfiehlt es sich, zumindest einmal eine mögliche Kraniosynostose ausgeschlossen zu haben. Es gibt

verschiedene Möglichkeiten eine Synostose auszuschließen. Die häufigsten sind sicherlich die Methode mithilfe des Ultraschalles und die Bildgebung mittels Röntgen. Wobei in den letzten Jahren das Ultraschallgerät aufgrund ähnlich guter Ergebnisse und der fehlenden Strahlungsexposition zunehmend an Beliebtheit gewonnen hat [26]. Weiterhin wurde auch die Magnetresonanztomographie (MRT) als alternative Bildgebung erforscht. Die Daten waren allerdings kaum reproduzierbar, sodass man im Zweifelsfall hiervon absehen sollte [27]. Wir empfehlen in jedem Fall zum sicheren Ausschluss einer Kraniosynostose ein Röntgenbild in 2 Ebenen durchzuführen. Die Darstellung mittels Sonographie ist stark vom jeweiligen Untersucher abhängig und birgt so die Gefahr eine Synostose zu übersehen. Auch die Strahlenbelastung, die von einem klassischen Röntgen in 2 Ebenen ausgeht, ist vertretbar. Das Röntgen in 2 Ebenen ist insbesondere vertretbar, wenn diese Untersuchung nach dem dritten Lebensmonat durchgeführt wird [27].

Konnte die Kraniosynostose ausgeschlossen und die Diagnose lagerungsbedingter Plagiozephalus gestellt werden, so gilt es nun, den lagerungsbedingten Plagiozephalus zu vermessen. Hierfür gibt es unterschiedliche Methoden. Zum einen kann den Kopf manuell mittels Kraniometer und Maßband vermessen. Hierbei setzt man das Kraniometer an vorher definierte Landmarken am Schädel an und kann nun die Entfernung der beiden Punkte auf einem Zentimetermaß an dem Kraniometer ablesen. Mit Hilfe eines Maßbands kann man den Kopfumfang des Kindes einfach vermessen. Eine modernere Methode ist die Vermessung mit Hilfe von digitaler Photographie. Dabei wird ein Bild des Kopfes aus der Vogelperspektive gemacht und anschließend werden diese Bilder vermessen. Ein Vorteil hiervon ist das berührungsfreie Arbeiten und die daraus resultierende bessere Compliance der Neugeborenen [28]. Vergleicht man beide Methoden miteinander, so ergibt sich kein echter Nachteil einer Methode gegenüber der anderen. Besonders in den ersten Lebensmonaten sind die beiden Methoden vergleichbar [29, 30].

Als Messgrößen verwendete man zunächst die Differenz der beiden Schädeldiagonalen, die sog. Cranial Vault Asymmetry (CVA). Eine perfekte Symmetrie würde eine CVA von 0 mm bedeuten. Je größer der Wert, desto asymmetrischer ist der jeweilige Kopf. So gilt eine CVA von weniger als 3 mm als physiologisch. Eine Abweichung von 3-12 mm gilt als milde bis moderate Abweichung und eine CVA von mehr als 12 mm gilt als schwerer Asymmetrie des Kopfes [31]. Im Laufe der Jahre entwickelten Loveday et al. zwei neue Messgrößen. [32] Die erste, der Cranial Vault Asymmetry Index (CVAI) dient als Kriterium zur Einteilung eines lagerungsbedingten Plagiozephalus. Hierbei gilt

ein CVAI von null Prozent als perfekt und ein CVAI von $> 3,5$ % als pathologisch. Eine genaue Beschreibung für die Berechnung des CVAI und der CVA ist in Kapitel 4.2 aufgeführt. Insgesamt dienen die Werte auch zur Einteilung des Schweregrades eines lagerungsbedingten Plagiozephalus.

Andere Messmethoden sind bspw. noch der ODDI, also der Oblique Diameter Difference Index. Diese Messmethode wurde 2006 von van Vlimmeren et al. veröffentlicht. Man berechnet ihn, indem man die größere Diagonale durch die kleinere teilt und dies mit 100 % multipliziert. Ein ODDI von $>103\%$ gilt hierbei als pathologisch [33].

3.6 Therapiestrategien des lagerungsbedingten Plagiozephalus

Zunächst sollte man beim lagerungsbedingten Plagiozephalus prophylaktische Maßnahmen ergreifen. Der erste Schritt ist bei den Kinderärzten eine Sensibilisierung für das Thema zu erreichen. So können diese im nächsten Schritt, bspw. im Rahmen der Kindervorsorgeuntersuchungen den Eltern Ratschläge geben. Man könnte bspw. darauf hinweisen, wie man trotz der nächtlichen Rückenlage, die im Rahmen der SIDS Prophylaxe empfohlen wird [34], der Entstehung eines lagerungsbedingten Plagiozephalus vorbeugen kann. Dies kann man etwa mit der abwechselnden Positionierung von sog. Aufmerksamkeits-Magneten, bspw. ein Mobilé, die abwechselnd oder bevorzugt auf der nicht betroffenen Seite des Kinderbetts angebracht werden, erreichen [35]. Durch die abwechselnde Positionierung sollen die Kinder keine Lieblingsseite entwickeln, auf der sie dauerhaft liegen. Der Schädel kann so durch die abwechselnde Lagerung gleichmäßig wachsen.

Sollte das Vollbild einer lagerungsbedingten Plagiozephalie bereits ausgebildet sein, so gibt es diverse Therapieansätze. Diese reichen von der Lagerungs-, Physio- oder Helmtherapie bis hin zur Osteopathie. Operative Therapien werden beim lagerungsbedingten Plagiozephalus nicht eingesetzt.

3.6.1 Lagerungstherapie

Der Therapieansatz der Lagerungstherapie ist, die betroffenen Seite, also die weniger ausgerundeten Bereiche des Schädels, mit Hilfe von Kissen oder Lagerungsmethoden zu entlasten. Einige Kissen, so bspw. die der Marke Babydorm® oder iQ-med® und

viele andere sind so konstruiert, dass es eine Auswölbung in der Mitte des Kissens gibt, in die der Säuglingskopf gebettet wird [36, 37]. So erhofft man sich durch eine Lastenumverteilung auf den restlichen Kopf eine Entlastung des jeweils tiefer liegenden Kopfbereiches. Bei den Lagerungsmethoden gibt es jedoch auch andere Ansätze. Varilag® arbeitet mit einer Kissen-/Polsterkonstruktion, bei der das Kind in eine seitliche Lage gebracht wird und so der Hinterkopf entlastet werden kann, bzw. manuell die Seiten variiert werden können [38].

Vor allem bei jüngeren Säuglingen mit einem lagerungsbedingten Plagiozephalus und leichten sowie moderaten Formen des lagerungsbedingten Plagiozephalus konnte ein positiver Effekt durch die Lagerungstherapie nachgewiesen werden [39, 40]. Umstritten ist das Lagerungskissen dennoch. Letztlich steht es im Widerspruch mit der eindeutigen Empfehlung der AAP zum SIDS keine Kissen oder zusätzliche Decken im Kinderbett aufzubewahren. Daher wird in der Leitlinie der Neurochirurgen aus dem Jahr 2016 (Klimo et al.) eher zu Physiotherapie geraten, um weiterhin diese Empfehlungen einhalten zu können, obwohl die Lagerungstherapie einen ähnlichen Effekt erzielt [41].

3.6.2 Physiotherapie

Zur Behandlung eines lagerungsbedingten Plagiozephalus gibt es in der Physiotherapie verschiedene Ansätze. Einer davon ist die Verringerung der Asymmetrie durch Behandlung des erhöhten Tonus der Muskulatur. Die Physiotherapeuten bedienen sich hierzu verschiedener Behandlungsmöglichkeiten, wie bspw. des Ausstreichens der Halsmuskulatur. Bestandteil der meisten physiotherapeutischen Behandlungen ist es, die Anleitung zur Umlagerung des betroffenen Säuglings auf die jeweils nicht betroffene Seite, bzw. die Bedeutung der sog. „tummy time“, also des Spielens auf dem Bauch, den Eltern näher zu bringen. Andere Therapieansätze sind die nach Vojta oder Bobath. Bei Vojta steht der Begriff der Reflexlokomotion im zentralen Mittelpunkt. Der Therapeut arbeitet hier mit bestimmten Reflexpunkten und deren Fortbewegung/-leitung innerhalb des Körpers. Bei Kindern mit einem lagerungsbedingten Plagiozephalus steht vor allem die Therapie des Haltungs- und Bewegungsapparats im Fokus. Man versucht die Kinder so zum unbewussten Umdrehen und im Laufe der Zeit auch zum Aufstehen zu animieren [42]. Jung et al. konnten in einer Studie sogar einen Vorteil der Vojta Therapie im Vergleich zur Standardtherapie beim lagerungsbedingten Plagiozephalus nachweisen [43]. Eine Studie, die einen signifikanten Vorteil des Bobath-Konzepts beim lagerungsbedingten Plagiozephalus zeigen konnte, gibt es aktuell nicht. Jedoch

arbeitet man auch bei Bobath mit dem Prinzip der Tonusregulation und diversen Lagerungsmethoden.

Ein signifikanter Nutzen der physiotherapeutischen Behandlung konnte in einigen Studien gezeigt werden. Der Vorteil der Physiotherapie lag vor allem in der Behandlung noch junger Säuglinge und in der Therapie von Kindern mit einem leichten bis moderaten lagerungsbedingten Plagiozephalus [44, 45]. Im Vergleich zur Lagerungstherapie hat man bei dieser Therapieform den Nutzen, dass man keine zusätzlichen Kissen, bzw. Lagerungshilfen im Bett des Säuglings benutzen muss, weshalb die Physiotherapie – laut Leitlinie – bevorzugt werden sollte [46].

3.6.3 Osteopathie

Der Ansatz der Behandlung in der Osteopathie ist ein ganzheitlicher. Man versucht den Patienten als Einheit zu betrachten. Es gibt verschiedenste Therapieformen, wobei man sich bei einem lagerungsbedingten Plagiozephalus vor allem im Bereich der kraniosakralen Therapie bewegt. Hierbei arbeitet der Therapeut bspw. mit Kompression bzw. Dekompression. Er versucht im Zuge dessen die betroffene Struktur, etwa den entsprechenden Schädelknochen, in die freie Bewegung zu begleiten oder zu dirigieren. Andere Techniken sind „Spread“ und „Lift“. Hier versucht der Therapeut Spannungen zwischen den intrakraniellen Membranen und auch zwischen den Knochen zu lösen. Dies dient vor allem bei der Behandlung von intraossären Dysfunktionen. Diese Vorgehensweise wird auch Balanced-Membranous-Tension-Technik genannt und kann an Strukturen wie dem Os Temporale angewandt werden [47, 48]. Die Studienlage zur Behandlung des lagerungsbedingten Plagiozephalus mit Hilfe der Osteopathie ist leider sehr dünn. Es gibt vereinzelte Studien mit wenigen Patientenzahlen, allerdings sind diese schulmedizinisch schwer zu interpretieren [49].

3.6.4 Helmtherapie

Das Prinzip der Helmtherapie beim lagerungsbedingten Plagiozephalus liegt auf der Hand.

Mit Hilfe einer sogenannten Kranioorthese schafft man Hohlräume über der eingedellten, zurückstehenden Seite des Schädels. Liegt ein Säugling nun bspw. auf der betroffenen Seite, so verteilt die Orthese die Kraft auf den ganzen Schädel und nimmt diese von der bereits abgeflachten Seite. Diesem Bereich wird so die Chance gegeben,

sich – trotz der Präferenz auf dieser Seite zu liegen – normal zu entfalten und zu entwickeln [50]. Darüber hinaus erfolgt eine Wachstumslenkung des Kopfes in den Hohlraum des Helmes hinein. Das Wirkungsprinzip dieser Therapie konnte in zahlreichen Studien nachgewiesen werden [51, 52]. Für die Herstellung der Kraniorthesen gibt es mehrere Verfahren. Das ältere Verfahren ist die Herstellung eines Gips-Abdrucks direkt vom Kopf des betroffenen Säuglings, aus dem dann ein Positivmodell des Kopfes und schließlich anhand dieses Modells der Helm erstellt wird. Moderner ist die Aufnahme des Schädels mittels Kameras, womit ein dreidimensionales Bild des Kopfes erstellt wird. Ausgehend von diesem wird mithilfe eines 3-D-Druckers dann der jeweilige Helm gedruckt, respektive produziert. Der Vorteil des moderneren Verfahrens ist, dass das Verfahren kontaktlos erfolgt und somit die Kinder deutlich ruhiger sind [31]. In Hinblick auf den Behandlungsbeginn geht man davon aus, dass ein früher Beginn, möglichst um den 6. Lebensmonat, erstrebenswert ist. Die Kinder, die früher mit der Helmtherapie beginnen, korrigieren ihre Diagonalendifferenz noch deutlich schneller als die älteren Kinder [53]. Die Tragedauer des Helmes beträgt in der Regel 3-6 Monate, variiert je nach Studientyp jedoch. Die Spanne reicht hier von einem Mittelwert von vier Monaten Tragedauer [54], über sechs Monate Tragedauer [55], bis hin zu acht Monaten Tragedauer [56].

Es kann jedoch auch bei der Helmtherapie zu einigen unerwünschte Nebenwirkungen kommen. In einer großen Studie von Wilbrand et al. wurden diese in sechs Kategorien zusammengefasst. Am häufigsten seien Druckstellen durch das Tragen des Helmes. Darauf folgend kommt ein Erythem, das als Reaktion auf das zur Reinigung des Helms verwendete Ethanol entsteht. Am dritthäufigsten sei die mangelnde Passform des Helmes. Deutlich seltener sind die letzten drei Komplikationen. Zu diesen gehören in weiter absteigender Reihenfolge Hautinfektionen, das Versagen der Therapie und zuletzt das Auftreten von subkutanen Abszessen [57]. Auch die mit ca. 1600 Euro hohen Kosten für den Helm sind ein nicht unerheblicher Streitpunkt. Es gibt aktuell keine geregelte Kostenübernahme durch die gesetzlichen Krankenkassen, sodass die (teilweise) Übernahme der Kosten zumeist eine Einzelfallentscheidung darstellt.

3.6.5 Gefahren eines nicht-therapierten lagerungsbedingten Plagiozephalus

Wenig umstritten sind sicherlich die kosmetischen Probleme und daraus resultierenden psychosozialen Herausforderungen, denen sich ein Patient mit einem unbehandelten Plagiozephalus stellen muss. Es kann zur Stigmatisierung der Patienten kommen,

aufgrund des verschobenen Kopfes und der daraus resultierenden Asymmetrie. Dies kann zu einer Verminderung des Selbstwertgefühls, bis zum Ausschluss aus sozialen Gruppen führen [58]. Deutlich umstrittener sind jedoch die Auswirkungen eines lagerungsbedingten Plagiozephalus auf die neurologische und motorische Entwicklung. Collett et al. haben eine Studie durchgeführt, in der das Hirnvolumen von Patienten mit einem lagerungsbedingten Plagiozephalus mit denen ohne einen lagerungsbedingten Plagiozephalus verglichen wurde. Ein signifikanter Unterschied konnte hier allerdings nicht gezeigt werden. Dennoch konnte man eine Asymmetrie und Abflachung einzelner Teile des Gehirns der Kinder mit lagerungsbedingter Plagiozephalie belegen. So hatten die Kinder z.B. einen abgeflachten hinterer Gehirnteil oder eine Verkürzung des Corpus callosum [59]. Die dadurch entstehende Ungleichförmigkeit einzelner Gehirnstrukturen gehe mit einem schlechteren Ergebnis der Kinder in einem Bailey-III-Test, einem pädiatrischen Entwicklungstest, einher [59, 60]. Giuseppe Ginalli hat im April 2021 auf dem Kongress der Vereinigung der Europäischen Kinderneurochirurgen die Hypothese aufgestellt, dass die Schädelasymmetrie Auswirkungen auf den ipsilateralen Sinus transversus haben kann [59], mit der Folge der Ausbildung eines erhöhten Hirndrucks. Es gibt allerdings aktuell noch keine publizierten Studien, die diesen Zusammenhang belegen. Jedoch konnte bereits gezeigt werden, dass eine Asymmetrie im Sinus transversus zu einem erhöhten okulären Druck führen kann [61]. Auch konnte ein Zusammenhang zwischen einem Unterschied der Morphologie im Sinus transversus und einem erhöhten Auftreten von Migräne gezeigt werden [62]. In einer retrospektiven Studie aus dem Jahr 2021 konnten Lee et al. zeigen, dass es eine Korrelation zwischen dem Druck im Sinus venosus und dem intrakraniellen Druck gibt [63]. Der Gedanke, dass eine Asymmetrie im Sinus venosus zu einem erhöhten intrakraniellen Druck führen kann, scheint daher schlüssig. Eine etwaige Korrelation wird sicher in den nächsten Jahren Thema klinischer Forschung sein. Andere Studien konnten jedoch keinen Zusammenhang zwischen der psychomotorischen Entwicklung und dem Krankheitsbild des lagerungsbedingten Plagiozephalus nachweisen [64]. In einer großen Metaanalyse wurden aus 1315 Artikeln 19 relevante zum Thema Entwicklungsverzögerung bei Kindern mit lagerungsbedingter Plagiozephalie herausgesucht. Von diesen 19 Artikel zeigte man in 13 Artikel einen positiven Zusammenhang zwischen dem lagerungsbedingten Plagiozephalus und einer Entwicklungsverzögerung. Vor allem eine verlangsamte motorischen Entwicklung von Kindern mit lagerungsbedingter Plagiozephalie seien höchst signifikant [65]. Ferner kann es durch die Verschiebung der Schädelplatten zu einer kranio-mandibulären Dysfunktion kommen. In der Studie von

Kluba et al. konnte gezeigt werden, dass ein Zusammenhang zwischen Kindern mit einem lagerungsbedingten Plagiozephalus und einem Fehlbiss besteht. Die Kinder neigten vor allem zu einem sog. Kreuzbiss. Beim Kreuzbiss liegt eine fehlerhafte Beziehung zwischen dem Ober- und Unterkiefer vor [66]. Sollte ein Kreuzbiss vorliegen, so lässt sich dieser in der Regel sehr gut mit einer Zahnspange behandeln. Hier gilt es eine Therapie möglichst in der Jugend zu beginnen, da der Outcome mit steigendem Alter in der Regel schlechter ist und die Therapiedauer deutlich verlängert wird [67].

3.6.6 Therapiestrategien

Es gibt aktuell noch keine ausreichend evidenzbasierte Leitlinie zur Behandlung des lagerungsbedingten Plagiozephalus. Daher versucht man die Therapieempfehlung möglichst allgemein zu formulieren. Linz et al. haben in einer Übersichtsarbeit im deutschen Ärzteblatt versucht eine nachvollziehbare Strategie herauszuarbeiten. Diese sieht einen möglichst frühen Beginn der Behandlung als erstrebenswert an. In leichten Fällen und bei Kindern unter vier Monaten sollte mit einer Lagerungstherapie begonnen werden. Bei einem moderaten Plagiozephalus empfehlen Sie eine Physiotherapie und bei schweren Formen oder moderaten Formen, die schlechter werden, eine Helmtherapie [68].

Jüngst haben wir am Dr. von Haunerschen Kinderspital einen eigenen Algorithmus evaluiert und etabliert. Dr. Mace hat im Rahmen seiner Dissertation und in der daraus resultierenden Veröffentlichung von Wendling et al. ein Flussdiagramm zur Behandlungsstrategie anhand der Diagonalendifferenz entworfen. Dabei wird der lagerungsbedingte Plagiozephalus in 4 Gruppen unterteilt. Es geht von lagerungsbedingter Plagiozephalie mit keiner Asymmetrie ($< 0,5\text{cm}$ Diagonalendifferenz) bis hin zu einer schweren Asymmetrie ($\geq 1,5\text{ cm}$). Abhängig vom Alter der Patienten und erstmals neu bei Wendling et al. auch von der Fontanellengröße beschrieben, wird den Kindern hierbei die entsprechende Behandlung empfohlen [69].

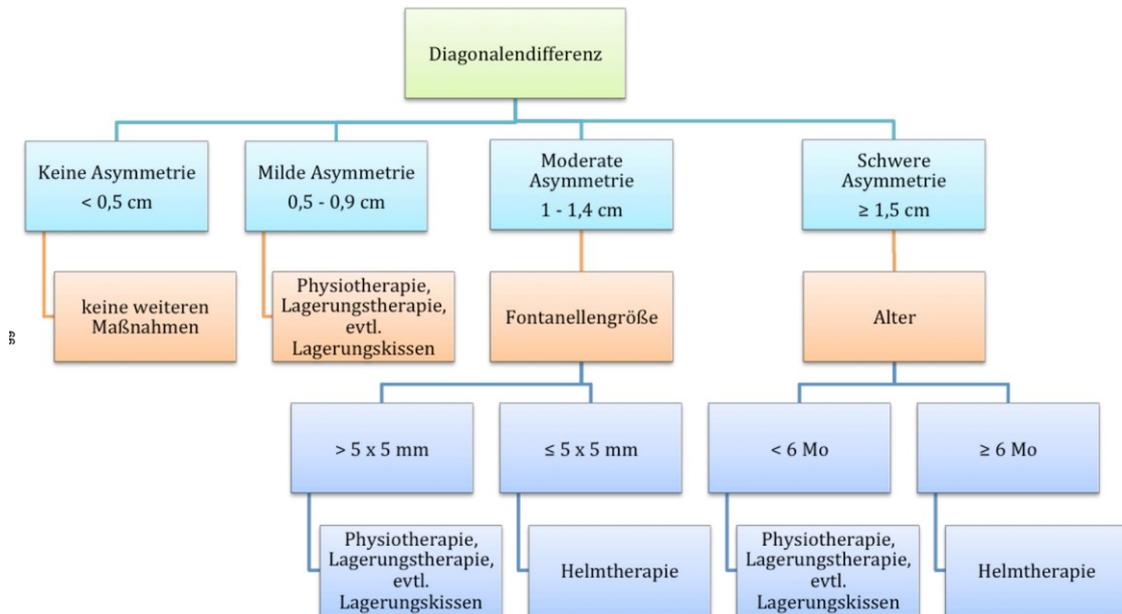


Abbildung 4: Neues Therapiekonzept Wendling et al. [69]

So erhalten Kinder mit einem moderaten Plagiozephalus, also einer Diagonalendifferenz von 1-1,4 cm abhängig von der Größe der noch offenen Fontanelle eine Helmtherapie. Ist die Fontanelle noch mehr als 5x5 mm geöffnet, so kann man den Kindern mit einem moderaten Plagiozephalus noch ein konservatives Procedere mittels Physio- und Lagerungstherapie empfehlen. Schließt sich die Fontanelle jedoch bereits zunehmend und ist bereits kleiner als 5x5 mm so wird eine Helmtherapie empfohlen.

3.7 Ziele der Arbeit

Mit dieser retrospektiv angelegten Studie wollten wir den Effekt der Helmtherapie im Vergleich zur konservativen Lagerungs- und Physiotherapie untersuchen. Der Effekt sollte mit Hilfe der Verbesserung des CVA gemessen werden. Wir konzentrierten uns vor allem auf Kinder, deren CVA über 1 cm lag und die damit einen moderaten bis schweren lagerungsbedingten Plagiozephalus vorwiesen (s. Abb. 4). Weiterhin beschäftigten wir uns mit der Frage, ob Kinder, deren Helmtherapie vor dem 7. Lebensmonat beginnt, einen Vorteil im Vergleich zu Kindern haben, deren Therapie erst danach startet. Hieraus formulierten wir folgende Hypothesen:

1. Bei Kindern mit einem moderaten bis schweren Plagiozephalus, mit einer Diagonalendifferenz von 1,1 cm oder mehr ist die Helmtherapie der konservativen Therapie überlegen.
2. Ein früher Beginn der Therapie (demzufolge vor oder mit dem 6. Lebensmonat) führt zu einer größeren Reduktion des CVA als eine Therapie, die später startet.

Hierfür wurden aus 312 Patienten, welche in der kraniospinalen Sprechstunde vorstellig geworden sind, 133 ausgewählt, die eine entsprechende Diagonalendifferenz vorwiesen. Diese wurden in zwei Gruppen unterteilt: Die erste Gruppe wurde mit einer Kranioorthese behandelt. Die zweite Gruppe wurde mittels Lagerungs- und Physiotherapie behandelt. Anschließend wurden die jeweiligen Veränderungen der beiden Gruppen nach Beendigung der Therapie miteinander verglichen.

4 Methodik

4.1 Patientenkollektiv

Die Grundlage dieser Arbeit waren die prä- und posttherapeutischen Untersuchungen und Messungen, die im Rahmen der kraniospinalen Spezialsprechstunde am von Haunerschen Kinderspital durchgeführt wurden. In dieser Sprechstunde werden vorrangig Kinder mit Fehlbildungen der Wirbelsäule, des Gehirns sowie Schädelasymmetrien behandelt. Eine Vorstellung in dieser Sprechstunde erfolgte entweder durch ärztliche/physiotherapeutische Überweisung oder initiativ durch die Eltern.

Die klinische Untersuchung erfolgte ausschließlich durch Ärzte der Kinderchirurgischen Klinik und Poliklinik. Auch die Einteilung der Kinder in die Argentaklassifikation geschah durch den behandelnden Arzt in unserer Sprechstunde oder im Nachhinein durch die Einteilung anhand von gesicherten Angaben wie einer Gesichtasymmetrie, eines Ohr- oder Stirnvorschubs nach Analyse der elektronischen Patientenakte.

Unsere Daten wurden auf Grundlage der Arztbriefe und Untersuchungsergebnisse in dem Zeitraum vom Januar 2008 bis März 2016 mit Hilfe eines Sprechstundenbuches und der elektronischen Patientenakte gesammelt. In dieser Periode stellten sich 312 Kinder mit der Verdachtsdiagnose eines lagerungsbedingten Plagiozephalus vor. Diese wurden in regelmäßigen Abständen von ca. 8-12 Wochen nachuntersucht.

Einschlusskriterium für beide Gruppen war ein moderater bis schwerer lagerungsbedingter Plagiozephalus mit einer Diagonalendifferenz Δ von $\geq 1,1$ cm. Voraussetzung war ebenfalls, dass es sich um eine lagerungsbedingte Kopfdeformität handelt. Kinder mit Schiefköpfen, die aufgrund von anatomischen Ursachen (z.B. frühzeitige Verknöcherung der Schädelnähte) entstanden, wurden von der Studie ausgeschlossen.

4.1.1 Studiengruppe mit Helmtherapie (Studiengruppe)

Insgesamt wurden aus den über 312 Kindern, die sich mit der Verdachtsdiagnose eines lagerungsbedingten Plagiozephalus vorstellten, 80 Säuglinge (15 weiblich, 65 männlich) mit einem helmtherapiebedürftigen Plagiozephalus für diese Gruppe

identifiziert. Einschlusskriterien für die Studiengruppe war, zusätzlich zu den oben genannten, eine durchgeführte Helmtherapie mit einer oder mehreren dokumentierten Nachbehandlungen. Patienten, die lediglich einmalig zur Anpassung eines Helms oder ähnlichem gekommen sind, wurden von der Studie ausgeschlossen.

Die Helmtherapie wurde wie folgt durchgeführt. Zunächst wurde den Eltern empfohlen den Helm für 3 Monate 20-22 Stunden am Tag auf dem Kopf zu belassen. Im Anschluss daran wurde die Tragedauer des Helms auf die Schlafenszeiten reduziert. Tagsüber, wenn die Kinder wach sind, durften Sie den Helm ablegen und während der Schlafenszeit sollte dieser wieder angelegt werden. Bei Fieber sollte die Helmtherapie gestoppt werden, um ein zu starkes Schwitzen unter dem Helm zu vermeiden. Nach weiteren 2-3 Monaten soll auch das nächtliche Tragen beendet werden, sodass die Kinder auf eine Gesamttragedauer des Helms von bis zu 6 Monaten kommen. In der Regel hatten die Kinder einen Helm, der im Laufe der Therapie jedoch ausgebessert wurde, da er an den wachsenden Schädel angepasst werden musste. In Ausnahmefällen war eine Ausbesserung nicht ausreichend, sodass die Kinder einen neuen, zweiten Helm angefertigt bekommen haben.

4.1.2 Studiengruppe ohne Helmtherapie (Kontrollgruppe)

In der Kontrollgruppe wurden insgesamt 53 Kinder (16 weiblich, 37 männlich) untersucht. Die Einschlusskriterien waren die gleichen wie bei der Studiengruppe, jedoch erhielten diese Kinder keine Helmtherapie. Sie wurden konservativ mittels Physio- und/oder Lagerungstherapie behandelt. Auch diese erhielten mindestens eine oder mehrere Nachbehandlungen.

4.2 Messmethoden

Zunächst wurde der Kopfumfang bestimmt. Dieser wurde mittels eines Maßbandes vermessen. Das Maßband wurde an der breitesten Ausdehnung des Kopfes, ausgehend von der Stirn, dann knapp über den Ohren vorbei und bis an den Hinterkopf angelegt (Hutkrempe). Die Werte wurden anschließend mit den Perzentilenkurven für Kopfumfang des Robert Koch - Instituts verglichen und anschließend wurde die Perzentile bestimmt.

Als Parameter zur Bestimmung eines lagerungsbedingten Plagiozephalus und zur Verlaufskontrolle verwendeten wir die Cranial Vault Asymmetry (CVA), diese entspricht der Diagonalendifferenz Δ . Sie eignet sich gut, um die Veränderung während der Therapie objektivierbar zu machen. Zum Messen der Diagonalen wurde ein Kephalometer verwendet. Die CVA bestimmt man durch die Differenz zwischen der größeren und der kleineren Schädeldiagonale oder den Betrag der Differenz:

$$\text{Diagonale A} - \text{Diagonale B} = |\text{CVA}|$$

Laut Moss, S.D. [70] gilt ein CVA von $\leq 3\text{mm}$ als physiologisch, ein CVA zwischen $> 3\text{mm}$ und $\leq 12\text{ mm}$ als leichter bis moderater Plagiozephalus und ein CVA von $>12\text{ mm}$ als schwerer Plagiozephalus.

Hieraus lässt sich der Cranial Vault Asymmetry Index (CVAI) berechnen.

Beim CVAI werden die Diagonalen in einem definierten Winkel von 30° zur Median-Sagittalebene gemessen [32]. Anschließend bildet man die Differenz der Diagonalen, teilt diese durch die längere Diagonale und multipliziert dies mit 100 Prozent:

$$\text{CVAI} = \frac{\text{Diagonale A} - \text{Diagonale B}}{\text{Diagonale A}} \times 100 \text{ Prozent}$$

Es ergibt sich nun ein Wert in Prozent, der die CVA zusätzlich noch mit der Größe des jeweiligen Kopfes in Relation setzt. Kinder mit einer hohen CVA und einem kleineren Kopf, also einer kleineren Diagonalenlänge, haben einen höheren CVAI als Kinder mit einem großen Kopf und der gleichen CVA.

Ein physiologischer CVAI entspricht hierbei einem Wert $< 3,5$ Prozent [31].

4.3 Retrospektive Datenerhebung

Anhand der Arztbriefe der insgesamt 133 Kinder wurden die für die Analyse notwendigen Daten herausgearbeitet und in Microsoft Excel für Mac 2011 tabellarisch festgehalten. Die Arztbriefe wurden mithilfe der Kliniksoftware für die elektronischen Patientendaten SAP eingesehen. Die Arztbriefe wurden ohne Beeinflussung durch die Studie ausgefüllt.

Sofern diese dokumentiert waren, wurden folgende Parameter in die Excel-Tabelle übernommen:

- Alter
- Geschlecht
- Geburtsdatum
- Alter bei Erstvorstellung
- Nebendiagnosen
- Seite des Plagiozephalus
- Für die Erstuntersuchung und Folgeuntersuchungen:
 - Datum des Untersuchungstermins
 - Kopfumfang
 - Längsdurchmesser des Schädels
 - Querdurchmesser des Schädels
 - CI (Cephalic/Cranial Index)
 - Schädeldiagonale A (rechts frontal-links okzipital)
 - Schädeldiagonale B (links frontal-rechts okzipital)
 - Diagonalendifferenz delta
 - CVAI (Cranial Vault Asymmetry Index)
 - Grad des Plagiozephalus
 - Öffnung der Fontanelle in cm^2
- Beginn der Helmtherapie
- Alter zu Beginn der Helmtherapie
- Ende der Helmtherapie
- Physiotherapie
- Lagerungstherapie
- Veränderung der Differenz der Diagonalen vorher/nachher

Die Daten wurden anschließend in das Statistikprogramm Statistical Package of the Social Sciences (SPSS) Version 24.0 für Mac integriert und mit Hilfe des Programms ausgewertet. Die aufgeführten Tabellen wurden entweder mithilfe von Microsoft Excel für Mac 2011 oder mit SPSS Version 24.0 für Mac erstellt.

Bei der Auswertung wurde ich von den Statistikern der Technischen Universität München im Rahmen eines regelmäßigen, statistischen Kolloquiums unterstützt. Hier können Studierende der Technischen Universität München Fragen rund um das Programm SPSS und die Auswertung der Doktorarbeit stellen. Man erhält eine Anleitung, um selbstständig mit dem Programm zu arbeiten. Es erfolgt keine Übernahme der statistischen Auswertung, diese ist vom Studenten ausdrücklich selbst zu leisten.

4.4 Statistische Tests

Zunächst wurden die Patienten in „Helmträger“ und „Nicht-Helmträger“ unterteilt und die Ergebnisse dieser beiden Gruppen miteinander verglichen. Zum Aufzeigen relativer und absoluter Häufigkeiten als auch zur Berechnung von Minima, Maxima und des Mittelwertes wurden die Funktionen „deskriptive Statistik“ und „Häufigkeiten“ des Programms SPSS verwendet.

Für den Vergleich der Mittelwerte des CVA, den Unterschied des CVAI und den Kopfumfang wurde ein t-Test mit unabhängigen Stichproben durchgeführt. Die notwendige Normalverteilung für diesen Test wurde vorher nachgewiesen. Der t-Test stellt die Mittelwerte zweier Gruppen in Relation und gibt Aufschluss über den Unterschied zwischen zwei Gruppen. Sollte das Signifikanzniveau p kleiner 0,05 liegen, so ist die Nullhypothese abzulehnen und ein signifikanter Mittelwertunterschied zwischen den beiden verglichenen Gruppen ist anzunehmen.

Der ideale Therapiebeginn wurde ebenfalls mittels t-Test ermittelt. Hierzu wurden die Helmträger in Alterscluster von ≤ 6 Monate und > 6 Monate zu Therapiebeginn aufgeteilt. Es wurde überprüft bei welcher der beiden Gruppen sich die CVA unter Helmtherapie besser entwickelt.

Sämtliche patientenbezogenen Daten wurden nach Auswertung dieser irreversibel pseudonymisiert.

5 Ergebnisse

5.1 Deskriptive Daten

Im Zeitraum von Januar 2008 bis März 2016 wurden aus 312 Kindern mit der Diagnose eines lagerungsbedingten Plagiozephalus insgesamt 133 Kinder, die die bereits aufgeführten Voraussetzungen erfüllten, für unsere Studie ausgewählt.

80 Kinder erhielten eine Helmtherapie, 53 Kindern wurde eine konservative Behandlung mittels Physio- und Lagerungstherapie zuteil.

5.2 Werte bei der Erstuntersuchung im Überblick

Zunächst wurden die beiden Gruppen mit ihren Werten bei der Erstuntersuchung gegenübergestellt. Sie unterschieden sich kaum im Hinblick auf Ihr Alter, den Kopfumfang, den Cranial Index und die Argenta Klassifikation ($p > 0,05$). Das Alter der Kinder bei Erstvorstellung wurde in Monaten angegeben. Die jüngsten Patienten waren zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung 2 Monate alt, der älteste Patient war 18 Monate alt. Der 18 Monate alte Patient wurde allerdings nicht mehr mittels Helmtherapie behandelt. Das älteste Kind in der Studiengruppe war zum Zeitpunkt des Therapiebeginns 11 Monate alt. Das Durchschnittsalter aller 133 Kinder betrug 5,47 Monate. Die Kinder mit Helm waren mit 5,54 Monate im Mittel etwas älter als die Kinder ohne Helm mit 5,38 Monaten ($p = 0,68$). Der Kopfumfang beträgt in der Patientengruppe im Mittel 43,43 cm und in der Kontrollgruppe 43,24 cm, mit einem p von 0,7. Der CI ist in beiden Gruppen im Mittel 0,93 % und damit exakt gleich ($p = 0,99$). Betrachtet man die CVA und den CVAI, so zeigt sich, dass die Kinder in der Helmgruppe zu Beginn der Therapie signifikant höhere Werte aufwiesen als die Kontrollgruppe.

	Studiengruppe		Kontrollgruppe		P-Wert
	Mittelwert	Standardabw.	Mittelwert	Standardabw.	
Alter (Monate)	5,54	1,77	5,38	2,44	0,68
Kopfumfang (cm)	43,43	1,82	43,24	2,22	0,7
CI (%)	0,93	0,08	0,93	0,09	0,99
CVA (cm)	1,79	0,37	1,41	0,21	<0,01
CVAI (%)	13,56	3,26	11,03	1,81	<0,01
Argenta	3,04	0,75	2,74	0,95	0,085

Tabelle 1: Werte bei der Erstuntersuchung

5.2.1 Geschlechterverteilung

Während des Beobachtungszeitraums waren 31 Kinder weiblich und 102 Kinder männlich. Mit 76,7 Prozent sind die männlichen Patienten damit deutlich überrepräsentiert.

	Häufigkeit	Prozent
weiblich	31	23,3
männlich	102	67,7
Gesamt	133	100

Tabelle 2: Geschlechtsverteilung aller Kinder (absolut und in Prozent)

Betrachtet man die Studiengruppe und die Kontrollgruppe für sich, so fällt auf, dass vor allem die Kinder in der Studiengruppe deutlich häufiger männliche Patienten sind. Die männlichen Patienten benötigten – im Vergleich zu den weiblichen – mit einem Verhältnis von 65 zu 15 (m:w) deutlich häufiger eine Helmtherapie. In Relation dazu betrug das Verhältnis unter den konservativ behandelten Patienten lediglich 37 zu 16 (m:w). Was dies prozentual bedeutet, erkennt man in dem unten aufgeführten Balkendiagramm.

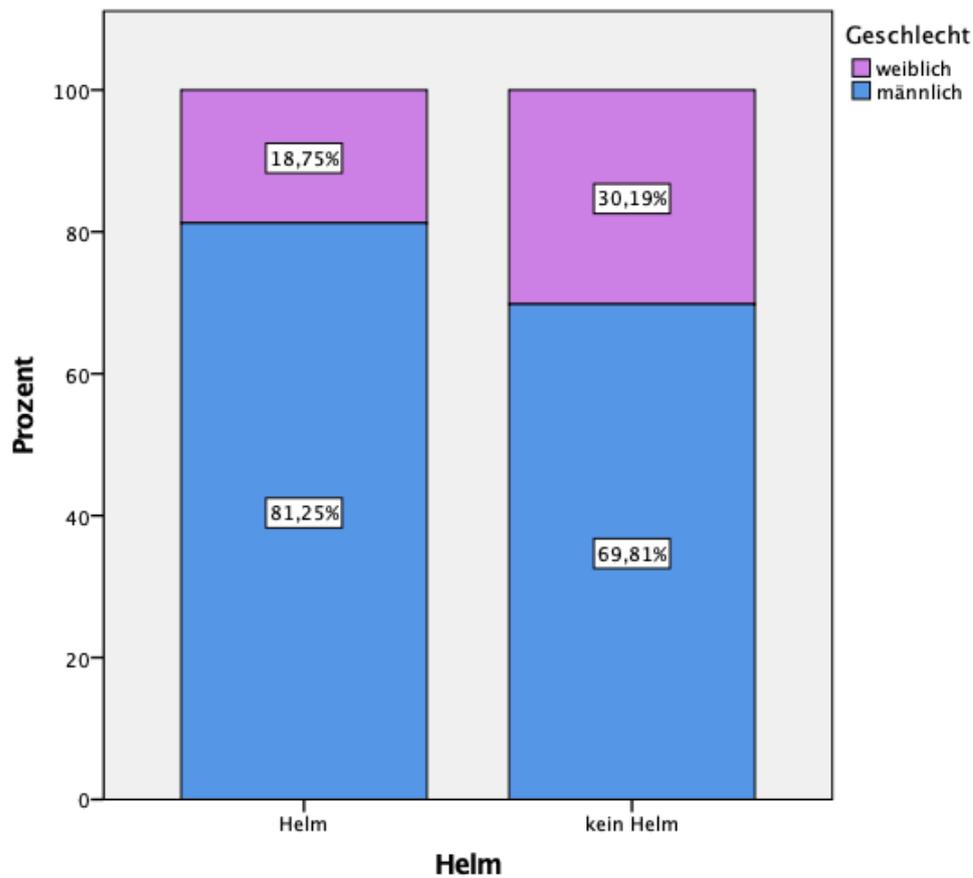


Abbildung 5: Geschlechtsverteilung Kinder mit und ohne Helmtherapie

5.2.2 Seitenverteilung des Plagiozephalus

Die Seitenverteilung ist in unserer Stichprobe gleichmäßig verteilt. Von den 133 Kindern wurde bei 115 Kindern eine Seite bestimmt. Die 115 Kinder verteilten sich auf 66 Kinder aus der Studiengruppe und 49 Kinder aus der Kontrollgruppe.

Nimmt man alle Kinder zusammen, so hatten 48,7 % der Kinder einen rechts okzipitalen Plagiozephalus und 51,3 % einen links okzipitalen Plagiozephalus.

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	rechts okzipital	56	42,1
	links okzipital	59	44,4
	Gesamt	115	86,5
Fehlend		18	13,5
Gesamt		133	100

Tabelle 3: Seitenverteilung des Plagiozephalus

Teilt man die Kinder wieder in Helmträger und konservativ behandelte Kinder auf, so erkennt man ebenfalls eine ausgewogene Verteilung. Unter den Helmträgern sind beide Seiten fast gleich häufig, unter den konservativ behandelten Kindern gibt es etwas häufiger einen linksseitigen Plagiozephalus.

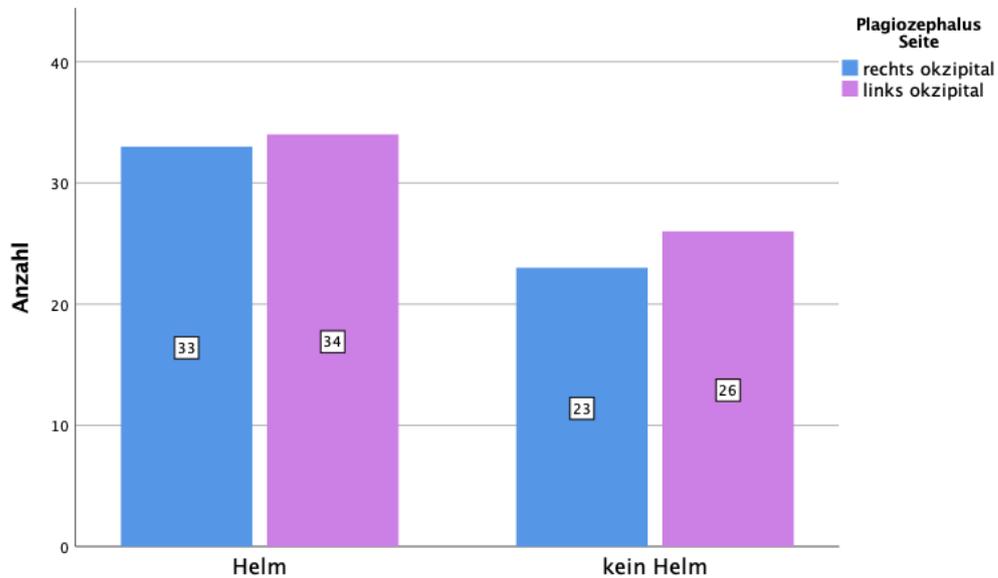


Abbildung 6: Seitenverteilung des Plagiozephalus mit und ohne Helmtherapie

5.2.3 Argentaklassifikation der Kinder bei Behandlungsbeginn

Bei 20 Kindern waren die Angaben, hinsichtlich eines entsprechenden Ohrvorschubes oder einer Gesichtsasymmetrie, nicht ausreichend dokumentiert, um diese zu klassifizieren, daher enthält diese Stichprobe insgesamt nur 113 Kinder. Mit über 45 % wurde am häufigsten ein Plagiozephalus Grad 3 diagnostiziert (51 von 113 Kindern).

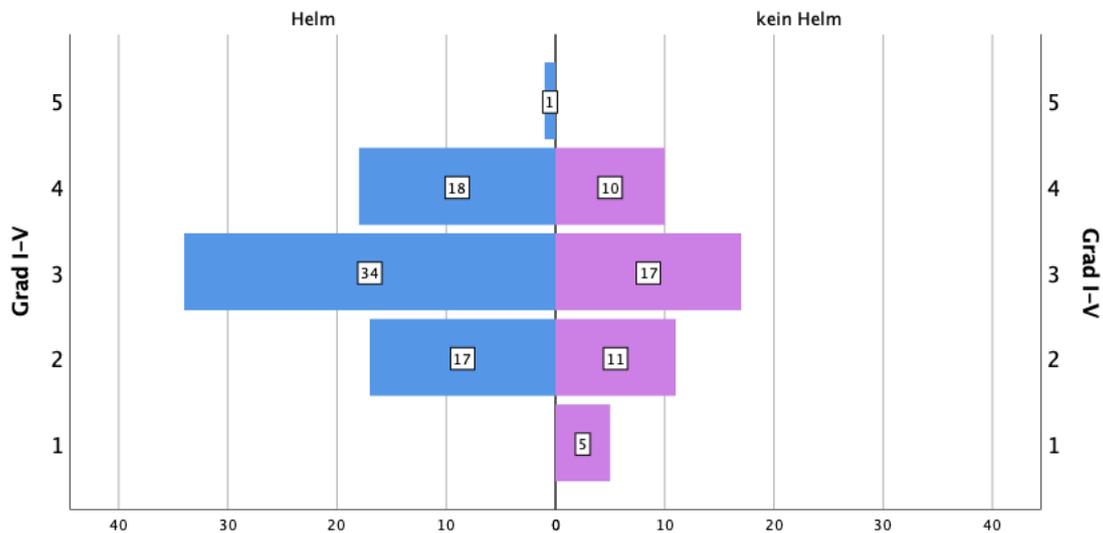


Abbildung 7: Einteilung nach Argentaklassifikation

Betrachtet man die Mittelwerte, so wurde die Studiengruppe im Mittel mit 3,04 klassifiziert. Die Kontrollgruppe hingegen wurde mit 2,74 eingeteilt. Bei einem p-Wert von 0,085 ist die Nullhypothese nicht abzulehnen, sodass kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden kann.

5.2.4 Nebendiagnosen

52 von 133 Kindern hatten eine der unten aufgeführten Nebendiagnosen, die im Rahmen der Behandlung des Plagiozephalus angegeben oder festgestellt wurde. Unter den Nebendiagnosen kam mit 14,3 % ein Brachycephalus und mit 18 % eine Torticollis muscularis gehäuft vor.

Nebendiagnosen	Häufigkeit	Prozent
Brachycephalus	19	14,3
musk. Schiefhals	24	18
glanduläre Hypospadie	1	0,8
Kephalhämatom	1	0,8
KISS-Syndrom	1	0,8
Hüftdysplasie	1	0,8
peripartale Klavikulafraktur	1	0,8
Innenohrschwerhörigkeit	2	1,5

Neurodermitis	1	0,8
Dünnarmvolvulus	1	0,8
Gesamt	52	39,1
keine Nebendiagnose	81	60,9
Gesamt	133	100

Tabelle 4: Nebendiagnosen Patienten- und Kontrollgruppe

5.2.5 Durchschnittliche Tragedauer des Helms

Alle Eltern erhielten eine Therapieanweisung wie bereits im Methodenteil aufgeführt. Bei manchen Kindern wurde der Helm jedoch verweigert und die Tragedauer etwas früher abgebrochen, bei anderen wurde der Helm einfach so lange getragen, bis das Kind herausgewachsen war oder es wurde gar ein neuer Helm angefertigt, da die Tragezeit bspw. durch Fieber o.ä. unterbrochen werden musste.

Im Mittel ging diese Therapie 6,5 Monate lang, wobei die kürzeste Therapiedauer bei einem Monat und die längste bei 18 Monaten lag. Bei einer Tragedauer von mehr als 7 Monaten muss in der Regel der Helm angepasst oder gar ein neuer Helm angefertigt worden sein. Eine Tragedauer von mehr als 15 Monaten erschien uns sehr unwahrscheinlich. Bei den 4 Kindern muss in der Regel ein neuer Helm angefertigt worden sein. Höchstwahrscheinlich kam es zu einer Therapiepause oder die Eltern haben kurzzeitig den behandelnden Arzt gewechselt. Eine Pause der Tragezeit wurde jedoch nicht dokumentiert, daher haben wir die Kinder auch dementsprechend mit der langen Tragezeit eingeschlossen. Dennoch ist unter der Tabelle mit der durchschnittlichen Tragedauer noch eine Tabelle mit der durchschnittlichen Tragedauer ohne die Ausreißer aufgeführt und in dieser Tabelle haben die Kinder eine mittlere Tragedauer von 5,9475 Monaten.

	Anzahl	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung
Tragedauer des Helms	80	1	18	6,4875	3,6768

Tabelle 5: Durchschnittliche Tragedauer des Helms in Monaten

	Anzahl	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung
Tragedauer des Helms	76	1	15	5,9475	2,8793

Tabelle 6: Durchschnittliche Tragedauer des Helms in Monaten, ohne "Ausreiser"

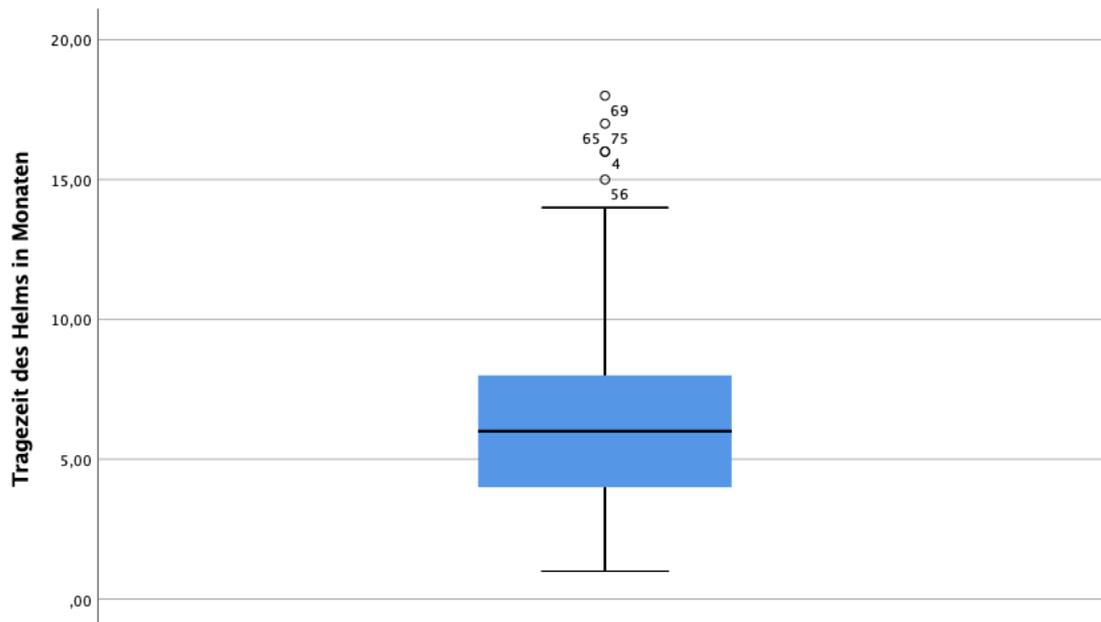


Abbildung 8: Darstellung der Tragedauer des Helms als Boxplot

Betrachtet man die Tragedauer des Helms in einem Boxplot-Diagramm, so stechen vor allem die Ausreißer nach oben ins Auge. Bildet man jedoch den Median der Tragedauer und nicht den Mittelwert, so ist dieser bei 6 Monaten und damit genau bei der empfohlenen Tragedauer.

5.2.6 Durchschnittliche Therapiedauer Lagerungs- und Physiotherapie

Die Kinder der Kontrollgruppe wurden im Mittel etwas kürzer therapiert als die Kinder der Studiengruppe. Sie erhielten im Mittel 5,8 Monate lang Lagerungs- und Physiotherapie. Die Therapiespanne reicht hierbei von 2 Monaten bis zu 20 Monaten.

	Anzahl	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung
Therapiedauer Lagerungs- und Physiotherapie	53	2	20	5,7925	3,521
Gültige Werte (Listenweise)	53				

Tabelle 7: Therapiedauer Lagerungs- und Physiotherapie in Monaten

5.3 Interventionsanalyse (statistische Analyse)

Im Folgenden werden die Veränderungen der Messwerte CVA, CVAI und der Kopfumfang zwischen der Studiengruppe und der Kontrollgruppe verglichen.

Anschließend wurde die Studiengruppe noch in 2 Alterscluster unterteilt und hinsichtlich ihres Behandlungserfolges verglichen.

5.3.1 Studiengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe: CVA

Hier sind zunächst die Mittelwerte der Diagonalendifferenz zu Beginn der Therapie in einem Boxplot aufgeführt. Die Kinder der Studiengruppe hatten im Mittel eine Differenz der Diagonalen von 1,79 cm, wobei der niedrigste Wert bei 1,1 cm und der höchste bei 3,0 cm lag.

In der Kontrollgruppe lag die Diagonalendifferenz im Mittel bei 1,41 cm. Das kleinste delta lag ebenfalls bei 1,1 cm, das höchste delta bei 1,9cm. Das Signifikanzniveau p liegt hier bei $p < 0,01$. Damit haben die Kinder der Studiengruppe eine signifikant höhere CVA als die Kinder in der Kontrollgruppe.

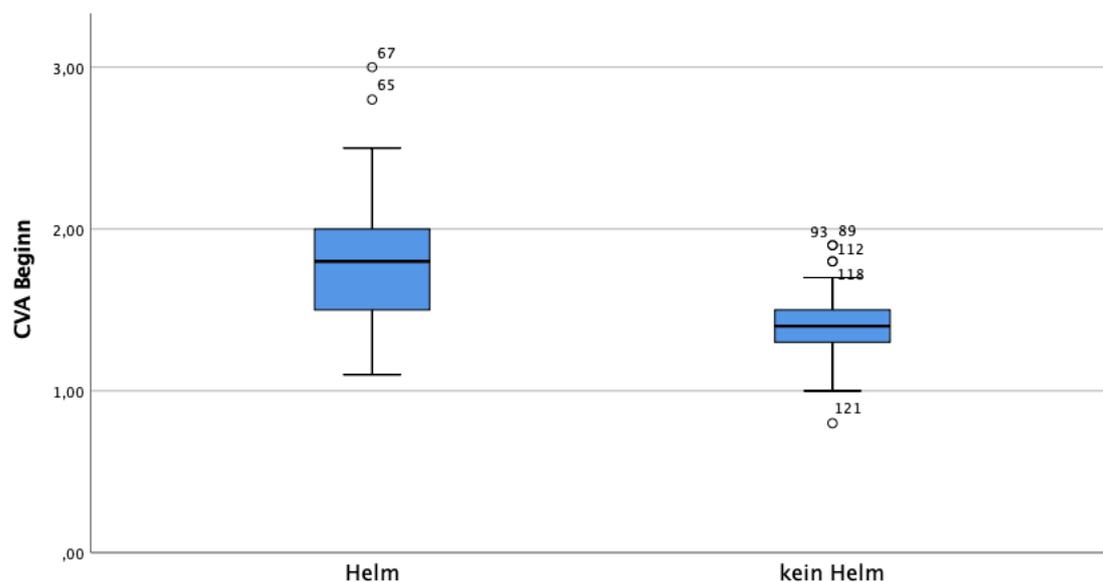


Abbildung 9: CVA in cm zu Beginn Studiengruppe und Kontrollgruppe $p < 0,01$

In dem folgenden Boxplot sind die Mittelwerte zum Ende der jeweiligen Therapie aufgeführt. In der Studiengruppe, also bei den Kindern mit Helm, lag die Differenz der Diagonalen bei Abschluss der Therapie im Mittel bei 0,87 cm. Das beste dokumentierte Ergebnis lag bei 0,3 cm Differenz der Diagonalen, das schlechteste bei 1,8 cm zu Therapieende.

In der Kontrollgruppe lag das delta am Ende der Dokumentation im Mittel bei 0,96 cm, wobei das schlechteste delta bei 1,8 cm und das beste delta ebenfalls bei 0,3 cm lag. Das Signifikanzniveau liegt hier bei p 0,127 und ist damit nicht signifikant. Das bedeutet die beiden Gruppen sind nun nicht mehr signifikant verschieden und die Kinder mit Helm haben sogar eine geringere Asymmetrie.

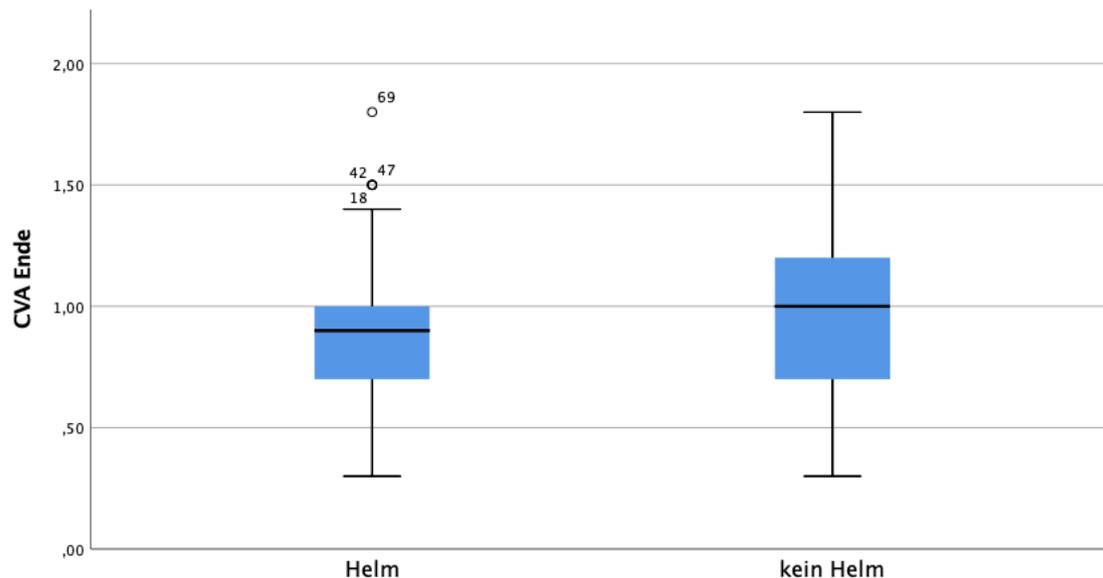


Abbildung 10.: CVA in cm am Ende Studiengruppe und Kontrollgruppe p 0,127

Bildet man nun die Differenz aus den Mittelwerten der CVA zu Beginn und der CVA am Ende, so kann man die Verbesserung der Diagonalendifferenzen abbilden. Zunächst ist dies im Boxplot bildlich dargestellt. Hier erkennt man, dass die Studiengruppe im Mittel ihre CVA um 0,92 cm verringert. Der größte Sprung war eine Verbesserung und damit Verringerung des CVA um 2,2 cm, der kleinste war sogar eine Verschlechterung und damit Vergrößerung der CVA um 0,1cm. In der Kontrollgruppe verbesserten sich die Kinder im Mittel um 0,46 cm, wobei der größte Sprung bei einer Verkleinerung des CVA um 1,2 cm lag und der schlechteste Wert bei der Vergrößerung des CVA um 0,6 cm. Das Signifikanzniveau ist bei p <0,01.

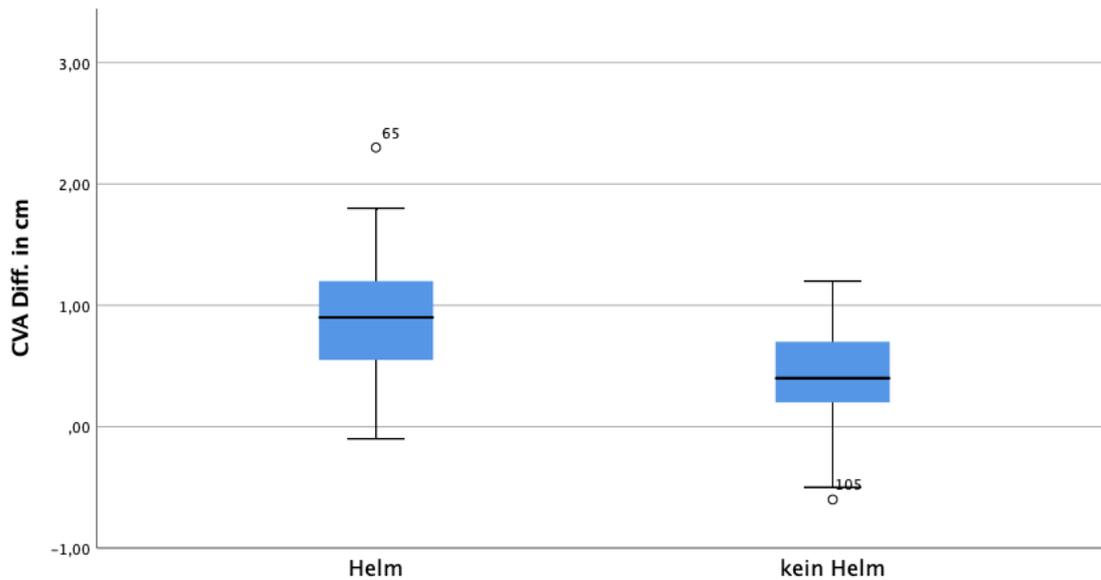


Abbildung 11: Differenz der CVA in cm Studiengruppe und Kontrollgruppe $p < 0,01$

Im t-Test für unabhängige Stichproben erkennt man einen deutlichen Vorteil der Helmtherapie. Hier verändert sich die Diagonalendifferenz der Studiengruppe während des Beobachtungszeitraums im Mittel um 0,92 cm.

Im Vergleich dazu ist das Output der Kontrollgruppe mit 0,46 cm Verbesserung im Mittel deutlich geringer. Geht man von ungleichen Varianzen aus, so ist der t-Test für die Mittelwertgleichheit signifikant mit $p < 0,01$.

Helm	Anzahl	Mittelwert	Std.-Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Helm	80	0,9181	0,44928	0,05023
kein Helm	53	0,4557	0,4064	0,05582

	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
						Untere	Obere
Varianzen gleich	6,034	131	<0,001	0,46246	0,07665	0,31084	0,61409
Varianzen nicht gleich	6,158	118,962	<0,001	0,46246	0,0751	0,31377	0,61116

Tabelle 8: -Test bei unabhängigen Stichproben – Differenz des CVA in cm

Zuletzt haben wir die mittlere Veränderung der CVA noch durch die Anzahl der Monate der Therapiedauer geteilt. So ergibt sich bei einer mittleren Therapiedauer von ca. 6 Monaten eine Verbesserung des CVA bei den Helmträgern von 0,1736 cm/Monat und bei der Kontrollgruppe lediglich von 0,099 cm/Monat. Vergleicht man die beiden Ergebnisse mittels eines t-Tests so zeigt sich das Ergebnis mit einem $p < 0,01$ als signifikant.

Helm	Anzahl	Mittelwert in cm/mon.	Std.-Abweichung
Helm	80	0,1736	0,11373
kein Helm	53	0,0989	0,10682

	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
				Untere	Obere
Varianzen gleich	0,001	0,07467	0,01959	0,03592	0,11342
Varianzen sind nicht gleich	0,001	0,07467	0,01936	0,03631	0,11302

Tabelle 9: t-Test- Veränderung des CVA in cm/Monat Therapie

5.3.2 Studiengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe: CVAI

Bei den Daten zum CVAI sind die Angaben lückenhaft aufgezeichnet worden. In der Studiengruppe hatten wir 57 Kinder, die mit einem CVAI im Mittel von 13,6 % gestartet sind. In der Kontrollgruppe waren es 46 Kinder mit einem CVAI von 11 % im Mittel. Damit wurden bei der anfänglichen CVAI-Messung 30 Kinder nicht erfasst.

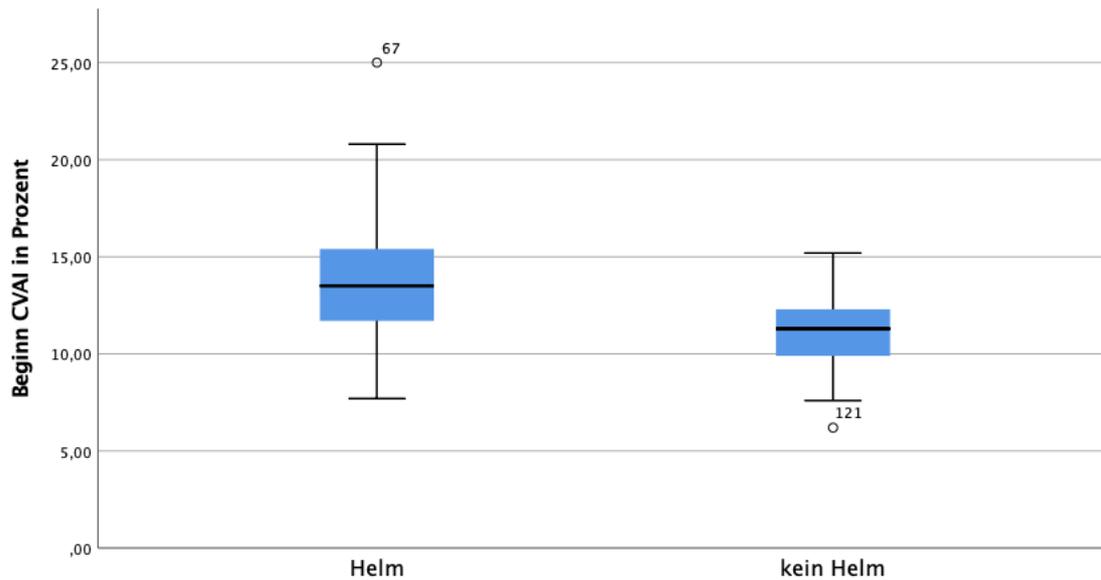


Abbildung 12: CVAI in Prozent zu Beginn

	Helm	Anzahl	Mittelwert	Std.- Abweichung
CVAI Beginn	Helm	57	13,5649	3,25678
	kein Helm	46	11,0352	1,81455

Tabelle 10: Mittelwerte des CVAI in Prozent vor Therapie, $p < 0,01$

Betrachtet man die Ergebnisse der letzten Messung des CVAI, so ist die Zahl der Kinder, deren CVAI noch gemessen wurde, auf 65 gesunken. Die 36 Kinder aus der Studiengruppe hatten hier einen CVAI von 6,3 % im Mittel, die Kinder aus der Kontrollgruppe hatten einen CVAI von 6,4 %. Bei 68 Kindern wurden keine oder nur unzureichende Daten zum Abschluss bei dem CVAI notiert.

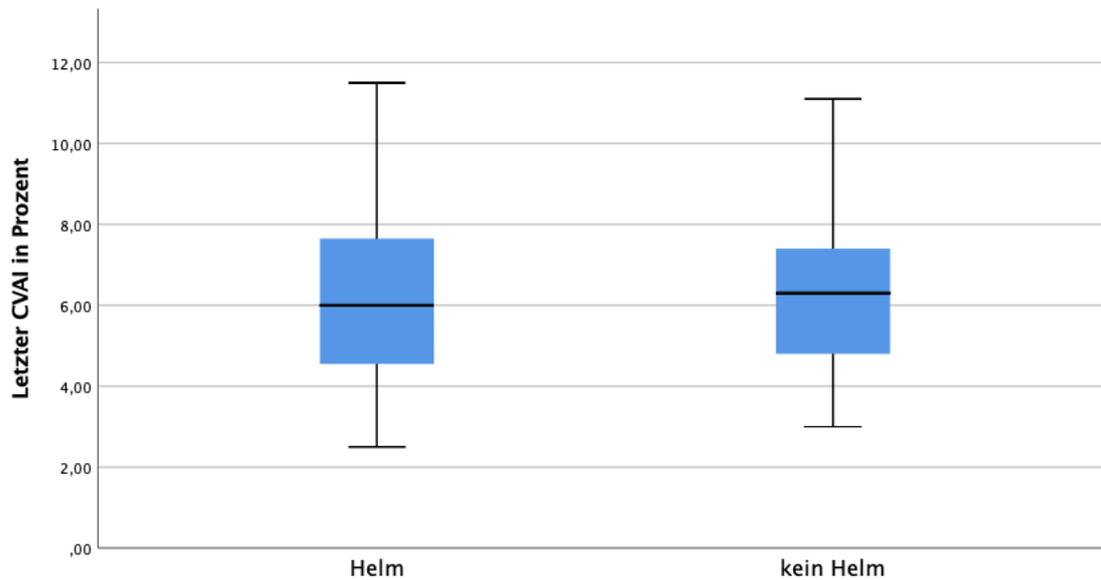


Abbildung 13: CVAI in Prozent am Ende

	Helm	Anzahl	Mittelwert	Std.- Abweichung
CVAI Ende	Helm	36	6,2713	2,3904
	kein Helm	29	6,4013	2,0341

Tabelle 11: Mittelwerte des CVAI nach Therapie $p = 0,812$

Vergleicht man dennoch beide Gruppen in einem t-Test miteinander, so wird deutlich, dass sich der CVAI bei den Kindern aus der Helmgruppe mit 7,6 % (+/- 3,9 %) im Mittel verbessert. Im Vergleich dazu sinkt der Mittelwert des CVAI bei den Kindern in der Kontrollgruppe lediglich um 4,7 % (+/- 2,6 %). Auch trotz der geringen Anzahl an Kindern (insgesamt 65) kann mit $p < 0,01$ und der Annahme unterschiedlicher Varianzen Signifikanz erwartet werden.

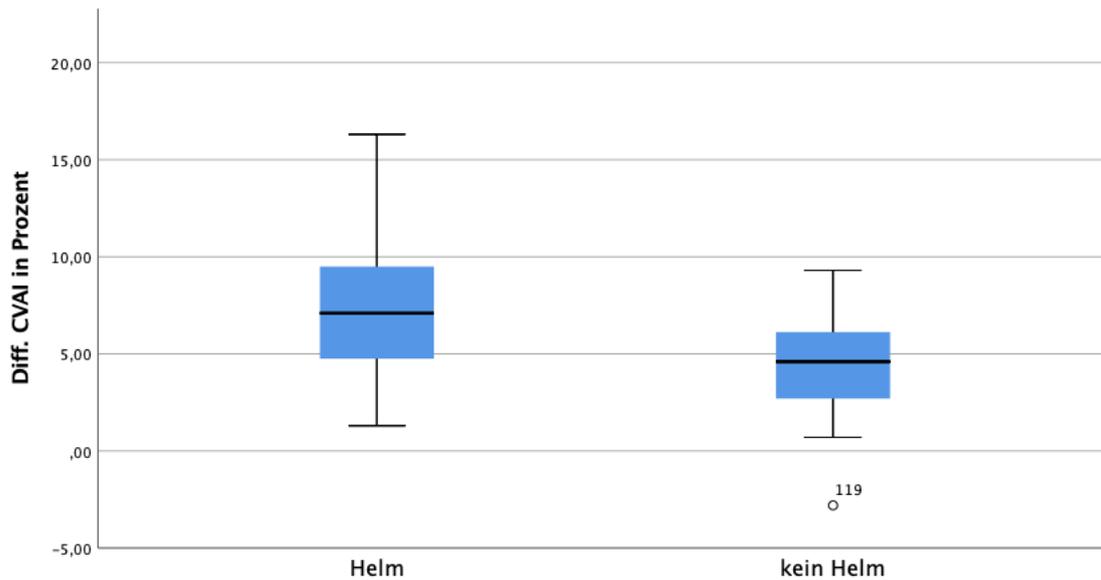


Abbildung 14: Mittelwerte der Differenz (CVAI zu Beginn vs. Ende) des CVAI in Prozent beider Gruppen

	Helm	Anzahl	Mittelwert	Std.- Abweichung
Differenz des CVAI	Helm	36	7,5611	3,89962
	kein Helm	29	4,6593	2,59499

	Sig. (2- seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
				Untere	Obere
Varianzen gleich	<0,001	2,902	0,844	1,215	4,588
Varianzen sind nicht gleich	<0,001	2,902	0,89	1,284	4,521

Tabelle 12: t-Test Differenz des CVAI in Prozent mit $p < 0,01$

5.3.3 Studiengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe: Kopfumfang

Die Kopfumfänge wurden, wie bereits beschrieben, anhand der Perzentilenkurven des Robert Koch-Instituts eingeteilt. Bei 70 Kindern wurde ein Kopfumfang gemessen und anhand der Perzentilenkurven kategorisiert. Vor Beginn der Therapie bewegten sich sowohl die Interventions-, als auch die Kontrollgruppe auf der 48 %-Perzentile. Nach Abschluss der Therapie haben beide Gruppen einen Perzentilensprung gemacht und

bewegen sich nun auf der 42 %-Perzentile. Ein signifikanter Unterschied beim Rückgang der Perzentile zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe ist allerdings nicht erkennbar (p von 0,928).

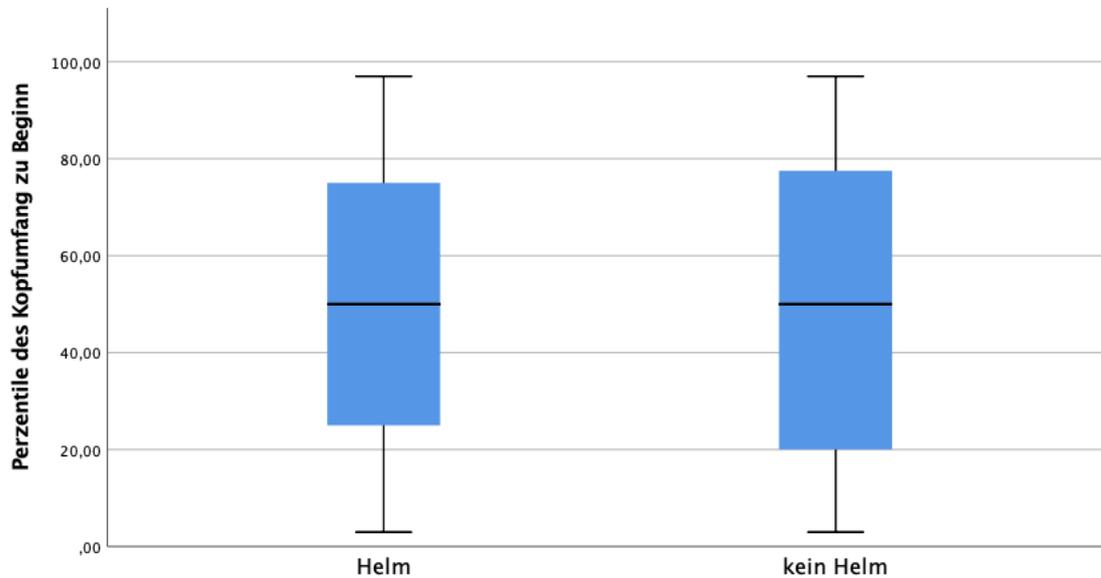


Abbildung 15: Mittelwert der Perzentile (in Prozent) des Kopfumfangs zu Beginn

	Helm	Anzahl	Mittelwert	Std.- Abweichun g
Kopfumfang zu Beginn	Helm	23	48,3913	30,6130
	kein Helm	19	47,4737	33,6491

Tabelle 13: Mittelwerte der Perzentile (in Prozent) des Kopfumfangs zu Beginn p 0,928

	Helm	Anzahl	Mittelwert	Std.- Abweichung
Kopfumfang am Ende	Helm	23	41,261	31,4342
	kein Helm	19	42,789	35,2681

Tabelle 14: Mittelwerte der Perzentile (in Prozent) des Kopfumfangs nach Therapie p 0,884

Vergleicht man in einem t-Test den mittleren Rückgang auf der Perzentilenkurve in Prozent, so erkennt man einen Unterschied beim Rückgang der Perzentile. Der Kopfumfang der Kinder in der Helmgruppe sinkt um ca. 2,5 Prozent mehr als bei den Kindern ohne Helmtherapie. Dieser Unterschied ist mit einem p von 0,56 jedoch nicht signifikant.

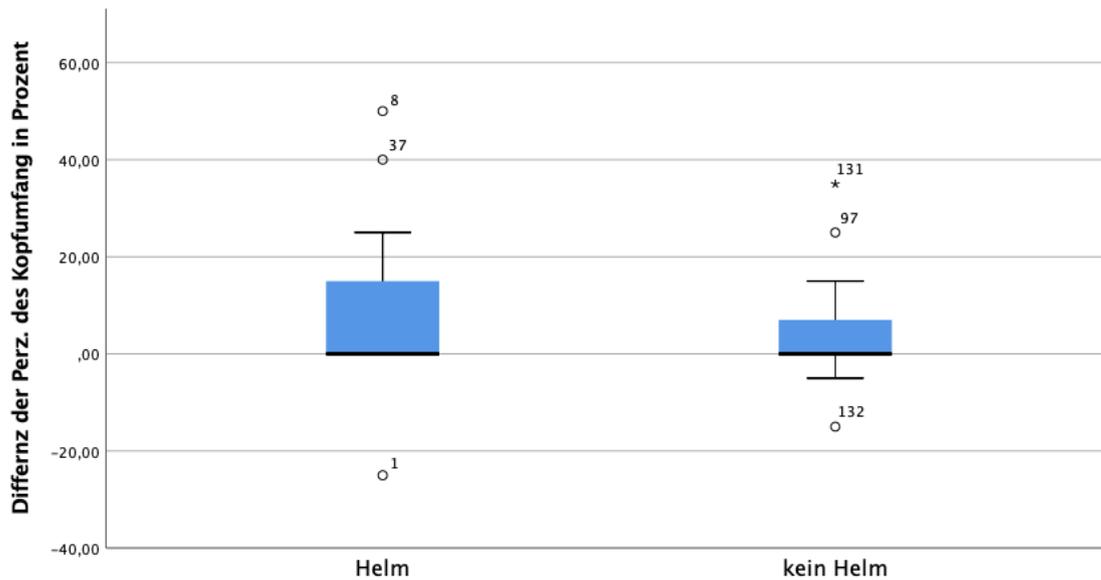


Abbildung 16: Differenz der Mittelwerte der Perzentile (in Prozent) des Kopfumfangs in Prozent

	Helm	Anzahl	Mittelwert	Std.- Abweichung
Differenz des Kopfumfangs	Helm	23	7,1304	15,6505
	kein Helm	19	4,6842	11,1955

	Sig. (2- seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
				Untere	Obere
Varianzen gleich	0,571	2,4462	4,2858	-6,2158	11,1082
Varianzen sind nicht gleich	0,559	2,4462	4,1529	-5,9518	10,8443

Tabelle 15: t-Test bei unabhängigen Stichproben Differenz der Kopfumfänge in Prozent

5.3.4 CVA: Vergleich in den Altersclustern ≤ 6 Monate und > 6 Monate

Zunächst lohnt sich ein Blick auf die anfänglichen CVA. Vor der Therapie hatten die Kinder, die jünger oder exakt 6 Monate alt waren, einen etwas höheren CVA. Die Diagonalendifferenz dieser 66 Kinder war im Vergleich zu den 14 älteren Kindern im Mittel um knapp 0,2 cm höher ($p = 0,047$).

	Alter in Mon.	Anzahl	Mittelwert	Std.-Abweichung
CVA zu Beginn	</=6	66	1,8235	0,37326
	>6	14	1,6357	0,28718

Tabelle 16: Mittelwerte CVA (in cm) zu Beginn der Therapie aufgeteilt in 2 Alterscluster p 0,047

Schaut man sich nun den CVA der beiden Alterscluster nach Therapie an, so sind die Kinder, die jünger oder genau 6 Monate alt sind, nun 0,2 cm besser als die Kinder, die erst später therapiert wurden ($p = 0,049$).

	Alter in Mon.	Anzahl	Mittelwert	Std.-Abweichung
CVA am Ende	</=6	66	0,8379	0,2934
	>6	14	1,0357	0,32251

Tabelle 17: Mittelwerte CVA (in cm) am Ende der Therapie aufgeteilt in 2 Alterscluster p 0,049

Vergleicht man nun die Veränderung der CVA der beiden Alterscluster in einem t-Test, so sieht man, dass die Diagonalendifferenz der Kinder, die in einem Alter von unter 7 Monaten mit der Helmtherapie anfangen, im Mittel deutlich besser wird, als die der Kinder, die später mit der Helmtherapie begannen. In Zahlen bedeutet dies, dass sich die Differenz der Diagonalen bei den jüngeren Kindern um 0,97 cm ($\pm 0,48$ cm) verbessert hat. Die Verbesserung des CVA bei den Kindern, die nach dem 6. Lebensmonat mit der Therapie begonnen haben, beläuft sich auf 0,59 cm ($\pm 0,33$ cm). Vergleicht man diese Mittelwerte in einem t-Test, so ist der Unterschied signifikant mit einem $p < 0,01$.

	Alter in Mon.	Anzahl	Mittelwert	Std.-Abweichung
CVA Differenz	</=6	66	0,9856	0,44357
	>6	14	0,60	0,33282

	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
				Untere	Obere
Varianzen gleich	0,006	0,379	0,135	0,11	0,649

Varianzen sind nicht gleich	0,001	0,379	0,107	0,16	0,599
-----------------------------	--------------	-------	-------	------	-------

Tabelle 18: t-Test für die mittlere Veränderung des CVA (in cm), je nach Alterscluster für Kinder ≤ 6 Monate und Kinder > 6 Monate $p < 0,01$

Prüft man die beiden Veränderungen in einem t-Test für Mittelwertgleichheit, so kann bei der Veränderung der CVA je nach Alterscluster mit einem $p < 0,01$ Signifikanz angenommen werden.

Der Boxplot zeigt nochmal deutlich den Unterschied zwischen den mittleren Veränderungen des jeweiligen Altersclusters.

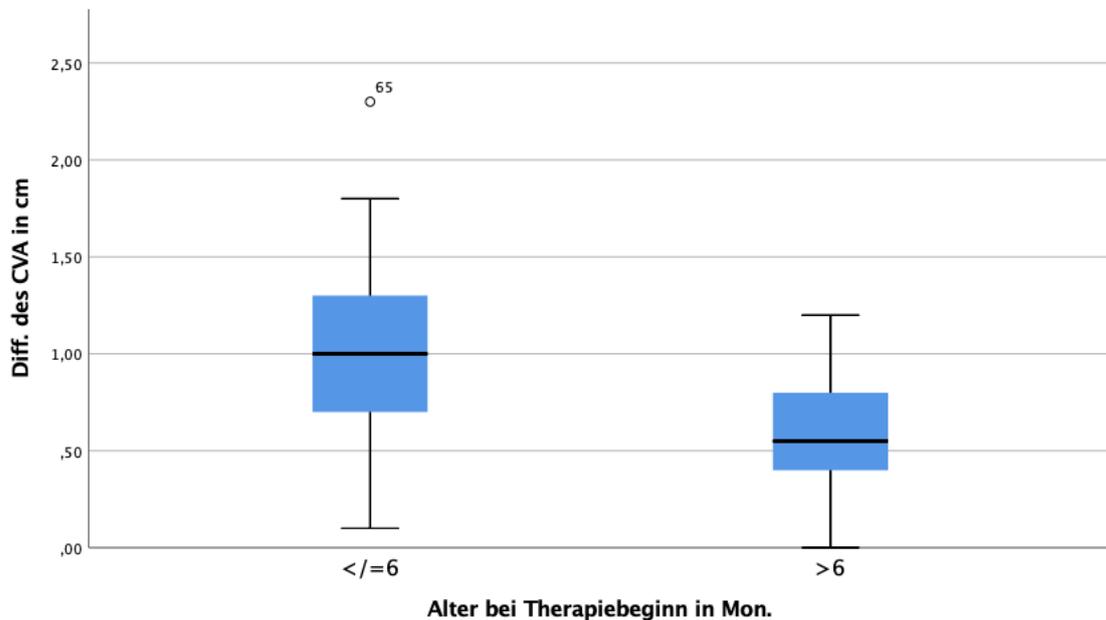


Abbildung 17: Veränderung/Verbesserung der CVA in cm (Differenz aus den Werten zu Beginn und am Ende der Therapie), je nach Alterscluster

6 Diskussion

6.1 Analyse der allgemeinen deskriptiven Daten

Zunächst analysierten wir die Geschlechterverteilung beim Krankheitsbild des Plagiozephalus. Hier zeigte sich ein deutliches Übergewicht an männlichen Patienten. Ähnlich wie in der Literatur beschrieben [7] sind ca. zwei Drittel unserer Patienten männlich (67,7%). Die deutlich höhere Prävalenz unter den männlichen Säuglingen ist zu erklären durch das schnellere Wachstum des Kopfes und den daraus resultierenden größeren Kopfumfang bei den Buben [1, 71].

Bezüglich der analysierten Nebendiagnosen der Patienten zeigt sich eine Häufung mit Kindern, die zusätzlich einen Brachycephalus (14,3 %) oder einen muskulären Schiefhals (18 %) aufweisen.

Die Häufung bei Kindern mit einem muskulären Schiefhals lässt sich mit der Aktivität des Musculus sternocleidomastoideus in Einklang bringen. Es wird angenommen, dass es durch das Geburtstrauma zu einer Einblutung in den Musculus sternocleidomastoideus kommt. Dadurch entsteht eine Verdickung des Muskels, welche mit der Zeit vernarbt. Diese Vernarbung führt zur Verkürzung der entsprechenden Seite, was zu einer Neigung des Kopfes zur betroffenen Seite und zu einer Drehung des Kopfes zur nicht betroffenen Seite führt [72]. Leung et al. konnten in einer Studie zeigen, dass eine Asymmetrie in der Aktivität der Musculus sternocleidomastoidei ebenfalls zu einer Asymmetrie in der Form des Kopfes führt [73]. Die anderen Nebendiagnosen sind lediglich der Vollständigkeit aufgeführt. Bei einem Vorkommen in der Kohorte von maximal zwei Fällen kann man von keiner statistischen Häufung sprechen.

Ferner haben wir die Kinder noch hinsichtlich der Seite, auf der sie den Plagiozephalus präsentieren, verglichen. Hier zeigte sich ein sehr ausgewogenes Verhältnis. Sowohl die Kinder der Studiengruppe als auch die der Kontrollgruppe zeigten etwas häufiger einen linksseitigen Plagiozephalus. Die Gruppen sind allerdings beinahe ausgeglichen und nicht signifikant voneinander verschieden. In der Literatur ist das Verhältnis nicht immer so ausgeglichen, die Seite spielt jedoch auch keine sonderliche Rolle [74].

Zuletzt wurde noch die Tragedauer des Helmes innerhalb der Studiengruppe gemessen. Berechnet man den Mittelwert, so kommt man auf 6,5 Monate Tragedauer. Geplant

waren 6 Monate Tragedauer. Die 6 Monate Tragedauer werden durch den Median abgebildet. Ein paar wenige Patienten haben den Helm jedoch länger getragen, was den Mittelwert diesbezüglich verschiebt. Wie es bei einigen Kindern zu einer Tragedauer von mehr als 12 Monaten gekommen ist können wir uns lediglich mit einer Fehldokumentation oder eines zwischenzeitlichen Arztwechsels erklären. Tragezeiten über das doppelte der empfohlenen Tragedauer haben wir sicher nicht unterstützt. Es kann sein, dass die Eltern sich in der Zwischenzeit bei einem anderen Kollegen vorgestellt haben oder das schlicht ein Dokumentationsfehler vorliegt. An dieser Stelle sei nochmal betont, dass wir in der Regel eine Tragezeit von insgesamt 6 Monaten empfehlen. Die ersten 3 Monate sollen die Patienten den Helm 23h/Tag tragen und die letzten 3 Monate nur noch zur Nacht. Die Literatur ist sich in puncto der empfohlenen Dauer der Helmtherapie nicht ganz einig. So raten Kluba et al. zu einer Therapie zwischen 14-18 Wochen, abhängig von dem Alter der Kinder zu Beginn der Therapie [51]. Kunz et al. empfehlen in Ihrer Studie eine Therapiedauer von 24-32 Wochen [75]. Andere gehen sogar weiter und sprechen die Empfehlung aus, den Helm so lange zu tragen, bis das gewünschte kosmetische Ergebnis erreicht wurde [76-78]. In diesem Fall muss man entweder die Größe des Helmes anpassen oder gar einen komplett neuen Helm herstellen.

6.1.1 Analyse der deskriptiven Daten bei der Erstuntersuchung

Bei der Erstuntersuchung befanden sich die Patienten in der Kontrollgruppe und in der Interventionsgruppe in etwa im gleichen Alter. Sie waren bei den Helmträgern im Mittel 5,54 Monate alt und 5,38 Monate bei den konservativ therapierten Kindern. Der Altersunterschied ist nicht signifikant. Der Therapiestart deckt sich damit auch mit dem, der in der Literatur empfohlen wird. Im Mittel sollten die Kinder vor dem 6. Lebensmonat therapiert werden [79].

Hinsichtlich des Kopfumfanges waren sich die beiden Gruppen ebenfalls ähnlich. Beide hatten zu Beginn einen Kopfumfang von im Mittel 43,3 cm (Helmträger: 43,43 cm und Kontrollgruppe: 43,24 cm). Auch dieser Unterschied ist nicht signifikant. Beim CI erreichten die zwei Gruppen genau den gleichen Wert. Beide lagen bei 93 %.

Diesbezüglich sind die Gruppen nicht signifikant verschieden. Die Normalwerte eines Kinderkopfes bewegen sich bei einem CI zwischen 75-91% [5]. Aufgrund der „Back to sleep“-Kampagne stieg der Cranial-Index und damit die Tendenz zur Kurzköpfigkeit (Brachycephalus) stetig an. Dies wird durch die zunehmende Schlafposition auf dem

Rücken erklärt. Graham et al. konnten zeigen, dass Kinder die auf dem Bauch schlafen im Mittel einen CI von 80% aufwiesen, während die Kinder die auf dem Rücken schlafen im Mittel einen CI von 84 % hatten [71]. Auch bei Hummel et al. hatten die Kinder die in Rückenlage schlafen mit 86-88% im Mittel einen deutlich höheren CI als die Kinder die in der Bauchlage geschlafen haben (76-81%) [80].

Als nächstes betrachten wir die Cranial Vault Asymmetry und deren Index, also unserem CVA und CVAI. Hier zeigten die beiden Gruppen signifikante Unterschiede. Die Kinder der Studiengruppe hatten eine deutlich höher CVA und damit auch CVAI (1,79 cm CVA im Mittel in der Studiengruppe versus 1,41 cm CVA in der Kontrollgruppe). Wir erklären uns dies durch die Tendenz bei einer höheren CVA zu einem Helm als Therapiemethode zu tendieren. Schließlich ist dies auch die Empfehlung in der Literatur – je höher der CVA, desto eher sollte eine Helmtherapie forciert werden [81, 82].

Zuletzt haben wir die beiden Gruppen noch hinsichtlich ihrer Argenta-Klassifikation verglichen [24]. Hier zeigte sich mit einem p von 0,085 kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Im Schnitt wurden die Kinder mit Stufe III klassifiziert, also zeigten sie bereits eine Stirnvorwölbung auf der entsprechenden Seite. Da eines unserer Einschlusskriterien ein CVA von min. 1,1 cm war verwundert auch die durchschnittlich recht hohe Klassifikation nicht.

6.2 Analyse der interventionellen Statistik

6.2.1 Einfluss der Helmtherapie auf die Studiengruppe

Entgegen anderen Studien haben wir in unserer Studie bewusst als Einschlusskriterien eine minimale Diagonalendifferenz von 1,1 cm gewählt. Im Mittel hatten die Kinder der Studiengruppe einen CVA von 1,79 cm und die Kinder der Kontrollgruppe von 1,41 cm. Damit haben wir in unserer retrospektiven Studie lediglich Kinder mit einem moderaten bis schweren Plagiozephalus eingeschlossen [70, 85]. Die Kinder in unserer Patientengruppe, also diejenigen, die mit einer Helmtherapie behandelt wurden, konnten ihre CVA deutlich verbessern. Im Schnitt reduzierten sie diese um 0,92 cm. Auch den CVAI konnten die Helmträger um 7,6 % verbessern. Betrachtet man die Veränderung pro Monat, so konnten die Kinder mit Helmtherapie im Mittel die CVA um 0,1736 cm/Monat verbessern. Damit

konnten wir einen Nutzen der Helmtherapie bei Kindern mit einem moderaten bis schweren Plagiozephalus zeigen.

Der Nutzen einer Helmtherapie bei Kindern mit einem lagerungsbedingten Plagiozephalus in anderen Studien ebenfalls gezeigt werden. Kluba et al. verglichen bspw. den Effekt der Helmtherapie im Vergleich zu Kindern, die keine Helmtherapie erhielten und konnten hierbei einen Vorteil zeigen [51]. In der Gruppe mit der Helmtherapie hatten Kluba et al. 62 Kinder, die unter der Helmtherapie ihre CVAI, innerhalb des Beobachtungszeitraums von 1 Jahr, um 9,2 Prozentpunkte verbessern konnten. Die 66 Kinder aus der Vergleichsgruppe von Kluba et al. konnte ihren CVAI lediglich um 2,7 Prozentpunkte verbessern [51]. Andere Forschungsgruppen, wie die von Dörhage et al. oder Graham et al. konnten ebenfalls einen Effekt der Helmtherapie zeigen und außerdem statistisch belegen, dass ein früherer Start der Therapie zu einem besseren klinischen Output führt [71, 83]. Bei Graham et al. konnten die Kinder, die den früheren Beginn der Helmtherapie hatten (4,8 Monate) ihre CVA um 65 Prozentpunkte verbessern, während die Kinder mit dem späteren Therapiestart (6,6 Monate) diese lediglich um 51 Prozentpunkte verbessern konnten.

Studien, die die Helmtherapie mit alternativen Therapien vergleichen, sind rar. Es gibt eine Studie aus dem Jahr 2020, die die Physiotherapie mit der Helmtherapie vergleicht. Allerdings konnte in dieser Studie kein Vorteil einer der beiden Therapien gegenüber der anderen gezeigt werden [84]. In der Studie wurden Kinder mit einem ODDI (oblique diameter difference index) im Mittel von 107% beim Interventionsarm und 109% beim Kontrollarm untersucht. Die Kinder hatten damit überwiegend einen mäßig ausgeprägten Plagiozephalus. In diesem Cluster zeigte sich kein Vorteil der Helmtherapie gegenüber der Lagerungs-/ Physiotherapie. Die Schwäche der Studie ist der Ausschluss von Kindern mit einem schweren Plagiozephalus.

6.2.2 Einfluss der Physiotherapie und Lagerungstherapie auf die Kontrollgruppe

In unserer retrospektiven Studie konnten wir einen Effekt der Lagerungs- und Physiotherapie aufzeigen. So konnten die Kinder in unserer Kontrollgruppe ihre CVA im Mittel um 0,46 cm verbessern. Auch den CVAI konnten sie um 4,7 % im Vergleich zum Beginn der Therapie verbessern. Vergleicht man die Verbesserung der

Kontrollgruppe bspw. mit den Kindern aus der Studie von Kluba et al., so konnten die Kinder in unserer Studie im Mittel ihre CVAI von 11 Prozentpunkten um 4,7 Prozentpunkte verbessern. Die Kinder bei Kluba et al. die keinerlei Therapie erhalten hatten konnten die CVAI lediglich um 2,7 Prozentpunkte verbessern (von 9,3 % auf 6,6 %) [51]. Vergleicht man die Verbesserung prozentual, so konnte unsere Kontrollgruppe ihren CVAI um 43 % reduzieren, während die Kinder bei Kluba et al. ohne Therapie diesen lediglich um 29 % reduzieren konnten. Ein Schwachpunkt bei der Kontrolle der Physiotherapie ist, dass man zwar weiß, dass die Kinder Physiotherapie durchführen, allerdings hat man keinen Überblick wie oft und von welcher Qualität diese ist. Auch mangelt es bei der Lagerungstherapie an kontrollierten Bedingungen. So verlassen sich die meisten Studien, so auch unsere, lediglich auf das Feedback der Eltern als alleinige Kontrollinstanz [44, 84, 86]

Die Effektivität von Physiotherapie und von der Lagerungstherapie konnte in mehreren klinischen Studien nachgewiesen werden [45, 79].

Dabei ist die Lagerungstherapie ähnlich gut wie die Physiotherapie, im Hinblick auf die Empfehlung der AAP tendiert man zur Vermeidung eines SIDS allerdings eher zur Physiotherapie und kontrollierten Lagerungstherapie während der Wachphase des Säuglings, der sogenannten „tummy-time“ [11, 40]. Bis in das Jahr 2005 war die Qualität der Studien bezüglich der Lagerungs- und Physiotherapie jedoch nur überschaubar gut. In einer Metaanalyse von Bialocerkowski et al. wurde der Großteil der Studien eher von geringer Qualität gesehen [44]. Aktuellere Studien belegen jedoch ebenfalls einen Nutzen der Physiotherapie und manche gehen sogar so weit, diesen über den einer Helmtherapie zu stellen [84].

6.2.3 Vergleich zwischen der Studiengruppe und der Kontrollgruppe hinsichtlich der Veränderung des Kopfumfangs, der CVA, der CVA/Monat und des CVAI.

Zunächst konzentrieren wir uns auf die Unterschiede bezüglich des Kopfumfangs. Unsere Studiengruppe hatte zu Beginn ein mittleres Perzentil von 48,4 %, während die Kontrollgruppe im Mittel auf einem Perzentil von 47,5 % lag. Mit einem p von 0,928 waren die beiden Gruppen ziemlich gleich verschieden. Nach der jeweiligen Intervention sind die beiden Gruppen auf der Perzentile gesunken. Die Helmträger waren bei 42,3% im Mittel und die Kinder in der Vergleichsgruppe bei 42,8%. Mit einem p von 0,884 sind auch diese beiden Gruppen nicht signifikant verschieden. Im

Mittel sinkt die Studiengruppe um 7,1% auf der Perzentile und die der Kontrollgruppe um 4,7%. Aufgrund der geringen Zahl von Kindern, die hinsichtlich des Kopfumfanges kontrolliert wurden (insgesamt nur 42), ist auch dieser Unterschied in der Änderung des Kopfumfanges mit einem p von 0,56 nicht signifikant. In der Literatur ist der Kopfumfang ein umstrittenes Thema. In manchen Veröffentlichungen kann keine Signifikanz bezüglich der Änderung des Kopfumfanges nachgewiesen werden [74, 87]. Andere Studien berichten von einer signifikanten Zunahme des Kopfumfanges bei den Helmträgern [88]. Insgesamt ist die Datenlage bezüglich der Veränderung des Kopfumfanges recht knapp. In den meisten Studien liegt der Fokus auf der Veränderung der Cranial Vault Asymmetry (CVA) – so auch in unserer Studie.

Zu Beginn der Untersuchung waren die beiden Gruppen hinsichtlich ihrer CVA signifikant voneinander verschieden. Die Helmträger starten mit einer durchschnittlichen CVA von 1,79 cm, die Kinder in der Kontrollgruppe hatten einen Mittelwert von 1,41 cm. Nach der jeweiligen Intervention konnten alle Kinder ihre CVA deutlich verbessern. Die Studiengruppe lag im Mittel bei einer CVA von 0,87 cm und die Kontrollgruppe bei 0,96 cm. Damit waren die beiden Gruppen zum Ende der Untersuchung nicht mehr signifikant verschieden. Wie in vielen anderen Studien konnten wir also eine Verbesserung der CVA, sowohl unter der Helmtherapie als auch unter der Physio- und Lagerungstherapie zeigen [25, 41, 45, 89, 90]. Interessanter wird es beim Blick auf die jeweilige Effektivität der entsprechenden Therapie. Hier gibt es in der Literatur divergierende Meinungen. Die meisten Studien verglichen ebenfalls den Nutzen der Helmtherapie im Vergleich zu weniger invasiven Möglichkeiten – wie Physiotherapie oder Lagerungstherapie. Auch diese konnten eine schnelle Verbesserung der CVA unter Helmtherapie zeigen. Allerdings zum großen Teil, ohne einen Grenzwert zu nennen, bei dem man mit der Kranioorthese als Therapie beginnen sollte [55, 76]. In anderen Studien, in denen ein Grenzwert genannt wurde, konnte man keinen Vorteil der Helmtherapie gegenüber der Physiotherapie herausarbeiten. Allerdings wurden in dieser Studie die Kinder mit einem schweren Plagiozephalus ausgeschlossen [84]. Daher haben wir bei unserer retrospektiven Studie lediglich Kinder eingeschlossen, die einen entsprechenden Grenzwert überschritten haben. Als Wert haben wir hier eine CVA von 1,1 cm oder mehr gewählt (Kinder mit einem leichten Plagiozephalus wurden also ausgeschlossen). Wir konnten letztlich zeigen, dass die Kinder unter Helmtherapie im Mittel ihre Diagonalendifferenz um 0,92 cm verbessern konnten, während die Kinder der Kontrollgruppe ihre CVA lediglich um 0,46 cm verbessern konnten. Vergleicht man

die beiden Werte mittels eines t-Tests, so zeigt sich, dass die Studiengruppe eine signifikant größere Verbesserung erzielen konnten als die Kontrollgruppe ($p < 0,05$). Auch hinsichtlich des Faktors Zeit verbesserte die Studiengruppe ihre CVA signifikant schneller als die Kontrollgruppe. Die Studiengruppe konnte ihre CVA um 0,176 cm/Mon. verbessern im Vergleich zur Kontrollgruppe, die ihre CVA lediglich um 0,099 cm/Mon. verbessern konnten ($p < 0,05$). Damit konnten wir einen messbaren und objektivierbaren Wert finden, bei dem eine Helmtherapie der Physio- und Lagerungstherapie überlegen ist, nämlich ab einer Diagonalendifferenz von $> 1,1$ cm.

Betrachtet man die Verbesserungen hinsichtlich des CVAI so konnten wir ähnliches beobachten. Zu Beginn der Studie sind ebenfalls beide Gruppen hinsichtlich ihres CVAI verschieden. Die Studiengruppe hat im Mittel eine CVAI von 13,6%, die Kontrollgruppe ein CVAI von 11 %. Nach der jeweiligen Intervention konnten beide ihren CVAI verbessern. Die Kinder der Studiengruppe hatten am Ende ein CVAI von 6,3% und die der Kontrollgruppe von 6,4%. Damit waren sie nicht mehr signifikant voneinander verschieden.

Eine prospektive Studie von Kluba et al. konnte ebenfalls zeigen, dass Kinder mit einem schlechteren Start-CVAI unter Helmtherapie ein besseres Ergebnis erreichen können als Kinder, die mit einem besseren Start-CVAI beginnen und mittels Physiotherapie behandelt werden [51].

Die mittlere Verbesserung der Studiengruppe lag bei 7,6 % und die der Kontrollgruppe bei 4,7 %. Vergleicht man diese Werte mittels t-Test, so ist die Verbesserung des CVAI unter den Helmträgern signifikant besser als in der Kontrollgruppe.

Zusammenfassend konnten wir also zeigen, dass Kinder, die zum Anfang eine signifikant schlechtere Diagonalendifferenz hatten, mittels Helmtherapie nach Intervention nicht mehr signifikant verschieden waren zu den Kindern, die eine Lagerungs- und Physiotherapie erhalten haben. Im Mittel war die Verbesserung (also die Differenz zwischen CVA Beginn und der CVA am Ende) nicht nur signifikant größer, sondern die Studiengruppe konnte auch innerhalb eines Therapiemonats eine schnellere Verbesserung des Schiefkopfes erreichen. Damit konnten wir eine Näherung für einen Grenzwert der CVA erarbeiten, ab dem eine Helmtherapie der Lagerungs- und Physiotherapie überlegen ist.

6.2.4 Vergleich der CVA innerhalb der Alterscluster >6 Monate (Gruppe 1) und ≤ 6 Monate (Gruppe 2) bei Therapiebeginn

Als nächsten Punkt haben wir versucht retrospektiv den besten Moment für den Beginn mit der Helmtherapie zu eruieren. Wir haben die Kinder in 2 Gruppen aufgeteilt. In der ersten Gruppe waren die Kinder, die bei Therapiebeginn jünger oder gleich 6 Monate alt waren und in der 2. Gruppe die Kinder, die älter als 6 Monate alt waren. In der Literatur konnte bereits gezeigt werden, dass ein früherer Beginn mit der Helmtherapie auch zu einer schnelleren Veränderung der CVA führt [71, 91, 92]. Bezüglich des idealen Alters zum Beginn der Therapie ist man sich jedoch nicht einig. Viele empfehlen einen Beginn um den 6. Lebensmonat [81]. Auch wir konnten zeigen, dass ein Beginn im Alter von 6 Monaten oder jünger Vorteile hat. So hatten die Kinder der Gruppe 1 zu Beginn eine CVA von 1,64 cm und die Kinder der Gruppe 2 eine CVA von 1,82 cm. Nach der Helmtherapie konnten die Kinder, die später mit der Therapie begonnen haben, also Kinder der Gruppe 2, ihre CVA lediglich auf 1,04 cm verbessern. Die Kinder der Gruppe 1 hingegen konnten ihre CVA um fast einen Zentimeter auf 0,84 cm verbessern. Vergleicht man die mittlere Verbesserung der beiden Gruppen mittels t-Test, so stellt sich heraus, dass die Kinder der Gruppe 1 eine signifikant größere Reduktion ihres CVA erreichen konnten. Dieses Ergebnis legt nahe, dass ein früherer Start der Helmtherapie zu einem besseren Ergebnis führen kann. Der Start sollte hierbei spätestens im 6. Lebensmonat liegen. Dies deckt sich auch mit der prospektiven Arbeit aus dem von Haunerschen Kinderspital, in der ebenfalls der 6. Monat als Startpunkt einer Helmtherapie gewählt wurde [69].

6.3 Schwächen der Arbeit

Die Hauptkritik an der Studie ist sicherlich der retrospektive Charakter. Nachteil aller retrospektiven Studien ist, dass man aus bereits erfassten Werten nachträglich ein Studienprotokoll anlegt und etwas untersuchen möchte. Damit kommt es häufig vor, dass Daten, die man nachuntersuchen möchte, primär gar nicht erfasst wurden. Dies lässt die nachuntersuchte Gruppe im Hinblick auf manche Teilaspekte oft ziemlich zusammenschrumpfen. So ist unsere Gesamtpatientenanzahl mit 133 Patienten nicht einmal so gering. Teilt man diese Patienten dann jedoch in kleinere Gruppen oder erfasst Werte, die nicht bei allen Patienten dokumentiert wurden, so wird die

Gesamtzahl der Kinder, die man vergleicht, oft sehr gering und so fällt die Power der Studienergebnisse.

Ein weiterer Kritikpunkt ist bereits angesprochen worden. Weder die Studiengruppe noch die Kontrollgruppe kann objektiv hinsichtlich der Durchführung der Therapie überprüft werden. Letztlich verlässt man sich auf die Aussage der Eltern hinsichtlich der Tragedauer des Helmes und bezüglich der physiotherapeutischen Maßnahmen und der Lagerungstherapie. Einen Überblick, wie oft die jeweilige Maßnahme durchgeführt wurde, fehlt nicht nur in dieser Studie, sondern beinahe in allen Studien, die die beiden Therapien miteinander verglichen haben.

Ein letzter Kritikpunkt betrifft die Startpunkte der beiden Gruppen. So waren die Gruppen zu Beginn signifikant voneinander verschieden und am Ende nicht mehr signifikant verschieden. Um eine Intervention zu überprüfen, wäre es wichtiger, dass die beiden Gruppen, die man vergleicht, zu Beginn nicht voneinander verschieden wären. Man sollte möglichst ähnliche Gruppen miteinander vergleichen und am Ende sollten die jeweiligen Gruppen signifikant verschieden sein und nicht andersherum. Dennoch ist es gerade bei Kindern als Studienpatienten schwierig, prospektive Studien durchzuführen. Man braucht Argumente, um entsprechende Studien einzuleiten, damit man ein positives Ethikvotum erhält. Genau hierbei sehen wir den Zugewinn unserer Studie, die es ermöglichen soll, eine prospektive Studie zu starten, um einen Nutzen der Helmtherapie ab einer gewissen CVA nachzuweisen.

6.4 Ausblick

Bei Kindern, die zu Beginn der Therapie eine Diagonalendifferenz von 1,1 cm oder mehr hatten, konnten wir einen Vorteil der Helmtherapie gegenüber der Lagerungs- und Physiotherapie zeigen. Die Studiengruppe konnten ihre CVA gesamt um 0,92 cm verbessern, während die Kontrollgruppe diese lediglich um 0,46 cm verbessern konnte ($p < 0,01$). Rechnet man die Veränderung der CVA je Therapiemonat um, so konnten wir eine Verbesserung bei der Studiengruppe um 0,1736 cm/Monat zeigen, während die Kontrollgruppe sich lediglich um 0,099 cm/Monat verbessern konnte. Damit ist die Verbesserung der CVA/Monat in der Studiengruppe signifikant besser ($p < 0,001$). Trotz der Tatsache, dass es die Helmtherapie nun mittlerweile bereits seit über 20 Jahren gibt, wird diese immer noch kontrovers diskutiert. Ein Punkt, der in fast allen Studien zu kurz kommt, sind die psychosozialen Folgen, die für Säuglinge oder

Kleinkinder in den Momenten entstehen, während der Helm getragen wird. Interessant wäre es, dies bspw. mit sozialen Ausgrenzungen oder einem etwaigen Minderwertigkeitsgefühl aufgrund eines ausgeprägten Schiefkopfes als Kind/Jugendlicher zu korrelieren.

Ferner ist es wichtig, prospektiv kontrollierte und im Verlauf prospektiv randomisierte Studien durchzuführen. Ein nächster Schritt wäre etwa eine prospektiv kontrollierte Studie zu starten, um den Vorteil der Helmtherapie ab einer gewissen CVA nachzuweisen. So könnte man Eltern das Mitspracherecht lassen, welche Therapiemöglichkeit diese wünschen. Als mittlere CVA könnte man bspw. einen Wert von 1,5 cm (+/- 0,3 cm) als Start-CVA bestimmen. Nun müssten die Eltern mittels Tagebuches oder moderner einer App auf dem Mobiltelefon den Behandlungsverlauf dokumentieren. Man könnte alle 6 Wochen abfragen, wie häufig die Physio-/Lagerungstherapie durchgeführt wurde und wie viele Stunden der Helm getragen wurde. Nach 6 Monaten könnte man die Nachkontrollen abschließen und ein erstes Fazit ziehen. Eine andere Möglichkeit wäre ein Register für Kinder mit lagerungsbedingtem Plagiozephalus anzulegen und die Patienten mithilfe von Fragebögen und standardisierten Untersuchungen zu erfassen. Der Vorteil wäre, dass man alle Patienten einschließen könnte – unabhängig von der CVA. Man müsste die Kinder mit einem standardisierten Behandlungsschema behandeln und könnte auch Langzeituntersuchungen durchführen. So wäre es möglich, dass man einen großen Datenpool mit standardisierten Werten (CVA, CVAI, Kopfumfang, Therapiedauer etc.) erheben und diesen anschließend auswerten kann. Das Register könnte man durchaus auch an verschiedenen Zentren führen und so nach mehreren Jahren einen sehr großen Datenpool generieren.

Äußerst interessant ist auch die Hypothese von Giuseppe Ginalli, die er im April 2021 im Rahmen des Europäischen Kongresses der Kinderneurochirurgen in Athen aufgestellt hat. Sollte sich wissenschaftlich nachweisen lassen, dass eine Asymmetrie des Schädels (negative) Auswirkungen auf den ipsilateralen Sinus transversus haben und so der Hirndruck steigen kann, hätte dies fundamentale Änderungen in der Indikationsstellung zur Behandlung des lagerungsbedingten Plagiozephalie zur Folge. Man müsste bei diesen Patienten dann zwingend eine Therapieempfehlung abgeben und es scheint nur schwer vorstellbar, dass die Krankenkasse die Kostenübernahme für eine Helmtherapie dann noch ablehnen könnte.

Trotz der zahlreichen Forschungsarbeiten zum Gebiet des lagerungsbedingten Plagiozephalus gibt es also durchaus noch Möglichkeiten, die Therapie zu konkretisieren und vor allem zu objektivieren.

7 Zusammenfassung

7.1 Einleitung

Unter den Schädeldeformitäten ist der Plagiozephalus eine der häufigsten Entitäten. Der lagerungsbedingte Plagiozephalus ist dabei die häufigste Ursache für die Entstehung eines Plagiozephalus [1]. Der Auslöser des lagerungsbedingten Plagiozephalus ist noch nicht vollständig geklärt. Allerdings gibt es zahlreiche Risikofaktoren, wie das männliche Geschlecht, intrauterine Zwangslagen (etwa bei Zwillingen), die Lagerung auf dem Rücken und ein muskulärer Schiefhals [68]. Insbesondere die im Rahmen des plötzlichen Kindstods gestartete Kampagne „Safe to sleep“, bei der empfohlen wird die Kinder auf dem Rücken zu lagern, führte Anfang der 1990er Jahre zu einem sprunghaften Anstieg des Krankheitsbildes [20].

Die gängigste Klassifikation des lagerungsbedingten Plagiozephalus ist die nach Argenta. Abhängig von der Asymmetrie des Kopfes erfolgt die Einteilung. Die Klassifikation erstreckt sich von einer milden Form mit einer Asymmetrie des Hinterkopfes (Grad I) bis zu einer Gesichtsasymmetrie mit einem vertikalen Wachstum des Kopfes (Grad 5) [24]. Um die fehlende Symmetrie zu objektivieren, gibt es unterschiedliche Messmethoden. Am häufigsten wird hierbei die Cranial Vault Asymmetry (CVA) berechnet. Diese ergibt sich aus der Differenz der beiden Schädeldiagonalen, die man bspw. mittels Kraniometer bestimmen kann. Anhand von der CVA kann man auch eine Einteilung hinsichtlich des Schweregrades des lagerungsbedingten Plagiozephalus vornehmen. So spricht man ab einer CVA von 0,5-0,9 cm von einer milden Asymmetrie, bei einer CVA von 1-1,4 cm von einer moderaten Asymmetrie und ab einer CVA von 1,5 cm von einer schweren Asymmetrie [69]. Weitere Messgrößen sind der Cranial Vault Asymmetry Index und der Cephalic Index, welcher jedoch eher zur Bestimmung eines Brachycephalus genutzt wird [32]. In der Behandlung des lagerungsbedingten Plagiozephalus gibt es verschiedene Ansätze. Zunächst sollten prophylaktische Maßnahmen ergriffen werden. So wäre es von Vorteil, die Tendenz zur Asymmetrie des Kopfes bereits im Rahmen der Vorsorgeuntersuchungen zu erkennen und gegebenenfalls die Eltern bereits darauf hinzuweisen, das Kind bspw. mithilfe eines Mobiles zur abwechselnden Lagerung des Kopfes zu motivieren. Manifestiert sich die Plagiozephalie dennoch, so müssen weitere

Therapiemaßnahmen eingeleitet werden. Diese reichen von der Lagerung des Kopfes mittels spezieller Kissen, der Anwendung von Physiotherapie oder Osteopathie bis hin zur Verordnung einer Kranioorthese, also einer Helmtherapie [39, 44, 51]. Ein nicht therapierter lagerungsbedingter Plagiozephalus kann zu einem verminderten Selbstwertgefühl oder gar zu einer Entwicklungsverzögerung führen [58, 65]. Ziele dieser Arbeit waren anhand einer retrospektiven Analyse herauszufinden, ob Kinder ab einer gewissen CVA einen Vorteil von der Helmtherapie haben, im Vergleich zu Kindern, die mittels Physio- und Lagerungstherapie behandelt wurden. Das zweite Ziel war es, einen Vorteil einer früheren Einleitung der Helmtherapie bei Kindern mit einem mäßigen bis schweren Plagiozephalus aufzuzeigen.

7.2 Material und Methoden

Im Rahmen der kraniospinalen Sprechstunde im Zeitraum von Januar 2008 bis März 2016 haben wir insgesamt 312 Patientenakten durchgesehen und 133 Patienten mit einer CVA von > 1 cm herausgesucht. Die Patienten wurden in 2 Gruppen aufgeteilt. Die eine Gruppe, 80 Patienten, waren die Kinder, die eine Helmtherapie zur Behandlung ihres Plagiozephalus erhalten haben. Die Kontrollgruppe bildeten 53 Kinder, die eine Lagerungs- und Physiotherapie erhalten haben. Aus den Patientenakten wurden die Daten (CVA, CVAI, CI; Kopfumfang und die deskriptiven Daten), die im Rahmen der Nachbehandlungen erhoben wurden, in einer Excel Tabelle gesammelt. Anschließend werteten wir die Daten mit Hilfe des Statistical Package Social Sciences (SPSS) aus. Die Kinder wurden hinsichtlich der deskriptiven Statistik durch Berechnung der Minima, Maxima und des Mittelwertes verglichen. Für den Vergleich der Mittelwerte wurden t-Tests mit unabhängigen Stichproben durchgeführt. Die Normalverteilung für die Durchführung eines t-Tests lag vor. Als Signifikanzniveau wählten wir ein p kleiner als 0,05.

7.3 Ergebnisse

Die erste Phase der Auswertung bezog sich auf die deskriptiven Daten. Hier zeigten sich deutlich mehr männliche (102) als weibliche (31) Kinder. Dabei waren die männlichen Kinder in der Gruppe der Helmträger noch deutlicher überrepräsentiert

(m:65, w: 15). Zum Zeitpunkt des Therapiebeginns waren alle Kinder im Mittel 5,54 Monate alt. Das mittlere Alter der Kinder der Studiengruppe war hierbei nicht signifikant verschieden ($p = 0,68$) zum Alter der Kontrollgruppe. Bezüglich der Klassifikation zu Beginn der Therapie hatten die Kinder im Mittel ein Stadium 3 nach Argenta. Auch diesbezüglich waren die beiden Gruppen mit einem p von 0,085 nicht signifikant verschieden. Die durchschnittliche Tragedauer des Helmes lag im Median bei 6 Monaten und war damit im Zielbereich.

In der Interventionsanalyse verglichen wir zunächst die beiden Gruppen hinsichtlich ihrer CVA. Die Studiengruppe hatte zu Beginn eine CVA von 1,79 cm und die Kontrollgruppe eine mittlere CVA von 1,41 cm, damit waren die beiden Gruppen zu Beginn mit einem p von $<0,01$ signifikant verschieden. Die Endwerte der CVA lagen bei der Studiengruppe im Mittel bei 0,87 cm und die der Kontrollgruppe bei 0,96 cm und damit nicht mehr signifikant verschieden ($p 0,127$). Vergleicht man die Verbesserung der Mittelwerte beider Gruppen miteinander, so konnten die Helmträger ihre CVA um 0,92 cm verbessern und die Nicht-Helmträger nur um 0,46 cm. Vergleicht man die Verbesserung der CVA mittels eines t-Tests, so zeigt sich der Unterschied in der Studiengruppe signifikant größer mit einem $p < 0,01$.

Auch hinsichtlich der Veränderung der CVA pro Monat waren die Kinder der Studiengruppe mit einer Veränderung von 0,1736 cm/Monat im Vergleich zur Kontrollgruppe mit 0,099 cm/Monat signifikant besser ($p 0,001$).

Der CVAI wurde leider nicht bei allen Kindern dokumentiert, weshalb die Gruppe der zu vergleichenden Kinder auf 65 geschrumpft ist. Die 36 Kinder aus der Studiengruppe konnten ihren CVAI im Laufe der Therapie um 7,6 % verbessern. Diejenigen, die aus der Kontrollgruppe stammten, erzielten lediglich eine Verbesserung von 4,7 % und waren damit signifikant schlechter ($p < 0,01$).

Bezüglich des Kopfumfanga konnte kein Unterschied zwischen den Gruppen nachgewiesen werden. Insgesamt wurde dieser auch nur bei sehr wenigen Kindern dokumentiert. Zusammenfassend konnten wir daher nur 42 Kinder miteinander vergleichen. Hierbei zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p = 0,56$) zwischen den 23 Helmträgern und den 19 Kindern, die mittels Lagerungs- und Physiotherapie behandelt wurden.

Zuletzt verglichen wir die Kinder innerhalb der Studiengruppe hinsichtlich ihres Alters bei Beginn der Intervention. Dabei teilten wir die 80 Helmträger in eine Gruppe mit Kindern, die beim Start der Helmtherapie älter als 6 Monate alt waren und eine Gruppe, die jünger oder gleich 6 Monate alt war. Die Diagonalendifferenz der jüngeren Gruppe

war im Mittel um knapp 0,2 cm größer. Dennoch konnten sie nach der Intervention ihre CVA deutlich verbessern, sodass sie am Ende eine Diagonalendifferenz von knapp 0,2 cm kleiner aufwiesen als die älteren Kinder. Vergleicht man die Veränderung der CVA der jüngeren Kinder mit derjenigen der älteren Kinder, so sind die jüngeren mit einem p von 0,001 signifikant besser geworden. Sie konnten ihre CVA im Mittel um 0,99 cm verringern, während die älteren Kinder diese lediglich um 0,6 cm bessern konnten.

7.4 Diskussion

Ähnlich wie in der Literatur konnten auch wir zeigen, dass der Großteil der Patienten männlichen Geschlechts ist und dass das durchschnittliche Alter beim Beginn der Therapie um den 6. Lebensmonat liegt [7]. Ausgehend von der Erstuntersuchung waren die Kinder in der Studiengruppe jedoch signifikant schlechter, was die CVA und den CVAI zum Start der Intervention anbelangte. Nach Abschluss der Intervention konnten sie ihre CVA und den CVAI verbessern und waren zum Ende der Untersuchung nicht mehr schlechter als die Kinder aus der Kontrollgruppe. Allerdings konnten auch die Kinder der Kontrollgruppe ihre CVA verbessern. Betrachtet man jedoch die Gesamtveränderung, so erreichte die Kontrollgruppe lediglich eine Verringerung um 0,46 cm, während die Studiengruppe ihre CVA um ganze 0,92 cm ($p = 0,001$) verbessern konnte. Rechnet man die Veränderung auf einen Therapiemonat um, so konnte die Studiengruppe ihre CVA um 0,1736 cm/Monat verbessern, während die Kontrollgruppe lediglich 0,099 cm/Monat erreichte ($p = 0,001$). Wir zeigten damit, dass Kinder mit einem mäßigen bis schweren Plagiozephalus ihre CVA durch die Helmtherapie signifikant verbessern. Auch in anderen Studien wies man Vorteile der Helmtherapie beim mäßigen bis schweren Plagiozephalus nach [55]. Neu ist, allerdings dass wir einen Grenzwert, der objektiv messbar ist, ausmachen konnten. So sollte man in Zukunft bei Kindern mit einer CVA von mehr als 1,1 cm eine Helmtherapie in Betracht ziehen. Mit steigender CVA und steigendem Lebensalter wird eine Intervention dringend notwendig. So belegten unsere Ergebnisse, dass die Kinder, die älter als 6 Monate bei Beginn der Therapie waren, eine weniger gute Verbesserung der CVA erreichen konnten als die jüngeren ($p < 0,001$).

Der größte Schwachpunkt der Arbeit ist ihr retrospektiver Charakter. Durch das Erfassen der Daten im Nachhinein verliert man wichtige Informationen, da diese nicht schriftlich festgehalten wurden. Jedoch können wir mit dieser Studie ggf. den Weg für

eine prospektive Studie bahnen, um so einen messbaren Wert zu finden, ab dem die Kinder von einer Helmtherapie profitieren.

7.5 Ausblick

In unserer Studie konnten wir zeigen, dass die Kinder mit einem Plagiozephalus ihre CVA/Monat unter Helmtherapie mit 0,1736 cm/Monat im Vergleich zur Lagerungs- und Physiotherapie mit 0,099 cm/Monat signifikant verbessern konnten (p 0,001).

Damit konnten wir eine höhere Effektivität der Helmtherapie gegenüber der Lagerungs- und Physiotherapie nachweisen.

Durch den Kommentar von Giuseppe Ginalli könnte das Thema um den lagerungsbedingten Plagiozephalus noch einmal ganz neu aufgerollt werden. Sollte sich ein erhöhter Hirndruck aufgrund einer Asymmetrie des Schädels zeigen wäre eine ausbleibende Therapie bei einem lagerungsbedingten Plagiozephalus kaum noch haltbar.

Unabhängig davon wäre eine prospektive Studie interessant, in der man genau die Tragezeit des Helms (bspw. mit Sensoren o.ä.) dokumentieren könnte. Gleichzeitig wäre es interessant die Zeit der Physiotherapie, bspw. mittels Zeitdokumentation per App, objektivierbar zu machen. So müsste man sich nicht allein auf die Angaben der Eltern verlassen, sondern hätte objektiv messbare Werte, die man vergleichen könnte.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Häufigkeit des plötzlichen Kindstods und Anzahl der Kinder, die auf dem Rücken schlafen (Quelle: NICHD [18])	8
Abbildung 2: Anzahl der Publikationen zum Thema lagerungsbedingter Plagiozephalus seit 1974 bis 2013 (Quelle: [19])	9
Abbildung 3: Einteilung des LP nach Argenta et al. ([24])	11
Abbildung 4: Neues Therapiekonzept Wendling et al. [69]	19
Abbildung 5: Geschlechtsverteilung Kinder mit und ohne Helmtherapie	29
Abbildung 6: Seitenverteilung des Plagiozephalus mit und ohne Helmtherapie	30
Abbildung 7: Einteilung nach Argentaklassifikation	31
Abbildung 8: Darstellung der Tragedauer des Helms als Boxplot	33
Abbildung 9: CVA in cm zu Beginn Studiengruppe und Kontrollgruppe $p < 0,01$	34
Abbildung 10: CVA in cm am Ende Studiengruppe und Kontrollgruppe $p = 0,127$...	35
Abbildung 11: Differenz der CVA in cm Studiengruppe und Kontrollgruppe $p < 0,01$	36
Abbildung 12: CVAI in Prozent zu Beginn	38
Abbildung 13: CVAI in Prozent am Ende	39
Abbildung 14: Mittelwerte der Differenz (CVAI zu Beginn vs. Ende) des CVAI in Prozent beider Gruppen	40
Abbildung 15: Mittelwert der Perzentile (in Prozent) des Kopfumfangs zu Beginn	41
Abbildung 16: Differenz der Mittelwerte der Perzentile (in Prozent) des Kopfumfangs in Prozent	42
Abbildung 17: Veränderung/Verbesserung der CVA in cm (Differenz aus den Werten zu Beginn und am Ende der Therapie), je nach Alterscluster	44

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Werte bei der Erstuntersuchung.....	28
Tabelle 2: Geschlechtsverteilung aller Kinder (absolut und in Prozent).....	28
Tabelle 3: Seitenverteilung des Plagiozephalus.....	29
Tabelle 4: Nebendiagnosen Patienten- und Kontrollgruppe	32
Tabelle 5: Durchschnittliche Tragedauer des Helms in Monaten	32
Tabelle 6: Durchschnittliche Tragedauer des Helms in Monaten, ohne "Ausreiser"	32
Tabelle 7: Therapiedauer Lagerungs- und Physiotherapie in Monaten	33
Tabelle 8: -Test bei unabhängigen Stichproben – Differenz des CVA in cm	36
Tabelle 9: t-Test- Veränderung des CVA in cm/Monat Therapie.....	37
Tabelle 10: Mittelwerte des CVAI in Prozent vor Therapie, $p < 0,01$	38
Tabelle 11: Mittelwerte des CVAI nach Therapie $p 0,812$	39
Tabelle 12: t-Test Differenz des CVAI in Prozent mit $p < 0,01$	40
Tabelle 13: Mittelwerte der Perzentile (in Prozent) des Kopfumfangs zu Beginn $p 0,928$	41
Tabelle 14: Mittelwerte der Perzentile (in Prozent) des Kopfumfangs nach Therapie p $0,884$	41
Tabelle 15: t-Test bei unabhängigen Stichproben Differenz der Kopfumfänge in Prozent	42
Tabelle 16: Mittelwerte CVA (in cm) zu Beginn der Therapie aufgeteilt in 2 Alterscluster $p 0,047$	43
Tabelle 17: Mittelwerte CVA (in cm) am Ende der Therapie aufgeteilt in 2 Alterscluster $p 0,049$	43
Tabelle 18: t-Test für die mittlere Veränderung des CVA (in cm), je nach Alterscluster für Kinder ≤ 6 Monate und Kinder > 6 Monate $p < 0,01$	44

10 Literatur

1. Mulliken, J.B., et al., *Analysis of posterior plagiocephaly: deformational versus synostotic*. *Plast Reconstr Surg*, 1999. **103**(2): p. 371-80.
2. Carlson, D., *Theories of Craniofacial Growth in the Postgenomic Era*. Vol. 11. 2005. 172-183.
3. Sharma, R.K., *Craniosynostosis*. *Indian J Plast Surg*, 2013. **46**(1): p. 18-27.
4. Hutchison, B.L., et al., *Plagiocephaly and brachycephaly in the first two years of life: a prospective cohort study*. *Pediatrics*, 2004. **114**(4): p. 970-80.
5. Rogers, G.F., *Deformational plagiocephaly, brachycephaly, and scaphocephaly. Part I: terminology, diagnosis, and etiopathogenesis*. *J Craniofac Surg*, 2011. **22**(1): p. 9-16.
6. Pomatto, J.K., et al., *A study of family head shape: environment alters cranial shape*. *Clin Pediatr (Phila)*, 2006. **45**(1): p. 55-63.
7. Joganic, J.L., et al., *Risk factors associated with deformational plagiocephaly*. *Pediatrics*, 2009. **124**(6): p. e1126-33.
8. Hutchison, B.L., J.M. Thompson, and E.A. Mitchell, *Determinants of nonsynostotic plagiocephaly: a case-control study*. *Pediatrics*, 2003. **112**(4): p. e316.
9. Peitsch, W.K., et al., *Incidence of cranial asymmetry in healthy newborns*. *Pediatrics*, 2002. **110**(6): p. e72.
10. Rogers, G.F., A.K. Oh, and J.B. Mulliken, *The role of congenital muscular torticollis in the development of deformational plagiocephaly*. *Plast Reconstr Surg*, 2009. **123**(2): p. 643-52.
11. *American Academy of Pediatrics AAP Task Force on Infant Positioning and SIDS: Positioning and SIDS*. *Pediatrics*, 1992. **89**(6 Pt 1): p. 1120-6.
12. Bergman, A.B. and I. International Conference on Causes of Sudden Death in. *Sudden Infant Death Syndrome : proceedings of the Second International Conference on Causes of Sudden Death in Infants*. Seattle; London: University of Washington Press.
13. Mitchell, E.A., et al., *Smoking and the sudden infant death syndrome*. *Pediatrics*, 1993. **91**(5): p. 893-6.
14. Ford, R.P., et al., *Breastfeeding and the risk of sudden infant death syndrome*. *Int J Epidemiol*, 1993. **22**(5): p. 885-90.
15. Haaland, K. and M. Thoresen, *[Crib death, sleeping position and temperature]*. *Tidsskr Nor Laegeforen*, 1992. **112**(11): p. 1466-70.
16. Guntheroth, W.G. and P.S. Spiers, *Sleeping prone and the risk of sudden infant death syndrome*. *Jama*, 1992. **267**(17): p. 2359-62.
17. Beal, S.M. and C.F. Finch, *An overview of retrospective case-control studies investigating the relationship between prone sleeping position and SIDS*. *J Paediatr Child Health*, 1991. **27**(6): p. 334-9.
18. Development, N.I.o.C.H.a.H. *Progress in reducing SIDS*. 2019, August 15; Available from: <https://safetosleep.nichd.nih.gov/activities/SIDS/progress>.
19. Shweikeh, F., et al., *Positional plagiocephaly: an analysis of the literature on the effectiveness of current guidelines*. *Neurosurg Focus*, 2013. **35**(4): p. E1.
20. Kane, A.A., et al., *Observations on a recent increase in plagiocephaly without synostosis*. *Pediatrics*, 1996. **97**(6 Pt 1): p. 877-85.
21. Argenta, L.C., et al., *An increase in infant cranial deformity with supine sleeping position*. *J Craniofac Surg*, 1996. **7**(1): p. 5-11.

22. Turk, A.E., et al., *The "back to sleep campaign" and deformational plagiocephaly: is there cause for concern?* J Craniofac Surg, 1996. **7**(1): p. 12-8.
23. Mawji, A., et al., *The incidence of positional plagiocephaly: a cohort study.* Pediatrics, 2013. **132**(2): p. 298-304.
24. Argenta, L., L. David, and J. Thompson, *Clinical classification of positional plagiocephaly.* J Craniofac Surg, 2004. **15**(3): p. 368-72.
25. Flannery, A.M., et al., *Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guidelines for the Management of Patients With Positional Plagiocephaly: Executive Summary.* Neurosurgery, 2016. **79**(5): p. 623-624.
26. Alizadeh, H., et al., *Diagnostic accuracy of ultrasonic examination in suspected craniosynostosis among infants.* Indian Pediatr, 2013. **50**(1): p. 148-50.
27. Eley, K.A., et al., *Identification of normal cranial sutures in infants on routine magnetic resonance imaging.* J Craniofac Surg, 2013. **24**(1): p. 317-20.
28. Hutchison, B.L., et al., *Quantification of plagiocephaly and brachycephaly in infants using a digital photographic technique.* Cleft Palate Craniofac J, 2005. **42**(5): p. 539-47.
29. Wilbrand, J.F., et al., *Value and reliability of anthropometric measurements of cranial deformity in early childhood.* J Craniomaxillofac Surg, 2011. **39**(1): p. 24-9.
30. Schaaf, H., et al., *Accuracy of photographic assessment compared with standard anthropometric measurements in nonsynostotic cranial deformities.* Cleft Palate Craniofac J, 2010. **47**(5): p. 447-53.
31. Rosenbaum, T., *Dynamische Koporthesen ("Helmtherapie"). Helmet treatment in nonsynostotic positional plagiocephaly*, ed. P. Borusiak, et al. Vol. 13. 2014. 4.
32. Loveday, B.P. and T.B. de Chalain, *Active counterpositioning or orthotic device to treat positional plagiocephaly?* J Craniofac Surg, 2001. **12**(4): p. 308-13.
33. van Vlimmeren, L.A., et al., *Plagiocephalometry: a non-invasive method to quantify asymmetry of the skull; a reliability study.* Eur J Pediatr, 2006. **165**(3): p. 149-57.
34. Herting E., V.K., Gonser M., Bassler D., Hentschel R. und Groneck P. *S2 Leitlinie: Betreuung von gesunden reifen Neugeborenen in der Geburtsklinik.* 2012; Available from: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/024-005l_S2k_Betreuung_von_gesunden_reifen_Neugeborenen_2012-10-abgelaufen.pdf.
35. Vernet, O., et al., *[Treatment of posterior positional plagiocephaly].* Arch Pediatr, 2008. **15**(12): p. 1829-33.
36. Simonatal. *BabyDorm® Lagerungskissen.* 26.08.2019; Available from: <https://www.simonatal.de/shop/babydorm-babykopfkissen/>.
37. ®, i.-m. *Babykissen iQ-med®.* 24.08.2019; Available from: <http://www.iq-med-online.net/babykissen/>.
38. ®, V. *Varilag® Lagerungskissen.* 26.08.2019; Available from: <https://www.varilag.de/lagerungskissen-baby/>.
39. Carson, B.S., et al., *An assistive device for the treatment of positional plagiocephaly.* J Craniofac Surg, 2000. **11**(2): p. 177-83.

40. Wilbrand, J.F., et al., *A prospective randomized trial on preventative methods for positional head deformity: physiotherapy versus a positioning pillow.* J Pediatr, 2013. **162**(6): p. 1216-21, 1221.e1.
41. Klimo, P., Jr., et al., *Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guideline on the Management of Patients With Positional Plagiocephaly: The Role of Repositioning.* Neurosurgery, 2016. **79**(5): p. E627-e629.
42. Vojta, V. and A. Peters, *Das Vojta-Prinzip.* 3rd ed. 2007, Berlin/Heidelberg: Spriner-Verlag.
43. Jung, M.W., et al., *Vojta therapy and neurodevelopmental treatment in children with infantile postural asymmetry: a randomised controlled trial.* J Phys Ther Sci, 2017. **29**(2): p. 301-306.
44. Bialocerkowski, A.E., S.L. Vladusic, and S.M. Howell, *Conservative interventions for positional plagiocephaly: a systematic review.* Dev Med Child Neurol, 2005. **47**(8): p. 563-70.
45. van Vlimmeren, L.A., et al., *Effect of pediatric physical therapy on deformational plagiocephaly in children with positional preference: a randomized controlled trial.* Arch Pediatr Adolesc Med, 2008. **162**(8): p. 712-8.
46. Baird, L.C., et al., *Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guideline for the Management of Patients With Positional Plagiocephaly: The Role of Physical Therapy.* Neurosurgery, 2016. **79**(5): p. E630-e631.
47. Werner Langer, E.H., *Lehrbuch Osteopathie.* 2013, Stuttgart: Haug-Verlag Stuttgart. 276-283.
48. Carreiro, J.E., *Osteopathie bei Kindern und Jugendlichen.* Vol. 2. Auflage. 2011, München: Urban&Fischer Verlag der Elsevier GmbH München. 401-411.
49. Lessard, S., I. Gagnon, and N. Trottier, *Exploring the impact of osteopathic treatment on cranial asymmetries associated with nonsynostotic plagiocephaly in infants.* Complement Ther Clin Pract, 2011. **17**(4): p. 193-8.
50. Ripley, C.E., et al., *Treatment of positional plagiocephaly with dynamic orthotic cranioplasty.* J Craniofac Surg, 1994. **5**(3): p. 150-9; discussion 160.
51. Kluba, S., et al., *Treatment of positional plagiocephaly--helmet or no helmet?* J Craniomaxillofac Surg, 2014. **42**(5): p. 683-8.
52. Rogers, G.F., *Deformational plagiocephaly, brachycephaly, and scaphocephaly. Part II: prevention and treatment.* J Craniofac Surg, 2011. **22**(1): p. 17-23.
53. Seruya, M., et al., *Helmet treatment of deformational plagiocephaly: the relationship between age at initiation and rate of correction.* Plast Reconstr Surg, 2013. **131**(1): p. 55e-61e.
54. Mackel, C.E., et al., *The Role of Age and Initial Deformation on Final Cranial Asymmetry in Infants with Plagiocephaly Treated with Helmet Therapy.* Pediatr Neurosurg, 2017. **52**(5): p. 318-322.
55. Ho, J.P., et al., *Use of external orthotic helmet therapy in positional plagiocephaly.* J Clin Neurosci, 2016. **29**: p. 46-51.
56. Yoo, H.S., D.K. Rah, and Y.O. Kim, *Outcome analysis of cranial molding therapy in nonsynostotic plagiocephaly.* Arch Plast Surg, 2012. **39**(4): p. 338-44.
57. Wilbrand, J.F., et al., *Complications in helmet therapy.* J Craniomaxillofac Surg, 2012. **40**(4): p. 341-6.

58. ReKate, H.L., *Occipital plagiocephaly: a critical review of the literature*. J Neurosurg, 1998. **89**(1): p. 24-30.
59. Collett, B.R., et al., *Brain volume and shape in infants with deformational plagiocephaly*. Childs Nerv Syst, 2012. **28**(7): p. 1083-90.
60. Collett, B.R., et al., *Development at age 36 months in children with deformational plagiocephaly*. Pediatrics, 2013. **131**(1): p. e109-15.
61. Kantarci, M., et al., *Relation between intraocular pressure and size of transverse sinuses*.
62. Fofi, L., et al., *Cerebral transverse sinus morphology as detected by MR venography in patients with chronic migraine*. Headache, 2012. **52**(8): p. 1254-61.
63. Lee, K., et al., *Correlation between intracranial pressure and venous sinus pressures in patients undergoing cerebral venography and manometry*. J Neurointerv Surg, 2021.
64. Fabre-Grenet, G.-M., Bernard-Niel, Guagliardo, Cortaredona, Aymeric-Ponsonnet *Effects of deformational plagiocephaly during the first 12 months on the psychomotor development of prematurely born infants*. Archives de Pédiatrie, 2017. **24**(9): p. 802-810.
65. Martiniuk, A.L., et al., *Plagiocephaly and Developmental Delay: A Systematic Review*. J Dev Behav Pediatr, 2017. **38**(1): p. 67-78.
66. Kluba, S., et al., *Malocclusion in the primary dentition in children with and without deformational plagiocephaly*. Clin Oral Investig, 2016. **20**(9): p. 2395-2401.
67. Batista, K.B., et al., *Orthodontic treatment for prominent upper front teeth (Class II malocclusion) in children and adolescents*. Cochrane Database Syst Rev, 2018. **3**(3): p. Cd003452.
68. Linz, C.K., Felix; Böhm, Hartmut; Schweitzer, Tilmann, *Lagerungsbedingte Schädeldeformitäten Entstehung, Prophylaxe, Diagnostik und Therapie*. Dtsch Arztebl International, 2017. **114**: p. 535-542.
69. Wendling-Keim, D.S., et al., *A new parameter for the management of positional plagiocephaly: the size of the anterior fontanelle matters*. Childs Nerv Syst, 2019.
70. Moss, S.D., *Nonsurgical, nonorthotic treatment of occipital plagiocephaly: what is the natural history of the misshapen neonatal head?* J Neurosurg, 1997. **87**(5): p. 667-70.
71. Graham, J.M., Jr., et al., *Management of deformational plagiocephaly: repositioning versus orthotic therapy*. J Pediatr, 2005. **146**(2): p. 258-62.
72. Speer, C.P., [Not Available], in *Pädiatrie*. 2019, © Springer-Verlag GmbH Deutschland 2019. p. 77-133.
73. Leung, A., et al., *Positional plagiocephaly is associated with sternocleidomastoid muscle activation in healthy term infants*. Childs Nerv Syst, 2017. **33**(4): p. 617-624.
74. Ballardini, E., et al., *Prevalence and characteristics of positional plagiocephaly in healthy full-term infants at 8-12 weeks of life*. Eur J Pediatr, 2018. **177**(10): p. 1547-1554.
75. Kunz, F., et al., *Head Orthosis Therapy in Positional Plagiocephaly: Influence of Age and Severity of Asymmetry on Effect and Duration of Therapy*. Plast Reconstr Surg, 2017. **140**(2): p. 349-358.
76. Saeed, N.R., S.A. Wall, and D.K. Dhariwal, *Management of positional plagiocephaly*. Arch Dis Child, 2008. **93**(1): p. 82-4.

77. Couture, D.E., et al., *Efficacy of passive helmet therapy for deformational plagiocephaly: report of 1050 cases*. Neurosurg Focus, 2013. **35**(4): p. E4.
78. Govaert, B., et al., *Molding therapy of positional plagiocephaly: subjective outcome and quality of life*. J Craniofac Surg, 2008. **19**(1): p. 56-8.
79. Flannery, A.B.K., W.S. Looman, and K. Kemper.
80. Hummel, P. and D. Fortado, *Impacting infant head shapes*. Adv Neonatal Care, 2005. **5**(6): p. 329-40.
81. Mortenson, P., P. Steinbok, and D. Smith, *Deformational plagiocephaly and orthotic treatment: indications and limitations*. Childs Nerv Syst, 2012. **28**(9): p. 1407-12.
82. McGarry, A., et al., *Head shape measurement standards and cranial orthoses in the treatment of infants with deformational plagiocephaly*. Dev Med Child Neurol, 2008. **50**(8): p. 568-76.
83. Dörhage, K.W.W., et al., *Therapy effects of head orthoses in positional plagiocephaly*. J Craniomaxillofac Surg, 2016. **44**(10): p. 1508-1514.
84. González-Santos, J., et al., *Infant Cranial Deformity: Cranial Helmet Therapy or Physiotherapy?* Int J Environ Res Public Health, 2020. **17**(7).
85. Mortenson, P.A. and P. Steinbok, *Quantifying positional plagiocephaly: reliability and validity of anthropometric measurements*. J Craniofac Surg, 2006. **17**(3): p. 413-9.
86. Ellwood, J., J. Draper-Rodi, and D. Carnes, *The effectiveness and safety of conservative interventions for positional plagiocephaly and congenital muscular torticollis: a synthesis of systematic reviews and guidance*. Chiropr Man Therap, 2020. **28**(1): p. 31.
87. Wen, J., et al., *Effect of helmet therapy in the treatment of positional head deformity*. J Paediatr Child Health, 2020. **56**(5): p. 735-741.
88. Kelly, K.M., et al., *Cranial growth unrestricted during treatment of deformational plagiocephaly*. Pediatr Neurosurg, 1999. **30**(4): p. 193-9.
89. Dörhage, K.W.W., et al., *Effect of head orthoses on skull deformities in positional plagiocephaly: Evaluation of a 3-dimensional approach*. J Craniomaxillofac Surg, 2018. **46**(6): p. 953-957.
90. Lipira, A.B., et al., *Helmet versus active repositioning for plagiocephaly: a three-dimensional analysis*. Pediatrics, 2010. **126**(4): p. e936-45.
91. Lam, S., et al., *Factors influencing outcomes of the treatment of positional plagiocephaly in infants: a 7-year experience*. J Neurosurg Pediatr, 2017. **19**(3): p. 273-281.
92. Graham, T., et al., *Significant Factors Influencing the Effectiveness of Cranial Remolding Orthoses in Infants With Deformational Plagiocephaly*. J Craniofac Surg, 2019. **30**(6): p. 1710-1713.

11 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die zum Gelingen dieser Doktorarbeit beigetragen haben.

Zunächst möchte ich mich bei meinem ursprünglichen Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. D. v. Schweinitz für die Betreuung der Arbeit bis zur Übernahme durch Herrn PD Dr. med M. Lehner herzlichst bedanken- ich wünsche Ihnen von Herzen das Beste im verdienten Ruhestand.

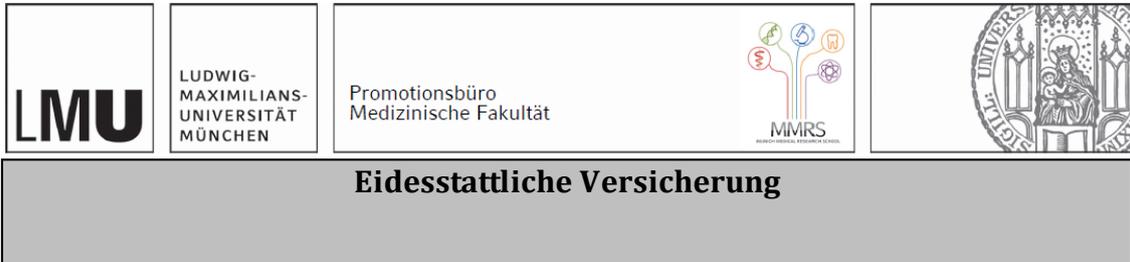
Meinem neuen Doktorvater Herrn PD Dr. med. M. Lehner möchte ich ganz besonders für die ausgezeichnete Unterstützung während der Promotion bedanken, sowie die Übernahme der Betreuung der Arbeit auf den so wichtigen letzten Metern. Trotz der neuen Stelle als leitender Arzt am Luzerner Kantonsspital und dem damit verbundenen Umzug und den neuen Herausforderungen habe ich mich von ihnen zu keinem Zeitpunkt vernachlässigt oder schlecht betreut gefühlt. Dafür möchte ich mich in besonderem Maße bedanken.

Auch Frau Dr. med. Wendling-Keim, Fachärztin am Hauner'schen Kinderspital, möchte ich für die sehr gute Betreuung vor Ort, sowie die zahlreichen Ratschläge, sei es per Mail, telefonisch oder in der Ambulanz des Hauner'schen Kinderspitals herzlichst danken.

Ferner möchte ich mich beim Team der kraniospinalen Sprechstunde bedanken, die mir uneingeschränkten Zugang zu den Büchern mit den Patienten gewährt haben. Auch bei den Damen der Bibliothek möchte ich mich herzlich bedanken, da sie mir die Bibliothek stets aufgeschlossen haben, sodass ich dort an einem Rechner mit Zugriff auf die Patientendaten arbeiten konnte.

Zuletzt bedanke ich mich bei meiner Familie und bei meinen Freunden für die tatkräftige Unterstützung. Seien es die zahlreichen Stunden in den Münchner Bibliotheken, die ich nicht allein verbringen musste oder das ständige Korrekturlesen, welches ich euch aufgebürdet habe. Ohne euch wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen – herzlichen Dank.

Affidavit



Zehnder, Philipp

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel:

**Effektivität der Helmtherapie beim lagerungsbedingten
Plagiozephalus im Vergleich zur alleinigen Lagerungs- und
Physiotherapie. Eine retrospektive Analyse.**

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, den 03.06.2022

Ort, Datum

Philipp Zehnder

Unterschrift Doktorandin bzw. Doktorand