



Fakultät für Medizin

**Lehrstuhl ist die Forschungseinheit der Buhl-Strohmaier-Stiftung für
Kinderneuroorthopädie und Cerebralpareesen**

**„Qualitätsanalyse der Hüftsonographie in Diagnostik und Therapie bei
Hüftreifungsverzögerungen / Hüftluxationen“**

Bastian Penners

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen
Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Medizin genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. Ernst J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Eisenhart-Rothe
2. Univ.-Prof. Dr. René H. A. Lampe

Die Dissertation wurde am 28.10.2015 bei der Technischen Universität
München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 15.06.2016
angenommen

**„Qualitätsanalyse der Hüftsonographie in Diagnostik
und Therapie bei Hüftreifungsverzögerungen /
Hüftluxationen“**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
1.1	Allgemeines	6
1.2	Grundlagen zum Ultraschall.....	7
1.3	Die Entwicklung des Ultraschalls bis zum generellen Hüft-Screening	8
1.4	Definition und Pathophysiologie der Hüftdysplasie und Hüftluxation.....	12
1.4.1	Anatomie des Hüftgelenks.....	12
1.4.2	Definition Hüftdysplasie und Hüftluxation	13
1.4.3	Epidemiologie	14
1.4.4	Ätiologie und Pathophysiologie	14
1.5	Diagnostik	15
1.5.1	Anamnese	15
1.5.2	Ultraschalluntersuchung	16
1.5.3	Klinische Untersuchung	22
1.5.4	Röntgenuntersuchung	25
1.6	Therapie.....	26
1.6.1	Reposition.....	27
1.6.2	Retention	28
1.6.3	Nachreifung	30
1.7	Ziele der Arbeit	31
2	Material und Methoden	32
2.1	Allgemeine Informationen	32
2.2	Datenerhebung	32
2.3	Patientenkollektiv	36
2.3.1	Einschlusskriterien.....	36
2.3.2	Patientenkollektiv.....	36
2.3.3	Ausschlusskriterien.....	39
2.4	Untersuchungsablauf.....	39
2.4.1	Gerätetechnik	39
2.4.2	Lagerung des Säuglings.....	39
2.4.3	Dokumentation	40
2.4.4	Projektion.....	42
2.5	Sonogrammbefundung	42
2.5.1	Sonoanatomie der Säuglingshüfte	42
2.5.2	Standardsituation und Standardebene	44

2.5.3	Brauchbarkeitsprüfung	45
2.6	Datenauswertung	46
3	Ergebnisse	48
3.1	Deskriptive Statistik	48
3.1.1	Geschlechterverteilung	48
3.1.2	Geburtsparameter	49
3.1.3	Familienanamnese	50
3.1.4	Klinik	51
3.1.5	Therapiemethoden und Hüfttypen nach Graf	54
3.1.6	Beurteilung der Sonogramme.....	58
3.2	Übereinstimmung der Messwerte von Arzt – und Eigener Messung	62
3.2.1	Messwerte des Alpha – Winkels.....	62
3.3	Korrelation von Messdifferenzen zur Bildqualität der Sonogramme?	66
3.4	Therapieverläufe nach Hüfttypen für α und β Winkel.....	67
3.4.1	Therapieverlauf für Gruppe IIa+ / IIa- und IIb	68
3.4.2	Therapieverlauf für die Gruppe IIc.....	69
3.4.3	Therapieverlauf für die Gruppe D – IV.....	71
3.5	Korrelation Behandlungsbeginn und Dauer der Therapie	73
3.6	Alpha – Winkel und AC – Winkel.....	74
3.6.1	Gegenüberstellung α Winkel und AC – Winkel	76
4	Diskussion	79
4.1	Allgemeines	79
4.2	Diskussion der deskriptiven Statistik.....	79
4.2.1	Risikofaktoren und Familienanamnese	79
4.2.2	Klinik	80
4.2.3	Therapiemethoden und Hüfttypen	82
4.2.4	Beurteilung der Ultraschallbilder.....	84
4.3	Diskussion der Messanalysen und Therapieverläufe	86
4.3.1	Messanalysen.....	86
4.3.2	Therapieverläufe.....	88
4.4	Diskussion Behandlungsbeginn – Therapiedauer.....	89
4.5	Diskussion AC-Winkel	90
5	Zusammenfassung.....	92
	Einleitung.....	92
	Material und Methoden.....	92

Ergebnisse.....	93
Schlussfolgerung	93
6 Literaturverzeichnis	94
7 Abbildungsverzeichnis	101
8 Diagrammverzeichnis	103
9 Danksagung	105

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Die Hüftdysplasie stellt eine Fehl- und Mangelentwicklung des kindlichen Hüftgelenks dar, und gehört zu den häufigsten kongenitalen Fehlformen des menschlichen Skelettsystems (Tönnis 2004). Die Erkrankungsrate beträgt in Mitteleuropa 2 – 4 % (Bernau, 2002). Eine nicht erkannte Hüftdysplasie führt unweigerlich zu mehreren Problemen mit dem Risiko der Entstehung einer arthrotischen Deformität mit langwierigen Behandlungs – und Therapieverläufen, die sowohl eine Einschränkung der Mobilität, als auch psychische Probleme für den Patienten mit sich ziehen können. Zusätzlich entstehen bei gesundheitlicher Einschränkung erhebliche Kosten für das Gesundheitswesen. Seit der Einführung eines generellen Hüftscreenings sind bei Kindern in Österreich, Deutschland, der Schweiz, Tschechischen Republik und Slowakei Hüftluxationen eine Rarität geworden, wenn auch angenommen werden kann, dass es durch die erhöhte Mobilität und Migration der Menschen in Europa und der Welt zu einer genetischen Durchmischung gekommen sein kann (Farr, 2008). Auch wenn dadurch ein relativer Rückgang der genetisch bedingten Hüftdysplasie zu verzeichnen ist, ist es dennoch wahrscheinlicher, dass die Abnahme der Inzidenz von Hüftluxationen und Hüftdysplasien auf die Einführung des generellen Hüftscreening zurückzuführen ist. Neben der frühestmöglichen Beurteilung der knorpeligen und knöchernen Strukturen des Hüftgelenks, die mit der konventionellen Röntgenuntersuchung erst im Schnitt ab dem 6. Lebensmonat möglich ist, liegt der entscheidende Vorteil der Sonographie der Hüfte in der zusätzlich fehlenden Strahlenbelastung beim Ultraschall für den Säugling (Farr, 2008). Untersuchungen haben ergeben, dass man mit einer 100% anatomischen Ausheilung der Hüftreifungstörung rechnen kann, wenn im ersten Lebensmonat eine adäquate Behandlung eingeleitet wird (Klapsch, 1991). Durch das frühzeitige Screening von Hüftdysplasien reichen in der Behandlung meist Abspreiz- oder Beugeschienen aus, sodass auf Repositionen mit anschließender Anlage eines Retentionsgipses in den meisten Fällen verzichtet werden kann.

1.2 Grundlagen zum Ultraschall

Der physikalische Grundstein für die Entdeckung des Ultraschalls war der piezoelektrische Effekt, der von Jacques und Pierre Curie das erste Mal beschrieben wurde. Der Piezoeffekt beschreibt das Zusammenspiel von mechanischem Druck und elektrischer Spannung in Festkörpern basierend auf dem Phänomen, dass bei der Verformung von Materialien (Kristallen) auf der Oberfläche elektrische Ladungen auftreten. In der Medizin werden für den Ultraschall Frequenzen zwischen 150 kHz und 500 kHz verwendet. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls ist gewebeabhängig und beträgt z. B. im Mittel bei Weichteilgewebe 1540 m/s und im Knochen 3500 m/s. Heutige Ultraschallgeräte arbeiten nach der sog. Puls-Echo-Methode, dies bedeutet, der Schallkopf sendet Impulse; diese werden gewebeabhängig reflektiert und vom Schallkopf wieder aufgenommen. Der Ultraschallkopf fungiert also als Sender und Empfänger zugleich. Aus dem Kenntnis der bekannten Schallausbreitungsgeschwindigkeiten in den unterschiedlichen Geweben, wird aus der Zeit zwischen Emission, Reflexion und Absorption die Tiefenlage von Objektkonturen bestimmt und daraus das Ultraschallbild berechnet. Durch die unterschiedlich starken Reflektionen an verschiedenen Geweben, was in der Sonographie als Impedanz-Unterschied verstanden wird, entsteht somit das Bild. Bei den heutigen Ultraschallgeräten unterscheidet man zwischen 3 verschiedenen Abtastarten, sogenannten Scanarten: dem Linear, Curved Array und Sektorscan. Beim Linearscan erhält man eine möglichst geometrietreue Abbildung der Verhältnisse im Untersuchungsgebiet, weshalb dieser beim Hüftultraschall zu bevorzugen ist. Der Sektorscan hat seine Vorteile, wenn das Untersuchungsgebiet sehr eingengt ist, da dieser mit einer kleinen Ankopplungsfläche arbeitet und trotz eines kleinen Kontaktgebiets in der Tiefe ein ausreichend breites Bild entstehen lässt („Schlüssellocheffekt“). Im schallkopfnahen Untersuchungsbereich kommt es jedoch zu einem nahezu vollständigen Informationsverlust. Deshalb wird bei breiter Bilddarstellung im Nahbereich der Linearscanner empfohlen. Der Curved Array Scan ist eine Zwischenform der beiden erst genannten. Die heutigen Sonographie Geräte

bieten aufgrund ihrer vielfältigen Einsetzbarkeit in der Medizin mehrere der genannten Scanarten an (Graf & Schuler, 1995).

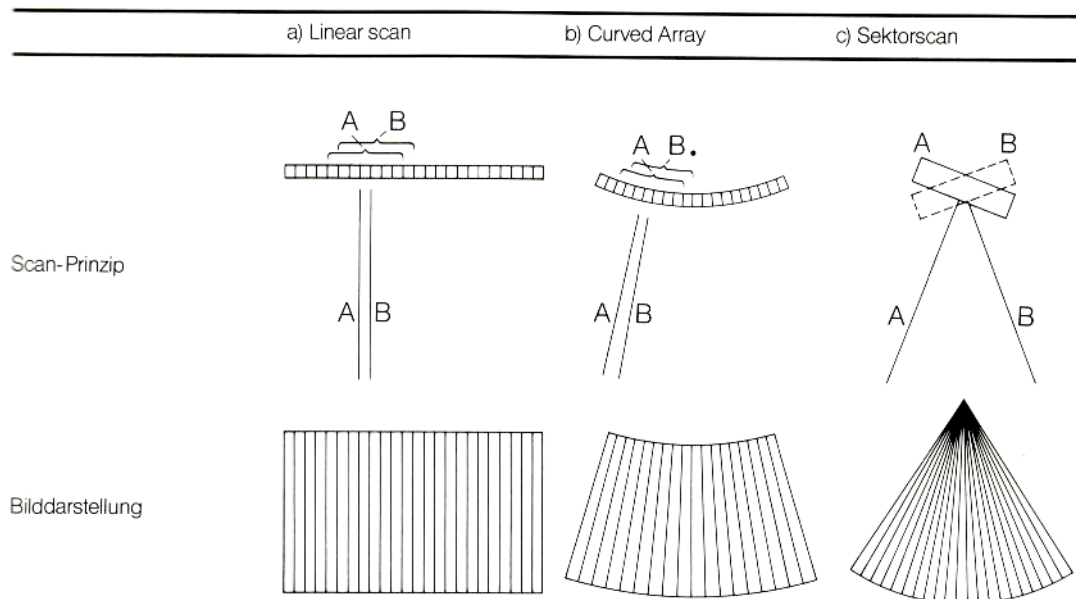


Abbildung I : Scanarten (Anordnung der Bildzeilen) (Graf, 1995, S.5)

1.3 Die Entwicklung des Ultraschalls bis zum generellen Hüftultraschallscreening

Der Ultraschall hat im täglichen Leben die vielfältigsten Anwendungsmöglichkeiten, so benutzen Fledermäuse schon seit tausenden von Jahren Ultraschallwellen zur Ortung von nachtaktiven Insekten und zur Orientierung im Raum. Der Franzose Paul Langevin nutzte als erster im ersten Weltkrieg den Ultraschall zur Ortung von Unterseebooten. Den ersten Einsatz in der Medizin versuchte der Neurologe Karl Dussik (1908–1968) zur Darstellung eines Seitenventrikels des Großhirns und nannte sein Verfahren „Hyperphonografie“ (Frentzel-Beyme, 2005). Die Methode der Sonographie der Säuglingshüfte in der Orthopädie entdeckte Prof. Dr. med. Rainer Graf in den achtziger Jahren, da geeignete diagnostische Möglichkeiten fehlten, die ein Screening der Säuglingshüfte ohne Strahlenbelastung ermöglichten. Die Vorteile liegen in der korrekten anatomischen Darstellung der knorpeligen und knöchernen Strukturen der kindlichen Hüfte sowie die nahezu unbegrenzte

Einsetzbarkeit der Untersuchung ohne Strahlenbelastung. Neben einer exakten und reproduzierbaren Darstellung ermöglicht die Sonographie eine frühzeitige Methode zur Beurteilung, ob eine regelrechte Hüftreifung vorliegt. Mit der Röntgendiagnostik der Hüfte ist die Erstdiagnose einer Hüftdysplasie frühestens nach dem 3. Lebensmonat möglich (Tönnis, 1984). Außerdem ermöglicht der Ultraschall eine dynamische Untersuchung der Hüfte, die besonders bei instabilen Hüften von Vorteil ist (Graf, 1983). In den folgenden Jahren verstärkten sich Forderungen nach einem generellen Hüftscreening, da sowohl mit der klinische Untersuchung der Hüfte alleine, als auch in Kombination mit der Röntgenuntersuchung, immer noch viele Hüftdysplasien und Hüftluxationen zu spät oder gar nicht erkannt wurden. Leider konnten mit Einführung eines klinischen Neugeborenen Screening die Inzidenz von Hüftluxationen nicht auf ein akzeptables Minimum reduziert werden (Katthagen, 1988). An die Einführung des generellen Neugeborenen Screening mit Ultraschall in Österreich 1992 und Deutschland 1997 (Ihme, 2008), knüpfte sich die Hoffnung, die Zahl der zu spät entdeckten und zu therapierenden Restdysplasien auf ein Minimum zu senken und die Anzahl der Hüftluxationen gänzlich zu vermeiden. Es zeigte sich, dass nach Einführung des generellen Hüftscreenings bei Neugeborenen die Zahl der operativen Maßnahmen auf ein Fünftel gegenüber vor der Zeit des Ultraschall-Screenings dezimiert werden konnte (Baumgart & Mellerowicz, 2006).

Untersuchungen konnten belegen, dass früh erkannte und therapierte Hüftdysplasien schnell zur vollständigen anatomischen Ausheilung gebracht werden können (Tschauner, 1997). Aufgrund der Reifungskurve der Säuglingshüfte, die das stärkste Wachstum der Hüfte in den ersten 12 Wochen beschreibt, ist diese Phase der optimale Zeitpunkt für eine konservative Behandlung (Tschauner, 1997). Je früher eine rezentrierende Behandlung bei Hüftdysplasie oder Hüftluxation begonnen wird, desto zuverlässiger und früher kommt es zur vollständigen Ausheilung bei verkürzter Behandlungsdauer. Deshalb wird heute ein Neugeborenen Screening schon in der ersten Lebenswoche empfohlen (Farr, 2008). In unserer Studie wurden ca. 80 % der untersuchten Patienten in der 1. Lebenswoche sonographiert.

Derzeit werden in der Fachliteratur drei unterschiedliche Screening Methoden diskutiert:

- Ausschließlich klinische Untersuchung
- Hüftsonographie bei klinisch-pathologischem Befund (z.B. Instabilität, Abspreizhemmung), Risikofaktoren in der Anamnese (z.B. Beckenendlage, familiäre Disposition)
- Generelles Hüftultraschallscreening im Kombination mit der klinischen Untersuchung

Die ausschließlich klinische Untersuchung war bis vor kurzem im angloamerikanischen Raum die Methode der Wahl, ging man doch von einer sehr hohen Spontanheilungsrate bei Hüftdysplasie und Hüftinstabilität aus und stand dem Nutzen der Spreizhosenbehandlung skeptisch gegenüber (Shipman, SA; 2006). Aktuell besteht auch hier zunehmend Konsens, ein generelles klinisches Screening aller Neugeborenen mit selektiven Einsatz der Hüftsonographie bei pathologischen Untersuchungsbefund oder Vorliegen von Risikofaktoren anzubieten (Mahan & Kim, 2009), (Elbourne, et al., 2003). In den letzten Jahren steigt die Tendenz, zu einem generellen Hüftultraschallscreening überzugehen, konnte mit der klinischen Untersuchung kein Einfluss auf die Häufigkeit nachfolgender Operationen zur Behandlung einer Hüftdysplasie genommen werden. So konnten in Deutschland seit der Einführung des Hüftsonographiescreenings die Anzahl der operativen Eingriffe zur Behandlung der Hüftdysplasie deutlich reduziert werden (Farr, 2008), (Baumgart & Mellerowicz, 2006).

Tab. 1 Offene Repositionsrates pro 1000 Neugeborene (Literatur)	
<i>Klinisches Screening</i>	
0,46	Chan et al. [6]
0,78	Godward et al. [16]
1,03	Maxwell et al. [34]
1,30	Rosendahl et al. [43]
3,00	Terjesen [49]
<i>Selektives Ultraschallscreening</i>	
0,65	Holen et al. [22]
0,70	Rosendahl et al. [43]
<i>Generelles Ultraschallscreening</i>	
0,15	Anderson et al. [1]
0,13	Holen et al. [21]
0,30	Rosendahl et al. [43]
<i>Landesweite Studien</i>	
0,13	Österreich (Müller DM, persönliche Mitteilung)
0,016	Deutschland [27]
0,13	Schweiz [45]
0,07	Tschechische Republik [14]

Abbildung II : Offene Repositionsrates pro 1000 Neugeborene – Literaturübersicht (Farr et al. , 2008, S. 534)

Wegen der sehr begrenzten Einsatzmöglichkeit (geringe Spezifität, Strahlenbelastung) in der frühen Diagnostik der angeborenen Hüftdysplasie, spielt heute die Röntgenuntersuchung in der Dysplasiediagnostik nur noch eine sehr untergeordnete Rolle. Die Röntgenuntersuchung ist als Verlaufskontrolle nach ehemaliger Hüftdysplasie bzw. –luxation im stabilen Laufalter nach Ausheilung notwendig. Sie hat sich ab dem 4. – 12. Lebensmonat als Untersuchung bewährt und wird trotz Fehlerhäufigkeiten bei der Pfannendachwinkelbestimmung angewendet (Keller & Nijs, 2009).

Aufgrund dieses Literaturüberblicks über die verschiedenen Screeningmethoden bei Neugeborenen zur Diagnostik von Hüftdysplasien und Hüftluxationen zeigt sich übereinstimmend, dass das generelle Ultraschallscreening als die beste und sicherste Routineuntersuchungsmethode anzusehen ist. Im Rahmen einer groß angelegten Screening-Studie wurden von 2,5% dysplastischen Hüften 97% nach 4 Monaten ohne Restdysplasien zur vollständigen Ausreifung gebracht. Die Untersuchung hebt die Notwendigkeit eines generellen Hüftultraschallscreening hervor (Schüle & Wissel, 1999).

1.4 Definition und Pathophysiologie der Hüft dysplasie und Hüftluxation

1.4.1 Anatomie des Hüftgelenks

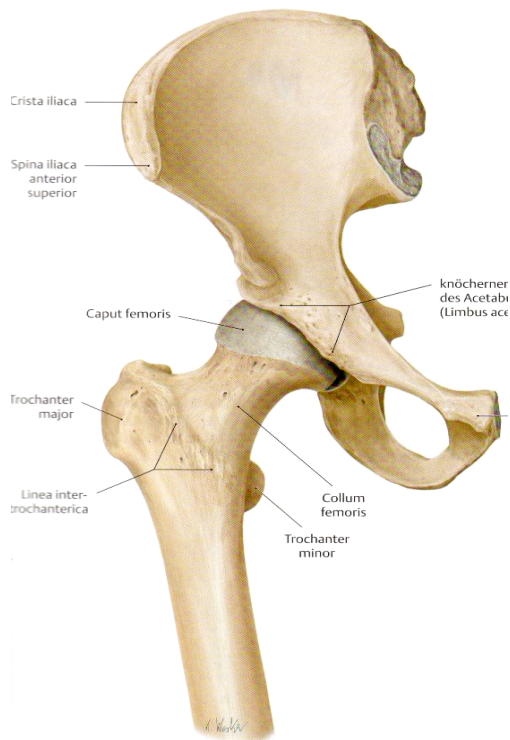


Abbildung : IV Hüftgelenk knöchern anatomisch (Schünke et al. , 2005, S. 378)

Das Hüftgelenk (Art. coxae) besteht aus zwei artikulierenden Knochen, der Hüftpfanne (Acetabulum) und dem Femurkopf (caput femoris). Aufgrund der Gestalt beider Komponenten des Gelenkes handelt es sich um eine Sonderform des Kugelgelenks, ein sog. Nussgelenk, d.h. der annähernd kugelförmige Gelenkkopf wird weitgehend von der Pfanne umschlossen. Das Gelenk ermöglicht Bewegungen in allen drei Ebenen des Raumes sowie Drehbewegungen. Das Becken besteht aus dem Os ilium (Darmbein, dem Os ischii (Sitzbein) und dem Os pubis (Schambein).

Während der kindlichen Entwicklung sind diese drei Knochen noch getrennt und bilden die sogenannte Y-Fuge.

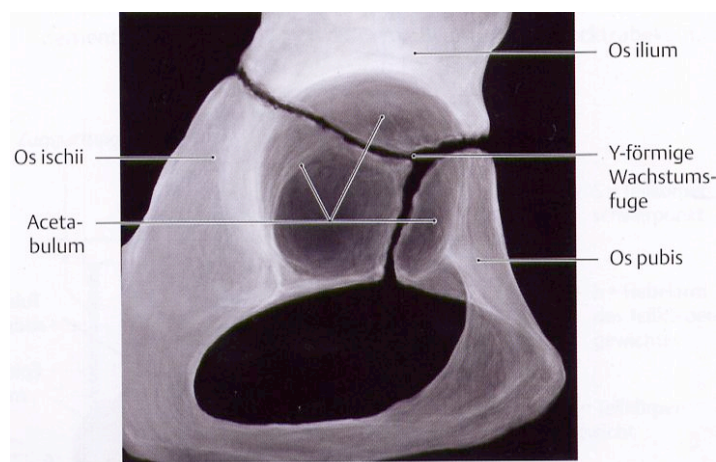


Abbildung III : Y-Fuge schematisch (Schünke et al. , 2005, S. 365)

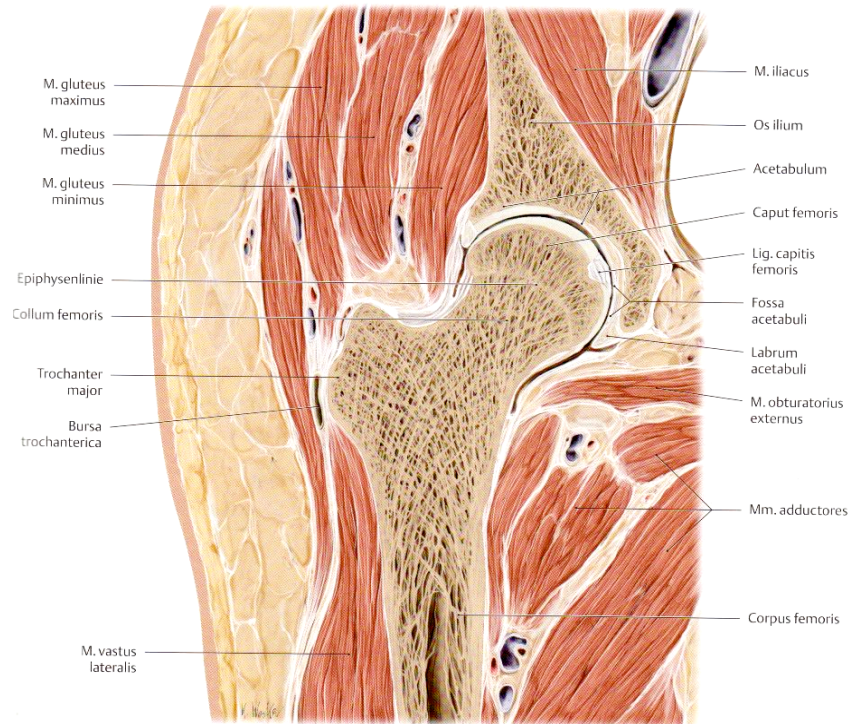


Abbildung V : Anatomie Hüfte im Frontalschnitt (Schünke et al. , 2005, S. 385)

1.4.2 Definition Hüftdysplasie und Hüftluxation

Die kindliche Hüftdysplasie gehört immer noch zu der am häufigsten angeborenen Gelenkerkrankung. Man versteht darunter die ungenügende Ausbildung des Hüftgelenks, wobei eine verzögerte Ausbildung des Pfannenerkers mit einem Verknöcherungsdefizit im Vordergrund steht. Im englischen Sprachgebrauch wird sie aufgrund ihres Entstehungsmechanismus als Entwicklungsstörung „developmental dysplasia of the hip (DDH)“ bezeichnet. Zusätzlich kommt es aufgrund der Inkongruenz der beiden Gelenkpartner zu einer muskulären Hypotonie und muskulären Ungleichgewicht, welche Fehlformen am Hüftgelenk begünstigen können, wie zum Beispiel eine „coxa valga/antetorta“ d.h. eine Steilstellung mit „Vorwärtsdrehung“ des Schenkelhalses.

Bei der angeborenen Hüftluxation unterscheidet man eine partielle (Subluxation) von einer kompletten Dezentrierung (Luxation) des Hüftkopfes aus der Pfanne. Wiederum ist die ungenügende Ausbildung der Hüftpfanne mit einer verzögerten Verknöcherung des Pfannenerkers ursächlich und verhindert

die korrekte Formgebung der Pfanne. Die Instabilität der Säuglingshüfte bedingt letztendlich die Ausbildung der Hüftluxation („congenital dislocation of the hip“). Angeborene Luxationen zum Zeitpunkt der Geburt sind sehr selten und werden zur Abgrenzung der Dysplasie als teratologische Luxationen bezeichnet. Sie entstehen bereits im Mutterleib z.B. im Rahmen einer Myelomenigozelen oder einer Arthrogrypose (Specht, 2008).

1.4.3 Epidemiologie

Die Hüft dysplasie und Hüftgelenksluxation ist die häufigste angeborene Skelettfehlbildung und wird in der ganzen Welt mit unterschiedlicher Inzidenz angegeben. In Mitteleuropa wurde bis in die 70-er Jahre des letzten Jahrhunderts die Dysplasierate mit 2 - 4 % und die Luxationsrate mit 0,5 – 1,5% angegeben (Tönnis, 1984). In England, den USA und Skandinavien liegt die Dysplasierate bei 0,5 – 1%, die Luxationsrate unter 0,05%. Auf dem afrikanischen Kontinent sind Hüftgelenksluxationen so gut wie unbekannt, was an der Tatsache liegen könnte, dass die Frauen der Naturvölker in Afrika ihre Säuglinge am Körper mit gespreizten Beinen tragen (=Fettweiss-Hock-Sitz-Position), (Meyer, 2005). Mädchen sind im Durchschnitt viermal häufiger betroffen als Jungen. Dies konnte in unserer Studie mit einer Häufigkeit von 75,1 % weiblicher Säuglinge ebenso bestätigt werden. Die linke Seite ist doppelt so häufig wie die rechte Seite betroffen (Tschauner, 1997), (Niethard F. U., Kinderorthopädie, 1997).

1.4.4 Ätiologie und Pathophysiologie

Die angeborene Hüft dysplasie / Hüftluxation ist eine multifaktoriell bedingte Erkrankung. In der Entwicklungsgeschichte des Menschen war der Übergang zum aufrechten Gang ein - auch für die Hüfte - entscheidender Schritt. Zur Abstützung der Bauchorgane verbreiterten sich die Beckenschaufeln, bei gleichzeitiger Verengung des Geburtskanals (Meyer, 2005).

Man unterscheidet endogene von exogenen Faktoren, die bei der Ätiologie der Krankheit eine Rolle spielen. Viele Kinder haben durch eine allgemeine Gelenkhypermobilität und Laxizität des Kapsel-Band-Apparates der Hüfte, eine Instabilität im Gelenk. Dabei spielen offensichtlich Hormone wie Östrogen,

Progesteron und Relaxin eine wichtige Rolle, weshalb das weibliche Geschlecht häufiger betroffen ist. Familiäre Häufung der Hüftdysplasie, sowie ein hoher Prozentsatz bei eineiigen Zwillingen, machen eine genetische Vererbung sehr wahrscheinlich. Bei den exogenen Faktoren spielt vor allem bei Erstgebärenden die Enge im Mutterleib eine Rolle, wodurch es aufgrund Fehlbelastungen und hohen mechanischen Drücken zu einer Dysplasie kommen kann. Nach Dunn kommt es bei Fruchtwassermangel während der Schwangerschaft gehäuft zu Fehlbildungen der Hüfte, wobei heute dieser Zusammenhang eher kritisch gesehen wird (Fettweis, 2008). Außerdem wird die Unreife der Pfanne bei Beckenendlage sowie in Verbindung mit anderen Fehlstellungen bzw. Fehlbildungen wie Klumpfüßen, Knick-Platt-Füßen, Gesichtssymmetrien und muskulärem Schiefhals beobachtet.

Luxationen direkt nach der Geburt sind selten. Sie entstehen meistens sekundär in den ersten Lebenswochen aufgrund der zunehmenden Extension im Hüftgelenk. Durch die verzögerte Verknöcherung des Pfannenerkers kommt es zu einem vermehrten Druck des Hüftkopfes auf den knorpeligen Erker. Dieser wird in der Folge steiler und die Hüfte dezentriert zunehmend aus der Pfanne. Mit zunehmender Dezentrierung kommt es infolgedessen meist zur kranio-dorsalen Luxation des Hüftkopfes. Klinisch kann sich diese durch eine Beinlängendifferenz oder Faltenasymmetrie bemerkbar machen. Durch die Dezentrierung kommt es zur Bewegungseinschränkung der Hüfte mit Fehlposition der Muskeln und Sehnen. Dieses Ungleichgewicht wird mit einer Hyperlordose in der Lendenwirbelsäule kompensiert (Meyer, 2005).

1.5 Diagnostik

1.5.1 Anamnese

Bei der Erstvorstellung wird mit den Eltern über die Ursache und Therapie einer Hüftdysplasie ausführlich gesprochen. Hierbei wird das Vorliegen von wesentlichen Risikofaktoren erfragt:

Familiäre Belastung: wegen der erblichen Komponente sollte nach dem Auftreten der Hüftdysplasie im näheren Verwandtenkreis gefragt werden.

Schwangerschaft: Komplikationen, Fruchtwassermangel, Erstgebärende oder Mehrlingsgeburt führen zu einer relativen Raumnot im Mutterleib

Lageanomalien: Beckenendlage oder Steißlage

Geburt: normale Entbindung, Sectio

Geschwister mit Hüftdysplasie

1.5.2 Ultraschalluntersuchung

Die Sonographie erfolgt vor der klinischen Untersuchung, um eine optimale Ausgangssituation für den Untersucher zu schaffen, wodurch der Säugling nicht durch die klinische Untersuchung beunruhigt wird. Seit Graf 1983 den Ultraschall für die Diagnostik der Hüftdysplasie beschrieben hat, ist diese Untersuchung in der Diagnostik der Säuglingshüfte nicht mehr wegzudenken. Zur Standardisierung wurden von Graf Klassifikationen der Hüften eingeführt. Diese orientieren sich vor allem an der Erkerdiagnostik, d.h. dem knöchernen und knorpeligen Pfannendach (Graf, 1984). Die Sonographie der Hüfte wird in Deutschland im Rahmen der kindlichen Vorsorgeuntersuchung U3 (3. – 6. Lebenswoche) durchgeführt und von den Krankenkassen bezahlt. Da eine frühzeitige Diagnostik eine schnellere Ausheilung bei Hüftdysplasie erwarten lässt, wird von vielen Kliniken die Sonographie Untersuchung der Hüfte unmittelbar nach Geburt angeboten. Die Methode nach Graf dient dazu, frühzeitig eine Diagnostik zum Ausschluss einer Hüftdysplasie durchzuführen. Er empfiehlt dabei folgenden Algorithmus: Zu Beginn steht die Blickdiagnose (Faltenasymmetrien, Beinlängendifferenz), gefolgt von der Ultraschalluntersuchung entsprechend der Standardebene. Anschließend Einzeichnung und Messung der im weiteren Verlauf beschriebenen Winkel in das Sonogramm. Ergeben sich Seitendifferenzen oder Unstimmigkeiten erfolgt eine Kontrolle zur weiteren Überprüfung (Graf, 1984). An dieser Stelle sei jedoch nochmals darauf hingewiesen, dass eine ausreichende Schulung und Erfahrung des Untersuchers von entscheidender Bedeutung ist, um eine

korrekte Diagnose und Beurteilung der Hüfte treffen zu können. Zur standardisierten Darstellung des Ultraschallbildes wird von Graf der laterale Strahlengang vorgeschrieben (Graf, 2000). Dies wird meist durch die Verwendung von sogenannten Hüftschalen erreicht, in der die Säuglinge in Seitenlage positioniert werden können. Für die Einteilung der Hüfttypen hat Graf 3 Linien definiert, die 2 Winkel α und β einschließen.

Grundlinie

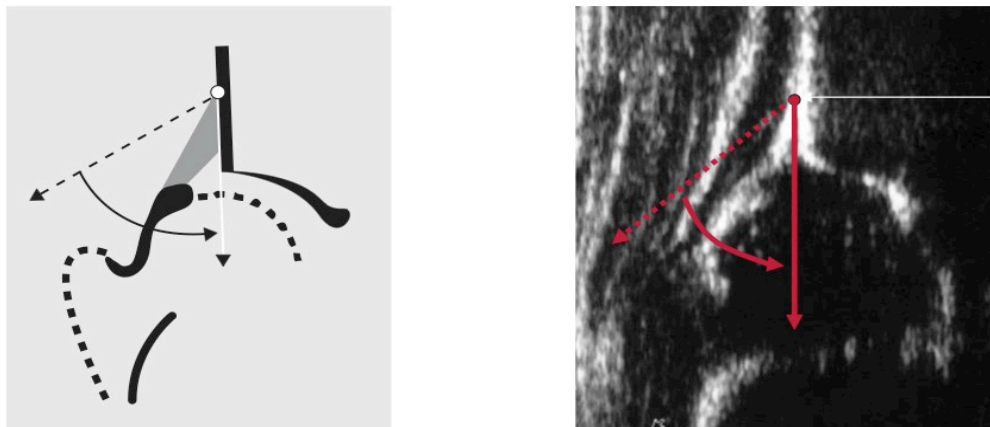


Abbildung VI : Grundlinie (Graf, Baumgartner, & Lercher, 2006, S. 86)

Die Grundlinie ist definiert als eine Linie, die am obersten Erkerpunkt d.h. am Ansatz der Rektussehne beginnt, und tangential an der Darmbeinsilhouette nach distal angelegt wird. (siehe Abb. VI – Pfeil).

Pfannendachlinie

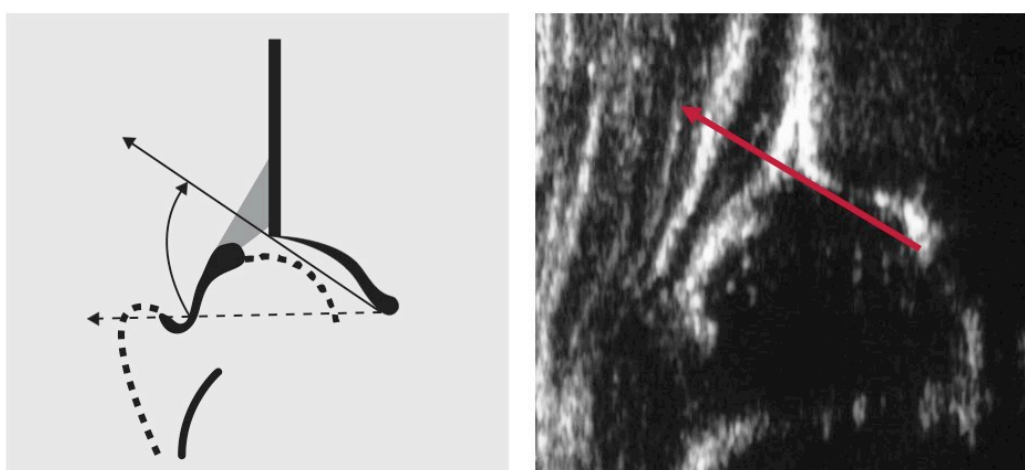


Abbildung VII : Pfannendachlinie (Graf, Baumgartner, & Lercher, 2006, S. 85)

Die Pfannendachlinie ist definiert als eine Linie, die ausgehend vom Unterrand des Iliums (= Drehpunkt) tangential an der knöchernen Pfanne (nicht „Erker“) angelegt wird (siehe Abb. VII).

Ausstelllinie

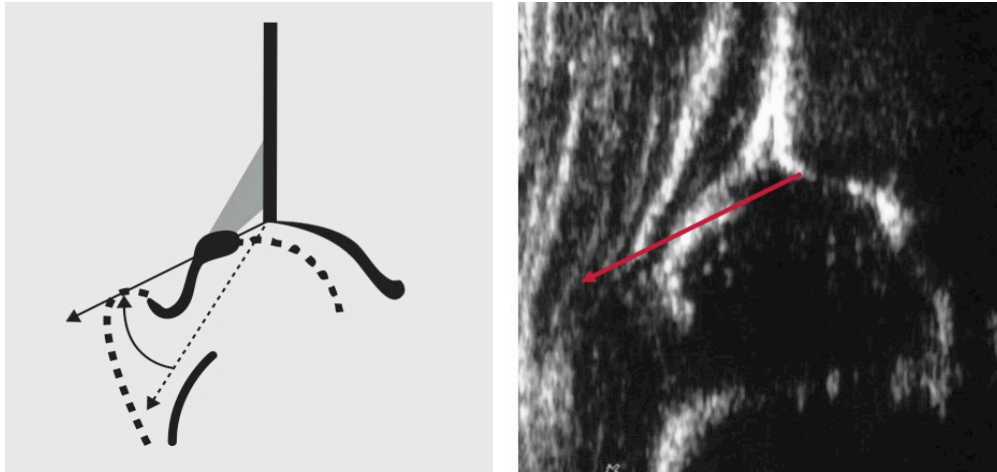


Abbildung VIII : Ausstelllinie (Graf, Baumgartner, & Lercher, 2006, S. 89)

Die Ausstelllinie ist definiert als die Verbindungslinie zwischen knöchernem Erker (=Umschlagpunkt) und der Mitte des Labrum acetabulare. Dieser Umschlagpunkt ist durch den Übergang von der Konkavität zur Konvexität charakterisiert und häufig auch durch einen Echospurung oder Schallschatten markiert. (siehe Abb. VIII)

Aus diesen 3 Linien ergeben sich 2 Winkel. Der Winkel α wird durch die Grundlinie und die Pfannendachlinie gebildet, und ist ein Maß für die knöcherne Überdachung der Hüfte. Der Winkel β wird durch die Grundlinie und die Ausstelllinie gebildet, und ist ein Maß für die knorpelige Überdachung. Graf klassifiziert die Hüfte aufgrund dieser 2 Winkel in vier Haupttypen.

Grundsätzlich werden die 4 Hüfttypen nach zentrierten (= Hüfttyp I und II) und dezentrierten (= Hüfttyp III und IV) Gelenken unterschieden. Zur genaueren Klassifizierung der Hüfttypen ist das von Graf angegebene Sonometer (siehe Abb. IX) hilfreich. Häufig wird vor allem bei instabilen Gelenken eine dynamische Ultraschalluntersuchung durchgeführt, um so eine genauere Beurteilung der Instabilität auch unter Druck oder bei Bewegung treffen zu können.

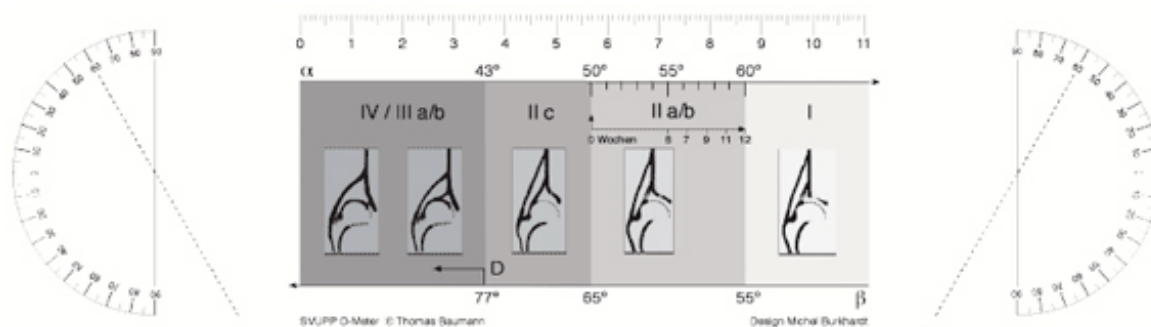


Abbildung IX : Sonometer nach Graf (Graf, Baumgartner, & Lercher, 2006, S.77)

■ Tabelle 5.2.1. Beschreibung der Hüfttypen

Hüfttyp	Knöcherne Formgebung	Knöcherne Erkerform	Knorpeliger Erker	Knochenwinkel α	Knorpelwinkel β
Ia reife Hüfte (jedes Alter)	gut	eckig/stumpf	übergreifend	60° oder größer	kleiner 55°
Ib reife Hüfte (jedes Alter)	gut	eckig/stumpf	übergreifend	60° oder größer	größer 55°
IIa (+) physiologisch unreife Hüfte altersentsprechend unter 12. LWo	ausreichend	rund	übergreifend	50–59° lt. Sonometer altersentsprechend	Anmerkung: plus/minus Einteilung in der Praxis erst ab der 6. Lebenswoche
IIa (-) unreife Hüfte mit Reifungsdefizit unter 12. Lebenswoche	mangelhaft	rund	übergreifend	50–59° lt. Sonometer nicht altersentsprechend	Anmerkung: plus/minus Einteilung in der Praxis erst ab der 6. Lebenswoche
IIb Verknöcherungsverzögerung über 12. Lebenswoche	mangelhaft	rund	übergreifend	50–59°	
IIc gefährdete oder kritische Hüfte (jedes Alter)	hochgradig mangelhaft	rund bis flach	noch übergreifend	43–49°	kleiner 77°
D Hüfte am Dezentrieren (jedes Alter)	hochgradig mangelhaft	rund bis flach	verdrängt	43–49°	größer 77°
IIIa Dezentrierte Hüfte (jedes Alter)	schlecht	flach	nach kranial verdrängt – ohne Strukturstörung	kleiner 43°	
IIIb Dezentrierte Hüfte (jedes Alter)	schlecht	flach	nach cranial verdrängt – mit Strukturstörung	kleiner 43°	
IV Dezentrierte Hüfte (jedes Alter)	schlecht	flach	nach medio-kaudal verdrängt	kleiner 43°	
<i>Ausnahme: Typ II mit Nachverknöcherung (jedes Alter)</i>	mangelhaft bzw. ausreichend	eckig als Zeichen der Nachreifung	übergreifend	50–59°	

Abbildung X : Beschreibung der Hüfttypen (Graf, Baumgartner, & Lercher, 2006, S. 77)

Bei der Befundbeschreibung (=Deskription) werden grundsätzlich die knöchernen und knorpeligen Verhältnisse des Pfannendachs getrennt voneinander beschrieben. Hierbei haben sich bestimmte sonographische Fachtermini zur Befundbeschreibung durchgesetzt (siehe Abb. X).



Abbildung XI : Typ I (Graf, 2006, S. 75)

Der Hüft-Typ I charakterisiert das gesunde, physiologische Hüftgelenk und ist gekennzeichnet durch die entsprechenden 2 Winkel α und β sowie durch eine gute knöchernen Formgebung mit eckigem knöchernen Erker und übergreifendem knorpeligem Pfannendach. Als unteren Grenzwert wird ein α Winkel von 60° angegeben. Der mittlere Wert für den α Winkel beträgt 64° (Graf & Schuler, 1995).

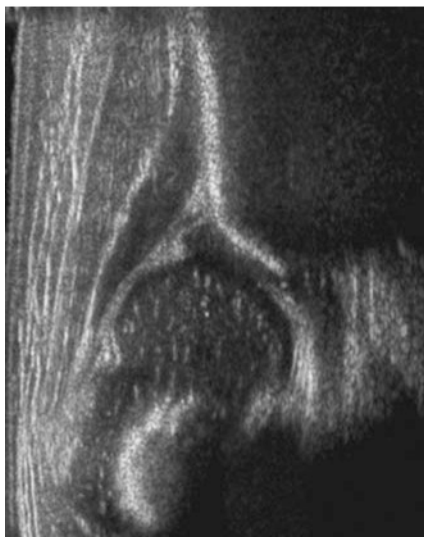


Abbildung XII : Typ II (Graf, 2006, S. 75)

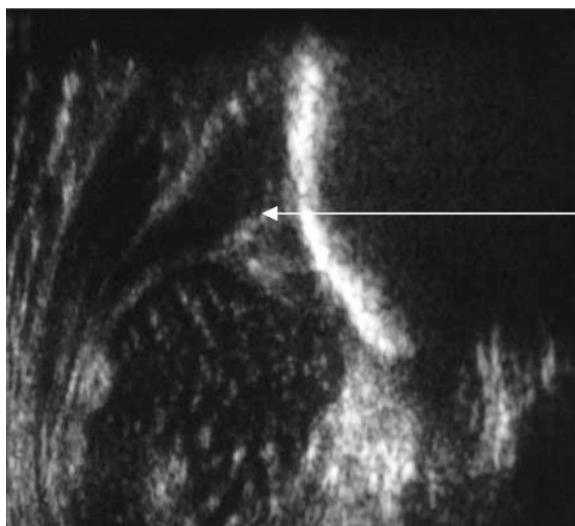
Der Hüft-Typ II gehört ebenfalls zu den zentrierten Hüftgelenken. Dieser Typ ist charakterisiert durch eine Verzögerung der Verknöcherung und wird beschrieben mit einer ausreichenden bis mangelhaften knöchernen Formgebung. Der knöchernen Erker rundet sich zunehmend ab, bei noch übergreifendem knorpeligem Pfannendach. Da nach der Geburt die Hüften gegebenenfalls noch nicht völlig ausgereift sind, ist in den nächsten Monaten mit einer Nachreifung zu rechnen. Deshalb wird der Hüft-Typ IIa in den altersgemäßen IIa (+)

mit physiologischer Verknöcherungsverzögerung vom IIa (-) Typ mit Reifungsdefizit unterschieden, die beide bis zum 3. Lebensmonat angegeben werden (Graf & Schuler, 1995).

Diese Einteilung lässt sich anhand des Sonometers nach Graf durch den α Winkel quantifizieren (Graf, 2006). Nach dem 3. Lebensmonat spricht man von pathologischer Verknöcherungsverzögerung und der Hüft-Typ wird als IIb bezeichnet.

Beim Hüft-Typ IIc liegt eine gefährdete oder kritische Hüfte vor, die sofort therapiert werden muss, da sonst die Gefahr einer Dezentrierung besteht. Dieser Typ ist durch eine mangelhafte, knöcherne Formgebung sowie ein runden bis flachen knöchernen Erker charakterisiert.

Hüften, die bereits am Dezentrieren sind werden mit dem Hüfttyp D bezeichnet und sind sonographisch und klinisch instabil. Knorpelige und knöcherne Formgebung sind mangelhaft und der knöcherne Erker stellt sich rund bzw. flach dar. Das knorpelige Pfannendach ist verdrängt und das Hüftgelenk instabil.



Bei den Hüft-Typen III und IV liegt ein dezentriertes Gelenk vor, mit einer schlechten knöchernen Formgebung und flachem knöchernem Erker. Das knorpelig präformierte Pfannendach gerät unter Druck und kann die Verbindung von Hüftkopf und Pfanne nicht mehr halten. Der Hüftkopf wandert nach cranial. Bei noch intaktem knorpeligem Erker spricht man vom Hüfttyp IIIa, bei einer Schädigung des Erkers durch Druck – und Scherkräfte vom Hüfttyp IIIb. Der Pfeil zeigt das oben abweichende Perichondrium (siehe Abb. XIII).

Abbildung XIII : Hüfttyp D (Graf, 2006, S. 76)

man vom Hüfttyp IIIa, bei einer Schädigung des Erkers durch Druck – und Scherkräfte vom Hüfttyp IIIb. Der Pfeil zeigt das oben abweichende Perichondrium (siehe Abb. XIII).

Typ III und IV unterscheiden sich durch den Verlauf des Perichondriums. Während es beim Typ III in der Regel horizontal verläuft, so ist das Perichondrium beim Typ IV muldenförmig deformiert (siehe Abb. XIV). Es handelt sich um eine völlig nach kranial-dorsal luxierte Hüfte.

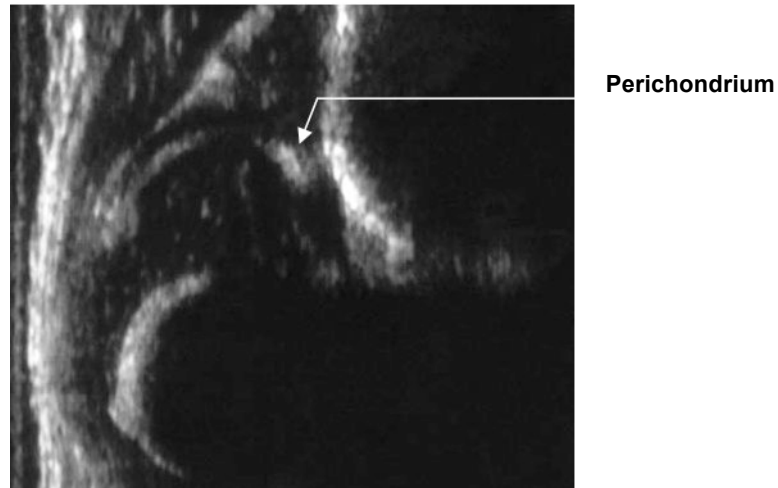


Abbildung XIV : Hüfttyp IV (Graf, 2006, S. 76)

1.5.3 Klinische Untersuchung

Zu Beginn wird versucht die Untersuchung für den Säugling so angenehm wie möglich zu gestalten. So sollte von mütterlicher Seite dafür gesorgt werden, dass der Säugling ausreichend geschlafen, gestillt und genügend getrunken hat. Des Weiteren sollte von Untersuchenseite versucht werden, eine wohltuende Wärme am Untersuchungstisch mittels Heizlampe zu gewährleisten. Auf warme Hände des Untersuchers sollte geachtet werden. Jedoch wichtigster Punkt ist der gekonnte und spielerische Umgang mit den kleinen Säuglingen; dann gelingen die folgenden Untersuchungstests und Ultraschalluntersuchungen auch besser (Parsch, 1997).

1.5.3.1 Inspektion

Begonnen wird die Untersuchung mit der Entkleidung des Säuglings. Dabei sollten auf offensichtliche Merkmale, die auf eine Dysplasie oder Luxation hinweisen, geachtet werden. Hierzu zählen Faltenasymmetrien der Gesäß- und Inguinal Bereiche, das Abweichen der Analfurche von der Mittellinie, sowie eine verzogene Schamfalte bei Mädchen. Eine bei der klinischen Untersuchung festgestellte Beinlängendifferenz bei 90° Beugung im Hüftgelenk kann hinweisend für das evtl. Vorliegen einer Luxation der Hüfte sein.



Abbildung XVII :Faltenasymmetrie (Parsch, 1997, S. 10)



Abbildung XV : Beinlängendifferenz
(Parsch, 1997, S. 9)

Bei der klinischen Untersuchung wird auf Fußfehlstellungen und Wirbelsäulenasymmetrie geachtet, da sie im Zusammenhang mit einer Hüftdysplasie auftreten können.

1.5.3.2 *Klinische Untersuchungstests*

Eine Kontraktur der Adduktoren und folglich eine Einschränkung der Abduktion ist bei der Hüftdysplasie häufig vorhanden. Bei der klinischen Untersuchung wird die Hüfte bei einer Ausgangsposition von 90° Hüftflexion und Knieflexion vorsichtig abduziert. Dies sollte bei physiologischer Hüfte nicht weniger als 80° Abduktionswinkel betragen. Eine mögliche Seitendifferenz über 10° Abduktionswinkel ist verdächtig.

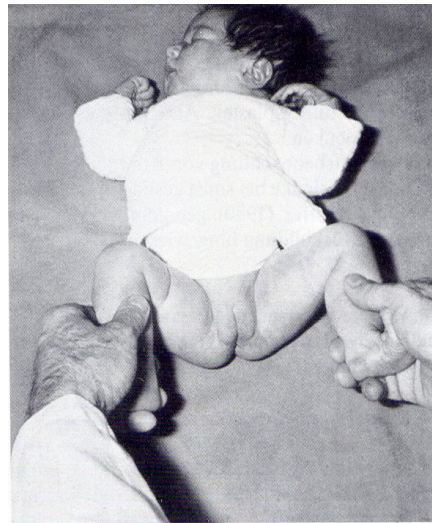


Abbildung XVII : Abduktionsprüfung bei 90° Flexion
(Tönnis D. , 1984)

Die Abspreizbehinderung, in Kombination mit einer Faltenasymmetrie, ist meist ein wichtiger Hinweis für eine Hüftdysplasie.

Ortolani-Barlow-Test

Ortolani-Test: Sogenannter „Einrenkversuch“, bei dem sich der luxierte Hüftkopf der kindlichen Hüfte mit einem spürbaren Schnappen in die Pfanne reponieren lässt. Beide Beinchen werden unter Mithilfe des Mittelfingers am Trochanter von dorsal aus der Adduktion in die Abduktion übergeführt, und lösen während dieses Vorganges einen Klick (Ortolani-Klick - „Einrenkgeräusch“) aus. Man spürt und hört wie die luxierte Hüfte sich reponieren lässt.



Abbildung XVIII : Ortolani-Barlow Test (Parsch, 1997, S. 9)

Barlow-Test: Werden die Beinen nun wieder adduziert mithilfe des Daumendrucks von ventral, so lässt sich das Gelenk wieder ausrenken. Dieses Aus- und Einrenkmanöver demonstriert die biomechanische Instabilität im Gelenk.

1.5.4 Röntgenuntersuchung

Die Früherkennung der Hüftdysplasie und Hüftluxation hat Graf durch die Einführung der sonographischen Diagnostik revolutioniert. Nicht zuletzt wegen der relativen Sicherheit in der Diagnostik der Hüftdysplasie, benötigt man die Röntgendiagnostik nur bei speziellen Fragestellungen. Die Reifungskurve des sonographischen α Winkel von Tschauner hat gezeigt, dass für eine optimale konservative Therapie eine frühest mögliche Diagnose von besonderer Bedeutung ist, die mit der Röntgendiagnostik frühestens ab dem 3. Lebensmonat möglich ist (Tschauner, 1994). Mit Vollendung des 1. Lebensjahres ist die Verknöcherung der Hüfte soweit fortgeschritten, dass eine Ultraschalluntersuchung nicht mehr aussagekräftig ist. In diesem Alter hat die Röntgenuntersuchung ihre klaren Vorteile. Zur radiologischen Beurteilung der Beckenübersichtsaufnahmen werden 2 Winkel herangezogen. Der AC-Winkel/Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner beschreibt den Grad der Überdachung des Hüftkopfes und ist der Messwert, der am häufigsten zur Beurteilung benutzt wird. Als Grundlinie dient die Hilgenreiner Linie, die durch die beiden Y-Fugen verlaufend, unten am Ilium angelegt wird. Darauf wird tangential vom untersten Iliumpunkt zum äußeren Pfannenerker bis zum Ende der Sklerosierungslinie eine weitere Linie gelegt. Der Pfannendachwinkel wird typischerweise bei zunehmender Dysplasie größer. Ein weiterer Winkel ist der Centrum-Eck-Winkel nach Wiberg. Der CE-Winkel wird zwischen einer

Parallelen zur Körperachse durch den Hüftkopfkern und einer Geraden vom äußeren Pfannenerker zum Hüftkopfmittelpunkt gemessen. Die Ombredanne-Linie ist eine vom seitlichsten Punkt des Pfannenerkers senkrecht auf die Hilgenreiner-Linie herabgezogene Linie, die diese überkreuzt, und vier Quadranten bildet. Im Normalfall befindet sich der Hüftkopf im unteren inneren Quadranten (Tönnis, 1984) (Tönnis, 1997).

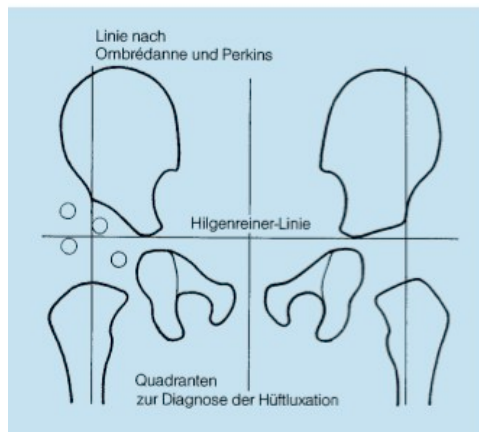


Abbildung XX : Linien der unreifen knöchernen Hüfte (Tönnis D. , 1997, S. 50)

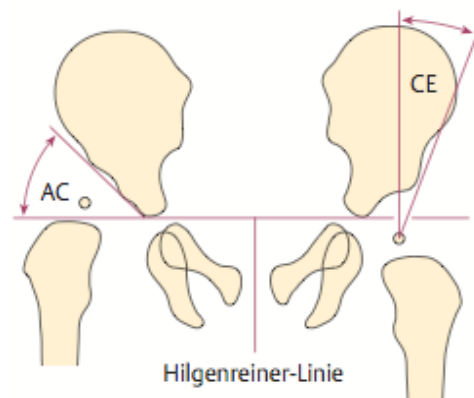


Abbildung XIX : AC-Winkel und CE-Winkel n. Wiberg (Niethard & Pfeil, 2005)

1.6 Therapie

Die Ausheilung bei der Therapie von Hüftreifungsstörungen hängt entscheidend vom Zeitpunkt der Diagnose ab. Je früher die Dysplasie diagnostiziert wird, desto weniger aufwendig bzw. invasiv ist die Therapie, da in den ersten 12 Lebenswochen das Wachstumspotential des Pfannendachs am größten ist. Dadurch wird die Behandlungszeit verkürzt und der Therapieerfolg erhöht (Nelitz & Reicherl, 2008). Haupttherapieziel bei der Behandlung der angeborenen Hüftluxation ist es, ein stabiles und zentriertes Gelenk wiederherzustellen. Sekundäre morphologische Veränderung am Gelenk, die zu einer vorzeitigen Abnutzung führen, müssen verhindert werden. Dysplasien können langfristig zu einer Coxarthrose führen, die unterschiedliche operative Therapiemaßnahmen, wie z.B. Pfannenerker-Rekonstruktionen, notwendig machen.

Die Therapie der Hüftluxation wird nach Graf in drei Phasen aufgegliedert. Dislozierte Hüften müssen reponiert werden. Anschließend ist die Retentionsphase nötig, in der sich das Gelenk wieder stabilisieren kann. Abschließend ist die Nachreifung des noch nicht ossifizierten, knorpelig präformierten Pfannenerkers notwendig (Graf, 1997). Verknöcherungsverzögerte Hüftgelenke können durch eine einphasige Therapie mit einer Retentionsbehandlung zur Ausreifung des knöchernen Erkers gebracht werden.

1.6.1 Reposition

Voraussetzung für die richtige Therapieentscheidung ist die Beurteilung der Fehlf orm der knöchernen und knorpeligen Verhältnisse der Pfanne sowie die Beurteilung, ob der Hüftkopf disloziert bzw. luxiert ist oder nicht. Bei disloziertem Hüftkopf ist das Ziel, diesen in der Pfanne zu reponieren. Die gefürchtetste Komplikation bei allen Repositionsmanövern ist die Hüftkopfnekrose (Graf, 1997). Bei dezentrierten Hüftgelenken Typ D, IIIa, IIIb, und IV wird heute häufig die von Pavlik (Pavlik, 1957) eingeführte Pavlik-Bandage angewandt. Dabei handelt es sich um ein dynamisches Behandlungsprinzip, in der die unteren Extremitäten mit Schultergurten, Fußschnallen und Riemen in einer gebeugten und abduzierten Haltung fixiert werden. Beim Anlegen der Bandage sollte darauf geachtet werden die Zügel so anzulegen, dass das Kind durch „Strampelbewegungen“ das Repositionsmanöver einleiten kann. Prinzip ist die Umkehr, der am Hüftgelenk wirkenden Kräfte. „Strampeln“ bedeutet Strecken im Hüft- und Kniegelenk. Dies führt bei über 100° Beugung zur Distalisierung des Hüftkopfes. Durch die Abduktion von 40-60° kommt es zu einer Ventralisierung und damit zur Reposition über den hinteren Pfannenrand. Entscheidend für den Therapieerfolg ist die Compliance der Eltern, sowie Kontrolle des behandelten Arztes bei der richtigen Handhabung der Bandage (Nelitz & Reicherl, 2008). Wichtig hierbei ist, dass der Bewegungsumfang in der sog. „sicheren Zone“ liegt, in dem ein bestimmter Abduktionswinkel des Beines weder unterschritten noch überschritten werden sollte, da es sonst zu Relaxation oder zur

Hüftkopfnekrose kommen kann (Niethard & Pfeil, 2005). Ist mit der Pavlik-Bandage keine stabile Reposition zu erreichen, kann eine Overhead-Extensionsbehandlung nach Krämer versucht werden, wodurch eine Vordehnung der hüftumgreifenden Muskulatur erreicht werden soll. Dieses Verfahren ist jedoch wesentlich aufwändiger und erfordert eine stationäre Behandlung des Patienten. Der Repositionserfolg wird bildgebend überprüft.

Versagen diese genannten Therapieoptionen muss mit einer Arthrographie nach einen Repositionshindernis gesucht werden. Ist eine geschlossene Reposition mit anschließender Gipsretention nicht möglich, muss eine offene (=operative) Reposition erfolgen.

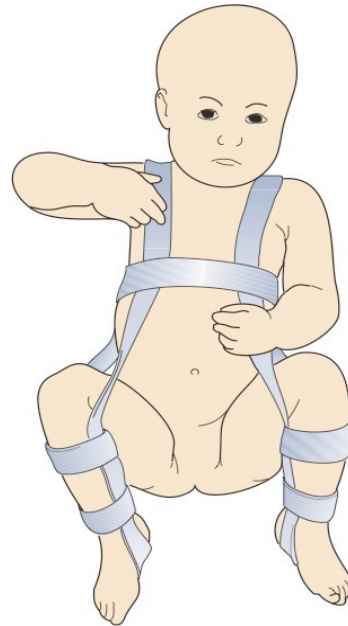


Abbildung XXI : Pavlik-Bandage (Specht, Schmitt, & Pfeil, 2008, S. 117)

1.6.2 Retention

Der Begriff „human position“ für die Position der Hüftgelenke im Mutterleib wurde von Salter geprägt. Dies beschreibt eine Sitz-Hock-Stellung, bei der die Hüften gebeugt und mäßig abgespreizt sind. In dieser von der Natur vorgegebenen natürlichen Lage sind die Hüften im Normalfall stark gebeugt und wenig abgespreizt. Diese Hüftposition soll bei Hüftdysplasien mit Hüft-

Beuge-Schienen nachgeahmt werden, um eine vollständige Nachreifung und Normalisierung unter Druckentlastung zu erreichen und eine Hüftkopfnekrose zu verhindern (Bernau & Mathiessen, 2002). Ziel der Retention bei instabilen oder bereits luxierten Hüften ist es den Hüftkopf so lange in der Primärpfanne zu halten und zu stabilisieren, bis keine Reluxationsgefahr mehr besteht. Bei Hüftreifungsverzögerungen ist ausschließlich die Nachreifung Ziel der Retention. Bei instabilen Gelenken verhindern Druck- und Scherkräfte des Hüftkopfes die Ausreifung des knorpeligen Pfannendachs. Deshalb sind eine Flexion im Hüftgelenk von mindestens 90° und eine Abduktion von 45° zur Stabilisierung des Hüftkopfes in der Pfanne notwendig (Graf, 1997). Untersuchungen von Tschauner haben gezeigt, dass die Beugung über 100° - 110° liegen soll. Die Flexion ist der wichtigste Faktor zur Entlastung des knöchernen Erkers (Tschauner, 1997), (Tschauner, 2001). In der Retentionsphase sollte eine sichere Fixierung des Hüftkopfes in der oben genannten Stellung gewährleistet sein. Dies kann mit Spreizhosen, Hüft-Beuge-Schienen, Sitz-Hock-Gips nach Fettweis oder Pavlik-Bandage erreicht werden. Welche Methode angewandt wird hängt vom Grad der Hüftreifungsstörung, das heißt dem Hüft-Typ nach Graf, sowie dem Alter des Kindes ab. Bei stabilen Gelenken bis zum Hüft-Typ IIc nach Graf hat sich die Tübinger Schiene als Therapieoption bewährt und zunehmend durchgesetzt. Wichtig ist neben der korrekten Anpassung der Schiene an den Säugling, dass sie kontinuierlich über 24 Stunden bis zur Ausheilung getragen wird. Um den Behandlungsverlauf verfolgen zu können, müssen regelmäßige sonographische Kontrolluntersuchungen stattfinden. Je früher der Therapiebeginn, desto besser die Heilungschancen und kürzer die Behandlungsdauer. Als Faustregel bei einem Behandlungsbeginn innerhalb der ersten 6 Wochen gilt, dass die Behandlungsdauer doppelt so lang ist wie das Alter zu Behandlungsbeginn (Bernau & Mathiessen, 2002). Bei einer instabilen Hüfte mit Hüft-Typ IIc sollte eine Pavlik-Bandage angewandt werden. Eine stabile IIc Hüfte wird mit einer Spreizhose z.B. Tübinger Schiene behandelt. Bei guter Compliance der Eltern kann auch eine instabile IIc Hüfte mit einer Tübinger Schiene behandelt werden. Regelmäßige Kontrollen des Therapieerfolgs sind selbstverständlich (Bernau & Mathiessen, 2002) (Nelitz & Reicherl, 2008).



Abbildung XXII : Tübinger Schiene (Specht, 2008, S. 113)

1.6.3 Nachreifung

In der Nachreifungsphase besteht aus biomechanischer Sicht die Situation, dass die Hüfte reponiert und stabil ist und das hyalin-knorpelige Pfannendach kongruent in seiner ursprünglichen Form auf dem Hüftkopf liegt. Das Pfannendach ist aber noch nicht ausreichend ossifiziert. Aus diesem Grund sollten Druck- und Scherkräfte auf das Dach vermieden werden. Diese Entlastung ist in der Nachreifungsphase von entscheidender Bedeutung. Die Hüft-Beuge-Abspreizstellung ist in der Nachreifungsphase prinzipiell die gleiche wie in der Retentionsphase. Es findet in der Retentionsphase ebenfalls die Nachreifung statt. Der Übergang ist fließend. Wurde aufgrund instabiler/luxierte Verhältnisse die Pavlik-Bandage verordnet, kann diese („wenn sie noch passt“) weiter getragen werden und es muss nicht auf die Tübinger Schiene gewechselt werden. Auch hier ist es von besonderer Bedeutung auf eine Beugung von mindestens 100° und einer Abduktion von maximal 50° zu achten. Bei ungenügender Beugung wird das Pfannendach nicht genug entlastet,

außerdem riskiert man bei stärkerer Abduktion eine Durchblutungsstörung im Hüftkopfbereich (Nelitz & Reicherl, 2008) (Graf, 1997).

1.7 Ziele der Arbeit

Mit der Einführung der standardisierten Sonographie in der Diagnostik der Hüftdysplasie und Hüftluxation hat sich eine reproduzierbare, valide Methode etabliert, die es erlaubt, Hüftreifungsstörungen / Hüftluxationen direkt nach der Geburt zu diagnostizieren.

Ziel dieser Arbeit ist es, Hüftsonogramme, die in Folge des Neugeborenencreening in der Kinderorthopädie des Klinikums Rechts der Isar und des Klinikums München-Schwabing angefertigt wurden, auf Messgenauigkeiten und deren Ursachen zu überprüfen. Dabei wurde(n)

- mit Hilfe eines selbst entwickelten elektronischen Winkelprogramms (Kontrollmessung) die Messgenauigkeiten verglichen. Von Hand eingezeichnete Winkelmessungen (Arztmessung) wurden elektronischen Winkelmessungen gegenübergestellt.
- die vorliegenden Bilder des Hüft-Ultraschall-Screenings auf Qualität und Validität überprüft.
- überprüft, ob ein frühzeitig eingeleiteter Behandlungsbeginn bei Dysplasie zu kürzeren Behandlungszeiten führt und
- welche Zusammenhänge zwischen dem α -Winkel bei Abschluss der Therapie einer ehemaliger Hüftdysplasie und dem Röntgenbefund der Verlaufskontrollen bestehen.

2 Material und Methoden

2.1 Allgemeine Informationen

Zum Zeitpunkt der Studie wurde am Universitätsklinikum der TU München im Klinikum rechts der Isar (MRI) und in der Sektion für Kinderorthopädie im städtischen Klinikum München Schwabing (KMS) die Hüftsonographie bei Neugeborenen durchgeführt. Das KMS ist akademisches Lehrkrankenhaus der TU München. Die Sektion für Kinderorthopädie der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie im Klinikum rechts der Isar war in das KMS ausgelagert. Jeden Mittwoch fand eine Kinderorthopädie-Sprechstunde in der Ambulanz im MRI statt. Dort wurde unter anderem das Ultraschallscreening der Hüften Neugeborener durchgeführt. Operative Eingriffe werden im KMS durchgeführt.

2.2 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte retrospektiv aus den Archiven der jeweiligen Klinik. Im KMS erfolgte die Datenerhebung aus den Akten der Sektion für Kinderorthopädie, im MRI waren die Daten in Karteikarten in der Poliklinik der Orthopädie archiviert. Die Ultraschallbilder wurden mit einem handelsüblichen Scanner eingelesen und mit einem Winkelprogramm vermessen. Dieses Programm wurde von einem Informatiker der Forschungsabteilung der Orthopädie programmiert. Das Programm erlaubt die jeweiligen Bilder, welche im JPEG-Format eingescannt wurden, einzeln anzuzeigen und zu vermessen. Man kann damit 3 Linien im zweidimensionalen Raum legen und deren einschließende Winkel zueinander messen. Daraus ergeben sich jeweils 2 Winkel, die den geforderten Winkeln von Graf entsprechen. Die Bilder konnte je nach Belieben im 2 dimensionalen Raum gedreht und gewendet werden. Das Programm ermöglicht das Auffinden und Identifizieren der wichtigen sonographischen Strukturen/Landmarken und erlaubt ebenso ein Vergrößern und Verkleinern der Bilder. Die Bilder wurden mit Auflösung von 300 dpi eingescannt, sodass auch bei der Vergrößerung eine ausreichende Schärfe (gute Quantität an Bildpixel) gewährleistet war.

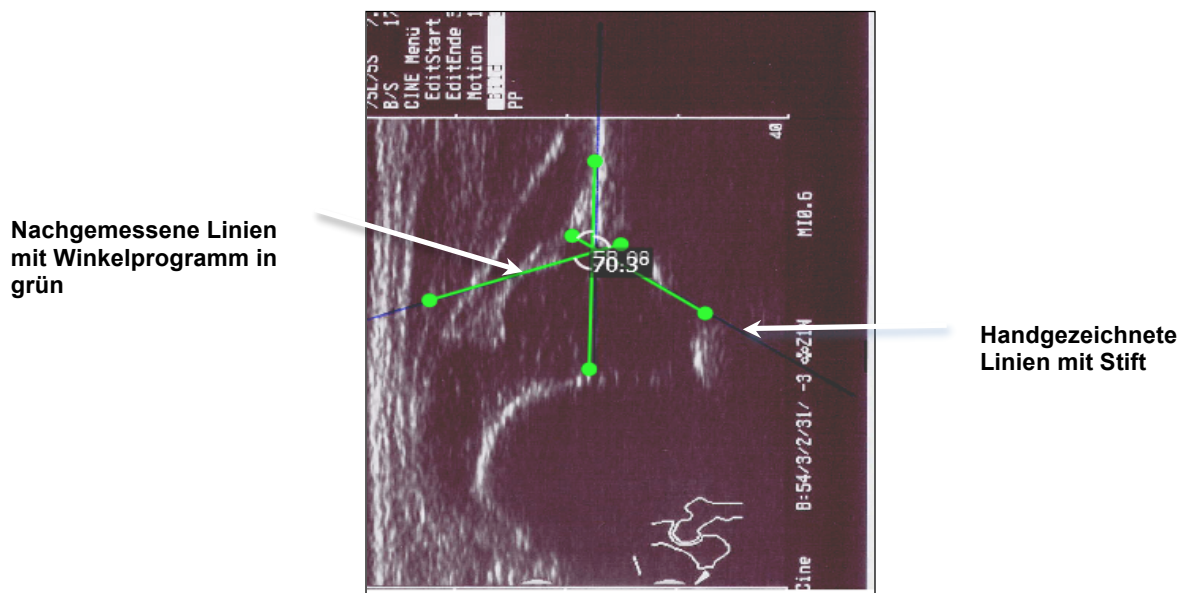


Abbildung XXIII : programmiertes Winkelprogramm der Hüftsonographie Bilder

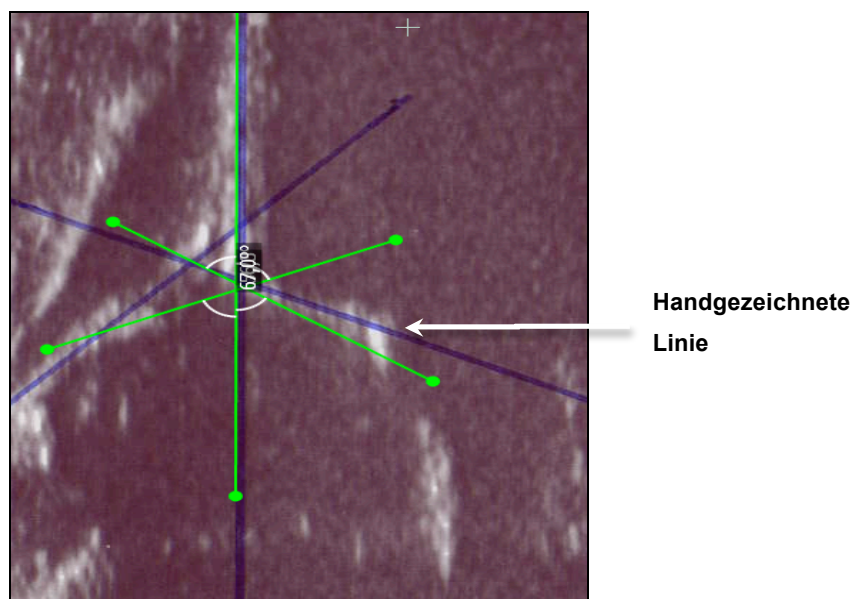


Abbildung XXIV : Beispiel für nicht korrekt handgezeichnete Linien

Die neuen Linien wurden über die bereits mit Stift eingezeichneten Linien der Ärzte gelegt und separat abgespeichert. Der Unterschied zwischen der Arztmessung und der Kontrollmessung konnte somit optisch gut sichtbar gemacht werden (siehe Abb. XXIV+XXIII).

sodass alle Information aus den Karteikarten erfasst werden konnten (siehe Abb. XXVI+XXVII).

The screenshot shows the SPSS Data Editor window titled 'Allgemeine Daten neu korrigiert.sav [DatenSet1] - PASW Statistics Daten-Editor'. The main area displays a data grid with 24 rows and 133 columns. The columns are organized into groups: 'Kontroll2Son' (columns 2-6), 'Kontroll3Son' (columns 7-11), and 'Kontroll3Son' (columns 12-16). The rows represent individual cases, with data points ranging from 50 to 88. The status bar at the bottom indicates 'PASW Statistics Prozessor ist bereit' and the system clock shows 16:39.

Abbildung XXVI : SPSS Datensatz dargestellt die Winkelmessungen in Absolut-Zahlen

The screenshot shows the SPSS Variable View window for the same dataset. It lists 30 variables with their names, types, and labels. The variables include demographic information like 'Geburtsdatum' and 'Alter', and clinical measurements such as 'Hüftuntersuchungsbefund - Instabilität' and 'Hüftuntersuchungsbefund - Abspreizbehinderung'. The 'Rolle' (role) column indicates that many variables are 'Eingabe' (input) or 'Skala' (scale). The status bar at the bottom shows the system clock at 17:00.

Name	Typ	Spaltenf...	Dezimal...	Variablenlabel	Wertelabels	Fehle...	Sp...	Ausricht...	Messnivea	Rolle
4	Geburtsdatum	Datum	10	0		Keine	9	Rechts	Skala	Eingabe
5	Aufnahmedatum	Datum	10	0		Keine	8	Rechts	Skala	Eingabe
6	Alter	Numerisch	8	0	Alter in Wochen bei Aufnahme	Keine	4	Rechts	Skala	Eingabe
7	Krankenhaus	Numerisch	8	0		{1, KMS}...	6	Rechts	Nominal	Eingabe
8	Schwangerschaft	Numerisch	8	0		{1, Fruchtwassermangel}...	11	Rechts	Nominal	Eingabe
9	Geburt	Numerisch	8	0		{1, Frühgeburt}...	10	Rechts	Nominal	Eingabe
10	Familienanamnese	Numerisch	8	0		{1, Hüftdysplasie}...	12	Rechts	Nominal	Eingabe
11	Hüfte	Numerisch	8	0		{1, rechts}...	8	Rechts	Nominal	Eingabe
12	Hüftuntersuchungsbefund - Instabilität	Numerisch	8	0	Hüftuntersuchungsbefund - Instabilität	{1, Instabilität}...	8	Rechts	Nominal	Eingabe
13	Hüftuntersuchungsbefund - Abspreizbehinderung	Numerisch	8	0	Hüftuntersuchungsbefund - Abspreizbehinderung	{1, Abspreizbehinderung}...	16	Rechts	Nominal	Eingabe
14	Hüftuntersuchungsbefund - Ortolani-Zeichen	Numerisch	8	0	Hüftuntersuchungsbefund - Ortolani-Zeichen	{1, positives Ortolani-Zeichen}...	6	Rechts	Nominal	Eingabe
15	Hüftuntersuchungsbefund - Faltenasymmetrie	Numerisch	8	0	Hüftuntersuchungsbefund - Faltenasymmetrie	{1, Faltenasymmetrie}...	6	Rechts	Nominal	Eingabe
16	Hüftuntersuchungsbefund - Beinlängendifferenz	Numerisch	8	0	Hüftuntersuchungsbefund - Beinlängendifferenz	{1, Beinlängendifferenz}...	6	Rechts	Nominal	Eingabe
17	Hüftuntersuchungsbefund - Wirbelsäulenasymmetrie	Numerisch	8	0	Hüftuntersuchungsbefund - Wirbelsäulenasymmetrie	{1, Wirbelsäulenasymmetrie}...	16	Rechts	Nominal	Eingabe
18	SonoDKFre	Numerisch	8	0	Deskription - Knöchel Formgebung - A...	{1, gut}...	8	Rechts	Nominal	Eingabe
19	SonoDKETre	Numerisch	8	0	Deskription - Knöchel Erker - Aufnah...	{1, eckig}...	8	Rechts	Nominal	Eingabe
20	SonoDKETli	Numerisch	8	0	Deskription - Knorpeliger Erker - Aufnah...	{1, übergreifend}...	8	Rechts	Nominal	Eingabe
21	SonoDKFli	Numerisch	8	0	Deskription - Knöchel Formgebung - A...	{1, gut}...	11	Rechts	Nominal	Eingabe
22	SonoDKETli	Numerisch	8	0	Deskription - Knöchel Erker - Aufnah...	{1, eckig}...	8	Rechts	Nominal	Eingabe
23	SonoDKETli	Numerisch	8	0	Deskription - Knorpeliger Erker - Aufnah...	{1, übergreifend}...	13	Rechts	Nominal	Eingabe
24	Sonoverwert...	Numerisch	8	0	Bildqualität - Standardebene - Aufnahme ...	{1, voll verwertbar (=4 Kriterien der Standard...}	26	Rechts	Nominal	Eingabe
25	Messfehler...	Numerisch	8	0	Messfehler Aufnahme-Sono rechts	{1, Umschlagpunkt am Unterrand ilium nicht...}	11	Rechts	Nominal	Eingabe
26	Sonoverwert...	Numerisch	8	0	Bildqualität - Standardebene - Aufnahme ...	{1, voll verwertbar (=4 Kriterien der Standard...}	14	Rechts	Nominal	Eingabe
27	Messfehler...	Numerisch	8	0	Messfehler Aufnahme - Sono links	{1, Umschlagpunkt am Unterrand ilium nicht...}	17	Rechts	Nominal	Eingabe
28	Sonoverwert...	Numerisch	8	0	Bildqualität - Standardebene - 1. Kontroll...	{1, voll verwertbar (=4 Kriterien der Standard...}	14	Rechts	Nominal	Eingabe
29	Messfehler...	Numerisch	8	0	Messfehler 1. Kontrolle rechts	{1, Umschlagpunkt am Unterrand ilium nicht...}	11	Rechts	Nominal	Eingabe
30	Sonoverwert...	Numerisch	8	0	Bildqualität - Standardebene - 1. Kontroll...	{1, voll verwertbar (=4 Kriterien der Standard...}	12	Rechts	Nominal	Eingabe

Abbildung XXVII : SPSS Variablenbenennung

2.3 Patientenkollektiv

2.3.1 Einschlusskriterien

Es wurden aus den Archiven nur diejenigen Hüftsonographie-Bilder ausgewählt, die von Orthopäden des Klinikums rechts der Isar bzw. dem Krankenhaus München Schwabing angefertigt wurden. Dabei wurden alle Neugeborenen in die vorliegende Studie mit eingeschlossen, die mindestens an 2 Untersuchungstagen vorgestellt wurden.

2.3.2 Patientenkollektiv

Die vorliegende Studie erfasst retrospektiv die sonographischen Untersuchungsergebnisse von Neugeborenen mit Hüftreifungsstörungen/Hüft dysplasien und -luxationen im Zeitraum von 2006 bis 2009. Die Erstsonographie der Hüfte wurde in beiden Kliniken bei über der Hälfte der Patienten in der 1. Lebenswoche durchgeführt (siehe Tabelle 1). Es wurden insgesamt **402** Säuglinge in die Studie eingeschlossen. Im KMS lag die Zahl der ausgewerteten Hüftsonographien nur bei 83, da hier das Neugeborenen screening der Hüfte vor allem von den Kinderärzten durchgeführt wird. Die Orthopäden werden bei pathologischen Hüftsonographien hinzugezogen. Die primär reifen und physiologisch reifungsverzögerten Hüften (Hüfttypen I und IIa) werden in der Regel von den Orthopäden der Sektion Schwabing nicht gesehen. Im MRI wird das Neugeborenen screening dagegen von den Orthopäden auf der Neugeborenen-Station konsiliarisch durchgeführt. Die Fallzahl lag somit mit 319 Fällen deutlich höher als im KMS.

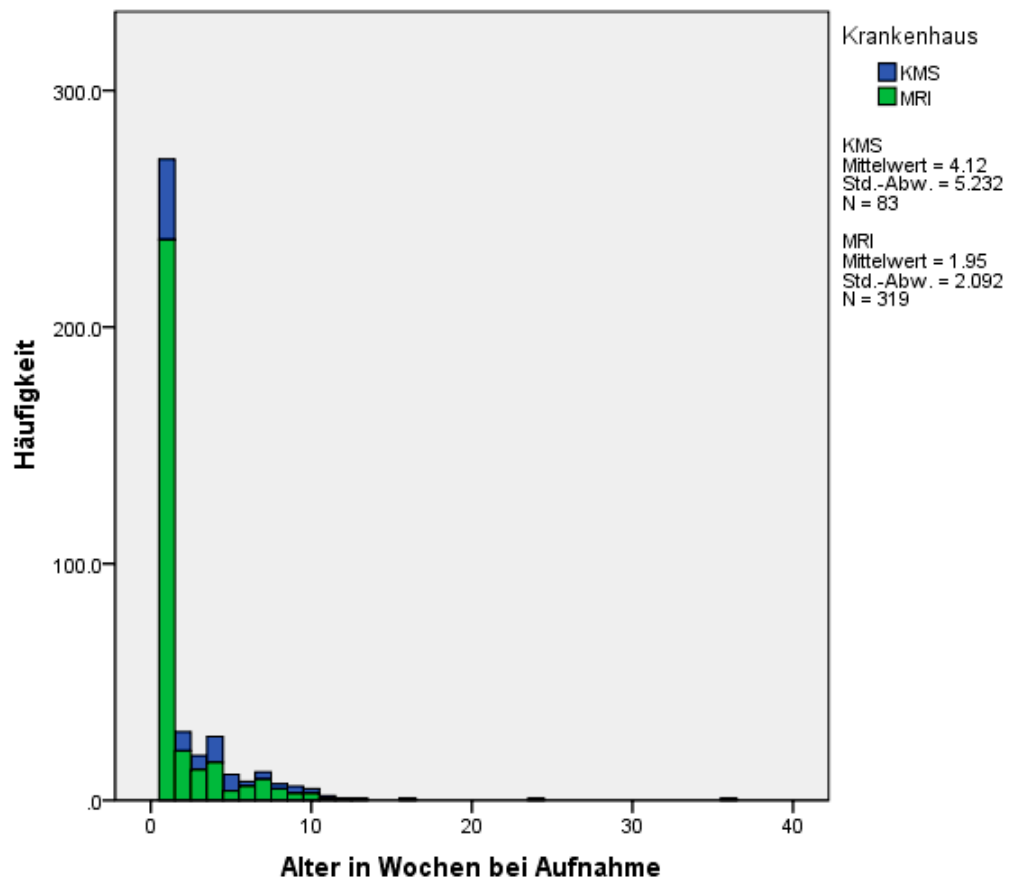


Diagramm 1 : Alter in Wochen bei Aufnahme auf Krankenhaus bezogen

Im MRI wurden die Säuglinge im Mittel in der 2. Lebenswoche von den Orthopäden gesehen, da das Screening von ihnen selbst durchgeführt wird. Im KMS wird die Neugeborenen Untersuchung der Hüfte durch die Pädiater durchgeführt. Die Säuglinge wurden hier im Mittel in der 4. Lebenswoche gesehen. Diese Zeitspanne ergibt sich aus Grenzfällen, die zunächst als physiologisch eingestuft wurden, jedoch bei der U3 einbestellt wurden. Bei pathologischen Befunden des Hüftscreenings wurde eine sofortige Überweisung von den Kinderärzten zu den Orthopäden veranlasst (siehe Diagramm 1).

Tabelle 1 : Häufigkeitsverteilung des Alters bei Erstsonographie

Alter in Wochen	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig 1	271	67.4	67.4	67.4
2	29	7.2	7.2	74.6
3	19	4.7	4.7	79.4
4	27	6.7	6.7	86.1
5	11	2.7	2.7	88.8
6	8	2.0	2.0	90.8
7	12	3.0	3.0	93.8
8	7	1.7	1.7	95.5
9	6	1.5	1.5	97.0
10	5	1.2	1.2	98.3
11	2	.5	.5	98.8
12	1	.2	.2	99.0
13	1	.2	.2	99.3
16	1	.2	.2	99.5
24	1	.2	.2	99.8
36	1	.2	.2	100.0
Gesamt	402	100.0	100.0	

Betrachtet man die Gesamtheit der untersuchten Kinder über beide Kliniken verteilt, so wurden 67 % in der 1. Lebenswoche gesehen.

Tabelle 2 : Mittelwert Alter in Wochen

Deskriptive Statistik					
	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Alter in Wochen bei Aufnahme	402	1	36	2.40	3.137
Gültige Werte (Listenweise)	402				

2.3.3 Ausschlusskriterien

Es wurden alle Neugeborenen aus der Studie ausgeschlossen, die beim Screening physiologisch gesunde Hüften hatten und somit keiner weiteren Kontrolluntersuchung bedurften. Ausgeschlossen wurden alle Ia und Ib Hüften, außer es wurde noch eine Kontrolluntersuchung durchgeführt. Der Sonographie Typ IIa wurde nicht ausgeschlossen. Zwar ist eine IIa Hüfte in den ersten 4-6 Lebenswochen als physiologisch reifungsverzögert zu bezeichnen, da aber die Möglichkeit besteht, dass eine IIa Hüfte nicht ausheilt und sich eine Reifungsstörung Typ IIa- bzw. IIb entwickelt, wurde die IIa Hüfte in alle statistischen Auswertungen mit einbezogen.

2.4 Untersuchungsablauf

2.4.1 Gerätetechnik

Im KMS wurden alle Ultraschalluntersuchungen mit einem 7,5 Mhz Linear-Scan-Schallkopf der Firma Siemens eingesetzt. Zur Dokumentation der Bilder wurde ein Video-Printer der Firma Sony verwendet. Im MRI wurde ebenfalls eine 7,5 Mhz Linear-Scan-Schallkopf der Firma Siemens mit selbigem Printer angewendet. Es waren somit gleiche Bedingungen in beiden Krankenhäusern.

2.4.2 Lagerung des Säuglings

Bei der Ultraschalluntersuchung ist die Lagerung des Säuglings von besonderer Bedeutung, um eine regelrechte Hüftsonographie durchführen zu können. Nach Graf ist die Untersuchungstechnik unabhängig von der Erfahrung und dem Geschick des Untersuchers, wenn auf ein standardisiertes Vorgehen bei der Untersuchung geachtet wird. Die Untersuchung erfolgte in beiden Kliniken stets mit Lagerung der Säuglinge in Seitenlage in der von Graf empfohlenen Lagerungsschale. Mit der einen Hand wird der Trochanter umgriffen und mit der anderen der Schallkopf parallel zur Lagerungsschale auf den Trochanter

aufgesetzt. Graf empfiehlt die Sonographie im Stehen durchzuführen, da er die Erfahrung gemacht hat, dass der Schallkopf dann ruhiger geführt werden kann. Außerdem sollten die Untersuchungsbedingungen durch warme Hände sowie warmes Sonographie-Gel für den Säugling so angenehm wie möglich gestaltet werden (Graf, Baumgartner, & Lercher, 2006).

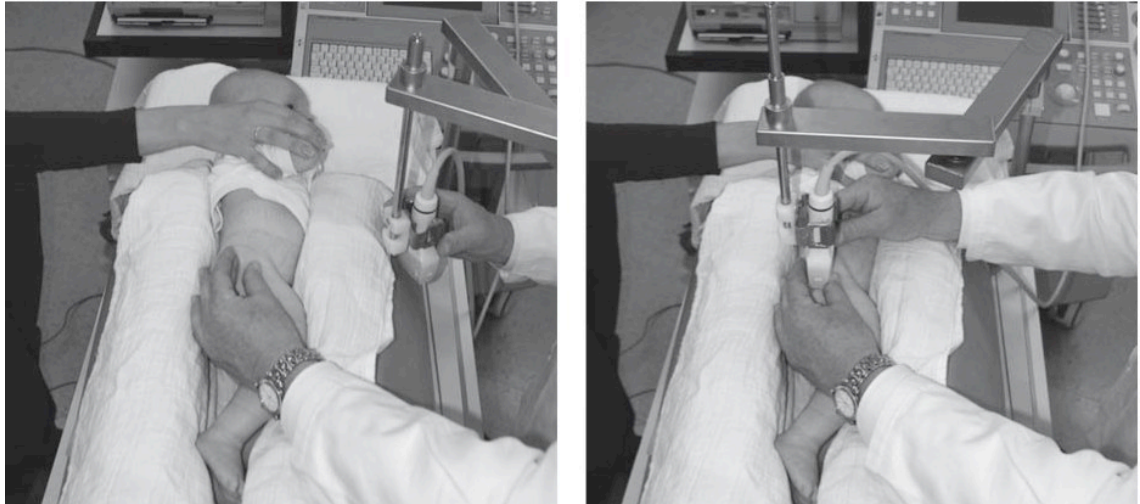


Abbildung XXVIII : Lagerungsschale (Graf, Baumgartner, & Lercher, 2006, S. 63)

2.4.3 Dokumentation

Bei allen Untersuchungen wurden mindestens 2 Bilder pro Hüftgelenk in der Standardsituation dokumentiert, wobei jeweils ein Ausdruck pro Hüfte entweder per Hand oder mit einem Messprogramm des Ultraschallgerätes ausgemessen wurde. Im KMS wurde der Befund schriftlich dokumentiert. Im MRI wurden vorgefertigte Untersuchungsbögen verwendet. Diese ermöglichen durch Ankreuzen eine schnelle Beschreibung der Befunde. Dadurch wurde eine weitestgehend standardisierte Dokumentation erreicht.

Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Sportorthopädie

KLINIKUM RECHTS DER ISAR DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Univ. Prof. Dr. med. Reiner Gradinger

SONOGRAFIE		SÄUGLINGSHÜFTE																																																																																									
<p>N a m e <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Vorname <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Geb.Datum <input style="width: 20px;" type="text"/> . <input style="width: 20px;" type="text"/> . <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/></p> <p>Alter <input style="width: 20px;" type="text"/> Wochen</p>	<p>Anamnese: Familienanamnese: <input type="checkbox"/> leer <input type="checkbox"/> positiv</p> <hr/> <p>Geburt: <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> BEL <input type="checkbox"/> Sectio <input type="checkbox"/> Früh <input type="checkbox"/> Kompl.</p> <p><input style="width: 40px;" type="text"/> g Geb.- Gewicht <input style="width: 40px;" type="text"/> cm Geb.- Größe</p>																																																																																										
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%; text-align: center; color: blue;">rechts</td> <td style="width: 25%; text-align: center; color: blue;">links</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>Klinischer Befund:</td> <td><input type="checkbox"/> Beinverkürzung</td> <td><input type="checkbox"/> Instabilität</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Fußdeformität</td> <td><input type="checkbox"/> Abspreizung in°</td> <td><input style="width: 40px;" type="text"/></td> </tr> </table>					rechts	links		Klinischer Befund:	<input type="checkbox"/> Beinverkürzung	<input type="checkbox"/> Instabilität	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Fußdeformität	<input type="checkbox"/> Abspreizung in°	<input style="width: 40px;" type="text"/>																																																																												
	rechts	links																																																																																									
Klinischer Befund:	<input type="checkbox"/> Beinverkürzung	<input type="checkbox"/> Instabilität	<input type="checkbox"/>																																																																																								
	<input type="checkbox"/> Fußdeformität	<input type="checkbox"/> Abspreizung in°	<input style="width: 40px;" type="text"/>																																																																																								
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%; text-align: center; color: blue;">rechts</td> <td style="width: 25%; text-align: center; color: blue;">links</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>Sonografie:</td> <td><input type="checkbox"/> gut</td> <td><input type="checkbox"/> gut</td> <td></td> </tr> <tr> <td>knöcherner Formgebung</td> <td><input type="checkbox"/> ausreichend</td> <td><input type="checkbox"/> ausreichend</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> mangelhaft</td> <td><input type="checkbox"/> mangelhaft</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> schlecht</td> <td><input type="checkbox"/> schlecht</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>knöchener Erker</td> <td><input type="checkbox"/> eckig</td> <td><input type="checkbox"/> eckig</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> stumpf</td> <td><input type="checkbox"/> stumpf</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Erkerdefekt</td> <td><input type="checkbox"/> Erkerdefekt</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> rund</td> <td><input type="checkbox"/> rund</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> flach</td> <td><input type="checkbox"/> flach</td> <td></td> </tr> <tr> <td>knorpeliger Erker</td> <td><input type="checkbox"/> übergreifend</td> <td><input type="checkbox"/> übergreifend</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> verdrängt - cran.</td> <td><input type="checkbox"/> verdrängt - cran.</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> verdrängt - caud.</td> <td><input type="checkbox"/> verdrängt - caud.</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> verdichtet</td> <td><input type="checkbox"/> verdichtet</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kopfkern</td> <td><input type="checkbox"/> vorhanden</td> <td><input type="checkbox"/> vorhanden</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> fehlt</td> <td><input type="checkbox"/> fehlt</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Stabilität sonografisch</td> <td><input type="checkbox"/> stabil</td> <td><input type="checkbox"/> stabil</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> instabil</td> <td><input type="checkbox"/> instabil</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Winkel α in °</td> <td><input style="width: 40px;" type="text"/></td> <td><input style="width: 40px;" type="text"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Winkel β in °</td> <td><input style="width: 40px;" type="text"/></td> <td><input style="width: 40px;" type="text"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Typ nach Graf</td> <td><input style="width: 40px;" type="text"/></td> <td><input style="width: 40px;" type="text"/></td> <td></td> </tr> </table>					rechts	links		Sonografie:	<input type="checkbox"/> gut	<input type="checkbox"/> gut		knöcherner Formgebung	<input type="checkbox"/> ausreichend	<input type="checkbox"/> ausreichend			<input type="checkbox"/> mangelhaft	<input type="checkbox"/> mangelhaft			<input type="checkbox"/> schlecht	<input type="checkbox"/> schlecht			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		knöchener Erker	<input type="checkbox"/> eckig	<input type="checkbox"/> eckig			<input type="checkbox"/> stumpf	<input type="checkbox"/> stumpf			<input type="checkbox"/> Erkerdefekt	<input type="checkbox"/> Erkerdefekt			<input type="checkbox"/> rund	<input type="checkbox"/> rund			<input type="checkbox"/> flach	<input type="checkbox"/> flach		knorpeliger Erker	<input type="checkbox"/> übergreifend	<input type="checkbox"/> übergreifend			<input type="checkbox"/> verdrängt - cran.	<input type="checkbox"/> verdrängt - cran.			<input type="checkbox"/> verdrängt - caud.	<input type="checkbox"/> verdrängt - caud.			<input type="checkbox"/> verdichtet	<input type="checkbox"/> verdichtet		Kopfkern	<input type="checkbox"/> vorhanden	<input type="checkbox"/> vorhanden			<input type="checkbox"/> fehlt	<input type="checkbox"/> fehlt		Stabilität sonografisch	<input type="checkbox"/> stabil	<input type="checkbox"/> stabil			<input type="checkbox"/> instabil	<input type="checkbox"/> instabil		Winkel α in °	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>		Winkel β in °	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>		Typ nach Graf	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>	
	rechts	links																																																																																									
Sonografie:	<input type="checkbox"/> gut	<input type="checkbox"/> gut																																																																																									
knöcherner Formgebung	<input type="checkbox"/> ausreichend	<input type="checkbox"/> ausreichend																																																																																									
	<input type="checkbox"/> mangelhaft	<input type="checkbox"/> mangelhaft																																																																																									
	<input type="checkbox"/> schlecht	<input type="checkbox"/> schlecht																																																																																									
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																									
knöchener Erker	<input type="checkbox"/> eckig	<input type="checkbox"/> eckig																																																																																									
	<input type="checkbox"/> stumpf	<input type="checkbox"/> stumpf																																																																																									
	<input type="checkbox"/> Erkerdefekt	<input type="checkbox"/> Erkerdefekt																																																																																									
	<input type="checkbox"/> rund	<input type="checkbox"/> rund																																																																																									
	<input type="checkbox"/> flach	<input type="checkbox"/> flach																																																																																									
knorpeliger Erker	<input type="checkbox"/> übergreifend	<input type="checkbox"/> übergreifend																																																																																									
	<input type="checkbox"/> verdrängt - cran.	<input type="checkbox"/> verdrängt - cran.																																																																																									
	<input type="checkbox"/> verdrängt - caud.	<input type="checkbox"/> verdrängt - caud.																																																																																									
	<input type="checkbox"/> verdichtet	<input type="checkbox"/> verdichtet																																																																																									
Kopfkern	<input type="checkbox"/> vorhanden	<input type="checkbox"/> vorhanden																																																																																									
	<input type="checkbox"/> fehlt	<input type="checkbox"/> fehlt																																																																																									
Stabilität sonografisch	<input type="checkbox"/> stabil	<input type="checkbox"/> stabil																																																																																									
	<input type="checkbox"/> instabil	<input type="checkbox"/> instabil																																																																																									
Winkel α in °	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>																																																																																									
Winkel β in °	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>																																																																																									
Typ nach Graf	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>																																																																																									
<p>Procedere: <input type="checkbox"/> keine Therapie <input type="checkbox"/> breit wickeln <input type="checkbox"/> Spreizhose <input type="checkbox"/> Schiene <input type="checkbox"/> Gips <input type="checkbox"/> Overhead <input type="checkbox"/> Fußgymnastik</p>																																																																																											
<p>Kontrolle: in <input style="width: 20px;" type="text"/> Wochen <input type="checkbox"/> im stabilen Laufalter</p>																																																																																											
Untersuchender Arzt: <input style="width: 100%;" type="text"/>		Datum: <input style="width: 20px;" type="text"/> . <input style="width: 20px;" type="text"/> . <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/>																																																																																									

Ismaninger Straße 22
81675 München

Sekretariat:
Tel. 089 - 4140 - 2271
089 - 4140 - 2279
Fax 089 - 4140 - 4849

Ambulanz:
Tel. 089 - 4140 - 2276
Fax 089 - 4140 - 7241

www.
MRIO.de

Formulare / Orthopädie
E-mail-Bestellung:
Langegraflik@web.de

Abbildung XXIX : Standardisierter Untersuchungsbogen aus dem MRI

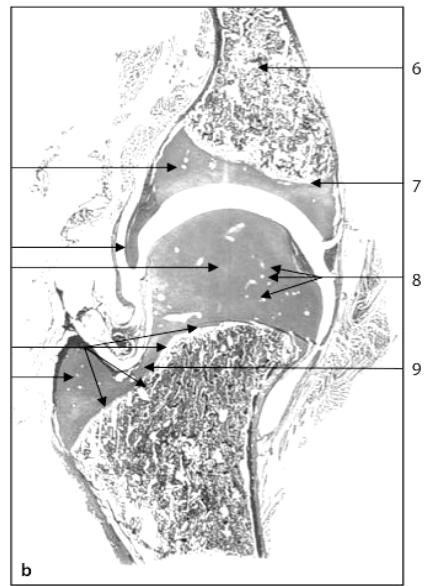
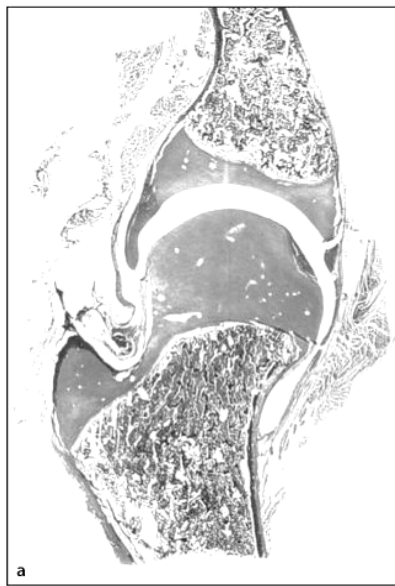
2.4.4 Projektion

Nach den Richtlinien der DEGUM (=Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin) und den Empfehlungen von Graf wurden alle Bilder in Rechtsprojektion dargestellt. Die Bilddarstellung bleibt unabhängig von der Seite der untersuchten Hüfte gleich. Die Rechtsprojektion soll einem a.p. Röntgenbild (anterior-posterior Strahlengang) der Hüfte entsprechen. Von Graf durchgeführte Kontrollen zeigten, dass eine Rechtsprojektion mit aufrecht stehendem Sonogramm eine um ein Drittel geringere Fehlerquote im Vergleich zur Linksprojektion beim Ausmessen aufwies (Graf, Baumgartner, & Lercher, 2006).

2.5 Sonogrammbefundung

2.5.1 Sonoanatomie der Säuglingshüfte

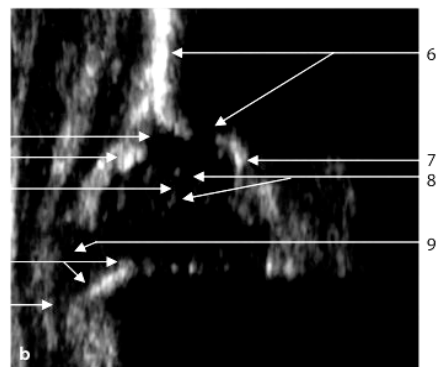
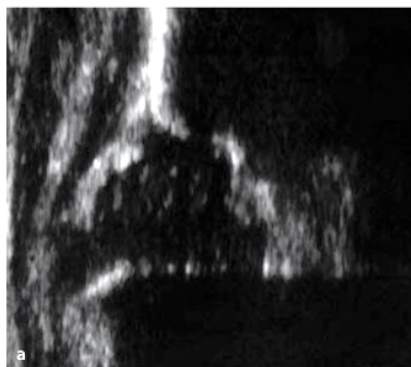
Einer der häufigsten Gründe, warum es bei der Säuglingssonographie zu Fehldiagnosen kommt, ist die falsche anatomische Identifizierung der Landmarken (Graf, 2002). Deshalb ist bei der Befundung von Sonogrammen die anatomische Kenntnis der Säuglingshüfte von großer Bedeutung. Die folgende Abbildung stellt einen histologischen Schnitt durch die Säuglingshüfte einem Sonogramm gegenüber und beschreibt die anatomischen Strukturen.



■ **Abb. 1.1.1a, b.** Histologischer Schnitt durch ein rechtes Hüftgelenk (anatomische Projektion).

- 1 knorpelig präformiertes Pfannendach
- 2 Gelenkkapsel, kranial davon das Labrum acetabulare
- 3 Hüftkopf
- 4 Knorpel-Knochen-Grenze

- 5 hyalin präformierter Trochanter major
- 6 Os ilium und knöcherne Pfanne
- 7 Unterrand Os ilium
- 8 Sinusoide
- 9 hyalin präformierter Anteil des Schenkelhalses



■ **Abb. 1.1.2a, b.** 6 Wochen, rechtes Hüftgelenk

- 1 knorpelig präformiertes Pfannendach
- 2 Labrum acetabulare
- 3 Hüftkopf
- 4 Knorpel-Knochen-Grenze

- 5 Trochanter major
- 6 Os ilium und knöcherne Pfanne
- 7 Unterrand Os ilium
- 8 Sinusoide
- 9 hyalin präformierter Anteil des Schenkelhalses mit Trochanterbasis

Abbildung XXX : Sonoanatomie der Säuglingshüfte
(Graf, *Ultraschalldiagnostik der Säuglingshüfte*, 2006, S. 3)

2.5.2 Standardsituation und Standardebene

Die Standardebene bei der Säuglingssonographie ist die Situation, wenn folgende Strukturen – von lateral nach medial – am Bildaufbau beteiligt sind.

Zur Fehlervermeidung fordert Tschauner aktuell einen diagnostischen Algorithmus. Beginnend mit der Identifizierung der sonoanatomischen Landmarken (sog. Checkliste 1) (Tschauner, 2012):

1. Labrum acetabulare
2. Knorpel-Knochen-Grenze
3. Hüftkopf
4. Umschlagfalte
5. Gelenkkapsel
6. Knorpelig präformiertes Pfannendach
7. Knöcherner Erker
8. Konkavität-Konvexität („Erker-Umschlagpunkt“)

Für die Befundung und anschließender Ausmessung des Sonogramms ist die sog. Standardebene von großer Bedeutung, bei der nach Einstellung der dorsalen Schnittebene durch anschließende Rotation des Schallkopfes nach ventral, die Darmbeinkontur ihre Konkavität verliert und gerade wird (Graf, Baumgartner, & Lercher, 2006). Zur Messung und Einteilung in Hüfttypen dürfen ausschließlich die Bilder verwendet werden, die diese Kriterien der Standardebene erfüllen.

2.5.3 Brauchbarkeitsprüfung

Ein Grund für Fehldiagnosen ist, dass verschiedene Schnitfführungen bei ein und demselben Gelenk zu völlig unterschiedlichen Sonographie Ergebnissen führen. Damit eine Reproduzierbarkeit gewährleistet ist, muss der Standardschnitt topografisch genau definiert werden:

- Der Schnitt muss durch die Mitte des Acetabulums gelegt werden – erkennbar am Echo des Unterrand des Os Ilium
- Der Schnitt muss durch die Mitte des Pfannendachsbereichs gelegt werden. Die richtige Schnittebene bei der Sonographie ist daran erkennbar, dass die Darmbeinkontur gerade nach oben verläuft.
- Das Labrum acetabulare muss immer sichtbar sein

Diese **3** Landmarken **Unterrand**, **Schnitt** durch den Pfannendachsbereich und **Labrum** müssen bei jedem Sonogramm dargestellt sein, sonst darf das Sonogramm nicht verwertet werden. Die Landmarken sollten bei zentrierten Gelenken abgearbeitet und geprüft werden (sog. Checkliste 2) (Tschauner, 2012). Bei dezentrierten Gelenken kann in Ausnahmen bei der Darstellung der Unterrand des Os ilium fehlen (Graf, Baumgartner, & Lercher, 2006), (Graf, 2002). Prinzipiell wird bei jeder Untersuchung der Säuglingshüfte ein Algorithmus im Untersuchungsablauf empfohlen, um Fehler zu vermeiden. Zur Orientierung wird mit der Identifizierung der anatomischen Strukturen der Säuglingshüfte im Sonogramm begonnen. Danach schließt sich die Brauchbarkeitsprüfung an. Nach diesen beiden Schritten beginnt die Deskription der knöchernen und knorpeligen Verhältnisse und das Einzeichnen der 3 Messlinien unter Angabe der Winkel α und β . Abschließend wird die Hüfte einem Hüfttyp zugeteilt und somit klassifiziert (Graf, Baumgartner, & Lercher, 2006), (Graf, 2002).

2.6 Datenauswertung

Die Auswertung der erhobenen und dokumentierten Daten erfolgte durch Anlegen einer Datenbank innerhalb des Programmes SPSS für Windows, Version 18.0. Um die Messwerte, die von den Ärzten ermittelt wurden den eigenen Messwerten gegenüberstellen zu können und diese auf Übereinstimmung zu überprüfen, wurde ein Diagramm nach Bland & Altman gewählt (Bland & Altman, 1986). Dies ist eine Darstellungsform um Übereinstimmungen von Messwerten zweier Studiengruppen optisch hervorzuheben. Dieses grafische Verfahren gibt sowohl die Verzerrung und Streuung der Daten, als auch die Beurteilung von systematischen Abweichungen, Ausreißern und Abhängigkeiten der Varianz von der Größe der Messwerte wieder. Zur Berechnung der Übereinstimmungsgrenzen wurde ein 95%-Konfidenzintervall mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% gewählt.

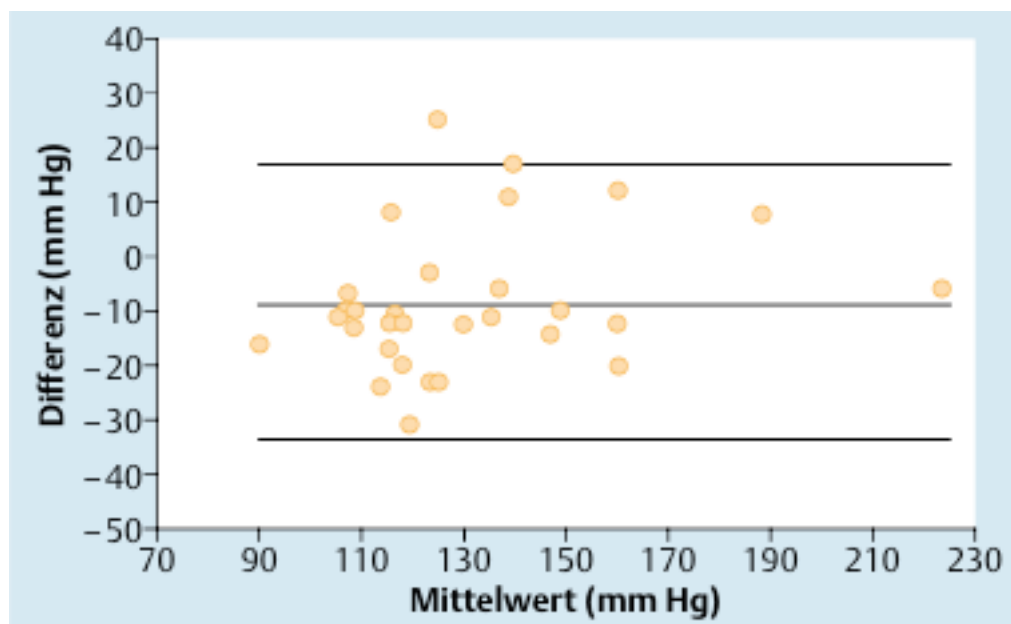


Abbildung XXXI : Beispiel für Punktdiagramm nach Bland & Altman (Grouven, 2007, S. e71)

In diesem Punktdiagramm werden in unserem Beispiel die Differenzen aus Arztmessung und die Kontrollmessung der Winkel (Arzt - Kontrolle) gegen den Mittelwert der beiden Messungen (Arzt - Kontrolle / 2) graphisch aufgetragen. Der Mittelwert der beiden Messergebnisse ermittelt somit die bestmögliche Schätzung des unbekanntes Wertes (Grouven, 2007).

Der Einfluss der Bildqualität der Ultraschallbilder auf die Messdifferenzen zwischen den beiden Gruppen Arzt-Messung und Eigener-Messung wurde mit dem t-Test auf Signifikanz überprüft. Zusammenhänge zwischen 2 Variablen wurden mit dem Chi-Quadrat-Test nach Pearson mit einem Signifikanzniveau von 5 % überprüft. Für die Therapieverläufe nach den Hüfttypen für α und β Winkel wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) für Messwiederholungen mit einem Signifikanzniveau von 5 % verwendet. Als Prüfgröße und Test auf Signifikanz wurde die sogenannte Pillai – Spur angegeben.

Der Zusammenhang Behandlungsdauer und Behandlungsbeginn wurde mit der Korrelation nach Pearson mit einem Signifikanzniveau 1% berechnet.

3 Ergebnisse

3.1 Deskriptive Statistik

3.1.1 Geschlechterverteilung

Bei der Geschlechterverteilung zeigte sich deutliche Tendenz zum weiblichen Geschlecht. In unserer Studie waren es 302 (75,1%) Mädchen über den Zeitraum von 4 Jahren.

		Geschlecht			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	männlich	100	24.9	24.9	24.9
	weiblich	302	75.1	75.1	100.0
Gesamt		402	100.0	100.0	

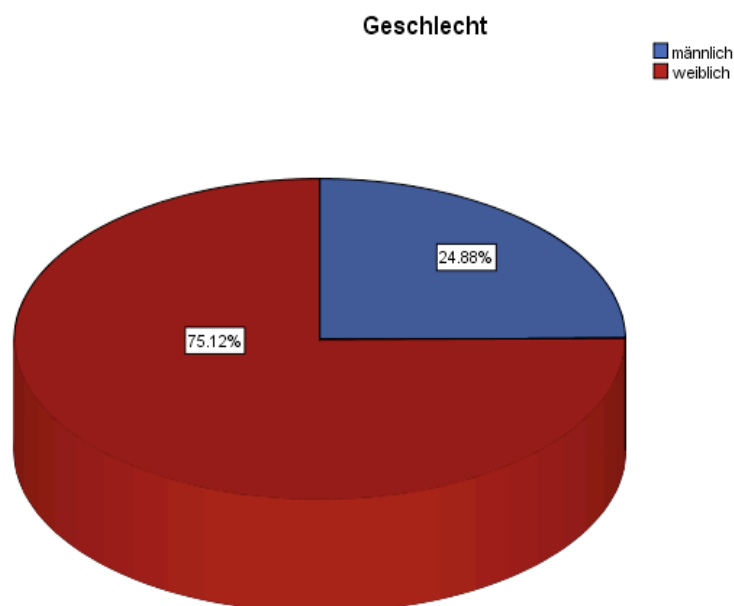


Diagramm 2 : Geschlechterverteilung

3.1.2 Geburtsparameter

Informationen über den Geburtsverlauf waren bei 328 (81%) der untersuchten Patienten hinreichend dokumentiert. Davon war bei 191 (47%) die Geburt aus Hinterhauptslage, 86 (21%) wurden per Kaiserschnitt entbunden und 34 (8%) wurden aus der Beckenendlage geboren. Beckenendlage, Sectio sowie das weibliche Geschlecht gehören zu den Risikofaktoren der kindlichen Hüftdysplasie.

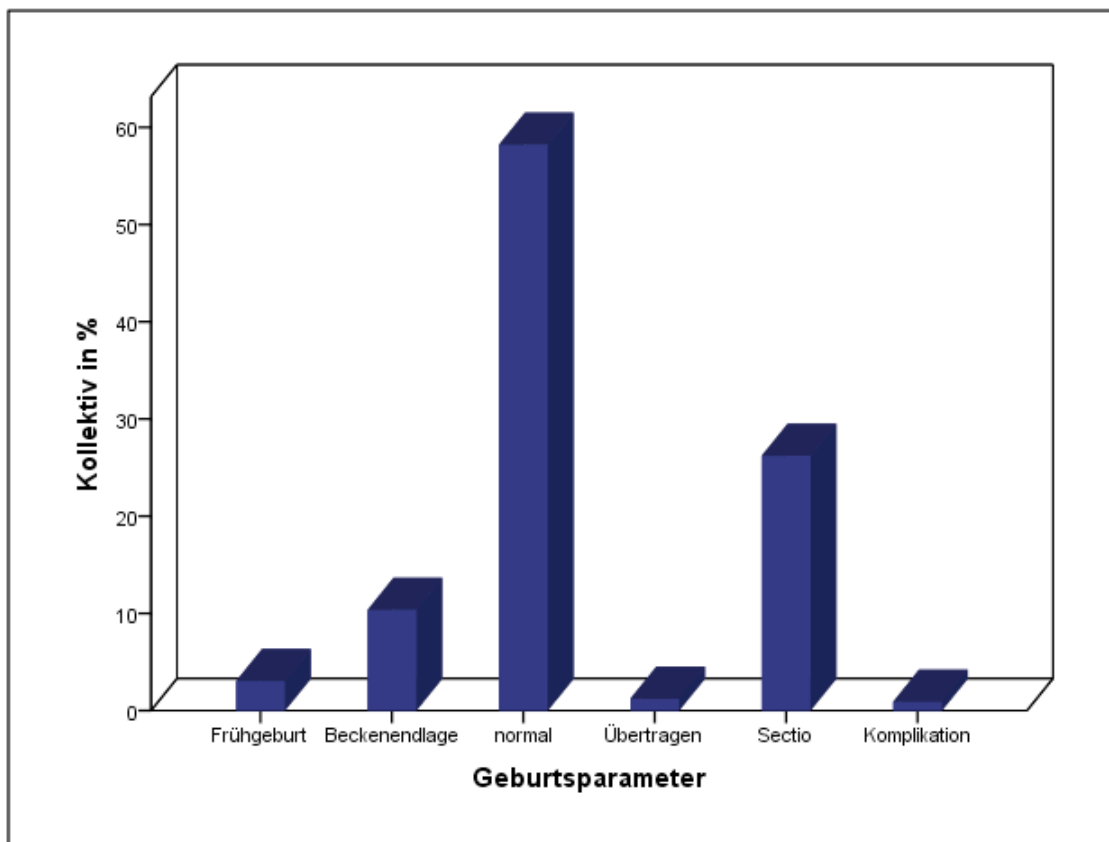


Diagramm 3 : Geburtsparameter

		Geburtsparameter			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	Frühgeburt	10	2.5	3.0	3.0
	Beckenendlage	34	8.5	10.4	13.4
	normal	191	47.5	58.2	71.6
	Übertragen	4	1.0	1.2	72.9
	Sectio	86	21.4	26.2	99.1
	Gesamt	328	81.6	100.0	
Fehlend	System	74	18.4		
Gesamt		402	100.0		

3.1.3 Familienanamnese

Bei 236 (58 %) der untersuchten Patienten, waren Informationen zur Familienanamnese hinreichend dokumentiert. Bei 17% zeigte sich eine positive Familienanamnese, wonach z.B. die Hüftdysplasie im näheren Verwandtenkreis aufgetreten ist. Bei 40 % der untersuchten Säuglinge war die Familienanamnese unauffällig.

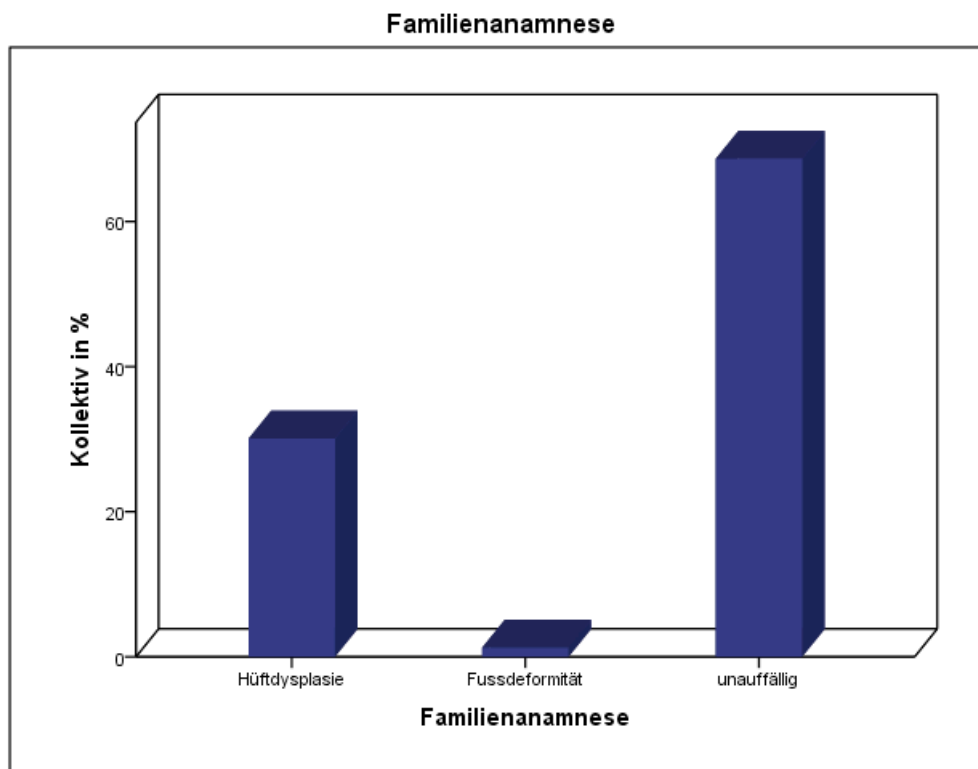


Diagramm 4 : Familienanamnese

3.1.4 Klinik

3.1.4.1 Hüftuntersuchungsbefund

Bei der klinischen Untersuchung fiel bei 45 (11%) Patienten eine Faltenasymmetrie auf. Allerdings waren nur bei 80 Säuglingen Informationen hierüber dokumentiert.

Bei 14 (3%) Neugeborenen wurde ein positives Ortolani-Zeichen bei der Untersuchung der Hüfte festgestellt. 63 (15%) Hüften waren instabil und bei 65 (16%) wurde eine Abspreizbehinderung festgestellt. Es bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Instabilität der Hüfte und dem Auftreten einer Abspreizbehinderung von $< 80^\circ$ Abduktion. 33 Patienten waren hinsichtlich dieser Informationen nicht ausreichend dokumentiert.

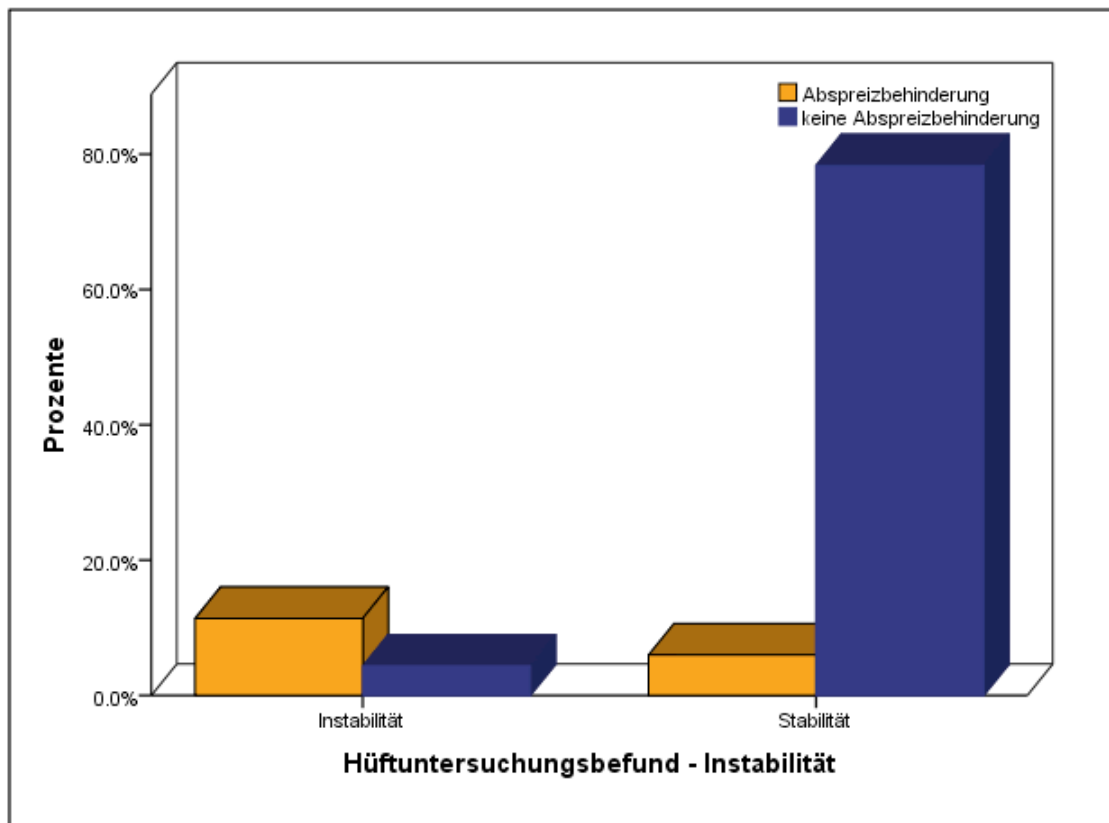


Diagramm 5 : Zusammenhang Instabilität – Abspreizbehinderung

Instabilität - Abspreizbehinderung

Anzahl	Hüftuntersuchungsbefund - Abspreizbehinderung		Gesamt
	Abspreizbehinderung	keine Abspreizbehinderung	
Hüftuntersuchungsbefund - Instabilität	42	16	58
Instabilität Stabilität	22	289	311
Gesamt	64	305	369

Tabelle 3 : Kreuztabelle Instabilität – Abspreizbehinderung

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen Beinlängendifferenz und Instabilität, so ergibt sich ebenfalls eine signifikante Beinlängendifferenz bei instabilen Hüften. 4% der Neugeborenen wiesen eine Beinlängendifferenz auf.

Wegen unzureichender Dokumentation wurden 42 (10%) Patienten nicht berücksichtigt.

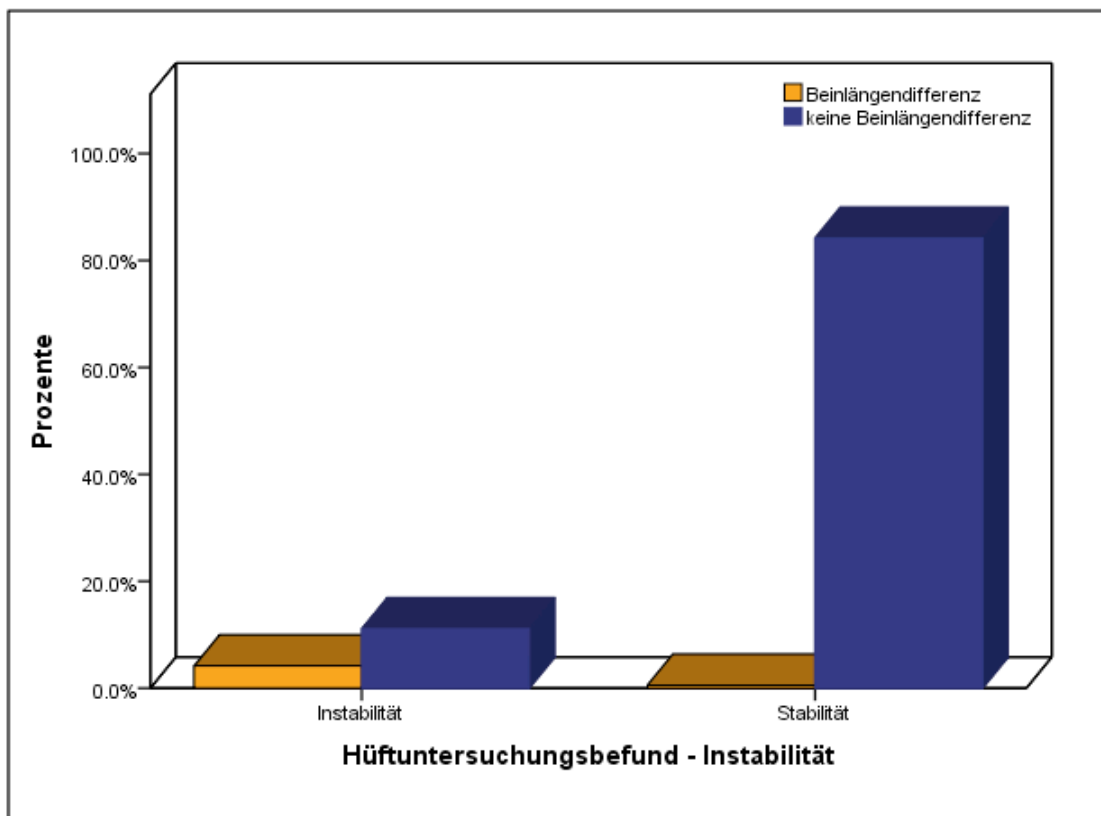


Diagramm 6 : Zusammenhang Instabilität – Beinlängendifferenz

Instabilität - Beinlängendifferenz

Anzahl	Hüftuntersuchungsbefund - Beinlängendifferenz		Gesamt
	Beinlängendifferenz	keine Beinlängendifferenz	
Hüftuntersuchungsbefund - Instabilität	15	40	55
Instabilität Stabilität	2	303	305
Gesamt	17	343	360

Tabelle 4 : Kreuztabelle – Instabilität – Beinlängendifferenz

3.1.4.2 Sonstige klinische Merkmale

Zusätzlich wurden noch sonstige klinische Merkmale dokumentiert. Bei 43 Säuglingen (10%) zeigte sich eine Fußdeformität wie Klumpfuß, Sichelfuß oder Hackenfuß. Bei 19 (4%) Patienten wurde eine Schiefhalshaltung im Verlauf der Behandlung festgestellt. Wirbelsäulenasymmetrien fanden sich bei 5 (1%) Patienten. Für 12 Patienten war hinsichtlich der sonstigen klinischen Merkmale nichts in den Akten dokumentiert.

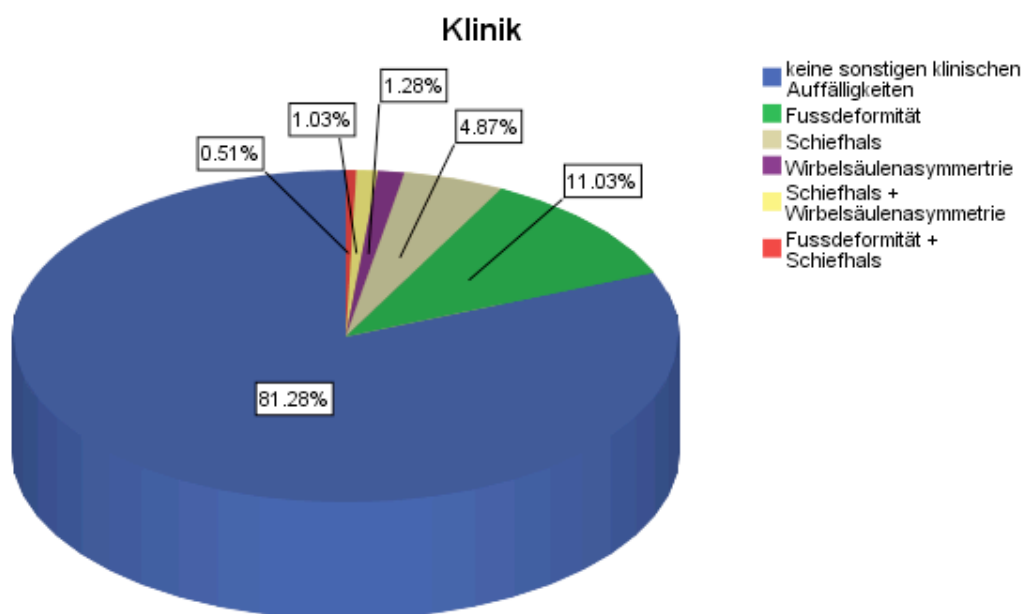


Diagramm 7 : sonstige klinischen Merkmale

3.1.5 Therapiemethoden und Hüfttypen nach Graf

3.1.5.1 Therapiemethoden

Die einzelnen Therapiemöglichkeiten wurden in der Einleitung schon ausführlich beschrieben. In unserem Patientenkollektiv wurde bei 45 % der Patienten die Tübinger Schiene angewendet. 27 % wurden breit gewickelt und 15 % erhielten keine Therapie, sondern wurden nur beobachtet und kontrolliert. In 11 % der Fälle wurde die Pavlik-Bandage verordnet. Die Therapieoptionen Gips und

Operation waren in der Gesamtheit zu vernachlässigen. Ein Patient wurde operiert, keiner wurde mit einem Gips versorgt.

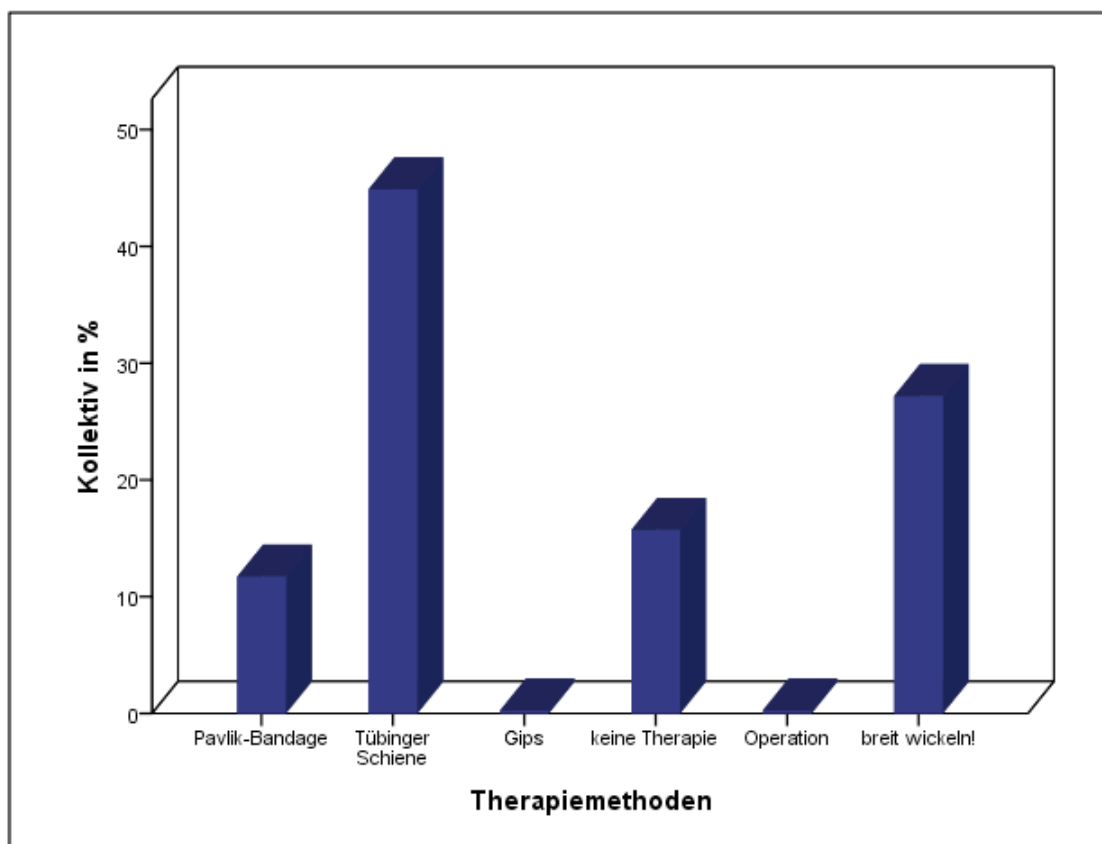


Diagramm 8 : Therapiemethoden

3.1.5.2 Hüfttypen nach Graf

Für die Häufigkeitsverteilung der Hüfttypen in unserem Patientenkollektiv wurde als Stichprobe die linke Hüftseite gewählt. Auf der rechten Seite zeigte sich ähnliche Verteilung der Hüfttypen. Am häufigsten (ca. 50 %) war der Hüfttyp IIa+ gefolgt vom Hüfttyp IIc und Ib mit jeweils 16 %. Weitaus weniger waren die dezentrierten Gelenke mit dem Hüfttyp D mit 3,5 %, sowie die IIIa Hüften mit ebenfalls 3 % und am wenigsten die IV Hüften mit 1% vertreten.

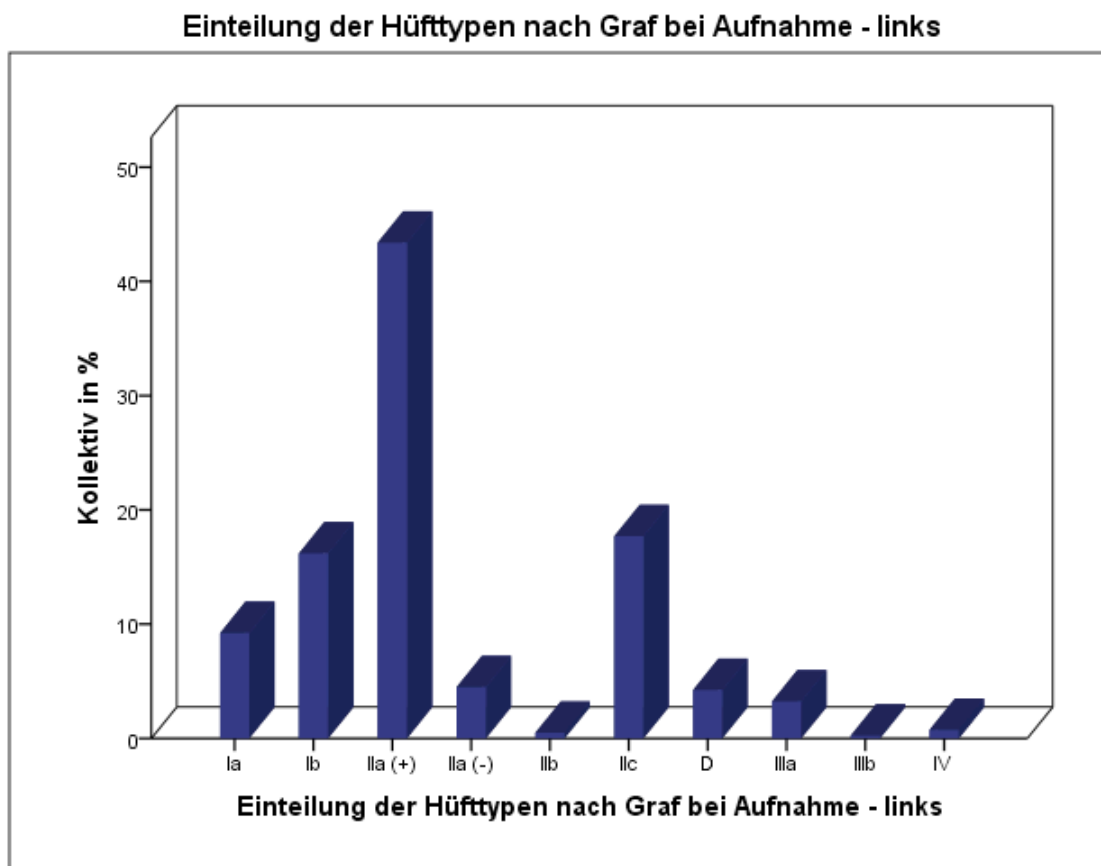


Diagramm 9 : Einteilung der Hüfttypen nach Graf bei Aufnahme Hüfte links

3.1.5.3 Behandlungsart nach Hüfttypen

Betrachtet man die einzelnen Hüfttypen nach ihrer Behandlungsart zum Aufnahmezeitpunkt, so ergibt sich folgendes Ergebnis. Die Tübinger Schiene wurde generell am häufigsten angewendet. Dies betraf vor allem den Hüfttyp Ila- bis Ilc. Bei dieser Zusammenstellung wurden alle verschiedenen Hüfttypen aufgenommen, die sich bei der Erstvorstellung zeigten. Es ist deshalb davon auszugehen, dass Ila-Hüften ursprünglich eine behandlungsbedürftige Hüfttreifungsstörung darstellten. Die Anzahl an Ila+ Hüften, die mit Tübinger Schiene therapiert wurden, muss als Fehlinterpretation gewertet werden. Die Erstaufnahmen waren in externen Abteilungen bzw. bei niedergelassenen Ärzten durchgeführt worden, so dass der Ausgangsbefund, z.B. ursprünglich Ilc-Hüfte die jetzt zu einer Ila-Hüfte nachgereift war, nicht beurteilt werden konnte. Die Pavlik-Bandage wurde bei den dezentrierten Gelenken verordnet. Im Diagramm 10 ist der Prozentsatz der Behandlungsart auf die Gesamtheit der einzelnen

Legendenvariablen (Hüfttyp) berechnet worden. Beim Hüfttyp D wurde in 80% die Pavlik-Bandage, beim Hüfttyp IV in allen Fällen angewendet. Die zentrierten Hüften sind hauptsächlich mit der Tübinger Schiene therapiert worden. In Diagramm 11 ist der Prozentsatz auf die Gesamtheit von Behandlungsart und Hüfttyp berechnet worden. Hier zeigt sich die Tübinger Schiene als Hauptbehandlungsmethode. In 15 % der Fälle wurde auf eine Therapie verzichtet und eine physiologische Nachreifung des Hüftgelenkes kontrolliert. Dies betraf, wie in Diagramm 11 ersichtlich, die Hüfttypen Ia, Ib und IIa+. 27 % aller untersuchten Fälle wurden breit gewickelt, jedoch wird diese Therapieoption mit abnehmender Tendenz verordnet und auch eher bei den mildereren Hüfttypen. Die IIa+ Hüften wurden aufgrund oben genannter Fehlinterpretation in diesem Diagramm aus der Wertung genommen. Alle 402 Fälle konnten in Bezug auf die Behandlungsart verwertet werden. Es wurde für die Auswertung als Stichprobe in beiden Diagrammen wiederum die linke Hüfte gewählt, da hier die meisten Daten verwertet werden konnten.

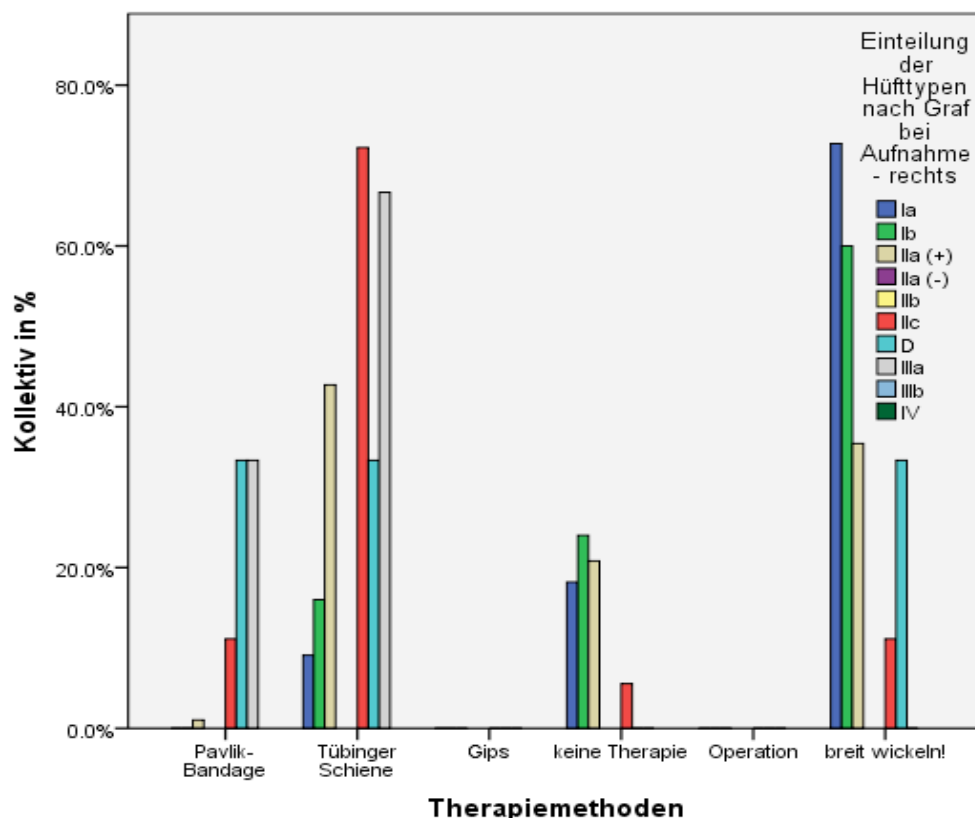


Diagramm 10 : Therapiemethoden im Verhältnis zur Gesamtheit jedes Hüfttyp bei Aufnahme rechts

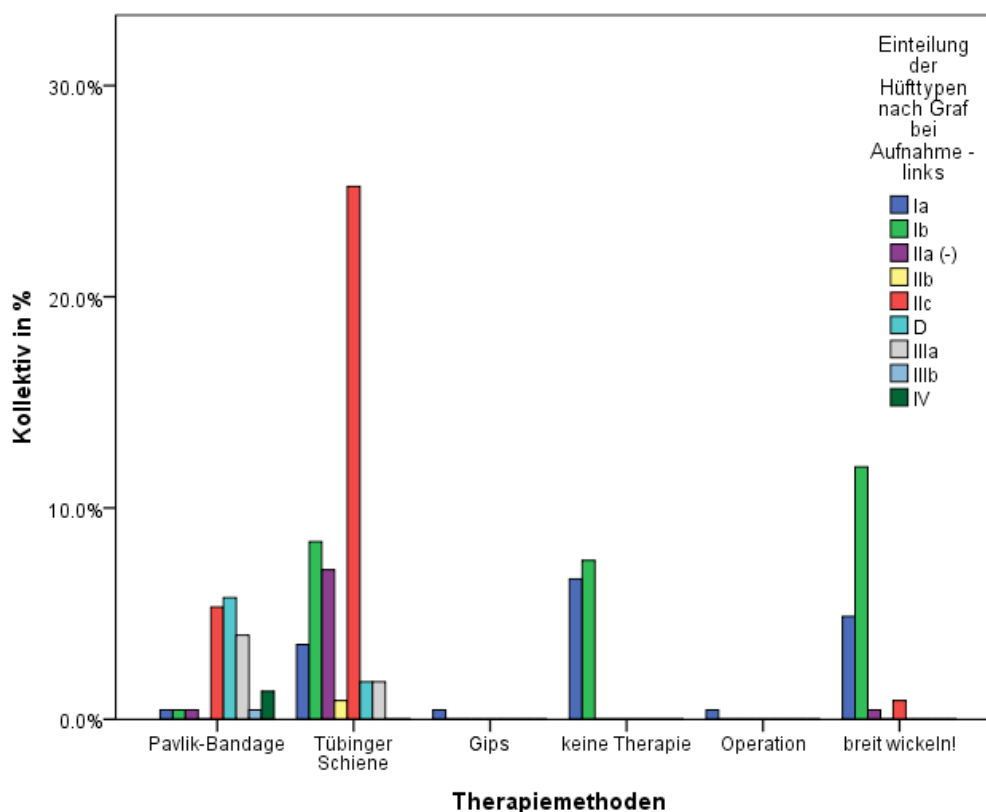


Diagramm 11 : Therapiemethoden im Verhältnis zum Hüfttyp bei Aufnahme links – Gesamtergebnis

3.1.6 Beurteilung der Sonogramme

3.1.6.1 Verwertbarkeit der Sonogramme

Alle eingescannten Bilder wurden hinsichtlich ihrer Bildqualität, d.h. Verwertbarkeit nach den Kriterien der Standardebene von Graf, beurteilt. Es wurden insgesamt **3412** Bilder untersucht, befundet und beurteilt. Luxierte Hüften erfüllen die Standardebene nach Graf meist nicht, jedoch wurden sie zu den bedingt verwertbaren Sonogrammen gerechnet, da hier die Tatsache „luxiert“ die entscheidende Information für den Untersucher ist und die Standardebene bei luxierten Hüften häufig nicht eingestellt werden kann. Bei 289 (**73,5%**) Patienten entsprachen die Bilder den Standardkriterien nach Graf und wurden in die Auswertung einbezogen. Bei 60 (15%) Patienten waren bedingt verwertbar, weil die Knorpelknochengrenze oder die Umschlagfalte fehlten. 14 (3,5%) der Fälle waren bedingt verwertbar, da das Labrum schlecht einsehbar war. 11 (2,8%) waren bedingt verwertbar, weil der Unterrand des Os Iliums

schlecht einsehbar war. Ebenfalls 11 (2,8%) waren bedingt verwertbar, weil sie luxiert waren. 8 (2%) Fälle waren nicht verwertbar, da die Kriterien der Standardebene nicht erfüllt waren. Diese prozentuale Verteilung zog sich durch alle Kontrollen. Es wurde als Stichprobe wegen der höchsten Anzahl an verwertbaren Fällen (9 fehlend) die linke Seite des vorliegenden Sonogramms gewählt. Da die Patienten überwiegend mehrfach vorgestellt wurden, ergeben sich aus 393 Patienten 3746 Bilder bei bis zu sechs Untersuchungsterminen je Patient.

Sonogrammverwertung - Aufnahme - links

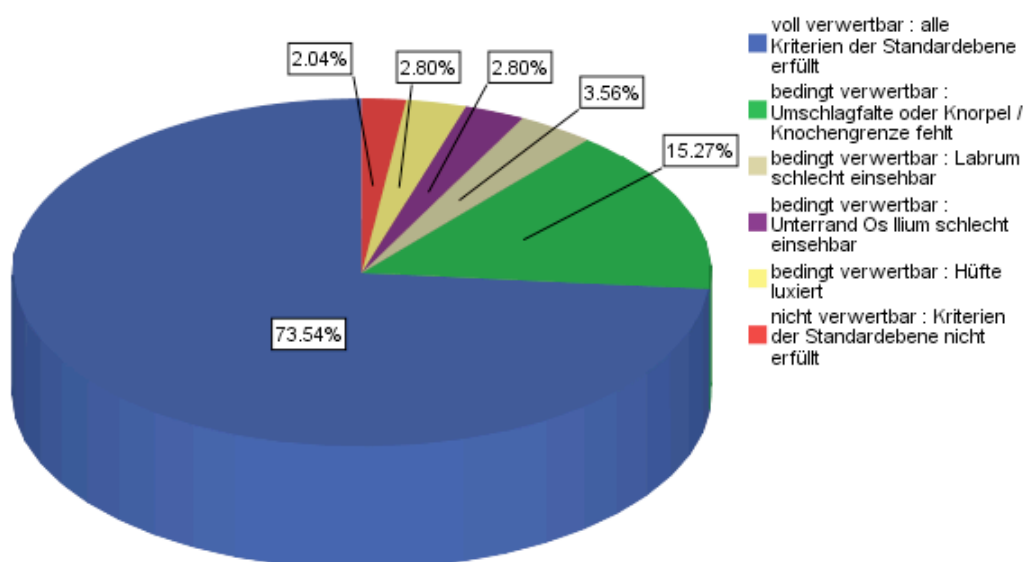


Diagramm 12 : Sonogramm Verwertung nach den Kriterien der Standardebene nach Graf

3.1.6.2 Häufige Messungenauigkeiten

Bei **62,9%** (222) der Bilder wurden alle Linien korrekt eingezeichnet und ausgemessen. Bei 11,6% (41) wurde der Umschlagpunkt am Unterrand des Os Iliums nicht getroffen. Bei 8,2% (29) der Bilder wurde das Labrum nicht für eine korrekte Auswertung ausreichend dargestellt. Bei 7,9% (28) der Bilder waren die

Ausstellungs-, Pfannendach- und Grundlinie regelrecht in das Sonogramm eingezeichnet, jedoch bestand eine Messabweichung der Winkel von $> 3^\circ$ zum elektronisch nachgemessenen Sonogramm. Bei 5,4% (19) war die Pfannendachlinie nicht tangential am Unterrand des Os Iliums angelegt. Bei 2,3% (8) der Bilder wurden die Pfannendachlinie und die Austelllinie nicht korrekt gelegt. Bei 0,8% (3) der Bilder wurde die Grundlinie nicht richtig an der Darmbeinkontur angelegt. Bei 0,8% (3) konnten die Bilder nicht verwertet werden, da alle drei Linien falsch eingezeichnet wurden. Die prozentuale Verteilung zog sich wieder durch die einzelnen Kontrollen. Die nicht verwertbaren Bilder wurden nicht verwendet, somit entfielen 49 Patienten aus der Wertung. Als Stichprobe wurde wieder die linke Seite bei Aufnahme gewählt.

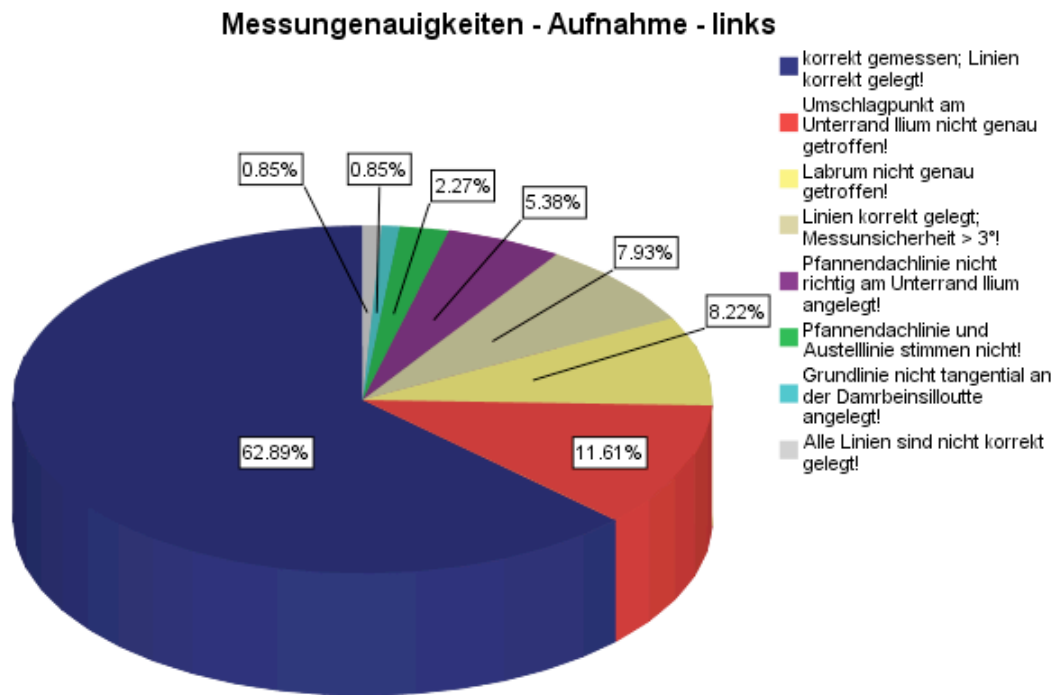


Diagramm 13 : Messungenaugigkeiten der Ärzte vs. eigenen Messung bei Aufnahme links

3.1.6.3 Zusammenhänge zwischen Bildverwertbarkeit und Messungenauigkeiten?

Es wurde untersucht ob es einen Zusammenhang zwischen einer Messungenauigkeit und der Verwertbarkeit der Bilder gibt. Wenn die Standardebene nicht richtig getroffen ist, stellt sich die Frage, ob der Untersucher größere Schwierigkeiten hatte die richtigen Linien einzuzichnen. Für eine übersichtlichere graphische Darstellung wurden die Bilder in *voll verwertbar* und *bedingt verwertbar*, sowie die Messungenauigkeiten in *korrekt* und *nicht korrekt* zusammengefasst. Es zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang (Signifikanz von 0,518 nach dem Chi-Quadrat-Test) zwischen Messungenauigkeit und Bildqualität.

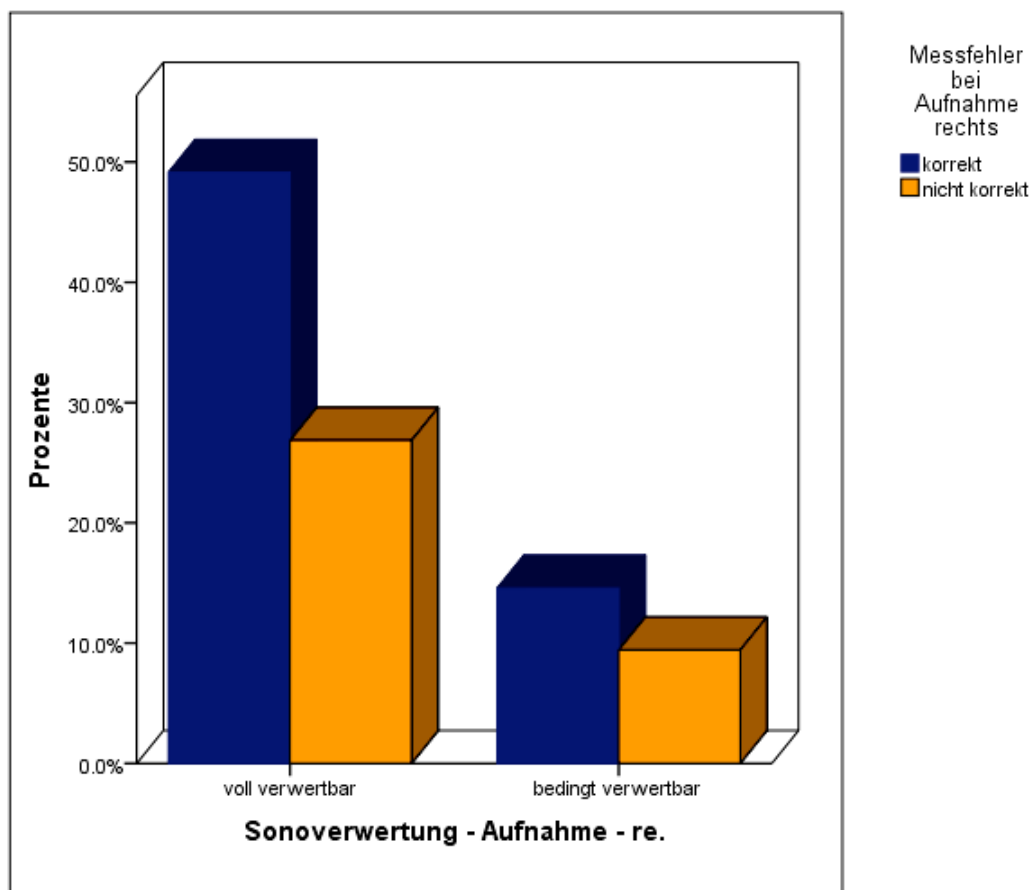


Diagramm 14 : Zusammenhang Sonogramm Verwertung – Messungenauigkeit

3.2 Übereinstimmung der Messwerte von Arzt – und Eigener Messung

3.2.1 Messwerte des Alpha – Winkels

Zur Beurteilung der Übereinstimmung der Messwerte von Arzt - Messung und „Eigener – Messung“ wurde ein Diagramm nach Bland-Altman gewählt. Hierbei wurden die Messdifferenzen in + und - Abweichungen von Arzt – und Eigener – Messung, mit den Mittelwerten von Arzt – und Eigener – Messung verglichen. Ausreißer außerhalb der Übereinstimmungsgrenzen bewegen sich zwischen $+9,00^\circ$ und $-17,00^\circ$. Es wurde wegen der Anzahl an gültigen Fällen (363) als Stichprobe die rechte Seite bei Aufnahme gewählt. Es ergab sich im Mittel eine Abweichung von $-0,92^\circ$ beim α Winkel. Insgesamt ergab sich eine Abweichung von $-0,33^\circ$ bis $-0,92^\circ$ über alle Kontrollen für den α Winkel; siehe Tabelle 6.

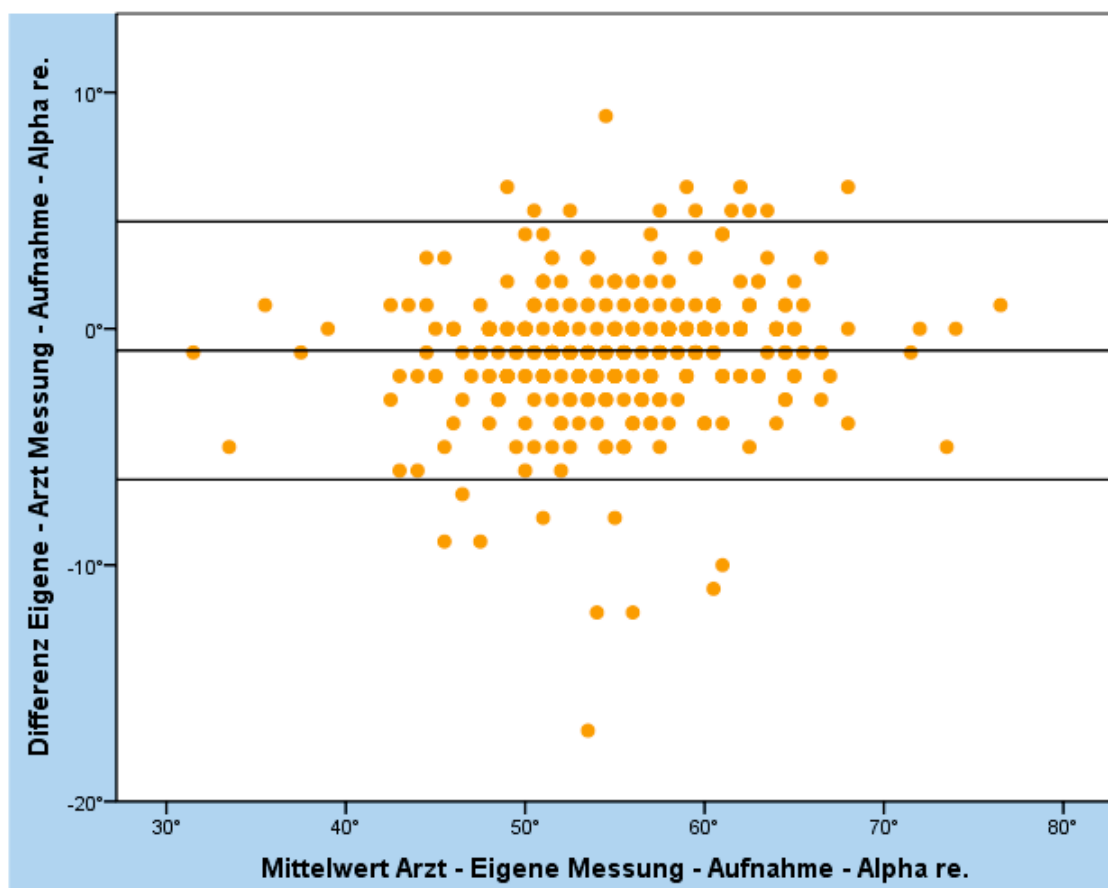


Diagramm 15 : Bland-Altman-Plot mit Übereinstimmungsgrenzen im 95% Konfidenzintervall – Alpha Winkel rechts

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
DiffEAErstSonoAlphare	363	-17.00	9.00	-9229	2.78603
Gültige Werte (Listenweise)	363				

Tabelle 5 : Deskriptive Statistik aus den Messdifferenzen bei Aufnahme – Alpha - Winkel rechts

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
DiffEA1KontrollAphare	362	-11.00	10.00	-.3315	2.46427
DiffEA2KontrollAphare	287	-8.00	7.00	-.3345	2.31738
DiffEA4KontrollAphare	118	-10.00	3.00	-.8136	2.35321
DiffEA6KontrollAphare	28	-4.00	2.00	-.8929	1.61794
DiffEA1KontrollAphali	360	-12.00	27.00	-.6722	3.06536
DiffEA2KontrollAphali	285	-11.00	8.00	-.7509	2.69671
DiffEA4KontrollAphali	117	-9.00	6.00	-.5556	2.51699
DiffEA6KontrollAphali	30	-13.00	6.00	-.5000	3.01433
Gültige Werte (Listenweise)	20				

Tabelle 6 : Messdifferenzen von Kontrolle 1,2,4, und 6 für den Alpha Winkel rechts / links

3.2.2 Messwerte des Beta- Winkels

Für den β Winkel ergab sich im Mittel eine Abweichung zwischen Arzt – und Eigener Messung von **+1,48°**. Ausreißer außerhalb der Übereinstimmungsgrenzen liegen zwischen $-11,00^\circ$ und $+37,00^\circ$.

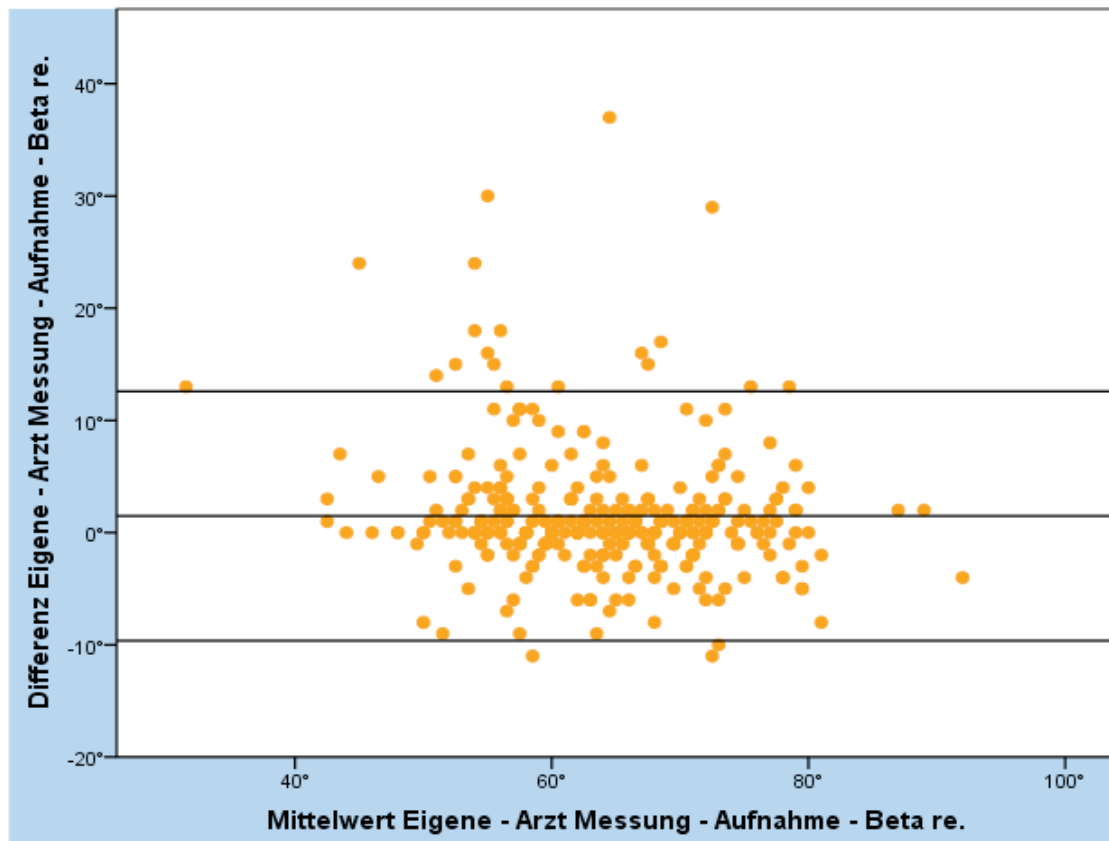


Diagramm 16 : Bland-Altman-Plot mit Übereinstimmungsgrenzen im 95% Konfidenzintervall – Beta Winkel rechts

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
DiffEAErstSonoBetare	346	-11.00	37.00	1.4827	5.66924
Gültige Werte (Listenweise)	346				

Tabelle 7 : Deskriptive Statistik aus den Messdifferenzen bei Aufnahme – Beta - Winkel rechts

Als Stichprobe wurde wieder die rechte Seite bei Aufnahme gewählt. Die Anzahl der gültigen Fälle lag bei 346 gezählten Werten. Insgesamt ergab sich eine Abweichung von **+0,82°** bis **+1,70°** über alle Kontrollen für den β Winkel.

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
DiffEA1KontrollBetare	357	-18.00	27.00	.8263	5.49597
DiffEA2KontrollBetare	279	-19.00	31.00	.7133	5.62019
DiffEA4KontrollBetare	112	-24.00	17.00	.4911	4.77606
DiffEA6KontrollBetare	28	-7.00	19.00	1.0357	4.54184
DiffEA1KontrollBetali	352	-17.00	22.00	.8580	4.68157
DiffEA2KontrollBetali	277	-13.00	28.00	1.0108	5.70754
DiffEA4KontrollBetali	113	-16.00	15.00	.4513	3.90510
DiffEA6KontrollBetali	30	-4.00	27.00	1.7000	5.61494
Gültige Werte (Listenweise)	15				

Tabelle 8 : Messdifferenzen von Kontrolle 1, 2, 4, und 6 für den Beta – Winkel rechts / links

3.3 Korrelation von Messdifferenzen zur Bildqualität der Sonogramme?

Die Beantwortung der Fragestellung, ob Bildqualität und Ausmaß der Messdifferenzen zwischen eigener Messung und der ursprünglichen Kontrolluntersuchung seitens des behandelnden Arztes korrelieren, zeigt das im Folgenden vorgestellte Ergebnis. Die Bildqualität wurde in *voll verwertbar* und *bedingt verwertbar* zusammengefasst. Als Stichprobe wurde die rechte Seite bei Aufnahme gewählt. 382 Fälle konnten gewertet werden. Es zeigte sich weder für den α Winkel, noch für den β Winkel ein signifikanter Zusammenhang. Nach dem t-Test für eine unabhängige Stichprobe ergab sich für den α Winkel eine Signifikanz von $p = 0,342$, für den β Winkel von $p = 0,185$.

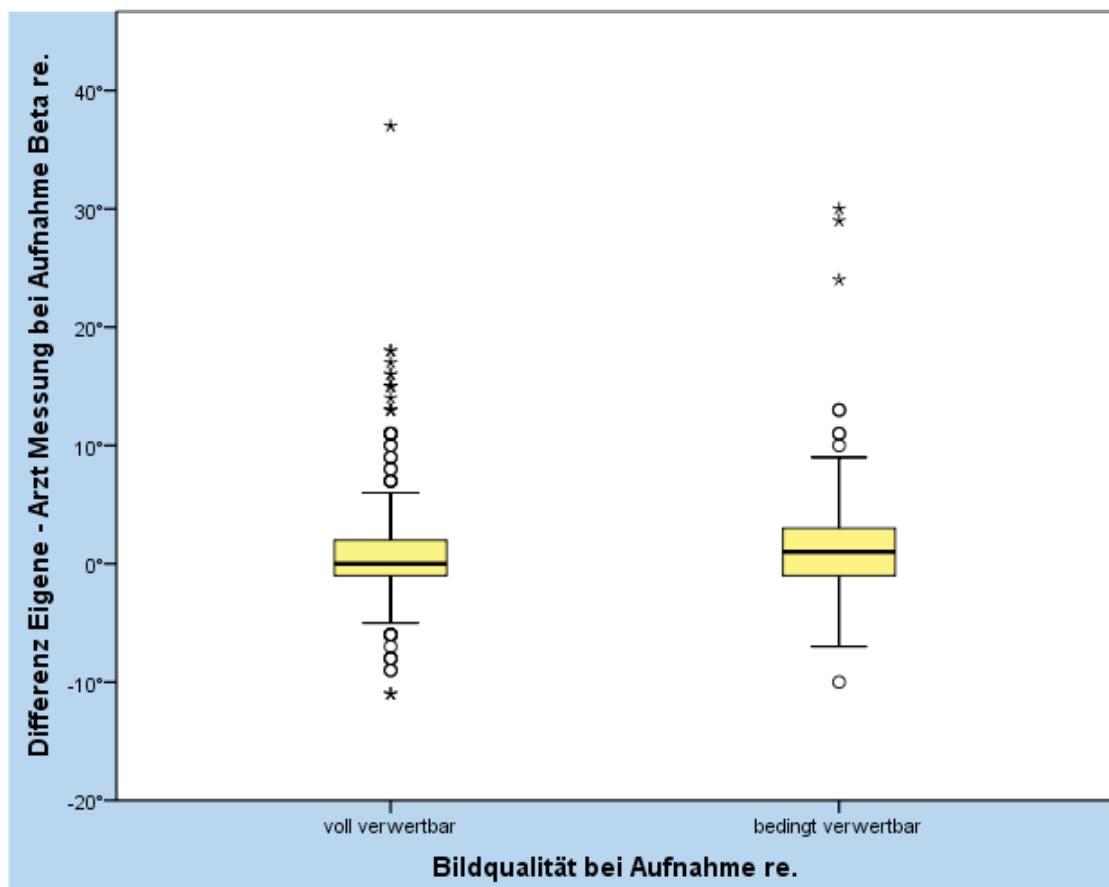


Diagramm 17 : Box-Plot für Korrelation Bildqualität – Messdifferenz bei Aufnahme rechts; Beta – Winkel

Beim α Winkel lässt sich graphisch am Boxplot erkennen, dass in der Gruppe der bedingt verwertbaren Bilder die Messdifferenzen zwischen Arzt- und Eigener-Messung größer, jedoch nicht signifikant waren.

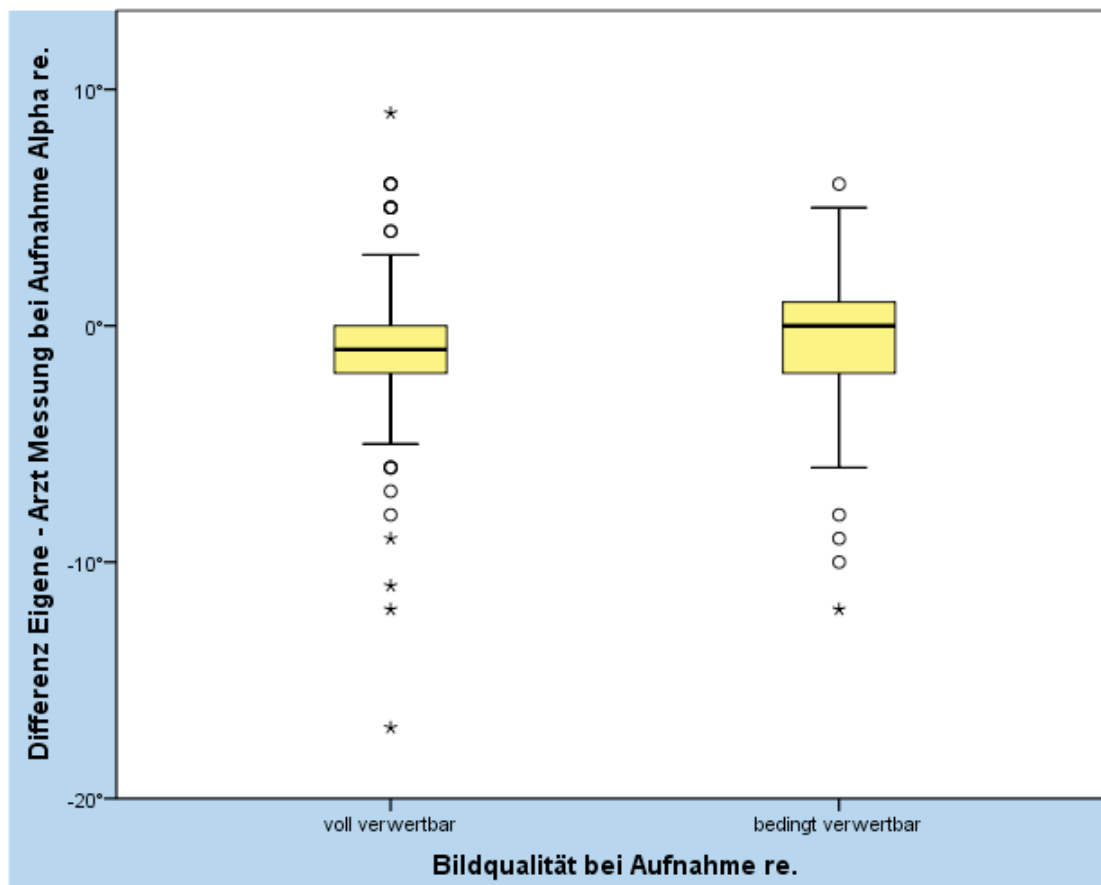


Diagramm 18 : Box-Plot für Korrelation Bildqualität – Messdifferenz bei Aufnahme rechts; Alpha – Winkel

3.4 Therapieverläufe nach Hüfttypen für α und β Winkel

In diesem Ergebnisabschnitt sollen Therapieverläufe für α und β Winkel sortiert, den Hüfttypen nach Graf folgend, graphisch dargestellt und mit einer Varianzanalyse (ANOVA) getestet werden, um zu zeigen, ob sich die Werte für α und β Winkel im Mittel über die Zeit signifikant verändern. Die Hüfttypen wurden in 3 Gruppen unterteilt, da die Fallzahl in den dezentrierten Hüfttypen sehr gering war. Es wurden die Hüfttypen IIa+, IIa- und IIb zusammengefasst. Die nächste Gruppe waren die IIc – Hüften und zuletzt wird die Gruppe mit den dezentrierten Hüften D – IV angeführt.

3.4.1 Therapieverlauf für Gruppe IIa+ / IIa- und IIb

3.4.1.1 Alpha – Winkel

Wegen der höheren Anzahl von **218** Fällen wurde die rechte Seite bei Aufnahme gewählt. Aufgrund der höheren Anzahl an gültigen Werten wurde nur die Zeitspanne von der Aufnahmeuntersuchung bis zur 4. Kontrolle in die Auswertung mit eingeschlossen. Die Werte für den α Winkel haben sich über den Zeitraum signifikant ($p=0,001$) verändert. Die Werte bewegten sich für den α Winkel im Mittel von **53,5°** bei Therapie-Aufnahme bis **64°** bei Therapie-Ende. Man erkennt einen linear steigenden Verlauf des α Winkels über den beschriebenen Zeitraum.

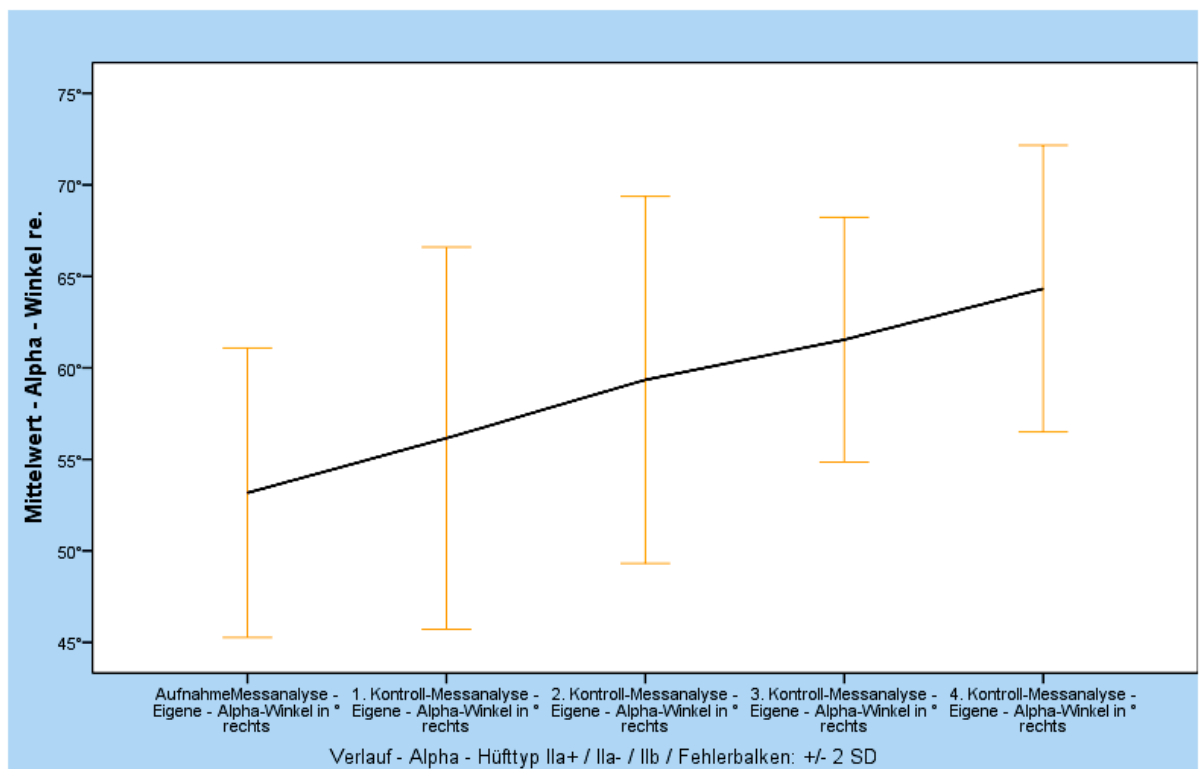


Diagramm 19 : Therapieverlauf für α Winkel für Hüfttyp II von der Aufnahme bis zur 4. Kontrolle

3.4.1.2 Beta – Winkel

Für den β Winkel haben sich die Werte ebenfalls signifikant ($p=0,001$) verändert. Es wurde der selbe Zeitraum wie für den α Winkel betrachtet. Die Werte bewegten sich für den β Winkel im Mittel von **63°** bei Aufnahme bis **56°** bei Therapie-Ende. Es zeigt sich ein linear fallender Verlauf des β Winkels.

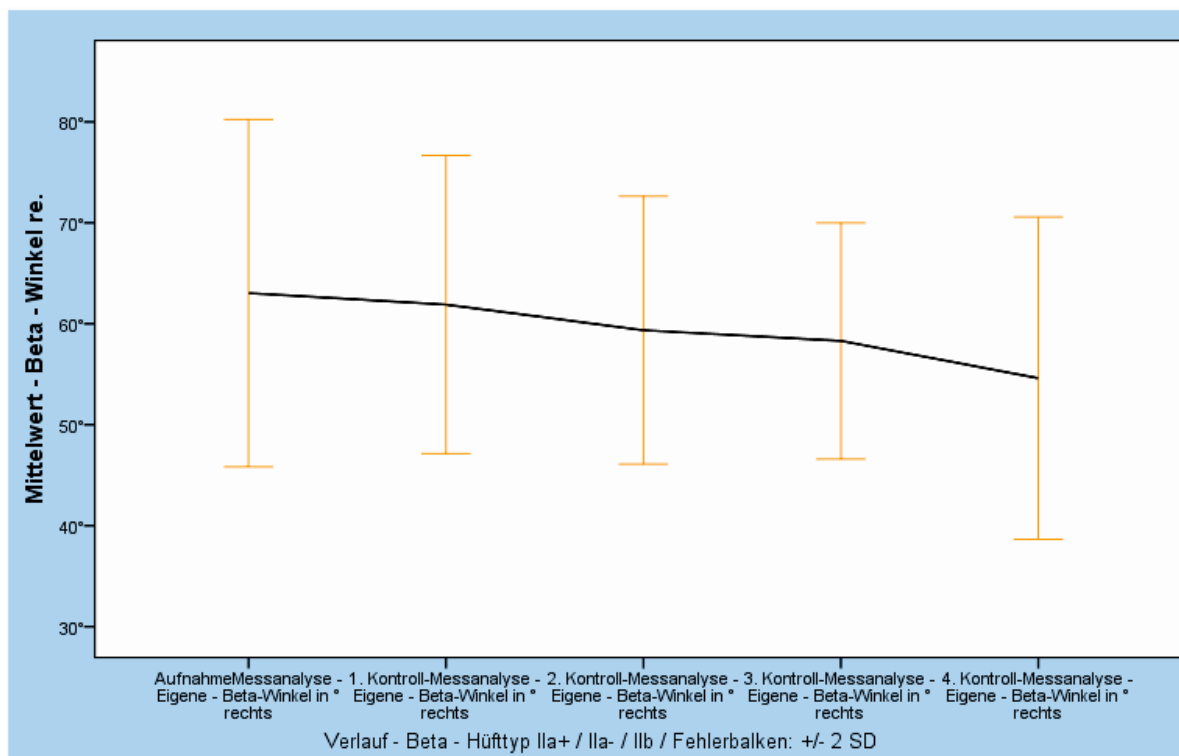


Diagramm 20 : Therapieverlauf für β Winkel für Hüfttyp II von der Aufnahme bis zur 4. Kontrolle

3.4.2 Therapieverlauf für die Gruppe IIc

3.4.2.1 Alpha – Winkel

Die Anzahl der IIc Hüften belief sich auf **71** Fälle. Es wurde die linke Seite bei Aufnahme als Stichprobe gewählt. Als Zeitspanne wurde wieder der Zeitraum von der Aufnahme bis zur 4. Kontrolle ausgesucht. Die Werte für den α Winkel haben sich über die Zeit signifikant ($p=0,001$) verändert. Die Werte lagen im Mittel zwischen **48°** bei Aufnahme und **61°** bei Therapie-Ende. Man erkennt wieder einen linear ansteigenden Verlauf des α Winkels bei den IIc Hüften.

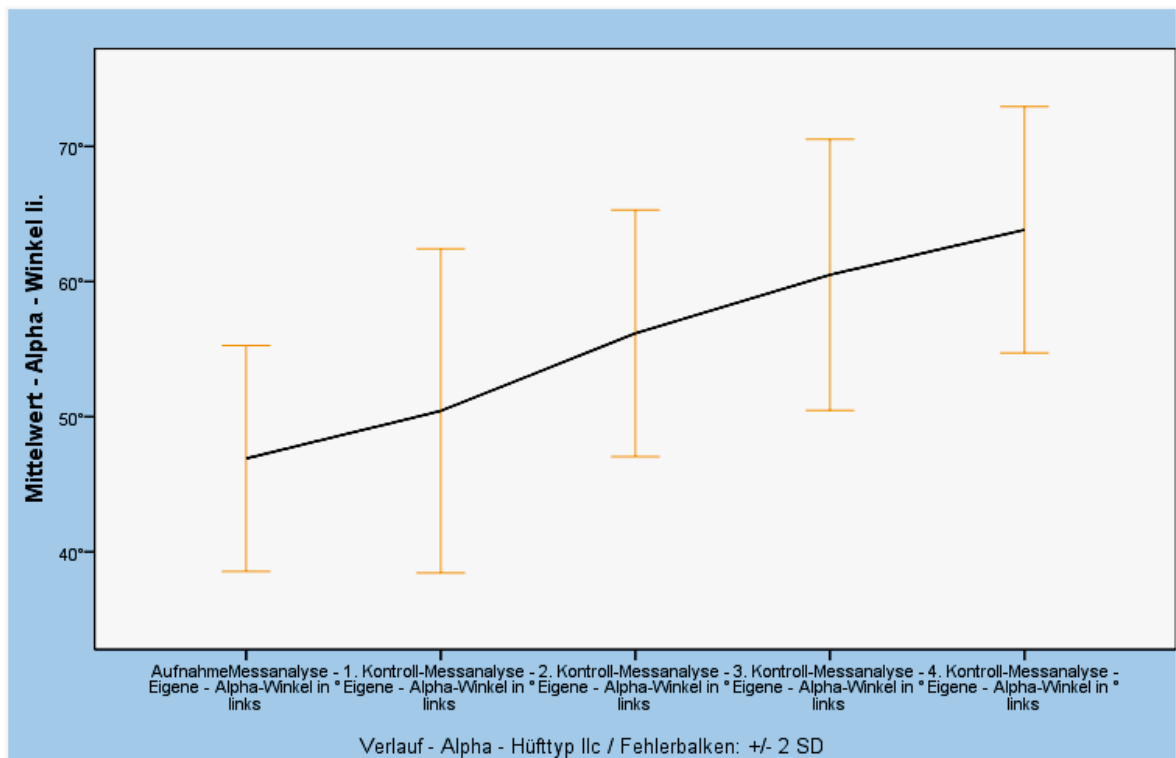


Diagramm 21 : Therapieverlauf für α Winkel für Hüfttyp IIc von der Aufnahme bis zur 4. Kontrolle

3.4.2.2 Beta – Winkel

Für den β Winkel haben sich die Werte ebenfalls signifikant ($p=0,001$) verändert. Es wurde derselbe Zeitraum wie für den α Winkel betrachtet. Die Werte lagen im Mittel bei **70 °** bei Aufnahme und **55°** bei Therapie-Ende. Wiederum zeigte sich ein annähernd linear sinkender Verlauf für den β Winkel.

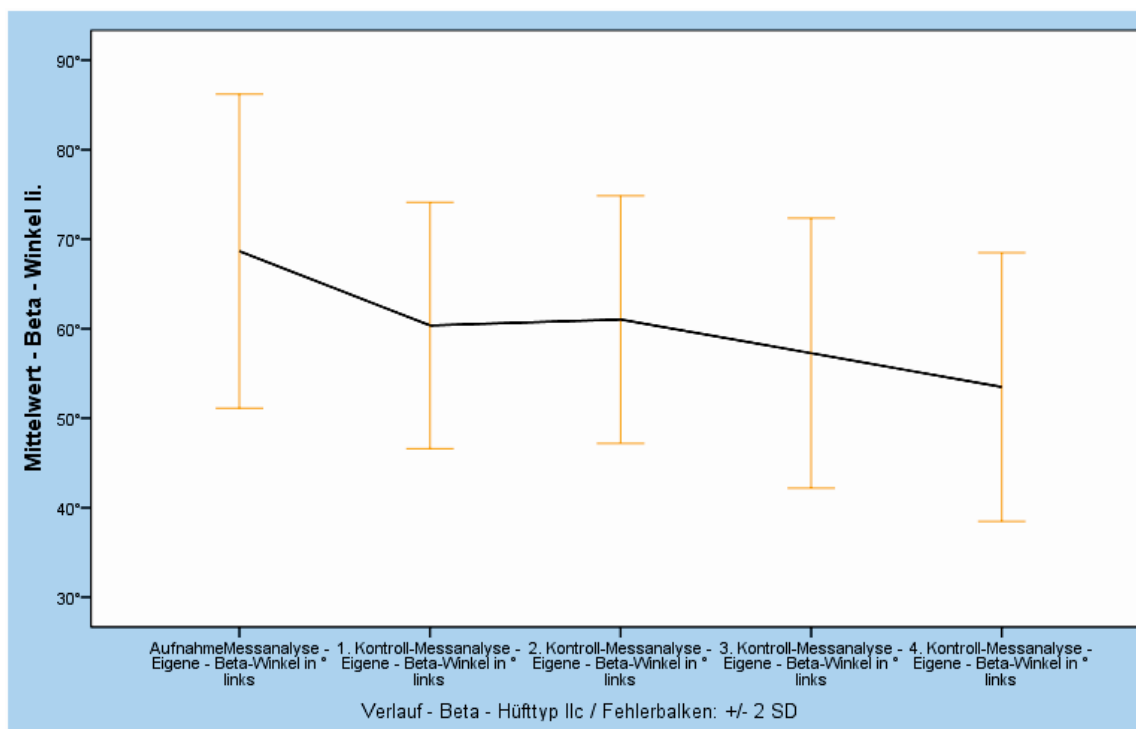


Diagramm 22 : Therapieverlauf für β Winkel für Hüfttyp IIc von der Aufnahme bis zur 4. Kontrolle

3.4.3 Therapieverlauf für die Gruppe D – IV

3.4.3.1 Alpha – und Beta-Winkel

Die Anzahl der dezentrierten Hüften lag bei **34** Fällen. Es wurde die linke Seite bei Aufnahme als Stichprobe gewählt. Als Zeitspanne wurde der Zeitraum von der Aufnahme bis zur 6. Kontrolle (in Wochen) ausgesucht. Dies ist auch die durchschnittliche Therapiedauer bei dezentrierten Hüften. Aufgrund der niedrigen Fallzahl konnte die Signifikanz für den α und für den β Winkel nicht berechnet werden. Die Werte lagen beim α Winkel zwischen **39°** bei Aufnahme und **64°** bei Therapie-Ende. Beim β Winkel bewegten sich die Werte zwischen **80°** und **54°**. Die steigende Tendenz für den α , und die fallende Tendenz für den β Winkel bei den Hüfttypen D – IV ist zuerkennen.

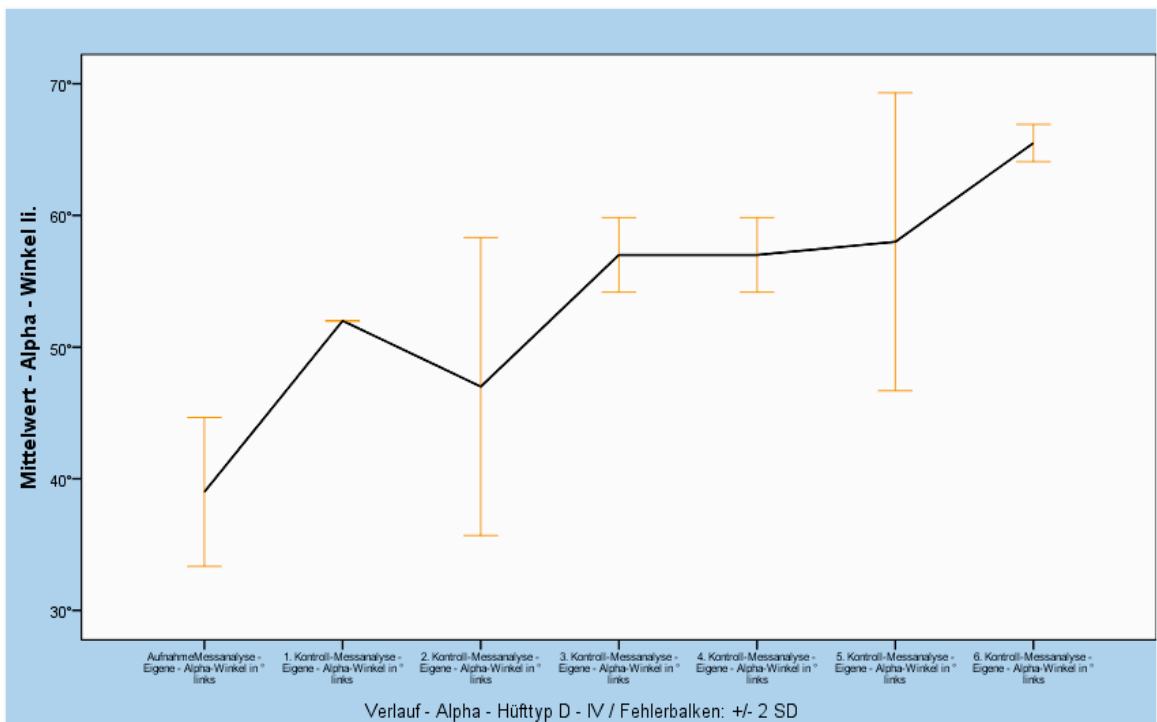


Diagramm 23 : Therapieverlauf - α Winkel für Hüfttyp D - IV von der Aufnahme bis zur 6. Kontrolle

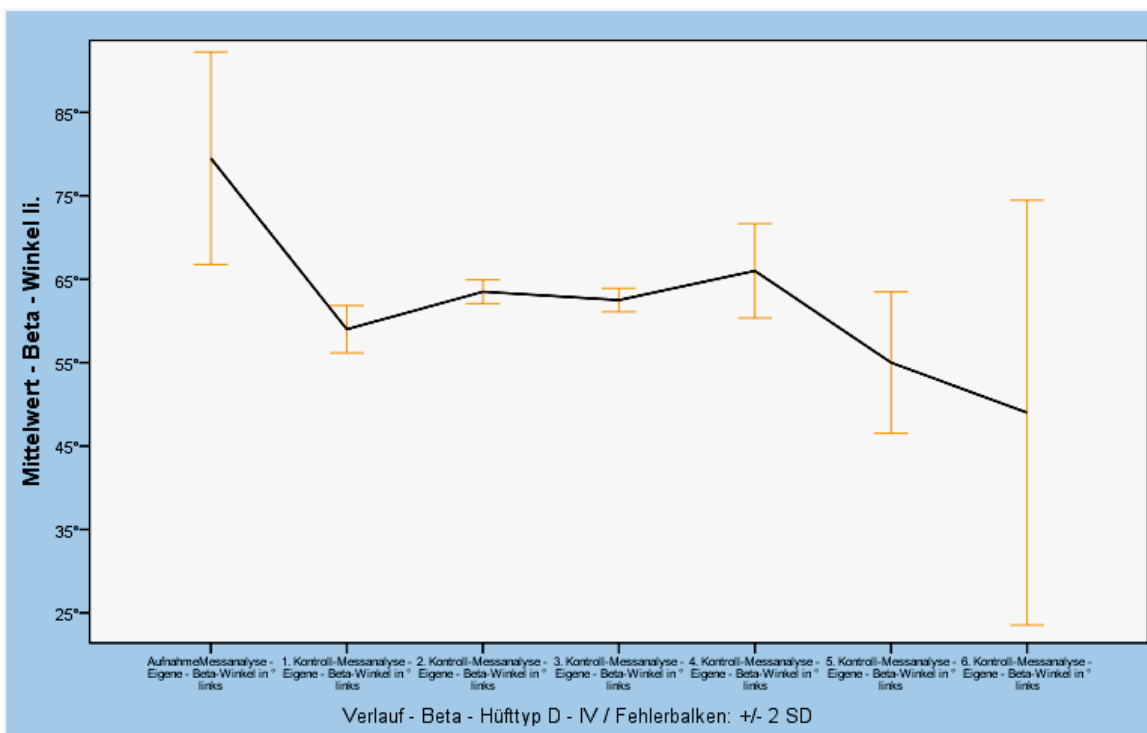


Diagramm 24 : Therapieverlauf - β Winkel für Hüfttyp D - IV von der Aufnahme bis zur 6. Kontrolle

3.5 Korrelation Behandlungsbeginn und Dauer der Therapie

Wie in der Einleitung schon beschrieben, hängt nach Graf die Therapiedauer und der Erfolg der Behandlung entscheidend vom Therapiebeginn ab. Daraus lässt sich ableiten, dass je früher mit der Behandlung begonnen wird, desto kürzer die Dauer der Therapie ist. Im Diagramm 25 wurde das Alter bei Behandlungsbeginn und bei Behandlungsende gegeneinander aufgetragen. Man erkennt einen linear steigenden Zusammenhang. Quantifiziert durch den Korrelationskoeffizient nach Pearson ergab sich ein Wert von **+0,351**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von ($p \leq 0,01$) signifikant. Die Anzahl der gültigen Werte belief sich auf 386 Fälle.

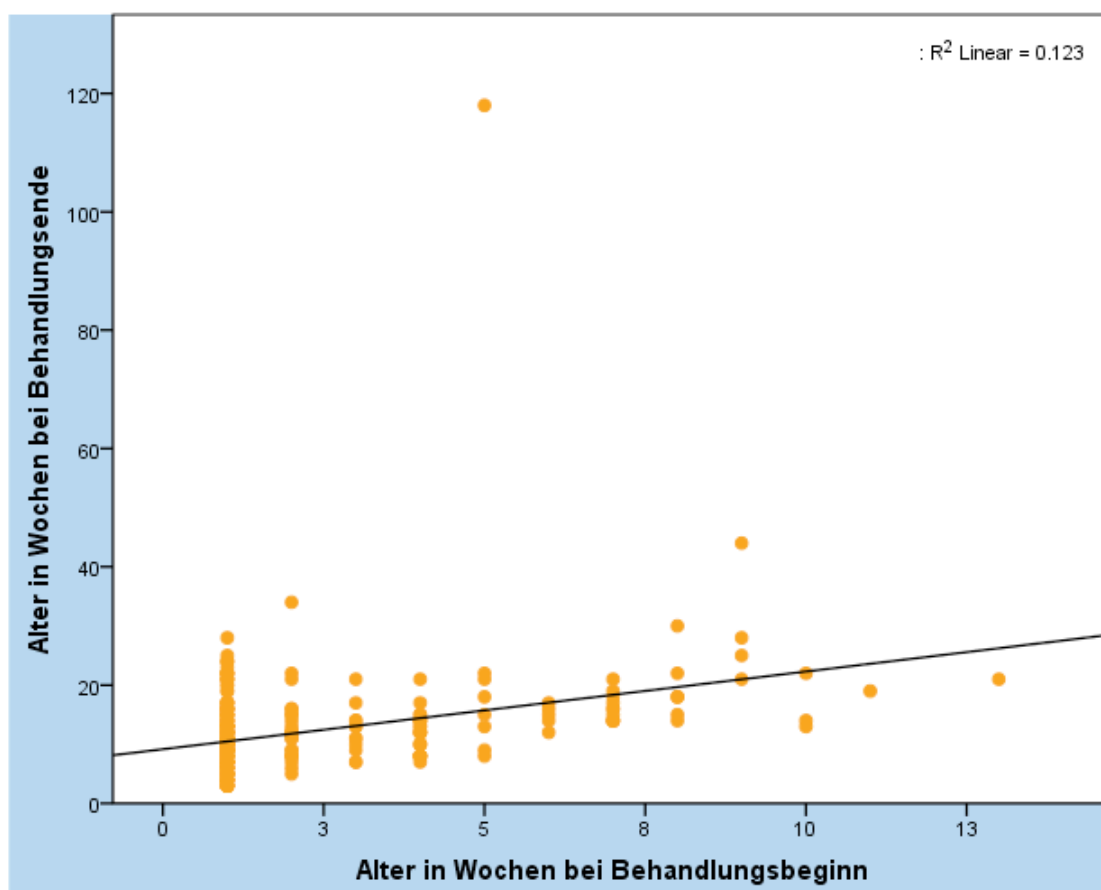


Diagramm 25 : Behandlungsdauer und Alter bei Therapiebeginn graphisch

3.6 Alpha – Winkel und AC – Winkel

Zur Quantifizierung des Therapieerfolges bei der Hüftdysplasie / Hüftluxation wird nach Graf der α Winkel für die Sonographie, für die röntgenologische Quantifizierung der Pfannedachwinkel nach Hilgenreiner (Hilgenreiner, 1925) bestimmt. Das Röntgenbild wurde bei der Einjahreskontrolle oder bei Laufbeginn angefertigt. Beim α Winkel konnten **127** und beim AC - Winkel **131** Fälle gewertet werden. Die Röntgenuntersuchung ist nach ehemaligen Hüftdysplasien oder Luxationen notwendig, um den Verlauf zu beurteilen. Für den α Winkel ergab sich ein Mittelwert von **66°** und für den AC – Winkel ein Mittelwert von **24°**. Für die linke Seite zeigten sich die gleichen Mittelwerte für α - und AC – Winkel.

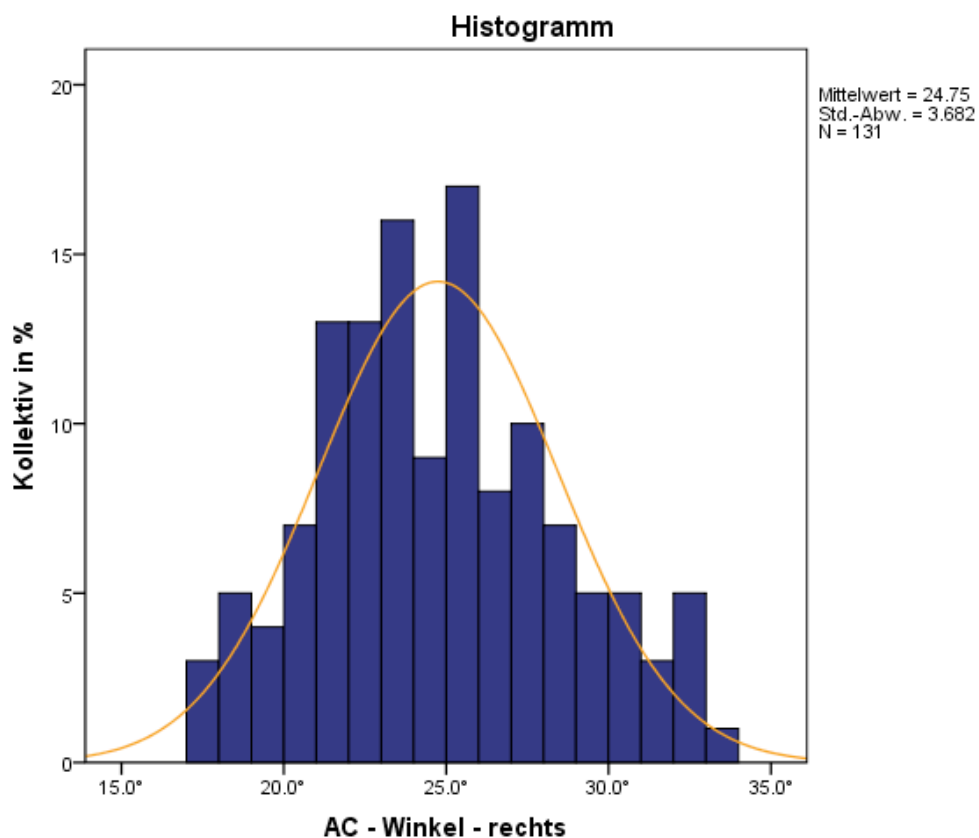


Diagramm 26 : AC – Winkel bei der Einjahresröntgenkontrolle – rechts – Normalverteilung

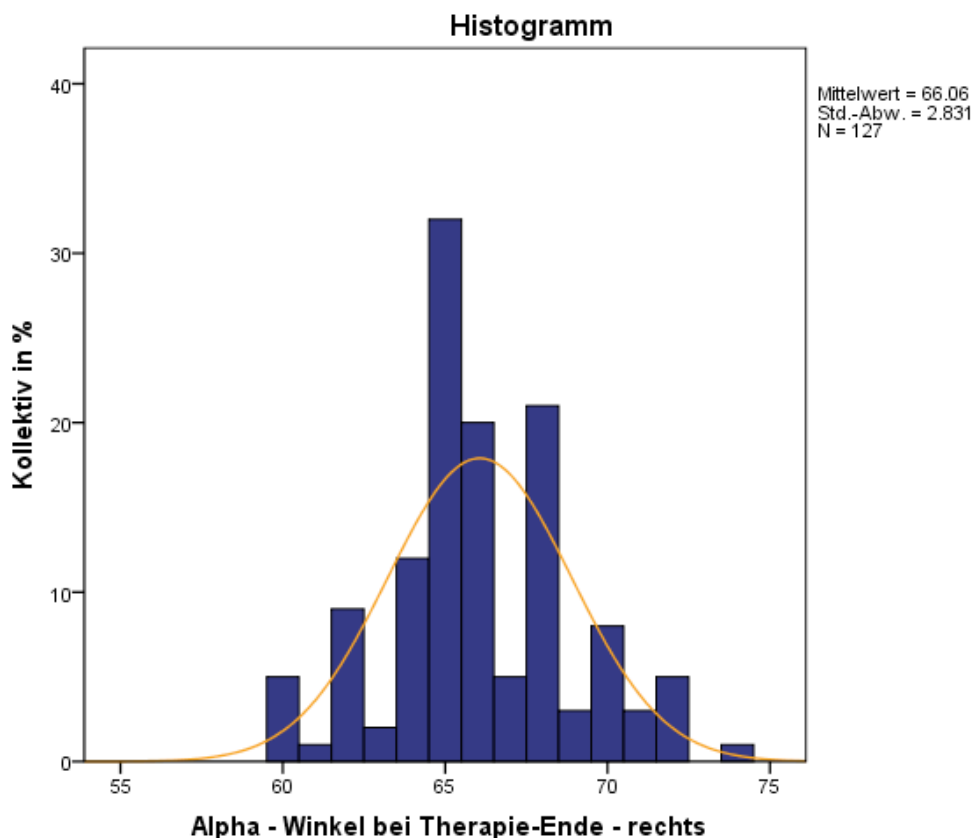


Diagramm 27 : α Winkel bei Therapie-Ende – rechts – Normalverteilung

Deskriptive Statistik

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
AC - Winkel in ° - rechts	131	17.6	33.2	24.747	3.6817
AC - Winkel in ° - links	131	15.4	35.8	24.831	4.1291
therapiert bis Alpha - Winkel in ° - rechts	127	60	74	66.06	2.831
therapiert bis Alpha - Winkel in ° - links	127	58	72	65.78	2.851
Gültige Werte (Listenweise)	127				

Tabelle 9 : Häufigkeitstabelle α Winkel bei Therapie-Ende und AC-Winkel bei 1 Jahreskontrolle – rechts & links

Beim α Winkel bewegten sich die Werte bei Therapieabschluss zwischen **58°** und **74°**. Beim AC – Winkel lagen die Werte zwischen **15°** und **36°** bei der Einjahreskontrolle oder bei Laufbeginn.

3.6.1 Gegenüberstellung α Winkel und AC – Winkel

Man erkennt, dass sich die Werte für den α und den AC – Winkel um die Mittelwerte **24°** für den AC – Winkel und **66°** für den α Winkel bewegen. Es wurden die Mittelwerte für den AC - Winkel und den α Winkel als Linien mit eingezeichnet. Zusätzlich wurden noch die 95 % Konfidenzintervalle graphisch mit eingetragen. Trotzdem streuen die Werte noch deutlich. Eine signifikante ($p=0,119$) Korrelation der einzelnen Werte zueinander konnte nicht gefunden werden.

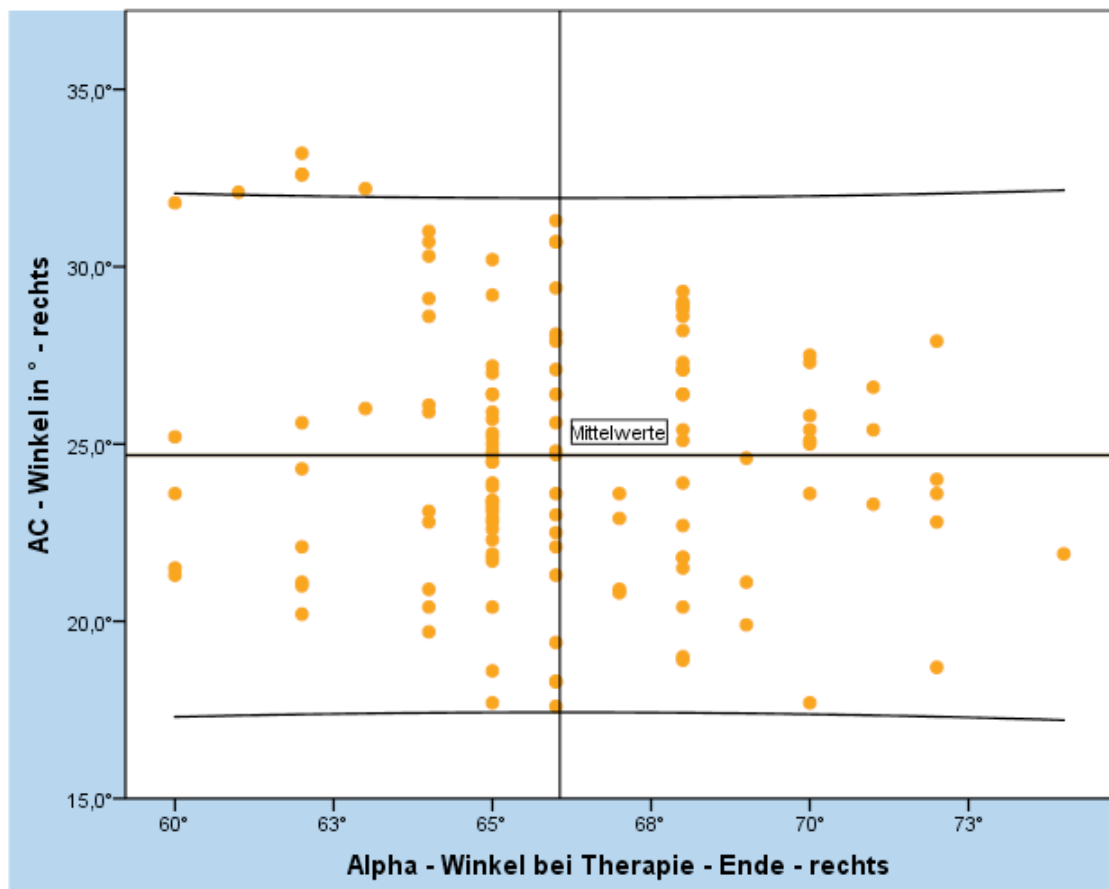


Diagramm 28 : Streudiagramm α Winkel bei Therapie-Ende – AC Winkel bei 1 Jahreskontrolle – rechts

Im Boxplotdiagramm wurden die einzelnen Hüfttypen bei Therapie-Aufnahme zusammen mit dem AC – Winkel bei Therapie-Ende zusammen aufgetragen. Man erkennt ebenso, dass alle Schweregrade von Hüfttreifungsstörungen zum Abschluss der Behandlung einen AC - Winkel von im Mittel **24°** hatten.

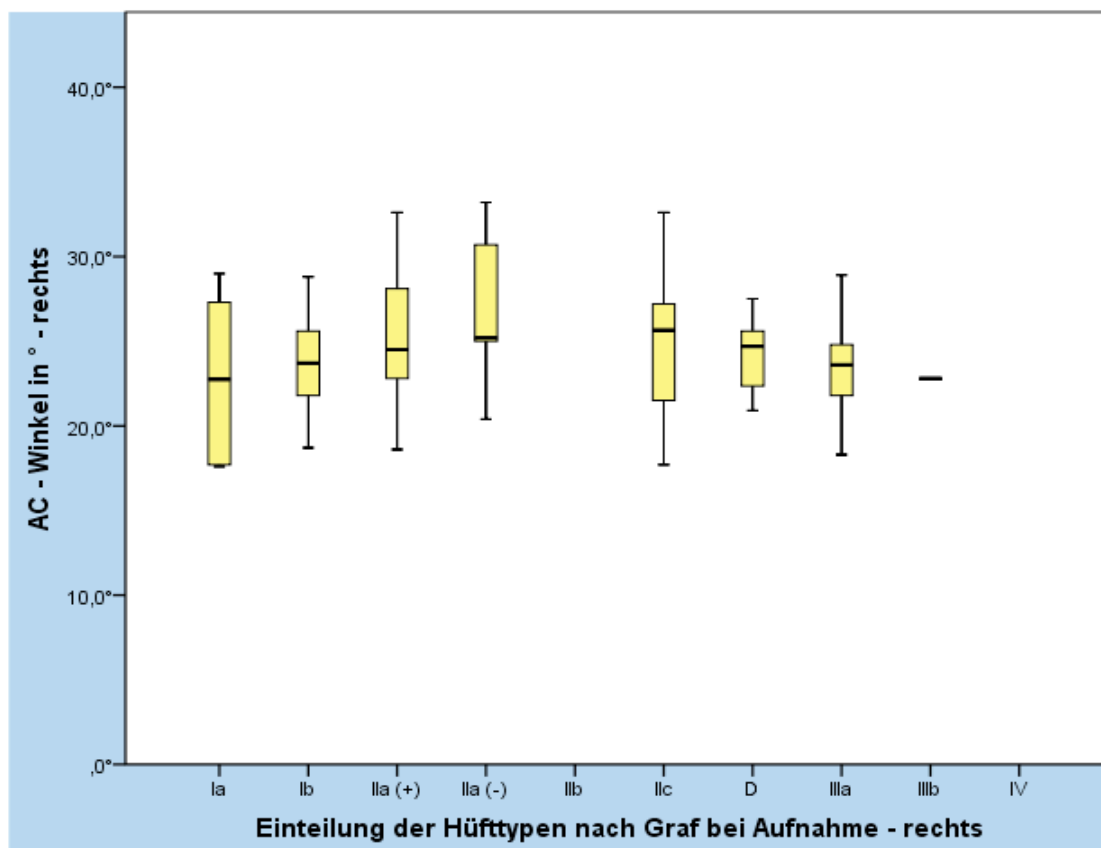


Diagramm 29 : Boxplot-Diagramm AC – Winkel bei der 1 Jahreskontrolle und Hüfttyp bei Aufnahme

Im Diagramm 30 wurden die Mittelwerte des AC – Winkels zusammen mit dem α Winkel bei Abschluss der Behandlung aufgetragen. Hier zeigt sich nun folgende Korrelation: Je höher der α Winkel bei Therapieende ist, desto niedriger fällt im Mittel der AC – Winkel aus.

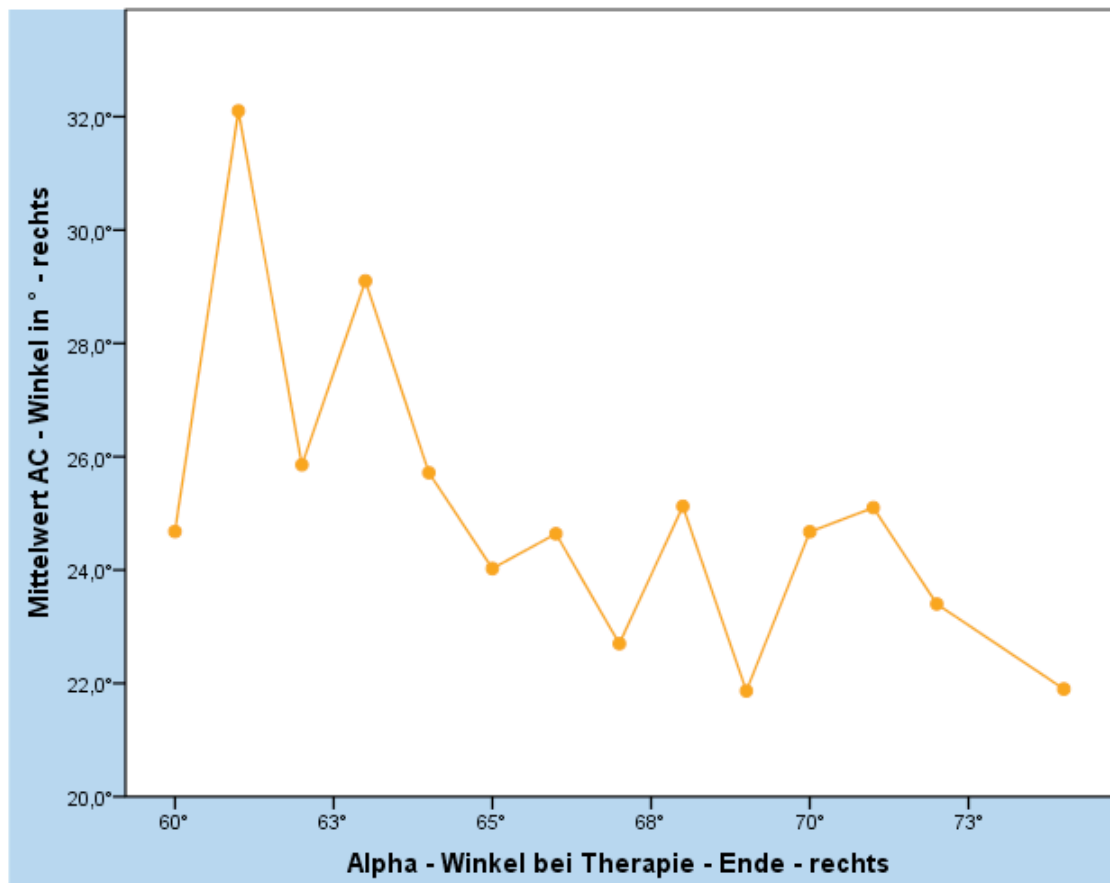


Diagramm 30 : Mittelwerte des AC – Winkel bei Therapieende - α Winkel bei Behandlungsende

4 Diskussion

4.1 Allgemeines

Ziel dieser Arbeit war es die Sonographiebilder, die im Rahmen der Hüftsonographischen Screeninguntersuchung angefertigt wurden, auf ihre Qualität und Validität zu beurteilen. Ausgewertet wurden Hüftsonographien, die im Klinikum rechts der Isar und dem Krankenhaus München Schwabing erstellt wurden. Zur Überprüfung der Messgenauigkeit diente ein selbst entwickeltes elektronisches Winkelprogramm. Mit diesem konnten am Bildschirm die eingescannten Sonographiebilder auf ihre Messgenauigkeit überprüft werden und mit denen der von den Ärzten von Hand eingezeichneten verglichen werden. Alle Bilder wurden dahingehend beurteilt, ob die Standardebene nach Graf berücksichtigt wurde (Graf, 2006). Die Bilder wurden auf ihre Qualität überprüft, ob wichtige Bezugspunkte im Ultraschall gefunden wurden und sie für eine Auswertung herangezogen werden können. Weiterhin wurde der α -Winkel nach Abschluss einer Dysplasie-Therapie mit dem AC-Winkel der Röntgenaufnahme im Laufalter gegenübergestellt.

4.2 Diskussion der deskriptiven Statistik

4.2.1 Risikofaktoren und Familienanamnese

Das häufige Auftreten von Hüftdysplasien beim weiblichen Geschlecht, ein bereits bekannter Risikofaktor, konnte auch in unserer Studie bestätigt werden (Tönnis, 1984). **75,1%** Mädchen waren in unserer Studie von einer Hüftdysplasie betroffen. Bei 402 Neugeborenen entspricht dies **302** Patienten. Als Grund, dass deutlich mehr Mädchen von einer Hüftdysplasie betroffen sind, wird diskutiert, dass die Ausreifung des Kollagens durch Östrogen blockiert wird und dies eine Bandlaxizität zur Folge hat, welche die Entstehung von Hüftreifungsstörungen begünstigt (Gerscovich, 1997).

Die Gesamterkrankungsrate in Mitteleuropa wird mit 2 – 4 % angegeben (Bernau, 2002).

Ein weiterer Risikofaktor, der mit einer Hüftdysplasie bzw. Luxation in Zusammenhang gebracht wird, stellt die Position in Beckenendlage dar. Bei **8%** der in diese Studie eingeschlossenen Neugeborenen lag eine Beckenendlage vor. Mit diesem Wert liegt unsere Studie in etwa in dem Bereich vergleichbarer Studien (Marks & Al-Chalabi, 1994), (Dorn, 1990). Imrie et al. sehen die Beckenendlage als den entscheidenden Risikofaktor angeborener Hüftreifungsstörungen (Imrie, 2010). Eine aktuelle Langzeitstudie von Peterlein et al. bestätigt dies durch eine positive Korrelation vom Schweregrad der Hüftdysplasie (quantifiziert durch den Hüfttyp nach Graf) und dem Auftreten von einer Beckenendlage (Peterlein, 2014). In der vorliegenden Studie wurden 21% der Neugeborenen mit Kaiserschnitt entbunden. Als Ursache können Risikoschwangerschaften und Beckenendlage des Kindes vermutet werden. Auf dem Untersuchungsbogen lassen sich Aussagen zu Beckenendlage und Sectio mit ankreuzen bestätigen. Ein Hinweissfeld für Risikoschwangerschaft ist auf dem Untersuchungsbogen nicht berücksichtigt. Aussagen zu Frühgeburt, überzogenem Geburtstermin und Komplikationen während der Geburt hatten aufgrund der zu geringen Häufigkeit in unseren Daten keine Aussagefähigkeit.

Bei der Erhebung der Familienanamnese wurden die Patienten nach dem Vorliegen einer Hüftdysplasie im engeren Verwandtenkreis befragt. Bei **17 %** lag eine positive Familienanamnese vor. Da nur 58 % der Patienten in die Auswertung eingeschlossen werden konnten, wurde darauf verzichtet, eine Aussage über eine mögliche signifikante genetische Disposition der Hüftdysplasie bei unseren Patienten zu treffen. Neuere Familienstudien konnten einen Genlocus auf Chromosomen identifizieren, der mit Entstehung der angeborenen Hüftreifungsstörung in Verbindung gebracht werden konnte (Feldman, 2010).

4.2.2 Klinik

Die klinisch-orthopädische Untersuchung und die Sonographie der Hüfte sind beim Neugeborenen zur Beurteilung der Hüfte wesentlich. Es ist bei der klinischen Untersuchung entscheidend zu überprüfen, ob eine

Abspreizbehinderung vorliegt, da diese einen wichtigen Hinweis für eine Hüftdysplasie bzw. Hüftluxation geben kann (Parsch, 1997). Umgekehrt sollte eine sonographisch gesunde Hüfte mit seitenasymmetrischer Abspreizbehinderung ebenso verdächtig sein, wie eine dezentrierte Hüfte ohne klinische Auffälligkeiten (Lauen, 2006). Bei **16 %** der untersuchten Patienten wurde eine **Abspreizbehinderung**, bei **15 %** eine **Instabilität** im Hüftgelenk gefunden. Es konnte mit dem Chi-Quadrat-Test ein signifikanter Zusammenhang ($p=0,001$) festgestellt werden.

Dezentrierte, instabile Hüften sind bei der passiven klinischen Untersuchung in ihrem Bewegungsumfang reduziert. Bei 4% der Neugeborenen waren Beinlängendifferenzen signifikant mit einer Bewegungseinschränkung verbunden. Durch die mangelhafte Überdachung des Hüftkopfes bei schweren Dysplasien dezentriert dieser bei Bewegung nach latero-cranio-dorsal aus der Pfanne. Daraus resultiert eine relative Beinverkürzung zur Beckenebene.

Hüftdysplasien können häufig mit Fußdeformitäten assoziiert sein. Dies bestätigten auch neuere Studien, wobei der genaue Zusammenhang noch weitestgehend unbekannt ist (Perry D. C., 2010). **10 %** der untersuchten Kinder dieser Studie zeigten eine Fußdeformität wie Klumpfuß, Sichelfuß oder Hackenfuß. Der Zusammenhang zu Wirbelsäulenasymmetrien, wie z.B. Skoliosen war mit 5 Patienten (1%) nicht signifikant.

Unsere Ergebnisse zeigen, entsprechend den Studien von Graf oder Dorn (Graf, 1984), (Dorn, 1990), dass die alleinige klinische Untersuchung nicht ausreichend für die vollständige Beurteilung der neugeborenen Hüfte ist.

Merk et al. bestätigte diese Aussage, indem er aufgrund seiner Ergebnisse die Abspreizbehinderung und die Faltenasymmetrie als unsicheres Dysplasiezeichen befand. Das Ortolani-Zeichen, das er in 3 % seiner Patienten diagnostizierte, beschrieb er hingegen als sicheres und spezifisches klinisches Zeichen einer Hüftdysplasie (Merk et al. 1997). Tönnis weist darauf hin, dass 52% der sonographisch pathologischen Hüften (Typ II-III) keinen pathologisch klinischen Tastbefund aufwiesen. Nur Typ IV Hüften nach Graf zeigten zu 100% ein pathologisch klinisches Zeichen auf (Tönnis & Storch, 1993).

Die vorliegende Studie zeigt ebenso, dass eine sonographisch pathologische Hüfte keine klinische Auffälligkeiten haben muss. Daraus lässt sich ableiten, dass die alleinige klinische Untersuchung eine viel zu geringe Sensitivität bei der Diagnose der Hüftdysplasie / Hüftreifungsstörung hat (Mahan & Kim, 2009).

4.2.3 Therapiemethoden und Hüfttypen

Am häufigsten wurde die Tübinger Schiene mit **45 %** zur Behandlung der Hüftreifungsstörungen in unserem Patientenkollektiv angewendet. Die Schiene wurde als Standardtherapie bei **zentrierten** Hüftdysplasien verordnet. Bei 27% der Neugeborenen wurde bei noch physiologischer Hüftunreife eine Empfehlung „breit zu wickeln“ gegeben. Diese Therapieempfehlung zielt darauf ab, dass eine noch physiologische Hüftunreife durch konsequentes „Breit Wickeln“ bis zur Kontrolluntersuchung bei der U3 ausgereift ist. Lange empfiehlt, dass alle Neugeborenen, bei denen eine Ila Hüfte bei der U2 diagnostiziert wurde, konsequent breit gewickelt werden sollen, so dass aus seiner Sicht eine Verlaufskontrolle bei der U3 entfallen könnte (Lange et al., 2014).

In dieser Studie wurde bei den Neugeborenen, bei denen im Rahmen der U2 Untersuchung eine physiologische Hüftunreife Typ Ila diagnostiziert wurde, das „Breit Wickeln“ empfohlen, um eine physiologische Hüftreife zu unterstützen. Eine Hüftdysplasie kann mit dieser Methode nicht behandelt werden, denn das „Breit Wickeln“ ist nur unterstützend und ersetzt keine Therapie. Ein breit gelegtes Tuch zwischen den Beinen kann verrutschen oder zusammengedrückt werden und bringt die pathologische Hüfte nicht ausreichend in die Abduktion. Da die pathologische Hüfte ein Abduktionshindernis hat, wird hauptsächlich die gesunde Hüfte abduziert. Untersuchungen von Graf und Tschauner (Graf R, 1997) haben gezeigt, dass für die optimale Ausreifung des knorpeligen Pfannendaches eine Beugung von $>100^\circ$ erforderlich ist. Die sichere Zentrierung einer Hüfte bei Dysplasie ist somit mit Tübinger Spreizschiene/-hose zu erreichen (Bernau & Mathiessen, 2002), (Bernau, 1990).

Mit einem Anteil von **50 %** war der Hüfttyp IIa in unserer Studie zum Zeitpunkt der Erhebung am häufigsten vertreten. Diese Hüften waren durch die Therapie bereits entweder in einen physiologischeren Hüfttyp nach ehemaliger Dysplasie übergegangen bzw. zum Erhebungszeitpunkt noch physiologisch unreif und deshalb bestand kein Behandlungsbedarf mit einer Schiene. Ob sich eine Hüftdysplasie in Richtung Ausheilungszustand entwickelt oder noch als physiologisch unreif gilt, kann im Diagramm 10 und 11 durch die Zuordnung „Behandlung mit Tübinger Schiene“ oder „Keine Therapie“ erkannt werden.

Die **dezentrierten** Hüften mit dem Hüfttyp D-IV, konnten bei **7,5 %** der untersuchten Neugeborenen festgestellt werden. Die Dysplasie bzw. Luxation wurde mit der Pavlik-Bandage behandelt. Die Therapieverläufe in Diagramm 22/23 zeigen, dass mit der Behandlungsmethode der Pavlik-Bandage der α -Winkel über den Zeitraum der Kontrolluntersuchungen sich zunehmend normalisiert, und der β - Winkel kleinere Werte annimmt. Bei der Röntgenkontrolle im Laufalter zeigte der AC-Winkel einen Mittelwert von 24° und spiegelt somit die Ausheilung der Hüften wieder. Aktuelle Studien aus England haben die Erfolgsraten bei der Behandlung mit der Pavlik-Bandage untersucht. Die Behandlung sollte frühest möglich (< 7 Wochen) begonnen werden. Der Behandlungserfolg hängt vom Schweregrad der Dysplasie klassifiziert nach Grafs Hüfttypen und der Beteiligung einer oder beider Hüften ab (Walton M. J., 2010), (Atalar, 2007). Im Zeitraum von 2006 – 2009 war bei insgesamt 403 Neugeborenen nur bei einem Kind eine Operation erforderlich. Es lag eine hohe Hüftluxation mit Repositionshindernis vor, die eine offene (=operative) Reposition notwendig machte. Eine frühe Diagnose einer Hüftluxation und sofortige Einleitung der Therapie führt dazu, dass Operationen nur noch selten notwendig werden. Bei der Therapie der Pavlik-Bandage ist eine regelmäßige Überprüfung des korrekten Sitzes erforderlich.

Murnaghan berichtet in einer Studie über das Risiko einer Femoralis-Lähmung, die er bei der Behandlung mit der Pavlik-Bandage feststellen konnte (Murnaghan M. L., 2011). Hierbei handelte es sich jedoch um ältere Patienten mit hoch-dysplastischen Hüften.

Im vorliegenden Patientenkollektiv waren keine neurologischen Ausfälle zu beobachten.

		Therapiemethoden			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	Pavlik-Bandage	47	11.7	11.7	11.7
	Tübinger Schiene	180	44.8	44.9	56.6
	Gips	1	.2	.2	56.9
	keine Therapie	63	15.7	15.7	72.6
	Operation	1	.2	.2	72.8
	breit wickeln!	109	27.1	27.2	100.0
	Gesamt	401	99.8	100.0	
Fehlend	System	1	.2		
Gesamt		402	100.0		

Tabelle 10: Häufigkeitstabelle Therapiemethoden

4.2.4 Beurteilung der Ultraschallbilder

Für die Beurteilung der Sonogramme sind die Kriterien der Standardebene nach Graf (Graf, 2000) von entscheidender Bedeutung. Ein verwertbares Bild liegt vor, wenn alle Kriterien der „Standardebene“ erfüllt sind. Untersuchungen an anatomischen Präparaten haben ergeben, sofern die Voraussetzungen für die Standardebene erfüllt sind, die Schnittebene in der Frontalebene des Körpers durch die Mitte des Acetabulums (Fossa acetabuli) laufen muss, damit die Standardebene korrekt abgebildet werden kann (Graf, 1985), (Graf R. et al., 1985). Fallinger beschreibt welchen Einfluss die Kippung des Schallkopfes in der Frontalebene hat. In anatomischen Untersuchungen konnte er feststellen, dass eine Kippung des Schallkopfes in der Frontalebene fußwärts zu einer Verkleinerung des α -Winkels führt und umgekehrt vergrößert sich der β -Winkel bei Verkippung des Schallkopfes nach kopfwärts. (Fallinger, 2001). Für Graf ist es wesentlich zur Beurteilung der Hüfte, dass bei der Sonographie die Knorpelknochengrenze, die Umschlagfalte, das Labrum acetabulare, und der

Unterrand des Os Ilium dargestellt werden. Der knöchernen Erker muss zur Bildbeurteilung und für die Ausmessung definiert werden (Graf, 2002).

Bei der Auswertung der Sonographiebilder wurden die Kriterien nach Graf berücksichtigt und führten dazu, dass **73,3%** der Bilder voll verwertbar waren.

15 % der vorliegenden Sonographien zeigten eine unzureichende Darstellung der Knorpelknochengrenze sowie der Umschlagsfalte. **2 %** der Bilder waren nicht verwertbar, weil die Standardebene nicht getroffen war. Ebenso wie das korrekte Auffinden der Standardebene, ist das Vermeiden von Kippfehlern in cranio-caudaler Richtung von wesentlicher Bedeutung. Hierbei kann es trotz korrekter Darstellung der Standardebene zu sehr unterschiedlichen α Winkeln kommen. Deshalb ist bei der Schallkopfführung im lateralen Strahlengang eine horizontale Lage des Schallkopfes von entscheidender Bedeutung (Müller, 2001), (Graf, 1997). Für Graf ist eine zunehmende Standardisierung im Behandlungsablauf wesentlich. Graf empfiehlt in einem Artikel, dass zu einem korrekten Untersuchungsablauf eine Lagerungsvorrichtung mit Schallkopfführung notwendig ist, um die Kippfehler zu vermeiden (Graf, 2009). Allerdings ist hierbei anzumerken, dass es auch bei fixiertem Schallkopf, zu Veränderungen der Position des Säuglings in der Lagerungsschale kommen kann und eine korrekte Einstellung der Standardebene ebenfalls nicht möglich ist.

Bei **62,9 %** der Sonographien konnten in den Bildern keine Abweichungen beim Einzeichnen der Winkel zwischen Handmessung und elektronischer Winkelmessung festgestellt werden. Bei **11,6 %** der Ultraschallbilder war die Ausstellungsline von Hand nicht regelrecht eingezeichnet, da der knöchernen Erker beim Einzeichnen nicht exakt definiert wurde. Der knöchernen Erker am Umschlagpunkt von Konkavität zu Konvexität wurde nicht korrekt eingezeichnet. Bei 8,2 % der Patienten wurde das Labrum nicht genau identifiziert und somit die Ausstellungsline einem anderen Sonographie-Signal zugeordnet. Weitere Ungenauigkeiten ergaben sich, da die Linien zwar richtig gelegt wurden, jedoch die Winkel mehr als 3° von der Kontrollmessung abwichen. Die digitale Messung ermöglicht eine genauere Bestimmung der

Winkel im Vergleich zu den von Hand eingezeichneten Winkeln. Hinzu kommt, dass bei der manuellen Messung mit dem Sonometer häufiger Ablese- oder Ungenauigkeitsfehlern auftreten können. Bei einigen Bildern wurde die Winkelmessung der Sonographien direkt am Bildschirm des Sonographiegerätes durchgeführt. Da bei der Vermessung ein Sonometer mit am Bildschirm projiziert wird, wurden anatomische Punkte des Sonogrammes mitunter verdeckt und beeinflussten somit das Messergebnis. Entscheidend für die Auswertung ist, dass alle anatomischen Strukturen im Bild zu sehen sind, d.h. die Standardebene korrekt getroffen ist und in der Folge die Linien richtig eingezeichnet werden können (Graf R, 2002).

In unserer Studie bestand kein signifikanter Zusammenhang zwischen Messabweichung, eingeschränkter Verwertbarkeit der Bilder und Qualität der Sonogramme. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen Messabweichung und Verwertbarkeit der Sonographien besteht. Das Diagramm 14 spiegelt wieder, dass bedingt verwertbare Bilder mehr Messabweichungen aufwiesen.

4.3 Diskussion der Messanalysen und Therapieverläufe

4.3.1 Messanalysen

Ein Ziel dieser Arbeit war es die Qualität der Messungen des α und des β Winkels nach der Methode von Graf in der untersuchten Klinik zu überprüfen. Graf kritisiert den Qualitätsverlust bei der Sonographie und die fehlende Standardisierung beim Erlernen der Hüftsonographie (Graf, 2009). Die Messdifferenzen zwischen der vom Arzt ausgemessenen Bildern und der mit dem Winkelprogramm vergleichenden Kontrollmessungen lagen im Mittel für den α Winkel bei **-0,92°** bei einer Stichprobe von 363 Fällen. Die Ausreißer bewegten sich von -17° bis +9°. Insgesamt ergab sich über alle Kontrolluntersuchungen für den α Winkel eine Messdifferenz von im Mittel **-0,62°**. Für den β Winkel ergab sich im Mittel eine Messabweichung von **+1,48°** mit Ausreißern von -11° bis + 37°. Über alle Kontrolluntersuchungen konnte für

den β Winkel im Durchschnitt eine Messdifferenz von **+1,26°** festgestellt werden. Simona et al. beurteilten in einer Studie ob Ärzte unterschiedlicher Fachrichtungen bei der Hüftultraschalluntersuchung die Winkelmessungen nach Graf unterschiedlich einzeichneten. Sie fanden im Mittel für den α Winkel eine Messdifferenz von -2,3° und für den β Winkel +8° heraus (Simona, 2004). Niethard und Roesler halten Messfehler für den α und β Winkel im schlimmsten Fall im Bereich von $\pm 10^\circ$ für noch akzeptabel (Niethard & Roesler, 1987). Eine weitere Studie untersuchte, wie sich die Messunsicherheit von einer Gruppe Ärzten während eines Ausbildungskurses über die Zeit des Kurses veränderte. Es fanden sich Messunsicherheiten von 5 ° für den α Winkel und 8° für den β Winkel (Hell, 2008). Ömeroğlu et al. beschreiben 4° für α und 6° Unsicherheit für den β Winkel (Ömeroğlu, 2001). Eine weitere Studie verglich 2 Gruppen. Die eine Gruppe bestimmte die Winkel mittels Sonometer auf Papier, die andere mittels computerassistierten Messinstrumenten. Es wurden Messabweichungen von 1,1° für den α - und 1,3° für β Winkel beschrieben (Peterlein et al., 2012). Bei der Beurteilung der Hüfttypen nach Graf bezogen auf die Winkel, kann eine Messabweichung von bis zu 10° sogar therapeutische Konsequenzen haben, oder unreife Hüften als vermeintlich gesund und nicht therapiebedürftig eingestuft werden. Die geringen Messunsicherheiten in der vorliegenden Studie im Vergleich zu den Ergebnissen in der Literatur, könnten in der sehr hohen Fallzahl begründet sein. Peterlein et al. hatten eine Fallzahl von 207 und konnten ähnliche Messunsicherheiten feststellen (Peterlein et al., 2012).

Die Ergebnisse unterstützten die Messgenauigkeit und somit die höhere Qualität und Validität der Hüftsonographie im erhobenen Datensatz. Die höhere Messunsicherheit beim β Winkel bestätigt sich auch in vorliegender Studie und liegt in der Schwierigkeit begründet das richtige Ultraschallsignal im Sonogramm dem Labrum acetabulare zu zuordnen. Das Einzeichnen der Ausstelllinie, sowohl beim Anlegen am knöchernem Erker, als auch beim Auffinden des Labrums, führte beim erhobenen Datensatz zu den größten Messabweichungen.

Die Annahme, dass Messungengenauigkeit mit Bildverwertbarkeit / Qualität korrelieren bestätigte sich nicht. Es ist in den Boxplots von Diagramm 17/18 lediglich eine Tendenz zu erkennen, der zufolge die Messungengenauigkeit bei bedingt verwertbaren Sonogrammen zunimmt. Beim β Winkel ist die Tendenz deutlicher zu erkennen. Dies zeigt sich auch am p-Wert von 0,184. Grund hierfür kann eine Unsicherheit beim Einzeichnen der Ausstelllinie (β -Winkel) und unterschiedliche Identifizierung des knöchernen Erkers sein. Peterlein et al. bestätigten diese Aussage, dass intra- und interindividuelle Messabweichung bei guter Bildqualität signifikant niedriger sind (Peterlein et al., 2012). In einer weiteren großen retrospektiven Studie fordert Peterlein eine strukturierte, standardisierte Ausbildung ärztlicher Ausbilder und Mitarbeiter (Peterlein et al., 2014).

4.3.2 Therapieverläufe

Ein weiteres Ziel dieser Studie war es, den Therapieerfolg darzustellen. Hierbei wurden die unterschiedlichen Therapiemethoden und die Ausheilungsbefunde ehemaliger Hüftdysplasien/-luxationen und Hüftreifungsstörungen im Verlauf miteinander verglichen. Die Werte haben sich in der Gruppe IIa(+/-) und IIb, signifikant ($p=0,001$) über den Zeitraum der Behandlung normalisiert. Bei Therapieabschluss lag der α Winkel im Mittel bei **64°** und der β Winkel bei **56°**.

Einen entsprechenden Verlauf zeigt sich auch für die Gruppe der IIc Hüftdysplasie. Die Werte haben sich signifikant ($p=0,001$) über den Zeitraum der Behandlung geändert. Bei Abschluss der Behandlung konnten wir ausschließlich Ia Hüften mit im Mittel **61°** für den α Winkel und **55°** für den β Winkel verzeichnen. Die Diagramme verdeutlichen die Therapieverläufe graphisch und zeigen den von Graf geforderten Verlauf über die Zeit, mit statistisch nicht signifikanten Ausreißern.

Aufgrund der niedrigen Fallzahl war bei den dezentrierten Hüften eine Signifikanzberechnung nicht möglich. Die Therapieverläufe zeigen eine zunehmende Normalisierung der ehemaligen Hüftdysplasien und somit eine Ausheilung. Bei Therapieende konnten ausschließlich Ia Hüften mit im Mittel

64° für den α und 54° für den β Winkel sonographisch dargestellt werden. Der Mittelwert von 24° für den AC-Winkel bei der Röntgenkontrolle im Laufalter bestätigte das gute Therapie-Ergebnis bei den dezentrierten Hüften.

4.4 Diskussion Behandlungsbeginn – Therapiedauer

Im Hinblick auf die Kosteneffektivität eines generellen Hüftultraschallscreenings stellt sich die Frage nach dem Zeitpunkt des Behandlungsbeginns. Je früher mit der Behandlung begonnen wird, desto kürzer ist der gesamte Therapieaufwand. Obwohl das Hüftultraschallscreening dank Graf (Graf, 2007) zu einem kontinuierlichem Rückgang der operativen Eingriffe geführt und letztlich auch zu einem günstigen Kosten-Effektivitäts-Verhältnis beigetragen hat, wird dennoch im angloamerikanischen Raum allenfalls der selektive Einsatz der Hüftsonographie empfohlen (Mahan, 2009), (Elbourne et al., 2003). In der vorliegenden Studie war nur bei einem Patienten eine Operation notwendig. Die Hüftluxation konnte sonographisch früh erkannt werden, die konservative Therapie war jedoch in diesen schweren Fall nicht ausreichend. Aufgrund der Pathophysiologie der angeborenen Hüftreifungsstörungen ist eine frühestmögliche Entlastung des knorpeligen Erkers von entscheidender Bedeutung, da sonst durch die Druckbelastung des Hüftkopfes die physiologische Nachreifung des knorpeligen Erkers behindert wird. Bei schweren Dysplasien kommt es aufgrund der mangelhaften Überdachung des Kopfes zur Dezentrierung und „höher-treten“ des Kopfes. Ein vermehrter Druck auf den unreifen knorpeligen Erker bedingt eine Mikrozirkulationstörungen, die zum vorzeitigen Abbruch des knöchernen Wachstums im knorpeligen Erker führt. Aus diesen Gründen ist der möglichst frühe Behandlungsbeginn gleich nach der Geburt von wesentlicher Bedeutung. Wie im Abschnitt 2 „Material und Methoden“ beschrieben, hat im ausgewerteten Datensatz das Alter bei Beginn der Behandlung im Patientkollektiv der beiden Kliniken divergiert. Trotzdem wurden 67,4 % aller untersuchten Neugeborenen in der 1. Woche gesehen, siehe Tabelle 1. Somit konnte die Hypothese bestätigt werden, derzufolge die Therapiedauer und der Erfolg der Behandlung entscheidend vom Therapiebeginn abhängt. Diagramm 24 zeigt einen linear steigenden Verlauf

und verdeutlicht den Zusammenhang. Pathophysiologisch ist dies dadurch begründet, dass je früher der knöcherne Erker entlastet wird, desto schneller der knorpelige Erker nachreifen kann. Es konnte eine signifikante ($p \leq 0,01$) Korrelation mit einem Korrelationskoeffizienten von **+0,351** nach Pearson festgestellt werden. Studien belegen diese These aus den oben genannten Gründen (Farr, 2008), (Graf, R, 2007). Ein weitere aktuelle Studie verglich die Behandlungsdauer von Patienten mit pathologischen sonographischen Befunden, die bei der U2 und bei der U3 Untersuchung das erste Mal sonographiert wurden. In der Gruppe der Patienten, die zuerst in der U3 geschallt wurden, zeigte sich ein signifikant erhöhte Behandlungsdauer von 4-12 Monaten (Lange et al., 2014).

4.5 Diskussion AC-Winkel

Vor der Zeit der Hüftsonographie stand bei der Frühdiagnostik der angeborenen Hüftluxation nur die Röntgenuntersuchung zur Verfügung. Damals war die Bestimmung des AC-Winkels nach Hilgenreiner (Hilgenreiner, 1925) die einzige bildgebende Möglichkeit der Frühdiagnostik der Hüftluxation. Heutzutage und insbesondere in vorliegender Studie diente der AC-Winkel zur Beurteilung ob zu Beginn des Laufalters noch Restdysplasien vorhanden sind. Es zeigte sich bei der Einjahreskontrolle für den AC-Winkel ein Mittelwert von **24,5°** für die linke und die rechte Hüfte. Tönnis und Neidel (Tönnis, 1984), (Tönnis, 1997), (Neidel & Tönnis, 1994) haben für die einzelnen Reifegrade der Hüfte Perzentilengraphiken nach dem Alter erstellt. Nach Tönnis ergibt sich als Mittelwert (50. Perzentile) im Alter von einem Jahr ein AC-Winkel von **24°** (Neidel & Tönnis, 1994). Die Ergebnisse der ehemals therapierten Hüften zeigen einen Normbereich beim AC-Winkel (siehe Diagramm 26). Die Fallzahl der Patienten, bei denen der AC – Winkel bestimmt wurde, lag mit 131 Fällen deutlich unter der Gesamtfallzahl. Dies lag zum einen daran, dass die milderen Hüftreifungsstörungen mit z.B. Hüfttyp IIa+ nach Graf keine Röntgenkontrolle im Laufalter benötigen. Zum anderen konnten aufgrund von zu starker Verkippung und Verdrehung der Röntgenbilder nicht alle verwertet werden. Auch beim AC-Winkel spielen Messunsicherheiten und Ungenauigkeiten ebenso wie bei der

Sonographie eine wichtige Rolle. Nach Niethard und Roesler (Niethard & Roesler, 1987) liegt der größte zu erwartender Messfehler für den AC-Winkel bei $\pm 5^\circ$. Im vorliegenden Datensatz wurden ausschließlich die Messunsicherheiten der Sonographie untersucht.

Für den α Winkel bei Therapieende ergab sich ein Mittelwert von **66°** in der Sonographie. Nach Graf sind somit im Mittel alle therapierten Hüften im sonographisch normalen Bereich.

In der graphischen Gegenüberstellung des α - und des AC-Winkels lässt sich eine Korrelation der Mittelwerte der beiden Winkel erkennen. Die zusätzlich eingezeichneten 95 % Konfidenzintervalle verdeutlichen, dass je größer der α Winkel, desto geringer die Anzahl an hoch pathologischen Hüften mit einem AC-Winkel $> 30^\circ$ war. Die hochpathologischen AC-Winkel zeigen im α Winkel ein Intervall von **60-65°**. Darüber finden sich nur noch leichte Dysplasien. Die Diagramme 28 + 29 veranschaulichen, dass alle Hüfttypen bei Aufnahme bis zum Abschluss der Therapie einen AC-Winkel $>20^\circ$ hatten. Bis auf eine Ausnahme hatten alle therapierten Patienten einen sonographischen α Winkel $> 60^\circ$. Bei dieser Ausnahme mit einem α Winkel von 58° handelt sich um einen nicht abgeschlossenen Fall, welcher aus unersichtlichen Gründen nicht austherapiert wurde. Es zeigte sich eine negative Korrelation zwischen dem α Winkel bei Therapieende und dem AC-Winkel bei der Einjahreskontrolle. Aus diesen Daten ist schlussfolgernd ein α Winkel von mindestens $> 60^\circ$ zu fordern, um im sicheren nicht mehr therapiebedürftigen Bereich zu liegen.

5 Zusammenfassung

Einleitung

Die Einführung des Ultraschalls in der Hüftdiagnostik zur Frühdiagnose der angeborenen Hüftreifungsstörungen/-luxationen durch Graf Anfang der 1980-er Jahre hat die Diagnostik und Therapie revolutioniert. Um die Qualität und Validität dieser Methode aufrecht zu erhalten und Fehldiagnosen zu vermeiden, ist eine optimale Darstellung der Standardebene, korrektes Einzeichnen der geforderten Linien und exakte Messung der Winkel unabdingbar. Nur so können die Hüften den von Graf beschriebenen Hüfttypen zugeteilt und ein optimales Therapiemanagement begonnen werden. Ziel der Studie war es, die Winkel-Messungen der untersuchenden Ärzte mit einer Kontrollmessung zu überprüfen. Zusätzlich wurde die Hüftultraschallmethode auf Qualität und Validität untersucht. Zuletzt wurden α Winkel und die AC-Winkel bei Abschluss der Therapie bewertet und verglichen.

Material und Methoden

Seit 1989 wird am Universitätsklinikum der TU München im Klinikum Rechts der Isar (MRI) und in der Sektion für Kinderorthopädie im städtischen Klinikum München Schwabing (KMS) die Hüftsonographie bei allen Neugeborenen durchgeführt. Die Datenerhebung erfolgte retrospektiv aus den jeweiligen Archiven im Zeitraum von 2006 bis 2009. Es wurden 402 Patienten erhoben und 3412 Bilder ausgewertet. Einschlusskriterium waren ein oder mehrere Kontrolluntersuchungen. Die Bilder wurden digitalisiert, mit einem Winkelprogramm nachgemessen und statistisch mittels SPSS ausgewertet. Ausschlusskriterium waren gesunde physiologische Hüften beim Neugeborenenenscreening, die keine weiteren Kontrolluntersuchungen benötigten. Es wurde eine Arzt-Gruppe und eine kontrollierte nachgemessene Gruppe gebildet und diese statistisch miteinander verglichen.

Ergebnisse

Zur Beurteilung der Übereinstimmung der Arzt-Gruppe und der Kontroll-Gruppe wurden die Messdifferenzen in + und – Abweichungen gegenübergestellt. Für den α Winkel konnte über alle Kontrolluntersuchungen im Mittel eine Messdifferenz von $-0,62^\circ$ festgestellt werden. Für den β Winkel ergab sich im Mittel eine Messdifferenz von $+1,26^\circ$. Ein weiterer wichtiger Punkt war es, das Behandlungsergebnis mittels Röntgenuntersuchung bei der Ein-Jahreskontrolle mit dem α Winkel bei Therapieabschluss zu vergleichen. Es konnte für den AC-Winkel im Mittel ein Wert von $24,5^\circ$ festgestellt werden. Für den α Winkel bei Therapieabschluss konnte ein Mittelwert von 65° herausgefunden werden.

Schlussfolgerung

Schlussfolgernd muss festgestellt werden, dass seit Einführung des Ultraschalls bei der Diagnose angeborener Hüftreifungsstörungen/-luxationen, die Anzahl der operativen Eingriffe stark zurückgegangen ist. Dies konnte die vorliegende Studie bestätigen. Voraussetzungen hierfür sind eine optimale Ausbildung junger Ärzte, um ein korrekte Diagnose und eine darauffolgende optimale Therapie zu gewährleisten. Nicht zuletzt wegen der geringen Sensitivität der alleinigen klinischen Untersuchung sollte das generelle Hüftultraschallscreening bei Neugeborenen in anderen Ländern, unter Wahrung der Qualität, konsequent weiter ausgebaut werden.

6 Literaturverzeichnis

- Atalar, H., Sayli, U., Yavuz, O.Y., Uraş, I. & Dogruel, H. (2007). Indicators of successful use of the Pavlik harness in infants with developmental dysplasia of the hip. *International Orthopaedics*, 31(2), 145–150.
- Baumgart, K., Mellerowicz, H. (2006). Hüftdysplasie. *Orthopädie und Unfallchirurgie*, 1(6), 579–598.
- Bernau, A., & Mathiessen, D. (2002). Zur Behandlung der Hüftsyplasie. 15 Jahre Tübinger Hüftbeugeschiene. *Orthopädische Praxis*, 38(1), 1–12.
- Bernau, A. (1990). Die Tübinger Hüftbeugeschiene zur Behandlung der Hüftdysplasie. *Z Orthop Unfall*, 128(4), 432–435.
- Bland, J.M., & Altman, D.G. (1995). Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. *Lancet*, 364(8982), 1085–1087.
- Dorn, U. (1990). Hüftscreening bei Neugeborenen. Klinische und sonographische Ergebnisse." *Wiener Med Wochenschrift*, 181(Supplementum), 3–22.
- Elbourne, D., Dezateux, C., Arthur, R., Clarke, N.M., Gray, A., King, A., Quinn, A., Gardner, F., Russell, G., (2003). Ultrasonography in Neonatal Hip Instability Reduced the Need for Splints." *J Bone Joint Surg Am*, 85(8), 1623.
- Falliner, A. (2001). Die Standardebene von Graf - Ein "Standardsektor"? Sonographische Untersuchungen an anatomischen Präparaten von Säuglingshöftpfannen. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 139(2), 138–142.
- Farr, S., Grill, F. & Müller, D. (2008). Wann ist der optimale Zeitpunkt für ein sonographisches Hüftscreening? *Der Orthopäde*, 37(6), 532–540.
- Feldman, G., Dalsey, C., Fertala, K., Azimi, D., Fortina, P., Devoto, M., Pacifici, M., & Parvizi, J. (2010). The Otto Aufranc Award: Identification of a 4 Mb Region on Chromosome 17q21 Linked to Developmental Dysplasia of the

- Hip in One 18-Member, Multigeneration Family. *Clin Orthop Relat Res*, 468(2), 337–344.
- Fettweis, E. (2008). Kindliche Hüftluxation: Spielt Fruchtwassermangel eine Rolle? *Z Orthop Unfall*, 146(1), 1–4.
- Frentzel-Beyme, B. (2005). Als die Bilder laufen lernten oder die Geschichte der Ultraschalldiagnostik. *Hamburger Ärzteblatt*, 59(10), 446–450.
- Gerscovich, EO. (1997). A radiologist's guide to the imaging in the diagnosis and treatment of developmental dysplasia of the hip. I. General considerations, physical examination as applied to real-time sonography and radiography. *Skeletal Radiol*, 26(7), 386–397.
- Graf, R., & Schuler, P. (1995). *Sonographie am Stütz- und Bewegungsapparat bei Erwachsenen und Kindern* (2nd ed.). Weinheim: Chapman & Hall.
- Graf, R., Baumgartner, F., & Lercher, K. (2006). *Ultraschalldiagnostik der Säuglingshüfte. Ein Atlas*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Graf, R., & Heuberger, I. (1985). Zur Problematik der Hüftsonographie (standardisierte Anfnahmetechnik, Meßfehler, therapeutische Konsequenz). *Z. Orthop Unfall*, 123(2), 127–135.
- Graf, R. (1984). Classification of hip joint dysplasia by means of sonography. *Arch Orthop Trauma Surg*, 102(4), 248–255.
- Graf, R. (1997). Die sonographiegesteuerte Therapie. *Orthopäde*, 26, 33–42.
- Graf, R. (1984). Fundamentals of sonographic diagnosis of infant hip dysplasia. *Pediatr Orthop*, 4(6), 735–740.
- Graf, R. (2009). Hüftsonografie: Die Qualität erhalten. *CliniCum orthopädie*, 2. Verfügbar unter <https://medizin-medien.at> [10.08.2010]
- Graf, R. (2002). Hüftsonographie - Ein Update. *Orthopäde*, 31, 181–190.
- Graf, R. (1997). Hüftsonographie - Grundsätze und aktuelle Aspekte. *Orthopäde*, 26, 14–24.

- Graf, R.(1983). New Possibilities for the Diagnosis of Congenital Hip Joint Dislocation by Ultrasonography. *J Pediatr Orthop*, 3(3), 354–359.
- Graf, R. (2007). The use of ultrasonography in developmental dysplasia of the hip. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 41(Supplementum 1), 6–13.
- Graf, R. (1985). *Sonographie der Säuglingshüfte. Ein Kompendium*. Stuttgart: Enke Verlag.
- Grouven, U., Bender, R., Ziegler, A. & Lange, S. (2007). Vergleich von Messmethoden. *Dtsch med Wochenschr*, 132, 69–73.
- Hell, A. K., Becker, J.C., Rühmann, O., von Lewinski, G. & Lazovic, D. (2008). Inter- und intraindividuelle Messabweichungen in der Säuglingshüftsonografie nach Graf. *Z Orthop Unfall*, 146(5), 624–629.
- Hilgenreiner, H. (1925). Zur Frühdiagnose der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. *Med Klin*, 21, 1385–1388, 1425–1429.
- Ihme, N., Altenhofen, L., Kries, R. & Niethard, F.U. (2008). Sonographisches Hüftscreening in Deutschland. Ergebnisse und Vergleich mit anderen Screeningverfahren. *Orthopäde*, 37, 541–549.
- Imrie, M., Scott, V., Stearns, P., Bastrom, T., & Mubarak, J.S. (2010). Is ultrasound screening for DDH in babies born breech sufficient? *J Child Orthop*, 4(1), 3–8.
- Katthagen, B.D., Mittelmeier, H. & Becker, D. (1988). Häufigkeit und stationärer Behandlungsbeginn kindlicher Hüftgelenksluxationen in der BR Deutschland. *Z Orthop Unfall*, 126(5), 475–483.
- Keller, M. S., & Nijs, E. L. F. (2009). The role of radiographs and Ultrasound in developmental dysplasia of the hip: how good are they? *Pediatr Radiol*, 39(Suppl 2), 211–215.
- Klapsch, W., Tschauener, C. & Graf, R. (1991). Kostendämpfung durch die generelle sonographische Hüftvorsorgeuntersuchung. *Monatsschr Kinderheilkd*, 139(3), 141–143.

- Lange, A., Lange, J., Thyrian, R., Haas, J.P., Ekkernkamp, A., Merk, H., Hoffmann, W., Lode, H.N., (2014). Inzidenz und Therapiedauer pathologischer Hüftbefunde im Rahmen der U2- und U3-Untersuchung (SNIIP Studie). *Orthopäde*, 43, 129–135.
- Lauen, J., & Hofem, R. (2006). Die Sonografie im Kindesalter. *Orthopäde*, 35, 596–599.
- Mahan, S. T., Katz, J. N., & Young-Jo, K. (2009). To Screen or Not to Screen? A Decision Analysis of the Utility of Screening for Developmental Dysplasia of the Hip. *J Bone Joint Surg Am*, 91(7), 1705–1719.
- Marks, D. S., Clegg, J., & Al-Chalabi, A., (1994). Routine ultrasound screening for neonatal hip instability. Can I abolish late-presenting congenital dislocation of the hip?, *J Bone Joint Surg Br*, 76(4), 534–538.
- Merk, H., Wissel, H., Machner, A., & Pap, P. (1997). Korrelation von pathologisch klinischen Hüftbefunden zur sonographischen Untersuchung von Säuglingshöften. *Z. Orthop Unfall*, 135(2), 112–115.
- Meyer, R.P., Gächter, A., & Kappeler, U. (2005). Die kindliche Hüftdysplasie und ihre Behandlungsmöglichkeiten. In R.P. Meyer, A. Gächter, & U. Kappeler (Eds.), *Hüftchirurgie in der Praxis* (pp. 67-94). Heidelberg: Springer.
- Müller, W., Lercher, K., DeVaney, T.vT. J., Giner, F., & Graf, R. (2001). Untersuchungsfehler durch Schallkopfkippung bei der Hüftsonographie nach Graf. *Ultraschall in Med*, 22(1), 48–52.
- Murnaghan, M. L., Browne, R. H., Sucato, D. J., & Birch, J. (2011). Femoral Nerve Palsy in Pavlik Harness Treatment for Developmental Dysplasia of the Hip. *J Bone Joint Surg Am*, 93(5), 493–499.
- Neidel, J., & Tönnis, J. (1994). Perzentil-Graphiken für die Dokumentation des Pfannendachwinkels bei Kindern mit Hüftdysplasie. Ein Hilfsmittel für die Dokumentation des Pfannendachwinkels bei Kindern mit Hüftdysplasie. *Z Orthop Unfall*, 132(6), 512–515.

- Nelitz, M., & Reichel, M. (2008). Konservative Behandlung der Hüftreifungsstörung. *Orthopäde*, 37(6), 550–555.
- Niethard, F. U., & Roesler, H. (1987). Die Genauigkeit von Längen - und Winkelmessungen im Röntgenbild und Sonogramm des kindlichen Hüftgelenkes. *Z Orthop Unfall*, 125(2), 170–176.
- Niethard, F. U. (1997). *Kinderorthopädie*. Stuttgart: Thieme.
- Niethard, F. U., & Pfeil, J. (2005). *Duale Reihe – Orthopädie* (5th ed.). Stuttgart: Thieme.
- Ömeroğlu, H., Biçimoğlu, A., Koparal, S., & Seber, S. (2001). Assessment of variations in the measurement of hip ultrasonography by the Graf method in developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop B*, 10(2), 89–95.
- Parsch, K. (1997). Die Klinische Untersuchung bei Verdacht auf Hüftdysplasie oder Luxation. *Orthopäde*, 26(1), 7–13.
- Pavlik, A. (1957). Die funktionelle Behandlungsmethode mittels Riemenbügel als Prinzip der konservativen Therapie bei angeborener Hüftgelenksverrenkung der Säuglinge. *Orthopäde*, 89, 341–352.
- Perry, D. C., Tawfiq, S. M., Roche, A., Shariff R., Garg N. K., James, L. A., Sampath, J., & Bruce, C. E. (2010). The association between clubfoot and developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Br*, 92(11), 1586–1588.
- Peterlein, C. D., Penner, T., Schmitt, J., Fuchs-Winkelmann, S., Fölsch, C., (2014). Sonografisches Screening der Neugeborenenhüfte am Universitätsklinikum Marburg – eine Langzeitanalyse. *Z Orthop Unfall*, 152(3), 234–240.
- Peterlein, C.-D., Schüttler, K.-F., Timmesfeld, N., Lakemeier, S., Görg, C., Fuchs-Winkelmann, S., Schofer, M., (2012). Ausmessung auf Papier oder computergestützt am Ultraschallgerät – Welches Verfahren ist genauer in der Sonografie der Säuglingshüfte? *Z Orthop Unfall*, 150(2), 163–169.

- Schüle, B., Wissel, H., Neumann, W., Merk, H., (1999). Verlaufskontrollen von Hüftbefunden im sonographischen Neugeborenen screening. *Ultraschall in Med*, 20(4), 161–164.
- Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M., & Wesker, K. (2005). *Prometheus - Lernatlas der Anatomie*. Stuttgart: Thieme.
- Shipman, S.A, Helfand, M., Moyer, V.A., & Yawn, B.P. (2006). Screening for development dysplasia of the hip: a systematic literature review for the US Preventive Services task Force. *Pediatrics*, 117(3), 557–576.
- Simona, E. A., Saub, F., Buergec, M., Glaabd, R., Roose, M., & Kohlera,G. (2004). Inter-observer agreement of ultrasonographic measurement of alpha and beta angles and the final type classification based on the Graf method. *Swiss Med Wkly*, 134(45–46), 671–677.
- Specht, J., Schmitt, M., & Pfeil, J. (2008). *Technische Orthopädie – Orthesen und Schuhzurichtungen*. Heidelberg: Springer.
- Tönnis, D., & Storch, K. J. (1993). Diagnostik von Hüftdysplasie und Hüftluxation heute. *Orthop Prax*, 29(1), 2–6.
- Tönnis, D. (2004). Diagnostik und Behandlung der Hüftdysplasie - wo liegt das Optimum? *Orthop Prax*, 40(6), 309–316.
- Tönnis, D. (1997). Röntgenuntersuchung und Arthrographie des Hüftgelenks im Kleinkindesalter. *Orthopäde*, 26(1), 49–58.
- Tönnis, D. (1984). *Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation im Kindes- und Erwachsenenalter. Grundlagen, Diagnostik, konservative und operative Behandlung*. Heidelberg: Springer.
- Tschauner, C., & Matthiessen; H. D. (2012) Hüftsonografie nach Graf bei Säuglingen: Checklisten helfen, Fehler zu vermeiden. *OUP*, 1, 7–8.

Tschauner, C., Klapsch, W., Baumgartner, A., & Graf, R. (1994). "Reifungskurve" des sonographischen Alpha-Winkels nach GRAF unbehandelter Hüftgelenke im ersten Lebensjahr. *Z Orthop Unfall*, 132(6), 502–504.

Tschauner, C. (2001). Sonographiegesteuerte Behandlung von Hüftreifungsstörungen – Biomechanische Grundlagen und praktische Konsequenzen. *Med Orth.-Tech.*, 121, 40–46.

Tschauner, C. (1997). *Die Hüfte*. Stuttgart: Thieme.

Walton, M. J., Isaacson, Z., McMillan, D., Hawkes, R., Atherton, W. G. (2010). The success of management with the Pavlik harness for developmental dysplasia of the hip using a United Kingdom screening programme and ultrasound-guided supervision. *J Bone Joint Surg*, 92(7), 1013–1016.

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung I : Scanarten (Anordnung der Bildzeilen)	8
Abbildung II : Offene Repositionsrate - Literaturübersicht	11
Abbildung III : Y-Fuge schematisch	12
Abbildung : IV Hüftgelenk knöchern anatomisch	12
Abbildung V : Anatomie Hüfte im Frontalschnitt	13
Abbildung VI : Grundlinie	17
Abbildung VII : Pfannendachlinie	17
Abbildung VIII : Ausstelllinie	18
Abbildung IX : Sonometer nach Graf	19
Abbildung X : Beschreibung der Hüfttypen	19
Abbildung XI : Typ I	20
Abbildung XII : Typ II	20
Abbildung XIII : Hüfttyp D	21
Abbildung XIV : Hüfttyp IV	22
Abbildung XV : Beinlängendifferenz	23
Abbildung XVII : Faltenasymmetrie	23
Abbildung XVII : Abduktionsprüfung bei 90° Flexion	24
Abbildung XVIII : Ortolani-Barlow Test	25
Abbildung XIX : AC-Winkel und CE-Winkel n. Wiberg	26
Abbildung XX : Linien der unreifen knöchernen Hüfte	26
Abbildung XXI : Pavlik-Bandage	28

Abbildung XXII : Tübinger Schiene	30
Abbildung XXIII : Programmiertes Winkelprogramm.....	33
Abbildung XXIV : Beispiel für nicht korrekt handgezeichnete Linien	33
Abbildung XXV : Röntgenbild mit AC-Winkeln und Verkippung	34
Abbildung XXVI : SPSS Datensatz.....	35
Abbildung XXVII : SPSS Variablenbenennung	35
Abbildung XXVIII : Lagerungsschale	40
Abbildung XXIX : Standardisierter Untersuchungsbogen aus dem MRI	41
Abbildung XXX : Sonoanatomie der Säuglingshüfte	43
Abbildung XXXI : Beispiel für Punktdiagramm nach Bland & Altman	46

8 Diagrammverzeichnis

Diagramm 1 : Alter in Wochen bei Aufnahme auf Krankenhaus bezogen.....	37
Diagramm 2 : Geschlechterverteilung	48
Diagramm 3 : Geburtsparameter	49
Diagramm 4 : Familienanamnese	51
Diagramm 5 : Zusammenhang Instabilität – Abspreizbehinderung	52
Diagramm 6 : Zusammenhang Instabilität – Beinlängendifferenz.....	53
Diagramm 7 : sonstige klinischen Merkmale.....	54
Diagramm 8 : Therapiemethoden	55
Diagramm 9 : Einteilung der Hüfttypen nach Graf bei Aufnahme Hüfte links ...	56
Diagramm 10 : Therapiemethoden - Verhältnis zur Gesamtheit jedes Hüfttyp .	57
Diagramm 11 : Therapiemethoden im Verhältnis zum Hüfttyp – Gesamtergebnis....	58
Diagramm 12 : Sonogrammverwertung nach Kriterien der Standardebene	59
Diagramm 13 : Messungengenauigkeiten der Ärzte vs. Kontroll-Messung	60
Diagramm 14 : Zusammenhang Sonogrammverwertung/Messungengenauigkeit .	61
Diagramm 15 : Bland-Altman-Plot – Alpha Winkel rechts.....	62
Diagramm 16 : Bland-Altman-Plot – Beta	64
Diagramm 17 : Box-Plot für Korrelation Bildqualität / Messdifferenz Beta – Winkel	66
Diagramm 18 : Box-Plot für Korrelation Bildqualität / Messdifferenz Alpha – Winkel	67
Diagramm 19 : Therapieverlauf für α Winkel für Hüfttyp II - Aufnahme bis zur 4. Kontrolle.....	68
Diagramm 20 : Therapieverlauf für β Winkel für Hüfttyp II von der Aufnahme bis zur 4. Kontrolle	69
Diagramm 21 : Therapieverlauf für α Winkel für Hüfttyp IIc von der Aufnahme bis zur 4. Kontrolle	70
Diagramm 22 : Therapieverlauf für β Winkel für Hüfttyp IIc von der Aufnahme bis zur 4. Kontrolle	71

Diagramm 23 : Therapieverlauf - α Winkel für Hüfttyp D - IV von der Aufnahme bis zur 6. Kontrolle	72
Diagramm 24 : Therapieverlauf - β Winkel für Hüfttyp D - IV von der Aufnahme bis zur 6. Kontrolle	72
Diagramm 25 : Behandlungsdauer und Alter bei Therapiebeginn graphisch....	73
Diagramm 26 : AC – Winkel bei der Einjahresröntgenkontrolle – rechts – Normalverteilung.....	74
Diagramm 27 : α Winkel bei Therapie-Ende – rechts – Normalverteilung	75
Diagramm 28 : Streudiagramm α Winkel bei Therapie-Ende – AC Winkel bei 1 Jahreskontrolle – rechts.....	76
Diagramm 29 : Boxplot-Diagramm AC – Winkel bei der 1 Jahreskontrolle und Hüfttyp bei Aufnahme.....	77
Diagramm 30 : Mittelwerte des AC – Winkel bei Therapieende - α Winkel bei Behandlungsende.....	78

9 Danksagung

Ich bedanke mich bei meinen Eltern und meiner Freundin Stephanie Braumandl, die es durch ihren steten Beistand und Rückhalt ermöglicht haben, diese Arbeit abschließen zu können.
