

Aus der Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie

Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar

Direktor: Univ.- Prof. Dr. med. D. Kohn

Ultraschall Diagnostik der Säuglingshüfte mit und ohne Sonoguide®

- eine prospektive Studie -

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2017

vorgelegt von: Maximilian Münnich

geboren am: 07.02.1986 in München

gewidmet meiner Mutter Rita Münnich, geb. Härtl, meinem Vater Dr. Wilhelm Münnich, meinem Bruder Leopold Münnich, meiner Freundin Dr. Annelina Jung

INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG	1
1.1. Summary	1
2. EINLEITUNG.....	1
2.1. Ätiologie und Pathogenese	1
2.2. Bedeutung des Ultraschalls in der Diagnostik der Hüftdysplasie.....	1
2.3. Entwicklung des Hüftsonographiescreenings	2
2.4. Ultraschallmethoden.....	3
2.4.1. Methode nach Harke	3
2.4.2. Methode nach Terjesen	3
2.4.3. Methode nach Suzuki	4
2.4.4. Methode nach van Douveren	4
2.5. Klassifikation nach Graf	4
2.6. Therapie	9
2.6.1. Konservative Therapie.....	9
2.6.1.1. Reposition	9
2.6.1.2. Retention.....	10
2.6.2. Operative Therapie.....	11
2.7. Bildgebende Diagnostik	12
2.7.1. Ultraschall	12
2.7.2. Röntgen	12
3. FRAGESTELLUNG	15
4. PATIENTEN UND METHODEN.....	16
4.1. Studienpopulation.....	16
4.1.1. Einschlusskriterien.....	16
4.1.2. Ausschlusskriterien.....	16

4.2. Studienaufbau und Studiendurchführung	16
4.2.1. Evaluationsbogen	18
4.2.2. Untersuchungsmethoden	18
4.2.2.1. Ortolanitest	18
4.2.2.2. Barlowtest	19
4.2.3. Nachuntersuchung.....	19
4.3. Materialien	20
4.3.1. Sonofix® Lagerungsschiene und Sonoguide® Führungsschiene	20
4.3.2. Ultraschallgerät.....	21
4.3.2.1. Schallkopfspezifikationen.....	22
4.3.3. Weitere Hilfsmittel.....	22
4.4. Auswertung	23
4.4.1. Radiologische Auswertung	23
4.4.2. Statistische Auswertung	23
5. ERGEBNISSE	24
5.1 Patienten	24
5.2. Auswertung	24
5.2.1. Abbruch der Sonographie.....	24
5.2.2. Dauer der Untersuchung	24
5.2.3. Nachkorrekturen	26
5.2.4. Zahl der Freezingversuche	28
5.2.5. Subjektive Einschätzung des Untersuchungsablaufes	29
5.2.6. Verwertbarkeit der Ultraschallbilder	30
6. DISKUSSION	31
7. SCHLUSSFOLGERUNG	37
8. LITERATURVERZEICHNIS	38
9. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	43
10. ANHANG	44
10.1. Aufklärungsbogen	44

10.2. Evaluationsbogen	44
11. VERÖFFENTLICHUNG DER ARBEIT	46
12. DANKSAGUNG	47
13. LEBENSLAUF	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

1. Zusammenfassung

Hintergrund: Die Hüftgelenksdysplasie ist eine der häufigsten angeborenen Fehlbildungen (2-3% aller Neugeborenen) [23]. Um eine mögliche Dysplasie frühzeitig zu diagnostizieren ist die Ultraschalluntersuchung der Säuglingshüfte fester Bestandteil der Kindervorsorgeuntersuchung (U3). Es wird propagiert, dass die Verwendung der Ultraschallkopf-Führungsschiene Sonoguide® zwingend sei [1,18, 25]. Ziel dieser klinisch-prospektiven Studie war zu prüfen, ob die Untersuchung mit Sonoguide® tatsächlich Vorteile gegenüber der Untersuchung ohne bietet.

Patienten und Methoden: In dieser klinisch-prospektiven Studie wurden 107 Neugeborene mittels Ultraschall mit der Methode nach Graf untersucht. Alle Kinder wurden sowohl von einem erfahrenen Oberarzt als auch von einem Assistenzarzt mit wenig Erfahrung untersucht. Insgesamt waren 2 Ober- und 3 Assistenzärzte an der Studie beteiligt. Alle Untersucher wurden von Prof. Graf selbst ausgebildet. Die Reihenfolge der Untersucher wurde randomisiert. Jede Hüfte wurde sowohl mit als auch ohne Sonoguide® untersucht, sowie von einem erfahrenen als auch einem unerfahrenen Untersucher, die Bilder wurden ausgedruckt und verblindet abgeheftet. Die Bilder wurden später verblindet von beiden erfahrenen Untersuchern ausgewertet. Beim Untersuchungsvorgang wurden zusätzlich Zeit der Untersuchung, Anzahl der Nachkorrekturen und Zahl der Freezingversuche festgehalten. Außerdem wurde untersucht, ob die Bilder sowohl mit als auch ohne Sonoguide®, allen Qualitätskriterien entsprachen. Ein Fragebogen bezüglich der subjektiven Zufriedenheit des Untersuchers mit dem System wurde ausgewertet (Visuelle Analog Scala).

Ergebnisse: Es konnten die Daten von 107 Neugeborenen / 214 Hüften erfasst werden, wobei eine Untersuchung (zwei Hüften) aufgrund der fehlenden Untersuchbarkeit abgebrochen wurden. Dabei ergab sich für die erfahrenen Untersucher ohne Sonoguide® durchschnittlich ein Zeitvorteil von 7,7 s pro Untersuchung gegenüber der Untersuchung mit Sonoguide®. Für die unerfahrenen Untersucher ergab sich mit Sonoguide® ein Zeitvorteil von 7,3 s pro Untersuchung

gegenüber der Untersuchung ohne Sonoguide®. Mit Sonoguide® benötigten die erfahrenen Untersucher insgesamt 18 Nachkorrekturen der Kindslage in der Schale und die Unerfahrenen 14. Ohne Sonoguide® mussten die Erfahrenen nicht, die Unerfahrenen 7-mal nachkorrigieren. Die erfahrenen Untersucher benötigten durchschnittlich 4,5 Freezingersuche mit und 4,4 Versuche ohne Sonoguide®, um ein auswertbares Bild zu generieren. Die unerfahrenen Untersucher benötigten mit Sonoguide® 4,6 Versuche, ohne Sonoguide® 4,5 Versuche. Die subjektive Zufriedenheit bei der Untersuchung lag mit Sonoguide® bei 5,3 und ohne bei 7,9 Punkten (von 10).

Schlussfolgerung: Bei der Untersuchung ergeben sich für die ungeübten Untersucher geringe, nicht signifikante Zeitvorteile bei Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene gegenüber der Freihanduntersuchung. Die erfahrenen Untersucher wurden durch die Sonoguide® Führungsschiene eher behindert (langsamer, mehr Korrekturen der Kindslage). Eine Empfehlung zur Nutzung der Sonoguide® Führungsschiene lässt sich aus diesen Daten nicht ableiten.

1.1. Summary

Background: The developmental dysplasia of the hip (DDH) is among the most frequent congenital deformations of the skeleton (2-3%). For early diagnosis ultrasound examination has become an integral part of the pediatric check-up (U3). It is advocated that the use of the Sonoguide® guiding splint for the ultrasound probe is mandatory [1,18, 25]. Object of this clinical(-)prospective study was to determine whether the Sonoguide®-assisted examination offers advantages over the examination without guiding splint.

Patients and methods: A total of 107 newborns participated in this study. Each baby was examined twice with ultrasound, once by an experienced senior physician and once by an assistant physician with little experience in ultrasound examination of the hip. Altogether two senior and three assistant physicians participated in this study. All physicians were trained by Graf himself. The primal examiner was randomly selected. Every hip was examined twice (with and without Sonoguide®, by a senior and an assistant physician). The resulting images were printed out and filed blindly. Later they were evaluated by the two experienced examiners. The total examination time, the number of required corrections and the number of „freezing“ attempts were captured as well. Additionally, it was analyzed whether the images with and without Sonoguide® met the accepted quality criteria. Also, a questionnaire regarding the subjective satisfaction of the examiner with the respective system was also evaluated (Visual Analogue Scale).

Results: Data of 107 newborns / 214 hips was gathered, although one examination (two hips) had to be cancelled due to lack of testability. The experienced examiners realized a time advantage of 7.7 s per examination without in comparison to an examination with Sonoguide®. The inexperienced examiners, however, realized a time advantage of 7.3 s per examination when working with Sonoguide®. The number of required corrections was 14 among the experienced and 18 among the inexperienced examiners with Sonoguide®. Without Sonoguide®, the experienced examiners required zero and the inexperienced a total of seven corrections. The

experienced examiners needed an average of 4.5 „freezing“ attempts with and an average of 4.4 without Sonoguide® to generate an evaluable image. The inexperienced examiners had to take an average of 4.6 „freezing“ attempts with and an average of 4.5 without Sonoguide®. The subjective satisfaction with the examination method amounted to 5.3 when Sonoguide®-assisted and 7.9 points (both out of 10) without guiding splint.

Conclusion: The use of the Sonoguide® guiding splint during the ultrasound examination enables for a non significant time advantage for inexperienced examiners. The experienced examiners, however, are more likely being hampered by the Sonoguide® (slower, larger number of required corrections). A clear recommendation for use of the Sonoguide® guiding splint can therefore not be deduced based on our data.

2. Einleitung

2.1. Ätiologie und Pathogenese

Die kongenitale Hüftgelenksdysplasie ist eine Erkrankung mit multifaktorieller Genese. Endogene und exogene Faktoren spielen dabei eine wichtige Rolle [3]. Eine erbliche Komponente hat bei den endogenen Ursachen einen erheblichen Anteil, wobei bis zu 20% der Neugeborenen mit einer Hüftreifungsstörung geboren werden [48]. Ein weiterer wichtiger endogener Faktor ist der Einfluss der Hormone auf die Hüftgelenksdysplasie [5]. Vor allem weibliche Hormone, wie Östrogen, Relaxin und Progesteron führen zu einer Dehnbarkeit der fetalen Bandstrukturen und dadurch zu einer Lockerung der Hüftgelenkskapsel. Dadurch kann sich das gehäufte Auftreten der Hüftdysplasie beim weiblichen Geschlecht erklären [2,55]. Des Weiteren tritt die Hüftdysplasie gehäuft in Kombination mit anderen skelettalen Fehlbildungen auf, wie beispielsweise dem Klumpfuß oder dem Torticollis [28,37]. Zu den exogenen Ursachen zählen unter anderem die Bedingungen des Fötus im Mutterleib, vor allem die Beckenendlage spielt dabei eine entscheidende Rolle. Erstgebärende, bei denen sich das mütterliche Bindegewebe noch deutlich straffer darstellt, haben ein erhöhtes Risiko für die Ausbildung einer Hüftdysplasie [14]. Neben angeborenen primären Dysplasieformen gibt es sekundäre Dysplasieformen als Folge einer Grunderkrankung. Diese entstehen gehäuft durch neuromuskuläre Erkrankungen, wie beispielsweise Zerebralparesen, Arthrogryposis multiplex congenita, Meningomyelozelen und die bakterielle Säuglingscoxitis [3].

2.2. Bedeutung des Ultraschalls in der Diagnostik der Hüftdysplasie

In den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts gelang es erstmals den Ultraschall für medizinische Zwecke zu nutzen. Jedoch erst in den achtziger Jahren gelang es Reinhard Graf durch die Verwendung des Ultraschalls in der Hüftdysplasiediagnostik neue Maßstäbe zu setzen. Er klassifizierte die Hüftreifungsstörungen und durch die Einteilung der Reifungsverzögerung anhand messbarer Winkel, lassen sich diese in „Typen“ einteilen, woraus sich die Therapie erschließt [19]. Die Diagnostik der Hüftsonographie befindet sich seither in einer

stetigen Weiterentwicklung, durch festgelegte Standards in der Ultraschalldiagnostik und die sich immer größer werdende Erfahrung des Untersuchers, an diagnostischer Sicherheit und Therapie stetig verbesserte. Eine genaue, reproduzierbare und unschädliche Möglichkeit der Diagnostik, ist durch die Sonographie gegeben, welche direkt nach der Geburt durchgeführt werden kann. Die überwiegend knorpeligen Anteile der Hüfte sind in den ersten drei Lebensmonaten gut darstellbar. Im Vergleich dazu, kann das Hüftgelenk mittels Röntgendiagnostik erst bei beginnender Verknöcherung des Femurkopfes dargestellt werden [27].

2.3. Entwicklung des Hüftsonographiescreenings

Durch die hohe Anzahl an zu spät diagnostizierten schweren Hüftdysplasien und –luxationen und zum Teil schweren Verläufen, gab es in den sechziger und siebziger Jahren erste Bestrebungen ein klinisches Screening einzuführen. Die Diagnostik luxierter Hüften gelang dadurch, eine Reduktion der spät diagnostizierten Hüftluxationen gelang jedoch aber nicht [21]. Durch die Einführung der Ultraschalluntersuchung der Hüfte nach Graf wurde eine Methode etabliert, welche eine wiederholte Darstellung und Dokumentation unmittelbar postnatal, erlaubte [21]. Durch ein flächendeckendes neonatales Screening, wurde versucht, die zu spät entdeckten und zu therapierenden Dysplasien und Luxationen zu minimieren. Eine Reihe von klinischen Studien konnten die nachfolgenden Effekte bestätigen. Je früher eine Hüftdysplasie erkannt wird, desto frühzeitiger und schneller kann diese Hüfte zur Ausheilung gebracht werden [50]. Je eher eine Therapie zur Rezentrierung bei der Hüftdysplasie angewendet wird, desto früher kommt es zur Ausheilung und desto geringer ist die Behandlungsdauer [56]. Durch die Früherkennung kam es auch zur Anwendung deutlich weniger invasiver Therapieformen, d.h. die Verwendung von Retentionsgipsen ging zurück und konnte durch einfacherer Beugeschienen ersetzt werden. Das Risiko für sekundär bedingte Komplikationen, wie die Hüftkopfnekrose, konnte minimiert werden [52]. Hüftluxationen, die verspätet diagnostiziert wurden, waren rückläufig [24]. 1996 wurde schließlich, 4 Jahre nach Österreich, ein flächendeckendes Screening in

Deutschland eingeführt [33]. In der Universitätsklinik des Saarlandes wird zusätzlich zu dem gesetzlich festgelegten späteren Zeitpunkt im Rahmen der U3 Vorsorgeuntersuchung (Sozialgesetzbuch, Fünftes Buch U3), jedes Neugeborene innerhalb der ersten drei Lebensstage untersucht.

2.4. Ultraschallmethoden

Neben der am meisten verwendeten Ultraschallmethode nach Graf, gibt es noch weitere Methoden die an dieser Stelle kurz erwähnt werden sollen.

2.4.1. Methode nach Harke

Eine dynamische Untersuchung, welche als „realtime“ Sonographie bezeichnet wird, zeichnet diese Methode aus. Unter Bewegung und klinischen Stress-Manövern wird die Ultraschalluntersuchung durchgeführt. Das zu untersuchende Neugeborene liegt auf dem Rücken während der Untersucher den Zugang medial oder seitlich im a.p. Schnitt benutzt. Der sogenannte transversale Neutralschnitt wird von Harke in der Neutralstellung verwendet. In Bewegung und unter klinischen Untersuchungsmanövern wird der Koronarschnitt verwendet. Eine mögliche Dislokation durch die Entfernung bzw. dem Echosprung zwischen Hüftkopf und Fossa acetabuli kann im Transversalschnitt diagnostiziert werden. Bei 90 Grad Flexion im Hüftgelenk kann im Koronarflexionsschnitt, die Stabilität wie beim Barlowtest beurteilt werden. Auf eine Standardebene und zu bestimmende Winkel verzichtet Harke bei seiner Untersuchungsmethode. Mit Hilfe des „femoral head coverage index“, der bei Gesunden größer als 50% sein sollte, werden die Gelenkverhältnisse beurteilt. Er liegt dem Verhältnis zweier gemessener Strecken zugrunde. Einerseits wird die Strecke durch die Fossa acetabuli gemessen, andererseits die Distanz bis zum lateralen Anteil des Femurkopfes. Das Verhältnis daraus ergibt die prozentuale Überdachung des Femurkopfes [26].

2.4.2. Methode nach Terjesen

Eine weitere Methode stellt die Untersuchung nach Terjesen dar. Diese gleicht der Untersuchung nach Harke, wobei dessen Messstrecke nicht bis zum lateralen Femurkopf, sondern bis zur lateralen Kapsel reicht. Als „ bony rim percentage“

bezeichnet Terjesen die Überdachung des Femurkopfes. Ein Kritikpunkt ist nach Graf die fehlende Standardebene, sodass den knöchernen Überdachungsverhältnissen im ventralen, mittleren und dorsalen Anteil nicht Rechnung getragen wird. Eine Unterscheidung ist deshalb nur zwischen luxierten und gesunden Hüften möglich, eine weitere Differenzierung sei nicht möglich [46].

2.4.3. Methode nach Suzuki

Der sogenannte vordere Zugang (ventrodorsale Einstrahlrichtung) wird bei der Methode nach Suzuki verwendet. Das zu untersuchende Kind liegt mit gestreckten Hüften auf dem Rücken, wobei zunächst horizontal über dem Schambein der Schallkopf angelegt wird. Die Standardebene wird durch Bewegung des Schallkopfes nach proximal erreicht, bis beide Hüftköpfe sichtbar werden. Zwei Linien werden für die Auswertung benötigt. Auf den Vorderflächen beider Schambeine verläuft die Linie P, im rechten Winkel dazu stellt die Linie E die seitliche Begrenzung der Schambeine dar. Befindet sich der Hüftkopf dorsal der Linie P und berührt von medial die Linie E, liegt ein Normalbefund vor. Schneidet der Hüftkopf die Linie P, so liegt eine Luxation vor. Sollte der Hüftkopf die Linie E nicht mehr berühren, spricht das durch die minimale Lateralisierung des Hüftkopfes für eine Subluxation [45].

2.4.4. Methode nach van Douveren

Bei der Technik nach van Douveren erfolgt ein transinguinaler Ultraschall von ventral zur Kontrolle der Hüftkopfbzentrung nach Anlage eines Fettweissgipses. Der Ramus superior des os pubis, die Hüftpfanne, der Hüftkopf und der Schenkelhals kommen in einer Ebene zum Liegen. Eine am os pubis angelegte Linie schneidet bei einer Zentrierung den ventralen Anteil der Metaphyse des Femurs. Somit liegen bei einer Zentrierung des Hüftkopfes os pubis und Schenkelhals in einer Linie [7,13, 15].

2.5. Klassifikation nach Graf

Die Klassifikation orientiert sich an den sonographisch erhobenen Befunden. Dabei

spielen die knorpelige und knöcherne Überdachung des Hüftkopfes eine entscheidende Rolle. Das Ultraschallbild muss standardmäßig, wie von Graf empfohlen, im lateralen Strahlengang erzeugt werden, um es anschließend auswerten zu können [23].

Typ	Beschreibung	α -Winkel	β -Winkel	Maßnahmen und Therapie
Typ I – Normal entwickelte und ausgereifte Hüfte				
la	Jedes Lebensalter Normal entwickelte Hüfte Knöcherner Erker eckig	$\geq 60^\circ$ Knöcherner Formgebung gut	$< 55^\circ$ Knorpeliges Pfannendach übergreifend	Keine Therapie
lb	Jedes Lebensalter Normal entwickelte Hüfte Knöcherner Erker stumpf	$\geq 60^\circ$ Knöcherner Formgebung gut	$< 55^\circ$ Knorpeliges Pfannendach übergreifend	Keine Therapie
Typ II – Reifungsverzögerung der Hüfte (Dysplasie)				
IIa (+)	Bis 3. Lebensmonat Physiologische Verzögerung der Hüftentwicklung Knöcherner Erker rund	$50-59^\circ$ Knöcherner Formgebung mangelhaft	$> 55^\circ$ Knorpeliges Pfannendach übergreifend	Keine Therapie, aber Kontrolle notwendig
IIa (-)	Bis 3. Lebensmonat Physiologische Verzögerung der Hüftentwicklung mit Reifungsdefizit der Knochen Knöcherner Erker rund	$50-59^\circ$ Knöcherner Formgebung mangelhaft	$> 55^\circ$ Knorpeliges Pfannendach übergreifend	Kontrolle in kurzem zeitlichem Abstand Spreizbehandlung
IIb	Nach 3. Lebensmonat Echte Reifungsverzögerung (verzögerte Knochenreifung) Knöcherner Erker rund	$50-59^\circ$ Knöcherner Formgebung mangelhaft	$55-70^\circ$ Knorpeliges Pfannendach übergreifend	Spreizbehandlung erforderlich
IIc	Gefährdete oder kritische Hüfte Hüfte ist luxierbar Knöcherner Erker rund bis flach	$43-49^\circ$ Knöcherner Formgebung hochgradig mangelhaft	$< 77^\circ$ Knorpeliges Pfannendach noch übergreifend	Sofortige Spreizbehandlung Ohne Behandlung verschlechtert sich die Dysplasie
D (IIId)	Hüfte beginnt zu dezentrieren Knöcherner Erker rund bis flach	$43-49^\circ$ Knöcherner Formgebung hochgradig mangelhaft	$> 77^\circ$ Knorpeliges Pfannendach verdrängt	Sofortige Spreizbehandlung Sichere Immobilisation (beispielsweise Spreizgips) erforderlich
Typ III – Dezentrierte Hüftgelenke (Dysplasie mit Fehlstellung)				
IIIa	Dezentriertes Gelenk Knöcherner Erker flach	$< 43^\circ$ Knöcherner Formgebung schlecht	$> 77^\circ$ Knorpeliges Pfannendach verdrängt ohne Strukturstörung	Sofortige Behandlung zwingend Eventuell stationäre Aufnahme in ein Krankenhaus Korrektur der Hüftposition Immobilisation mit Gips
IIIb	Dezentriertes Gelenk Knöcherner Erker flach	$< 43^\circ$ Knöcherner Formgebung schlecht	$> 77^\circ$ Knorpeliges Pfannendach verdrängt mit Strukturstörung	Sofortige Behandlung zwingend Stationäre Aufnahme in ein Krankenhaus Korrektur der Hüftposition Immobilisation mit Gips
Typ IV – Vollständige Hüftluxation (schwere Dysplasie mit starker Fehlstellung)				
IV	Vollständige Luxation	$< 43^\circ$ Knöcherner Formgebung schlecht	$> 77^\circ$ Knorpeliges Pfannendach nach mediokaudal verdrängt	Sofortige Behandlung zwingend Stationäre Aufnahme in ein Krankenhaus Korrektur der Hüftposition Immobilisation mit Gips

Abb. 1: Einteilung der Hüfttypen nach Graf [41]

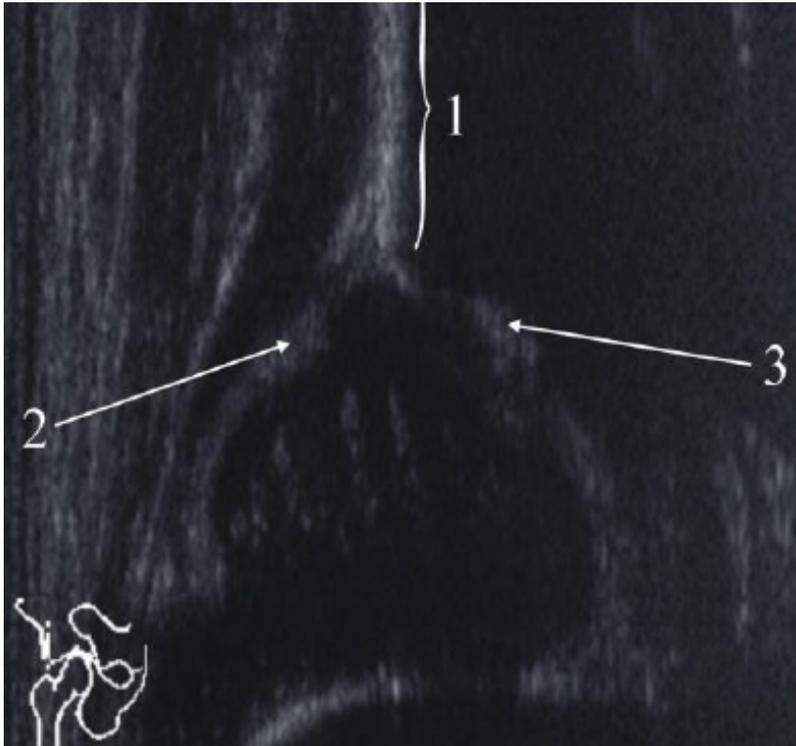


Abb. 2: Ultraschallbild einer Säuglingshüfte in der Standardebene [39]

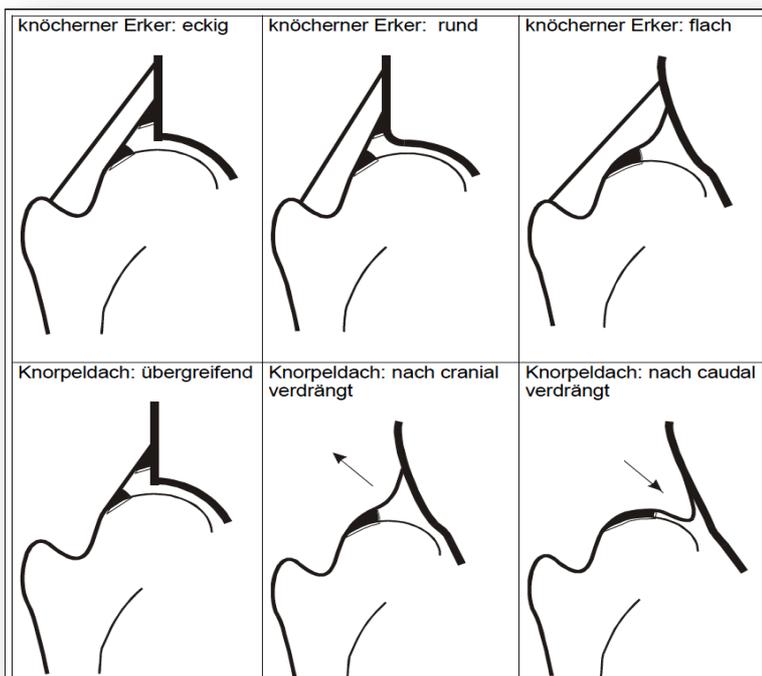
Die Pfannendachlinie definiert sich aus der unteren Begrenzung des knöchernen Erkers und dem unteren Rand des os iliums. Als Ausstellungslinie definiert sich die untere Begrenzung des knöchernen Erkers und die Mitte des labrum acetabulare [22]. Der α Winkel beschreibt die knöchernen Formgebung des Hüftgelenks und wird aus Grundlinie und Pfannendachlinie gebildet. Der Winkel β hingegen beschreibt die knorpelige Formgebung des Pfannendachs und liegt zwischen Grundlinie und Ausstellungslinie. Durch diese Winkel lässt sich die Hüftdysplasie nach Graf in vier Typen einteilen [22].



Abb. 3: Drei Linien und zwei Winkel erlauben die Klassifizierung der Hüfte. Als Grundlinie wird die Begrenzung des knöchernen Erkers und dem Übergang von Perichondrium zu Periost definiert [22] .

Erreicht der α Winkel mindestens 60 Grad, spricht man von einem Hüfttyp I, einer normal entwickelten und ausgereiften Hüfte jeden Lebensalters. Dabei lässt sich dieser Hüfttyp durch Betrachtung des α Winkels in Typ Ia einteilen, wenn dieser kleiner als 55 Grad misst und der knöchernen Erker sich eckig darstellt, wohingegen ein β Winkel größer 55 Grad für einen Hüfttyp Ib spricht und der knöchernen Erker sich stumpf darstellt. Ein Hüfttyp IIa, als Reifungsverzögerung der Hüfte bis zu einem Alter von 12 Wochen beschrieben, liegt bei einem α Winkel von 50-59 Grad vor. Es erfolgt eine Unterscheidung zwischen einem Hüfttyp IIa(-) und IIa(+), Typ IIa(-) weist ein knöchernes Reifungsdefizit auf, Typ IIa(+) hingegen nicht. In der Therapieentscheidung wird hier zwischen engmaschiger sonographischer und

klinischer Kontrolle (IIa(+)) und Beginn einer Spreizbehandlung (IIa(-)) unterschieden. Ab dem dritten Lebensmonat wird die Hüfte mit einem α Winkel von 50 bis 69 Grad und einem β Winkel von 55 bis 70 Grad als Hüfttyp IIb klassifiziert. Ab einem α Winkel von 43-49 Grad und einem β Winkel unter 77 Grad, erfolgt die Einteilung als Hüfttyp IIc. Es ist eine sofortige Spreizbehandlung notwendig, bei ausbleibender Behandlung kann es zu einer Verschlechterung der Dysplasie kommen. Von einem Hüfttyp D oder IId spricht man bei einem α Winkel zwischen 43 bis 49 Grad, einem β Winkel über 77 Grad und einer beginnenden Dezentrierung der Hüfte. Der Hüfttyp III liegt bei einem α Winkel kleiner 43 Grad und eines β Winkels größer 77 Grad vor. Die Unterteilung in die Hüfttypen IIIa und IIIb unterscheiden sich durch eine strukturelle Knorpelschädigung. Eine Typ IV Hüfte



beschreibt ein vollständig luxiertes Hüftgelenk [43].

Abb. 4: Formgebung des Erkers und des Knorpeldaches nach Graf, Typ Ia, Ib, IIc,

III, IV (von links oben nach rechts unten) [43]

2.6. Therapie

2.6.1. Konservative Therapie

Je früher eine Hüftdysplasie erkannt wird, desto größer ist die Chance auf eine nahezu komplette Ausheilung [54]. Die Anzahl der zu spät erkannten Hüftdysplasien ging durch die Einführung der Hüftsonographie deutlich zurück. Die Zahl der aufwendigen Korrekturoperationen der Deformität ging dadurch ebenfalls stetig zurück [56]. Primäres Ziel ist ein stabiles zentriertes Hüftgelenk mit einer Normalisierung der Schenkelhals- und Pfannendachwinkels. Der durch Hüftdysplasie verursachten Arthrose des Hüftgelenks soll frühestmöglich entgegengewirkt werden. Besteht eine reine Hüftdysplasie ohne Luxation oder Subluxation des Hüftkopfes, kann durch eine konservative Therapie eine Nachreifung des Hüftgelenkes erreicht werden. Bei Vorliegen einer Dislokation (Luxation, Subluxation, Hüfttyp nach Graf D/III/IV), muss primär eine Reposition des Hüftkopfes in die Hüftpfanne erfolgen.

2.6.1.1. Reposition

Ziel der Reposition ist die optimale Einstellung des Hüftkopfes in der Hüftpfanne bei dezentrierter und luxierter Hüfte (Hüfttyp III und IV nach Graf). Es wird zwischen einer geschlossenen und offenen Reposition unterschieden. Bei der Overhead-Extension, welche die meist angewandte geschlossene Reposition darstellt, erfolgt eine Vordehnung der Weichteile. Hierdurch besteht die Möglichkeit einer schonenden Reposition und geringeren Gefahr einer Schädigung des Hüftkopfes. Eine Reposition unter starkem Kraftaufwand ist bei der Gefahr einer iatrogenen Hüftkopfnekrose zu vermeiden. Das Risiko für iatrogen verursachte Hüftkopfnekrosen liegt bei ungefähr 2-5% [48]. Ist trotz dieser muskulären Vordehnung eine Reposition erfolglos, besteht die Möglichkeit zur offenen Reposition gegebenenfalls mit zusätzlicher Verkürzung des coxalen Femures. Nach offener Reposition sollte zur Vermeidung von Rezidivluxationen eine Hüftgelenkscapselstraffung vorgenommen werden. Im Anschluss an die Reposition

erfolgt die Retentionsphase.

2.6.1.2. Retention

Das Ziel der Retention ist den Hüftkopf zentriert in der Hüftpfanne zu stabilisieren. Dabei ist die Einstellung der Abduktion und Flexion in der sicheren Zone nach Ramsey essentiell (Abduktion 50-60 Grad und Flexion 110-120 Grad) [40]. Durch die Abduktion und Flexion des Hüftgelenks, kommt es zu einer Druckentlastung des Pfannenerkers. Dies ermöglicht die Nachreifung der Hüftpfanne. Verschiedene Methoden wie das „Breit- Wickeln“, Tübinger- Schiene, Pavlik- Bandage, Spreizhosen und Gipse stehen zur Verfügung. Welche dieser genannten Methoden verwendet wird, hängt von dem ermittelten Hüfttyp nach Graf ab, welcher den Grad der Hüftreifungsstörung beschreibt, sowie dem Alter des Kindes zum Zeitpunkt der Diagnose. Zur Lockerung der Adduktorenmuskelgruppe, um eine genügend weite Abduktion zu erreichen, empfiehlt sich die Physiotherapie auf neurophysiologischer Basis nach Vojta [36]. Bei ausbleibender Therapie kann es zu einem Fortschreiten der Dysplasie bis hin zur Luxation der Hüfte führen. Neben der regelmäßigen klinischen und sonographischen Verlaufskontrolle und ggfs. orthopädischen Anpassung der Retentionsmaßnahme, spielt auch das dauerhafte Tragen und die Compliance der Eltern eine richtungsweisende therapeutische Rolle [42]. Je früher mit der Behandlung nach der Geburt begonnen wird, desto kürzer besteht eine Behandlungsbedürftigkeit. Die Dauer der Behandlung richtet sich auch hier nach dem Grad der Dysplasie und dem Alter bei Diagnosestellung, ist jedoch meistens nicht länger als 12 Wochen [30].

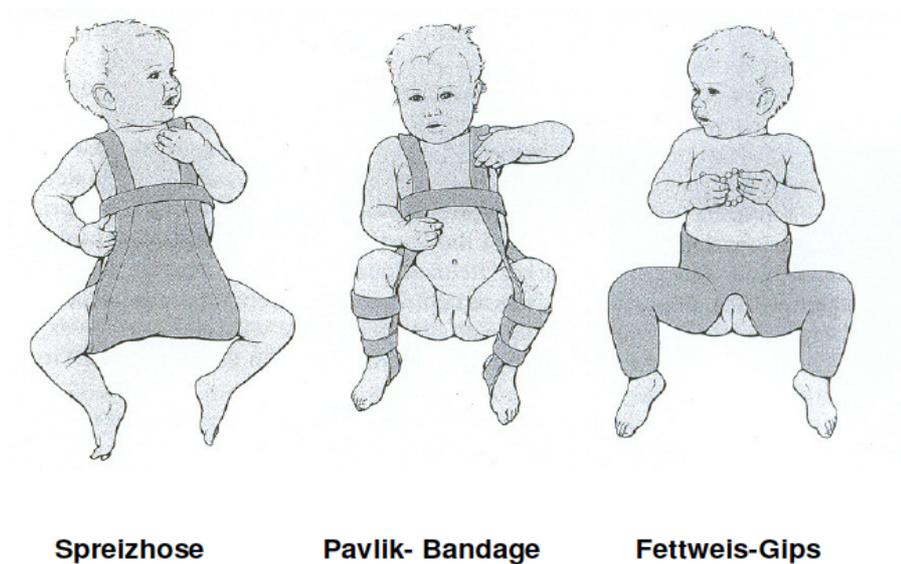


Abb. 5: Retentionsmöglichkeiten[39]

2.6.2. Operative Therapie

Durch die Etablierung einer sonographischen Früherkennung der Hüftdysplasie werden Luxationen und schwerere Dysplasien früh erkannt und therapiert [56]. Deshalb stellt eine operative Einstellung der Hüfte keine Routineoperation dar und sollte spezialisierten Zentren vorbehalten sein [11]. Bei Versagen der konservativen Therapiemaßnahmen oder zu spät diagnostizierter Hüftdysplasie erfolgt eine operative Rekonstruktion des Hüftgelenks [53]. In Abhängigkeit des Patientenalters und des Grades der Dysplasie stehen verschiedene Operationsverfahren zur Wahl.

Neben rotierenden/varisierenrenden und Azetabulumkorrekturen stehen mehrere komplexe Beckenosteotomieverfahren zur Wahl.

2.7. Bildgebende Diagnostik

2.7.1. Ultraschall

Durch die Einführung der Säuglingshüftsonographie 1978 durch R. Graf, etablierte sich eine kostengünstige, nicht invasive und wenig belastende Methode in der Diagnostik der Hüftdysplasie. Ein generelles Neugeborenen Screening wurde in Deutschland 1996 eingeführt, wodurch die Neugeborenen im Rahmen der U3-Untersuchung im Alter von vier bis sechs Wochen auf Hüftdysplasie untersucht werden [9]. Je früher das Screening auf Hüftdysplasie stattfindet, desto mehr profitiert das Kind von der möglichen Therapie [20]. Ein Aufdecken von 52% mehr pathologischen Neugeborenenhöften war nach der Einführung der Ultraschalluntersuchung in der Praxis 1980 der Fall [47]. Durch die zunehmende Verknöcherung des Hüftgelenks, ist der Sonographie ein Alterslimit gesetzt. Zwischen sechs Monaten und einem Jahr gilt als zeitliche Grenze. Des Weiteren sollte jedes konservativ behandelte Kind nach Vollendung des ersten Lebensjahres einer Röntgenkontrolle zugeführt werden. Die Darstellung der Neugeborenenhüfte mittels Ultraschall ist das Standardverfahren für die Diagnostik der Hüftdysplasie. Durch eine adäquate Behandlung im ersten Lebensmonat kann mit hoher Wahrscheinlichkeit mit einer Ausheilung gerechnet werden [51]. Die Folgen einer unbehandelten Hüftdysplasie reichen von vorzeitiger Arthrose bis zu Luxationen des Hüftgelenks [16]. Bei dezentrierten Hüften beginnt sich in den ersten Lebenswochen durch eine Anspannung der Adduktoren eine Kontraktur zu entwickeln. Beim Erlernen des Laufens fällt ein watschelndes Gangbild auf, welches durch eine Insuffizienz der Glutealmuskulatur bedingt ist, begleitet von einer kompensatorischen Hyperlordose. Eine unbehandelte Hüftdysplasie kann langfristig zu einer Koxarthrose mit kranialer Sekundärpfannen und einer Coxa valga antetorta führen [30].

2.7.2. Röntgen

In der Frühdiagnostik der Hüftdysplasie hat das Röntgen im Vergleich zur Hüftsonographie einen sehr geringen Stellenwert, jedoch im Alter von ungefähr

einem Jahr sollte zum Ausschluss einer Hüftkopfnekrose, ein Kontrollröntgen des Hüftgelenks durchgeführt werden [48]. Dabei ist darauf zu achten, die Beckenübersichtsaufnahme in 10-15 Grad Beugung durchzuführen, um die noch physiologische Beugekontraktur der Hüfte auszugleichen. Bei der Planung einer möglichen Operation spielt die Röntgenaufnahme des Hüftgelenks eine entscheidende Rolle. Dabei lassen sich Hilfslinien in die Beckenübersichtsaufnahme einzeichnen, die bei der Diagnostik einer Luxation von Bedeutung sind. Dazu zählen die Hilgenreinerlinie, die Linie nach Shenton-Menard sowie die Linie nach Ombrèdanne und der AC- Winkel (Pfannendachwinkel) (siehe Abb. 6).

Desweiteren spielt der Migrationsindex nach Reimers (siehe Abb. 7) in der Klassifikation des Grades der Dezentrierung eine entscheidende Rolle. Er spiegelt den Anteil des verknöcherten Femurkopfes wieder, welcher vom der verknöcherten Hüftpfanne überdacht wird. Der prozentuale Anteil des Femurkopfes, der lateral der Perkin-Linie zur Darstellung kommt, ist von Bedeutung. Eine Beckenkipfung, sowie eine Femurdrehung haben wenig Einfluß auf den Migrationsindex, wodurch ein aussagekräftiger Wert entsteht [17].

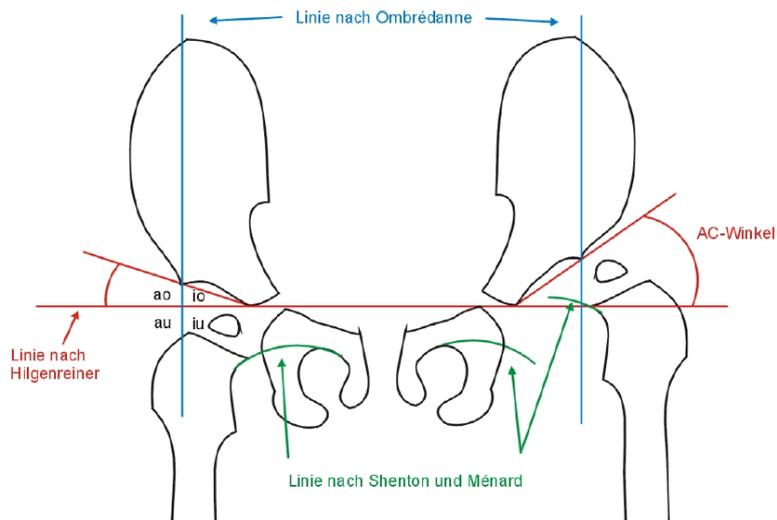
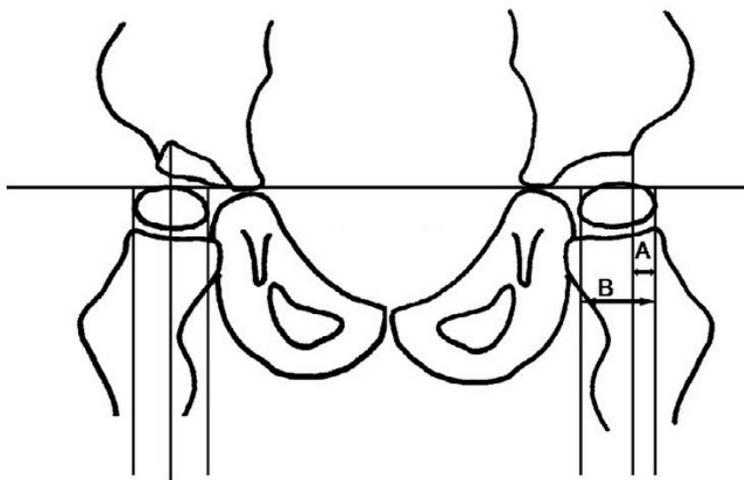


Abb.6: Röntgen Beckenübersicht a.p., Hilfslinien n. Hilgenreiner, Shenton Menard, Ombrédanne/Perkins [8]



Migrationsindex nach Reimers: $MI = A/B \times 100$

Abb. 7: Migrationsindex nach Reimers [49]

3. Fragestellung

Die Ultraschalluntersuchung der Säuglingshüfte nach Graf ist in Deutschland fester Bestandteil der Kindervorsorgeuntersuchung (U3). Sie findet unter standardisierten Bedingungen statt. Seit einiger Zeit wird die Verwendung der Ultraschallkopf-Führungshilfe Sonoguide® als zwingend propagiert, ohne dass dazu wissenschaftliche Daten publiziert wurden. Ziel der prospektiven Studie war zu prüfen, ob die Untersuchung mit Sonoguide® nachweisbar Vorteile gegenüber der Untersuchung ohne Sonoguide® bietet.

4. Patienten und Methoden

4.1. Studienpopulation

Im Zeitraum zwischen August bis Oktober 2011 nahmen 107 Neugeborene an der Studie teil. Alle Studienteilnehmer wurden in der Universitätsklinik des Saarlandes, Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe geboren. Die untersuchten Kinder waren zwischen einem und vier Tage alt. In der Universitätsklinik des Saarlandes, Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie werden alle Neugeborenen in den ersten Lebensstagen nach Geburt auf Hüftdysplasie klinisch und sonographisch untersucht. Die Eltern, der an der Studie teilnehmenden Säuglinge wurden mithilfe eines Informationsschreibens über die Studie informiert und aufgeklärt. Im Informationsschreiben wurde dargestellt, dass kein Gesundheitsrisiko besteht, lediglich ein wenig mehr Zeit für die Untersuchung benötigt wird (siehe Anhang).

4.1.1. Einschlusskriterien

Alle Neugeborenen, bei denen sich die Eltern mit der Teilnahme an der Studie einverstanden gezeigt haben, wurden in diese aufgenommen.

4.1.2. Ausschlusskriterien

Kinder, die aus medizinischen Gründen nicht an der Untersuchung teilnehmen konnten, sowie Kinder deren Eltern die Teilnahme an der Studie abgelehnt hatten, wurden nicht in die Studie aufgenommen.

4.2. Studienaufbau und Studiendurchführung

Alle Untersuchungen fanden in den Räumlichkeiten der Universitätsklinik für Gynäkologie und Geburtshilfe, Universität des Saarlandes auf der Neugeborenenstation statt. Ein Ultraschallgerät der orthopädischen Klinik befand sich zu diesem Zweck, gemeinsam mit der Sonofix® Lagerungsschiene und der Sonoguide® Ultraschallkopfführungsschiene, vor Ort. Die zu untersuchenden Kinder wurden in zufälliger Reihenfolge in einem speziell für diese Untersuchung zur Verfügung gestelltem Zimmer untersucht. Zunächst wurde nach anamnestischen Daten der Säuglinge gefragt: Alter, Geburtsmodus, Gewicht, Geburtslage und

Familienanamnese. Nach dem Entkleiden des Kindes zu Beginn der Untersuchung, erfolgte die Lagerung in der Sonofix® Lagerungsschiene. Es wurde zunächst die linke, dann die rechte Hüfte, untersucht. Im Anschluss an die sonographische Untersuchung wurde das Neugeborene zusätzlich körperlich dahingehend untersucht, ob klinische Hinweise auf eine Hüftdysplasie oder andere Deformitäten vorhanden waren.

Untersuchungsrelevante Daten wurden auf einem Fragebogen (siehe Anhang) festgehalten. Diese umfassten die soziographischen Daten: Name, Alter und Geschlecht des Patienten, den Namen des Untersuchers, sein Ausbildungsstand (Oberarzt, Facharzt oder Assistenzarzt). Sofern ein Assistenzarzt untersuchte, war sein Weiterbildungsjahr anzugeben. Bei der vorliegenden Studie wurden die Neugeborenen jeweils von einem in der Sonographie der Säuglingshüfte sehr erfahrenen Arzt (über 1000 Hüftultraschalluntersuchungen) und einem in der Untersuchung unerfahrenen Arzt, untersucht. Insgesamt waren zwei Ober- und drei Assistenzärzte an der Studie beteiligt. Alle Untersucher hatten den Kurs zur Ultraschalluntersuchung der Säuglingshüfte bei Prof. Graf absolviert. Sowohl die erfahrenen als auch die unerfahrenen Untersucher führten eine Freihanduntersuchung der Hüfte durch sowie eine Untersuchung mit der Sonoguide® Führungsschiene, wobei die linke und rechte Hüfte getrennt voneinander betrachtet wurden. Ob die erste Untersuchung mit oder ohne Schiene erfolgte und ob der erfahrene oder unerfahrene Untersucher mit der Sonographie begann, wurde durch eine computergenerierte Prärandomisierung festgelegt. Es wurde erfasst, ob die Untersuchung abgebrochen wurde oder nicht, wobei zwischen Abbruch mit der Sonoguide® Schiene und Abbruch ohne unterschieden wurde. Den Grund für den Abbruch der Ultraschalluntersuchung konnte der untersuchende Arzt als freien Text erläutern. Die Untersuchungsdauer, welche in Sekunden angegeben wurde, wurde von dem Doktoranden gestoppt und schriftlich festgehalten. Die Zahl der Nachkorrekturen der Lage des Kindes, sowie die Zahl der Freezingversuche, bis zwei auswertbare Bilder (Labrum acetabulare (mit der gerade nach oben verlaufende Darmbeinkontur), Unterrand des os iliums in der Y-Fugen, Mitte des tragenden Pfannendachanteils) entstanden sind, wurden dokumentiert. Hierbei

wurde abermals zwischen Verwendung- und Nicht-Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene während der Untersuchung unterschieden. Ob die Sonoguide® Schiene ein sichereres Gefühl vermittelte und ob es die Untersuchung vereinfachte, konnte der Untersucher auf dem Fragebogen mit „richtig“ oder „falsch“ beantworten. War ein erstelltes Ultraschallbild nicht verwertbar, wurde dies ebenfalls notiert, wobei auch hier unterschieden wurde, ob die Schiene verwendet wurde oder nicht. Darüber hinaus konnte der Untersucher sein subjektives Empfinden und seine Zufriedenheit mit und ohne Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene auf einer visuellen Analog Skala dokumentieren.

4.2.1. Evaluationsbogen

Alle Evaluationsbögen wurden archiviert, sodass eine lückenlose Dokumentation der Daten möglich ist. Diese Daten wurden auf den Computer übertragen und in einer Datenbank (Microsoft Access, Microsoft Corp. Redmont, Vereinigte Staaten) gespeichert.

4.2.2. Untersuchungsmethoden

Die Ultraschalluntersuchung fand in der Methode nach Graf statt [21]. Während der körperlichen Untersuchung wurde neben Inspektion und Palpation auch die Beweglichkeit der Hüftgelenke getestet. Des Weiteren wurden der Test auf das Ortolani- und Barlowzeichen durchgeführt und die Füße der Säuglinge auf Deformitäten überprüft.

4.2.2.1. Ortolanitest

Der luxierte Hüftkopf lässt sich durch ein spürbares Schnappen in das Azetabulum reponieren. Die gebeugten Kniegelenke werden von dem Untersucher umfasst, sodass der Daumen im proximalen Femur zum Liegen kommt und der dritte bis fünfte Finger den Trochanter major umschliessen. Bei nun anschließender Abduktion wird abwechselnd Druck auf den Hüftkopf ausgeübt.

4.2.2.2. Barlowtest

Wie beim Ortolanitest sind die Knie- und Hüftgelenke flektiert und umfasst von den Händen des Untersuchers. Durch Adduktion und axialen Druck von ventral nach dorsal lässt sich der Femurkopf luxieren und anschließend wieder reponieren.

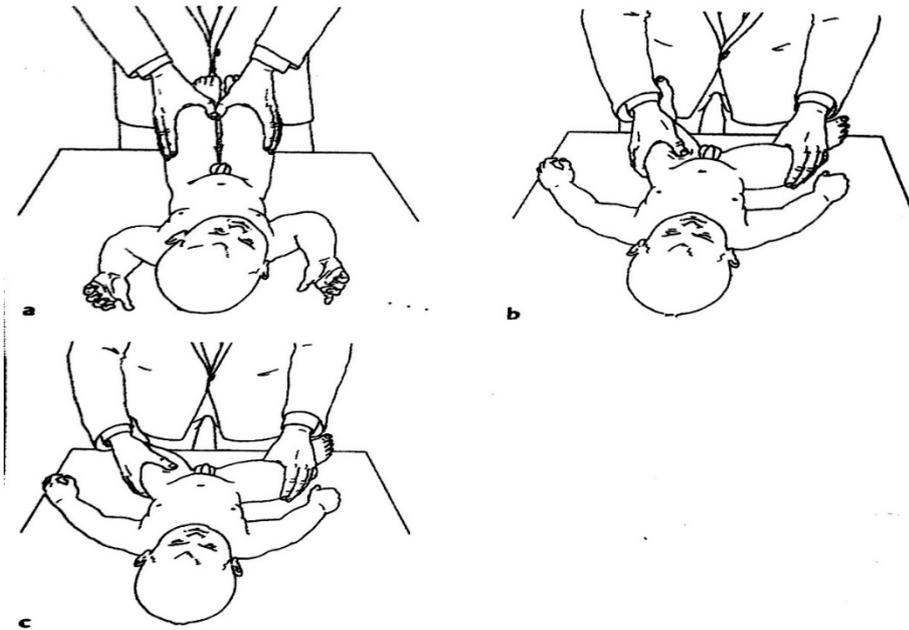


Abb. 8: Roser-Ortolani-Barlow-Test (a: Ausgangsstellung, b: leichte Abspreizung, c: Reposition aus Abpreizstellung) [8]

4.2.3. Nachuntersuchung

Eine Nachuntersuchung des Patientenkollektivs erfolgte im Rahmen der Studie nicht.

4.3. Materialien

4.3.1. Sonofix® Lagerungsschiene und Sonoguide® Führungsschiene

In die Sonofix® Lagerungsschiene wird das Neugeborene während der Untersuchung gelegt, um eine artefaktfreie Untersuchung zu gewährleisten und die zu untersuchende Säuglingshüfte orthogonal zum Ultraschallkopf zu platzieren. Bei der Sonoguide® Führungsschiene handelt es sich um eine Konstruktion, welche jeglichen Ultraschallkopf aufnehmen kann und so ein kipfehlerfreies Abtasten der Säuglingshüfte garantieren soll.



Abb. 9: Sonofix® Lagerungsschiene und Sonoguide® Ultraschallführungshilfe



Abb. 10: Aufbau des Instrumentariums für die Untersuchungsreihe

4.3.2. Ultraschallgerät

Es wurde das Gerät Sonoline® G20 des Herstellers Siemens (Siemens AG, München) verwendet.



Abb.: 11: Ultraschallgerät Siemens Sonoline® G 20 zur Sonografie der Säuglingshüfte

4.3.2.1. Schallkopfspezifikationen

Es wurde ein 7,5 MHz Linearschallkopf des Herstellers Siemens (Siemens AG, München) verwendet.

4.3.3. Weitere Hilfsmittel

Die folgenden Hilfsmittel wurden zur Erstellung und Auswertung des Papierausdrucks verwendet.

Druckerpapier UPP-110HA s/w mit einem Abbildungsverhältnis 1,7:1 (Sony, Japan)

Drucker: ACUSON Freestyle S/W Drucker (Siemens, München)

Stifte: Broadpen 1554 (Faber-Castell)

Winkelmesser (Maped, Cédex) und ein Sonometer® nach Graf (AIDAMED, Nürnberg)

4.4. Auswertung

4.4.1. Radiologische Auswertung

Die Auswertung der Sonogramme erfolgte verblindet nach Abschluss der Säuglingsuntersuchung. Die ausgedruckten Ultraschallbilder der Hüften wurden von den beiden in der Diagnostik der Hüftdysplasie erfahrenen Orthopäden der Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie der Universitätsklinik des Saarlandes nach Durchführung der Brauchbarkeitsprüfung des Bildes (Abbildung der drei „landmarks“: Labrum acetabulare (mit der gerade nach oben verlaufende Darmbeinkontur), Unterrand des os iliums in der Y-Fugen, Mitte des tragenden Pfannendachanteils [6]) ausgewertet. Abschließend erfolgte die Bestimmung des α -Winkels (knöcherne Überdachung des Hüftgelenks) und des β -Winkels (knorpelige Überdachung des Hüftgelenks) nach Graf.

4.4.2. Statistische Auswertung

Nach Festlegung der erforderlichen Fallzahl für die Signifikanz der Studie, durch das Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik des Universitätsklinikum des Saarlandes, wurden die erhobenen Daten in einer Excel-Tabelle erfasst und dem Institut übermittelt. Für die statistische Auswertung wurde das Computerprogramm SPSS, Version 11.0 (IBM, Ehningen) verwendet. Mittels des Kolmogorov-Smirnoff-Tests wurden die zu berechnenden Werte auf Normalverteilung überprüft. Der Wilcoxon-Test wurde verwendet, um die Signifikanz zweier Übereinstimmungen zu vergleichen.

5. Ergebnisse

5.1 Patienten

Eingeschlossen wurden 99,07% (214/216) aller Neugeborenenhüften, die am Universitätsklinikum des Saarlandes im Zeitraum von August 2012 bis November 2012 geboren wurden. Aufgrund von Unruhe eines Säuglings war die Sonographie seiner Hüften nicht möglich, diese (2/216) wurden aus der Studie ausgeschlossen.

5.2. Auswertung

5.2.1. Abbruch der Sonographie

0,93% (2/216) der Ultraschalluntersuchungen bei Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene wurden aufgrund mangelnder Compliance des Kindes von den erfahrenen Untersuchern abgebrochen. Keine Untersuchung (0/216) der unerfahrenen Untersucher bei Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene wurde abgebrochen. Ohne Benutzung der Sonoguide® Führungsschiene wurde keine Sonographie (0/216) der erfahrenen noch der unerfahrenen Untersucher abgebrochen.

5.2.2. Dauer der Untersuchung

Die durchschnittliche Dauer der Sonographie der linken Hüfte bei Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene der unerfahrenen Untersucher betrug 25,0 sec, wobei sich die Minimaldauer auf 3,2 sec und die Maximaldauer auf 226,8 sec belief. Die erfahrenen Untersucher benötigten durchschnittlich 18,8 sec mit einer Minimalzeit von 4,2 sec und einer Maximalzeit von 76,4 sec. Der durchschnittliche Zeitvorteil des erfahrenen Untersuchers lag bei 6,2 sec.

Ohne die Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene betrug die durchschnittliche Zeit der erfahrenen Untersucher bis zur Erstellung von zwei Ultraschallbildern der linken Hüfte 13,3 sec, mindestens 3,9 sec, maximal 41,3 sec. Die unerfahrenen Untersucher benötigten durchschnittlich 27,1 sec bei einer

Minimaldauer von 3,3 sec und einer Maximaldauer von 102,0 sec. Die erfahrenen Untersucher waren durchschnittlich 13,9 sec schneller als die Unerfahrenen.

Die durchschnittliche Dauer der Sonographie der erfahrenen Untersucher der rechten Hüfte bei Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene betrug 15,8 sec, mindestens 4,0 sec, maximal 77,5 sec. Die unerfahrenen Untersucher benötigten durchschnittlich 28,2 sec, bei einem Minimalwert von 5,5 sec und einem Maximalwert von 102,3 sec. Der durchschnittliche Zeitvorteil betrug 12,4 sec.

Für die Erstellung von zwei Ultraschallbildern der rechten Hüfte ohne die Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene wurde die durchschnittliche Zeit der erfahrenen Untersucher mit 13,6 sec gemessen, mit einer Minimaldauer von 4,1 sec und einer Maximaldauer von 66,7 sec. Die durchschnittliche Dauer der unerfahrenen Untersucher betrug 34,2 sec, mindestens 2,4 sec, maximal 326 sec. Der durchschnittliche Zeitvorsprung belief sich auf 20,6sec.

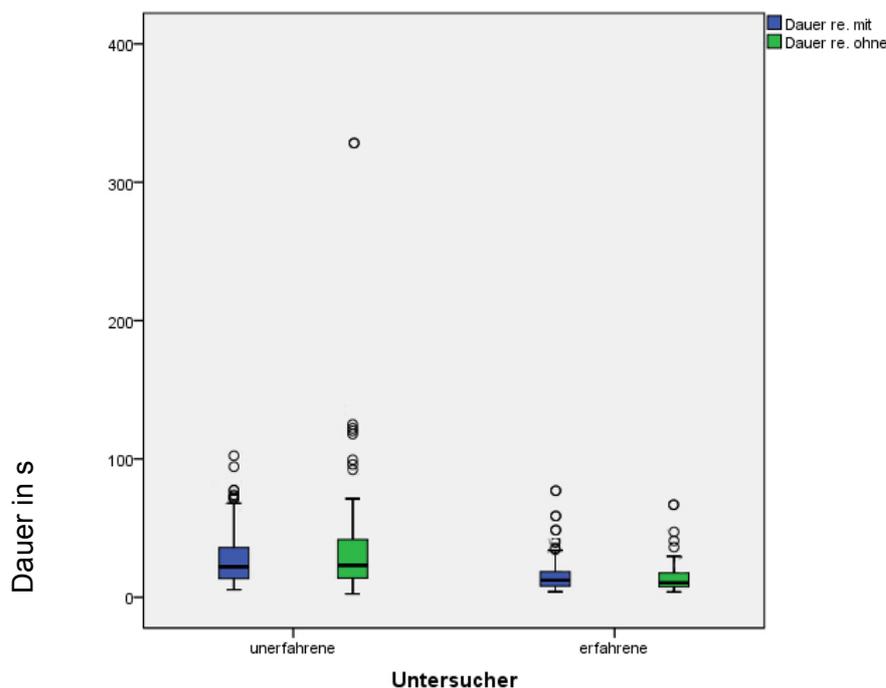


Abb. 12: Dauer der Untersuchung der rechten Säuglingshüfte

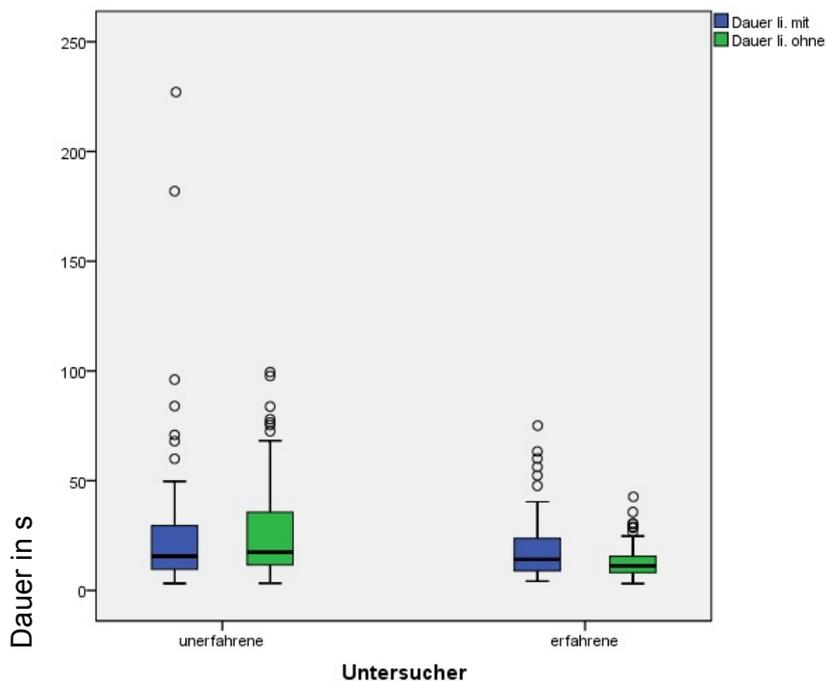


Abb. 13: Dauer der Untersuchung der linken Säuglingshüfte

5.2.3. Nachkorrekturen

Unter Nachkorrektur ist die Korrektur der Lage des Kindes zu verstehen. Die Zahl der Nachkorrekturen betrug beim erfahrenen Untersucher mit Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene insgesamt 18 (18/214), bei maximal 5 Nachkorrekturen und minimal keiner Nachkorrektur je Untersuchung. Die unerfahrenen Untersucher benötigten insgesamt 14 (14/214) Nachkorrekturen, bei maximal 3 Nachkorrekturen und minimal keiner je Untersuchung.

Ohne die Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene korrigierten die unerfahrenen Untersucher 7-mal (7/214) die Lage des Kindes, mit maximal einer Nachkorrektur und minimal keiner Nachkorrektur je Untersuchung. Die erfahrenen Untersucher benötigten keine (0/214) Nachkorrektur. Die Anzahl der Nachkorrekturen der unerfahrenen Untersucher weist keinen signifikanten Unterschied zwischen der Verwendung von Sonoguide® und nicht Verwendung auf.

5.2.4. Zahl der Freezingversuche

Als Freezing wird das Erstellen eines Ultraschallbildes bezeichnet, welches daraufhin ausgedruckt werden kann. Für die Studie waren zwei Ultraschallbilder pro Hüfte (vier pro Säugling) erforderlich. Die Zahl der Versuche bis vier Ultraschallbilder (mindestens vier Freezingversuche sind notwendig) erstellt wurden, wurde erfasst. Die erfahrenen Untersucher benötigten mit Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene durchschnittlich 4,5 Freezingversuche pro Säugling, mindestens 4, maximal 10. Die Zahl der Freezingversuche der unerfahrenen Untersucher betrug durchschnittlich 4,6, mindestens 4, maximal 7.

Ohne die Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene belief sich die Zahl der Freezingversuche der erfahrenen Untersucher durchschnittlich auf 4,4, er benötigte mindestens 4 Versuche, maximal 7. Die unerfahrenen Untersucher benötigten durchschnittlich 4,5 Versuche, mindestens 4 und maximal 7.

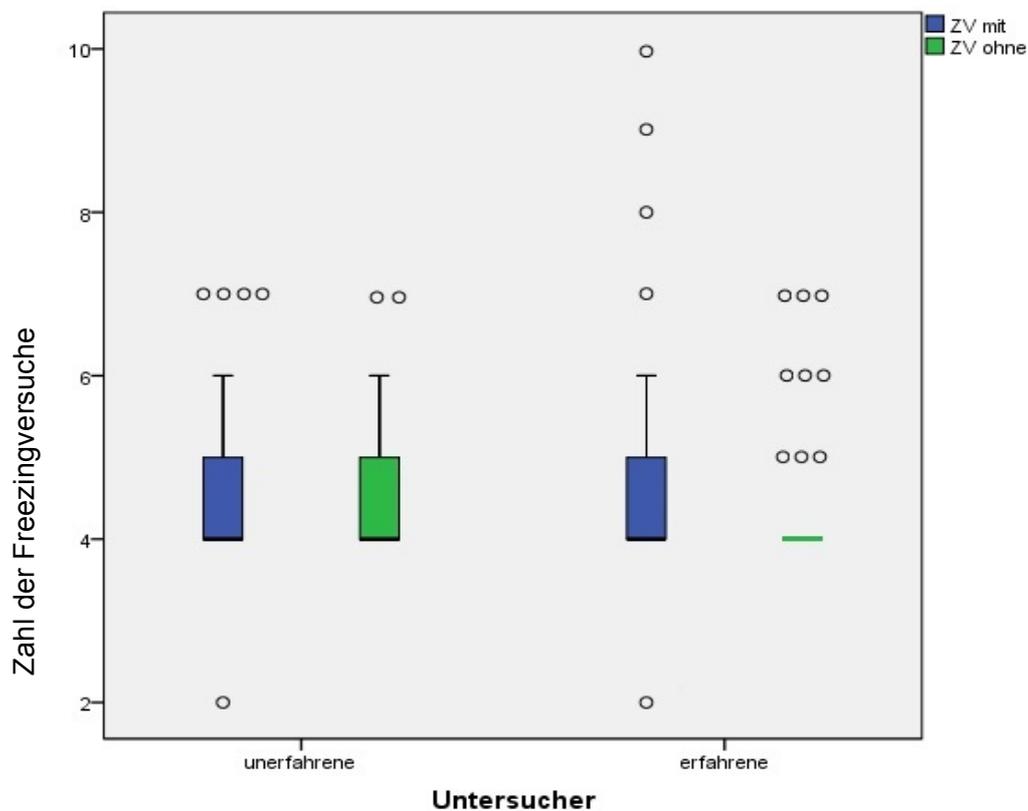


Abb. 15: Registrierung der Freezingversuche, bis zur Erstellung zweier auswertbarer Bilder

5.2.5. Subjektive Einschätzung des Untersuchungsablaufes

22,4% (24/107) der Untersuchungen des unerfahrenen Untersuchers zeigten, dass die Sonoguide® Führungsschiene ein sichereres Gefühl während der Untersuchung vermittelt. Bei keiner (0/107) Untersuchung des erfahrenen Untersuchers wurde durch die Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene ein sichereres Gefühl vermittelt. In 23,4% (25/107) der Untersuchungen der unerfahrenen Untersucher wurde bestätigt, dass die Einstellung mithilfe der Sonoguide® Führungsschiene die Untersuchung vereinfache. Bei keiner (0/107) Untersuchung sahen die erfahrenen Untersucher eine Vereinfachung der Untersuchung bei Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene.

Die Zufriedenheit der erfahrenen Untersucher bei Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene lag durchschnittlich bei einem Wert von 4,7 (min=1, max=10) auf der visuellen Analogskala (0=unzufrieden, 10=zufrieden). Die unerfahrenen Untersucher beurteilten ihre Zufriedenheit durchschnittlich mit 6,0 (min=2, max=10). Ohne die Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene gaben die erfahrenen Untersucher einen Durchschnittswert von 9,0 (min=6 max=10) an. Die unerfahrenen Untersucher beurteilten die Sonographie ohne Sonoguide® Führungsschiene durchschnittlich mit 6,8 (min=5, max=8). Die erfahrenen Untersucher waren bei der Untersuchung ohne die Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene durchschnittlich 4,3 Punkte zufriedener als bei Verwendung der Sonoguide® Führungsschiene. Bei den unerfahrenen Untersuchern zeigte sich eine um 0,85 Punkte höhere Zufriedenheit während der Untersuchung ohne Benutzung der Sonoguide® Führungsschiene.

5.2.6. Verwertbarkeit der Ultraschallbilder

Ultraschallbilder konnten von 107 (107/108) Säuglingen erstellt werden, die Hüftsonographie eines Kindes (1/108) war aufgrund mangelnder Compliance des Säuglings nicht möglich. Alle (107/107) Ultraschallbilder, der Neugeborenen bei denen Ultraschallbilder erstellt wurden, waren verwertbar (Abbildung der drei „landmarks“).

6. Diskussion

In der Literatur hat sich gezeigt, dass die Verwendung des Ultraschalles den Goldstandard des Screenings für Hüftdysplasie darstellt [4]. Der Ultraschall stellt ein nicht-invasives, nicht-strahlenbelastendes Verfahren dar, das jederzeit wiederholt werden kann [27]. Ein weiterer Vorteil ist die Dynamik der Untersuchung, da der Behandler unter visueller Kontrolle die untersuchungsrelevanten anatomischen Strukturen auffinden kann. Sowohl ein gutes anatomisches Verständnis, als auch die Vorstellungskraft der pathoanatomischen Gegebenheiten ist für die Untersuchung von Nöten [19].

Das Hüftdysplasie Screening wurde 1980 von R. Graf in Österreich entwickelt und hat sich seither in der Diagnostik und Früherkennung durchgesetzt. In Österreich wird seit 1992 ein generelles Ultraschallscreening innerhalb der ersten Lebenswoche durchgeführt [29]. Seit 1996 gibt es in Deutschland ein generelles Ultraschallscreening der Neugeborenenhüften im Rahmen der U3 Vorsorgeuntersuchung [9]. Neugeborene mit auffälligem klinischen Befund (z.B. Instabilität der Hüfte) oder anamnestische Risikofaktoren (z.B. familiäre Disposition) werden einer sonographischen Untersuchung innerhalb der ersten Lebenswoche unterzogen [29]. An der Universitätsklinik des Saarlandes ist eine sonographische Hüftuntersuchung jedes Säuglings innerhalb der ersten Lebenswoche angestrebt, um eine Hüftdysplasie möglichst frühzeitig zu diagnostizieren.

In anderen Ländern wie der Schweiz hat sich ein generelles Ultraschallscreening nicht durchgesetzt. Seit 2004 ist die Ultraschalluntersuchung innerhalb der ersten sechs Lebenswochen etabliert, jedoch bleibt es dem behandelnden Arzt überlassen eine solche durchzuführen oder nicht, wobei Risikofaktoren (z.B. weibliches Geschlecht, Geburt aus Beckenendlage) eine entscheidende Rolle spielen [29]. Ihme et al (2008) zeigten, dass ein generelles Ultraschallscreening die operativen Maßnahmen bei Hüftdysplasie bzw. -luxation reduziert. So ist die Inzidenz der „ersten operativen Maßnahmen“ 1997 mit 0,26 pro 1000 Lebendgeborenen erheblich niedriger (20%) als vor der Zeit des Screenings in Deutschlands, bei der

die Inzidenz bei 1,24 pro 1000 Lebendgeborenen lag [29]. Im internationalen Vergleich zeigte sich, dass lediglich ein klinisch durchgeführtes Screening wie in Nordirland und Südaustralien höhere Inzidenzen erster operativer Maßnahmen zur Folge hat [29]. Auch selektive Screeningprogramme wie z.B. im Nordwesten Englands scheinen nicht ausreichend zu sein, da auch hier eine höhere Inzidenz (0,87/1000 Lebendgeborenen) vorliegt [29]. Wie das Beispiel Deutschland vor und nach Einführung des generellen Screenings sprechen die Ergebnisse Österreichs für ein generelles Ultraschallscreening. 2004 lag die Inzidenz offener Repositionen bei 0,1/1000 Lebendgeborenen [29]. Die Kosten- Nutzen-Effektivität eines generellen Screenings ist dabei abzuwägen, Clegg et al (1999) konnten in einer Studie zeigen, dass die Kosten für Operationen aufgrund einer Hüftdysplasie durch ein generelles Screening um >90% gesenkt werden konnten [10, 29]. All diese Ergebnisse unterstützen ein generelles Ultraschallscreening.

Zum Ablauf der Untersuchung hat die Kassenärztliche Bundesvereinigung eine Broschüre herausgegeben, die einen gewissen Standard während der Untersuchung zeigt [32]. Hierbei spielen ebenfalls die Verwendung einer Sonofix® Lagerungsschiene, sowie die Verwendung einer Sonoguide® Ultraschallkopfführungsschiene eine Rolle. Dabei wird die Sonoguide® Schiene als unverzichtbares Mittel zur Beschleunigung der Untersuchung erwähnt [18]].

In der vorliegenden Arbeit zeigten sich für den unerfahrenen und erfahrenen Untersucher unterschiedliche Ergebnisse. Für den unerfahrenen Untersucher ergaben sich leichte Zeitvorteile bei der Verwendung der Sonoguide® Schiene gegenüber der Freihanduntersuchung. Der erfahrene Untersucher hingegen wird durch die Sonoguide® Schiene eher behindert. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass der erfahrene Untersucher sowohl mit als auch ohne Verwendung der Sonoguide® Schiene schneller zwei verwertbare Ultraschallbilder erstellte als der unerfahrene Untersucher. Der Ausbildungsstand scheint also Einfluss auf die Geschwindigkeit der Untersuchung zu haben. Das Ziel, dass die drei „landmarks“ (Labrum acetabulare (mit der gerade nach oben verlaufende

Darmbeinkontur), Unterrand des os iliums in der Y-Fugen, Mitte des tragenden Pfannendachanteils [6]) auf dem Ultraschallbild sichtbar sind und das Bild somit ausgewertet werden kann, erreichte sowohl der erfahrene als auch der unerfahrene Untersucher. Die Zahl der Freezingversuche, das heißt die Zahl der Versuche, bis zwei auswertbare Ultraschallbilder erstellt sind, wies zwischen erfahrenen und unerfahrenem Untersucher keinen signifikanten Unterschied auf. Die Rolle des Ausbildungsstandes scheint hierbei nicht von Bedeutung zu sein, dies deckt sich mit dem Ergebnis der Studie von Hell et al., welche zeigen konnte, dass sich die Ergebnisse des Ultraschalls bei Teilnehmern eines DEGUM Kurses für Fortgeschrittene nicht von denen eines Finalkurses unterscheiden. Eine gewisse Trainingsphase, zum Erlernen der Methode, scheint ausreichend zu sein [34, 44]. Dass die erfahrenen Untersucher durch die Verwendung der Sonoguide® Schiene eher behindert werden, zeigte sich nicht nur im zeitlichen Nachteil gegenüber der Freihanduntersuchung, sondern auch an der Anzahl der Nachkorrekturen. Bei Verwendung der Sonoguide® Schiene musste der erfahrene Untersucher häufiger die Lage des Kindes korrigieren als ohne die Sonoguide® Schiene (18 vs. 0). Die Untersuchungsdauer der Untersucher spiegelt ihr subjektives Empfinden wieder. Die unerfahrenen Untersucher, die mit der Sonoguide® Schiene einen Zeitvorteil gegenüber der Freihanduntersuchung haben, bestätigen eher (22,4%), dass die Sonoguide® Schiene ihnen ein sichereres Gefühl vermittelt, als die erfahrenen Untersucher (0%), die durch die Verwendung der Sonoguide® Schiene einen Zeitnachteil aufweisen. Dass die Sonoguide® Schiene die Untersuchung vereinfacht, trifft eher auf die unerfahrenen Untersucher (23,4%), als auf die erfahrenen Untersucher zu. Das subjektive Empfinden der unerfahrenen Untersucher zeigt zwar im Vergleich zu den erfahrenen Untersucher einen höheren Wert, (22,4% zu 0%), ist bei einem Viertel des Maximalwertes (100%) dennoch nicht sonderlich hoch. Die erfahrenen Untersucher sind ohne die Verwendung der Sonoguide® Schiene wesentlich zufriedener (4,7 vs. 9,6) als mit Verwendung der Sonoguide® Schiene. Auch die unerfahrenen Untersucher zeigen eine größere Zufriedenheit (6,8 vs. 6) bei der Freihanduntersuchung. Sie sind mit Schiene zwar schneller, jedoch nicht zufriedener. Eine mögliche Begründung dafür könnte sein, dass sich der Untersucher in seinem sonographischen Bewegungsfreiraum

eingeschränkt fühlt. Für diese Begründung spricht die Anzahl der Nachkorrekturen, mit Sonoguide® musste sowohl der unerfahrene als auch der erfahrene Untersucher die Lage des Kindes häufiger korrigieren als ohne Sonoguide®.

Eine praktische Konsequenz aus dieser Studie wäre die Möglichkeit, es dem Untersucher selbst zu überlassen, ob er die Untersuchung mit oder ohne die Sonoguide® Schiene durchführt.

In einer Studie von Peterlein et al (2014) wurde die Qualität der Sonografie der Säuglingshüfte an deutschen Universitätskliniken hinterfragt. Anlass für die Studie war eine von der Landesärztekammer registrierte Zunahme an Schlichtungs- und Regressfällen und eine Zunahme an operationsbedürftigen Spätfällen als Folge einer fehlerhaft durchgeführten Säuglingshüftsonographie [38]. Anhand eines Fragebogens wurden die Lehrstuhlinhaber der deutschen Universitätskliniken anonym befragt, 93,9% der Universitäten beteiligten sich an der Studie. An allen 31 Universitätskliniken ist die Fachabteilung Orthopädie für die sonographische Untersuchung der Säuglingshüften zuständig. Um die Qualität der Säuglingshüftsonographie zu überprüfen, wurde 2012 eine „Qualitätssicherungsmaßnahme“ bei den niedergelassenen Ärzten eingeführt, welche eine regelmäßige Prüfung der Sonographien durch die kassenärztliche Vereinigung vorsieht [35]. Eine solche Regelung gibt es an den orthopädischen Universitätskliniken nicht, dort erfolgt die Qualitätskontrolle klinikintern. 77,4 % der Kliniken gaben an interne Fortbildungen zur Sonographie der Säuglingshüfte durchzuführen, 25,8 % der Universitäten führen sonographische Kurse unter der Aufsicht der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in Medizin (DEGUM) durch. Alle an der Studie teilgenommenen Kliniken verwenden zur Positionierung des Säuglings eine Lagerungsschiene. Die Schallkopfführungsapparatur nach Graf findet in 35,5 % der Universitätskliniken Verwendung. Um die Qualität der Säuglingssonographie an Kliniken sicherzustellen sind standardisierte Verfahren wichtig, wobei neben internen Qualitätskontrollen strukturierte Ausbildungskurse (unter der Schirmherrschaft der wissenschaftlichen Verbände) erforderlich zu sein scheinen [38]. Dass die Schallkopfführung nach Graf Teil des standardisierten

Verfahrens sein soll wird anhand der vorliegenden Arbeit hinterfragt, da durch die Sonoguide® Schiene weder die Geschwindigkeit des Screenings noch die Zuverlässigkeit oder Qualität der Sonographie erhöht wird.

Auch in anderen Fachdisziplinen spielt der Ultraschall eine entscheidende Rolle. Die Innere Medizin macht sich für die Untersuchung von Organen und Geweben die Sonographie zunutze, so stellt sie zum Beispiel bei der diagnostischen Punktion der Leber den Goldstandard dar. Hierfür stehen die Freihand-Punktion und die Punktion mittels Punktionsschallkopf zur Verfügung [12]. Bei der Freihand-Punktion werden Ultraschallkopf und Punktionsnadel unabhängig voneinander geführt, wobei die Führung der Nadel freihändig erfolgt. Bei der Punktion mittels Punktionsschallkopf wird die Nadel durch den Schallkopf geführt [12].

In einer Studie von Jakobeit et al (1986) wurde die Freihandpunktion und Biopsieschallkopfpunktion des Abdomens in einem Zeitraum von 5 Jahren miteinander verglichen. Alle Untersuchungen wurden zur Klärung der Dignität abdomineller Läsionen durchgeführt. Es wurden die Treffsicherheit (Zielortpunktion) und die Gesamttreffer (Übereinstimmung von punktionszytologischer bzw. punktionshistologischer Diagnose mit der Abschlussdiagnose) erfasst und ausgewertet. Bei der ultraschallgesteuerten Freihandpunktion waren zum Erreichen des Punktionsziels mehr Einzelpunktionen notwendig als bei der Biopsieschallkopfpunktion. Eine höhere Komplikationsrate war dadurch nicht gegeben. Kleinere (<2cm) und tiefergelegene (>8cm) Punktionsziele zeigten mit Biopsieschallkopf eine tendenziell höhere Treffsicherheit. Auf die Gesamttreffsicherheit hat das eingesetzte Verfahren jedoch keinen merkbaren Einfluss. Als Vorteil der Freihandpunktion werden die schnellere Korrektur der Punktionsrichtung, der Zeitvorteil (aufgrund weniger aufwendiger Vorbereitung) und die bessere Sichtbarmachung der Nadelspitze aufgeführt. Die Autoren der Studie kommen zum Schluss, dass mit zunehmender Erfahrung in der Punktionssonographie beide Verfahren gleichwertig erscheinen [31]. In der abdominalen Punktionssonographie und in der Säuglingshüftsonographie zeigte sich, dass das angewandte Sonographieverfahren –sowohl die

Freihanduntersuchung als auch die geleitete Sonographie- zielführend ist. Aus wirtschaftlicher Sicht ist abzuwägen, welches Verfahren Anwendung findet, da die geleitete Sonographie stets mit höheren Kosten verbunden ist als die Freihandsonographie. Während bei der abdominellen Punktion mit zunehmender Erfahrung des Arztes die beiden Verfahren gleichwertig erscheinen, ist die Freihandsonographie der Säuglingshüfte der Untersuchung mit Sonoguide® Schiene bei zunehmender Erfahrung des Untersuchers überlegen.

7. Schlussfolgerung

Zusammenfassend hat sich gezeigt, dass die Verwendung einer Sonoguide® Schiene dem unerfahrenen Untersucher hilft, schneller zwei unabhängige auswertbare Bilder der Neugeborenenhüfte darzustellen. Das persönliche Empfinden während der Untersuchung mit und ohne Sonoguide® differiert zwischen Untersuchern stark, wobei den erfahrenen Untersuchern mit Verwendung der Sonoguide® Schiene kein sichereres Gefühl vermittelt wird, den unerfahrenen Untersuchern hingegen eher, so bleibt letztendlich die Verwendung der Sonoguide® Schiene eine persönliche Präferenz. Die Hüftsonographie nach Graf ist ohne Zweifel als der Goldstandard in der Diagnostik der Hüftdysplasie etabliert, ob eine Sonoguide® Schiene Verwendung findet, sollte jedoch nach den Ergebnissen unserer Studie jedem Untersucher selbst überlassen werden. Einen Vorteil der Sonoguide® Schiene gegenüber der Untersuchung ohne Schiene konnte nicht gezeigt werden insofern muss der Aussage zur verpflichtenden Nutzung klar widersprochen werden. Anhand der vorliegend prospektiv randomisierten Daten lässt sich diese Aussage nicht mehr halten.

8. Literaturverzeichnis

1. AIDAMED e.K. Graf Lagerungsschale und Führungsarm [Online im Internet]. www.spreizhosen.de
2. Andren L (1961) Aetiology and diagnosis of congenital dislocation of the hip in newborns. *Der Radiologe* 1:89–94
3. Artz TD, Lim WN, Wilson PD et al. (1975) Neonatal diagnosis, treatment and related factors of congenital dislocation of the hip. *Clinical orthopaedics and related research*(110):112–136
4. Atalar H, Dogruel H, Selek H et al. (2013) A comparison of ultrasonography and radiography in the management of infants with suspected developmental dysplasia of the hip. *Acta orthopaedica Belgica* 79(5):524–529
5. Bache CE, Clegg J, Herron M (2002) Risk factors for developmental dysplasia of the hip: ultrasonographic findings in the neonatal period. *Journal of pediatric orthopedics. Part B* 11(3):212–218
6. Baumgart K (2006) Hüftdysplasie. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date* 1(6):579–598
7. Beek F, Nievelstein R, Pruijs H (2010) Transinguinal sonographic determination of the position of the femoral head after reposition and follow-up in a spica cast. *Pediatric radiology* 40(11):1794–1799
8. Buckup K BJ (2012) *Klinische Tests an Knochen, Gelenken und Muskeln. Untersuchungen ; Zeichen ; Phänomene*, 5. Aufl. Georg Thieme Verlag KG
9. Bundessozialministerium Fünftes Buch Vorsorgeuntersuchung U3 [Online im Internet]. www.gesetze-im-internet.de
10. Clegg J, Bache CE, Raut VV (1999) Financial justification for routine ultrasound screening of the neonatal hip. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 81(5):852–857
11. Cordier W, Tönnis D, Kalchschmidt K et al. (2005) Long-term results after open reduction of developmental hip dislocation by an anterior approach lateral and medial of the iliopsoas muscle. *Journal of pediatric orthopedics. Part B* 14(2):79–87
12. Dietrich C (2011) *Interventioneller Ultraschall. Lehrbuch und Atlas für die Interventionelle Sonografie*, 1. Aufl. Georg Thieme Verlag KG
13. Douveren van F, Pruijs H, Sackers R et al. (2003) Ultrasound in the management of the position of the femoral head during treatment in a spica cast after reduction of hip dislocation in developmental dysplasia of the hip. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 85(1):117–120
14. Dunn PM (1976) Perinatal observations on the etiology of congenital dislocation of the hip. *Clinical orthopaedics and related research*(119):11–22
15. Eberhardt O, Zieger M, Wirth T et al. (2009) Determination of femoral head position with transinguinal ultrasound in DDH treatment (Der transinguinale Ultraschall zur Bestimmung der Hüftkopfbzentrierung in der Behandlung der

- Hüftdysplasie und Hüftluxation). Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie 147(6):727–733
16. Falliner A, Schwinzer D, Hahne H et al. (2006) Comparing ultrasound measurements of neonatal hips using the methods of Graf and Terjesen. The Journal of bone and joint surgery. British volume 88(1):104–106
 17. Feldkamp M, Denker P (1989) Importance of the iliopsoas muscle in soft-tissue surgery of hip deformities in cerebral palsy children. Archives of orthopaedic and trauma surgery 108(4):225–230
 18. Gebrüder Hirschbeck GmbH. Baby Dysplasie [Online im Internet]. www.baby-dysplasie.eu
 19. Graf R (1980) The diagnosis of congenital hip-joint dislocation by the ultrasonic Compound treatment. Archives of orthopaedic and traumatic surgery. Archiv für orthopädische und Unfall-Chirurgie 97(2):117–133
 20. Graf R (1983) New possibilities for the diagnosis of congenital hip joint dislocation by ultrasonography. Journal of pediatric orthopedics 3(3):354–359
 21. Graf R (1984) Fundamentals of sonographic diagnosis of infant hip dysplasia. Journal of pediatric orthopedics 4(6):735–740
 22. Graf R, Fronhöfer G (1997) Neudefinition des proximalen Perichondriums und des Perichondriumloches im Hüftsonogramm (Redefinition of the proximal perichondrium and perichondrial gap in hip ultrasound imaging). Der Orthopäde 26(12):1057–1061
 23. Graf R (2000) Sonographie der Säuglingshüfte und therapeutische Konsequenzen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart
 24. Grill F, Müller D (1997) Ergebnisse des Hüftultraschallscreenings in Österreich (Results of hip ultrasonographic screening in Austria). Der Orthopäde 26(1):25–32
 25. Groll GmbH & Co. KG. Hüftsonographie [Online im Internet]. www.sonoguide.de
 26. Harcke HT, Clarke NM, Lee MS et al. (1984) Examination of the infant hip with real-time ultrasonography. Journal of ultrasound in medicine: official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine 3(3):131–137
 27. Harcke HT, Grissom LE, Finkelstein MS (1988) Evaluation of the musculoskeletal system with sonography. AJR. American journal of roentgenology 150(6):1253–1261
 28. Heideken J von, Green DW, Burke SW et al. (2006) The relationship between developmental dysplasia of the hip and congenital muscular torticollis. Journal of pediatric orthopedics 26(6):805–808
 29. Ihme N, Altenhofen L, Kries R von et al. (2008) Sonographisches Hüftscreening in Deutschland. Ergebnisse und Vergleich mit anderen Screeningverfahren (Hip ultrasound screening in Germany. Results and comparison with other screening procedures). Der Orthopäde 37(6):541-6, 548-9

30. Imhoff A (2006) Checkliste Orthopädie. Checklisten der aktuellen Medizin. Thieme, Stuttgart
31. Jakobeit C (1986) Ultraschallgeleitete Punktionsverfahren: Freihandpunktion versus Biopsieschallkopfpunktion. Erfahrungen aus 5 Jahren (Ultrasound-controlled puncture procedures: free-hand puncture versus transducer biopsy puncture. 5 years' experience). *Ultraschall in der Medizin* (Stuttgart, Germany : 1980) 7(6):290–292
32. Kassenärztliche Bundesvereinigung Vereinbarung von Qualitätssicherungsmaßnahmen nach § 135 Abs. 2 SGB V [Online im Internet]. www.kbv.de
33. Kries R von, Ihme N, Oberle D et al. (2003) Effect of ultrasound screening on the rate of first operative procedures for developmental hip dysplasia in Germany. *Lancet* (London, England) 362(9399):1883–1887
34. Laborie LB, Engesaeter IO, Lehmann TG et al. (2013) Screening strategies for hip dysplasia: long-term outcome of a randomized controlled trial. *Pediatrics* 132(3):492–501
35. Matthiessen H (2012) Ultraschall der Säuglingshüfte – Bessere Maßstäbe für die Qualitätskontrolle. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie* 150(04):345–347
36. Niethard FU (1987) Die Vorbehandlung der kongenitalen Hüftgelenksluxation mit krankengymnastischer Therapie auf neurophysiologischer Basis (Preliminary treatment of congenital hip dislocation using physical therapy based on neurophysiology). *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 125(1):28–34
37. Paton RW, Choudry Q (2009) Neonatal foot deformities and their relationship to developmental dysplasia of the hip: an 11-year prospective, longitudinal observational study. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 91(5):655–658
38. Peterlein C, Fuchs-Winkelmann S (2014) Sonographie der Sauglingshufte: Aktueller Status an den deutschen Universitätskliniken (Paediatric hip sonography: current status at German university hospitals). *Der Orthopade* 43(2):136–142
39. Peterlein CD, Schüttler KF, Lakemeier S et al. (2010) Reproducibility of different screening classifications in ultrasonography of the newborn hip. *BMC Pediatr* 10(1):98
40. Ramsey PL, Lasser S, MacEwen GD (2002) Congenital dislocation of the hip: use of the Pavlik harness in the child during the first six months of life. 1976. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 84-A(8):1478; discussion 1478

41. Roposch A, Graf R, Wright JG (2006) Determining the reliability of the Graf classification for hip dysplasia. *Clinical orthopaedics and related research* 447:119–124
42. Rosen S von (1977) Prophylaxe, Frühdiagnostik und Frühbehandlung der Luxationshüfte (Prevention, early diagnosis and early treatment of hip dislocation). *Beiträge zur Orthopädie und Traumatologie* 24(5):257–261
43. Rosen S von (1962) Diagnosis and treatment of congenital dislocation of the hip joint in the new-born. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 44-B:284–291
44. Simon EA, Saur F, Buerge M et al. (2004) Inter-observer agreement of ultrasonographic measurement of alpha and beta angles and the final type classification based on the Graf method. *Swiss medical weekly* 134(45-46):671–677
45. Suzuki S, Kasahara Y, Futami T et al. (1991) Ultrasonography in congenital dislocation of the hip. Simultaneous imaging of both hips from in front. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 73(6):879–883
46. Terjesen T, Bredland T, Berg V (1989) Ultrasound for hip assessment in the newborn. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 71(5):767–773
47. Tönnis D (1990) Diagnose und Therapie der Hüftdysplasie des älteren Kindes (Diagnosis and therapy of hip dysplasia in the older child). *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 128(4):369–372
48. Tönnis D, Itoh K, Heinecke A et al. (1984) Die Einstellung der angeborenen Hüftluxation unter Arthrographiekontrolle, eine individuelle, risikoverringende und zeitsparende Methode. Teil 1: Methodenwahl und Risikobeurteilung aufgrund des Arthrographiebefundes (The management of congenital hip luxation with arthrographic control, an individual risk-reducing and time-saving method. I. Choice of method and risk assessment based on arthrographic findings). *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 122(1):50–61
49. Tschauner C, Aigner RM, Wirth CJ (Hrsg) (2004) Becken, Hüfte. 114 Tabellen. *Orthopädie und orthopädische Chirurgie, / hrsg. von Carl Joachim Wirth. Thieme, Stuttgart*
50. Tschauner C, Hofmann S, Czerny C (1997) Hüftdysplasie. Morphologie, Biomechanik und therapeutische Prinzipien unter Berücksichtigung des Labrum acetabulare (Hip dysplasia. Morphology, biomechanics and therapeutic principles with reference to the acetabular labrum). *Der Orthopäde* 26(1):89–108
51. Tschauner C, Klapsch W, Graf R (1993) Einfluss der sonographischen Neugeborenenhüftvorsorge auf die Hüftkopfnekroserate und die Rate an operativen Interventionen (The effect of ultrasonography screening of hips in newborn infants on femur head necrosis and the rate of surgical interventions). *Der Orthopäde* 22(5):268–276

52. Tschauener C, Klapsch W, Graf R (1993) Einfluss der sonographischen Neugeborenenhüftvorsorge auf die Hüftkopfnekroserate und die Rate an operativen Interventionen (The effect of ultrasonography screening of hips in newborn infants on femur head necrosis and the rate of surgical interventions). *Der Orthopäde* 22(5):268–276
53. Wenger DR (2014) Surgical treatment of developmental dysplasia of the hip. *Instructional course lectures* 63:313–323
54. Weyer R, Tönnis D (1980) Eine Untersuchungsmethode zum Nachweis der schnappenden Hüfte (Examination method for identification of snapping hip). *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 118(6):895–896
55. Wilkinson JA (1992) Etiologic factors in congenital displacement of the hip and myelodysplasia. *Clinical orthopaedics and related research*(281):75–83
56. Wirth T, Stratmann L, Hinrichs F (2004) Evolution of late presenting developmental dysplasia of the hip and associated surgical procedures after 14 years of neonatal ultrasound screening. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 86(4):585–589

9. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
cm	Zentimeter
d.h.	das heißt
et al.	et alii
ggf.	gegebenenfalls
kHz	Kilohertz
li.	links
m/s	Meter/Sekunde
max.	maximal
MHz	Megahertz
min.	mindestens
n.	nach
NK	Nachkorrektur
re.	rechts
sec.	Sekunde
SSW	Schwangerschaftswoche
s/w	schwarz/weiß
ZV	Zahl der Freezingversuche

10. Anhang

10.1. Aufklärungsbogen

<p>Dr. med. Jochen Jung Geschäftsführender Oberarzt der Klinik Facharzt für Orthopädie, spez. Orthop. Chirurgie Physikalische Therapie, Chirotherapie, Sportmedizin</p> <p>Orthopädische Klinik und Poliklinik Direktor: Prof. Dr. med. Dieter Kohn Universitätskliniken des Saarlandes D – 66421 Homburg / Saar</p>		<p>UNIVERSITÄT DES SAARLANDES</p>	<p>10.2. Evaluationsbogen</p>
<p>Tel.: 06841/16-24506 Fax : 06841/16-24516 E-Mail: Jochen.Jung@uks.eu</p> <p>Homburg, 31.05.2012</p>			
<p>Liebe Eltern,</p> <p>herzlichen Glückwunsch zur Geburt Ihres Kindes.</p>			
<p>Als Service des Universitätsklinikums können Sie bei Ihrem Kind die Ultraschalluntersuchung Ihres Kindes bezüglich einer Hüftfehlstellung (Hüftdysplasie) durchführen lassen. Dies ist seit Jahren eine etablierte Reihenuntersuchung die uns ermöglicht die häufigste Fehlbildung des Menschen frühzeitig zu erkennen und zu behandeln.</p>			
<p>Anlässlich einer wissenschaftlichen Untersuchung wollen wir nun feststellen, ob eine neue Führungsapparatur für den Ultraschallkopf die Ultraschalluntersuchung noch zuverlässiger macht oder nicht. Dafür benötigen wir Ihre Unterstützung.</p>			
<p>Dabei wird die Hüfte Ihres Kindes durch den Ultraschallkopf mit und ohne eine Führungsschiene untersucht. Für Ihr Kind ist dies eine zusätzliche Absicherung, da Ihr Kind von zwei unterschiedlichen Ärzten auf Hüftdysplasie untersucht wird. Da beim Ultraschall, wie Sie ihn aus der Schwangerschaft schon kennen, keine Strahlenbelastung vorhanden ist und auch sonst keine gesundheitlichen Folgen zu befürchten sind, müssen Sie diesbezüglich nicht beunruhigt sein. Wir benötigen lediglich ca. 5 Minuten zusätzlich. Natürlich werden für Sie keine Kosten o.Ä. anfallen. Wir wären Ihnen sehr verbunden, wenn Sie uns in unserer Arbeit unterstützen, indem sie der Ultraschalluntersuchung ihres Kindes zustimmen.</p>			
<p>Mit freundlichen Grüßen</p>			
<p>Dr. Jochen Jung Geschäftsführender Oberarzt der Klinik</p>		<p>cand.med. Max Münnich Doktorand</p>	

Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie in Homburg/Saar

Evaluationsbogen Sonoguide®

Name, Vorname _____

Assistent WB Jahr: _____

Facharzt

Oberarzt

Patientenaufkleber

Untersuchung wurde abgebrochen

Mit Sonoguide: ja nein **L R**

Ohne Sonoguide: ja nein **L R**

Warum:

Untersuchungsdauer [in s] links mit Sonoguide ohne Sonoguide

rechts mit Sonoguide ohne Sonoguide

Anzahl der Nachkorrekturen der Lage des Babys mit Sonoguide ohne Sonoguide

Zahl der Versuche (Freezing) bis verwertbares Bild mit Sonoguide ohne Sonoguide

Sonoguide gibt ein sichereres Gefühl als es die Freihanduntersuchung vermittelt richtig falsch

Die Einstellung mithilfe des Sonoguide vereinfacht die Untersuchung richtig falsch

Bild verwertbar:

Mit Sonoguide: ja nein

Ohne Sonoguide ja nein

Warum nicht? :

Ich bin mit der Untersuchung

Mit Sonoguide: Unzufrieden ----- zufrieden

Ohne Sonoguide: Unzufrieden ----- zufrieden

11. Veröffentlichung der Arbeit

Veröffentlichung

Jung J., Anagnostakos K., **Münnich M**, Kohn D (2012) Sonoguide im Ultraschall screening- Hilfe oder Handicap. German Medical Science. doi: 10.3205/12dkou093

Vorträge

Jung J, Anagnostakos K, **Münnich M**, Kohn D. Sonoguide im Ultraschall screening- Hilfe oder Handicap. Jahrestagung der Vereinigung für Kinderorthopädie (Wien), 04/2012

Jung J, Anagnostakos K, **Münnich M**, Kohn D. Sonoguide im Ultraschall screening- Hilfe oder Handicap. Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (Berlin), 10/2012

12. Danksagung

Mein großer Dank geht an Herrn Prof. Dr. med. D. Kohn, dem Direktor der Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes, für die Möglichkeit an seiner Klinik zu Promovieren und die wertvollen Ratschläge.

Herrn Dr. med. Jochen Jung für die besonders hilfreiche, immer freundschaftliche und sehr geduldige Betreuung meiner Arbeit. Vielen Dank.

Dr. Mei Fang Ong für die Hilfe der statistischen Auswertung meiner Arbeit.

Von Herzen danke ich meinen Eltern, für die liebevolle und großzügige Unterstützung auf meinem Lebensweg.

