

Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie,
Physikalische Medizin und Rehabilitation
Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Professor Dr. med. Dipl.-Ing. Volkmar Jansson

**Validität des Neugeborenenhüftisiko-Screenings im Vergleich zu einem ge-
nerellen Neugeborenen-Hüftsonographiescreening**

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

vorgelegt von
Katharina Maria Ertl
aus München
2019

**Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München**

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Bernhard Heimkes

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Andreas Veihelmann

Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Christian Ziegler

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung: 28.03.2019

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Leben mit Hüftdysplasie	1
1.2	Ziel.....	2
2	Literatur	3
2.1	Definition.....	3
2.2	Epidemiologie	3
2.3	Ätiologie.....	3
2.4	Entwicklung	5
2.5	Biomechanik.....	6
2.6	Folgeschäden	7
2.7	Diagnostik.....	8
2.7.1	<i>Klinische Untersuchung</i>	8
2.7.2	<i>Sonographie</i>	8
2.8	Therapie	12
2.9	Screening	13
2.9.1	<i>Hüftsonographiescreening</i>	14
2.9.2	<i>Aktueller Standard: Selektives U2-Risikoscreening + Generelles U3-Hüftsonographiescreening</i>	14
2.9.3	<i>Generelles Neugeborenenhüftsonographiescreening</i>	16
3	Material und Methoden	20
3.1	Patientenkollektiv.....	20
3.2	Datenerhebung.....	20
3.2.1	<i>Anamnese</i>	21
3.2.2	<i>Klinische Untersuchung</i>	21
3.2.3	<i>Sonographische Untersuchung</i>	22
3.3	Statistische Methoden	22
4	Ergebnisse	24
4.1	Deskriptive Statistik	24
4.1.1	<i>Geschlechtsverteilung</i>	24
4.1.2	<i>Gewicht</i>	24
4.1.3	<i>Alter bei Kindervorsorgeuntersuchung U2</i>	25

4.1.4	<i>Alter bei Geburt</i>	25
4.1.5	<i>Geburtsmodus</i>	26
4.1.6	<i>Geburtslage</i>	27
4.1.7	<i>Fruchtwassermenge</i>	29
4.1.8	<i>Familienanamnese</i>	29
4.1.9	<i>Beckenendlage</i>	31
4.1.10	<i>Klinische Untersuchung</i>	31
4.1.11	<i>Alpha-Winkel</i>	33
4.1.12	<i>Verteilung der Hüfttypen nach Graf</i>	34
4.1.13	<i>Hüftdysplasien</i>	35
4.1.14	<i>Screening</i>	36
4.2	<i>Analyse der Screening-Analyse im Vergleich zum Goldstandard</i>	36
4.2.1	<i>Chi-Quadrat-Test nach Mc-Nemar</i>	36
4.2.2	<i>Berechnung der Vorhersagewerte</i>	38
4.2.3	<i>ROC-Analyse</i>	39
5	Diskussion	41
5.1	<i>Methodendiskussion</i>	41
5.1.1	<i>Patientenkollektiv</i>	41
5.1.2	<i>Anamnese</i>	42
5.1.3	<i>Klinische Untersuchung</i>	42
5.1.4	<i>Sonographische Untersuchung</i>	43
5.2	<i>Ergebnisdiskussion</i>	43
5.2.1	<i>Geschlechtsverteilung</i>	43
5.2.2	<i>Geburtsgewicht</i>	44
5.2.3	<i>Untersuchungszeitpunkt</i>	44
5.2.4	<i>Alter bei Geburt</i>	44
5.2.5	<i>Geburtsmodus</i>	45
5.2.6	<i>Hüfttypen</i>	45
5.2.7	<i>Familienanamnese</i>	46
5.2.8	<i>Beckenendlage</i>	46
5.2.9	<i>Klinische Untersuchung</i>	47
5.2.10	<i>Validität des U2-Risikoscreenings</i>	47

6	Zusammenfassung	50
7	Literaturverzeichnis	51
8	Anhang	57
	8.1 Informationsbogen für Eltern	57
	8.2 Dokumentationsbogen der Orthopädischen Klinik.....	61
	8.3 Informationsbogen für Ärzte	62
	8.4 Neugeborenenverlegungsbericht.....	63
9	Danksagung	64

Abbildungsverzeichnis	
Abbildung 1: Varianten der Beckenendlage [32]	4
Abbildung 2: Schnittbildpräparat eines kindlichen Hüftgelenks: 1 knöcherner Pfannenerker, 2 Perichondrium des Darmbeins, 3 Labrum acetabulare, 4 Trochanter major, 5 Knorpel-Knochen-Grenze am koxalen Femurende, 6 Fossa acetabuli, 7 freipräparierte Y-Fuge, 8 knorpelig präformiertes Pfannendach, 9 Periost an Beckeninnenwand.....	5
Abbildung 3: Hüfttreufungskurve nach Tschauner [33].....	6
Abbildung 4: Biomechanisches Modell der Hüfte [1], Fmh = Fmt Kraft der Hüftabduktoren, Fmk Kraft des Tractus iliotibialis und der Kniestrecker, Rh Kraftresultierende auf Hüftgelenk und Epiphysenfuge, Rt auf Wachstumsfuge des Trochanter major zentrierte Kraft	7
Abbildung 5: Identifizierung der anatomischen Strukturen: 1 Knorpel-Knochen-Grenze, 2 Hüftkopf, 3 Umschlagfalte der Gelenkkapsel, 4 Gelenkkapsel, 5 Labrum acetabulare, 6 knorpeliges Pfannendach, 7 Os ilium, 8 knöcherner Erker, 9 Unterrand des Os ilium [45]	9
Abbildung 6: Alpha- und Beta-Winkel [45].....	10
Abbildung 7: Sonometer: Lineare Anordnung von Alpha und gegenläufige Anordnung von Beta. Einteilung der Hüfttypen rechts Typ I, links dezentrierte Hüften, Typ IIIa und IV. In der Mitte Typ II mit Unterteilung in Typ IIa und Typ IIb sowie Typ IIc. Zeitskala für Neugeborene: der Geburtstermin 0 steht Alpha 50/51° gegenüber. Die 12-Wochen-Grenze steht bei Alpha 60°. [2]	11
Abbildung 8: Tübinger Hüftbeugeschiene [35].....	12
Abbildung 9: Vorgehen im Neugeborenenalter unter Berücksichtigung der anamnestischen, klinischen und sonographischen Befunde [55].....	14
Abbildung 10: Vorgehen bei U3 unter Berücksichtigung des anamnestische, klinischen und sonographischen Befundes [55]	15
Abbildung 11: Geburtsgewicht in den untersuchten Kategorien [g]	24
Abbildung 12: Alter bei U2 [Tage].....	25
Abbildung 13: Häufigkeitsangaben des Kindesalters bei Geburt [Schwangerschaftswochen].....	26
Abbildung 14: Häufigkeitsangaben zum Geburtsmodus.....	27
Abbildung 15: Geburtslage	28
Abbildung 16: Fruchtwassermenge	29

Abbildung 17: Alpha-Winkel rechts vs. links [Grad].....	33
Abbildung 18: Verteilung der Hüfttypen nach Graf, rechte Hüfte.....	34
Abbildung 19: Verteilung der Hüfttypen nach Graf, linke Hüfte	35
Abbildung 20: Zusammenhang zwischen Ergebnis im Screeningtest und Bestehen einer Dysplasie.....	37
Abbildung 21: ROC-Analyse des Dysplasiescreenings	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geschlechtsverteilung	24
Tabelle 2: Geburtslage laut Eltern	28
Tabelle 3: Familienanamnese	30
Tabelle 4: Vierfeldertafel Familienanamnese - Dysplasie.....	30
Tabelle 5: Vierfeldertafel mit Gegenüberstellung von Beckenendlage und Dysplasie.....	31
Tabelle 6: Klinische Untersuchung	32
Tabelle 7: Abspreizhemmung rechte Hüfte	32
Tabelle 8: Abspreizhemmung linke Hüfte	32
Tabelle 9: Verteilung der Befunde für klinische Untersuchung - Dysplasie	32
Tabelle 10: Vierfeldertafel klinische Untersuchung - Dysplasie	33
Tabelle 11: Verteilung der Hüfttypen nach Graf, rechte Hüfte	34
Tabelle 12: Verteilung der Hüfttypen nach Graf, linke Hüfte	35
Tabelle 13: Vorliegen einer Dysplasie	36
Tabelle 14: Ergebnis Screening	36
Tabelle 15: Zusammenhang zwischen Ergebnis im Screeningtest und Bestehen einer Dysplasie.....	38
Tabelle 16: Vorhersagewerte	38
Tabelle 17: Area under ROC Kurve, Testergebnisvariable: Screening	40

Abkürzungsverzeichnis

AUC	Area under the ROC Kurve
BEL	Beckenendlage
s.	siehe
vgl.	vergleiche

1 Einleitung

1.1 Leben mit Hüftdysplasie

Die kongenitale Hüftdysplasie ist eine der häufigsten angeborenen Skeletterkrankungen, die bei 2-4% aller Neugeborenen auftritt. Die hierbei krankhaft zu steil gekippte Hüftgelenkspfanne kann ein Herausgleiten des Hüftkopfs aus der Pfanne, eine sogenannte Luxation, begünstigen. Gewisse Risikofaktoren, wie das weibliche Geschlecht, eine positive Familienanamnese oder die Geburt aus Beckenendlage erhöhen das Auftreten dieser Hüftfehlentwicklung. Als bedeutende Ursache sekundärer Coxarthrosen mit daraus folgendem notwendigem Gelenkersatz schon im jungen Erwachsenenalter hat sie eine große sozialmedizinische Bedeutung.

Prof. Reinhard Graf revolutionierte Anfang der 80er-Jahre mit der Einführung der Ultraschalluntersuchung die Diagnostik der Hüftdysplasie, die sich bisher auf wenig aussagekräftige klinische Untersuchungen verlassen musste. Es kam zu einem deutlichen Rückgang der spät diagnostizierten Hüftdysplasien, gleichzeitig ging die Anzahl operativer Eingriffe zurück. Der Initiator der Methode empfahl, die Säuglingssonographie als **generelles Neugeborenen-Hüftsonographiescreening** bereits in der ersten Woche nach Geburt durchzuführen, da hiermit eine Frühstherapie mit Bestergebnissen erreichbar sei. Kritiker dieses frühen Screenings betonten, dass ein Teil der unmittelbar nach Geburt geschallten Kinder noch nicht eindeutig als gesund oder erkrankt erfasst werden kann, sodass zu einem späteren Zeitpunkt zum zweiten Mal sonographiert werden müsste. Sie plädierten für ein - auch ökonomisch günstigeres - **Hüftsonographiespätscreening** als Teil der Kindervorsorgeuntersuchung U3 im Alter von 4-6 Wochen. Das Problem, dass damit bereits postnatal diagnostizier- und therapierbare Kinder verspätet behandelt würden, sollte mit einem **zusätzlichen Neugeborenen-Hüfttrisiko-Screening** abgemildert werden. Hierbei werden ausgewählte Kinder, die postnatal anamnestische oder klinische Auffälligkeiten zeigen, die auf eine bestehende Hüftdysplasie hinweisen könnten, bereits im Rahmen der U2 sonographiert.

Als 1996 die Modalitäten der Hüftsonographie in Deutschland mit einer Leitlinie des Zentralinstituts für die kassenärztliche Versorgung festgelegt wurden, setzten sich die Befürworter des Hüftsonographiespätscreenings in Kombination mit einem zusätzlichen Neugeborenen-Hüfttrisikoscreening durch.

1.2 Ziel

Ziel dieser Arbeit war es, den Prozentsatz übersehener kongenitaler Hüftdysplasie und Hüftluxationen zu ermitteln, die mit den Kriterien des Neugeborenen-Hüfttrisikoscreenings einer postnatalen Diagnostik entgehen und damit verspätet therapiert werden. Hierfür wurden alle Kinder einer neonatologischen Abteilung nach den Kriterien des sogenannten Neugeborenen-Hüfttrisikoscreenings erfasst. Anschließend wurden alle Neugeborenen der Abteilung, also auch diejenigen, die keine Risikofaktoren aufwiesen, dem generellen Neugeborenen-Hüftsonographiescreening zugeführt. Der Vergleich der falsch positiven und falsch negativen Ergebnisse sollte klären, ob das Neugeborenen-Hüfttrisikoscreening ein geeignetes Instrument zur frühen, postnatalen Diagnostik kongenitaler Hüftdysplasien darstellt.

2 Literatur

2.1 Definition

Im Sprachgebrauch befinden sich die Begriffe kongenitale und teratologische Hüftdysplasie. Letztere ist nicht Thema dieser Arbeit und bezeichnet Hüften, die sich im Rahmen von schwerwiegenden Grunderkrankungen wie beispielsweise der infantilen Zerebralparese, Arthrogrypose, Sakrumagenese oder Myelomeningozele entwickelt haben. Die kongenitale Hüftdysplasie oder -luxation entsteht aufgrund eines Reifungsdefizits. Bei der Dysplasie wird die Verknöcherung des Pfannenerkers durch eine Fehlstellung des Femurs in Adduktion verhindert [1, 2]. Die Luxation beschreibt die maximale Ausprägung der Dysplasie mit teilweisem oder vollständigem Austritt des Hüftkopfs aus der Pfanne [3].

2.2 Epidemiologie

Die kongenitale Hüftdysplasie ist die häufigste, angeborene Skeletterkrankung, deren Prävalenz in Mitteleuropa mit 2-4% [4-11] angegeben wird. Die Hüftgelenksluxation tritt mit 0,2-1% deutlich seltener auf [10, 12, 13]. Die Geschlechterverteilung bei der Dysplasie variiert von männlich : weiblich = 1 : 5 bis 1 : 9 [3, 4, 12, 14, 15], was von Dunn durch die bänderrelaxierende Wirkung der mütterlichen Hormone erklärt wird [16, 17]. Häufiger und schwerer betroffen ist das linke Hüftgelenk [9, 18, 19].

2.3 Ätiologie

Es werden endogen-genetische und exogen-mechanische Faktoren unterschieden. Je mehr Risikofaktoren zusammenspielen, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Hüftdysplasie. Bevorzugt betroffen sind Menschen mit weißer Hautfarbe, insbesondere die Bewohner osteuropäischer Länder wie Polen und Tschechien. Daneben existieren regionale Unterschiede mit gehäufterem Auftreten von Hüftdysplasien u. a. in Hessen, Westfalen und Sachsen („Dysplasienester) [8, 20, 21]. Bei Vorliegen einer positiven Familienanamnese kann in 12,5 bis 30% der Fälle eine Dysplasie nachgewiesen werden [4, 18, 22, 23]. Das Risiko an einer Hüftdysplasie zu leiden wird hierdurch laut Hundt um den Faktor 4,8 erhöht [24].

Literatur

Kulturspezifisch abweichende Wickel- und Tragetechniken beeinflussen ebenso die Häufigkeit der Hüftdysplasie. So begünstigt das in der Mongolei praktizierte, sogenannte „Pucken“, bei dem der Säugling mit gestreckten, adduzierten Beinen fest in ein Tuch gewickelt wird, das Auftreten einer Dysplasie. Dagegen wirkt das bei Naturvölkern in z.B. Afrika ausgeübte Tragen der Kinder in Hockstellung mit abgespreizten Beinchen protektiv.

Auch die Geburt aus Beckenendlage, welche bei 3-5% der Geburten auftritt [24-27], stellt einen bedeutenden Risikofaktor für die Entwicklung einer Hüftdysplasie dar. Der Anteil von Kindern mit Hüftdysplasie hierbei variiert in der Literatur von 12,4% bis 50% [16, 19, 23, 28]. Das Risiko an einer Dysplasie zu leiden wird laut Hundt um den Faktor 6,3 erhöht [20]. Ausgehend von der Beinhaltung und ihrer Lagebeziehung zum Rumpf unterscheidet man Varianten (s. Abbildung 1). Bei der häufigsten Form der Beckenendlage, der reinen Steißlage, befinden sich die Hüftgelenke in maximaler Flexion, die Knie sind durchgestreckt und die Beinchen nach oben geschlagen. Nur die reine Steißlage gilt als Risikofaktor für die Hüftdysplasie. [3, 29, 30]. Hierfür machen Yamamuros et al. den Zug des Hüftkopfs gegen den dorsalen Pfannenrand durch die synergistische Wirkung von ischiokruraler Muskulatur und M. iliopsoas verantwortlich [31]. Die Knieflexion bei BEL hingegen, die Steiß-Fuß-Lage in Sitz-Hock-Stellung, stellten sich als protektive Faktoren heraus [30].

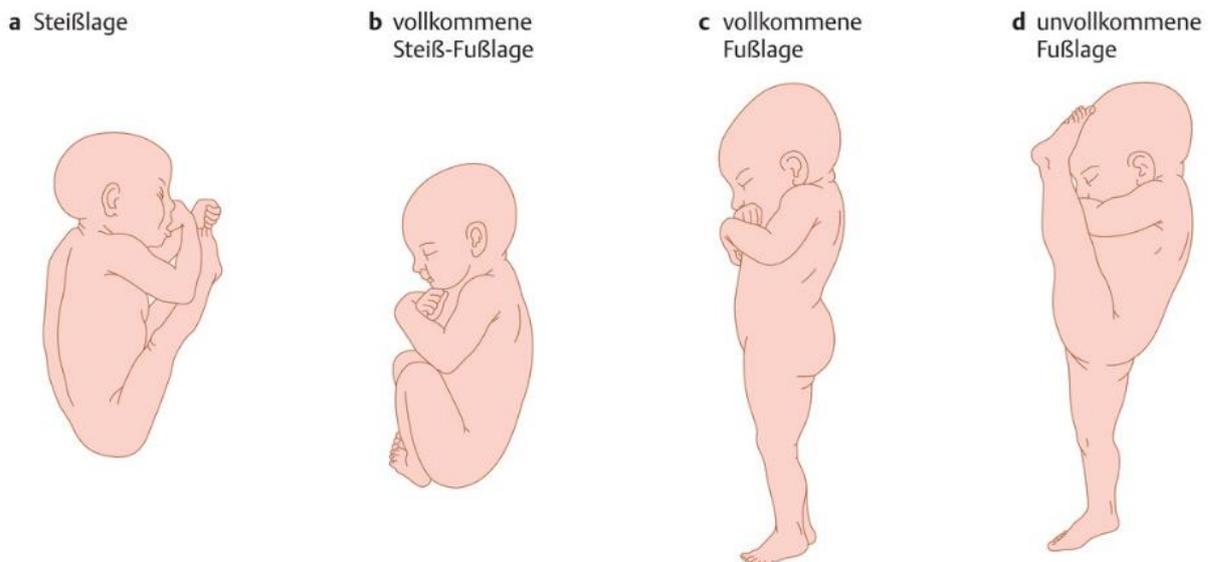


Abbildung 1: Varianten der Beckenendlage [32]

2.4 Entwicklung

Die frühe Entwicklung des Hüftgelenks ist zum Ende der 8. Embryonalwoche beendet [2]. Bis dahin bilden sich das Acetabulum, eine knorpelige Femuranlage, die Gelenkkapsel und -höhle. Überwiegend findet sich knorpelig-präformiertes Gewebe, welches ausgehend von den Ossifikationszentren am Epiphysenkern und am Trochanter major verknöchert. Die Ossifikation des Femurschafts ist am frühesten abgeschlossen (12. Schwangerschaftswoche), der Hüftkopfeiphysenkern lässt sich im 2. bis 8. Lebensmonat, der Kern des Trochanter major zwischen 2. und 7. Lebensjahr darstellen [2]. Bis zum Auftreten der Kerne „(...) am koxalen Femurende wird die Grenze zwischen knorpeligem und knöchernem Anteil als Knorpel-Knochen-Grenze bezeichnet.“ [2]. Entsprechende anatomische Landmarken stellt Abbildung 2 dar.

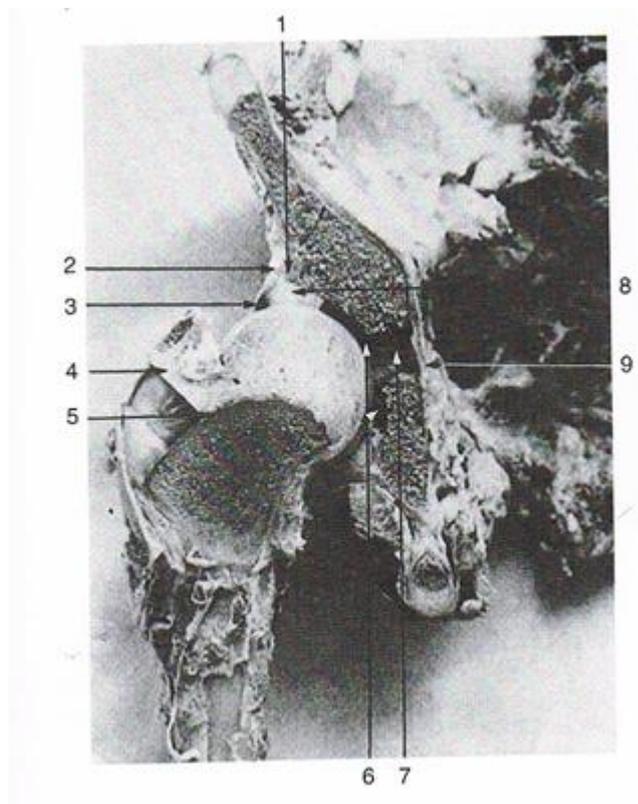


Abbildung 2: Schnittbildpräparat eines kindlichen Hüftgelenks: 1 knöcherner Pfannenerker, 2 Perichondrium des Darmbeins, 3 Labrum acetabulare, 4 Trochanter major, 5 Knorpel-Knochen-Grenze am koxalen Femurende, 6 Fossa acetabuli, 7 freipräparierte Y-Fuge, 8 knorpelig präformiertes Pfannendach, 9 Periost an Beckeninnenwand [2]

Die Betrachtung der von Tschauerer et al. erstellten Hüftreifungskurve ergibt einen Bereich der optimalen Hüftentwicklung. Dieser umfasst die ersten vier Lebenswochen, innerhalb derer das Ossifikationspotenzial der Hüftpfanne besonders hoch ist [33] (s. Abbildung 3). Bis zur 12. Lebenswoche flacht die Wachstumsgeschwindigkeit bereits

ab, ab der 16. Lebenswoche erfolgt das Größenwachstum von Hüftkopf und Pfanne proportional.

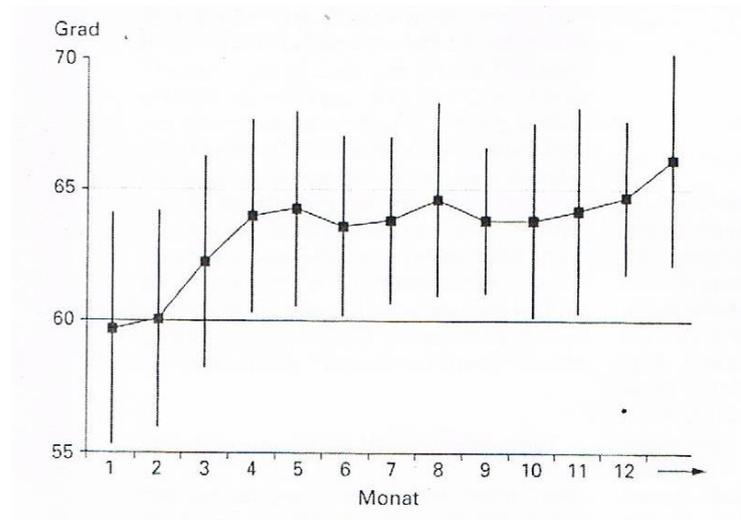


Abbildung 3: Hüftreifungskurve nach Tschauner [33]

2.5 Biomechanik

Das Wachstum des Hüftgelenks erfolgt nach dem Grundsatz „Form follows function“ [34]. Wirksam werden hierbei Schwer- und Muskelkräfte, die in Form von Kraftvektoren berechnet werden können [34]. Sie bedingen das appositionelle Wachstum und die metaphysenseitige Verknöcherung des Knorpels. Die Körperschwerkraft und alle Hüft-abduktoren werden durch die Kraftresultierende R_h dargestellt, sie wirkt auf das Hüftgelenk und die Epiphysenfuge. Die Wachstumsfuge des Trochanter major wird durch die Kraft R_t beeinflusst, welche von den dort ansetzenden Muskelgruppen, insb. auch den Kniestreckern, gebildet wird. Die Trochanterresultierende bestimmt die Neigung des Femurhalses und damit die Integrität des Hüftgelenks (s. Abbildung 4).

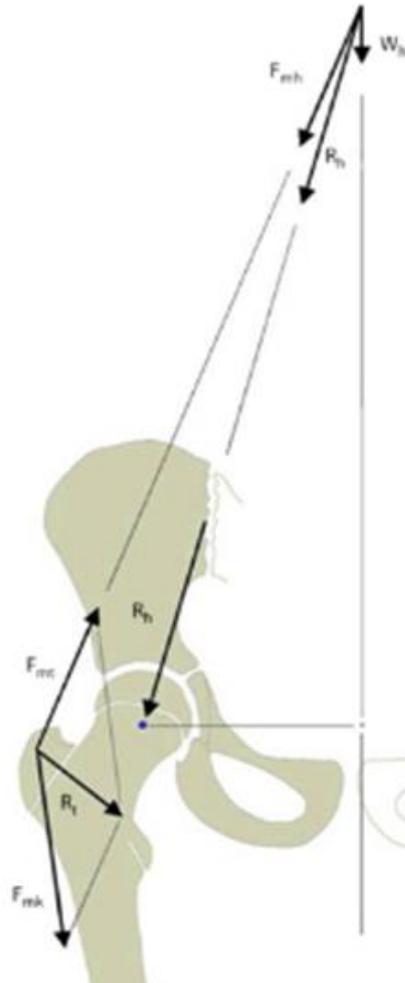


Abbildung 4: Biomechanisches Modell der Hüfte [1], $F_{mh} = F_{mt}$ Kraft der Hüftabduktoren, F_{mk} Kraft des Tractus iliotibialis und der Kniestrecker, R_h Kraftresultierende auf Hüftgelenk und Epiphysenfuge, R_t auf Wachstumsfuge des Trochanter major zentrierte Kraft

Damit das knorpelige Pfannendach verknöchern kann, muss -wie in Abbildung 4 dargestellt- die Resultierende (R_h) im rechten Winkel auf die Wachstumsfuge des Pfannendaches treffen. Wenn dies nicht zutrifft, kommt es zu einer gestörten oder sogar ausbleibenden Verknöcherung. Entsprechend wird das knorpelige Pfannendach nach kranial lateral verdrängt, die zurückgebliebene Verknöcherung des Pfannendachs bedingt eine Dezentrierung des Hüftkopfs bis hin zur Luxation [35].

2.6 Folgeschäden

Schätzungsweise 10% der aufgrund einer Coxarthrose implantierten Hüft-Totalendoprothesen resultieren aus einer nicht bzw. nicht ausreichend behandelten Hüft dysplasie [36]. Der Anteil bei Patienten vor dem 60. Lebensjahr soll sogar 29% betragen [37, 38]. Im Jahr 2016 wurden dem Endoprothesenregister Deutschland insgesamt 122.961 erstimplantierte Hüftendoprothesen gemeldet. Bei einem Anteil von 91%

Totalendoprothesen entspricht dies mehr als 11.000 Hüftendoprothesen, die wegen einer vorausgegangenen Dysplasie implantiert wurden [39]. Hieraus ergibt sich eine nicht unwesentliche sozialmedizinische Bedeutung, wenn man die Kosten für Arztkonsultationen, Rehabilitationsmaßnahmen, Medikamentenverschreibungen, operative Maßnahmen und Beratungen berücksichtigt.

2.7 Diagnostik

Da die Auswirkungen einer nicht behandelten Hüftdysplasie weitreichend sind und sie die häufigste angeborene Skelettmuskelerkrankung darstellt, kommt ihrer Erkennung durch geeignete diagnostische Verfahren eine herausragende Bedeutung zu.

2.7.1 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung ist ein unzuverlässiges Mittel zur Diagnose einer Hüftdysplasie. Mögliche Auffälligkeiten wie die Abspreizhemmung zeigen sich häufig erst bei einer vollständigen Luxation, wenn Bewegungseinschränkungen durch die sich verkürzende Hüftmuskulatur entstehen [40]. Während sich gesunde Hüften um 80-90° abduzieren lassen, führt eine vermehrte Anspannung der Hüftadduktoren bei dezentrierten Hüften zu einer Abspreizhemmung im Hüftgelenk [41]. Bei beidseitiger Dysplasie kann dieses Zeichen wegen fehlender Seitendifferenz jedoch übersehen werden [2]. Daneben kann das Roser-Ortolani-Zeichen Hinweise auf das Vorliegen einer Dysplasie liefern [3, 9]. Hierbei probt der Untersucher beim auf dem Rücken liegenden Säugling, ob der Hüftkopf unter Adduktion und Druck nach dorsal über den Pfannenrand hinausgeschoben werden kann. Den bei instabilen Gelenkverhältnissen hör- und spürbaren Klick, wenn der Hüftkopf zurück in die Pfanne springt, bezeichnet man als Ortolani-Zeichen oder Schnapp-Phänomen. Es tritt bei lockerer Gelenkkapsel, dysplastischen, als auch bei (sub-)luxierten Hüften auf [2, 42].

2.7.2 Sonographie

Als Goldstandard ist die von Graf eingeführte Sonographie des Hüftgelenks anzusehen. Sie ist eine reproduzierbare, schnell und einfach anzuwendende Methode, welche ohne Strahlenbelastung einhergeht [43].

Der Säugling wird auf der Seite liegend in einer hängemattenartigen Schale, die Strampeln verhindert, mit gebeugtem Hüftgelenk gelagert. Nun wird nach Auftragen des

Literatur

Untersuchungsgels der Schallkopf parallel und senkrecht zur Lagerungsschale auf den als Leitstruktur dienenden Trochanter major aufgesetzt. Der Untersucher schwenkt nun den Schallkopf, bis alle für die Beurteilung wichtigen anatomischen Strukturen (s. Abbildung 5) identifiziert sind [2]. Dazu gehören: Labrum acetabulare, der Unterrand des Os ilium und die senkrechte Darstellung des Os ilium vom Perichondrium-Periost-Übergang bis zum knöchernen Erker [9]. Sind diese Landmarken dargestellt, wird das Bild „eingefroren“ und ausgedruckt. In gleicher Weise wird das gegenseitige Hüftgelenk sonographisch abgetastet. Das standardisierte Protokoll verlangt die Aufzeichnung von zwei zeitversetzt angefertigten Sonogrammen. In eines davon müssen nach Abschluss der Untersuchung die Messlinien und Winkelaufzeichnungen eingezeichnet werden [44]. Da der Hüftkopf häufig noch aus hyalinem Knorpel besteht, welcher sonographisch echofrei ist, werden zur Beurteilung der Hüftgelenkreife der knöchernen Erker und das Labrum acetabulare herangezogen.

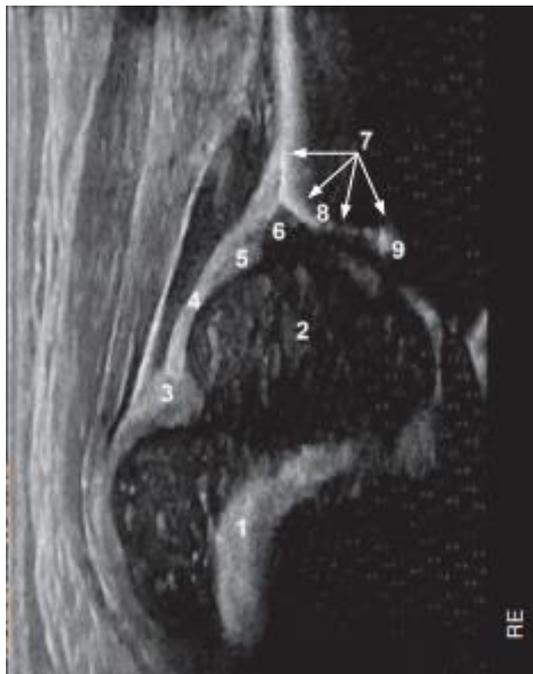


Abbildung 5: Identifizierung der anatomischen Strukturen: 1 Knorpel-Knochen-Grenze, 2 Hüftkopf, 3 Umschlagfalte der Gelenkkapsel, 4 Gelenkkapsel, 5 Labrum acetabulare, 6 knorpeliges Pfannendach, 7 Os ilium, 8 knöcherner Erker, 9 Unterrand des Os ilium [45]

Das wichtigste Kriterium zur Beurteilung der Reife der Hüfte ist der Knochenwinkel Alpha (s. Abbildung 6). Er beschreibt den Winkel zwischen der Grundlinie und der Pfannendachlinie und damit, wie gut der Hüftkopf überdacht ist. Die Pfannendachlinie ist die Linie, die vom Unterrand des Os ilium tangential an die knöchernen Pfanne führt. Die Grundlinie wird vom Z-Punkt, wo sich Echomuster von Perichondrium und Os ilium berühren, tangential an das Echo der Darmbeinsilhouette geschwenkt. Je größer der

Alpha-Winkel ist, desto besser ist der Hüftkopf überdacht und desto geringer ist die Luxationsgefahr. Neben dem Alphawinkel wurde auch der Knochendachwinkel Beta bestimmt: Er wird durch die oben beschriebene Grundlinie und die sog. Ausstellinie gebildet und ist ein Maß für die Güte der knorpeligen Überdachung. Die Ausstellinie verbindet den Umschlagpunkt, der den Übergang von Konkavität zu Konvexität der knöchernen Pfanne bezeichnet, mit der Mitte des Labrum acetabulare [45].

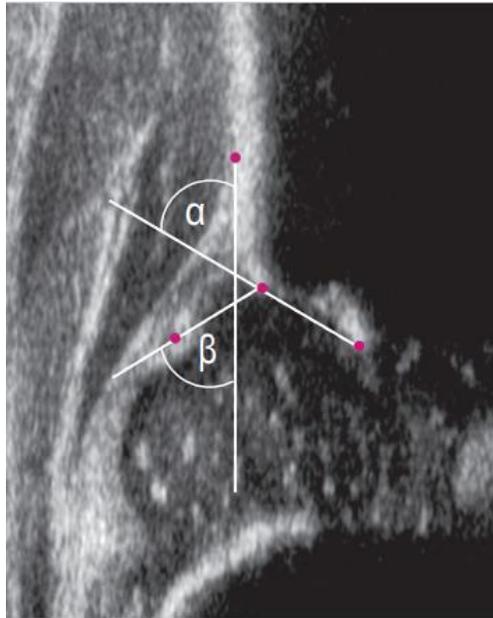


Abbildung 6: Alpha- und Beta-Winkel [45]

Die ausgemessenen Alpha-Winkel beider Hüften werden anschließend entsprechend der Einteilungstabelle nach Graf in vier Grundtypen kategorisiert. Typ Ia und Ib sind normal entwickelte, reife Hüften. Typ IIa ist eine noch unreife, aber nicht pathologisch von der Norm abweichende Hüfte, bei der die kommenden Wochen kontrolliert werden muss, ob sie spontan nachreift oder sogar dysplastisch wird. Ab Typ IIc spricht man von „gefährdeten Hüften“. Typ-III-Hüften sind bereits dezentriert, während Typ IIIa und IIIb beginnen zu luxieren. Typ IV entspricht einem Austritt des Hüftkopfs aus der Pfanne [44].

Dem Hüfttyp I nach Graf werden Hüftgelenke mit Alpha-Winkeln von mindestens 60° zugeteilt. Der Hüftkopf ist hierbei ausreichend und altersentsprechend knöchern überdacht. Als Typ II werden Hüften bezeichnet, bei denen Störungen der Ossifikation des Erkers vorliegen. Hierzu gehören Alpha-Winkel zwischen 50 bis 59°. Abhängig vom Säuglingsalter erfolgt eine Unterteilung in Typ IIa (jünger als zwölf Wochen) oder IIb (älter als zwölf Wochen), wobei letzterer der Ausschlusskriterien wegen in dieser Studie nicht vorkommt. Hüften vom Typ IIa werden in IIa (+) und IIa (-) unterteilt. Während

Literatur

erstgenannter eine physiologische Reifungsverzögerung ohne Krankheitswert beschreibt, besteht bei IIa(-)-Hüften bereits ein Reifungsdefizit.

Erreicht der Alphawinkel nur Werte von 43-49°, wird von einer „gefährdeten Hüfte“ gesprochen, welche dem Typ IIc entspricht. Der Erkerbereich ist hierbei rund bis flach, die knöcherne Formgebung nur mangelhaft, sodass die Gefahr einer Luxation besteht. Zur Differenzierung von Typ D muss hier der Beta-Winkel herangezogen werden (< 77° bei Typ IIc). Als instabil bezeichnet man den Typ IIc, wenn sich der Hüftkopf im sonographischen Stress-Test aus der Pfanne drängen lässt und dadurch Beta-Werte >77° gemessen werden können. Bestehen konstant, also ohne Durchführung eines Stress-Tests, Alpha-Winkel von 43-49° und Beta-Winkel größer 77°, wird das Hüftgelenk dem Typ D zugeteilt und als „Hüftgelenk am Dezentrieren“ bezeichnet.

Sind die Strukturen des Pfannendachs derart unzureichend ausgereift, dass der Hüftkopf aus der Pfanne herausgleitet und dabei das knorpelige Pfannendach nach kranial verdrängt, wird die Hüfte dem Typ III zugeordnet. Lässt sich der Knorpel sonographisch echogen darstellen, entspricht das dem seltenen Untertyp IIIb, ansonsten handelt es sich meist um Typ IIIa. Die Echogenität ist pathologisch und entspricht einer Diffusionsstörung des Knorpels durch Druckschädigung des subluxierten Hüftkopfes. Die schwerwiegendste Variante der dysplastischen Hüfte ist die dezentrierte, luxierte Hüfte des Typs IV, bei der das Knorpeldach zwischen Hüftkopf und Os ilium nach innen-unten gepresst wird. Als Hilfestellung zur Klassifikation nach Graf kann das Sonometer verwendet werden (s. Abbildung 7).

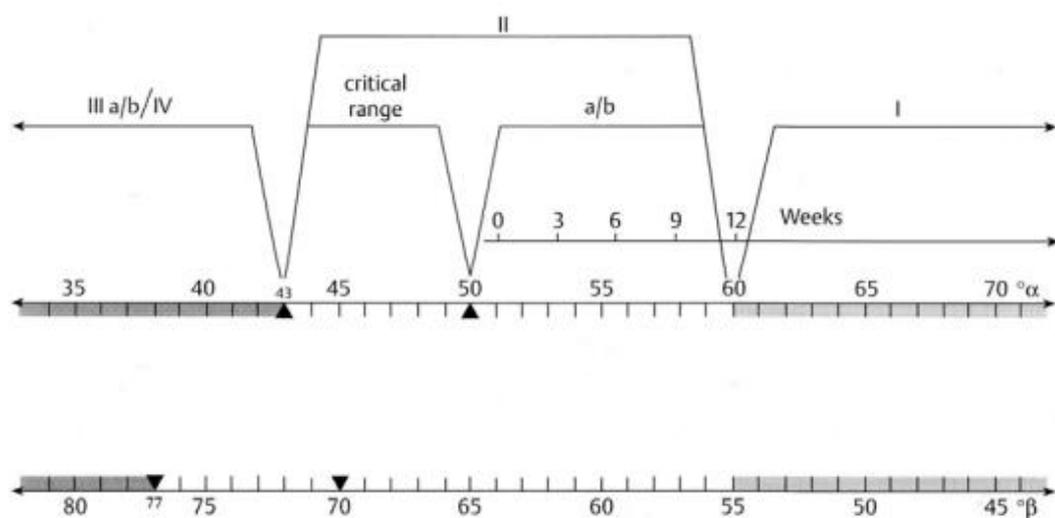


Abbildung 7: Sonometer: Lineare Anordnung von Alpha und gegenläufige Anordnung von Beta. Einteilung der Hüfttypen rechts Typ I, links dezentrierte Hüften, Typ IIIa und IV. In der Mitte Typ II

mit Unterteilung in Typ IIa und Typ IIb sowie Typ IIc. Zeitskala für Neugeborene: der Geburtstermin 0 steht Alpha 50/51° gegenüber. Die 12-Wochen-Grenze steht bei Alpha 60°. [2]

2.8 Therapie

Die Therapie orientiert sich an drei Grundprinzipien: Die Reposition (Rezentrierung), die Retention (die Stabilisierung in reponierter Position) und die Maturation (Nachreifung) [9]. Bei der Wahl der Therapiemöglichkeit sollten der Hüfttyp nach Graf, die Therapieeinsicht der Eltern und das Kindesalter bei Diagnosestellung berücksichtigt werden.

Die Nachreifung der pathologisch unreifen Hüfttypen IIa (-), IIb und der Typ IIc stabil kann durch eine Sitzhockorthese erreicht werden. Ein Beispiel hierfür ist die Tübinger Hüftbeugeschiene (s. Abbildung 8), welche durch Flexion von über 90° und Abduktion von 30-45° die Sitzhockstellung im Mutterleib („human position“) imitiert, wodurch eine zügige Verknöcherung des Pfannendachs erreicht wird [35]. Auch verschiedene Formen der Spreizhose kommen hier zur Anwendung.



Abbildung 8: Tübinger Hüftbeugeschiene [35]

Die Stabilisierung der Hüfttypen IIc instabil und D, bei denen der Hüftkopf bereits die Pfanne verlässt, gelingt durch stärker abgespreizte Retentionsorthesen, z.B. dem Sitzhockgips nach Fettweis oder der Pavlik-Bandage. Die Behandlung kann bei kurzfristigen sonographischen Kontrollen (innerhalb einer Woche) und ausreichender elterlicher Compliance ambulant erfolgen [40].

Die dezentrierten oder luxierten Hüften des Typs III oder IV müssen unter stationären Bedingungen manuell reponiert werden, wobei eine krankengymnastische Behandlung vorausgeht. Anschließend wird die Hüfte in reponierter Position durch einen

Sitzhockgips gehalten. Zu einer Nachreifungsothese, welche mehr Strampelbewegungen zulässt, kann nach ca. vier Wochen gewechselt werden [2].

Bei Erlernen des Laufens sollte eine radiologische Nachkontrolle erfolgen, welche der Detektion einer Hüftkopfnekrose oder von Restdysplasien dient [9]. Immerhin 1/3 der therapierten Kinder weisen als pathologisch zu wertende Acetabulumwinkel auf, von frühen Beckenosteotomien sollte jedoch in Hinblick auf die hohe Rate an Spontanbesserungen abgesehen werden. Hier sollten zunächst im Abstand von ein bis zwei Jahren erneute Kontrollen, bei weiterhin restdysplastischen Hüften eine Beckenosteotomie noch vor Schulbeginn durchgeführt werden. Bei unauffälligen Werten im Laufschulalter genügen bei Mädchen erneute Kontrollen im Alter von 9 und 13, bei Jungen im Alter von 10 und 14 Jahren.

2.9 Screening

Unter Screening versteht die „Union internationale contre le cancer“ die systematische Untersuchung beschwerdefreier Personen in großen Bevölkerungsgruppen [46]. Als Ziel definiert Morrison die Unterscheidung von Kranken und Gesunden [47]. Krankheit soll in einem frühen, möglicherweise latenten Stadium erkannt werden, um bessere Behandlungsergebnisse zu erzielen [48]. Bereits im Jahr 1968 definierten Wilson und Jungner Kriterien, welche bei Einsatz eines Screenings erfüllt sein sollten [49]: Wornach gesucht wird, sollte ein bedeutendes Gesundheitsproblem sein, für welches eine akzeptierte Behandlungsmethode vorliegt. Geeignete Tests oder entsprechende Untersuchungen sollten der Bevölkerung zuzumuten sein. Verständnis für die Entstehung und Entwicklung der Krankheit sollten bekannt. Geklärt sein muss, wer als betroffen bezeichnet wird. Im Idealfall hielten sich die Kosten für die Identifizierung der Betroffenen die Waage mit den nachfolgenden Behandlungskosten. Daneben sollte ein Screening nicht als eine einmalige Prozedur, sondern vielmehr als ein fortlaufender Prozess verstanden werden. Die genannten Kriterien gelten auch 50 Jahre nach ihrer Formulierung als „Goldstandard zur Bewertung von Screeningtests“ [50]. Andermann et al. nennen als abgewandelte Grundsätze u.a., dass die Effektivität des Screenings wissenschaftlich gesichert sein sollte. Betont wird in diesem Zusammenhang auch die Bedeutung der Qualitätskontrolle, welche auch bei routinemäßigem Einsatz höchste Qualität hervorbringen soll.

2.9.1 Hüftsonographiescreening

In Europa wird die Sonographie als Screeningmethode klar befürwortet [51-54], jedoch wurde stets über deren optimalen Zeitpunkt und die Durchführungsart diskutiert. Es stehen sich Verfechter des generellen U3-Hüftsonographiescreenings und des generellen Hüftsonographiescreenings beim Neugeborenen gegenüber.

2.9.2 Aktueller Standard: Selektives U2-Risikoscreening + Generelles U3-Hüftsonographiescreening

In Deutschland wurde zum 1. Januar 1996 ein selektives Hüftsonographiescreening von der kassenärztlichen Bundesvereinigung im Rahmen der Krankheitsfrüherkennung im Kindesalter eingeführt [55]. Die begleitende Leitlinie sah folgende Zweiteilung vor: Nur bei Vorliegen anamnestischer oder klinischer Risikofaktoren sollte bereits in der ersten Lebenswoche im Rahmen der U2 unverzüglich eine sonographische Untersuchung der Säuglingshüfte erfolgen (s. Abbildung 9). Kinder ohne entsprechende Risikofaktoren sollten erst in der 4. bis 5. Lebenswoche im Rahmen der U3 sonographiert werden (s. Abbildung 10). Zu den Risikofaktoren wurden eine Geburt aus Beckenendlage, das Auftreten einer Hüftgelenksdysplasie in der Familie, eine Hüftgelenksinstabilität oder Abspreizhemmung bei der klinischen Untersuchung gezählt.

Tabelle 1: Vorgehen im Neugeborenenalter unter Berücksichtigung des anamnestischen, klinischen und sonographischen Befundes						
Anamnestisches Risiko	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Instabilität und/oder Abspreizhemmung	-	-	-	+	+	+
Sonographie (alpha-Winkel in Grad)	>56°	51–56°	<51°	>56°	51–56°	<51°
(entspricht derzeit Hüfttyp nach Graf*)	Ia/b; IIa	IIa	IIc/g; D; IIIa/b; IV	Ia/b; IIa	IIa	IIc/g; D; IIIa/b; IV
Diagnostische/therapeutische Konsequenzen	Sonokontrolle U3	Sonokontrolle U3	Spreizbehandlung**; Sonokontrolle U3	Sonokontrolle U3	breitwickeln; Sonokontrolle U3	Spreizbehandlung**; Sonokontrolle U3
<p>* Die Abweichungen gegenüber den bei Graf (1993) genannten Winkelgrenzwerten ergeben sich aufgrund anderer statistischer Berechnungsmethoden.</p> <p>** Unter „Spreizbehandlung“ sind die dem Einzelfall angepassten therapeutischen Maßnahmen zu verstehen.</p>						

Abbildung 9: Vorgehen im Neugeborenenalter unter Berücksichtigung der anamnestischen, klinischen und sonographischen Befunde [55]

Tabelle 2: Vorgehen bei U3 unter Berücksichtigung des anamnestischen, klinischen und sonographischen Befundes								
Anamnestisches Risiko	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Instabilität	-	+/-	+/-	-	-	-	+	+
Abspreizhemmung	-	-	-	+	+	+	+	+
Sonographie (alpha-Winkel in Grad)	>56°	51-56°	<51°	>56°	51-56°	<51°	51-56°	<51°
(entspricht derzeit Hüfttyp nach Graf*)	Ia/b; IIa	IIa	IIc/g; D; IIIa/b; IV	Ia/b; IIa	IIa	IIc/g; D; IIIa/b; IV	IIa	IIc/g; D; IIIa/b; IV
Diagnostische/therapeutische Konsequenzen	keine	breitwickeln; Sonokontrolle nach 4 Wochen	Spreizbehandlung**	Sonokontrolle nach 4 Wochen	breitwickeln; Sonokontrolle nach 4 Wochen	Spreizbehandlung**	breitwickeln; Sonokontrolle nach 4 Wochen	Spreizbehandlung**
<p>* Die Abweichungen gegenüber den bei Graf (1993) genannten Winkelgrenzwerten ergeben sich aufgrund anderer statistischer Berechnungsmethoden.</p> <p>** Unter „Spreizbehandlung“ sind die dem Einzelfall angepassten therapeutischen Maßnahmen zu verstehen.</p>								

Abbildung 10: Vorgehen bei U3 unter Berücksichtigung des anamnestische, klinischen und sonographischen Befundes [55]

Dieses Vorgehen stellte einen Kompromiss dar, da ein in der Neugeborenenphase als unauffällig eingestuftes Kind mit sog. klinisch stummer Dysplasie erst im Rahmen der U3 erkannt, jedoch zumindest noch vor der sechsten Lebenswoche entsprechender Therapie zugeführt werden kann. Daneben sei zum Zeitpunkt der U3 der hohe Anteil kontrollbedürftiger IIa-Hüften (15-35% [56]) in 90% der Fälle zur gesunden Hüfte nachgereift [36, 57-59], die Zahl der IIa-Hüften auf 1-5% gesunken [56].

Die grundsätzliche Überlegenheit eines sonographischen Hüftscreenings gegenüber einem rein klinischen Screening wurde durch zahlreiche Studien belegt [4, 53, 60, 61]. Dass ein rein klinisches Screening keine Senkung der Operationsrate erzielen konnte und nur wenig besser als gar kein Screening war, belegte bereits die Studie von Godward und Dezateux [62]. Die Rate an operativen Eingriffen war dagegen nach Einführung des sonographischen Screenings deutlich rückläufig [28, 56, 63-68]. Betrug die Rate operativer Eingriffe in der Studie von Kries et al. 1,24/1000 Geburten während

des rein klinischen Screenings, sank sie nach Einführung der Hüftsonographie auf 0,26/1000 Geburten [66]. Die Behandlungsrate sei um 52% gesenkt worden [69]. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Grill et al. (Senkung um 50%) [36] und Tschauner et al., dessen Daten eine Abnahme der Rate offener Repositionen von 11,3% gegenüber 1,1% erbrachten [8]. Auch die Rate an Hüftkopfnekrosen, die schwerwiegendste Komplikation bei der Behandlung der Hüftdysplasie, konnte von 9,2% auf Null gesenkt werden [14, 60, 70]. Durch die früher mögliche Diagnose mit entsprechend weniger invasiven Eingriffen wurden auch die Behandlungskosten reduziert: Laut Thaler et al. sanken die Behandlungskosten in Österreich von 410.000€ (im Zeitraum von 1978 bis 1982, rein klinisches Screening) auf 117.000€ (1993 bis 1997, sonographisches Screening) [71]. Ungeachtet dieser Studien stellt Europa mit der Sonographie als Screeningmethode eine Ausnahme dar, während das lediglich klinische Screening weltweit, u.a. in den USA, als Standard gilt [19]. Der Erfolg des Risikoscreenings hängt jedoch, da die Teilnahme an der U3 in Bayern, Sachsen-Anhalt, Baden-Württemberg nicht verpflichtend ist, stark von der Mitarbeit der Eltern und der rechtzeitigen Vorstellung der Kinder ab. 1996 hatten nur 33% des Jahrgangs an der U3 teilgenommen [72]. Laut Kries et al: wurden nur 68% der Kinder mit später notwendiger offener/geschlossener Reposition bzw. Osteotomie zeitgerecht untersucht, 14% verspätet (nach 6. Woche), 18% gar nicht untersucht [66]. Ähnliche Ergebnisse fanden sich bei Ihme et al. mit 66% zeitgerecht, 13,1% verspätet und 16,6% gar nicht untersuchten Kindern. Dem könnte durch ein generelles Hüftsonographiescreening postnatal entgegengewirkt werden.

2.9.3 Generelles Neugeborenenhüftsonographiescreening

Das generelle Neugeborenenhüftsonographiescreening in der Methode nach Graf sieht vor, alle Säuglinge zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten zu sonographieren: Das erste Mal unabhängig vom Vorliegen von Risikofaktoren innerhalb der ersten Lebenswoche, das zweite Mal in der sechsten bis achten Lebenswoche [73]. In Tschechien wird darüberhinaus ein drittes Mal in der 12. bis 16. Lebenswoche sonographiert [56].

Für eine Sonographie bereits in der ersten Lebenswoche spricht die hierbei mögliche Diagnosestellung zum frühestmöglichen Zeitpunkt. In Hinblick auf die Hüftreifungskurve von Graf und Tschauner [33] besteht dann die höchste Chance auf eine anatomische Heilung mit konservativen Methoden [56, 74]. Nach Graf gelang in 100% der

Fälle eine anatomische Heilung bei Therapiebeginn vor der sechsten Woche. Bei Therapiebeginn nach der 6. Woche bekamen 8% der Kinder eine Restdysplasie vom Typ IIb [56]. Klapsch et al. wiesen sogar schon bei Therapiebeginn ab der 4. Lebenswoche pathologische Hüftgelenksituationen nach, während es bei frühestmöglichem Beginn zur unauffälligen Ausheilung kam [75]. Das durchschnittliche Untersuchungsalter während der U3 liegt jedoch bei 5,5 Wochen [76].

Mittels Frühestdiagnose kann die Behandlung sogar innerhalb des exponentiellen Bereichs der Hüfttreifungskurve abgeschlossen werden, wie Seidl et al. zeigten. Alle 49 in der ersten Lebenswoche diagnostizierten Hüftdysplasien konnten innerhalb der ersten drei Lebensmonate therapiert werden [77]. Während sich eine in der ersten Lebenswoche begonnene Behandlung einer dysplastischen Hüfte über einen Zeitraum von ca. 1,16 Monaten erstreckt, kann im Alter von 3-4 Monaten schon mit 2,9 Monaten Behandlungsdauer gerechnet werden [78]. Auch die Invasivität der Behandlung verändert sich: In der Untersuchung von Klapsch et al. konnten alle Kinder, deren Therapie innerhalb der ersten vier Lebenswochen startete, konservativ behandelt werden [75]. Sogar Hüften vom Typ IIc instabil, III und D konnten, vorausgesetzt der Hüftkopf stand noch in Kontakt mit der Hüftpfanne, mit einer Tübinger Hüftbeugeschiene behandelt werden [77]. Auch Schilt et al. zeigen, dass bereits im Verlauf der ersten Lebenswochen die Möglichkeit einer manuellen Reposition geringer wurde: Bei der Hälfte der Kinder im Alter von 4-5 Wochen konnte sie nicht mehr durchgeführt werden, während sie in 100% der in der ersten Lebenswoche entdeckten Dysplasie möglich war [11]. Dies dürfte auch der Grund gewesen sein, warum in einer Studie von Niethard et al. für 667 Kinder ein Jahr nach Einführung des Hüfttrisikoscreenings keine ambulante Behandlung mehr möglich war. Sie wurden nach der 10. Lebenswoche stationär zur Therapie einer Hüftluxation aufgenommen [76]. Mit zunehmender Komplexität der Behandlungsmethode stiegen laut Klapsch et al. auch die aufzuwendenden Kosten: Sie waren in der Gruppe der Frühestbehandelten (bis zum Ende der 4. Lebenswoche) am niedrigsten. Zusammen mit den Screeningkosten machten sie nur 60% der alleinigen Therapiekosten für den Vergleichszeitraum (Vor-Screening-Ära) aus [75]. Die mehrwöchige stationäre Aufnahme zur Therapie einer Hüftluxation von nur einem Säugling aus 1000 beträgt mehr als 10% der restlichen Kosten für Screening und Therapie (inclusive Nachkontrollen) [11]. Dem Argument, die generelle Sonographie bei der U2 führe zur Übertherapie, begegneten Tönnis et al: Sie zeigten, wie wichtig die sonographische Kontrolle unreifer Typ II-Hüften sei, die zwar ausreifen können, sich aber in

8,9% verschlechterten, in immerhin 1% von Typ IIa Hüften bei Geburt zu Typ IIc [4]. Auch Grill et al. belegten, dass sich von dem hohen Anteil an IIa-Hüften ca. 10% innerhalb der ersten Lebenswochen zu einer IIb-Hüfte bzw. 0,3% sogar weiter verschlechtern [36]. Ein ähnliches Ergebnis erhielten Schüle et al. mit 11,3% bzw. Deimel et al. mit 14% der Typ IIa-Hüften, die in einen pathologischen Hüfttyp IIb übergingen [15, 79]. Daneben wurde in unterschiedlichen Studien beobachtet, dass Hüften von Typ IIc oder schlechter nahezu immer zur Verschlechterung tendieren [11, 63, 79]. Auch vom ökonomischen Aspekt her konnte gezeigt werden, dass das generelle Sonographiescreening zur U2 hinsichtlich der Nachkontrollen der IIa-Hüfttypen keineswegs kostenaufwendiger ist als das zweigeteilte Risikoscreening. Während das generelle Screening pro 100 Neugeborenen 129,6 Hüftuntersuchungen benötigte, waren für das Screening, wie es die Leitlinie von 1996 vorsieht, 144,4 Sonographien notwendig [11]. Hier waren jedoch noch nicht die Säuglinge eingerechnet, für die die Leitlinie bei klinischer Abspreizhemmung eine Nachkontrolle vorsah, obwohl ein beidseits ausgereifter Hüft-Typ I vorlag. Ein Argument für das generelle Screening zur U2 ist daneben, die Sicherheit im Umgang mit der Hüftsonographie und die Ausbildungsmöglichkeit der angehenden Fachärzte an den Kliniken zu gewährleisten [76]. Die Qualität der Ausbildung habe laut Dr. med Hans Dieter Matthiessen seit der Integration der Sonographieausbildung in die Facharztausbildung deutlich nachgelassen. Allein 2007 entzog die Kassenärztliche Vereinigung Westfalen-Lippe, bei der er gutachterlich tätig ist, 43,7% der Geprüften zur Säuglingshüfte die Zulassung für die Untersuchung wegen gravierender Qualitätsdefizite. Laut Jahresbericht 2008 konnten nur 39,5% der Ärzte, die die Hüftsonographie abrechnen dürfen, eine sachgerechte Qualität nachweisen [80]. Ein Problem, das wohl bereits vor Einführung der Leitlinie 1996 vorausgesehen worden war. Hier wurde darauf gedrängt, dass „(...) zur Aufrechterhaltung von ausreichenden Kapazitäten für die ärztliche Weiterbildung und die qualitative Weiterbildung auf dem bildgebenden Sektor (...) die Durchführung von Routineuntersuchungen aller Neugeborenen in den geburtshilflichen Abteilungen auch in den Universitätskliniken und Schwerpunktkrankenhäusern sichergestellt werden muss (...)“ [55]. Zwar führten laut Peterlein und Kollegen im Jahr 2014 immerhin noch 16 von 33 befragten, deutschen Universitätskliniken das generelle Ultraschallscreening durch, 25,8% boten dasselbe jedoch nicht an [81].

Literatur

Insgesamt kann die bereits zur U2 durchgeführte Sonographie exzellente Behandlungsergebnisse in geringer Zeit mit geringstem Therapie- und Kostenaufwand erzielen.

3 Material und Methoden

3.1 Patientenkollektiv

In die Studie eingeschlossen wurden alle im Zeitraum vom 01.02.2013 bis 01.02.2014 in der neonatologischen Abteilung in Großhadern geborenen Neugeborenen, die das Neugeborenenrisikoscreening und das zusätzlich durchgeführte Hüftsonographiescreening erhielten. Die Neugeborenen wurden an jeweils zwei Terminen wöchentlich von zwanzig Ärzten der orthopädischen Abteilung auf der Wöchnerinnenstation untersucht. Die Eltern wurden in einem an sie ausgehändigten Informationsblatt darüber aufgeklärt, dass im Rahmen der Studie keine andersartigen Risiken als bei Nicht-Einschluss auftraten (s. Anhang). Ausgeschlossen wurden Patienten, die bei der hüftsonographischen Untersuchung älter als zehn Tage waren. Auch die Daten von vor der 37. Schwangerschaftswoche geborenen Säuglingen wurden nicht verwendet. Auf diese Weise konnten nach Erlaubniserteilung der Ethikkommission die Daten von insgesamt 1362 Patienten erfasst werden. Davon wurden 217 Datensätze ausgeschlossen, sodass letztlich die Daten von 1145 Säuglingen in die Auswertung eingingen.

3.2 Datenerhebung

Es handelte sich um eine retrospektive Studie. Die vorliegenden Daten wurden aus dem seit 1984 an der neonatologischen Abteilung (I10) verwendeten Erfassungsbogen „Ultraschalluntersuchung der Säuglingshüfte“ (s. Anhang) und dem Neugeborenen-Verlegungsbericht der Abteilung für Frauenheilkunde und Geburtshilfe bezogen. Aus dem orthopädischen Dokumentationsbogen wurden anamnestische Angaben der Eltern zu Geburtslage und Familienanamnese, daneben die Befunde der klinischen und sonographischen Hüftuntersuchung bezogen. Auch Untersuchungsdatum und Alter der Patienten zum Untersuchungszeitpunkt wurden erfasst. Aus dem Neugeborenen-Verlegungsbericht der Geburtsabteilung konnten die Angaben zu Schwangerschaftswoche bei Geburt des Patienten und die von den Hebammen bzw. Ärzten dokumentierte Geburtslage (Beckenendlage bzw. Geburt aus anderer Lage) bezogen werden.

3.2.1 Anamnese

Die Anamnese wurde anhand des seit 1984 in der Kinderorthopädie etablierten Bogens „Sonographie der Säuglingshüfte“ erhoben. Die elterlichen Angaben zu Geburtslage und Familienanamnese wurden dokumentiert. Handschriftlich wurde vom Untersucher bei positiver Familienanamnese ergänzt, wer (Vater, Mutter, leibliche Geschwister, Großeltern, nähere Verwandte), wie behandelt wurde (Spreizhose, Gips, stationäre Behandlung, Hüftoperation im frühen oder mittleren Lebensalter). Als sicheres Kriterium für das Vorliegen einer Hüftdysplasie in der Familie wurde eine Therapie mittels Spreizhose, aber auch mittels Alternativen, wie z. B. Gips oder Schiene, gewertet. Angaben wie „fragliche Hüftdysplasie“ oder „breit gewickelt“ wurden als negative Familienanamnese erfasst.

Konnten seitens der Eltern keine Angaben gemacht werden, ob in der Familie bereits Hüftdysplasien aufgetreten waren, wurde dies als „999 = fehlende Angabe“ codiert, in der Auswertung jedoch gleichgesetzt mit einer negativen Familienanamnese. Schließlich kann davon ausgegangen werden, dass sich bei Vorhandensein einer Hüftdysplasie in der Familie die Mehrheit der Befragten an die einprägsame Therapie mittels Spreizhose erinnern würde. Konnten keine Informationen zur Familienanamnese wegen Abwesenheit der Eltern gewonnen werden, wurde dieser Datensatz weder als negativ noch als positive Familienanamnese gewertet, sondern blieb bei der Analyse der Familienanamnese unberücksichtigt. Bei Sprachschwierigkeiten erfolgte die Wertung der fehlenden Angabe als negative Familienanamnese nach dem Prinzip des „majority voting“. Hierbei unterstellt man, dass sich der Patient genauso verhält wie die Mehrheit der Patienten mit gültigen Angaben. In der vorliegenden Arbeit wurde von der Mehrheit der Eltern eine negative Familienanamnese angegeben, sodass es bei Eltern mit Sprachproblemen vermutlich nicht anders gewesen wäre.

3.2.2 Klinische Untersuchung

Anschließend folgte die klinische Untersuchung der kindlichen Hüfte. Die Befundvarianten Normalbefund, Instabilität, Luxierbarkeit, bestehende Luxation oder Abspreizhemmung der kindlichen Hüfte wurden seitengesondert (rechte Hüfte, linke Hüfte) erfasst. Untersucht wurde, ob eine Abspreizhemmung oder das Ortolanzeichen vorlagen. Hatten die untersuchenden Ärzte die Ergebnisse der klinischen Untersuchung nicht in den Dokumentationsbogen eingetragen, so wurde der Schluss gezogen, dass bei Vorliegen von klinischen Auffälligkeiten jeder Arzt an das schriftliche Festhalten

derselben gedacht hätte. Fehlten hier Angaben, so wurde dies zwar als „999 = fehlende Angaben“ codiert, jedoch als unauffällige Untersuchung ausgewertet.

3.2.3 Sonographische Untersuchung

Bei der anschließend folgenden Hüftsonographie wurde ein 7,5-MHz-Schallkopf verwendet. Alle Kinder wurden nach dem von Graf eingeführten, standardisierten Protokoll der Ultraschalluntersuchung und -befundung untersucht [2]. Erhoben wurden die Messungen der Alphawinkel der jeweils rechten und der linken Hüfte und ihre entsprechende Einteilung in die Klassifizierung der Säuglingshüfte nach Graf (Ia/b, IIa (+), IIa (-), IIb, IIc stabil, IIc instabil, D, IIIa, IIIb, IV). Erfasst wurde daneben die Diagnose des Untersuchers abhängig vom Sonographiebefund (physiologische Hüftreife, physiologische Unreife, Dysplasie, Luxation). Alle Kinder mit den Hüfttypen IIa (-), IIc, D, III und IV wurden ein zweites Mal von Fachärzten in der Kinderambulanz klinisch untersucht, nochmals sonographiert, um falsch positive Fehlbestimmungen zu vermeiden.

3.3 Statistische Methoden

Die statistischen Auswertungen wurden mit Hilfe von SPSS für Windows, Version 22.0 (SPSS Inc., U.S.A.) durchgeführt. Die Darstellung der metrischen Variablen erfolgte als Mittelwerte und Mediane, während die Streumaße als Standardabweichungen und Quartile angegeben wurden. Die kategorisierten bzw. nominalen Daten wurden als absolute und relative Häufigkeit angegeben. Der Vergleich der Befunde des Screeningtests und der Diagnose Dysplasie wurde mit Hilfe des modifizierten Chi-Quadrat-Tests nach Mc-Nemar durchgeführt.

Die erstellten ROC-Kurven (Receiver Operating Characteristic) dienen der Abbildung des Einflusses der Sensitivität und Spezifität, wobei die Sensitivität gegen den Komplementärwert der Spezifität zu 1 dargestellt wurde. Fehlte einem diagnostischen Wert jegliche Vorhersagekraft, resultierte eine Diagonale. Der Vorhersagewert des Tests war umso größer, je bauchiger sich die ROC-Kurve darstellte. Die Vorhersagekraft kann anhand der Fläche unterhalb der ROC-Kurve gemessen werden. Sie liegt bei einem Test ohne Vorhersagekraft bei 0,5, bei sehr guter Vorhersagekraft bei 1.

Zur multivariaten Analyse wurde die binäre logistische Regression mit Vorwärtseinschluß unter Anwendung des Likelihood-Ratio-Kriteriums (Einschluss p-Wert $\leq 0,05$; Ausschluss p-Wert $> 0,1$) durchgeführt. Bei allen erfolgten Tests wurde eine

Material und Methoden

zweiseitige Signifikanzüberprüfung, wobei für alle statistischen Tests ein p-Wert $< 0,05$ als statistisch signifikant angesehen wurde, durchgeführt. Die Erstellung der Grafiken erfolgte ebenfalls mithilfe SPSS. Die Boxplots dienen der Darstellung der Mediane und Quartilsabstände. Während in den Boxen der Median sowie die 25.-75. Perzentile demonstriert werden, stimmen die T-Balken mit dem kleinsten und größten Wert überein, solange diese keinen Ausreißern bzw. Extremwerten entsprechen. Während Ausreißer Werte beschreiben, die zwischen $1\frac{1}{2}$ - 3 Boxlängen außerhalb der Box gemessen wurden, werden Werte, die sich mehr als 3 Boxlängen außerhalb der Box befinden, als Extremwerte betitelt. Erstgenannte werden als Kreise aufgetragen, zweite als Kreuze.

Die grafische Darstellung nominaler Daten erfolgte mittels Balkendiagrammen. Die Darstellung der Verteilung von Variablen erfolgte in Histogrammen, während die Häufigkeiten von Parametern in Kreisdiagrammen veranschaulicht wurde.

4 Ergebnisse

4.1 Deskriptive Statistik

4.1.1 Geschlechtsverteilung

Bei 1145 Säuglingen, die in die Auswertung eingingen, war das Geschlechterverhältnis nahezu ausgeglichen mit 570 weiblichen (49,8%) und 575 männlichen (50,3%) Patienten.

Tabelle 1: Geschlechtsverteilung

	Häufigkeit	Prozent
männlich	575	50,2
Weiblich	570	49,8
Gesamt	1145	100,0

4.1.2 Gewicht

Von allen 1145 in die Studie aufgenommenen Patienten konnte das Gewicht ermittelt werden. Der Mittelwert lag bei 3300,65, der Median bei 3310,00g (Standardabweichung 475,855). Das Gewicht betrug minimal 1755g, maximal 5160g (vgl. Abbildung 11).

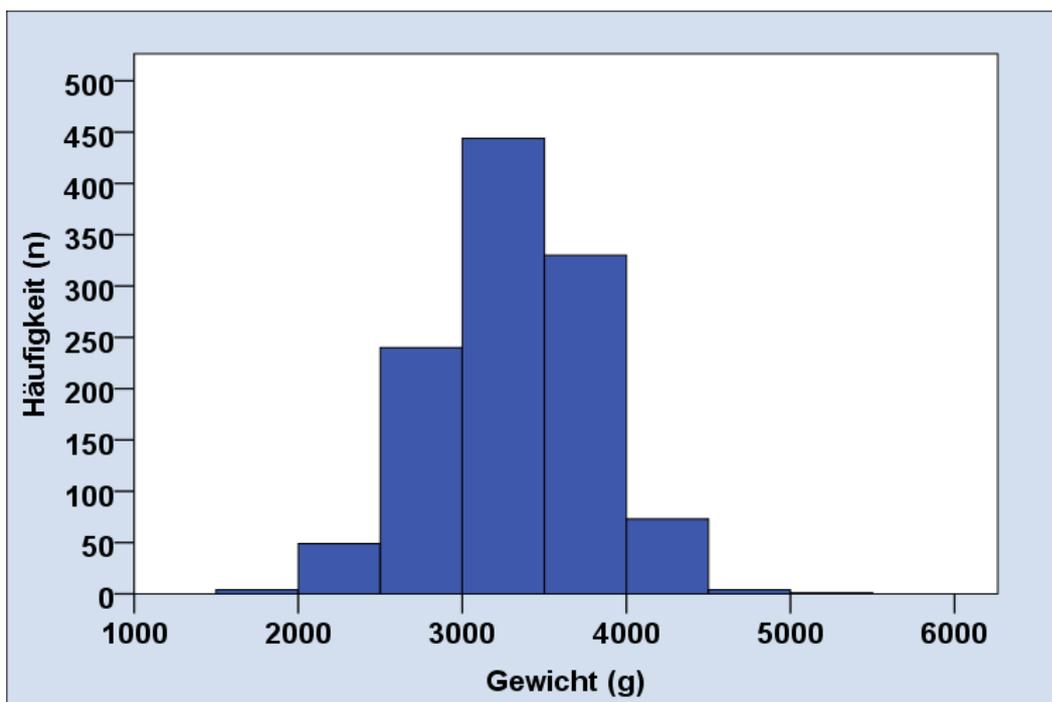


Abbildung 11: Geburtsgewicht in den untersuchten Kategorien [g]

4.1.3 Alter bei Kindervorsorgeuntersuchung U2

Das Alter bei der Vorsorgeuntersuchung U2 konnte bei 1107 Patienten erhoben werden, bei 38 Säuglingen fehlte diese Information. Der Mittelwert lag bei 2,26, der Median bei 2,0 Tagen (Standardabweichung 1,211). Das minimale Alter bei Untersuchung betrug 1 Tag, das maximale 10 Tage (vgl. Abbildung 12).

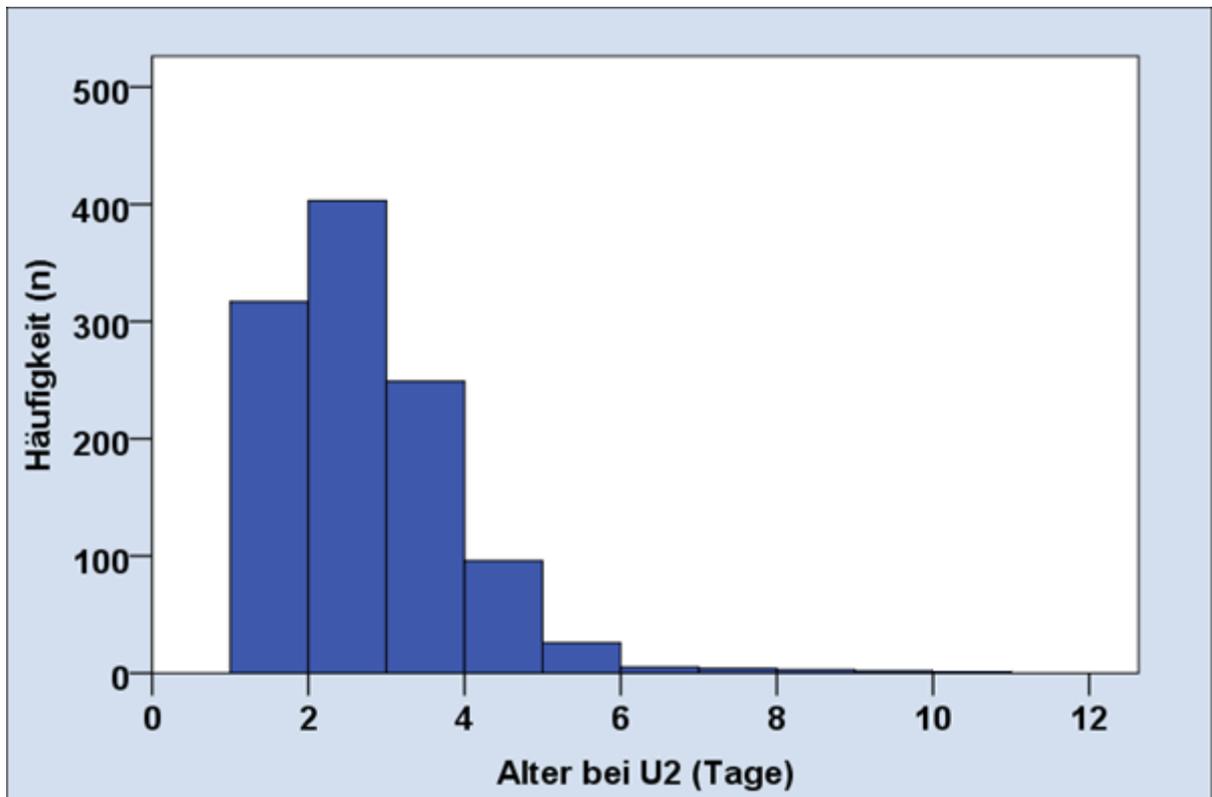


Abbildung 12: Alter bei U2 [Tage]

4.1.4 Alter bei Geburt

Das Alter bei Geburt konnte bei allen 1145 Säuglingen erhoben werden. Der Mittelwert betrug hierbei 39,307, der Median 39,286 Schwangerschaftswochen (Standardabweichung 1,1345). Das Maximum lag bei 42,1, das Minimum bei 37,0 Schwangerschaftswochen (vgl. Abbildung 13).

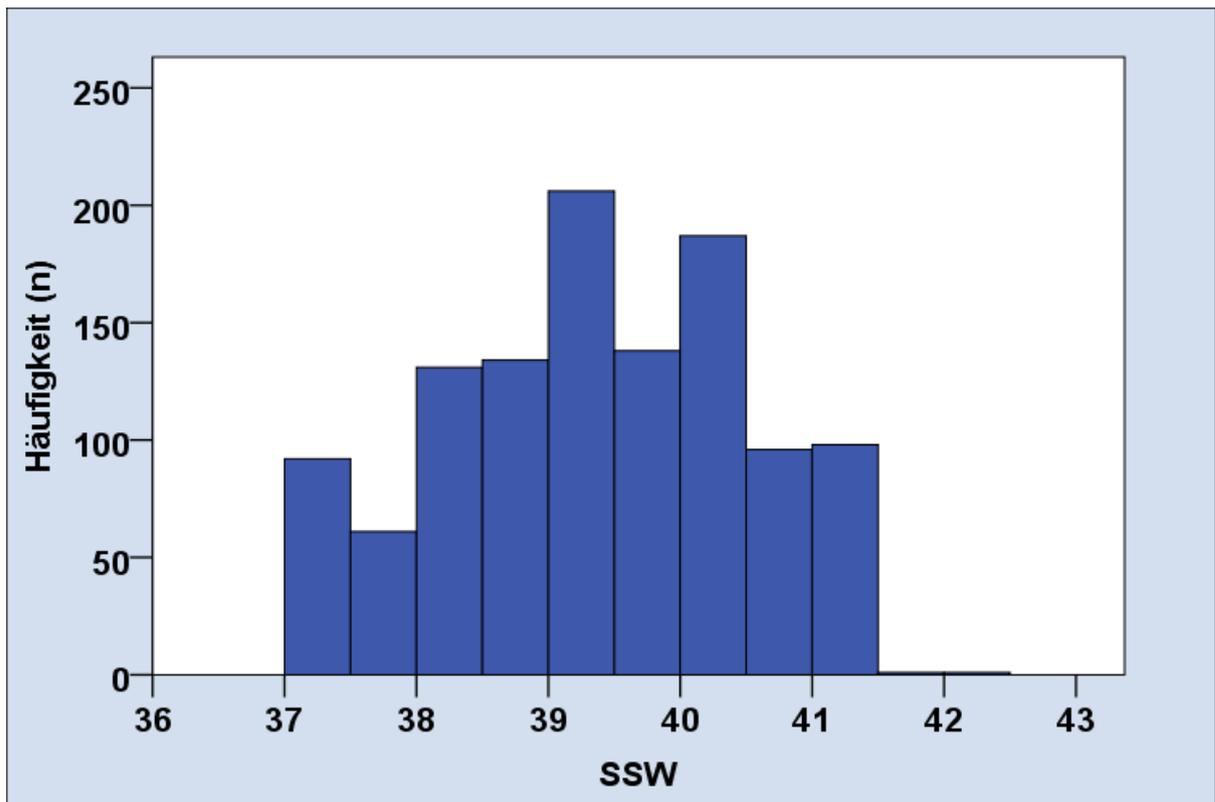


Abbildung 13: Häufigkeitsangaben des Kindesalters bei Geburt [Schwangerschaftswochen]

4.1.5 Geburtsmodus

Der Geburtsmodus war bei allen in die Studie eingeschlossenen Patienten dokumentiert. Abbildung 14 zeigt die Verteilungen: 613 Säuglinge wurden spontan geboren (53,5%). Bei immerhin 397 Geburten erfolgte eine Sectio caesarea. Den geringsten Anteil hatten die bei 135 Kindern vorgenommenen Vakuumextraktionen.

Ergebnisse

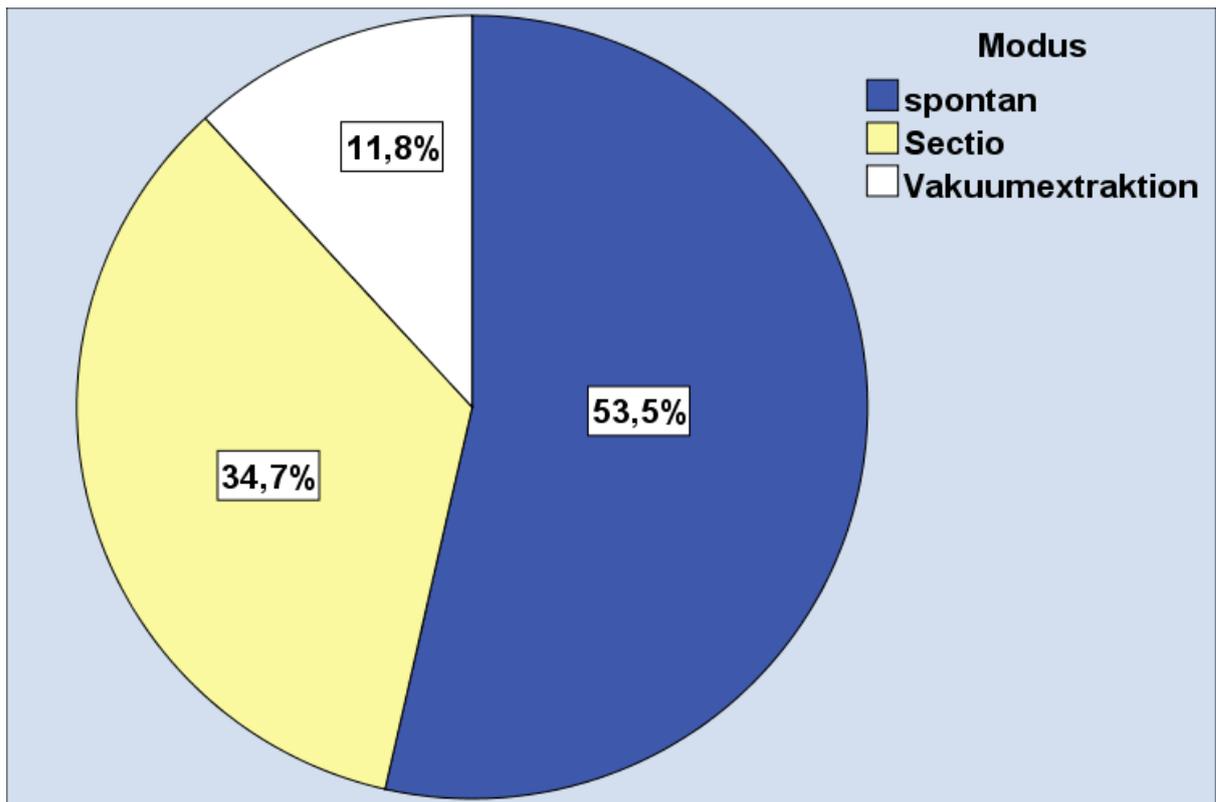


Abbildung 14: Häufigkeitsangaben zum Geburtsmodus

4.1.6 Geburtslage

Abbildung 15 veranschaulicht die Häufigkeiten der jeweiligen Geburtslagen unter 1143 Säuglingen. Lediglich bei zwei Datensätzen fehlte im Geburtenprotokoll die Angabe der Geburtslage. Die größte Gruppe bildeten die 1063 aus Schädellage geborenen Kinder (93%). Bei 58 Kindern war die reine Beckenendlage, bei 9 bzw. 3 Kindern die vollkommene bzw. unvollkommene Fußlage, bei 5 Kindern die vollkommene Steiß-Fuß-Lage dokumentiert. Die Prävalenz der Beckenendlage betrug somit insgesamt 6,6%. In 5 Fällen lag eine Querlage vor.

Ergebnisse

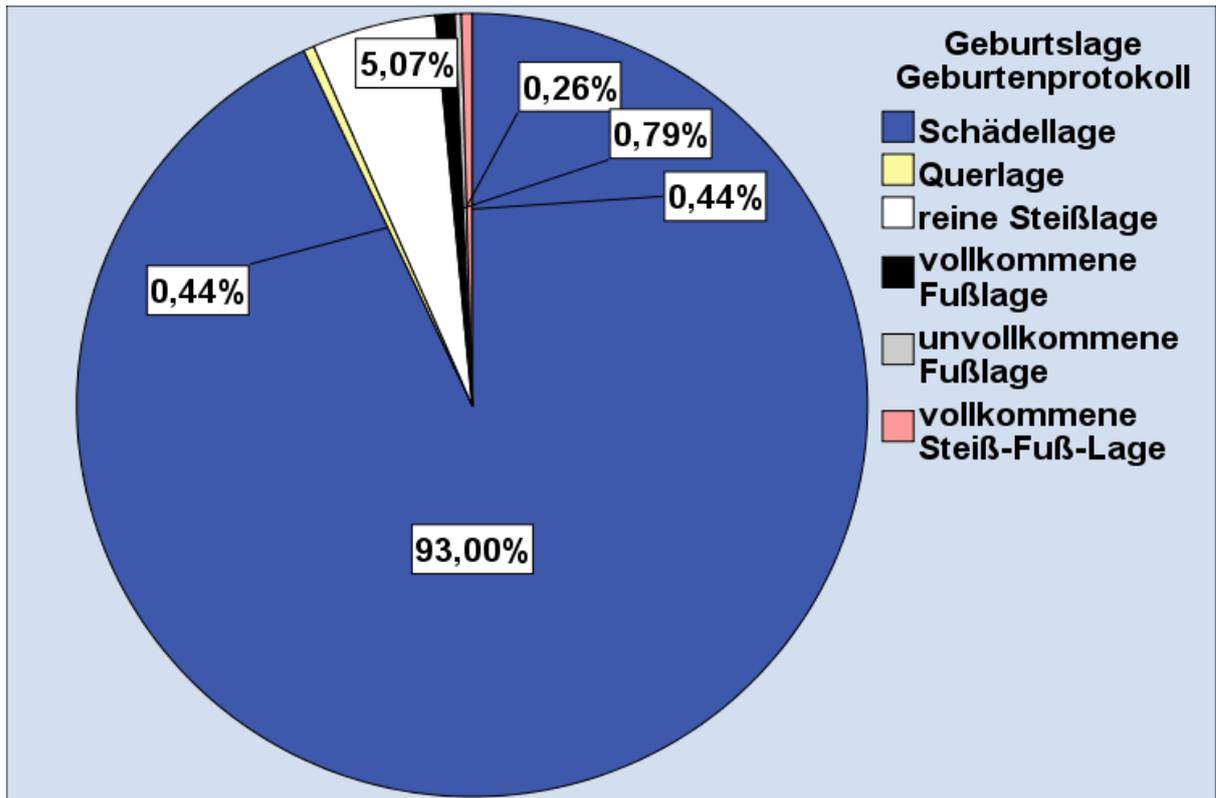


Abbildung 15: Geburtslage

Betrachtete man dagegen die Angaben der Eltern bezüglich der Geburtslage, ergab sich folgende Aufteilung (vgl. Tabelle 2): In 58 Datensätzen konnte wegen Unwissenheit der Eltern keine Information erhoben werden. Bei 2 Datensätzen war keinerlei Information vermerkt worden. 76 Kinder waren laut Eltern aus Beckenendlage geboren worden (7,0%), 93,0% aus anderen Geburtslagen.

Tabelle 2: Geburtslage laut Eltern

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozenze
keine BEL	1009	88,1	93,0
BEL	76	6,6	7,0
Gesamt	1085	94,8	100,0
Keine Angabe	58	5,1	
Fehlend	2	,2	
Gesamt	60	5,2	
Gesamt	1145	100,0	

Verglich man nun die elterlichen Angaben der Eltern bezüglich der Geburtslage mit den entsprechenden aus dem Geburtenprotokoll, zeigte sich eine Abweichung der notierten Geburtslage von 9,3%. Dies bedeutet, dass in 106 Fällen eine falsche

Ergebnisse

Geburtslage im Screening dokumentiert wurde. Eine Überprüfung der Geburtslage durch die untersuchenden Ärzte war nicht möglich, da dieselben keinen Zugriff auf das von den Gynäkologen verwendete Computersystem hatten und sich daher auf die Angaben der Eltern verlassen mussten. Für den Vergleich wurden die 58 Fälle aus Tabelle 2, bei denen keine Aussage getroffen werden konnte, als „keine Beckenendlage“ klassifiziert.

4.1.7 Fruchtwassermenge

Die Fruchtwassermenge, die durch sonographische Kontrollen vor den Geburten durch die Gynäkologen bestimmt wurde, lag, wie in Abbildung 16 veranschaulicht wird, bei 822 der Schwangeren im Normbereich. Bei 157 Datensätzen (14,6%) konnte keine Information über die Fruchtwassermenge bezogen werden.

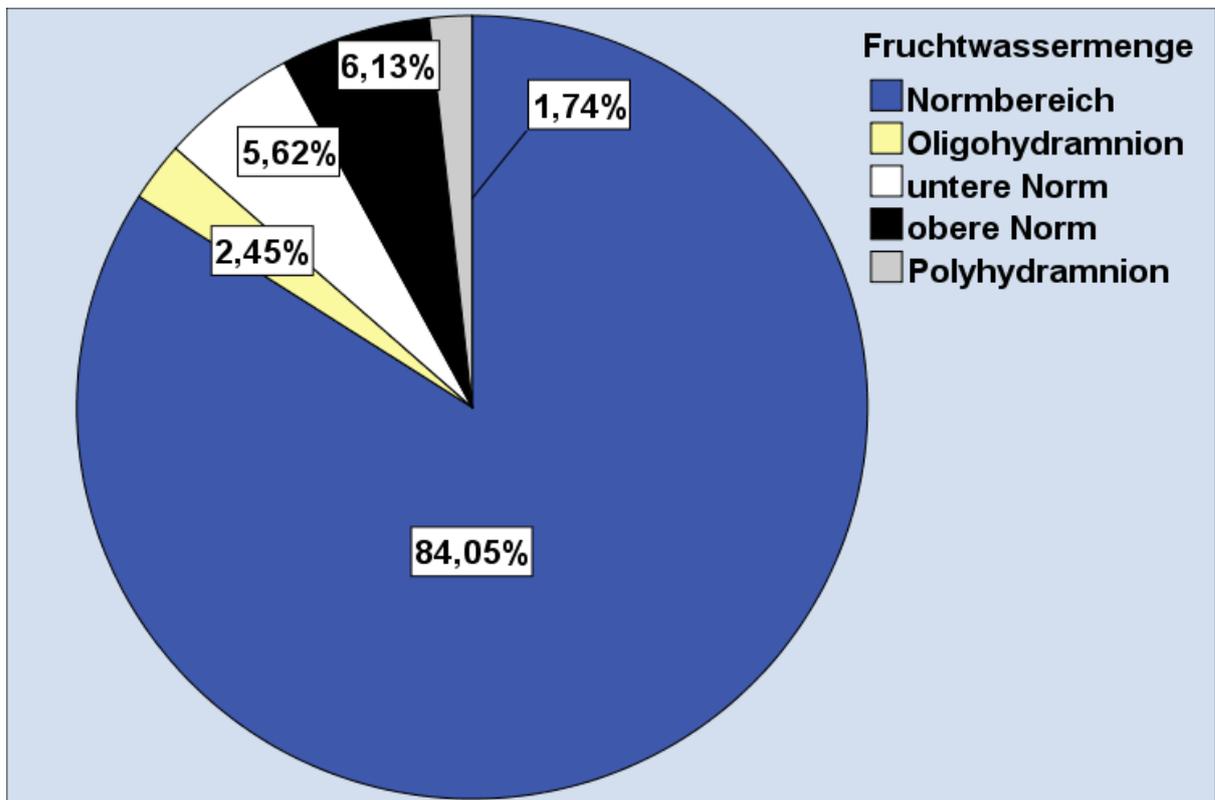


Abbildung 16: Fruchtwassermenge

4.1.8 Familienanamnese

Beim Großteil der Kinder lag eine negative Familienanamnese vor. In 16,6% der Fälle waren dagegen Dysplasien in der Verwandtschaft aufgetreten (vgl. Tabelle 3). Eine eindeutige Aussage konnte bei 23 Patienten (2,0%) wegen Verständigungsproblemen zwischen Untersucher und Erziehungsberechtigtem nicht erhoben werden. In

Ergebnisse

ebenfalls 23 Fällen konnte wegen Abwesenheit eines Familienmitglieds keine Information bezüglich familiärer Häufung von Hüftdysplasien bezogen werden. Beide Gruppen wurden, wie bereits im Material- und Methodenteil beschrieben, der Kategorie „negative Familienanamnese“ zugeordnet.

Tabelle 3: Familienanamnese

	Häufigkeit	Prozent
negativ	955	83,4
positiv	190	16,6
Gesamt	1145	100,0

Bei 4 von 18 Patienten mit dysplastischem Hüftbefund lag eine positive Familienanamnese (22,2% richtig positiv), bei den übrigen 14 eine negative Familienanamnese vor (77,8% falsch negativ). Eine positive Familienanamnese ohne gleichzeitiges Vorliegen einer Dysplasie war bei 186 Patienten dokumentiert (16,8% falsch positiv). 918 Fälle waren, bei Fehlen einer Dysplasie und unauffälliger Familienanamnese, als richtig negativ (83,2%) eingestuft (vgl. Tabelle 4). Bezieht man sich nun auf die Familienanamnese, ergeben sich folgende Werte: Von 190 Kindern mit positiver Familienanamnese wurde bei 2,1% eine Dysplasie (4 Kinder), bei 97,9% (186 Kinder) dagegen ein normales Hüftwachstum festgestellt. Von 932 Säuglingen mit negativer Familienanamnese hatten 1,5% (14 Säuglinge) eine Dysplasie, 98,5% (918 Säuglinge) unauffällige Hüften.

Tabelle 4: Vierfeldertafel Familienanamnese - Dysplasie

		Dysplasie		Summe
		positiv	negativ	
Familien- anamnese	Positiv	4	186	190
	Negativ	14	918	932
Summe		18	1104	1122

4.1.9 Beckenendlage

Bezüglich der Beckenendlage ergaben sich die in Tabelle 5 aufgeführten Ergebnisse. Richtig positive Befunde lagen in 16,7% der Fälle (3 von 18 Kindern mit Dysplasie und Geburt aus Beckenendlage), in 83,3% falsch negative Fälle vor. Eine Geburt aus Beckenendlage ohne Dysplasie wiesen 73 Säuglinge auf (6,8% falsch positiv). Ein richtig negatives Ergebnis wurde in 93,2% dokumentiert. Bezieht man sich auf das Kriterium „Beckenendlage“, ergeben sich folgende Verteilungen: Von 76 Kindern mit Beckenendlage litten 3,9% (76 Kinder) an einer Dysplasie, bei 96,1% (73 Kinder) lag ein normales Hüftwachstum vor. Von 1011 Säuglingen ohne Beckenendlage wiesen 1,5% (15 Kinder) eine Dysplasie, 98,5% (996 Kinder) keine Dysplasie auf.

Tabelle 5: Vierfeldertafel mit Gegenüberstellung von Beckenendlage und Dysplasie

		Dysplasie		Summe
		positiv	negativ	
Beckenendlage	positiv	3	73	76
	negativ	15	996	1011
Summe		18	1069	1087

Nach Abgleich mit dem Geburtenprotokoll zeigte sich, dass tatsächlich lediglich ein Patient aus Beckenendlage geboren worden war. Die anderen beiden Kinder waren, wie Sonographiebefunde zeigten, keiner äußeren Wendung vor Geburt zugeführt worden, sodass die Eltern in diesen Fällen falsche Aussagen getroffen hatten.

4.1.10 Klinische Untersuchung

Die große Mehrheit der Kinder (99,2%) zeigte keinerlei Auffälligkeiten bei der klinischen Untersuchung (vgl. Tabelle 6). Instabilitäten wurden in keinem einzigen Fall dokumentiert, daneben stießen die Untersucher weder auf luxierbare noch auf luxierte Hüften während der U2. Lediglich Abspreizhemmungen konnten aufgezeigt werden (vgl. Tabelle 7 Tabelle 8)

Ergebnisse

Tabelle 6: Klinische Untersuchung

	Häufigkeit	Prozent
unauffällig	1136	99,2
pathologisch	9	,8
Gesamt	1145	100,0

Tabelle 7: Abspreizhemmung rechte Hüfte

	Häufigkeit	Prozent
nein	1139	99,5
ja	6	,5
Gesamt	1145	100,0

Tabelle 8: Abspreizhemmung linke Hüfte

	Häufigkeit	Prozent
nein	1140	99,6
ja	5	,4
Gesamt	1145	100,0

Tabelle 9 entsprechend ergab sich ein Anteil von 11,1% richtig positiven, 88,9% falsch negativen Befunden. Als falsch positiv wurden 0,6% der Fälle bewertet, bei denen die klinische Untersuchung auffällig, die Anatomie der Hüften jedoch regelrecht war. 99,4% der Säuglinge wiesen weder Abnormalitäten bei der Untersuchung noch eine Hüftdysplasie auf (richtig negativ).

Tabelle 9: Verteilung der Befunde für klinische Untersuchung - Dysplasie

	Häufigkeit
Richtig positiv	2
Falsch positiv	7
Falsch negativ	16
Richtig negativ	1120
Gesamt	1145

Bezieht man sich auf die klinische Untersuchung (s. Tabelle 10), so konnte bei 2 von 9 (22,2%) klinisch auffälligen Hüften eine Dysplasie, bei den restlichen 7 (77,8%) eine gesunde Hüfte diagnostiziert werden. Von 1136 klinisch unauffälligen Hüften zeigten 16 Kinder (1,4%) eine Dysplasie, 1120 gesunde Hüften (98,6%).

Ergebnisse

Tabelle 10: Vierfeldertafel klinische Untersuchung - Dysplasie

		Dysplasie		Summe
		positiv	negativ	
Klinische Untersu- chung	positiv	2	7	9
	negativ	16	1120	1136
Summe		18	1127	1145

4.1.11 Alpha-Winkel

Der Mittelwert des Alpha-Winkels lag bei der rechten Hüfte bei 63,02, der Median bei 64,00° (Standardabweichung rechts 4,697°, links 4,885°). Der geringste Alpha-Winkel betrug für die rechte Hüfte 34°, für die linke Hüfte 20°, der größte Alpha-Winkel 78° beidseits (s. Abbildung 17). Für die Auswertung der Alpha-Winkel der rechten Hüfte fehlten 3, für die linke Hüfte 5 Datensätze.

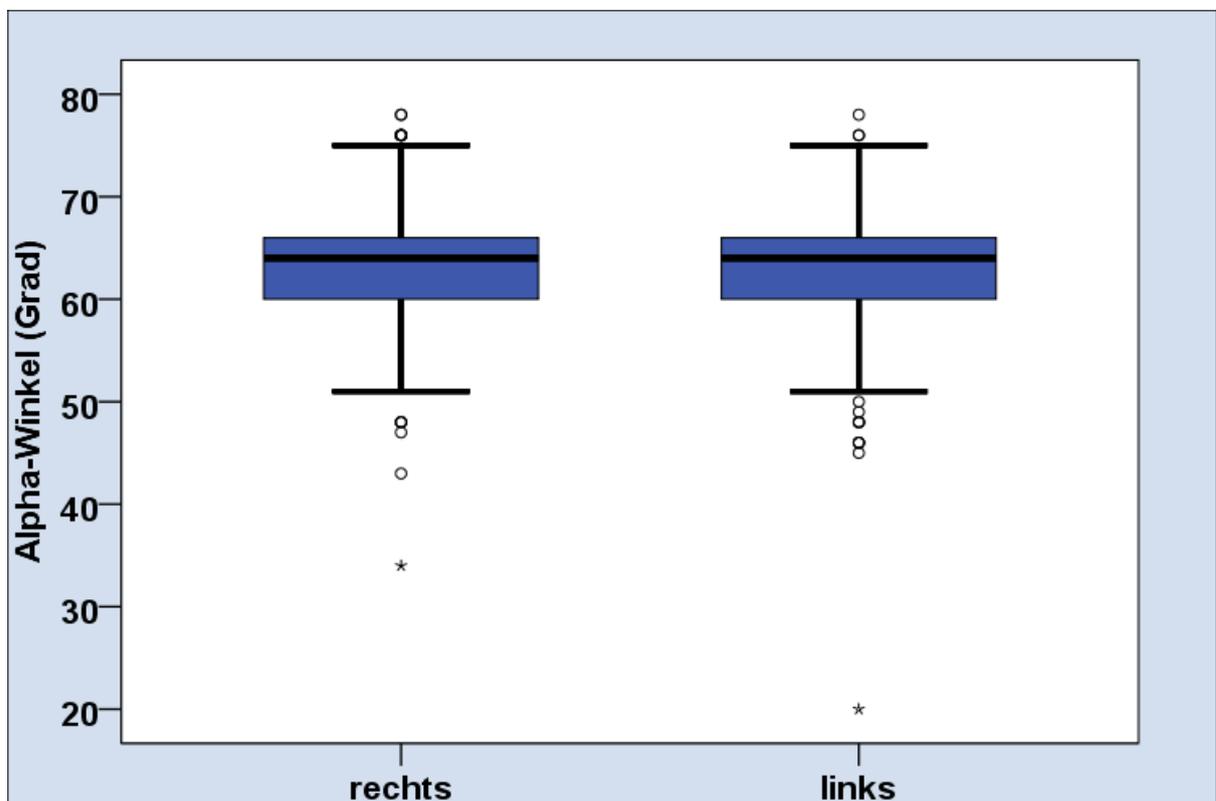


Abbildung 17: Alpha-Winkel rechts vs. links [Grad]

4.1.12 Verteilung der Hüfttypen nach Graf

Abbildung 18 veranschaulicht die Verteilung der Hüfttypen nach Graf. Bei der sonographischen Untersuchung der rechten Hüfte zeigten sich 74,7% reife Säuglingshüften des Typs Ia/b. 24,3% der Befunde ergaben unreife, jedoch noch gesunde Hüften. Die Hüftdysplasien, Typ IIc bis IV, kamen auf einen Prozentanteil von 1,0% (vgl. Tabelle 11).

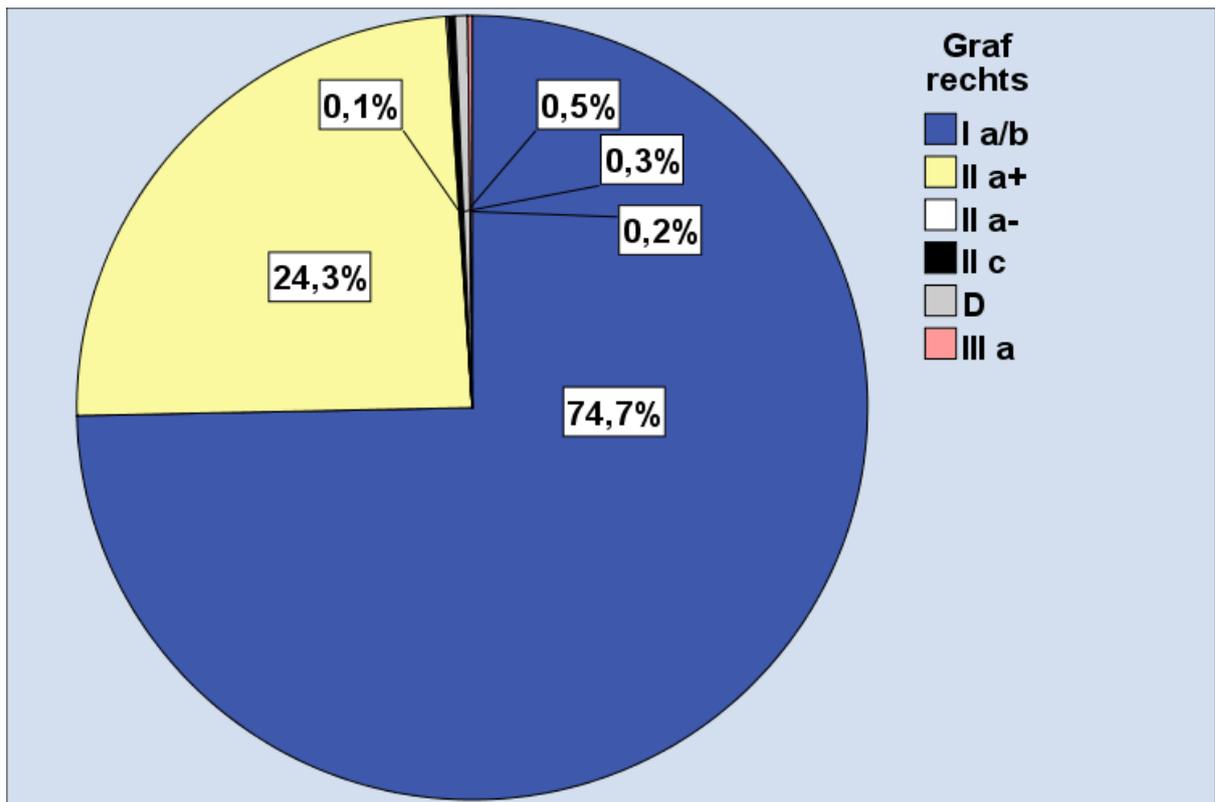


Abbildung 18: Verteilung der Hüfttypen nach Graf, rechte Hüfte

Tabelle 11: Verteilung der Hüfttypen nach Graf, rechte Hüfte

	Häufigkeit	Prozent
I a/b	855	74,7
II a+	278	24,3
II a-	1	,1
II c	3	,3
D	6	,5
III a	2	,2
Gesamt	1145	100,0

Ähnliche Befunde ergaben sich bei der sonographischen Bewertung der linken Hüften. Typ Ia/b stellte mit 74,7% die größte Gruppe dar. Die unreifen, kontrollbedürftigen

Ergebnisse

Hüften des Typs IIa (+) machten 24,0% der Fälle aus. 1,2% der linken Hüfte wurden als dysplastische Hüfte (IIc bis IV) eingestuft (vgl. Abbildung 19, Tabelle 12).

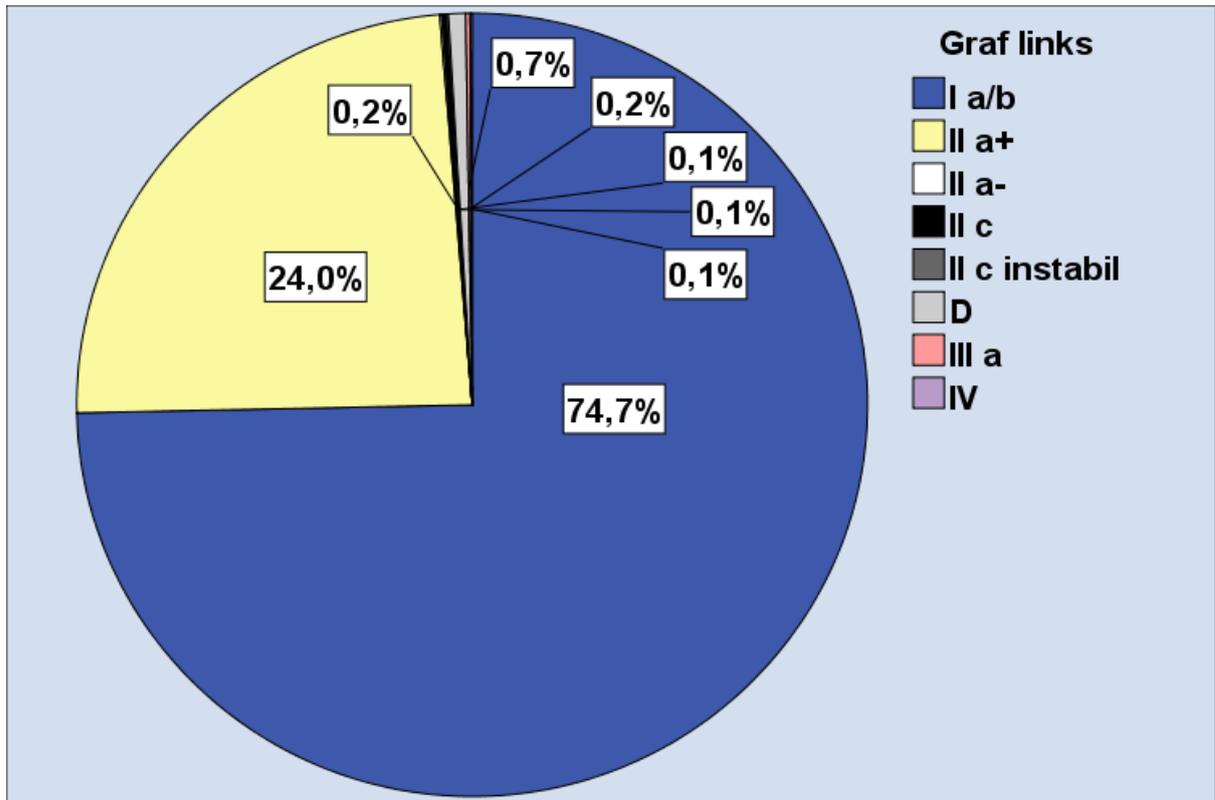


Abbildung 19: Verteilung der Hüfttypen nach Graf, linke Hüfte

Tabelle 12: Verteilung der Hüfttypen nach Graf, linke Hüfte

	Häufigkeit	Prozent
I a/b	855	74,7
II a+	275	24,0
II a-	1	,1
II c	2	,2
II c instabil	1	,1
D	8	,7
III a	2	,2
IV	1	,1
Gesamt	1145	100,0

4.1.13 Hüftdysplasien

Bei 18 von insgesamt 1145 Patienten, die in der Auswertung berücksichtigt wurden, wurde eine Hüftdysplasie detektiert, was einer Prävalenz (Vorliegenshäufigkeit der Erkrankung) von 1,6% entspricht (vgl. Tabelle 13).

Ergebnisse

Sofern die Stichprobe repräsentativ für eine Population ist, liegt die wahre Prävalenz in dieser Population mit 95% Vertrauenswahrscheinlichkeit zwischen 0,9% und 2,5%.

Tabelle 13: Vorliegen einer Dysplasie

	Häufigkeit	Prozent
nein	1127	98,4
ja	18	1,6
Gesamt	1145	100,0

4.1.14 Screening

Das Screening fiel in 22,1% (n = 253) der Fälle positiv aus (s. Tabelle 14), 77,9% (n = 892) der Patienten wiesen keine Auffälligkeiten auf.

Tabelle 14: Ergebnis Screening

	Häufigkeit	Prozent
negativ	892	77,9
positiv	253	22,1
Gesamt	1145	100,0

4.2 Analyse der Screening-Analyse im Vergleich zum Goldstandard

4.2.1 Chi-Quadrat-Test nach Mc-Nemar

Dieser Test ist eine Modifikation des Chi-Quadrat-Tests und wird ausschließlich bei dichotomen Variablen eingesetzt. Dabei wird bei zwei abhängigen Variablen (Sonographie – Screening) festgestellt, ob eine Änderung der Werteverteilung vorliegt. Es liegen hier verbundene Stichproben vor, die hinsichtlich Unterschiede überprüft werden. Die Sonographie gilt hierbei als Goldstandard: Ein positiver Befund bedeutet, dass eine Hüftdysplasie diagnostiziert wurde. Das Screening, das die Parameter Beckenendlage, klinische Untersuchung und Familienanamnese zusammenfasst, wird als positiv gewertet, sobald eines der drei Kriterien vorliegt. Tabelle 15 und Abbildung 20 zeigen den Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Screeningtests und dem Bestehen einer Dysplasie. Bei 882 Säuglingen, die sonographisch keinen pathologischen Hüftsonographiebefund zeigten, waren keine Auffälligkeiten im Screening dokumentiert (richtig negativ, 78,3% der Kinder ohne Dysplasie). Die Anzahl falsch positiver Fälle, bei denen das Screening auffällig war, jedoch sonographisch keine Dysplasie nachgewiesen wurde, umfasste 245 Patienten (21,7% der Kinder ohne Dysplasie).

Ergebnisse

10 von 18 sonographisch identifizierten Hüftdysplasien bzw. –luxationen entgingen durch Durchführung des Hüfttrisikoscreenings jedoch einer Diagnose (55,6% der Kinder mit Dysplasie). Diese als falsch negativ bezeichneten Hüftdysplasien wiesen keine Auffälligkeiten bei Familienanamnese, klinischer Untersuchung oder Geburtslage auf und wurden vom Screening als negativ bewertet, obwohl sonographisch eine Hüftdysplasie festgestellt werden konnte. Sie blieben klinisch stumm und wurden vom Hüfttrisikoscreening nicht erkannt. 8 von 18 Hüftdysplasien wurden mit den Kriterien des Hüfttrisikoscreenings erkannt (44,4% der Dysplasien, richtig positiv).

Dient das Screening als Bezugswert, ergeben sich folgende Werte: In 253 Fällen ergab sich ein positives Screeningergebnis. Hierunter hatten 8 Patienten (3,2%) eine Hüftdysplasie, die restlichen 245 keine Hüftreifungsstörung (96,8%). Von 892 Patienten, die ein negatives Screeningergebnis hatten, lag in 1,1% der Fälle eine Dysplasie vor (10 Patienten), in 98,9% ein unauffälliger Hüftbefund (882 Fälle).

Zwischen den beiden Methoden Screening vs. Sonographie liegen hochsignifikante Unterschiede vor: Mehr als die Hälfte der Dysplasien (55,6%) wurden vom Screening nicht erkannt.

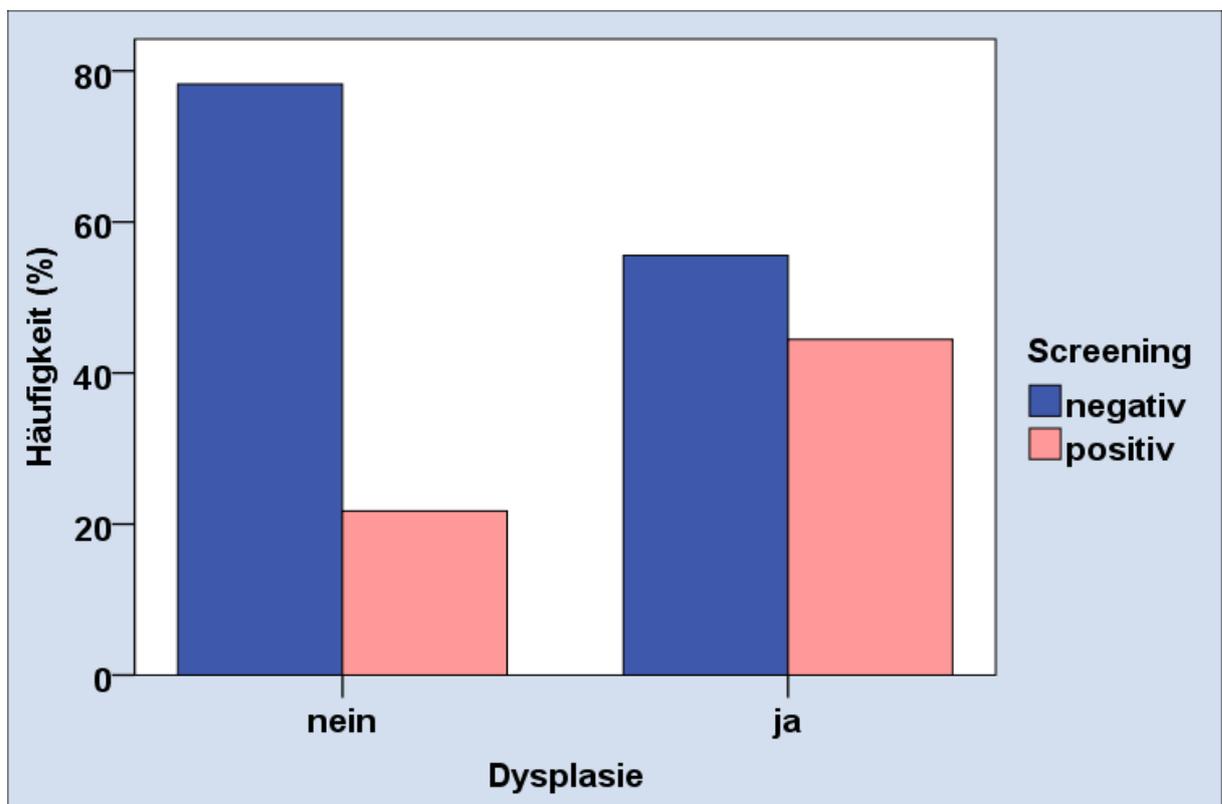


Abbildung 20: Zusammenhang zwischen Ergebnis im Screeningtest und Bestehen einer Dysplasie

Ergebnisse

Tabelle 15: Zusammenhang zwischen Ergebnis im Screeningtest und Bestehen einer Dysplasie

			Screening		Gesamtsumme
			negativ	Positiv	
Dysplasie	nein	Anzahl	882	245	1127
		% in Dysplasie	78,3%	21,7%	100,0%
		% in Screening	98,9%	96,8%	98,4%
	ja	Anzahl	10	8	18
		% in Dysplasie	55,6%	44,4%	100,0%
		% in Screening	1,1%	3,2%	1,6%
Gesamtsumme		Anzahl	892	253	1145
		% in Dysplasie	77,9%	22,1%	100,0%
		% in Screening	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	Exakte Sig. (zweiseitig)
McNemar-Test		,000
Anzahl der gültigen Fälle	1145	

4.2.2 Berechnung der Vorhersagewerte

Entsprechend Tabelle 16 beträgt die Sensitivität des Hüfttrisikoscreenings (Anteil der Testpositiven an allen Kranken) 44%. Die wahre Sensitivität liegt mit 95% Vertrauenswahrscheinlichkeit zwischen 22% und 69%. Genauere Angaben können aufgrund der kleinen Fallzahl nicht getroffen werden. Die Empfindlichkeit des Screenings ist dementsprechend sehr gering. Die Spezifität (Anteil der Testnegativen an allen Erkrankungsfreien) beträgt 78,3% (95%-Konfidenzintervall 75,7% bis 80,6%). Unter der Voraussetzung, dass die Prävalenz in dieser Stichprobe diejenige in der Population abbildet, errechnet sich für den positiven Vorhersagewert (Wahrscheinlichkeit der Erkrankung bei positivem Testergebnis) ein Prozentwert von 3,2% (95%-Konfidenzintervall 1,4% bis 6,1%). Der negative Vorhersagewert (Wahrscheinlichkeit für das Nichtvorliegen der Erkrankung bei negativem Testergebnis) beträgt 98,9% (95%-Konfidenzintervall von 97,9% bis 99,5%).

Tabelle 16: Vorhersagewerte

Ergebnisse

Sensitivität	=	richtig Positive/ (richtig Positive + falsch Negative)
Spezifität	=	richtig Negative/ (richtig Negative + falsch Positive)
positiv prädiktiver Wert	=	richtig Positive/ (richtig Positive + falsch Positive)
neg. prädiktiver Wert	=	richtig Negative/ (richtig Negative + falsch Negative)

Sensitivität	=	$8/(8+10)$	=	44,4%
Spezifität	=	$882/(882+245)$	=	78,2%
positiv prädiktiver Wert	=	$8/(8+245)$	=	3,2%
neg. prädiktiver Wert	=	$882/(882+10)$	=	98,9%

4.2.3 ROC-Analyse

Nachfolgend wird überprüft, ob das Screeningverfahren ein geeignetes Testverfahren ist, um eine Dysplasie vorherzusagen. Mit der ROC-Kurve (Receiver Operating Characteristic) wird die Sensitivität (Richtig-Positiv-Rate) gegen den Komplementärwert der Spezifität zu 1 (Falsch-Positiv-Rate) aufgetragen. Ein diagnostischer Wert ohne jede Vorhersagekraft ergäbe eine Diagonale (vgl. Abbildung 21, gestrichelte Linie). Die Hüftsonographie als ideales Messinstrument mit einer Trefferquote von 100% (alle Dysplasien werden als solche identifiziert) und einer Fehlerrate von 0% (kein gesundes Kind wird als krank bezeichnet) erzeugt einen Punkt in der linken oberen Ecke des Diagramms. Je bauchiger die ROC-Kurve ist, desto größer ist der Vorhersagewert des Tests. Ein Maß dafür ist die Fläche unterhalb der ROC-Kurve (= Area under the ROC Kurve = AUC), die bei einem Test ohne jede Vorhersagekraft bei 0,5 und im Maximalfall bei 1 liegt. Je höher die AUC ist, desto höher ist auch die Entscheidungskraft eines Tests.

Mit dem Hüfttrisikoscreening als Messinstrument beträgt die Fläche unter der Kurve 0,6, somit ist der Vorhersagewert des Screenings schlechter als ein Münzwurf (vgl. Tabelle 17). Als Screeningtest ist das vorliegende Verfahren, das Auffälligkeiten aus Familienanamnese, klinischer Untersuchung und das Vorliegen einer Beckenendlage berücksichtigt, somit absolut ungeeignet.

Ergebnisse

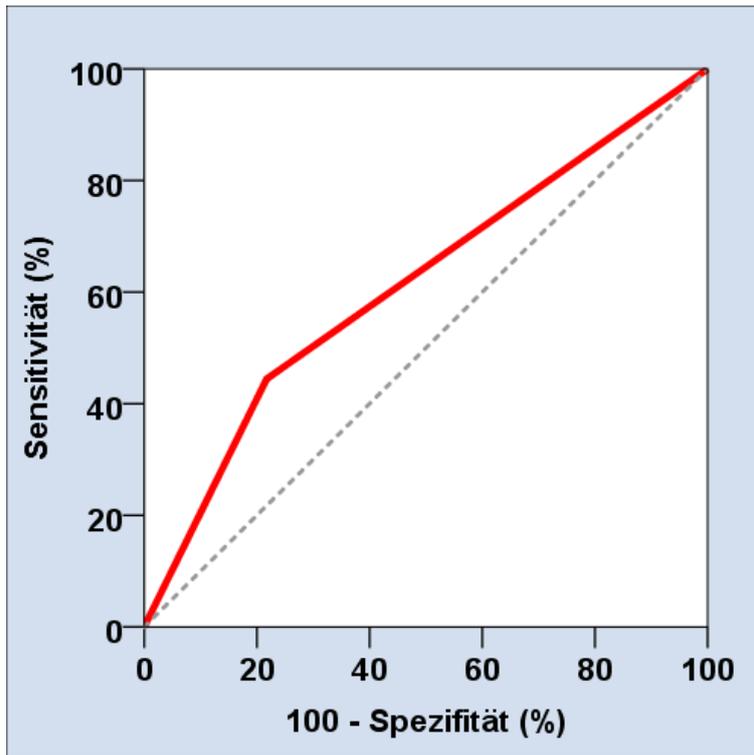


Abbildung 21: ROC-Analyse des Dysplasiescreenings

Tabelle 17: Area under ROC Kurve, Testergebnisvariable: Screening

Area under the ROC Kurve
,614

5 Diskussion

5.1 Methodendiskussion

5.1.1 Patientenkollektiv

Durch die zweimal wöchentlich erfolgende Sonographie durch die Orthopäden wurden 1362 Neugeborene untersucht. Tatsächlich wurden im Zeitraum vom 01.02.2013 bis 01.02.2014 1820 Kinder in Großhadern geboren. Somit wurden nur 74,8% der Neugeborenen vom Ultraschallscreening erfasst. Dies ähnelt der 80% Quote von Grill & Müller [36], 87,4% bei Schilt [11]. Andere Autoren schildern eine Erfassungsquote von 90,5% [82]. Dies kann einerseits durch organisatorische Gründe, wie die nicht täglich angebotenen Hüftsonographien, andererseits durch die steigende Zahl von Tagesaufnahmen bzw. die zunehmend kürzere stationäre Aufenthaltsdauer erklärt werden. Betrug die durchschnittliche Verweildauer in der Geburtshilfe in Westdeutschland im Jahre 1980 noch 9,7 Tage, sank sie auf 4,5 Tage im Jahr 2001 [83]. Eine 100%-ige Erfassung aller Neugeborenen erscheint vor diesem Hintergrund unrealistisch. Auch durch den Ausschluss Frühgeborener, wie auch von Rosendahl angewendet [84], gingen Patientendaten verloren. Zwar finden sich mehr unreife Hüften, jedoch keine erhöhte Rate an pathologischen Gelenken [85-87]. Der Verlust dieser Daten hätte durch eine Untersuchung im korrigierten Alter, wie bei anderen Autoren vorgenommen, vermieden werden können [12].

Im Vergleich zu anderen Studien ist das Patientenkollektiv mit 1145 (von ursprünglich 1362) Datensätzen in der vorliegenden Arbeit recht klein. Dies ist am ehesten dem eng bemessenen Zeitraum der Datenerhebung geschuldet, der sich bei anderen Autoren von 20 Monaten bis hin zu sieben Jahren erstreckt. Kolb et al. wählten einen Zeitraum von 20 Monaten mit entsprechend 2680 untersuchten Kindern [88]. Seidl et al. sammelten über einen Zeitraum von 42 Monaten die Informationen von 2550 Kindern [89], Schilt konnte die Daten von 2054 Neonati innerhalb des Zeitraums von November 1991 bis Juli 1999 erfassen [11]. Falliner et al. werteten Informationen von immerhin 5069 Neugeborenen aus [63]. Um die Aussagekraft der Ergebnisse zu erhöhen, wäre besser ein Zeitraum von mindestens zwei Jahren gewählt worden.

5.1.2 Anamnese

Dass potentiell vorhandene Risikofaktoren im Gespräch mit den Eltern erfragt werden, ist gängige Praxis [89] und so auch vorgesehen [55]. Problematisch hierbei sind Sprachbarrieren und Abwesenheit der Eltern. Bei nicht erhebaren anamnestischen Angaben wurde das „majority voting“ angewendet, um möglichst wenig Datensätze ausschließen zu müssen. Seidl et al. verwendeten diese Daten z.B. nicht [89]. Durch das „Majority voting“ wurde die Statistik möglicherweise verzerrt.

Das Hüfttrisikoscreening nach Leitlinie der KV sieht keine Unterteilung der Beckenendlagen in „reine BEL“ und „andere Formen der BEL“ vorsieht, wobei -wie bereits geschildert- nur die reine Beckenendlage als Risikofaktor für die Hüftdysplasie gilt [29, 31]. Eine solche Begriffstrennung wird aus zweierlei Hinsicht erschwert: Es konnte in dieser Arbeit gezeigt werden, dass die Eltern nur bedingt als zuverlässige Informationsquelle taugen. Immerhin 9,3% von ihnen trafen hinsichtlich der Geburtslage falsche Aussagen. Im normalen Klinikalltag wird dies jedoch nicht aufgedeckt, da die das Screening durchführenden Orthopäden keinen Zugang zum von den Pädiatern verwendeten Computerprogramm haben, in dem das Geburtenprotokoll abgespeichert wird. Wenn man diese Unwägbarkeiten reduzieren wollte, müsste die Leitlinie so abgeändert werden, dass die Geburtslage nicht von den Eltern erfragt, sondern aus dem Geburtenprotokoll erhoben wird. Dies erforderte jedoch eine Verknüpfung der von den Fachdisziplinen verwendeten Computersysteme. Der zweite erschwerende Aspekt betrifft die sowohl bei entbindendem Pflegepersonal als auch bei den Ärzten herrschende Unwissenheit über die korrekten Lagebezeichnungen.

Nichtsdestotrotz ist es Klinikalltag, dass Anamnesen nicht erhoben werden können, sodass es letztlich der Willkür des Untersuchers überlassen bleibt, ob er bei unklaren anamnestischen Angaben eine Hüftsonographie anschließt oder nicht.

5.1.3 Klinische Untersuchung

Als Kritikpunkt an der vorliegenden Arbeit kann die hohe Anzahl unterschiedlicher Untersucher gesehen werden. Die Zuverlässigkeit klinischer Befunde lässt mit zunehmender Untersucherzahl ab [86]. In anderen Studien waren Untersuchungen lediglich von Erst- und Zweitautor bzw. lediglich von einem Arzt durchgeführt worden [11, 89]. Daneben beeinflusst die Sicherheit des Untersuchers im Umgang mit der Untersuchungsmethode das Ergebnis. Die Sensitivität des Ortolanzeichens beträgt weniger als 60%, bei unerfahrenen Untersuchern sinkt sie noch weiter [70]. Selbst sehr

erfahrene Untersucher erkennen pathologische Hüften nicht [84, 90]. Zwar wurde Schulungsmaterial zur korrekten Durchführung der klinischen Tests zur Verfügung gestellt, deren korrekte Anwendung jedoch nicht überprüft. Auch die Fachrichtung des Untersuchers beeinflusst das Untersuchungsergebnis: In Deutschland dokumentierten die Orthopäden doppelt so häufig positive Instabilitätsbefunde wie Pädiater (0,6% ggü. 0,3%) [76]. Im damaligen Untersuchungszeitraum wurde das Screening jedoch nur von Orthopäden durchgeführt. Idealerweise stellte man den sich in der Ausbildung befindenden Fachärzten einen immer gleichen Supervisor zur Seite, was organisatorisch und vom finanziellen Aspekt her jedoch nicht umsetzbar ist.

5.1.4 Sonographische Untersuchung

Auch die sonographische Einteilung des Hüftgelenks nach Graf birgt bei unsicherem Umgang mit der Methode Fehlerquellen. Von Kries et al. zeigten, dass immerhin 19% von zeitgerecht untersuchten Kindern, die einer offenen/geschlossenen Reposition bzw. Osteotomie zugeführt wurden, sonographisch als unauffällig eingestuft worden waren [66]. In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, falsch positive Bestimmungen zu vermeiden, indem alle Kinder mit den Hüfttypen IIa (-), IIc, D und IV ein zweites Mal von Fachärzten in der Kinderambulanz klinisch untersucht und sonographiert wurden. In einem vor unserer Studie an die angestellten Ärzte ausgeteilten Informationsblatt wurde daneben explizit auf die häufigsten Messfehler eingegangen und wie sie zu vermeiden sind (s. Anhang).

5.2 Ergebnisdiskussion

5.2.1 Geschlechtsverteilung

Die Geschlechtsverteilung in der vorliegenden Arbeit mit 49,8% weiblichen und 50,2% männlichen Neugeborenen entspricht der vom Statistischen Bundesamt für Deutschland im Jahr 2013 errechneten (48,8% weiblich, 51,2% männlich) [91]. Ähnliche Verteilungen fanden Dorn mit 48,6% weiblichen und 51,3% männlichen [86] bzw. Falliner et al. mit 49,0% weiblichen und 51,0% männlichen Kindern [92].

5.2.2 Geburtsgewicht

Der Mittelwert des Geburtsgewichts in dieser Arbeit lag bei 3300,73 g, der Median bei 3310,0 g, was den Werten von Kolb et al. mit 3110 bis 3300 g entspricht [88]. Die meisten der in Deutschland geborenen Kinder wiegen zwischen 3000 und 3500 g, wobei -im Gegensatz zur vorliegenden Studie- frühgeborene und somit untergewichtige Kinder in die Berechnung einfließen [93]. Einen signifikanten Einfluss des Geburtsgewichts auf den Alpha-Winkel fanden Kolb et al., bei denen mit Erhöhung des Körpergewichts um 100g der Alphawinkel um $0,065^\circ$ verringert wurde [88]. Auch andere Autoren bestätigten den protektiven Effekt eines unter 2500 g liegenden Geburtsgewichts [5, 94-96]. Inwiefern eine Korrelation zwischen Geburtsgewicht und Dysplasie besteht, war nicht Fragestellung dieser Studie, könnte jedoch in nachfolgenden Arbeiten diskutiert werden.

5.2.3 Untersuchungszeitpunkt

Zwar schreibt die Leitlinie als Zeitraum, in welcher die U2 erfolgen sollte, den 3. bis 10. Lebenstag vor, in der vorliegenden Arbeit wurden jedoch Neugeborene vom 1. bis zum 10. Lebenstag untersucht. Der Großteil der Neugeborenen erhielt die U2 am 2. Lebenstag. Auf die 1. Lebenswoche als Untersuchungszeitraum beschränkten sich auch andere Autoren [15, 88, 89]. Auf die ersten 24 bis 48 Stunden nach Geburt beschränkten sich Rosendahl et al. [84]. Partenheimer et al. erfasste Neugeborene im Alter vom 4. bis 6. Lebenstag [12], während Tönnis et al. nahezu alle Patienten innerhalb der ersten drei Lebenstage untersuchten [4]. Einen größeren Zeitraum wählte Schilt, der 87,4% seiner 2054 Neugeborenen innerhalb der 1. oder 2. Lebenswoche sonographierte [11].

5.2.4 Alter bei Geburt

Der bei 39,2 Schwangerschaftswochen liegende Median für das Alter bei Geburt mit einem Minimum bei 37 und einem Maximum bei 42,1 Schwangerschaftswochen zeigt, dass nur Reifgeborene untersucht wurden. Das mittlere Alter lag bei Partenheimer ebenfalls bei der 39. Schwangerschaftswoche, wobei hier auch Frühgeborene ab der 24. Schwangerschaftswoche eingeschlossen worden waren [12]. Bisher konnte keine Signifikanz bezüglich der Korrelation von den Parametern „Schwangerschaftswoche“

und „Alphawinkel“ gefunden werden [18, 24, 88]. Graf erklärt dies mit dem erhöhten Anteil unreifer, jedoch nicht pathologischer Gelenke [64].

5.2.5 Geburtsmodus

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Geburtsmodus und Vorliegen einer Dysplasie wurde in diversen Reviews nicht beschrieben [17, 24]. Ein Zusammenhang bestand nur, wenn die Sectiones wegen einer Risikolage, wie der Beckenendlage, vorgenommen wurden [18]. In der vorliegenden Arbeit wurde nur die Verteilung des Geburtsmodus, keine Korrelation untersucht: 53,5% der Neugeborenen wurden spontan, 34,7% durch Sectio zur Welt gebracht. 2013 wurden 31,8% der Säuglinge in Deutschland, 32,6% der Säuglinge in Bayern per Sectio entbunden [91], somit sind die Daten vergleichbar.

5.2.6 Hüfttypen

Die Prävalenz der Hüftdysplasie von 1,6% ist vergleichbar mit den Angaben in der Literatur, die sich zwischen 1,5% [11, 89] und 2,5% [7, 8, 15] bewegen. Es werden jedoch auch Werte bis 4,9% geschildert [12, 84, 97]. Deutlich niedrigere Prävalenzen fanden sich mit 0,24% bei anderen Autoren [60, 88]. Der Anteil von Ilc-Hüften betrug 0,26%, was zu den von Seidl et al. erhobenen 0,38% passt [89]. Deutlich abweichende Ergebnisse fanden Gnutzmann mit 0,08% [98], Kolb et al. mit 0,07% [43] und Tönnis et al mit 1,2% [4]. Der Hüfttyp III konnte in 0,2% der Fälle, ähnlich zu den von Seidl et al. berichteten 0,4% [89] bzw. 0,5% von Borchert [99] und Tönnis et al. [4]. Bei letztgenanntem und auch in dieser Arbeit betrug der Anteil von Hüfttyp IV 0,04%, bei Kolb et al. nur 0,02% [88]. Es ergab sich ein Anteil reifer Hüftgelenke von 74,7%; somit etwas geringer als bei Seidl et al. (84,1%) [89], Kolb et al. (89,5%) [88] und Schilt (80,7%) [11] angegeben. Während Falliner et al. und Seidl et al. einen Anteil von etwa 14% physiologisch unreifen Hüften beschreiben [89, 92], betrug deren Anteil bei Schüle et al. immerhin 45,2% [15], bei Partenheimer sogar 58,3% [12]. Mit 24,1% liegt der Anteil von Typ Ila-Hüften bei unseren Patienten zwischen den beschriebenen Werten. Hieraus ergibt sich ein Anteil von kontroll- und behandlungsbedürftigen Hüften von 25,4%. Bei Roovers et al. lag derselbe bei einem Screeningsalter von 5 Wochen bei 34,9% [100], bei Seidl et al. bei einem Screening innerhalb der ersten Lebenswoche bei 15% [89].

Grund für die teils stark voneinander abweichenden Verteilungen der Hüfttypen dürfte in der Abweichung von der von Graf festgesetzten Definition pathologischer Hüftgelenke sein [55]. Studien, die bereits den Hüfttyp IIa als pathologisch und nicht unreif werten, haben die höchsten Prävalenzen für Dysplasien mit Werten von 1,9% bis zu 21% [18, 63, 101]. Daneben werden unterschiedliche Bevölkerungsanteile untersucht. Ursachen für die divergierenden IIa-Anteile dürften Messungenauigkeiten mit einem zu tiefen Bezugspunkt am Unterrand des Os ilium bzw. Kippfehler sein [2]. Auch zu kleine Fallzahlen verändern die Häufigkeitsverteilung: Schilt fand bei Verteilung seiner Patienten in Gruppen von 100 bis 150 Fällen Werte von 15-40% Neugeborenen mit IIa-Hüfttypen [11].

5.2.7 Familienanamnese

Eine positive Familienanamnese hat einen signifikanten Einfluss auf das Vorliegen einer Dysplasie [24, 88]. Sie lag hier bei insgesamt 16,6% aller Kinder vor. Teils werden jedoch deutlich niedrigere Werte angegeben, wie bei Rosendahl et al. (8,4%). Die Angaben zu richtig positiven Ergebnissen erstrecken sich von 7,5 bis 20,7% (7,5% Gnutzmann [98], 14,3% Tönnis et al [4], Torklus 20,7% [102], 12,4% Bache [60], 17% Schuler). In der vorliegenden Arbeit ergab sich ein Anteil von 22,7% richtig positiven und 77,8% falsch negativen Befunden. Letzterer liegt in anderen Arbeiten teils noch höher mit 92,5% [89]. 1,5% der Säuglinge mit negativer Familienanamnese hatten eine Dysplasie, Rühmann gibt hier 3,0% an [18]. Die deutlich voneinander abweichenden Werte dürften durch unterschiedliche Definitionen des Vorliegens einer positiven Familienanamnese erklärt werden können. Genügt in manchen Studien das Vorliegen einer Dysplasie bei jeglichem Verwandtschaftsgrad, fordern andere Arbeiten eine Dysplasie bei erstgradig [24] oder zumindest zwei zweitgradig Verwandten [84].

5.2.8 Beckenendlage

Mit 6,6% aus Beckenendlage geborenen Kindern liegt der Wert im Vergleich zur Literatur (1,1-6,5% [24, 84, 98]) im oberen Bereich. Dies mag daran liegen, dass das Klinikum Großhadern mit dem angegliederten Perinatalzentrum für sog. Risikoschwangerschaften besonders attraktiv ist. 16,7% der Säuglinge mit Dysplasie waren aus Beckenendlage geboren. Dies entspricht den Ergebnissen von Wynne-Davies (17,7%) [23] und Graf (15%) [64]. In der Literatur wird ein bis zu 3,75-fach erhöhtes Risiko für

eine Dysplasie bei Geburt aus Beckenendlage angegeben [17]. Die Dysplasieraten schwankten zwischen 7,9% und 15,3% [4, 18, 86, 98]. Hier wurde dagegen nur bei 3,9% der aus Beckenendlage geborenen Kinder eine Dysplasie diagnostiziert.

5.2.9 Klinische Untersuchung

Insgesamt eignet sich die klinische Untersuchung für das Screening nicht, da sie einerseits nach Spätzeichen fahndet, sich andererseits auf stark untersucherabhängige Methoden stützt. Gerade einmal 2 von 18 Dysplasiehüften (11,1%) wären durch sie entdeckt worden. Bei Jari et al. fielen 2 von 34, bei Seidl et al. 1 von 74 pathologischen Hüften durch eine Abspreizhemmung auf [41, 70]. Laut Seidl et al. blieben auch bei der Durchführung des Ortolanitests 71% der therapiebedürftigen Hüften klinisch stumm [70]. Nach Rosenberg wurden immerhin 63% der Hüftdysplasien durch die klinische Untersuchung im Neugeborenenalter detektiert [103], was in etwa den Ergebnissen von Riboni und De Pellegrin entspricht [61, 104]. Tönnis et al. konnten zeigen, dass bei mehr als der Hälfte (52,2%) der sonographisch pathologischen Hüften die klinische Untersuchung unauffällig ausfiel. Ortolanitest und Abspreizhemmung lieferten insb. bei 75% der Typ IIc- und 58% der IId-Hüften keine Hinweise auf die vorliegenden Dysplasien. Der Großteil der dysplastischen Hüften zeigte eine ungehemmte Abduktion, lediglich Typ IV Hüften zeigten in 65% eine typische Abspreizhemmung [4, 105]. In der vorliegenden Arbeit ist die Zahl der falsch negativen klinischen Instabilitätstests mit 88,9% sogar noch höher. Das mag zum einen durch die unter Zeitdruck hastig durchgeführte körperliche Untersuchung zu erklären sein. Aber auch die Unkenntnis, den Ortolanitest regelrecht durchzuführen und zu interpretieren wird hierbei eine Rolle spielen. Letztlich kann jedoch die klinische Untersuchung eine Hüftdysplasie nicht sicher diagnostizieren.

5.2.10 Validität des U2-Risikoscreenings

Das Hüfttrisikoscreening ist kein geeignetes Instrument, um Hüftdysplasien in der ersten Lebenswoche zu diagnostizieren. Mit einer Sensitivität von 44% wird weniger als jede zweite Hüftdysplasie entdeckt. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Seidl et al., die zeigen konnten, dass bei insgesamt 2550 untersuchten Neugeborenen lediglich 34 von 74 pathologischen Hüftgelenke entdeckt worden wären. Die Sensitivität wurde hierbei mit 48,6%, die Spezifität mit 78,1% angegeben [89]. Ähnliche Werte erhielten

Diskussion

Falliner et al., die die Sensitivität des U2-Risikoscreenings mit 52%, die Spezifität mit 73% bestimmten [92]. Jedoch sollte die Sensitivität von Screeningstests bei 60-90% liegen [48]. Das Screening ist entsprechend kaum fähig, tatsächlich Kranke als krank zu identifizieren, was auch an dem hohen Anteil falsch-negativer Ergebnisse von 55,6% deutlich wird. Auch andere Studien wiesen nach, dass bis zu 50% der Dysplasien keine klinischen Risikofaktoren oder anamnestischen Auffälligkeiten zeigten [4, 15, 97, 105]. Das Screening war in 22,1% auffällig, was den Angaben von Tönnis (27%) nahekommt [4]. Falliner et al. fanden in 36% [63], Rosendahl et al. in nur 12,4% der Fälle klinische oder anamnestische Risikofaktoren [84]. Diese Screeningergebnisse müssen anschließend durch Nachkontrollen geklärt werden, was einen finanziellen Mehraufwand bedeutet [11]. In immerhin 21,7% stellten sich diese Nachkontrollen bei uns als überflüssig heraus. Die Rate falsch-positiver Befunde fiel bei Seidl et al. mit 51,4% sogar noch höher aus [89]. Der positive Vorhersagewert ist mit 3,2% niedrig und insbesondere nicht viel höher als die A-priori-Wahrscheinlichkeit, d.h. die Prävalenz.

Nach Zusammenschau aller aufgeführten Ergebnisse bleibt festzustellen, dass die Screeningkette des Hüfttrisikoscreenings, wie es von den Krankenkassen vorgesehen ist, nicht in höchster Qualität angeboten werden kann. Das Hüfttrisikoscreening eignet sich nicht dafür, gesunde von kranken Patienten zu unterscheiden, da es dem Anspruch, Betroffene einer zeitnahen, noch vor der U3 stattfindenden Therapie zuzuführen, nicht gerecht wird. Wesentliche Aspekte der von Wilson & Jungner erstellten Screeningkriterien werden nicht erfüllt, insbesondere das Stadium, in dem die Krankheit latent ist, nicht erkannt [49].

Die Aussagekraft von anamnestischen Risikofaktoren und klinischer Untersuchung ist gering, weshalb wir, wie auch Kolb et al., die Durchführung eines generellen Hüftsonographiescreenings in der ersten Lebenswoche bzw. im Rahmen der U2 fordern [88]. Die hierdurch mögliche Frühestdiagnose bietet die höchste Chance auf eine anatomische Heilung mit konservativen Methoden [56, 74, 75]. Durch die geringere Behandlungsdauer und weniger invasiven Therapiemethoden werden die Therapiekosten deutlich reduziert [11, 75, 77, 78]. Die Kosten für das generelle Hüftsonographiescreening, die von 2011 mit 57.000€/Jahr für Österreich errechnet worden waren, wurden durch die Reduktion der Behandlungskosten um 293.000€/Jahr (410.000 auf 117.000€) fünfmal abgedeckt [71]. Daneben kann die Ausbildungsmöglichkeit der angehenden Fachärzte an den Kliniken, die für ihre Zulassung zum Facharzt für

Diskussion

Orthopädie und Unfallchirurgie 50 selbstständig durchgeführte Ultraschalluntersuchungen als Leistung erbringen müssen, gewährleistet werden [76].

Insgesamt kann die bereits zur U2 durchgeführte Sonographie exzellente Behandlungsergebnisse in geringer Zeit mit geringstem Therapie- und Kostenaufwand erzielen. Demgegenüber wird das Ziel der Leitlinie von 1996, „(...) die Früherkennung von Risiken, die zum Auftreten von entwicklungsbedingten Hüftgelenksluxationen führen können (...)“ durch das Hüftisiko-Screening nicht erreicht [55].

6 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, den Prozentsatz übersehener kongenitaler Hüftdysplasie und Hüftluxationen zu ermitteln, die mit den Kriterien des Neugeborenen-Hüfttrisikoscreenings einer postnatalen Diagnostik entgehen und damit verspätet therapiert werden. Hierfür wurden im Zeitraum vom 01.02.2013 bis 01.02.2014 1345 Kinder dem generellen Neugeborenen-Hüftsonographie-Screening zugeführt. Nach Ausschluss von Kindern, die vor der 27. SSW geboren worden waren und Kindern, die bei der Sonographie älter als 10 Tage waren, gingen 1145 Datensätze in die Auswertung ein. Diese wurden vergleichend nach den Kriterien eines generellen und eines selektiven Neugeborenen-Screenings statistisch dargestellt.

Bei 1145 erfassten Neugeborenen wurde in 18 Fällen eine Hüftdysplasie diagnostiziert, die Prävalenz betrug somit 1,6%. Die Familienanamnese als Screeningkriterium lieferte in 77,8% falsch negative, in 16,8% falsch positive Befunde. Falsch negativ waren 83,3% der Kinder mit Dysplasie, die nicht aus Beckenendlage geboren worden waren, der falsch positive Anteil betrug 6,8%. Die klinische Untersuchung fiel in 88,9% falsch negativ, in 0,6% falsch positiv aus. Insgesamt wurden 10 der 18 Dysplasien durch das Hüfttrisiko-Screening übersehen, was einem Anteil von 55,6% falsch negativen Befunden entspricht. In 21,7% der Fälle ergab das Risikoscreening einen falsch positiven Befund. Die Sensitivität betrug 44,4%, die Spezifität 78,3%. Der positiv-prädiktive Wert lag bei 3,2%. Das Screening erkannte weniger als jede zweite Hüftdysplasie.

Bei klinisch und anamnestisch unauffälligen Hüftdysplasien lässt man die wertvolle Zeit der höchsten Wachstumsgeschwindigkeit ungenutzt vorübergehen, was invasive Behandlungsmethoden erfordert und die Therapieerfolge gefährdet. Aufgrund der indiskutablen Sensitivität des Risikoscreenings halten wir das in der Ultraschallvereinbarung von 1996 vorgeschlagene Risikoscreening für untauglich. Es sollte durch ein generelles Neugeborenenenscreening in der ersten Lebenswoche ersetzt werden, um ideale Therapieerfolge mit anatomisch und funktionell normalen Hüften, auch bei dysplastischen Hüften, zu erreichen.

7 Literaturverzeichnis

1. Küllmer, K., et al., *Diagnostik und Therapie der Hüftdysplasie und -luxation im ersten Lebensjahr*. Zentralbl für Kinderchir, 2002. **11**(04): p. 205-208.
2. Graf, R., *Sonographie der Säuglingshüfte und therapeutische Konsequenzen*. 2010, Stuttgart. 203.
3. Tönnis, D., *Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation im Kindes- und Erwachsenenalter*. 1984, Berlin Heidelberg New York Tokyo. 63-67.
4. Tönnis, D., K. Storch, and H. Ulbrich, *Results of newborn screening for CDH with and without sonography and correlation of risk factors*. J Pediatr Orthop, 1990. **10**(2): p. 145-52.
5. Dogruel, H., et al., *Clinical examination versus ultrasonography in detecting developmental dysplasia of the hip*. Int Orthop, 2008. **32**(3): p. 415-9.
6. Lehmann, H.P., et al., *Developmental dysplasia of the hip practice guideline: technical report. Committee on Quality Improvement, and Subcommittee on Developmental Dysplasia of the Hip*. Pediatrics, 2000. **105**(4): p. E57.
7. Dorn, U. and D. Neumann, *Ultrasound for screening developmental dysplasia of the hip: a European perspective*. Curr Opin Pediatr, 2005. **17**(1): p. 30-3.
8. Tschauner, C., et al., *Developmental dysplasia of the hip: impact of sonographic newborn hip screening on the outcome of early treated decentered hip joints-a single center retrospective comparative cohort study based on Graf's method of hip ultrasonography*. J Child Orthop, 2011. **5**(6): p. 415-24.
9. Kochs, A., et al., *Hüftdysplasie und -luxation*. Monatsschrift Kinderheilkunde, 2003. **151**(8): p. 804-809.
10. Menkens, S., Betthäuser, A., Hille, E., *0-Jahres Ergebnisse nach konservativer Therapie der Hüfttreifungsstörungen des Neugeborenen, Langzeitergebnisse in der Kinderorthopädie*. 2003: Reichel, Krauspe.
11. Schilt, M., *[Optimal age for hip sonography screening]*. Ultraschall Med, 2001. **22**(1): p. 39-47.
12. Partenheimer, A., et al., *[Correlation between sex, intrauterine position and familial predisposition and neonatal hip ultrasound results]*. Ultraschall Med, 2006. **27**(4): p. 364-7.
13. Ziegler, J., et al., *The natural history of developmental dysplasia of the hip*. Der Orthopäde, 2008. **37**(6): p. 515-524.
14. Ihme, N., et al., *[Hip ultrasound screening in Germany. Results and comparison with other screening procedures]*. Orthopäde, 2008. **37**(6): p. 541-6, 548-9.
15. Schüle, B., et al., *Verlaufskontrollen von Hüftbefunden im sonographischen Neugeborenen screening*. Ultraschall in Med, 1999. **20**(04): p. 161-164.
16. Dunn, P.M., *Congenital postural deformities*. Br Med Bull, 1976. **32**(1): p. 71-6.
17. Ortiz-Neira, C.L., E.O. Paolucci, and T. Donnon, *A meta-analysis of common risk factors associated with the diagnosis of developmental dysplasia of the hip in newborns*. Eur J Radiol, 2012. **81**(3): p. e344-51.
18. Ruhmann, O., et al., *[Ultrasound neonatal screening: the effect of anamnestic risk factors on hip dysplasia]*. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 1998. **136**(6): p. 492-500.
19. Morey, S.S., *AAP develops guidelines for early detection of dislocated hips*. Am Fam Physician, 2001. **63**(3): p. 565-6, 568.

Literaturverzeichnis

20. Zieger, M., *Hüftdysplasie und -luxation*, in *Sonographie des kindlichen Hüftgelenks*. 1990, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 40-105.
 21. Leonhardi, A. and M. Reither, *Ultraschall-Screening für Neugeborene (NG). Nutzen und Bedeutung in der Routinediagnostik*. *Klin Pädiatr*, 1993. **205**: p. 383-388.
 22. Schuler, P., [*Ultrasonic diagnosis of hip dysplasia and hip luxation*]. *Dtsch Med Wochenschr*, 1988. **113**(11): p. 428-31.
 23. Wynne-Davies, R., *Acetabular dysplasia and familial joint laxity: two etiological factors in congenital dislocation of the hip*. *J Bone Joint Surg [Br]*, 1970. **52**: p. 704-716.
 24. de Hundt, M., et al., *Risk factors for developmental dysplasia of the hip: a meta-analysis*. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2012. **165**(1): p. 8-17.
 25. Strauss, A., *Geburtshilfe Basics*. Springer Medizin Verlag Heidelberg, 2006.
 26. Weyerstahl, T., Stauber, M., *Duale Reihe Gynäkologie und Geburtshilfe*. Georg Thieme Verlag KG, 2013.
 27. Pediatrics, A.A.o., *Clinical practice guideline: early detection of developmental dysplasia of the hip. Committee on Quality Improvement, Subcommittee on Developmental Dysplasia of the Hip. American Academy of Pediatrics*. *Pediatrics*, 2000. **105**(4 Pt 1): p. 896-905.
 28. Graf, R., *Sonographie der Säuglingshüfte*. *Z. Orthop.*, 1990. **128**: p. 355-356.
 29. Holen, K.J., et al., *Ultrasonographic evaluation of breech presentation as a risk factor for hip dysplasia*. *Acta Paediatr*, 1996. **85**(2): p. 225-9.
 30. De Pellegrin, M. and D. Moharamzadeh, *Developmental dysplasia of the hip in twins: the importance of mechanical factors in the etiology of DDH*. *J Pediatr Orthop*, 2010. **30**(8): p. 774-8.
 31. Yamamuro, T., et al., *Biomechanical and hormonal factors in the etiology of congenital dislocation of the hip joint*. *International Orthopaedics*, 1977. **1**(3): p. 231-236.
 32. Breckwoldt, K., Pfeleiderer, *Gynäkologie und Geburtshilfe*. 2008.
 33. Tschauner, C., et al., [*Maturation curve of the ultrasonographic alpha angle according to Graf's untreated hip joint in the first year of life*]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 1994. **132**(6): p. 502-4.
 34. Heimkes, B., *Form follows function. Physiologic and pathologic development of the hip joint*. *Rev Rhum Engl Ed*, 1997. **64**(10 Suppl): p. 167s-168s.
 35. Bernau, A., Matthiessen, D., *Treatment of Hip Dysplasia - 15 Years Hip Flexion Device of Tübingen*. *Orthopädische Praxis*. **01/2002**: p. 1-12.
 36. Grill, F. and D. Muller, [*Results of hip ultrasonographic screening in Austria*]. *Orthopade*, 1997. **26**(1): p. 25-32.
 37. Dezateux, C. and K. Rosendahl, *Developmental dysplasia of the hip*. *Lancet*, 2007. **369**(9572): p. 1541-52.
 38. Furnes, O., et al., *Hip disease and the prognosis of total hip replacements. A review of 53,698 primary total hip replacements reported to the Norwegian Arthroplasty Register 1987-99*. *J Bone Joint Surg Br*, 2001. **83**(4): p. 579-86.
 39. Grimberg, A., Jansson, V., *Endoprothesenregister Deutschland - Jahresbericht 2016*. 2016.
 40. Heimkes, B., *Erkrankungen des kindlichen Hüftgelenks*
- Hüftentwicklung – diagnostische und therapeutische Prinzipien*. *Monatsschr Kinderheilkd*, 2013. **4/2013**.

Literaturverzeichnis

41. Jari, S., R.W. Paton, and M.S. Srinivasan, *Unilateral limitation of abduction of the hip. A valuable clinical sign for DDH?* J Bone Joint Surg Br, 2002. **84**(1): p. 104-7.
42. Thielemann, D.m.F., *Pädiatrie*. 2013: Springer Berlin Heidelberg. 1165.
43. Kolb, A., et al., *Low incidence of early developmental dysplasia of the hip in universal ultrasonographic screening of newborns: analysis and evaluation of risk factors*. Int Orthop, 2016. **40**(1): p. 123-7.
44. Kobeleva, X. *Leben mit Hüftdysplasie*. 2009 [cited 2015 21.08.2015]; Online Journal]. Available from: <http://news.doccheck.com/de/2682/leben-mit-huftdysplasie/>.
45. Graf, R., *Sonografie der Säuglingshüfte - aber richtig*. 2014, Kassenärztliche Bundesvereinigung. p. 37.
46. (UICC), U.I.C.I.C., *Klinische Onkologie*. 1 ed. UICC International Union Against Cancer. 1982: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. XVI, 316.
47. Morrison, A.S., *Screening in Chronic Disease*. 1992: Oxford University Press.
48. Becker, N., *Screening aus epidemiologischer Sicht*. Der Radiologe, 2008. **48**(1): p. 10-16.
49. Wilson, J.M. and Y.G. Jungner, *[Principles and practice of mass screening for disease]*. Bol Oficina Sanit Panam, 1968. **65**(4): p. 281-393.
50. Linnane, E., A. Paul, and R. Parry, *Screening of newborn infants for cholestatic hepatobiliary disease. Does test fulfil screening criteria?* Bmj, 1999. **319**(7222): p. 1435-6.
51. Andersson, J.E., *Neonatal hip instability: normal values for physiological movement of the femoral head determined by an anterior-dynamic ultrasound method*. J Pediatr Orthop, 1995. **15**(6): p. 736-40.
52. Grieffenhagen, H., *Hüftsonographie: Luxus oder Notwendigkeit?: Ergänzungen notwendig*. Dtsch Arztebl International, 1995. **92**(24): p. A-1774.
53. Berman, L. and L. Klenerman, *Ultrasound screening for hip abnormalities: preliminary findings in 1001 neonates*. Br Med J (Clin Res Ed), 1986. **293**(6549): p. 719-22.
54. Tschauner, C., W. Klapsch, and R. Graf, *[The effect of ultrasonography screening of hips in newborn infants on femur head necrosis and the rate of surgical interventions]*. Orthopade, 1993. **22**(5): p. 268-76.
55. *Leitlinie für das hüftsonographische Screening – Konsensusstatement ?* Dtsch Arztebl International, 1996. **93**(1-2): p. 58-.
56. Farr, S., F. Grill, and D. Muller, *[When is the optimal time for hip ultrasound screening?]*. Orthopade, 2008. **37**(6): p. 532, 534-6, 538-40.
57. Yawn, B.P., I.R. Mabry, and S. Ko, *Ultrasonography in the assessment of developmental dysplasia of the hip*. Am Fam Physician, 2006. **74**(8): p. 1284-5.
58. Catterall, A., *The early diagnosis of congenital dislocation of the hip*. J Bone Joint Surg Br, 1994. **76**(4): p. 515-6.
59. Patel, H., *Preventive health care, 2001 update: screening and management of developmental dysplasia of the hip in newborns*. Cmaj, 2001. **164**(12): p. 1669-77.
60. Bache, C.E., J. Clegg, and M. Herron, *Risk factors for developmental dysplasia of the hip: ultrasonographic findings in the neonatal period*. J Pediatr Orthop B, 2002. **11**(3): p. 212-8.
61. De Pellegrin, M. and L. Tessari, *Early ultrasound diagnosis of developmental dysplasia of the hip*. Bull Hosp Jt Dis, 1996. **54**(4): p. 222-5.
62. Godward, S. and C. Dezateux, *Surgery for congenital dislocation of the hip in the UK as a measure of outcome of screening. MRC Working Party on Congenital Dislocation of the Hip. Medical Research Council*. Lancet, 1998. **351**(9110): p. 1149-52.

Literaturverzeichnis

63. Falliner, A., H.J. Hahne, and J. Hassenpflug, *Sonographic hip screening and early management of developmental dysplasia of the hip*. J Pediatr Orthop B, 1999. **8**(2): p. 112-7.
64. Graf, R., *Die Hüftsonographie beim Neugeborenen*. Pädiatr. Prax., 1990. **39**: p. 611-619.
65. Wirth, T., F. Hinrichs, and L. Stratmann, *Verlaufsbeobachtungen der Inzidenz der Hüftdysplasie nach 14-jähriger Anwendung eines sonographischen Neugeborenen Screenings*, in *Langzeitergebnisse in der Kinderorthopädie*, H. Reichel and R. Krauspe, Editors. 2003, Steinkopff: Heidelberg. p. 111-122.
66. von Kries, R., et al., *Effect of ultrasound screening on the rate of first operative procedures for developmental hip dysplasia in Germany*. Lancet, 2003. **362**(9399): p. 1883-7.
67. Angliss, R., et al., *Surgical treatment of late developmental displacement of the hip. Results after 33 years*. J Bone Joint Surg Br, 2005. **87**(3): p. 384-94.
68. Egg, H., et al., *[Results of ultrasonographic screening. An epidemiological study]*. Orthopade, 1993. **22**(5): p. 277-9.
69. von Kries, R., et al., *General ultrasound screening reduces the rate of first operative procedures for developmental dysplasia of the hip: a case-control study*. J Pediatr, 2012. **160**(2): p. 271-5.
70. Seidl, T., Trouillier, H.-H., *Früherkennung der Hüftdysplasie: Kann sie die Therapieinvasivität senken?* pädiatr. prax. , 2013. **80**: p. 671-679.
71. Thaler, M., et al., *Cost-effectiveness of universal ultrasound screening compared with clinical examination alone in the diagnosis and treatment of neonatal hip dysplasia in Austria*. J Bone Joint Surg Br, 2011. **93**(8): p. 1126-30.
72. Altenhofen, L., P.G. Allhoff, and F.U. Niethard, *[Hip ultrasound screening within the scope of U3--initial experiences]*. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 1998. **136**(6): p. 501-7.
73. Graf, R., *New possibilities for the diagnosis of congenital hip joint dislocation by ultrasonography*. J Pediatr Orthop, 1983. **3**(3): p. 354-9.
74. Sahlstrand, T., et al., *Management of neonatal hip instability: an analysis of the efficiency in a consistent treatment program*. J Pediatr Orthop, 1985. **5**(5): p. 540-5.
75. Klapsch, W., C. Tschauener, and R. Graf, *[Cost control using general ultrasound hip screening]*. Monatsschr Kinderheilkd, 1991. **139**(3): p. 141-3.
76. Günther, K.-P., et al., *Klinisches und sonographisches Screening der Säuglingshüfte*. Dtsch Arztebl International, 2000. **97**(23): p. 1593-.
77. Seidl, T., et al., *[Reduction of unstable and dislocated hips applying the Tübingen hip flexion splint?]*. Orthopade, 2012. **41**(3): p. 195-9.
78. Woolacott, N.F., et al., *Ultrasonography in screening for developmental dysplasia of the hip in newborns: systematic review*. Bmj, 2005. **330**(7505): p. 1413.
79. Deimel, D., et al., *Verlaufsbeobachtung eines hüftsonographischen Screeningprogrammes zur Früherkennung angeborener Hüftreifungsstörungen an der Orthopädischen Universitätsklinik Homburg/Saar im Zeitraum von 1985 bis 1990*. Z Orthop Unfall, 1994. **132**(04): p. 255-259.
80. NN, *Mitteilungen und Informationen für Mitglieder der Kassenärztliche Vereinigung Westfalen-Lippe Jahresbericht 2008 Qualifizierung Qualitätsmanagement, pluspunkte* 2009. **40**: p. 25-26.
81. Peterlein, C.D. and S. Fuchs-Winkelmann, *[Paediatric hip sonography: current status at German university hospitals]*. Orthopade, 2014. **43**(2): p. 136-42.

Literaturverzeichnis

82. Stoll, T., & Wirth, T., *Epidemiologische Verlaufsbeobachtung eines Neugeborenen-Screening der Hüfte durch Ultraschall*. Philipps-Universität Marburg, 2006.
83. Braun, B., *Geburten und Geburtshilfe in Deutschland*. Schriftenreihe zur Gesundheitsanalyse, 2006. **43**.
84. Rosendahl, K., T. Markestad, and R.T. Lie, *Developmental dysplasia of the hip: prevalence based on ultrasound diagnosis*. *Pediatr Radiol*, 1996. **26**(9): p. 635-9.
85. Benz-Bohm, G., et al., *[Is hip sonography meaningful as a screening method?]*. *Rofo*, 1987. **146**(2): p. 188-91.
86. Dorn, U., *Hüftscreening bei Neugeborenen. Klinische und sonographische Ergebnisse*. Beilage zur WIne. *Klin. Wochenschr.*, 1990. **993**: p. 1-22.
87. Casser, H.R., *Sonographiegesteuerte Behandlung der dysplastischen Säuglingshüfte*. Bücherei des Orthopäden, 1992. **59**.
88. Kolb A., S.N., Kaider A., Mailath-Pokorny M., Windhager R., Chiari C., *Lückenloses Sonographie Hüft-Screening in der 1. Lebenswoche: Reevaluation von Inzidenz und Risiko-Faktoren* 2008.
89. Seidl, T., Lohmaier, J., Trouillier, H.-H., *Früherkennung der Hüftdysplasie: Ist das zweigeteilte Risikoscreening effektiv?* *Monatsschr Kinderheilkd*, 2011. **8/2011**.
90. Schuler, P., et al., *Ultrasound examination for the early determination of dysplasia and congenital dislocation of neonatal hips*. *Clin Orthop Relat Res*, 1990(258): p. 18-26.
91. Deutschland, S.B., *Geburten: Lebendgeborene: Deutschland, Jahre, Geschlecht*. Genesis-Online Datenbank, 2013. **12612-0001**.
92. Falliner, A., H.J. Hahne, and J. Hassenpflug, *Sonographisches Hüftscreening bei Neugeborenen*. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 1996. **144**(11): p. 1223-1229.
93. (Destatis), S.B., *Geburtsgewicht*. 2010.
94. Stein-Zamir, C., et al., *Developmental dysplasia of the hip: risk markers, clinical screening and outcome*. *Pediatr Int*, 2008. **50**(3): p. 341-5.
95. Hinderaker, T., et al., *The impact of intra-uterine factors on neonatal hip instability. An analysis of 1,059,479 children in Norway*. *Acta Orthop Scand*, 1994. **65**(3): p. 239-42.
96. Azzopardi, T., et al., *Late diagnosis of developmental dysplasia of the hip: an analysis of risk factors*. *J Pediatr Orthop B*, 2011. **20**(1): p. 1-7.
97. Exner, G.U. and D. Mieth, *[Sonographic screening for hip dysplasia in newborn infants]*. *Schweiz Med Wochenschr*, 1987. **117**(27-28): p. 1015-20.
98. Gnutzmann, A., *Epidemiologische Verlaufsbeobachtung zur Hüftdysplasie bei Neugeborenen über den Zeitraum vom 01.01.1999 - 30.06.2004*. 2010.
99. Wagner, R., *Deskription der postpartalen Sonomorphologie der Säuglingshüfte mit Analyse der Interobserver Variabilität in der Klassifizierung nach R. Graf*. Universität Greifswald, 2015.
100. Roovers, E.A., et al., *The natural history of developmental dysplasia of the hip: sonographic findings in infants of 1-3 months of age*. *J Pediatr Orthop B*, 2005. **14**(5): p. 325-30.
101. Akgün, S., C. Bakar, and C. Tuncay, *Is clinical examination reliable in diagnosis of developmental dysplasia of the hip?* Vol. 19. 2008.
102. Torklus, D.v., *Familiäre Hüftdysplasie bei Hüftluxation: eine biometrische Untersuchung*. Georg Thieme Verlag KG, 1967.

Literaturverzeichnis

103. Rosenberg, N. and V. Bialik, *The effectiveness of combined clinical-sonographic screening in the treatment of neonatal hip instability*. Eur J Ultrasound, 2002. **15**(1-2): p. 55-60.
104. Riboni, G., et al., *Ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip*. Pediatr Radiol, 2003. **33**(7): p. 475-81.
105. Ilfeld, F.W., G.W. Westin, and M. Makin, *Missed or developmental dislocation of the hip*. Clinical orthopaedics and related research, 1986(203): p. 276-281.

8 Anhang

8.1 Informationsbogen für Eltern

Seite - 2 -

Validität des gesetzlich vorgeschriebenen Neugeborenen-Hüft-Screenings im Vergleich zu einem generellen Neugeborenen-Hüftsonographie-Screening

Sehr geehrte Eltern,

Entsprechend gesetzlicher Vorgaben wird bei Ihrem Kind noch vor Entlassung aus der Klinik die Vorsorgeuntersuchung U2 durchgeführt. Bei dieser Untersuchung interessiert neben anderem auch die Hüfte ihres Kindes. Es soll hierbei durch ihre Befragung und durch eine ärztliche Untersuchung ihres Kindes herausgefunden werden, ob Ihr Kind Risiken aufweist, an einer sogenannten angeborenen Hüftdysplasie – **also einer krankhaft zu steil gekippten Hüftgelenkspfanne** - erkrankt zu sein. Diese Erkrankung kommt immerhin bei zwei bis drei von hundert neugeborenen Kindern vor, sodass der Aufwand der Untersuchung absolut gerechtfertigt erscheint. Bei der Erkrankung ist die Hüftpfanne entweder aufgrund einer familiären Belastung oder auch aufgrund einer ungünstigen Lage im Mutterleib zu steil angelegt. Es kann sogar vorkommen, dass der Hüftkopf, weil die Pfanne zu steil ist, aus dem Gelenk gleitet und nicht mehr zurückfindet, dies nennt man dann eine Hüftluxation. Glücklicherweise kann man die Kinder, die an einer angeborenen Hüftdysplasie oder Hüftluxation leiden, mit gutem Ergebnis behandeln, wenn man sie unmittelbar nach Geburt sofort mit einer Beugespreizschiene oder Spreizhose versorgt. Zusätzlich zur vorgeschriebenen Befragung der Eltern und Untersuchung des Kindes wird im Klinikum Großhadern bei allen neugeborenen Kindern routinemäßig eine technische Untersuchung in Form einer **Ultraschallabtastung der Hüften** durchgeführt. Diese Untersuchung wurde vom Gesetzgeber - ausschließlich aus ökonomischen Gründen - im Neugeborenenalter nicht vorgeschrieben, sie ist jedoch nach dem derzeitigen Stand des Wissens sehr viel aussagekräftiger als die alleinige Befragung der Eltern und Untersuchung der Kinder. Auch kann man sicher sein, dass die **Ultraschalluntersuchung** nebenwirkungsfrei ist und mit keinerlei Strahlenbelastung verbunden ist, wie dies z.B. bei einer Röntgenuntersuchung der Fall wäre.

Wir wollen nun in einer Studie herausfinden, wieviele unserer in Großhadern geborenen Kinder einer richtigen Frühdiagnose entgangen wären, wenn wir ausschließlich die Eltern befragt und die kindliche Untersuchung durchgeführt hätten.

Dies ist möglich, wenn wir die routinemäßig erhobenen Befragungs- und Untersuchungsdaten Ihres Kindes mit den routinemäßig gewonnenen Ergebnissen des **Hüftultraschalls** vergleichen. ***Es sind also in der Studie keinerlei zusätzliche Untersuchungen ihres Kindes notwendig; alle bei ihrem Kind durchgeführten Untersuchungen werden in selber Weise routinemäßig auch bei allen Säuglingen durchgeführt, die nicht in die Studie eingeschlossen sind.***

Wir bitten Sie also, die bereits bestehenden Untersuchungs- und Behandlungsdaten Ihres Kindes mit in unsere Studie aufnehmen zu dürfen. Selbstverständlich können Sie sich gegen die Teilnahme an der Studie aussprechen. Durch die Teilnahme oder Nicht-Teilnahme Ihres Kindes an der Studie entstehen für Ihr Kind in der weiteren Betreuung keinerlei Vor- oder Nachteile. Sie können jederzeit und ohne Angabe von Gründen Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dem Forschungsvorhaben zurücknehmen, ohne dass Ihrem Kind hieraus Nachteile entstehen.

Versicherung

Im Rahmen der Studie treten keine andersartigen oder weiteren Risiken auf als bei Nicht-Einschluss in eine Studie. Es besteht auch kein erhöhtes Wegerisiko, da die Erhebung der Daten **nach dem** Zeitpunkt der regulären Nachuntersuchungen stattfinden.

Datenschutzpassus

Bei dieser Studie werden die Vorschriften über die ärztliche Schweigepflicht und den Datenschutz eingehalten. **Es werden die diagnostischen Befunde ihres Kindes so verschlüsselt (pseudonymisiert), dass bei der Auswertung weder der Name noch die Initialen oder das exakte Geburtsdatum Ihres Kindes bekannt sind,**

Im Falle Ihres Widerrufs der Einwilligung werden die pseudonymisiert gespeicherten Daten vernichtet.

Der Zugang zu den Originaldaten und zum Verschlüsselungscode ist auf Prof. Dr. med. B. Heimkes beschränkt. Die Unterlagen werden in der Kinderambulanz der

Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Ludwig-Maximilians-Universität, Campus Großhadern in München für 10 Jahre aufbewahrt.

Im Falle von Veröffentlichungen der Studienergebnisse bleibt die Vertraulichkeit der persönlichen Daten ebenfalls gewährleistet.

Einwilligungserklärung

*Ich wurde darüber aufgeklärt, dass im Rahmen der Studie „Validität des gesetzlich vorgeschriebenen Neugeborenen-Hüfttrisiko-Screenings im Vergleich zu einem generellen Neugeborenen-Hüftsonographie-Screening“ keine andersartigen oder weiteren Risiken auftreten als bei Nicht- Einschluss in eine Studie sowie, dass kein erhöhtes Wegerisiko besteht, da die Erhebung der Daten **nach dem Zeitpunkt** der regulären Nachuntersuchung stattfindet. Somit ist eine besondere Versicherung nicht notwendig.*

Ich bin, stellvertretend für das Kind, mit der Verwendung persönlicher Daten, Befunddaten des Kindes nach Maßgabe der Patienteninformation im Rahmen der Studie „Validität des gesetzlich vorgeschriebenen Neugeborenen-Hüfttrisiko-Screenings im Vergleich zu einem generellen Neugeborenen-Hüftsonographie-Screening“ einverstanden und willige damit im Namen meines Kindes freiwillig in die Teilnahme zu o.g. Studie ein.

Ich bin darüber informiert, dass die Patientendaten erhoben, gespeichert und pseudonymisiert (verschlüsselt) werden. Im Falle des Widerrufs der Einwilligung werden die pseudonymisiert gespeicherten Patientendaten vernichtet.

Ort, Datum

Unterschrift des behandelnden
Arztes

Ort, Datum

Unterschrift der Mutter

0047289293.A1603193

Ort, Datum

Unterschrift des Vaters

Ort, Datum

Unterschrift sonstiger
Erziehungsberechtigte(r)

8.2 Dokumentationsbogen der Orthopädischen Klinik

Klinikum der Universität München
Großhadern
 Orthopädische Klinik und Poliklinik
 Direktor: Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. V. Jansson

Klinikum Großhadern, Postfach 701260, 81312 München
 Orthopädische Klinik



81377 München, _____
 Marchioninstraße 15
 Durchwahl 7095-3920

Untersuchungsdatum: 07.08.13

Alter: 1.....Wo

stat / NGA 06.08.2013 FGGB-FRGH10

Ultraschalluntersuchung der Säuglingshüfte

Anamnese:

Beckenendlage: ja nein
 Familienanamnese: pos. neg.
 Voruntersuchung: ja nein

Klinik:

	re	li	o.B.
Instabilität:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Luxierbar:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Luxiert:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Abspreizhemmung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fehlbildungen, Anomalien (z.B. Füße): ja nein
 welche:.....

Hüftsonographischer Vorbefund: ja nein Alter bei Voruntersuchung: Wo.

Hüfttyp nach Graf (Vorbefund): links: rechts:

Hüftsonographischer Untersuchungsbefund: (nach Graf)

	56	5									
rechts	α-W.	Ia/b	IIa+	IIa-	IIb	IIc stab	IIc inst.	D	IIIa	IIIb	IV
links	62	8									

Diagnose:

	physiolog. Hüftreife	physiolog. Unreife	Dysplasie	Luxation
rechts				
links				

Kontrollbedürftiger Befund: ja nein Therapiebedürftiger Befund: ja nein

Therapie:

keine	breit wickeln	Spreizhose	Gips	Extension	stationäre Aufnahme
-------	---------------	------------	------	-----------	---------------------

weitere Therapievorschläge:

Kontrolluntersuchung empfohlen in

keine	1 Wo.	2 Wo.	4 Wo.	6 Wo.	3 Mo.	Laufalter
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----------

Kontrolle bis 6.3

Mit freundlichen Grüßen

Wiss. Assistent der Klinik

Postanschrift:
D-81366 München

Fernsprecher (Vermittlung):
(089) 7095-1

Telefax:
(089) 7095-8881

Öffentliche Verkehrsmittel:
U-Bahn: Linie 6 Klinikum Großhadern
Bus: Linien 34 und 68




8.3 Informationsbogen für Ärzte

Anweisung an alle Mitarbeiter im orthopädischen Neugeborenen-Screening

Sehr verehrte Kollegen,

Die klinische und sonographische Untersuchung der Neugeborenen auf der Station I10 sollte ab sofort wieder konsequent entsprechend unseres bewährten Dokumentationsbogens „**Ultraschalluntersuchung der Säuglingshüfte**“ stattfinden.

Hierbei ist folgendes zu beachten:

1. Die Geburtslage soll nur dann dokumentiert werden, wenn die Begleitpersonen zuverlässige Angaben mitteilen können.
2. **Bei positiver Familienanamnese** soll handschriftlich ergänzt werden, **wer** (Vater, Mutter, beide Eltern, leibliche Geschwister, Großeltern, nähere Verwandte) **wie diagnostiziert** (Sono, Röntgen) und **wie behandelt** wurde (breite Wickelung, Spreizhose, Gips, stationäre Behandlung, Hüftoperation im Jugendalter, Hüftoperation im mittleren Lebensalter)
3. **Die klinische Untersuchung wird bei allen, also auch den anamnestisch stummen Kindern durchgeführt**, wobei der **Ortolanitest** geprüft wird. Sollte jemand mit diesem nicht vertraut sein, so kann er sich diesen von Herrn Heimkes, Frau Utzschneider oder Herrn Günther zeigen lassen. Unterstützend liegen hierzu ab sofort auf Ecfs-orth/ ORTH-Allgemein/ Kinderortho mehrere erklärende Videos („Newborn Examination“) bereit.
4. Bei Fehlbildungen interessieren vor allem Fußfehler, wobei der Häufigkeit nach Knickhackenfüße, Sichelfüße und Klumpfüße zu erwarten sind, an Rumpf und Kopf interessieren Gesichtssymmetrien, Schiefhäse und Skoliosen
5. **In der sonographischen Untersuchung** ist selbstverständlich die **Standardebene absolut genau darzustellen und der Alphawinkel in Vergrößerung auf dem Papiausdruck mit weichem Bleistift zu vermessen**. (Cave: Wir haben in der Vergangenheit im Vergleich zu Literaturangaben viel zu viele Ila-Hüften und zu wenige I-er-Hüften, messen also zu ungenau mit dem Hauptfehler am zu tiefen Bezugspunkt Os-iliu-Unterrand).
6. **Aufgrund gehäufte, falsch positiver Fehlbestimmungen werden ab sofort alle Kinder des Hüfttyps Ila-minus, Ilc, D, III a,b und IV sowie alle Kinder mit positivem Ortolani-Zeichen nochmals in die Kinderambulanz verwiesen und von Herrn Heimkes, Frau Utzschneider oder Herrn Günther nochmalig klinisch untersucht, nochmalig sonographiert und gegebenenfalls der Therapie zugeführt.**

8.4 Neugeborenenverlegungsbericht

Klinikum Großhadern

Klinik und Poliklinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe

Direktor: Prof. Dr. K. Friese

Ultraschall und pränatale Medizin

Neugeborenen- Verlegungsbericht

Geburtennummer: (Aufnahmenummer:)

Mutter:

Anamnese: 31-jährige 2 Gravida , 2 Para, korr. ET:
 Aborte: 0, Abbrüche: 0, EU: 0
 Blutgruppe: A Rh-positiv. Röteln: Immunität vorhanden. Chlamydia trachomatis: negativ, Luestest: durchgeführt. HBs-Ag: negativ. HIV-Test: durchgeführt, Abstriche: β -häm. Streptokokken: erfolgt: Befund negativ. Frühere Bluttransfusionen: nein,

Vorsorge: Mutterpass vorhanden: ja
 Erstuntersuchung in der 34+4 SSW, Anzahl: 5
 Erste US-Untersuchung in der 34+4 SSW, Anzahl: 3
 Größe d. Mutter: 160,0 cm
 Gewicht bei 1.Unters.: 75,0 kg, Gewicht vor Geburt: 77,7 kg
 Chorionzottenbiopsie: nein, Amniozentese bis 22.SSW: nein, Wehenbel.Test: nein
 Tokolyse i.v.: nein, Tokolyse oral: nein, RDS- Prophylaxe: nein.

Risiken: Z.n. Sectio. Nikotin: 0 Zig./d.

Kind: Name:

Geburt: Sectio (Prim. M-L) am im 12:39 Uhr
 mit 39 + 4 SSW, aus Schädelage
 Entbindungsrisiken: Z.n. Sectio.
 Indikation zur operativen Entbindung: Z.n. Sectio. V.a. cephalopelvines
 Missverhältnis. Op-Zeit: 40 min
 Nachgeburtsperiode: Placenta vollständig, Blutverlust 500 ml.
 Anästhesie: Spinalanästhesie
 Anästhesist: Anästhesist
 Geburtshelfer: Assistenz:

Kindsdaten: Geschlecht: männlich, Gewicht: 3750g, Länge: 52,0 cm, KU 36,0 cm
 Apgar: 6 / 8 / 9. NA-pH art. 7,01, BE -7,3.
 Maskenbeatmung: nein, Intubation: nein, Reanimation: nein
 O2- Anreicherung: nein, Pulsoxymetrie: nein
 Pufferung: nein
 Volumensubstitution: nein
 Augenprophylaxe: nein
 U1: durchgeführt am: von Pädiater

Pädiater:

Überweisender Arzt:

Datum:

Unterschrift Geburtshelfer: **Unterschrift Pädiater:**

Postanschrift:
Marchioninstraße 15
D-81377 MünchenTel: (089) 70 95 38 22
Fax: (089) 70 95 38 06
Zentrale: (089) 70 95 0Öffentliche Verkehrsmittel:
U- Bahn: Linie U6 Klinikum Großhadern
Bus: Linien 34, 35, 266E-mail:
ultraschall-g@helios.med.uni-muenchen.de

9 Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde an der Klinik für Orthopädie der Ludwig-Maximilians-Universität München durchgeführt.

Nach Abschluss der Dissertation möchte ich mich bei folgenden Personen bedanken, welche besonders zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben:

Ich bedanke mich bei der Ludwig-Maximilians-Universität München, für die Möglichkeit diese wissenschaftliche Arbeit durchzuführen. Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Bernhard Heimkes für die freundliche Vergabe des Dissertationsthemas, hervorragende Betreuung, reges Interesse, stete Unterstützung bei besonderen Fragestellungen und motivierende Gespräche. Daneben danke ich Herrn Dr. med. Christian Ziegler für ständige Hilfsbereitschaft und ausgezeichnete Anleitung.

Desweiteren danke ich Herrn Dr. med. Alexander Crispin, Mitarbeiter des Instituts für medizinische Informationsverarbeitung, Biometrie und Epidemiologie der LMU München, für die Unterstützung in der statistischen Auswertung, zudem allen Mitarbeitern der Klinik und Poliklinik der orthopädischen und geburtshilflichen Abteilung der Ludwig-Maximilians-Universität im Klinikum Großhadern für die Hilfe in Organisation und Durchführung der Studie.

Herzlicher Dank gilt auch meiner Familie, die mich in schwierigen Phasen der Dissertation stets unterstützt und ermutigt hat. Eine große Hilfe waren mir daneben Anja Wandler bei der Formatierung und Oliver Elsbergen bei der Arbeit mit excel.

Eidesstattliche Versicherung

ERTL, KATHARINA

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt,

dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema
*Validität des Neugeborenenhüfttrisiko-Screenings im Vergleich
zu einem generellen Neugeborenen-Hüftsonographie-Screening*

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

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

München, 30.7.19

Ort, Datum

ERTL, KATHARINA

Unterschrift Doktorandin/Doktorand