

Hüftsonographie

Ein Update

Zusammenfassung

Die Hüftsonographie hat sich kontinuierlich hinsichtlich ihrer Qualität und ihrer Standards weiterentwickelt. Fehleranalysen haben ergeben, dass die häufigsten Fehldiagnosen durch falsche anatomische Identifizierung der Echos, durch mangelnde oder nicht durchgeführte Brauchbarkeitsprüfung und die Kenntnis der Ausnahmen, sowie durch mangelhafte technische Ausrüstung zustandekommen.

Die richtige Untersuchungstechnik ist unabhängig vom Geschick des Untersuchers; die Verwendung von Linearscannern mit vorwiegend 7,5 MHz-, bei größeren Säuglingen mit 5 MHz-Transducern ist obligat. 2 Sonogramme im Standardbereich mit Vergrößerungsmaßstab 1:1,7 sind Vorschrift; Lagerungsschalen und Schallkopfführungen sind zur Vermeidung der Kippeffekte unabdingbar.

Kollegen in der Praxis, deren Ausbildung länger als 5 Jahre zurückliegt, wird dringend ein zumindest 1-tägiger Refresherkurs im Rahmen ihrer Fortbildungsverpflichtung empfohlen. Der typenbezogenen Therapie mit den 3 Hauptbehandlungsphasen *Reposition, Retention und Nachreifung* muss in Zukunft mehr als bisher Augenmerk geschenkt werden. Das Nichteinhalten von Standards mit daraus folgenden Fehldiagnosen hat bereits zu ersten juristischen Konsequenzen mit Schadenersatzprozessen geführt.

Schlüsselwörter

Hüftsonographie · Standards · Durchblutung des Säuglinghüftgelenks · 3D-Verfahren · Intrauteriner Hüftschall

Im Licht der aktuellen Diskussionen in Deutschland, in der Schweiz, in Österreich, aber auch in einem Review der amerikanischen Literatur [9] über den Wert der Hüftsonographie, insbesondere des sonographischen Screenings, ist es notwendig, nach Ursachen zu suchen, die erklären, warum manchmal die Hüftsonographie die an sie gestellten Erwartungen scheinbar nicht erfüllt. Bei der Analyse der Fehlschläge im Rahmen einer international laufenden Studie, aber auch aufgrund der Qualitätskontrolle der Kassenärztlichen Vereinigung Bayerns (KV Bayern, Jahresbericht 1998) sowie gerichtlich anhängiger Schadenersatzprozesse aus Deutschland können die hüftsonographischen Fehler eindeutig definiert und in Gruppen zusammengefasst werden.

Will man den Wert eines allgemeinen hüftsonographischen Screenings beurteilen, wird dieser nicht an der Hüftsonographie allein, sondern letztendlich am Therapieerfolg gemessen:

Wie groß ist die Reduktion der offenen Einrichtungen, die der Pfannendachkorrekturen, die Reduzierung der Therapiedauer, die Verminderung von Kopfneurosenraten etc. [10, 12, 14]? Bei der endgültigen Beurteilung mischen sich daher Diagnose und Therapie. Trotz verbesserter Diagnostik werden z. T. noch immer abenteuerliche therapeutische Wege beschritten, die letztendlich zu schlechten Endergebnissen führen, die konsequent zu der Aussage verleiten, dass trotz Hüftsonographie die Zahl der offenen Einrichtungen nicht reduziert werden konnte [18].

Hüftsonographische Fehleranalyse

Die Fehleranalyse lässt sich im Wesentlichen unter 4 Punkten zusammenfassen:

- ▶ mangelnde Abtasttechnik,
- ▶ Fehler in der anatomischen Identifizierung,
- ▶ mangelnde Kritik bei der Brauchbarkeitsprüfung der Sonogramme,
- ▶ mangelhaftes technisches Equipment.

Zur Abtasttechnik

Den meisten Untersuchern, aber auch leider vielen auszubildenden Kollegen ist nicht bewusst, dass ein streng systematisiertes Handling, welches schrittweise eingeübt werden muss, notwendig ist, um die 3 bildwichtigen Landmarks auch sicher aufzufinden. Der Abtastvorgang selbst, der ja die Voraussetzung für ein korrektes Sonogramm mit den 3 Landmarks darstellt, ist nicht eine Frage der Geschicklichkeit des Untersuchers, sondern des konsequenten schrittweisen Handlings des Kindes und des Schallkopfes. Der Scanvorgang ist somit ein standardisierter, systematisierter lehr- und lernbarer Vorgang [6]. Je länger der Untersuchungsvorgang dauert, desto unruhiger wird das Kind, desto schwieriger

Univ.-Prof. Prim. Dr. R. Graf
Ärztlicher Direktor, Allgemeines und
orthopädisches Landeskrankenhaus Stolzalpe,
8852 Stolzalpe, Österreich

R. Graf

Ultrasound examination of the hip. An update

Abstract

Hip sonography has continued to progress in terms of its quality and standards. Error analyses showed that the most common misdiagnoses are caused by the false anatomical identification of an echo, by insufficient or missing verification of usability, by inadequate knowledge of exceptions as well as by defective technical equipment.

The correct examining technique is independent from the skills of the examiner; the use of linear scans equipped with 7.5-MHz transducers in most cases, for bigger infants with 5-MHz transducers, is obligatory. Two sonograms in the standard range with a magnification scale of 1:1.7 are required; positioning devices and probe guiding systems are indispensable instruments for avoiding tilting effects.

Colleagues in practice who finished their training more than 5 years ago are strongly advised to attend at least a 1-day refresher course to fulfil their obligation for further education. In the future, type-related therapy including the three main treatment phases *reposition*, *retention*, and *postmaturation* must be considered more often than before. Noncompliance with standards and the resulting misdiagnoses have already led to the first juridical consequences, i.e., claims for damages.

Keywords

Hip sonography · Standards ·
Blood supply of the baby hip joint ·
Three-dimensional method ·
Intrauterine hip sonography

Abb. 2 ▶ a Typischer dorsoventraler Kippfehler, dem Zug des Kabels am Transducer wird durch verstärkten Daumendruck mit konsekutiver Schrägstellung des Transducers entgegengewirkt.

Am Sonogramm können nicht mehr alle 3 Landmarks gleichzeitig dargestellt werden (Abb. 2b). b Dasselbe Sonogramm wie in Abb. 1b mit dorsoventralem Kippfehler: Der Unterrand des Os ilium ist nicht mehr korrekt dargestellt, die Darmbeinsilhouette weist entsprechend der Fossa glutealis eine leichte Konkavität auf, die ohne Aufhebung der Kippung des Schallkopfes auch nicht zum Verschwinden gebracht werden kann, außerdem ist der knöcherne Erker gegenüber der korrekten Einstellung als Zeichen des Kippfehlers deutlich gerundet

Zum Thema: Sonographie

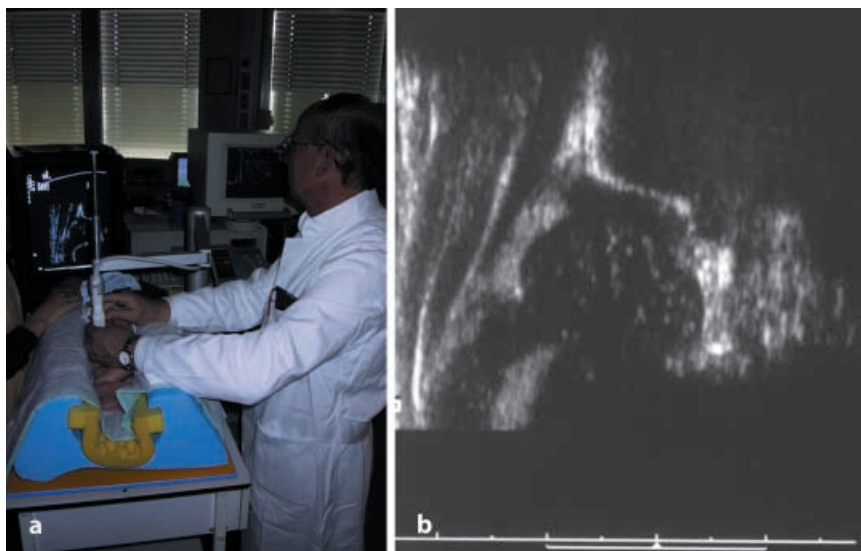


Abb. 1 ▲ a Korrekte Untersuchungstechnik mit standardisierter Lagerung und verkippungsfreies Führen des Schallkopfes mittels einer Schallkopfführungsapparatur („sono guide“); b korrektes Sonogramm. Die 3 Landmarks, Unterrand des Os ilium, die korrekte Schnittebene und das Labrum acetabulare sind sichtbar

wird es aber auch, die 3 bildwichtigen Landmarks, die sich in ihrer Größe nur im Millimeterbereich befinden, gleichzeitig darzustellen. Letzten Endes ist der Untersuchungsvorgang ein Rennen gegen die Uhr: je länger geschallt wird, desto schlechter die Sonogrammqualität.

Untersuchungstisch, Lagerungsschale und Schallkopfführungsgerät sind Voraussetzungen für eine präzise Abtasttechnik mit korrektem Sonogramm (Abb. 1). Wie erkennt man eine schlechte Abtasttechnik?

- ▶ An langen Untersuchungszeiten:
Braucht der Untersucher länger als

20–30 s zum Einstellen der Standardebene, ist dies ein untrügliches Zeichen für „herumsuchen“ ohne systematisiertes, schrittweises Vorgehen. Meist wird die Ausrede gebraucht, dass man eben „besonders genau das Gelenk durchmustere“.

- ▶ An langen „Papierstreifen“: Es werden mehr, z. T. viel mehr als die 2 geforderten Sonogramme eines Hüftgelenks im Standardbereich dokumentiert. Bei schlechtem Handling wird das Kind zunehmend unruhig – es wird schwerer, die 3 Landmarks gleichzeitig zu dokumentieren, daher wird sofort dokumentiert, wenn das



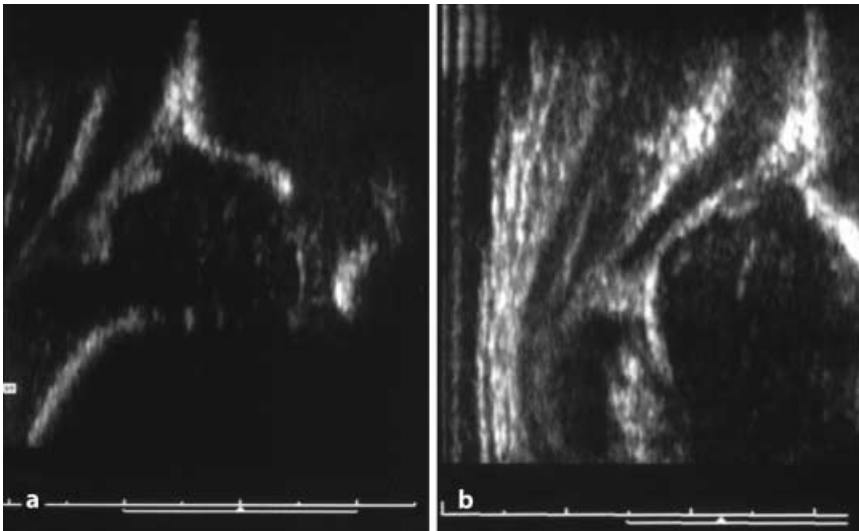


Abb. 3 ▲ a Korrektes Sonogramm mit orthograden Schallstrahlen (vgl. Abb. 3 b).
b Dasselbe Sonogramm wie in a mit kaudokranialem Kippfehler. Das Hüftgelenk wird deutlich schlechter als in a dargestellt („Pseudodysplasie“), der kaudokraniale Kippfehler ist durch die fehlende Darstellung der Knorpel-Knochen-Grenze erkenntlich

Sonogramm nur annähernd einem Hüftgelenk ähnlich sieht. Man hofft, dass nach der Untersuchung wenigstens eines der Sonogramme die geforderten Kriterien aufweist: meistens liegt nicht einmal ein Zufallstreffer vor. Quantität ersetzt nicht Qualität.

- ▶ Am Füttern des Kindes während der Untersuchung: Mangelnde Abtasttechnik verlängert die Untersuchungszeit und führt zu unruhigen Kindern mit konsekutiv schlechten Sonogrammen. Das Füttern soll die Kinder beruhigen und mehr Untersuchungszeit bringen. Cave: Kinder, die in Seitenlage gefüttert werden, verschlucken sich leicht (spätestens beim Umdrehen)! Wenn schon Füttern, dann sollte dies *vor* der Untersuchung und *nicht während* der Untersuchung sein.
- ▶ Am gewärmten Untersuchungsgel: Die Beunruhigung des Kindes wird dem „kalten“ Sonogel, leider nicht der eigenen Handlungsinsuffizienz zugeschrieben. Angewärmte Gels verlieren ihre Konsistenz, bestätigen aber einen gesunden Egodefensivmechanismus des Untersuchers.

Besonders muss auf die *Kippfehler* hingewiesen werden [6, 16] (Abb. 2). Durch das schräge, nichtorthograde Aufsetzen des Transducers auf das Gelenk bei der Untersuchung kommt es durch Beugung und durch Brechungen des Schallstrahls im Gewebe bei falschem Anstellwinkel

zu Bildverzerrungen, die im schlimmsten Fall bei kaudokraniellen Kippfehlern zu katastrophalen Fehldiagnosen und zur tatsächlich falsch-positiven Beurteilung des Sonogramms führen können (Abb. 3).

Fehler in der anatomischen Identifizierung

Eine schlechte Abtasttechnik führt zu qualitativ minderwertigen Sonogrammen, sodass die anatomische Zuordnung der Echos schwierig werden kann. Verstärkt wird dieses Problem sehr häufig durch fehlende (patho)anatomische Kenntnisse des Untersuchers. Leider vertrauen viele Beurteiler auf ihre Blickdiagnose, ohne vorher systematisch die entscheidenden anatomischen Identifizierungsschritte durchzuführen.

Die häufigsten Verwechslungsfehler sind:

- ▶ Das Labrum acetabulare wird mit der Umschlagfalte bzw. dem proximalen Perichondrium verwechselt. Katastrophale Fehldiagnosen sind die Folge.
- ▶ Der knöcherne Erker wird nicht entsprechend der Definition (Übergang der Pfannenkonkavität in die Gegenkrümmung; Kurzform: Konkavität zur Konkavität) identifiziert (Abb. 4).
- ▶ Verwechslung des Unterrands des Os ilium mit dem Echo des lig. cap. femoris an der Ansatzstelle in der Fovea

centralis: Dieser Fehler führt dazu, dass die Messlinien falsch eingezeichnet werden oder dass bei fehlendem Unterrand die Fovea centralis als Unterrand interpretiert und so ein an und für sich unbrauchbares Sonogramm zur Diagnose verwendet wird:

Nach diesen Fehlern ist die Fehldiagnose vorprogrammiert.

Die Brauchbarkeitsprüfung – Grundprinzip

In der Routinehüftsonographie wird versucht, mit einer einzigen Ebene ein dreidimensionales Gebilde, wie es das Hüftgelenk eben ist, zu charakterisieren. Erschwert wird dieser Umstand dadurch, dass der Hüftkopf nicht rund ist und die Pfanne, insbesondere die knöcherne Pfanne, den Hüftkopf nicht gleichmäßig im dorsalen, mittleren und ventralen Anteil überdacht. Mit dieser Kennebene (Standardebene) soll das Hüftgelenk an einer möglichst repräsentativen Stelle angeschnitten werden (Abb. 5).

- ▶ Der Schnitt muss durch die Mitte des Acetabulums gelegt werden. Diese „Mitte“ wird durch den Unterrand des Os ilium in der Fossa acetabuli repräsentiert.
- ▶ Der Schnitt muss durch die Mitte des tragenden Acetabulumdaches gelegt werden. Diese Stelle wird durch eine gerade, bei der aufrechtstehenden Bildprojektion nach kranial ziehende

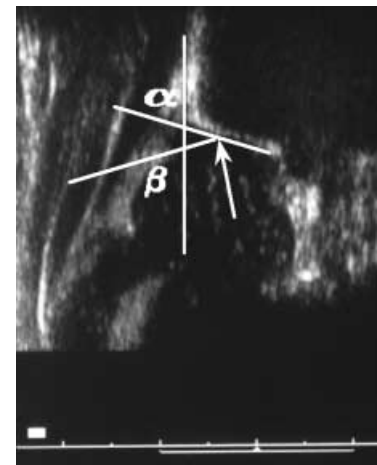


Abb. 4 ▲ Der knöcherne Erker ist der Umschlagpunkt der Pfannenkonkavität in die Gegenkrümmung („Konkavität zur Konkavität“). Die Messlinien schneiden sich nicht automatisch in einem Punkt



Abb. 5 ▲ **Räumliche Darstellung der Standardebene mit den 3 Landmarks. Unterrand des Os ilium, „mittlerer“ Pfannendachbereich und Labrum acetabulare**

Echostruktur des Os ilium charakterisiert.

- ▶ Um türlügelartige Schwenkungen durch die vorher beschriebene Achse, gebildet durch den Unterrand des Os ilium und die Mitte des Pfannendaches, zu vermeiden, ist die Darstellung des Labrum acetabulare zwingend notwendig.

Durch die 3 Landmarks

1. Unterrand des Os ilium,
2. Mitte des Acetabulum, charakterisiert durch die gerade nach oben verlaufende Darmbeinkontur, und
3. Labrum acetabulare

ist die Standardebene ausreichend definiert. Fehlt eine dieser 3 für die Hüftsonographie lebenswichtigen Landmarks, darf das Sonogramm prinzipiell nicht verwendet werden (Abb. 6). Es führt zu Fehldiagnosen, wenn zwar Labrum acetabulare und eine korrekte Schnittebene durch den Acetabulumbereich oder eine dieser beiden Strukturen vorhanden ist, der Unterrand des Os ilium aber fehlt. Der Unterrand des Os ilium in der Fossa acetabuli signalisiert, dass die Schallebene durch die „Mitte“ des Gelenks gelegt wird. Ist der Unterrand des Os ilium nicht sichtbar, wurde die Schnittebene nicht durch die Mitte des Acetabulums gelegt. Es sind daher keine Aussagen über das Hüftgelenk möglich.

Die einzige Ausnahme von dieser goldenen Regel, bei der auf dem Sonogramm der Unterrand des Os ilium fehlen darf, besteht bei einem dezentrierten Gelenk [6]:

Bei dezentrierten Gelenken ist der Hüftkopf aufgrund seiner superior-posterioren Lage meist nicht mehr in der Standardebene. Dezentrierte Gelenke dürfen außerhalb der Standardebene wohl typisiert, aber nicht ausgemessen werden, da ausschließlich Hüftgelenke in der Standardebene messtechnisch beurteilt werden dürfen.

Nur der Vollständigkeit halber muss festgehalten werden, dass es sich bei der Standardebene nicht um eine Ebene im mathematischen Sinn handelt, sondern dass es sich, bedingt durch das Auflösungsvermögen und durch das keulenartige Schallverhalten des Schallstrahls, um einen Sektor handelt, sodass von diesem Gesichtspunkt aus der Begriff „Standardbereich“ treffender sein würde.

Die Brauchbarkeitsprüfung umfasst somit den Check:

- ▶ „Unterrand“ vorhanden?
- ▶ Schnittebene korrekt?
- ▶ Labrum vorhanden?

Für die Praxis ist es von eminenter Bedeutung, am fertigen Sonogramm immer die anatomische Identifizierung *zuerst* und *vor* der Brauchbarkeitsprüfung durchzuführen [6].

Zur technischen Ausrüstung

Unabdingbar sind 5- bzw. 7,5-MHz-Linearschallköpfe. Mit diesen Frequenzen

können Neugeborene und größere Säuglinge gut untersucht werden. Sektorschallköpfe sind wegen verstärkter Beugungs- und Brechungsartefakte strikt verboten [4]. Lagerungsschale und Schallkopfführung zur Vermeidung der Kipfeffekte sind obligat. Der Verzicht auf diese Standardausrüstung aus falsch verstandener Spargesinnung ist inakzeptabel und vergleichbar mit einer Operation mit einem Taschenmesser auf einem Küchentisch. Die Untersuchung im Stehen unter Zuhilfenahme eines Tischchens durchzuführen, wird dringendst angeraten.

Standard bei der Beurteilung des Hüftsonogramms

Jedes Hüftsonogramm sollte einem Check-up unterzogen werden.

1. Anatomische Identifizierung in folgender Reihenfolge:

- ▶ Knorpel-Knochen-Grenze
- ▶ Hüftkopf
- ▶ Umschlagfalte
- ▶ Gelenkkapsel
- ▶ Labrum (4 Hilfsdefinitionen zum Aufsuchen des Labrums nicht vergessen [6])
- ▶ Standardreihe: Labrum – Knorpel – knöcherne Pfanne
- ▶ Erkerdefinition (Umschlagpunkt von Konkavität zu Konvexität)

2. Nach der anatomischen Identifizierung folgt die Brauchbarkeitsprüfung:

- ▶ Unterrand des Os ilium vorhanden?
- ▶ Schnittebene korrekt?
- ▶ Labrum acetabulare vorhanden?

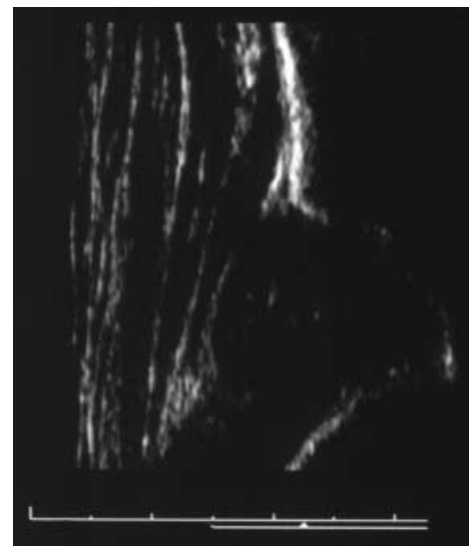


Abb. 6 ▶ **Unbrauchbares Sonogramm: Der Unterrand des Os ilium ist nicht deutlich genug dargestellt, die Darmbeinsilhouette weist eine leichte Konkavität auf, das Labrum acetabulare fehlt: Pseudohüftsonogramm**

Tabelle 1

Deskription und Terminologie

Hüfttyp		Knöcherner Formgebung	Knochenwinkel →	Knöcherner Erker	Knorpelig präformiertes Pfannendach	Knorpelwinkel ↑
Typ I Reifes Hüftgelenk	Jedes Alter	Gut	→ =60° oder größer	Eckig/stumpf	Übergreifend	Ia ⇔ ↑ <55° Ib ⇔ ↑ <55°
Typ IIa (plus) Physiologisch unreif ⇨ altersentsprechend	<12 Lebenswochen	Ausreichend	→ =50–59° (lt. Sonometer altersentsprechend)	Rund	Übergreifend	
Typ IIa minus Physiologisch unreif ⇨ mit Reifungsdefizit	<12 Lebenswochen	Mangelhaft	→ =50–59° (lt Sonometer zu klein)	Rund	Übergreifend	
Typ IIb Verknöcherungsverzögerung	>12 Lebenswochen	Mangelhaft	→ =50–59°	Rund	Übergreifend	
Typ IIc Gefährdungsbereich	Jedes Alter	Hochgradig mangelhaft	→ =43–49°	Rund bis flach	Noch übergreifend	↑ >77°
Typ D Dezentrierend	Jedes Alter	Hochgradig mangelhaft	→ =43–49°	Rund bis flach	Verdrängt	↑ >77°
Typ IIIa Dezentriertes Gelenk		Schlecht	→ <43°	Flach	Nach kranial verdrängt – ohne Strukturstörungen	
Typ IIIb Dezentriertes Gelenk		Schlecht	→ <43°	Flach	Nach kranial verdrängt – mit Strukturstörungen	
Typ IV Dezentriertes Gelenk		Schlecht	→ <43°	Flach	Nach medio-kaudal verdrängt	
Ausnahme: Typ II mit Nachreifung		Mangelhaft bzw. ausreichend		Eckig (als Zeichen der Nachreifung)	Übergreifend	

Erst nach positivem Check-up und Identifizierung sämtlicher anatomischer Strukturen darf das Sonogramm zur Diagnose herangezogen werden.

Messtechnik

Die Definition der Messlinien wurde mehrfach beschrieben [6]. Sie sind auf die Hüftsonogramme abgestimmt und können nicht 1:1 auf die Anatomie übertragen werden.

Die häufigsten Fehler sind:

- ▶ Pfannendachliniendefinition: Unterrand des Os ilium tangential an

die knöchernen Pfanne. Dieser Berührungspunkt ist nicht immer identisch mit dem knöchernen Erker!

- ▶ Grundlinie: vom obersten Erkerpunkt tangential an die Iliumkontur. Dies bedeutet, dass die Linie nicht immer durch den knöchernen Erker geht.
- ▶ Ausstellinie: vom knöchernen Erker durch die Mitte des Labrum acetabulare. Der knöchernen Erker (Übergang von Konkavität zur Konvexität) ist nicht automatisch der Schnittpunkt von Grund- und Pfannendachlinie (Abb. 4)!

Die aus diesen Linien sich ergebenden Winkel, Knochenwinkel α und Knorpelwinkel β , charakterisieren die knöchernen und die knorpelige Pfanne. In ihrer Kombination und unter Berücksichtigung des Alters ergeben sie eine nach oben und unten offene Tabelle, den „Sonometer“. Der α -Winkel charakterisiert das feste belastbare Pfannendach, daher kommt ihm bis auf wenige Ausnahmen eine höhere Wertigkeit zu. Bei identischen α -Werten können durchaus unterschiedliche β -Werte, die eine individuell verschiedene Knorpelüberdachung signalisieren, auftreten (Prototyp Typ Ia und Typ Ib). Verschlechtert sich die knöchernen Überdachung in den

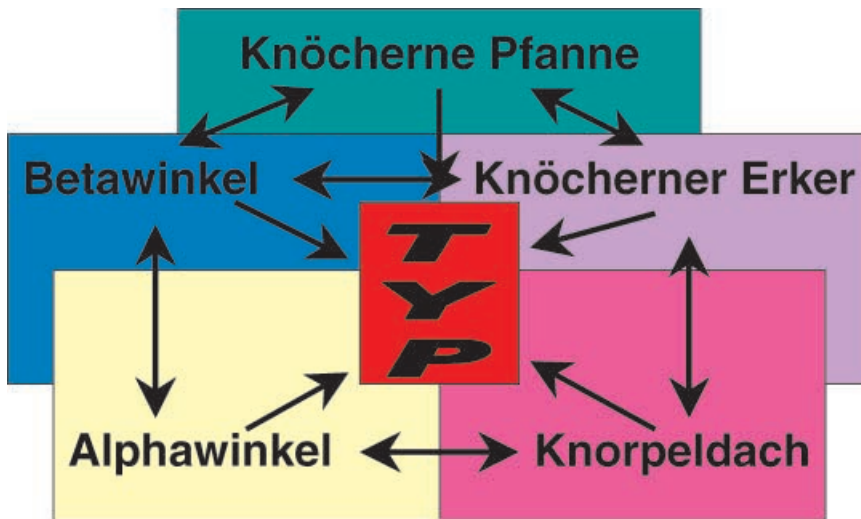


Abb. 7 ▲ **Algorithmus zur Diagnosefindung.** Je mehr Input, desto sicherer die Diagnose = Hüfttyp („Rasterfahndung“)

Typ-IIc-Bereich, sodass es zur drohenden Deformierung des Pfannendachknorpels kommt, so kommt dem β -Wert eine entscheidende Bedeutung zu:

Der β -Wert entscheidet, ob ein Typ IIc oder ein Hüfttyp D vorliegt bzw. ein Hüfttyp IIc stabil oder ein Typ IIc instabil ist. Diese Unterscheidung ist zur Klassifikation der Instabilität und zur Abgrenzung derselben von physiologischen akzeptablen Wackelbewegungen (elastische Federung) auch von enormer therapeutischer Konsequenz. Die alleinige Beurteilung nach dem α -Wert reduziert den Wert eines Hüftsonogramms unter den Wert eines verkippten und verdrehten und somit schlecht ausgemessenen Röntgen-

bildes. Der β -Winkel muss angegeben werden, fehlt dieser, wurde auch in der Regel die Ausstelllinie nicht eingezeichnet: durch das Nichteinzeichnen der Ausstelllinie fehlt die Dokumentation eines korrekt anatomisch festgelegten knöchernen Erkers und des Labrum acetabulare!

Standards für eine korrekte Diagnose und deren Dokumentation

Für die Dokumentation müssen abgesehen von 2 Sonogrammen pro Hüftgelenk im Standardbereich mit Vergrößerungsmaßstab 1:1,7 [2] folgende Daten berücksichtigt werden:

1. Patientenangaben, insbesondere das Alter des Patienten,
2. deskriptiver Befund,
3. Angabe von α - und β -Wert,
4. definitiver Hüfttyp,
5. therapeutische Konsequenz.

Dem Alter des Säuglings kommt hinsichtlich der Beurteilung der Festlegung des Hüfttyps eine wesentliche Rolle zu. Es darf nicht fehlen!

Der deskriptive Befund (Tabelle 1) mit mittlerweile wohl etablierten Termini kann nur bedingt objektiv sein. Durch die Forderung der kongruenten Beschreibung trägt er dazu bei, die Befundvielfalt entscheidend einzuengen und einen vorläufigen, durch die Deskription gefundenen Typ letztlich durch die Messtechnik abzusichern. Messtechnik und deskriptiver Befund müssen kongruent sein [6] (Abb. 7). Bei Inkongruenz ist nach Fehlern zu suchen. Die Deskription zwingt den Untersucher, sich mit den einzelnen Strukturen (Pfannendach, knöcherner Erker, Knorpeldach) in ihrer Form und Quantität auseinanderzusetzen und sie zu einer Gesamtheit zusammenzufügen.

Eine inkongruente Typisierung durch Diskrepanzen zwischen Befundung und Messtechnik muss zum Anlass genommen werden, Fehler einerseits bei möglicher falscher Messtechnik oder andererseits bei falscher Deskription, bedingt meist durch falsche anatomische Identifizierung, aufzuspüren.

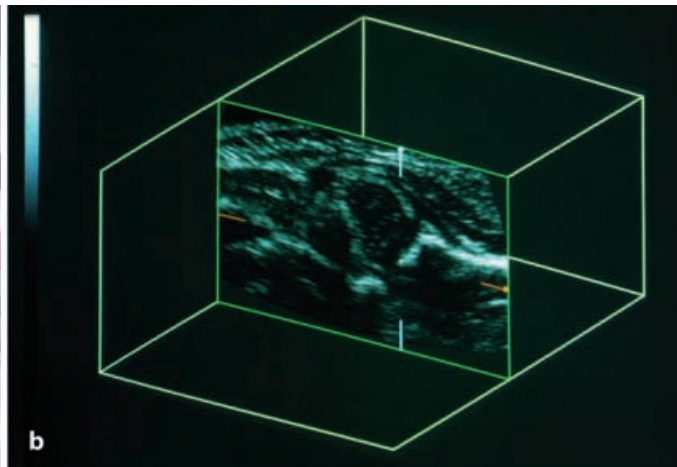


Abb. 8 ◀ a **Dreidimensionale Hüftsonographie.** Schallkopf mit automatischem Scanvorgang und Gelkissen; b **dreidimensionales Hüftsonogramm in der Box.** Eine horizontale Achse wurde durch den Unterrand des Os ilium gedreht und durch Schwenkung um diese Achse beispielhaft der dorsale Pfannendachbereich eingestellt

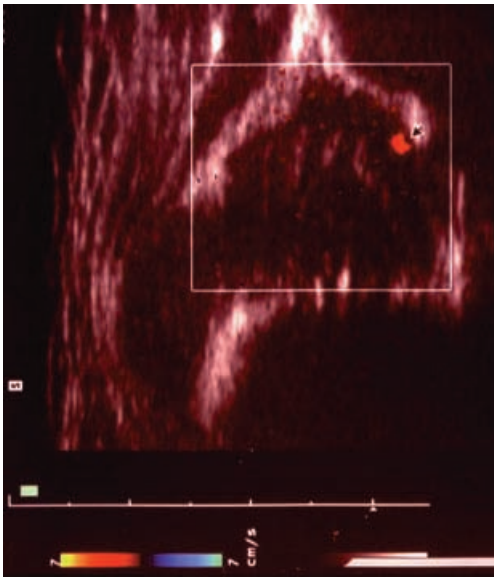


Abb. 9 ◀ Darstellung der A. ligamentum capitis femoris bei ihrer Einstrahlung in die Fovea centralis als farbkodierter roter Fleck

Die definitive Diagnose ist der Typ und nicht allein der α -Wert. Die Reduktion der Hüftsonographie auf den α -Wert würde die Diagnose letztendlich unsicher machen. Je mehr Input, desto sicherer der Output, der in diesem Fall der Hüfttyp, nicht der α -Wert allein ist.

Neue Aspekte der Hüftsonographie

Dreidimensionale Hüftsonographie [5]

An die dreidimensionale Hüftsonographie wurden große Erwartungen gestellt. Untersuchungen mit derzeit im Handel befindlichen Systemen beruhen im Wesentlichen darauf, dass durch eine automatisierte Abtastbewegung des Schallkopfes der gesamte Hüftsonographiedatensatz in einem aufgenommen werden kann und sich das Hüftgelenk in einer „Box“ befindet (Abb. 8a,b). Nach beendeter Untersuchung kann dieser Datensatz in verschiedenen Ebenen durchgemustert werden, wobei Drehachsen zum „Durchblättern“ des Datensatzes beliebig festgelegt werden können, die letztendlich das Aufsuchen der Standardebene mit konsekutiver Präzisionssteigerung erleichtern. Eine echte Dreidimensionalität im Sinne einer „gläsernen Hüfte“ ist durch diese Systeme allerdings nicht möglich.

Durchblutungsmessungen [1]

Interessante Entwicklungen ergeben sich durch den Einsatz des Farbdopplerflows, wie eigene Untersuchun-

gen zeigen. Auch bei Säuglingen kann die Durchblutung im Lig. capitis femoris, in der A. circumflexa lateralis im Bereich des Schenkelhalses und der Umschlagfalte und in einem Gefäß im Bereich des Ansatzes des Caput reflexum des M. rectus femoris konstant nachgewiesen werden. Die Echos der Kopfsinusoide in der Zona centralis sind in jedem Routinesonogramm leicht darzustellen. Interessant ist, dass bei dezentrierten Hüftgelenken diese Echos bei einer Abstreizung von ca. 50–55° verschwinden. Dies deutet darauf hin, dass bei dezentrierten Hüftgelenken bei einer Abduktion im Rahmen eines Repositionsmänuvers der Hüftkopf derart unter Druck gerät, dass die Knorpelspalten kollabieren und somit die Durchblutung des Hüftkopfes direkt gefährdet ist (therapeutische Konsequenz!) (Abb. 9).

Intrauteriner Hüftultraschall

Ein intrauteriner Hüftultraschall ist möglich [17]. Selbst die Darstellung der feinen anatomischen Strukturen, die wir von der postnatalen Hüftsonographie gewohnt sind, inkl. einer Standardebene ist möglich. Ausgesprochen schwierig, wenn nicht gar unmöglich, und von der Lage des Kindes abhängig ist es, beide Hüften bei demselben Kind intrauterin darzustellen. Die bisherige Fallzahl und Verlaufsbeobachtungen sind jedoch noch zu gering, um entscheidende Aussagen zur Theorie der Entstehung einer Hüftdysplasie bzw. Luxation abgeben zu können.

Therapeutische Konsequenzen

Letzten Endes wird der Wert der Hüftsonographie nicht an der Methode selbst, sondern an den Ergebnissen „unterm Strich“ gemessen. Dies beinhaltet, wie bereits erwähnt, auch die Therapie und den Therapieerfolg [14]. Die Standards der Hüftsonographie sind bekannt. Leider werden sie nicht immer eingehalten. Eine fehlerhafte Hüftsonographie kombiniert mit therapeutischen Fehlern führen unweigerlich zur Katastrophe. Unter der Voraussetzung einer korrekten Hüftsonographie müssen schlechte Endergebnisse mangelnden therapeutischen Konsequenzen zugeschrieben werden. Therapie und Wahl des Therapiemittels müssen unter Berücksichtigung biomechanischer Grundsätze erfolgen (Tabelle 2).

Im Wesentlichen bedürfen Hüftgelenke einer

- ▶ Reposition,
- ▶ Retention und
- ▶ Nachreifung.

In jeder dieser Phasen benötigt das Hüftgelenk eine eigene biomechanisch wirksame Therapie. Die Hüftsonographie analysiert die Pathoanatomie und biomechanische Situation und ordnet das Hüftgelenk einer der 3 Behandlungsphasen zu. Jeder Hüfttyp entspricht einer ganz bestimmten anatomischen Situation bzw. einer definierten Deformität, die es gilt, durch ein bestimmtes biomechanisch auch wirksames Behandlungsmittel in den altersentsprechenden Normalzustand zurückzuführen. Ein Behandlungsmittel, das in einer Nachreifungsphase wirksam ist, muss bei einer Reposition kläglich versagen.

Pauschale Therapieempfehlungen oder indifferente Behandlungsversuche mit Spreizhöschen, Schienen oder einer Pavlik-Bandage ohne zu wissen, wie der Behelf in welcher Phase angepasst werden muss, sind therapeutischer Nihilismus.

Das Zeitfenster

Entsprechend der Reifungskurve [15] liegt die größte Ossifikationspotenz der Pfanne innerhalb der ersten 4–6 Lebenswochen, nimmt in ihrer Geschwindigkeit gegenüber vorher ab der 12.–14. Lebenswoche deutlich ab und steigt weiter

Tabelle 2

Behandlungsalgorithmus entsprechend den Hüftsonographischen Typen

Phase	Hüfttyp	Behandlung (eigene Methode)	Alternative	Bemerkungen
1. Vorbereitungsphase	III und IV	Overheadextension, Krankengymnastik, evtl. Adduktorentenotomie		Bei Bewegungseinschränkung oder Adduktorenverkürzung
2. Repositionsphase	D, III und IV	Manuelle Reposition	Repositionsohrthese (Pavlik, Hanausek usw.)	Differenzialdiagnose, ob Vorbereitung oder sofortige Reposition durch Stresstest
3. Retentionsphase	Instabile IIc (außer Neugeborene), reponierte D, III und IV	Modifizierter Fettweis-Gips in Sitzhockposition; bei Neugeborenen 2 Wochen, sonst 4 Wochen	Retentionsorthesen (Pavlik, Fettweis-Orthese, Gipslade, Düsseldorfer Schiene usw.)	Compliance der Eltern?
4. Nachreifungsphase	IIa, IIb und instabile IIc	Mittelmeier-Graf-Beugespreizhose (Größe I bis III)	Nachreifungsohrthese (Schiene, Spreizhosen, Pavlik, Bernau usw.)	Compliance der Eltern? Sonographische Kontrollen bis Typ I
Sonderstellung	Instabile IIc bei Neugeborenen	Behandlungsversuch mit Mittelmeier-Graf-Beugespreizhose für 4 Wochen	a) Verbesserung nach 4 Wochen ⇒ Mittelmeier-Graf-Beugespreizhose weiter b) Reifungsstillstand oder Verschlechterung ⇒ modifizierter Fettweis-Gips (s. Retentionsphase)	

langsam kontinuierlich. Das optimale diagnostische und therapeutische Fenster liegt somit zwischen Geburt und Beginn der 6. Lebenswoche [6]. Aktuelle Untersuchungen belegen, dass leider das Alter bei der sonographischen Erstuntersuchung in der Praxis meist erst in der 8. Lebenswoche liegt [14].

Diskussion

Die Sonographie der Säuglingshüfte hat eine kontinuierliche Weiterentwicklung erfahren. Eine Schwachstellenanalyse zeigte, dass Anfänger nach Absolvierung eines Grund- und Aufbaukurses nur geringfügig schlechter abschnitten als Kollegen, die zum Abschlusskurs kamen; Kollegen, die einen Refresherkurs besuchten, also bereits z. T. mehrjährige Praxiserfahrung hatten, unterschieden sich im Wesentlichen nicht vom Niveau des Abschlusskurses!

Bei Fehleranalysen wird die eigene langjährige Erfahrung bei der Ausbildung von Kollegen bestätigt, dass immer wiederkehrende fundamentale methodische Fehler gemacht werden. Diese lassen sich in die Gruppe mangelnde Abtasttechnik mit schlechtem technischem Equipment, mangelnde anatomische Kenntnisse und Unkenntnis, unter welchen Umständen ein Sonogramm

überhaupt zur Diagnose herangezogen werden darf (Brauchbarkeitsprüfung), zusammenfassen. Zu fordern wäre eine verbesserte Ausbildung, wobei auch ein Refresherkurs für alle Kollegen, deren Grundausbildung länger als 5 Jahre zurückliegt, zu empfehlen wäre. Auch Auszubildenden wäre ein Refresherkurs anzuraten. In manchen Kursmanuskripten und Handbüchern finden sich unkorrekte Wiedergaben der Hüftsonographie [13]. Die kritische Fehlerbeurteilung der Hüftsonographie ist insbesondere im Lichte der letzten Diskussionen, v. a. der der American Academy of Paediatrics, wichtig [9]:

Es wird der Hüftsonographie nur ein unbedeutender Stellenwert eingeräumt und sie selbst für die Diagnose eines völlig luxierten Hüftgelenks als nicht sicher eingestuft. Dies ist durchaus verständlich, wenn man die in Amerika praktizierten Techniken kennt, die nicht standardisiert sind und nicht mit Standardebenen arbeiten [8]. Es wird weiter auf die klinische Untersuchung gesetzt, wobei eine bis zu siebenmalige klinische Untersuchung innerhalb des 1. Lebensjahres mit dem Ziel gefordert wird, alle luxierten Hüften innerhalb des 1. Lebensjahres zu diagnostizieren [9]! Der Wert der klinischen Untersuchung hat sich aber durch die Hüftsonographie relativiert.

Gerade die Unsicherheit der klinischen Untersuchung hat in den frühen 1980er Jahren zur Entwicklung der Hüftsonographie geführt [3]. Die klinische Untersuchung sollte aber aus prinzipiellen ärztlichen und Ausbildungsgründen nicht vernachlässigt und zur Hüftsonographie zusätzlich durchgeführt werden. Ihre Aussagekraft ist nicht überzubewerten. Algorithmen, die die Notwendigkeit einer Hüftsonographie vom klinischen Untersuchungsbefund abhängig machen, sollten heute nicht mehr empfohlen werden [11]. Eine Diagnose bzw. Therapie aufgrund einer alleinigen klinischen Untersuchung ist obsolet.

Therapeutische Konsequenzen sind typen- und nicht winkelbezogen. Die sonographischen Hüfttypen entsprechen den biomechanischen, anatomischen und pathoanatomischen Gegebenheiten des Hüftgelenks und ermöglichen nach dieser Bestandsaufnahme durch die Typisierung entsprechend wirksame, möglichst wenig mit Schaden verbundene Hilfsmittel auszuwählen (keine Antibiotikatherapie ohne Antibiotogramm!).

Prinzipiell ist die Hüftsonographie eine dynamische Untersuchung, bei der aus den vielen Möglichkeiten der Schnittebene eine streng definierte reproduzierbare Kennebene ausgewählt wird. Der in der angloamerikanischen Literatur [18] als dynamische Untersu-

chung bezeichnete Prozess sollte besser als Stresstest oder Stressuntersuchung bezeichnet werden. Diese ist besonders im Grenzbereich der IIC- zur D-Hüfte, also am Übergang der zentrierten zur dezentrierten Hüfte, wichtig und sinnvoll und ermöglicht die Abgrenzung eines stabilen Gelenks von einem instabilen. In Kombination mit der Messtechnik kann die Sonographie die physiologischen Wackelbewegungen (elastische Federung) von den echten pathologischen Instabilitäten, die aufgrund der mangelnden knöchernen Überdachung zustande kommen, differenzieren.

Die Screeningdiskussion ist nicht abgeschlossen [10]. Über den Zeitpunkt des Screenings wird lebhaft diskutiert [7, 10, 12], wobei es eine Realität ist, dass die Untersuchungen generell später als zum vorgesehen Termin stattfinden [14]. Dadurch wird besonders das für Diagnose und eventuellen Therapiebeginn notwendige Zeitfenster bis zum Ende der 5., spätestens zum Beginn der 6. Lebenswoche verpasst. Verschiedene Screeningmodelle wurden entworfen [12, 14], wobei besonders versucht wird, die kostenverursachenden Wiederholungsuntersuchungen zu minimieren. Zweifellos ist es so, dass, wie Stoll [14] festhält, „die Verantwortung der untersuchenden Ärzte sich bei einem einmaligen Screening erhöht. Es ist vorstellbar, dass sich dieser Verantwortungsdruck in einer höheren Absicherungsrate durch häufigere Kontrollen, als streng genommen nötig sind, niederschlägt.“

Daraus resultiert, bestätigt durch die eigene Erfahrung, dass Qualitätskontrollen mit allen ihren Konsequenzen in irgendeiner Form notwendig sind. Andererseits muss Statements, dass die Hüftsonographie zu teuer wäre und zu unnötigen Wiederholungsuntersuchungen führt [9], entgegengehalten werden, dass eine übersehene Hüftluxation nicht nur für den Betroffenen ein lebenslanges Handicap darstellt, sondern der Allgemeinheit ein Vielfaches der Kosten verursacht [7].

Mittlerweile gibt es auch im deutschsprachigen Raum gerichtsanhängige Fälle wegen einer übersehenen Hüftluxation, deren Ursache ausnahmslos in nicht standardgerechten Hüftsonographien zu finden ist. Die Detailanalysen zeigen ausnahmslos die anfangs erwähnten Fehler, die letzten Endes im Vorwurf mangelnder ärztlicher Sorgfalt

mit entsprechenden Schadenersatzforderungen (und Abgeltungen) endeten.

Der Wert der Hüftsonographie wird am Endresultat, dass sich aus der hüftsonographischen Diagnostik und der davon abzuleitenden Therapie zusammensetzt, gemessen. Werden letztlich die Erwartungen nicht erfüllt, da es immer noch verhältnismäßig viele offene Positionen gibt [14], muss gezielter als bisher nach den Ursachen gefragt werden. Bei der Hüftsonographie sind die Ursachen mittlerweile analysiert und können durch verbesserte Ausbildung in Abtasttechnik, anatomischer Identifizierung und Brauchbarkeitsprüfung gezielt verbessert werden.

Wenn die Hüftsonographie nach korrekter standardisierter Durchführung zur korrekten Diagnose führt und letztlich der therapeutische Erfolg ausbleibt, muss die Therapie kritisch hinterfragt werden. Die vorgeschlagenen therapeutischen Wege basieren oft auf traditionellen Handlungsweisen und nicht auf biomechanischen Grundsätzen. Allzu oft wird das optimale therapeutische Zeitfenster durch Therapieversuche mit inadäquaten Mitteln verpasst. Es wird unsere zukünftige Aufgabe sein, nicht nur die Standards bei der Hüftsonographie, sondern auch die bei der eingeleiteten Therapie einzufordern.

Trotzdem müssen wir zur Kenntnis nehmen, dass es immer wieder „rebellische Gelenke“ geben wird, die trotz Optimierung von Diagnose und Therapie operiert werden müssen. Deren Zahl möglichst klein zu halten, wird unsere Aufgabe sein.

Literatur

1. Bearcroft PW, Bermann LH, Robinson AH, Butler GJ (2001) Vascularity of the neonatal femoral head: in view demonstration with power doppler US. *Radiology* 209–211
2. Deutsches Ärzteblatt (1996) Änderungen der apparativen Anforderungen für die Sonographie von Säuglingshüften. *Dtsch Ärztebl* 93/26: A-1792 (64)
3. Dorn U (1990) Hüftscreening bei Neugeborenen – Klinische und sonographische Ergebnisse. *Wien Klin Wochenschr (Suppl)* 181: 3–22
4. Graf R (1992) Hip Sonography – How reliable? Sector scanning versus linear scanning? Dynamic versus static examination? *Clin Orthop Rel Res* 281: 18
5. Graf R, Lercher K (1996) Erfahrungen mit einem 3D-Sonographiesystem am Säuglingshüftgelenk. *Ultraschall Med* 17: 218–224

6. Graf R (2000) Sonographie der Säuglingshüfte und therapeutische Konsequenzen, 5. Aufl. Thieme, Stuttgart New York
7. Grill F, Müller D (1997) Ergebnisse des Hüftultraschallscreenings in Österreich. *Orthopäde* 26:25
8. Harcke HT (1994) Screening newborns for developmental dysplasia of the hip: the role of sonography. *Am J Roentgenol* 162/2: 399–400
9. Lehmann HP, Hinton R, Morello P, Santoli J (2000) Developmental dysplasia of the hip practice guideline: technical report. Committee on Quality Improvement, and Subcommittee on Developmental Dysplasia of the Hip. *Pediatrics* 105/4: E57
10. Niethard FU, Stoll S, Kries R von (1997) Verhindert das Ultraschallscreening tatsächlich das Auftreten spät erkannter und damit repositions- und/oder operationspflichtiger Hüftdysplasien/-luxationen? *Orthopädie, Informationen BVO, Mitteilungen DGOT* 5: 367–372
11. Niethard FU (1997) *Kinderorthopädie*. Thieme, Stuttgart New York
12. Schilt M (2001) Optimaler Zeitpunkt des Hüftsonographiescreenings. *Ultraschall Med* 22: 39–47
13. Schulz RD, Willi UV (Hrg) (1990) *Atlas der Ultraschalldiagnostik beim Kind*. Thieme, Stuttgart New York
14. Stoll S (2001) Betrachtung des hüftsonographischen Screenings als Bestandteil der dritten Krankheitsfrüherkennungsuntersuchung für Kinder (U3) in der BRD. Dissertation, Ludwig-Maximilian-Universität München (Institut für Soziale Pädiatrie und Jugendmedizin)
15. Tschauner C, Klapsch W, Baumgartner A, Graf R (1994) „Reifungskurve“ des sonographischen Alpha-Winkels nach Graf unbehandelter Hüftgelenke im ersten Lebensjahr. *Z Orthop* 132: 502–504
16. Tschauner C (1997) *Die Hüfte*. Enke, Stuttgart
17. Wagner UA, Gembruch U, Schmitt O, Deimling U von, Hansmann M (1994) Sonographische Untersuchung des fetalen Hüftgelenks. *Z Orthop* 132: 497–501
18. Wientroub S, Grill F (2000) Ultrasonography in developmental dysplasia of the hip. Current concepts review. *J Bone Joint Surg* 80-A: 1004–10180