

N. M. Hien¹

Refresherkurs Sonografie der Bewegungsorgane

Die Hüftentwicklung, Überdachung und Labrum nach dem 1. Lebensjahr, Sonografie der Coxarthrose und der Hüftendoprothese

Refreshing class sonography of the hip joint

Hip development, femoral head coverage and acetabular labrum in children elder than one year, ultrasound findings in degenerative alterations and joint replacement

Zusammenfassung: Die Sonografie der Säuglingshüfte in der Methode nach R. Graf zur frühest möglichen Diagnostik der Hüftreifungsstörung im 1. Lebensjahr ist seit Jahren fest etabliert und Voraussetzung für beste Behandlungsergebnisse. Die zunehmende Verknöcherung der Femurkopf-Epiphyse begrenzt Grafs Methode auf das erste Lebensjahr. Danach bedarf es anderer Ultraschall-Techniken, um die Überdachung des Femurkopfs und die weitere Entwicklung der Hüfte zu untersuchen und zu beobachten und Verformungen so früh wie möglich zu entdecken, um weitere Schäden nach Möglichkeit zu vermeiden. Anhand der Daten aus 30 Jahren Hüftsonografie in Klinik und Praxis und mehr als 200 Fortbildungskursen werden unsere Kriterien dargestellt, wie die Femurkopf-Überdachung, die Entwicklung des acetabulären Knorpels und Labrums, das Containment, die Antetorsion und posttraumatische oder degenerative Veränderungen des Hüftgelenks zu messen und zu beurteilen sind. Auf dynamische Funktionstests und Kriterien für die klinisch relevante Einschätzung von Operationsergebnissen und bei endoprothetischem Ersatz wird eingegangen. Dieser Beitrag wurde 2014 als Vortrag gehalten anlässlich der 61. Jahrestagung der VSOU in Baden-Baden.

Schlüsselwörter: Sonografie, Ultraschall, Hüftgelenk Dysplasie/Luxation (DDH), Labrum acetabulare, Femurkopf Überdachung, Antetorsion, Funktionsanalyse, Entwicklungsbeobachtung, Coxarthrose, Endoprothese

Zitierweise

Hien NM. Refresherkurs Sonografie der Bewegungsorgane. OUP 2015; 03: 132–140 DOI 10.3238/oup.2015.0132–0140

Summary: Graf's sonography of the infant hip to diagnose and treat DDH as early as possible is well established and precondition for best results. Due to the progressive calcification of the femoral head, Graf's method is limited to the first year of a child's life. After that different ultrasound techniques are used to examine and monitor femoral head coverage and further hip development and to detect malformations as early as possible to avoid further damage. Based upon the data of 30 years of hip sonography in clinic and practice and more than 200 instruction courses, our criteria to measure and evaluate femoral head coverage, development of the acetabular cartilage and labrum, containment, antetorsion and traumatic or degenerative alterations of the hip joint are shown as well as dynamic tests of functions and criteria to evaluate the results of operations and endoprothetic replacements with regard to their clinical relevance.

This lecture was held in 2014 at the 61st Spring Meeting of the VSOU in Baden-Baden

Keywords: sonography, diagnostic ultrasound, hip joint, dysplasia (DDH), hip displacement, acetabular rim, labrum, femoral head coverage, antetorsion, functional analysis, development observation, osteoarthritis, endoprothesis

Citation

Hien NM. Refreshing class sonography of hip joint. OUP 2015; 03: 132–140 DOI 10.3238/oup.2015.0132–0140

¹ Praxis für Orthopädie und Unfallchirurgie, München

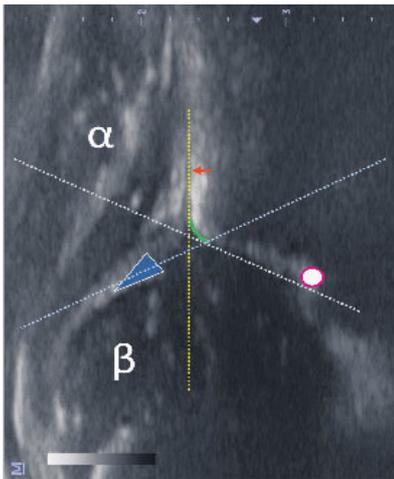


Abbildung 1 Sonogramm der Hüfte eines 6 Wochen alten Kindes n. R. Graf Typ 1B mit Unterrand Os ilium (○), Labrum acetabulare (▲), in der mittleren Standardebene (Schnitt), aufrecht projiziert als rechte Hüfte. Basislinie senkrecht zwischen Kontaktstelle Periost/os ilium (→) und oberem knöchernen Erkerpunkt (↘), α- und β-Winkel.

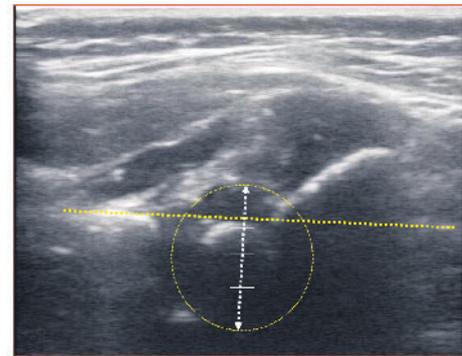
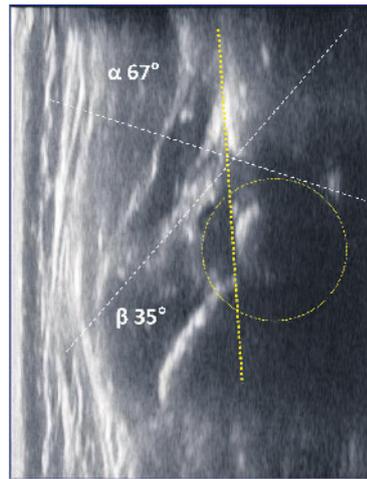
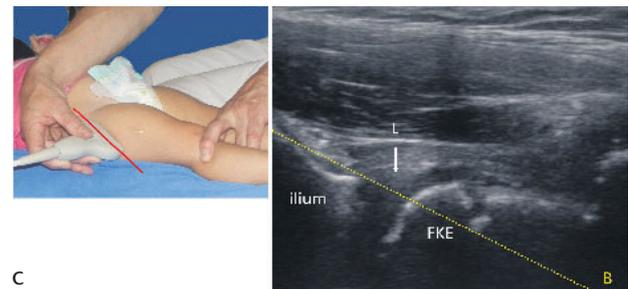


Abbildung 2 links: Hüftsonogramm eines 13 Monate alten Kindes in der Projektion n. Graf aufrecht als rechtes Hüftgelenk. Der Unterrand des Os ilium ist nicht mehr sicher darstellbar, die Messung nach Graf daher unzulässig! **rechts:** Ab dem 2. Lebensjahr übliche Projektion desselben Sonogramms – links proximal, rechts distal. Mittlerer Standardschnitt durch die Mitte des knöchernen Femurkopfs mit eingezeichneter Basislinie. Basislinie und extrapoliertes Femurkopfumriss und -querschnitt dienen anstelle der Messwinkel zur Beurteilung der lateralen Femurkopf-Überdachung in der Frontalebene (s. Text).



a



c



b

Abbildung 3 Lagerung und Schallkopfposition in der frontalen Schnittebene von lateral nach dem 1. Lebensjahr (Schnittebene 1). (L) Labrum, (FKE) Femurkopfepiphyse, (B) Basislinie. **a)** Dorsale Standardebene: Von der Fossa glutealis über den dorsalen Pfannenanker durch die Mitte des Femurkopfes. **b)** Mittlere Standardebene (Messebene): Gerades Os ilium zwischen Kontaktstelle und oberem knöchernen Erkerpunkt über den mittleren Pfannenanker durch die Mitte des Femurkopfes. (TA) Trochanter major Apophyse. **c)** Ventrale Standardebene: Vom ventralen Os ilium über den ventralen Pfannenanker durch die Mitte des Femurkopfes.

Einleitung

Die Sonografie der Säuglingshüfte in der Methode nach R. Graf [2] erfordert die Darstellung von Unterrand Os ilium und Labrum acetabulare in der mittleren frontalen Standardebene von lateral. Die Methode ist auf das erste Lebensjahr begrenzt, da die zunehmende

Verknöcherung der Femurkopf-Epiphyse die Darstellbarkeit des Os-ilium-Unterrands begrenzt. Nach dem 12. Lebensmonat sind daher andere Kriterien erforderlich, um die Überdachung des Femurkopfs und die weitere Entwicklung des Hüftgelenks zu beurteilen (Abb. 1).

Material und Methoden

Die Abbildung 2 zeigt links das Sonogramm des Hüftgelenks eines 13 Monate alten Kindes nach dem Ende der Methode nach R. Graf ab dem 2. Lebensjahr in der mittleren Frontalebene von lateral zunächst unzulässiger Weise in der gewohnten aufrechten Graf'schen Pro-

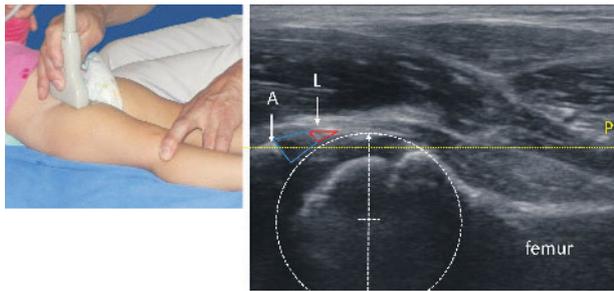


Abbildung 4 Lagerung in Neutral-Null-Stellung und Schallkopfposition für die sagittale Schnittebene von ventral über dem ventralen Azetabulum, der Femurkopf- und Schenkelhalsmitte nach dem 1. Lebensjahr (Schnittebene 2). (♥) Hyalinknorpeliger Erker, (L ▽) labrum acetabulare, (P) Grundlinien Parallele durch den ventralen knöchernen Pfannenerker (A), (○) extrapoliertes Femurkopf Umriss mit Durchmesser.



Abbildung 5 Frontaler Schnitt von lateral (mittlerer Standardschnitt, Ebene 1): Sonogramm und Röntgenbild bei ungenügender lateraler Überdachung (♀ 6J). Mehr als ¼ des Durchmessers der Femurkopf-Epiphyse (FKE) überragt die Basislinie (B) nach lateral. (♥) hyalinknorpeliger Erker, (L ▽) Labrum acetabulare, (TA) Trochanter major Apophyse.

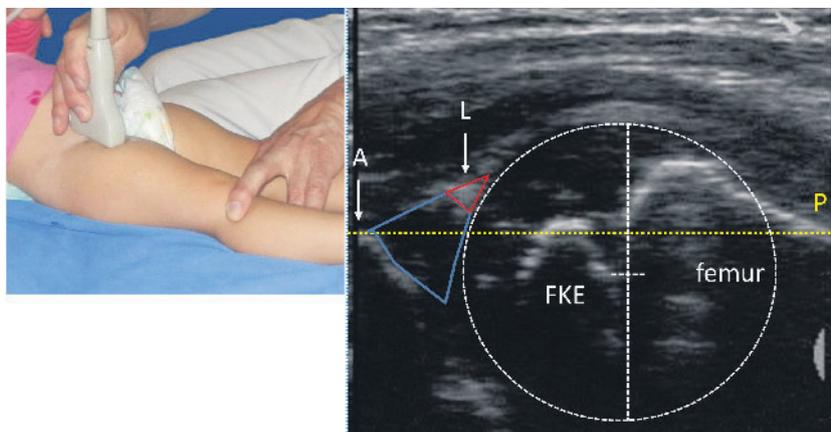


Abbildung 6 Sagittaler Schnitt von ventral (Schnittebene 2): Sonogramm (♂ 1,5 J) bei ungenügender ventraler Überdachung. Mehr als ¼ des Durchmessers der Femurkopf-Epiphyse (FKE) überragt die Grundlinienparallele (P) nach ventral. (♥) Hyalinknorpeliger Erker, (L ▽) labrum acetabulare, (A) ventraler knöcherner Pfannenerker, (○) extrapoliertes Femurkopf Umriss mit Durchmesser.

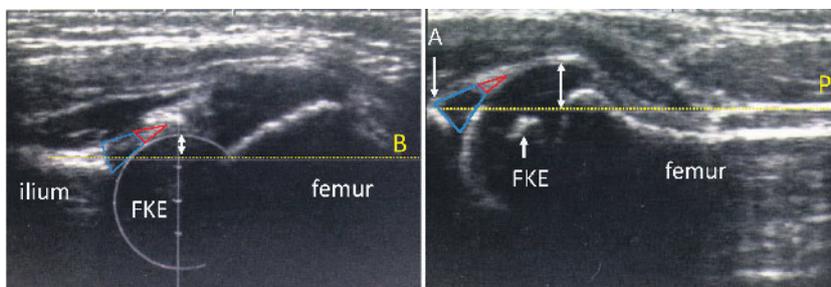


Abbildung 7 Sonogramme bei guter lateraler und mäßig guter ventraler Überdachung des Femurkopfs (♀ 18 M). Im Frontalschnitt nur weniger als ¼ lateraler Überstand der Femurkopf-Epiphyse (FKE) über die Basislinie hinaus, im Sagittalschnitt ragt die Femurkopf-Epiphyse um ca. ½ über die Grundlinienparallele durch den ventralen knöchernen Pfannenerker (A) hinaus.

jektion „als rechte Hüfte“ mit eingezeichneten Messlinien und -winkeln; rechts dasselbe Sonogramm um 90° gedreht in üblicher Weise – links proximal, rechts distal – projiziert als „linke“ Hüfte mit Basislinie, extrapoliertem Femurkopfumriss und -querschnitt. Der Unterrand des Os ilium ist nicht mehr ausreichend sicher darstellbar, stattdessen wird die Schnittebene durch die extrapolierte Mitte des inzwischen großen knöchernen Femurkopfkerns gelegt.

Verschiedene Methoden zur Beurteilung und Messung der Femurkopf-Überdachung nach dem 1. Lebensjahr wurden angegeben. Entweder lehnen sich diese an die Methode nach R. Graf an, ohne die dafür erforderlichen Kriterien exakt einzuhalten [7, 8, 9, 14, 15], sie beschränken sich ausschließlich auf die Abschätzung der lateralen Femurkopf-Überdachung ohne exakte Ebenen-Definition [13, 14], oder es werden unzulässigerweise Beurteilungskriterien aus der Röntgenprojektion auf das sonografische Schnittbildverfahren angewendet [17, 18].

Nach unserer Methode [8] erfolgt die Untersuchung nach dem 1. Lebensjahr in Rückenlage und Neutral-Null-Stellung des Patienten, die Füße liegen schulterbreit. Zuerst wird im Längsschnitt frontal von lateral (Ebene 1) der Trochanter major, dann davon ventral der Femurkopf eingestellt. Dessen Mitte dient jetzt anstelle des nicht mehr darstellbaren Os-ilium-Unterrands als Orientierungs- und Rotationszentrum bei der Beurteilung des dorsalen, mittleren und ventralen Azetabulum-Rands, wie von der Untersuchungstechnik und den

Standardebenen nach Graf her bekannt (Abb. 3). Im mittleren Standardschnitt (gerader Verlauf der Os-Ilium-Kontur) wird die laterale knöcherne Überdachung des Femurkopfs beurteilt. Eine gute laterale Überdachung liegt vor, wenn die Basislinie die knöcherne Kontur der Femurkopf-Epiphyse nicht schneidet, höchstens tangiert, wenn mehr als $\frac{3}{4}$ des Durchmessers des extrapolierten Femurkopfs medial der Basislinie liegen und im dorsalen, mittleren und ventralen Acetabulum-Bereich keine knöchernen Erkerdefekte nachweisbar sind.

Dann wird im Längsschnitt sagittal von ventral (Ebene 2) über der Mitte des ventralen Acetabulums, des Femurkopfs und des Schenkelhalses (Abb. 4) mit Sonde parallel zur Liegenoberfläche, die ventrale knöcherne Überdachung des Femurkopfs beurteilt. Eine gute ventrale Überdachung liegt vor, wenn die Grundlinienparallele durch den ventralen knöchernen Pfannenerker, die knöcherne Kontur der Femurkopf-Epiphyse nicht schneidet, allenfalls tangiert, wenn mehr als $\frac{3}{4}$ des Durchmessers des extrapolierten Femurkopfs dorsal der Grundlinienparallele liegen und ventral kein knöcherner Erkerdefekt nachweisbar ist. Bei ungenügender lateraler oder ventraler Überdachung (Abb. 5 und 6) erfolgt eine ergänzende Dokumentation mittels Röntgenbild.

Die exakte Lagerung des Patienten, eine exakte klinische und sonografische Untersuchungstechnik und konstante Schnittebenen sind unverzichtbare Voraussetzungen für Messungen, Berechnungen und eine valide Beurteilung. Es darf nur entweder die Schallsonde oder das Gelenk bewegt werden, nicht beides gleichzeitig!

Ergebnisse

Bereits geringe Defizite der acetabulären Überdachung des Femurkopfs sind sonografisch darstellbar (Abb. 7 und 8) und dann ggf. Anlass für Maßnahmen der Verhaltensoptimierung oder für Verlaufskontrollen, ohne dass deshalb schon vermeintlich notwendige operative Konsequenzen gezogen werden müssen (Abb. 9 rechtsseitig). Bei Kindern mit Bewegungsstörung und Gefahr einer sogenannten sekundären Hüftluxation ist bereits die beginnende Latera-

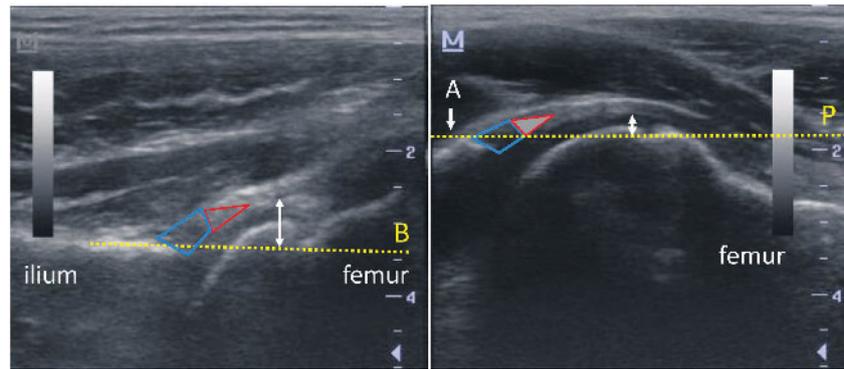


Abbildung 8 Mäßige laterale und gute ventrale Überdachung des Femurkopfes (♀ 8 J). Im Frontalschnitt zwar weniger als $\frac{1}{4}$ lateraler Überstand der Femurkopf-Epiphyse über die Basislinie (B) hinaus, aber die Knochenkontur der Epiphyse wird deutlich geschnitten, nicht nur tangiert. Im Sagittalschnitt nur geringer Überstand der Femurkopf-Epiphyse ventral über die Grundlinienparallele (P) hinaus, die Knochenkontur der Epiphyse wird nur tangiert. (◊) Hyalinknorpeliger Erker, (◄) Labrum acetabulare. (A) ventraler knöcherner Pfannenerker.

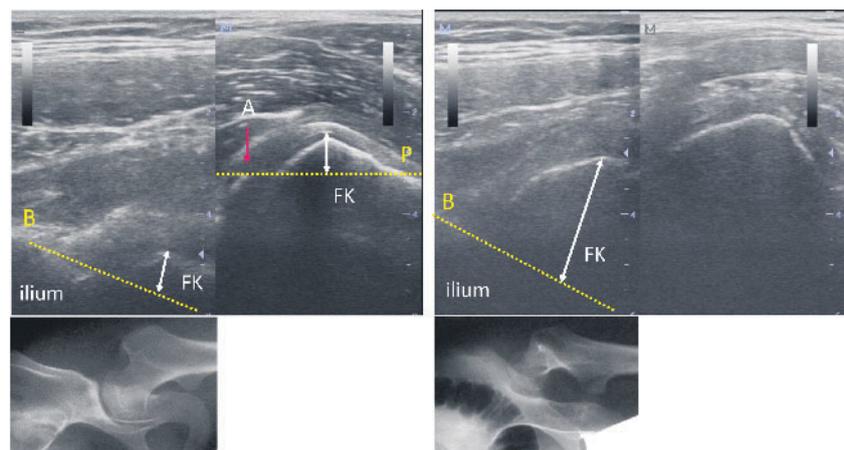


Abbildung 9 Schlechte laterale und ventrale Überdachung des Femurkopfs bei Dysplasie rechts und fehlende Überdachung lateral und ventral links bei Luxation (♂ 15J). (↑) jeweiliger Überstand des Femurkopfs lateral und ventral über die Basislinie (B) bzw. die Grundlinienparallele (P) hinaus. Bei der hohen Luxation links ist kein ventraler knöcherner Pfannenerker mehr in der Femurkopfebene darzustellen. Das rechte Röntgenbild ist seitenverkehrt dargestellt zum leichteren Vergleich mit dem frontalen Sonogramm.

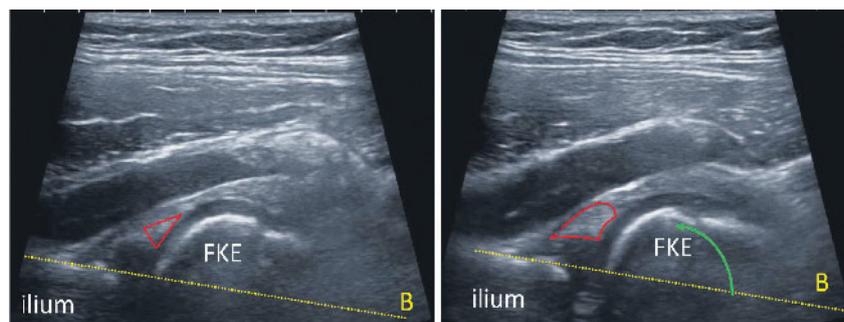


Abbildung 10 Schlechte laterale Überdachung des Femurkopfs im Frontalschnitt Ebene 1 (♀ 6 J). Bei Abduktion (↗) ist sonografisch der Druck auf den knorpeligen Erker und das Labrum (◄) zu beobachten mit Anheben und Quetschung des Labrums.

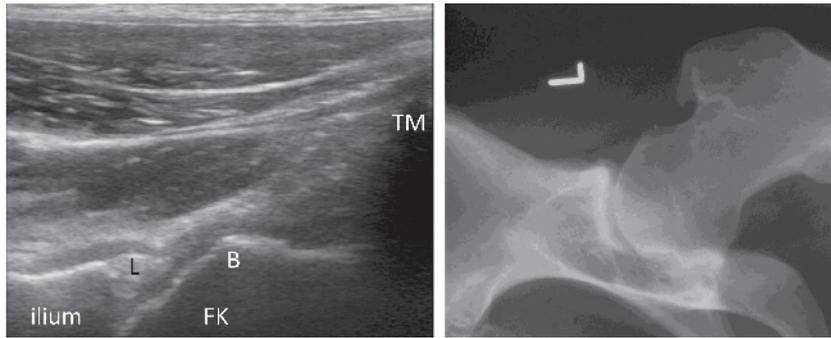


Abbildung 11 Frontalschnitt Ebene 1 (♂ 35J): Mäßige laterale Überdachung mit plumpem Labrum (L) und hypoechogener lateraler Begleitzone, beginnende Entrundung des Femurkopfes (FK) und „Bump“ (B). (TM) Trochanter major.

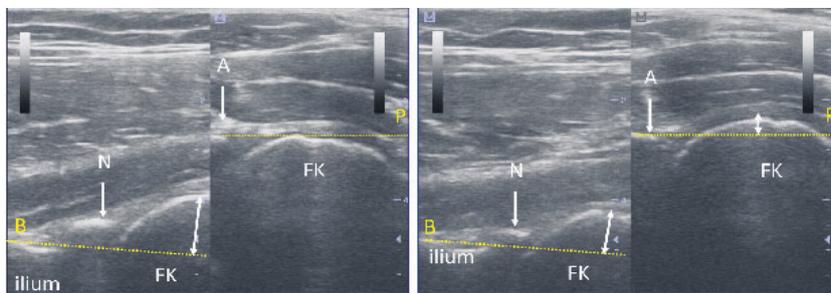


Abbildung 12 Rechts betonte Hüftdysplasie mit lateraler Nachverknöcherung (N) und geringem ventralen Femurkopf-Überstand (↓) links (♀ 14 J, Erstdiagnose). Dank der Nachverknöcherung aktuell ohne operative Konsequenz. (B) Basislinie, (P) Grundlinienparallele, (A) ventraler knöcherner Pfannenerker, (FK) Femurkopf.

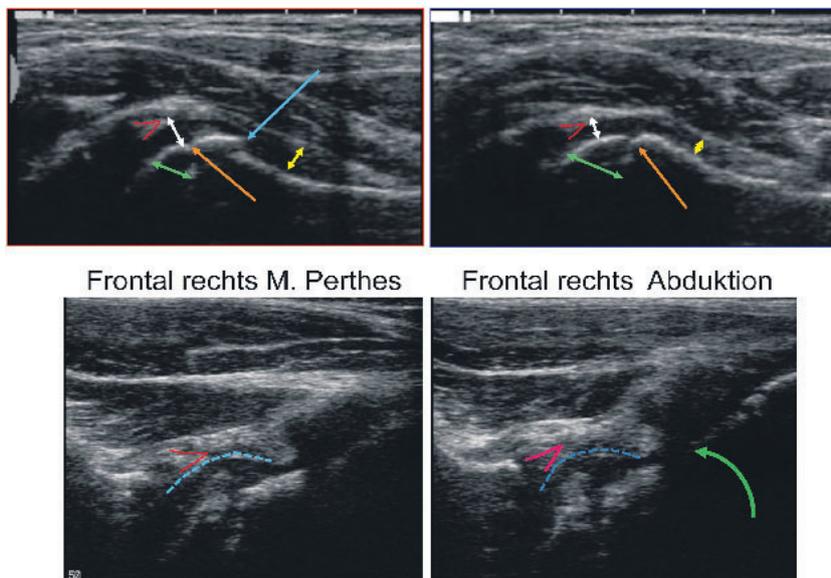


Abbildung 13 Sagittalschnitt-Ebene 2 bei M. Perthes rechts im Anfangsstadium (♂ 6 J). (↗) Labrum noch regelrecht, (↑ weiß) Knorpel breiter, (↑ grün) Höhe der Epiphyse geringer, (↑ gelb) Kapseldistension, (↑ braun) Epiphysenfuge, (↑ blau) metaphysäre Stufe. Frontalschnitt Ebene 1 bei M. Perthes rechts fortgeschritten (♂ 7 J). Das Labrum (↗) wird bei Abduktion (↘) von den lateral überstehenden Epiphysenteilen (↖) nach cranial gedrückt; es verformt die weichen Epiphysenteile.

lisierung oder Ventralisierung des Femurkopfs festzustellen und der Verlauf zu beobachten. So können präventiv konservative Maßnahmen eingeleitet werden (Krankengymnastik, Botulinumtoxin, Orthesen) bevor der Femurkopf irreversibel dezentriert [19] (Abb. 9 links).

Die Beurteilung des verbliebenen knorpeligen Erkers und des Labrum acetabulare ist auch nach dem 1. Lebensjahr frontal und sagittal möglich und wichtig für die Beurteilung der weiteren Entwicklung des Hüftgelenks. Bei fortbestehendem Verknöcherungsdefizit des Acetabulums bleibt der nach dem 12. Lebensmonat normalerweise schmale und kurze Rest des knorpeligen Erkers („physiologisches U“ nach R. Graf) länger breit und evtl. lang und weist damit eine größere Querschnittsfläche auf (Abb. 5 u. 6). Das normalerweise zarte und von der Gelenkkapsel nur gerade abgrenzbare Labrum stellt sich bei acetabulärem Verknöcherungsdefizit, mechanischer oder synovialer Irritation mit hypoechogener Umgebungszone und bei Erguss deutlich kräftiger dar und kann nach Form (zart/homogen oder verplumpt/heterogen) und Bewegungsverhalten unter dynamischer Funktionsprüfung beurteilt werden (Adduktion – Abduktion, Extension – Flexion, Außenrotation – Innenrotation) (Abb. 10). Zeigt die sonografische Funktionsprüfung bei endgradiger Bewegung eine auffällige Beweglichkeit und/oder Belastung des Labrums mit hypoechogener Umgebungszone, so ist von einem Formungsdruck des Femurkopfs auf diesen Bereich des Acetabulums bzw. des Acetabulums und Labrums auf den Femurkopf auszugehen, noch bevor dessen Auswirkungen im konventionellen Röntgenbild nachzuweisen sind als erker-nahe Belastungszone, Bernbeck'sches „Hundeohr“ oder Femurkopfentrundung („Bump“) (Abb. 11).

Die Hüftgelenke entwickeln sich nicht selten in der Frontal- und der Sagittalebene unterschiedlich und seiten-different in Abhängigkeit vom individuellen Gewohnheitsverhalten, der sportlichen Betätigung und der Statik-Entwicklung. Mit Auftreten des Os acetabuli ab dem 9. Lebensjahr kommt es bei mäßiger Überdachung und geeigneter biomechanischer Belastung zur Nachverknöcherung des Erkers und damit zu einer – wenn auch beschränkten – Verbesserung der Gesamtüberdachung.

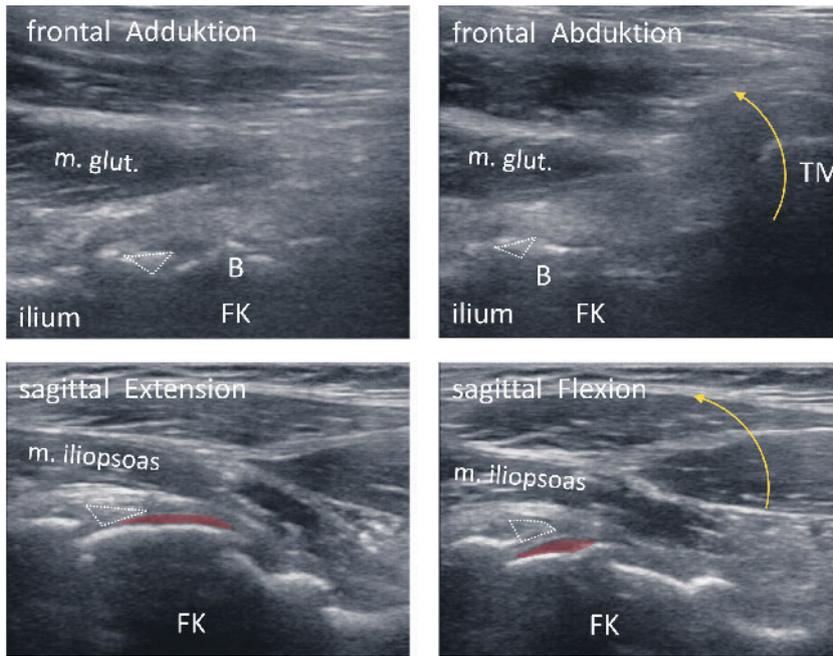


Abbildung 16 Funktionstests in der Frontalebene (Adduktion/Abduktion) und in der Sagittalebene (Extension/Flexion) bei fortgeschrittener Arthrose (♀ 62 J). Bei Abduktion Anschlag des „Bump“ (B) am Labrum (→), bei Flexion Impingement des verbliebenen femoralen Gelenkknorpels (→) am ventralen Labrum und Pfannenrand, osteophytäre Ausziehungen am Femurkopf (FK).

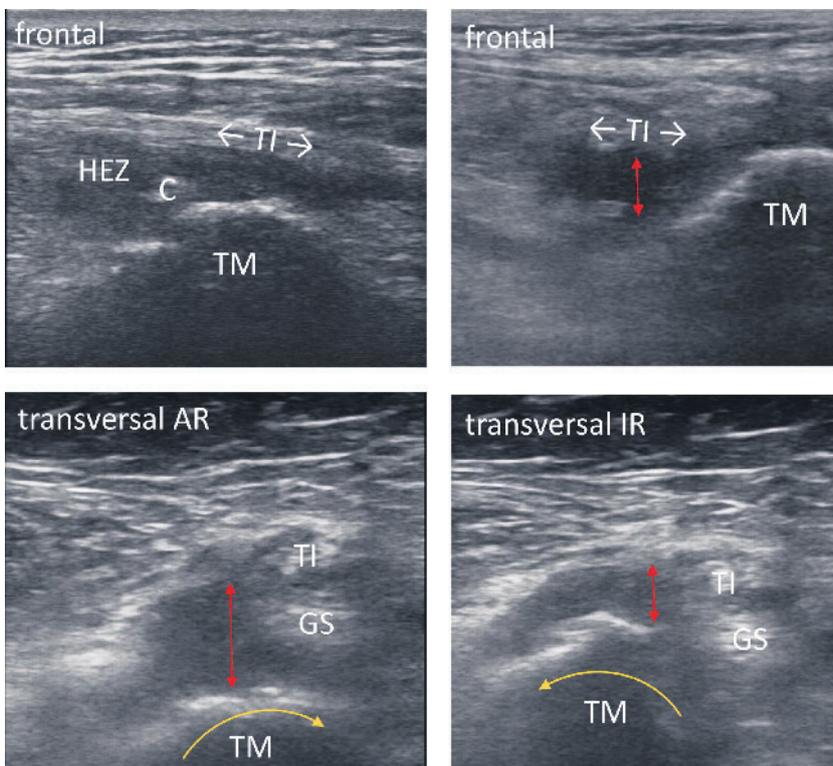


Abbildung 17 Frontaler Längsschnitt über dem Trochanter major (TM). Links tractus iliotibialis (TI) intakt, hypoechoogene Zone (HEZ) über dem Trochanter major mit kleiner Verkalkung (C). Rechts Tractus iliotibialis Defekt mit Serom-/Hämatomzone (⇕). Transversalschnitt über dem Trochanter major in Außen- und Innenrotation bei Defekt des Tractus iliotibialis und Luxation des Tractus und der Glutealschlinge (GS) nach dorsal bei Innenrotation. Serom-/Hämatomzone (⇕).

dung („Sitzmulde“) der ventralen Femurkopfkontur, eine Minderung der femoralen Knorpelauflage und des sonografischen Gelenkspaltes zu beobachten (Abb. 15.2–15.4), bei fortgeschrittenen Arthrosen osteophytäre Anbauten (Abb. 16), Usuren und Destruktion der subchondralen Knochenkontur [4, 11]. Die Lokalisation der Veränderungen ist bei jedem Gelenk sehr unterschiedlich in Abhängigkeit von der individuellen Belastung und Funktion. Die ersten Anzeichen einer Labrum-Läsion finden sich meist ventrolateral bei Durchmusterung des Pfannenrands von Ebene 2 (sagittal) bis Ebene 1 (frontal). Um die klinische Relevanz der beobachteten Veränderungen beurteilen zu können, werden die o.g. dynamischen sonografischen Funktionsuntersuchungen durchgeführt (Abb. 16). Bei übermäßig guter knöcherner Überdachung ist ein Röntgenbild zum Ausschluss einer Protrusion erforderlich.

Die Längs- und Querebene frontal und transversal über dem Trochanter major dient vor allem ab dem mittleren Lebensalter dem Nachweis von Veränderungen im Ansatzbereich der Glutealschlinge mit dem M. vastus lateralis und dem Tractus iliotibialis. Tendinosen und Rupturen der Glutealschlinge und des Tractus iliotibialis, Kalzinosen, Bursitiden, Hämatome, Serome und Abrissfrakturen mit erheblicher Bedeutung für die Funktion des Hüftgelenks sind hier einfach nachzuweisen [12] (Abb. 17).

Nach endoprothetischem Ersatz des Hüftgelenks wird sonografisch eine Raumforderung, ein persistierendes Hämatom/Serom oder eine Insuffizienz des Tractus iliotibialis und der Glutealschlinge ausgeschlossen. Nach Resorption des postoperativen Hämatoms und Seroms kann das Nearthros auf Erguss- und Reizfreiheit überprüft und der laterale und ventrale Aufsitz der Prothesenkomponenten überprüft werden. Das Wiederauftreten eines Gelenkergusses nach zuvor nachgewiesenermaßen ergussfreiem Gelenk spricht mit hoher Wahrscheinlichkeit für eine Lockerung oder einen Aufbrauch von Prothesenkomponenten (Abb. 18).

Diskussion

Zahlreiche Sonografie-Schnittebenen und Untersuchungstechniken für das

Hüftgelenk sind beschrieben [3, 4, 6, 11], die hier aufgeführten Ebenen sind mit dem Arbeitskreis Bewegungsorgane der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) konsentiert. Die Sonografie zeichnet sich im Vergleich mit den anderen bildgebenden Verfahren durch die Möglichkeit aus, darstellbare Strukturen und Veränderungen unter Sicht direkt in Funktion zu beobachten und zu analysieren. Als Nachteil gilt, dass nicht alle Strukturen dargestellt werden können, das Untersuchungsergebnis abhängig ist von Ausrüstung und Erfahrung des Untersuchers und das eingefrorene Bild nur den Artefakt-anfälligen Momenteindruck einer begrenzt genau reproduzierbaren Schnittfläche dokumentiert. Dies mag ein Grund dafür sein, dass doppelblind randomisierte, prospektive Vergleichsstudien mit Röntgen, CT oder MRT-Untersuchungen nur schwer möglich sind und nur begrenzte Akzeptanz finden. Die von im Fachgebiet und in der Sonografie erfahrenen Ärzten vorgenommene Untersuchung verlagert jedoch die über die klinische Untersuchung hinausgehende Primärdiagnostik wieder in die Hand und Verantwortung des kompetenten individuellen Kollegen und ermöglicht ihm im Sinne einer rationalen „Einbaum- Stufendiagnostik“ [5] einen verantwortungsvollen Einsatz begrenzter Ressourcen. Dies mag nicht im Interesse mancher Leistungsanbieter in einem expansiv orientierten Gesundheitsmarkt liegen.

Schlussfolgerung

Auch nach dem 1. Lebensjahr und Ende der Untersuchungstechnik nach R. Graf ist mit der dargestellten Untersuchungstechnik eine detaillierte Untersuchung des Hüftgelenks bei Kindern und Erwachsenen möglich:

1. Screening für Dysplasien und mangelhaftes Containment unterschiedlicher Kausalität.

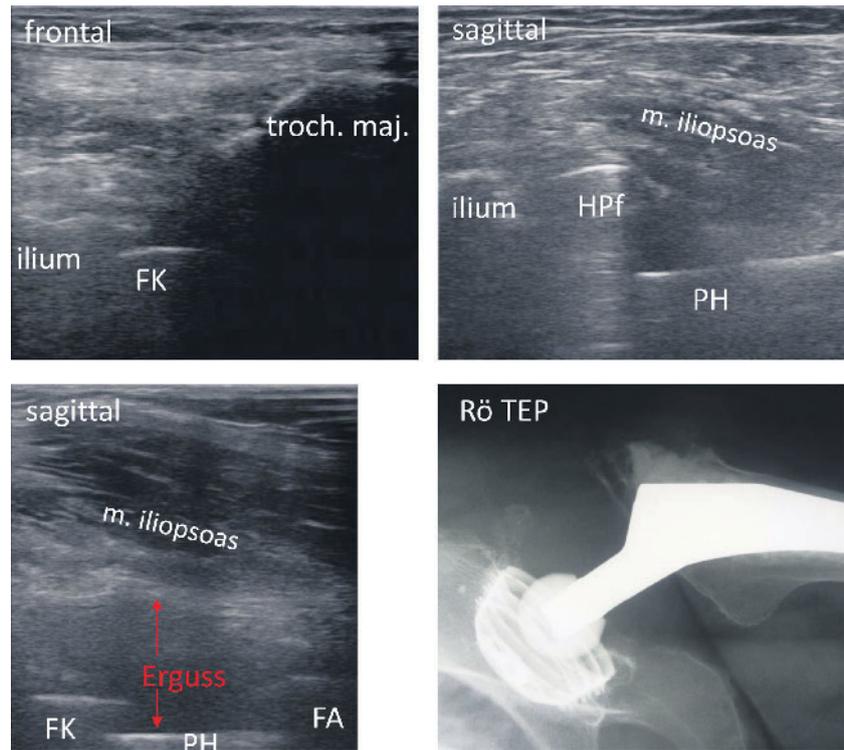


Abbildung 18 Frontaler und sagittaler Längsschnitt bei reizloser Hüftendoprothese ohne auffällige HEZ, Raumforderung, Verkalkung oder Erguss im Nearthros (♀ 73 J.). Unten links erheblicher Erguss im Nearthros über dem Schenkelhals; falls neu aufgetreten, als Hinweis für Komponentenlockerung oder Abriebreizung zu werten (♀ 85 J.). (FK) Femurkopf, (HPf) Hüftpfanne, (PH) Prothesenhals, (FA) femoraler Prothesenaufsatz.

2. Detaildiagnostik bei vorliegendem Röntgenbild (Kontur- und Strukturanalyse von Labrum, Erker und Femurkopf/Schenkelhals).
3. Prä- und postoperative Beurteilung von Überdachung und Funktion durch dynamische Untersuchung in Standardebenen (ventral, lateral und dorsal).
4. Zusammen mit der Antetorsionsbestimmung Beurteilung der Überdachung bei Torsionsfehlern.
5. Frühestdiagnostik degenerativer oder posttraumatischer Anpassungen (Labrum Läsion, Gelenkrandausziehungen, Erguss, synoviale Reizung, Insertionstendinosen, Frakturen und Kapselbandläsionen) als Voraussetzung

für die Optimierung der Verhaltensweisen und der Therapie.

6. Sonografisches Monitoring der weiteren Entwicklung und Anpassungen.

OUP

Interessenkonflikt: Der Autor erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Korrespondenzadresse

Dr. Norbert M. Hien
 Praxis für Orthopädie und Unfallchirurgie
 Friedrichshafener Straße 11
 81243 München
 PraxisDrHien@t-online.de

Literatur

- 1 Dorn U. Antetorsionsmessung: In Graf R, Schuler P (Hrsg.) Sonographie am Stütz- und Bewegungsapparat bei Erwachsenen und Kindern. Weinheim: Chapmann & Hall, 1995: 204–210
- 2 Graf R. Sonographie der Säuglingshüfte u. therapeutische Konsequenzen, Compendium, Stuttgart: Thieme, 2009
- 3 Gaulrapp H, Binder C. Grundkurs Sonografie der Bewegungsorgane. München: Urban & Fischer, 2011: 140–149
- 4 Gaulrapp H, Szeimies U, Sattler H: Hüftgelenk. In Gaulrapp H, Szeimies U (Hrsg.) Diagnostik der Gelenke und Weichteile. München: Elsevier Urban & Fischer, 2008; 105–133
- 5 Gigerenzer G. Bauchentscheidungen. München: Goldmann Verlag, 2007; 169–189
- 6 Hinzmann J, Kupatz P. Standardebenen der Sonographie der Bewegungsorgane. Stuttgart: Thieme, 2012; 60–67
- 7 Hien NM, Heltzel W, Sedlmeier P. Wo liegt die Altersgrenze für die Hüftsonographie. In Henche HR, Hey W (Hrsg) Sonographie in der Orthopädie und Sportmedizin. Uelzen: ML-Verlagsgesellschaft mbH, 1987; 151–158
- 8 Hien NM. Sonographische Beurteilung der knöchernen Femurkopfüberdachung nach dem 1. Lebensjahr. In Koneremann W, Gruber G, Tschauner C (Hrsg) Die Hüftreifungsstörung – Diagnose und Therapie. Darmstadt: Steinkopff, 1999; 238–256
- 9 Hien NM. Sonographische Beurteilung der Femurkopfüberdachung bei Kindern und Erwachsenen. Ultraschall 1995; 16: 8–9
- 10 Hien NM. Frühdiagnose der Coxarthrose mit Sonographie und therapeutische Konsequenz. Ultraschall in Med 2006; 27: 45–46
- 11 Koneremann W, Gruber G. Ultraschall-diagnostik der Bewegungsorgane. Stuttgart: Thieme, 2012; 208–245
- 12 Long SS, Surrey DE, Nazarian LN. Sonography of greater trochanteric pain syndrome and the rarity of primary bursitis. AJR 2013; 201: 1083–6
- 13 Mahlfeld K, Kayser R. Sonographie am Hüftgelenk. Manuelle Medizin 2007; 45: 79–84
- 14 Morin C, Harcke HT, MacEwan GD. The infant hip: real-time US-assessment of acetabular development. Radiology 1985; 157: 673–677
- 15 Nimityongskul P, Hudgens RA, Anderson LD et al. Ultrasonography in the management of developmental dysplasia of the hip (DDH). J Pediatr Orthop 1995; 15: 741–746
- 16 Sattler H, Schmidt W. Bewegungsapparat. In Seitz KH, Schuler A, Rettenmaier G (eds) Klinische Sonographie und Differentialdiagnose. Stuttgart: Thieme, 2007: II-37: 1060
- 17 Tegnander A, Terjesen T. Ultrasound measurements in hips of children above 2 years of age, normal variation in 232 hips. Acta orthop scand 1995; 66: 229–233
- 18 Terjesen T, TO Runden, HM Johnsen: Ultrasound in the diagnosis of congenital dysplasia and dislocation of the hip joints in children older than two years. Clin Orthop 1991; 261: 159–169
- 19 Terjesen T: The natural history of hip development in cerebral palsy. Developmental medicine and child neurology 2012; 54: 951–7



Vereinigung
Süddeutscher Orthopäden
und Unfallchirurgen e.V.

www.vsou.de, www.online-oup.de