

Ultraschalluntersuchung im pädiatrischen Notfall

Die Sonografie ermöglicht es, in Notfallsituationen zu einer raschen Diagnose zu kommen und die Weichen für eine zielgerichtete und adäquate Weiterbehandlung zu stellen. Die sogenannte Sonopalpation erlaubt es überdies, spürbare Reaktionen des Kindes bei der Untersuchung einer bestimmten Körperregion im gleichen Moment sonografisch darzustellen und somit den klinischen Eindruck zu präzisieren und allenfalls auch zu korrigieren.

Von Bernd Erkert

In den Worten des Medizinethikers Giovanni Maio ist «der Ultraschall eine Technik nah am Menschen» und «gerade deswegen so eine faszinierende Methode, weil in dieser Methode die Chance besteht, entgegen dem Strom der Zeit, die sachliche Objektivierung mit der zwischenmenschlichen Begegnung zusammenzuführen» (1). Nach Osterwald wird unter Notfallsonografie «die Anwendung der Ultraschalltechnologie am Patientenbett im Rahmen einer organ- und fächerübergreifenden Evaluation sowie Behandlung von Notfallpatienten bei schwierigen oder risikoreichen invasiven Verfahren für das Monitoring von ausgewählten Vitalparametern» verstanden (2). Dabei wird «die Durchführung, Interpretation sowie Integration in die Gesamtbeurteilung (...) nicht an einen Spezialisten delegiert, sondern ist Sache des behandelnden Arztes» (2).

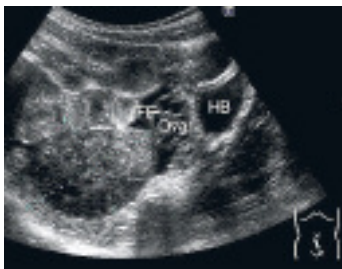


Abbildung 1: Mädchen, 13 Jahre, rechtsseitige Unterbauchschmerzen, klinisch Verdacht auf Appendizitis, sonografisch Ovarialtorsion rechts. HB = Harnblase; FF= freie Flüssigkeit; Markierung = torquiertes Ovar.

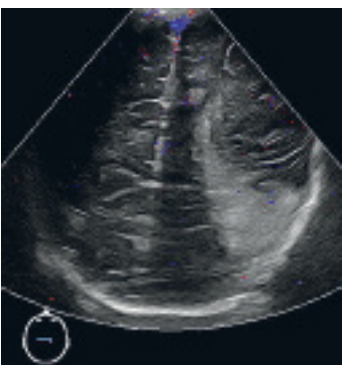


Abbildung 2: Ultraschall durch die offene Fontanelle, termingeborener Knabe, SGA, Krampfanfälle am ersten Lebenstag, A-cerebri-media-Infarkt.

Vorteile der Sonografie als diagnostisches Instrument

Während in der Erwachsenennotfallmedizin die Sonografie als diagnostisches Instrument einen festen Platz hat und in vielen Ländern, einschliesslich der Schweiz, detaillierte Curriculae für die Ultraschallausbildung von Notfallmedizinern existieren (2–5), ist die von Pädiatern durchgeführte Notfallsonografie in den Kinderkliniken und Kinderarztpraxen der Schweiz bis heute wenig entwickelt. Dabei konnte in zahlreichen Studien überzeugend gezeigt werden, dass auch im pädiatrischen Notfall die Sonografie wesentlich zur frühzeitigen Diagnose, aber auch zur Vermeidung weiterer, für das Kind unter Umständen belastender diagnostischer respektive therapeutischer Verfahren beitragen kann (6–8).

In der Hand des gut ausgebildeten, klinisch tätigen Pädiaters kann die am Krankenbett durchgeführte Sonografie dazu beitragen, sowohl die Aufenthaltsdauer von Kindern auf der Notfallstation als auch die Zeit bis zur Diagnosestellung signifikant zu verkürzen (9, 10). Anders als in der Praxis des niedergelassenen Pädiaters, wo die notfallmässig durchgeführte Ultraschalluntersuchung vor allem bei der Diagnostik von Frakturen sowie allgemein von Pathologien des Bewegungsapparates und der Weichteile Anwendung findet (vgl. die entsprechenden Artikel zur Sonografie in der pädiatrischen Praxis in diesem Heft), stehen auf der Notfallstation einer Kinderklinik vor allem Fragen nach intraabdominellen Organpathologien oder Verletzungen, bei schwer kranken Kindern im Schockraum auch nach kardialen und intrakraniellen Krankheitsursachen, im Vordergrund.

Neben der Nutzung der Ultraschalldiagnostik bei pädiatrisch-internistischen Notfällen sind Ultraschalluntersuchungen im Rahmen der Evaluation von Traumatopatienten ebenfalls von grosser Bedeutung. Analog zu dem in der Erwachsenennotfallmedizin viel praktizierten Ultraschallverfahren namens FAST (das Akronym FAST steht für «focused assessment with sonography for trauma») findet diese Methode zunehmend auch in der Kindertraumatologie Anwendung. Zusammen mit der körperlichen Untersuchung und der Bestimmung von Laborwerten hat sich diese Methode auch im pädiatrisch-traumatologischen Notfall als hilfreiche Methode bei der Erkennung intraabdomineller Organverletzungen erwiesen. Allerdings ist die Sensitivität der Methode deutlich geringer als ihre Spezifität, das heisst, der sichere Ausschluss intraabdomineller Organverletzungen ist mit dem Ultraschall allein nicht möglich, während der Nachweis von freier Flüssigkeit (Blut) intraabdominell mit hoher Wahrscheinlichkeit für eine Organlazeration spricht. Ähnlich verhält es

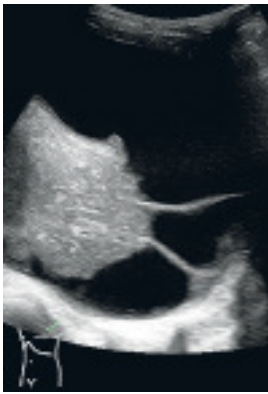


Abbildung 3: 5-jähriges Mädchen, Pneumonie, grosser, septierter Pleuraerguss.

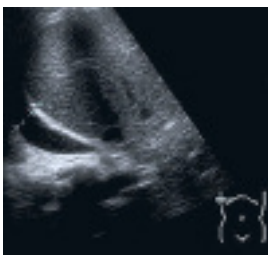


Abbildung 4: Junge, 11 Jahre, Pneumonie mit abgeschwächtem Atemgeräusch und Klopfchalldämpfung rechts basal, sonografisch Pleuraerguss.

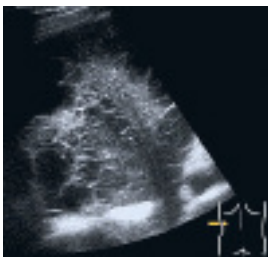


Abbildung 5: 7-jähriges Mädchen, Pleuraerguss im fibropurulenten Stadium.

sich auch in Bezug auf nicht traumatisch bedingte intraabdominelle Pathologien (11) (Tabelle 1).

Neben den bereits erwähnten Indikationen für die Anwendung des Ultraschalls in der pädiatrischen Notfallmedizin wird die Sonografie zunehmend auch als Hilfsmittel bei der Durchführung therapeutischer Prozeduren und Interventionen im pädiatrischen Notfall eingesetzt. Die sonografische Darstellung von Blutgefässen kann beispielsweise die Trefferwahrscheinlichkeit bei schwierigen Punktionen erhöhen. Auch lässt sich die Lage eines (zentralvenösen) Gefässkatheters oder eines endotrachealen Tubus genauso wie die Position eines zu entfernenden Fremdkörpers sonografisch bestimmen (12–14).

Ausrüstung und technische Voraussetzungen

In der pädiatrischen Notfallsonografie werden hauptsächlich drei Typen von Ultraschallsonden (Transducer) verwendet: Linearschallköpfe, konvexe Schallköpfe sowie Sektorschallköpfe (15). Die Auflageflächen (footprints) der Ultraschallsonden sind verschieden konfiguriert und daher für Kinder unterschiedlicher Grösse beziehungsweise für die Untersuchung bestimmter Körperregionen mehr oder weniger gut geeignet.

Vor allem in Notfallsituationen ist es wichtig, dass das Ultraschallgerät entsprechend vorbereitet ist, um bei der eigentlichen Untersuchung nicht unnötig viel Zeit mit dem Starten des Gerätes und der Geräteeinstellung zu verlieren und damit das kranke Kind länger als nötig zu belasten. Hierzu dienen die Optimierung der Geräteeinstellung (Wahl pädiatrischer Presets) und die Verwendung kindertauglicher Ultraschallköpfe sowie weiterer vorbereitender Massnahmen, die geeignet sind, dass das Kind möglichst stressfrei und spektiv untersucht werden kann.

Begleitende Massnahmen und Analgesie

Neben den technischen Vorbereitungen ist es in der pädiatrischen Notfallsonografie wie bei der körperlichen Untersuchung von ganz besonderer Bedeutung, dass auf die Belange des Kindes spezifisch und abhängig von seinem Entwicklungsstand eingegangen wird (16). So mag die Verwendung von angewärmtem Gel für das Kind angenehmer sein als das unvermittelte Auftragen von kaltem Gel auf die Haut. Ebenfalls wichtig ist es, das Kind im Notfall für die Ultraschalluntersuchungen richtig zu lagern. Ultraschalluntersuchungen am Kind sind durchaus auch im Notfall auf den Armen der Mutter möglich. Die Verwendung eines Schnullers kann bekanntermassen ebenfalls zur Beruhigung kleiner Kinder beitragen.

In vielen Fällen ist davon auszugehen, dass das Kind Schmerzen hat. Diese sollen durch die Ultraschalluntersuchung nicht unnötig verstärkt werden. Durch eine vorherige Analgesie kann die Ultraschalluntersuchung für den Patienten erträglicher und für den Untersucher einfacher gemacht werden. Entgegen früherer Annahmen trägt eine ausreichende Analgesie auch nicht zur Verschleierung der Diagnose bei.

Notfallsonografie zur Differenzialdiagnose akuter Erkrankungen

Besonders hilfreich ist die Sonografie in Notfällen, bei denen aufgrund der Anamnese und/oder der klinischen Untersuchung die wahrscheinlichste Differenzialdiagnose unsicher bleibt und die Diagnose letztlich durch eine zielgerichtete Ultraschalluntersuchung gestellt werden kann.

So im Falle einer 13-jährigen Patientin mit rechtsseitigen Unterbauchschmerzen und rezidivierendem Erbrechen, die mit der Verdachtsdiagnose Appendizitis vom Hausarzt auf die Notfallstation der Kinderklinik zugewiesen wurde. In der Sonografie fand sich rechts im kleinen Becken der Patientin ein im Vergleich zur Gegenseite deutlich vergrössertes, solide imponierendes Ovar mit multiplen randständig gelegenen kleinen Follikeln und farbdopplersonografisch kaum perfundiertem Stroma (Abbildung 1) infolge einer Ovarialtorsion.

Ein weiterer Befund, der durch die notfallmässig vom Pädiater in der Kinderklinik durchgeführte Sonografie erhoben werden konnte und einen entscheidenden Hinweis auf die dem Krampfleiden eines 3 Tage alten Neugeborenen zugrunde liegende Ursache erbrachte, ist in Abbildung 2 illustriert. Die sofort nach Übernahme des Kindes auf die Neugeborenenstation durchgeführte Schädelsonografie zeigte ein echogenes, keilförmiges Areal im Stromgebiet der A. cerebri media links. Dieser Befund war vereinbar mit einem Infarkt der A. cerebri media, sodass in diesem Fall auf weitere Untersuchungen, insbesondere auf die Durchführung einer Lumbalpunktion, verzichtet werden konnte.

Anhand der in den Abbildungen 3 bis 6 dokumentierten Ultraschallbefunde zeigt sich exemplarisch, dass die Sonografie zur Abklärung der infrage kommenden Differenzialdiagnosen bei initial ähnlicher klinischer Symptomatik (in unseren Fällen Husten, Dyspnoe,

Tabelle 1: Spezifität und Sensitivität der Ultraschalluntersuchungen des Abdomens (nach [11])

Untersuchung	Sensitivität (%)	Spezifität (%)	Likelihood-Ratio (LR)	
			für positiven Befund (LR+)	für negativen Befund (LR-)
pädiatrische FAST-Untersuchung	82 (65–93)	95 (91–97)	15,6 (8,37–29,18)	0,19 (0,09–0,4)
Pylorusstenose	98 (92–99,5)	99 (90–100)	82,35 (5,23–1295)	0,02 (0,004–0,097)
Invagination	83 (44–99)	97 (85–100)	27,5 (3,86–195,81)	0,17 (0,03–1,03)
Appendizitis	44 (31–58)	93 (86–97)	6,5 (2,84–15,02)	0,53 (0,45–0,77)
Appendizitis (PoC US)*	65 (52–76)	90 (85–100)	6,4 (3,09–13,25)	0,4 (0,27–0,56)

Likelihood-Ratio (LR): Dieser Wert gibt an, wie wahrscheinlich es ist, dass ein positiver beziehungsweise ein negativer Befund tatsächlich zutrifft. LR+ bedeutet, um wievielfach wahrscheinlicher ein korrekt positiver Befund gegenüber einem falschpositiven ist; als akzeptabel gilt ein LR+ > 3, als gut ein LR+ ab > 10. Die Angabe LR- bezieht sich auf die Zuverlässigkeit eines negativen Befunds; als akzeptabel gilt hier ein LR- < 0,3, als gut ein LR- < 0,1.

FAST: focused assessment with sonography for trauma

PoC US: Point-of-care-Sonografie

*gemischtes Patientenkollektiv mit Erwachsenen und Kindern



Abbildung 6: 13-jähriger Knabe, Verdacht auf Pneumonie mit Pleuraerguss, sonografisch: thorakales Lymphom.

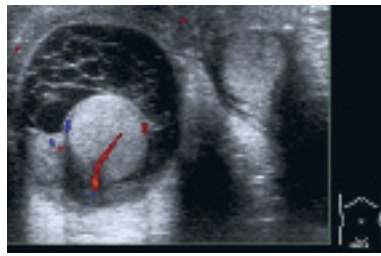


Abbildung 7: Knabe, 4 Monate, geschwollenes, rot-livide verfärbtes Skrotum, Unruhe, Weinen, sonografisch Epididymitis/Orchitis, geschwollener rechter Hoden, septierte Hydrocele testis rechts.

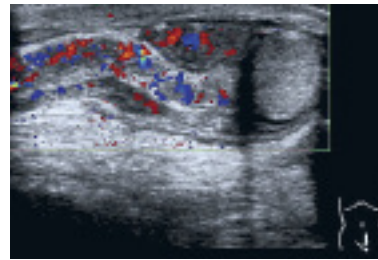


Abbildung 8: 11-jähriger Knabe, Rötung, Schwellung und Überwärmung des Skrotums: sonografisch Epididymitis, farbdopplersonografisch verstärkte Vaskularisation des linken Nebenhodens und des Samenstrangs.



Abbildung 9: Seit einem Tag unruhig, vermehrtes Schreien, normaler Stuhlgang, kein Erbrechen, Zuweisung mit Verdacht auf Darmkolik; sonografisch: inkarzierte Leistenhernie.

einseitig abgeschwächtes Atemgeräusch) vor allem in Notfallsituationen, wenn ein grosser Zeitdruck herrscht, ausserordentlich nützlich sein kann. Ein weiteres Beispiel hierfür wäre die sonografische Diagnosestellung beim akuten Skrotum (Abbildungen 7–9).

Notfallsonografie zur Beurteilung von Schweregrad und Ausmass einer bereits klinisch diagnostizierten Erkrankung

Die Notfallsonografie vermag dem Untersucher auch einen Eindruck vom Schweregrad respektive dem Ausmass einer bereits klinisch (sicher) diagnostizierten Erkrankung zu geben. So wie im Fall eines 7 Monate alten Knaben, der wegen seit zwei Tagen rezidivierenden Erbrechens und Abgangs von blutig-schleimigem Stuhl von der Kinderärztin mit der Verdachtsdiagnose Invagination auf den pädiatrischen Notfall der Kinderklinik zugewiesen wurde. Bei der körperlichen Untersuchung fiel eine schmerzhaft Resistenz im linken (!) Mittelbauch auf. Es wurde umgehend eine Ultraschalluntersuchung des Abdomens durchgeführt, die eine langstreckige ileokolische Invagination (Abbildung 10 und 11) zeigte. Innerhalb des Invaginats war von Fibrinfäden durchzogene Flüssigkeit zu sehen. Diese Befunde sprachen für eine schon länger bestehende Invagination, weshalb auf einen hydrostatischen Repositionsversuch vor Ort verzichtet und das Kind auf die kinderchirurgische Abteilung des nächstgelegenen Kinderspitals verlegt wurde. Hier konnte die sonografische Diagnose bestätigt werden, und es wurde eine pneumatische Devaginierung versucht, die aber nicht gelang. Aufgrund der bei diesem Manöver aufgetretenen Darmperforation wurde das Kind dann operiert.

Notfallsonografie bei Trauma

Die Sonografie kann, wie eingangs bereits erwähnt, auch sehr gut zur Klärung traumatologischer Fragestellungen im Notfall eingesetzt werden. So lassen sich insbesondere Frakturen, deren Lokalisation durch die klinische Untersuchung bereits gut eingegrenzt werden können, gezielt sonografisch darstellen respektive ausschliessen (Abbildung 12 und 13).



Abbildung 10: Knabe, 15 Monate, somnolent, rezidivierendes Erbrechen, blutig-schleimige Stühle, langstreckige ileokolische Invagination.



Abbildung 11: Gleicher Patient, Invagination mit septenreicher Flüssigkeit als Hinweis auf bereits länger bestehende Invagination.

Tabelle 2:

Ultraschallapplikationen im pädiatrischen Notfall

FAST und E-FAST

bei stumpfem Bauchtrauma, Frakturdiagnostik, Fremdkörperlokalisierung, Abszess

«Klassische» Indikationen

bei klinischem Verdacht auf Pylorusstenose, Invagination, Hüftgelenkerguss, Appendizitis, Ovarialtorsion, Hodentorsion, Hirnblutung beim Früh- und Neugeborenen, Pleuraerguss/Perikarderguss

«Sekundäre» Indikationen

Gefässdarstellung vor Anlage einer venösen oder arteriellen Leitung, Sonografie der Harnblase vor einer geplanten Katheterisierung, Darstellung des Spinalraumes vor einer Lumbalpunktion, Lagekontrolle bei endotrachealem Tubus, bei zentralvenösem Katheter

Spezielle, erweiterte Indikationen

Abschätzung eines Volumenmangels, Verdacht auf Pneumothorax, Atemnotsyndrom beim Früh- und Neugeborenen, Beurteilung der Herzkontraktionen bei Schock, im Rahmen einer kardiopulmonalen Reanimation, transbulbäre Darstellung des Nervus opticus bei Verdacht auf Hirndruck

FAST: focused assessment with sonography for trauma

E-FAST: extended focused assessment with sonography for trauma

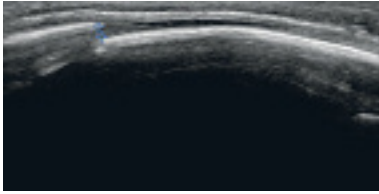


Abbildung 12: Knabe, 10 Monate, Status nach unbeobachtetem Sturz, teigige Schwellung parietotookzipital rechts; Kalottenfraktur parietal mit Stufenbildung.

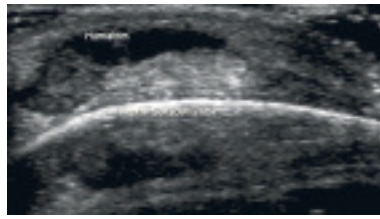


Abbildung 13: Knabe, 2 Jahre, Status nach Sturz, Hämatom frontal, keine Fraktur

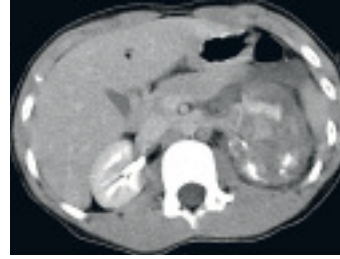


Abbildung 14a: Knabe, 10 Jahre, Nierentrauma links Grad 4 mit Pyeloneinriss (CT).

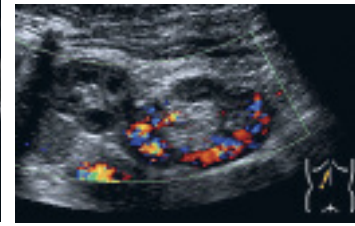


Abbildung 14b: Gleicher Patient; sonografische Kontrolle 1 Monat nach Trauma.

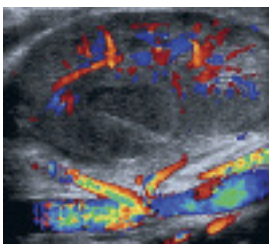


Abbildung 15: Knabe, 6 Jahre, druckdolente Schwellung zervikal, sonografisch: eingeschmolzener Halslymphknoten; farbdopplersonografisch: Einschmelzung nicht vaskularisiert.



Abbildung 16a: Abszess an der Wange.

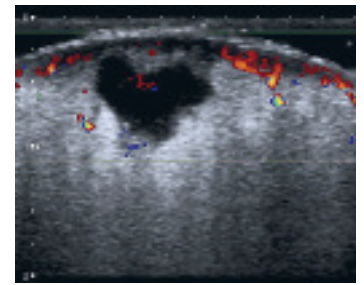


Abbildung 16b: Entzündlich verändertes, echoreiches Weichteilgewebe mit Abszess.

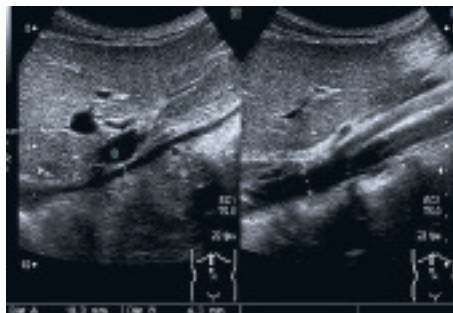


Abbildung 17: Mädchen, 14 Jahre, Colitis ulcerosa, Volumemangel, A = Durchmesser Aorta; B = Durchmesser V. cava.



Abbildung 18: Mädchen, 4 Wochen, rezidivierendes Erbrechen; sonografisch: hypertrophe Pylorusstenose.

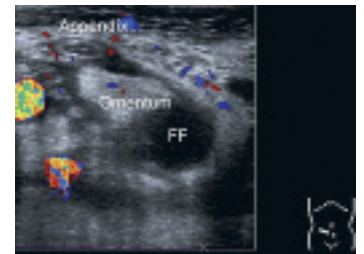


Abbildung 19: Appendizitis mit «gedeckter» Perforation.

Schwieriger ist es, bei der Frage nach inneren Verletzungen eine solche sicher auszuschließen. Hier sind andere bildgebende Verfahren (CT) der Sonografie bezüglich ihrer Sensitivität überlegen und kommen daher noch häufig zum Einsatz (Abbildung 14a). Dennoch kann die Sonografie in diesen Fällen als bildgebende Methode bei der Verlaufsbeurteilung von Organverletzungen, die heute oft konservativ behandelt werden, von Nutzen sein (Abbildung 14b).

Planung und Durchführung von medizinischen Prozeduren oder Interventionen im Notfall

Die sonografische Darstellung von pathologischen Befunden der Haut, der Muskulatur und anderer Weichteilgewebe ist mit hochfrequenten Ultraschallköpfen in technisch sehr guter Qualität möglich. Da-

mit lassen sich oberflächennahe Gewebspathologien anhand ihrer sonografischen Binnenstruktur zum Beispiel als mehr solide oder eher flüssigkeitshaltig, gekammert oder kommunizierend und so weiter charakterisieren und ihre tatsächliche Ausdehnung besser ermessen. Sonografische Beurteilungen dieser Art können bei der Entscheidung, ob eine abszessverdächtige Struktur oder eine Flüssigkeitskolektion in einem Körperkompartiment Erfolg versprechend punktiert oder drainiert werden kann, sehr hilfreich sein (Abbildung 15 und 16).

In diesem Zusammenhang ist noch die notfallsonografische Verlaufsbeurteilung nach medizinischen Interventionen zu nennen. Ein Beispiel hierfür wäre die sonografische Beurteilung des Hydratationsstatus eines Patienten (Abbildung 17). Diese kann insbesondere bei Patienten mit Nierenerkrankungen und Öde-

men hilfreich sein, wenn die Abschätzung des Hydrationszustandes des Patienten klinisch allein oft schwierig ist und zum Beispiel eine Hyperhydratation vermieden werden soll (HUS) oder eine unerkannte Dehydratation die Gefahr einer Thrombose in sich birgt (nephrotisches Syndrom).

Notfallsonografie zur Indikationsstellung für die Chirurgie

Abschliessend sei noch erwähnt, dass bestimmte im pädiatrischen Notfall erhobene Ultraschallbefunde aufgrund ihrer klaren Charakteristika und guten Reproduzierbarkeit inzwischen auch für die hinzugezogenen Chirurgen und Kinderchirurgen entscheidend bei der Indikationsstellung für einen operativen Eingriff sind. Als Beispiele hierfür wären die sonografisch bewiesene hypertrophe Pylorusstenose (*Abbildung 18*) oder die Appendizitis (*Abbildung 19*) zu nennen.

Fazit für die Praxis

Die Sonografie ist in den Händen der Kinderärzte ein valables Instrument, um in Notfallsituationen einerseits zu einer raschen Diagnose zu kommen und andererseits die Weichen für eine zielgerichtete und adäquate Weiterbehandlung zu stellen. Darüber hinaus kann die Sonografie den praktisch tätigen Kinderärzten gute Dienste bei der Durchführung medizinischer Prozeduren und Interventionen leisten.

Gerade in der sonografischen Notfalldiagnostik am Kind zeigt sich die in dem Zitat von Giovanni Maio eingangs erwähnte Möglichkeit, «die sachliche Objektivierung mit der zwischenmenschlichen Beziehung zusammensetzen». Die sogenannte Sonopalpation des Abdomens wäre dafür ein Beispiel. Die vom Patienten beschriebene Region des stärksten Schmerzes, aber auch die spürbare Reaktion des kleinen Kindes bei der Untersuchung einer bestimmten Körperregion können im gleichen Moment sonografisch dargestellt und dokumentiert werden. Diese Fähigkeit der Sonografie kann helfen, den klinischen Eindruck zu präzisieren und allenfalls auch zu korrigieren.

Empfehlungen für eine systematische Ausbildung von in der Erwachsenenmedizin tätigen Kolleginnen und Kollegen in der Notfallsonografie liegen auf dem Tisch und sind vielerorts bereits in den Weiterbildungsordnungen für (Erwachsenen-)Notfallmediziner verankert. Die Bemühungen, für die in der Praxis tätigen Pädiater und die auf der pädiatrischen Notfallstation arbeitenden Kollegen eine systematische Ausbildung in der Notfallsonografie zu etablieren, stehen dagegen noch am Anfang (17–19). Hierfür würde es einen weitreichenden Konsens unter den klinisch tätigen Pädiatern darüber brauchen, dass mit dem Auf- und Ausbau der pädiatrischen Notfallsonografie sowohl in den Kinderarztpraxen der Schweiz als auch auf den Notfallstationen der Schweizer Kinderkliniken eine qualitativ noch bessere Versorgung der Kinder in Notfallsituationen erreicht werden könnte. Organisationen wie die SVUPP bieten Hand beim Entwerfen und Umsetzen entsprechender Ausbildungspläne. Ohne das Engagement der noch in der Ausbildung zum Kinderarzt befindlichen Kolleginnen und Kollegen, aber auch aller bereits in eigener Praxis oder in gefestigter Posi-

tion in den Kinderkliniken tätigen Pädiater wird es eine wie oben skizzierte Entwicklung in der Schweiz allerdings nicht geben.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Bernd Erkert
Klinik für Kinder und Jugendliche
Spital Thurgau, Spitalcampus 1
8596 Münsterlingen
E-Mail: bernd.erkert@stgag.ch

Literatur:

1. Maio G. Medizin und Menschenbild: Der Ultraschall als dialogische Untersuchung. *Ultraschall in der Medizin* 2014; 35: 98–107.
2. Osterwalder J. Das SGUM-Zertifikat Notfallsonografie. *Schweizerische Ärztezeitung* 2012; 93(34): 1210–1212.
3. Heller MB et al. Residency training in emergency ultrasound: fulfilling the mandate. *Acad Emerg Med* 2002; 9 (8): 835–839.
4. International Federation for Emergency Medicine. IFEM Point-of-Care Ultrasound curriculum guidance, 2014; <http://www.ifem.cc/Resources/PoliciesandGuidelines.aspx>.
5. Blank W, Mathis G, Osterwalder J. Kursbuch Notfallsonografie. Nach dem Curriculum Notfallsonografie, empfohlen von DGUM, ÖGUM und SGUM. Thieme Verlag 2014.
6. Dietrich AM, Coley BD. Bedside pediatric emergency evaluation through ultrasonography *Pediatr Radiol* 2008; 38 (Suppl 4): S679–S684.
7. Cross K. Bedside ultrasound for pediatric long bone fractures. *Clin Pediatr Emerg Med* 2011; 12: 27–36.
8. Ng L, Marin JR. Pediatric emergency ultrasound. *Ultrasound Clin* 2014; 9: 199–210.
9. Halm BM. Reducing the time in making the diagnosis and improving workflow with point-of-care ultrasound. *Pediatr Emerg Care* 2013; 29: 218–221.
10. Thamburaj R, Sivitz A. Does the use of bedside pelvic ultrasound decrease length of stay in the emergency department? *Pediatr Emerg Care* 2013; 29: 67–70.
11. Tsung JW. Rules for the road: an evidence-based approach to understanding diagnostic test performance of point-of-care ultrasound for pediatric abdominal emergencies. *Critical Ultrasound J* (2010) 1: 101–103.
12. Werner H, Levy J. Procedural applications of bedside emergency ultrasound. *Clin Pediatr Emerg Med* 2011; 12 (1): 43–52.
13. Heinrichs J et al. Ultrasonographically guided peripheral intravenous cannulation of children and adults: a systematic review and meta-analysis. *Ann Emerg Med* 2013; 61: 444–454.
14. Marin J. Novel applications in pediatric emergency ultrasound. *Clin Pediatr Emerg Med* 2011; 12: 53–64.
15. Abo A et al. Ultrasound equipment for the pediatric emergency department. A review. *Pediatr Emerg Care* 2011; 27: 220–229.
16. Fordham LA. Approach to the pediatric patient. *Ultrasound Clin* 2009; 4: 439–443.
17. Vieira RL et al. Pediatric emergency medicine fellow training in ultrasound: consensus educational guidelines. *Acad Emerg Med* 2013; 20: 300–306.
18. Kim IK et al. Eight secrets to implementing bedside US in PEM. *Clin Pediatr Emerg Med* 2011; 12 (1): 65–72.
19. Levy JA, Noble VE. Bedside ultrasound in pediatric emergency medicine. *Pediatrics* 2008; 121: e1404–1412.