

## Badanie ultrasonograficzne klatki piersiowej i płuc u dzieci: zastosowanie, rola, wartość diagnostyczna i ograniczenia

### Chest and lung ultrasound in childhood: applications, role, value and limitations

Michael Riccabona<sup>1</sup>, Eoghan Laffan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Radiology, Division of Pediatric Radiology, Medical University of Graz, Graz, Austria

<sup>2</sup> Department of Radiology, Children's University Hospital Dublin, Dublin, Irlandia

Adres do korespondencji: Prof. Michael Riccabona, Department of Radiology, Division of Pediatric Radiology, University Hospital LKH Graz, Auenbruggerplatz 34, A-8036, Graz, Austria; e-mail: michael.riccabona@klinikum-graz.at

DOI: 10.15557/JoU.2018.0040

Badanie ultrasonograficzne klatki piersiowej, a w szczególności płuc, od wielu dziesięcioleci stanowi ugruntowane narzędzie diagnostyczne w populacji dzieci. Jednym z pierwszych zastosowań ultrasonografii było badanie serca (echokardiografia). Inne zastosowania cieszące się wieloletnim uznaniem i omawiane w wielu standardowych podręcznikach dotyczących badań ultrasonograficznych obejmują ocenę grasicy i śródpiersia, wysięku opłucnowego, zagęszczeń, ruchów przepony, a niekiedy obecności guzów, zarówno u dorosłych, jak i u dzieci<sup>(1-9)</sup>. Z czasem zaczęto wprowadzać inne zastosowania, takie jak ocena ściany klatki piersiowej, w tym żeber (w szczególności części chrzęstnych żeber, np. w celu oceny pod kątem nieprawidłowości w budowie żeber), mostka (np. pod kątem złamań), układu ruchu (np. pod kątem agenezji mięśnia piersiowego) oraz tkanek miękkich klatki piersiowej, takich jak węzły chłonne, malformacje naczyniowe czy piersi<sup>(5,9,10)</sup>. Na podstawie badania USG klatki piersiowej można również ocenić zlokalizowane tu naczynia krwionośne pod kątem zakrzepicy lub zatoru związanych z cewnikowaniem. Istnieje wiele ultrasonograficznych okien wykorzystywanych w wyżej wymienionych zastosowaniach. W przypadku niemowląt nieskostniałe części klatki piersiowej pozwalają na utworzenie kolejnych okien.

W ciągu ostatniego dziesięciolecia ocena pulmonologiczna stała się gorącym tematem dyskusji dotyczących nowych zastosowań ultrasonograficznych, początkowo w subspecjalizacjach intensywnej opieki medycznej i medycyny ratunkowej u dorosłych. Różne artefakty w badaniu USG płuc, wcześniej w większości odrzucane przez lekarzy radiologów, zyskały wartość w zakresie wnioskowania na temat podstawowych schorzeń płuc. Opisano wiele nowych zjawisk i wprowadzo-

no wiele nowych pojęć oraz określił objawów, takich jak artefakty linii A i linii B, obraz plaży (*seashore sign*), objaw ślizgania (*sliding sign*), objaw nietoperza (*bat sign*), ogon komety (*comet-tail artifact*) oraz objaw *lung point* itd.<sup>(4,7,11-13)</sup>

Tak duże zainteresowanie można przypisać większej dostępności przenośnych aparatów USG oraz możliwości szybkiego przeprowadzenia badania przy łóżku pacjenta (*point of care ultrasound*, POCUS). Konwencjonalne techniki obrazowania nie zawsze były dostępne lub łatwo dostępne, natomiast badanie USG płuc stało się alternatywną opcją w przypadkach, w których pewność co do dokładności diagnostycznej standardowego badania RTG klatki piersiowej w pewnych stanach chorobowych, takich jak dziecięce zapalenie płuc, jest zbyt ograniczona<sup>(14,15)</sup>. W licznych niedawno przeprowadzonych badaniach wykazano przydatność badania USG płuc w diagnostyce zespołu zaburzeń oddychania u noworodków, przemijającego szybkiego oddechu noworodka (*transitory tachypnoea of the newborn*, TTN) oraz innych schorzeń płuc<sup>(16-25)</sup>. Ponadto wykazano, że badanie USG płuc może być przydatne w wykrywaniu niewielkich zagęszczeń na obwodzie płuc, uwidacznianiu niewielkich wysięków, a nawet w ustaleniu rozpoznania odmy opłucnowej<sup>(2,3,5,9,26,27)</sup>.

Jednak wszystkie te nowe zastosowania mają pewne ograniczenie. Ponieważ w większości z tych niedawno przeprowadzonych badań określone problemy kliniczne próbowano rozwiązać we wstępnie wyselekcjonowanej grupie chorych, przyczyniło się to do wystąpienia tendencji wyniku wynikającej z doboru pacjentów. W porównaniu ze złotym standardem, czyli tomografią komputerową płuc, dostępne są jedynie bardzo ograniczone obiektywne, randomizowane badania ze

ślepa próba. Występowanie błędu wynikającego z tendencjiności potwierdzono w niedawno przeprowadzonej metaanalizie dotyczącej stosowania badania USG płuc u noworodków z zespołem zaburzeń oddychania, w której wykazano, że przy bardzo wysokiej czułości prawidłowo przeprowadzonego badania USG obejmującego całą klatkę piersiową specyficzność pozostaje niska po uwzględnieniu wszystkich możliwych schorzeń płuc<sup>(28–30)</sup>. Stronniczość w doborze pacjentów i projekt badania (uczestnicy wybierani nieprzypadkowo lub niezgodnie z kolejnością) mogą skutkować zawyżeniem dokładności diagnostycznej. Na ogół szybki oddech u noworodka urodzonego przedwcześnie lub w terminie pozostaje wyzwaniem diagnostycznym dla klinicystów, którzy przeprowadzają diagnostykę różnicową zamiast bardziej specyficznych badań, zrozumiałe więc, że ogromną popularnością cieszą się nowe opcje obrazowania umożliwiające szybką diagnostykę różnicową przeprowadzaną przy łóżku pacjenta – co niekiedy prowadzi do zawyżenia wiarygodności tych badań. Pozostają one jednak pomocne w indywidualnych przypadkach w kontekście objawów i danych klinicznych.

Poniżej wymieniono przykłady i przyczyny potencjalnie błędnej interpretacji:

- W przypadku małych dzieci, których płuca nie osiągnęły jeszcze dojrzałości strukturalnej, bardzo szybko dochodzi do niedodmy, co jest często widoczne w badaniu TK i MRI w warunkach znieczulenia ogólnego. Badanie USG płuc umożliwia skuteczniejsze wykrywanie zmian tego typu w porównaniu z radiogramem klatki piersiowej, choć nie wszystkie zmiany obwodowe oznaczają zapalenie płuc.
- W badaniu USG nie jest możliwe uwidocznienie regionów położonych głębiej względem napowietrzonej powierzchni płuc. Zatem jest mało prawdopodobne, że w badaniu USG płuc zostaną wykryte procesy zachodzące w okolicy centralnej lub okołowońkowej czy też okrągła postać zapalenia płuc (*round pneumonia*). W przypadku dzieci starszych pełne uwidocznienie wszystkich obszarów może utrudniać obecność łopatk, nawet pomimo prób manipulowania ułożeniem kończyn górnych. Ultrasonografia nie pozwala na wystarczającą ocenę głębiej położonych naczyń ani położenia rurki intubacyjnej.
- Istnieje również możliwość powszechnej tendencyjności publikacyjnej dotyczącej zarówno badania USG płuc, jak i ogólnie przyłóżkowych badań USG. Anegdotyczne doświadczenia wskazują, że niektórzy klinicyści prawdopodobnie rezygnują z publikacji wszystkich swoich błędów diagnostycznych związanych z interpretacją wyników

badania USG, np. stan zapalny najądrza vs skręt jądra, odma opłucnowa vs rozedma płuc/uwięzienie powietrza czy kawitacja vs ropniak.

Wszystkie wymienione powyżej aspekty należy wziąć pod uwagę podczas wykonywania i interpretowania wyników badania USG, w tym USG płuc. Trudno jest jednoznacznie stwierdzić, że badanie USG płuc może zastąpić badanie radiologiczne lub TK klatki piersiowej. Metoda ta może potencjalnie zmniejszyć liczbę zdjęć radiograficznych klatki piersiowej, wykonywanych zarówno w ramach obserwacji, jak i badań pierwszego rzutu, w celu potwierdzenia wysuniętych podejrzeń klinicznych, pomagając tym samym w ocenie postępowania diagnostycznego przed rozpoczęciem leczenia i w jego trakcie lub stanowiąc uzupełnienie innych metod obrazowania. Badanie USG przy łóżku pacjenta (POCUS) ma prawdopodobnie jeszcze większy potencjał w odległych regionach lub krajach rozwijających się. Niemniej jednak, zanim potencjał ten zostanie w pełni oceniony, należy przeprowadzić lepiej zaprojektowane randomizowane badania kliniczne, nieobarczone błędem wynikającym ze stronniczości i charakteryzujące się większą mocą statystyczną, z jasno określonymi definicjami, warunkami i problemami klinicznymi wymagającymi wyjaśnienia oraz uwzględniające skuteczność i implikacje wynikające z leczenia/rokowania. Możliwe, że z uwagi na nowe wyniki dostarczone w badaniach z zastosowaniem USG płuc w przyszłości będzie konieczne ponowne określenie pewnych zjawisk, np. zągęszczeń i niedodmy. Niewykluczone również, że historia naturalna zakażeń dróg oddechowych także będzie wymagała ponownego rozważenia, gdyż niewielkie zągęszczenia w płucach mogą okazać się znacznie bardziej powszechne, niż dotąd przypuszczano; mogą one stanowić niemal prawidłowy lub jedynie incydentalny objaw zakażenia dolnych dróg oddechowych, a zatem być może nie należy ich uznawać za poważne, jak dotychczas uważano. Można by również debatować, czy zmian tych należy doszukiwać się tak często, jak to czyniono do tej pory.

Podsumowując: choć ultrasonografia płuc odgrywa ważną rolę, metodę tą należy stosować z zachowaniem ostrożności, biorąc pod uwagę pewne jej ograniczenia. Badanie powinno się przeprowadzać umiejętnie i w odpowiedni sposób, aby zminimalizować narażenie pacjenta na promieniowanie poprzez umożliwienie diagnozowania wielu schorzeń i ograniczenie konieczności wykonywania zwykłych rentgenogramów. Niekiedy jednak diagnostyka różnicowa może być utrudniona i może pojawić się tendencyjność oczekiwań klinicznych.

## Piśmiennictwo

1. Gassner I, Geley TE: Ultrasound of the neonatal thorax. In: Donoghue V (ed.): Radiological imaging of the neonatal chest. Medical Radiology (Diagnostic Imaging). Springer, Berlin Heidelberg 2008: 197–225.
2. Mathis G (ed): Chest sonography. 3rd edition, Springer-Verlag, Heidelberg 2011.
3. Liu J, Liu F, Liu Y: Lung ultrasound for the diagnosis of severe neonatal pneumonia. Chest 2014; 146: 383–388.
4. Riccabona M, Sorantin E, Fötter R: Application of functional m-mode sonography in pediatric patients. Eur Radiol 1998; 8: 1457–1461.
5. Riccabona M: Ultrasound of the chest in children. Eur Radiol 2008; 18: 390–399.
6. Riccabona M: Ultrasound of the chest. In: Riccabona M (ed.): Pediatric ultrasound. Requisites and applications. Springer, Berlin-Heidelberg 2014: 189–212.
7. Riccabona M: Sonographie des Früh- und Neugeborenen-, bzw. Säuglingsthorax. In: Riccabona M, Beer M, Mentzel HJ (eds): Bildgebung des Thorax bei Neugeborenen und Kleinkindern. Springer, Heidelberg 2018: 31–42.
8. Schweigmann G, Gassner I: Mediastinum. In: Riccabona M (ed.): Pe-

- diatric Imaging Essentials. Thieme, Stuttgart-New York 2013: 56–65.
9. Trinavarat P, Riccabona M: Potential of ultrasound in the pediatric chest. *Eur J Radiol* 2014; 83: 1507–1518.
  10. Glass RB, Norton KI, Mitre SA, Kang E: Pediatric ribs: a spectrum of abnormalities. *Radiographics* 2002; 22: 87–104.
  11. Copetti R, Cattarossi L: The 'Double lung point': an ultrasound sign diagnosis of transient tachypnoea of the newborn. *Neonatology* 2007; 91: 203–209.
  12. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A: The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 1999; 25: 383–388.
  13. Martelius L, Heldt HL, Lauerma K: B-Lines on Pediatric Lung Sonography. *J Ultrasound Med* 2016; 35: 153–157.
  14. Levinsky Y, Mimouni FB, Fisher D, Ehrlichman M: Chest radiography of acute paediatric lower respiratory infections: experience versus interobserver variation. *Acta Paediatrica* 2013: e310–e314.
  15. Hagaman JD, Rouan GW, Shipley TR, Panos RJ: Admission chest radiograph lacks sensitivity in the diagnosis of community-acquired pneumonia. *Am J Med Sci* 2009; 337: 236–240.
  16. Soldati G, Copetti R, Sher S: Sonographic interstitial syndrome: the sound of lung water. *J Ultrasound Med* 2009; 28: 163–174.
  17. Ahuja CK, Saxena AK, Sodhi KS, Kumar P, Khandelwal N: Role of transabdominal ultrasound of lung bases and follow-up in premature neonates with respiratory distress soon after birth. *Indian J Radiol Imaging* 2012; 22: 279–283.
  18. Avni EF, Cassart M, de Maertelaer V, Rypens F, Vermeylen D, Gevenois PA: Sonographic prediction of chronic lung disease in the premature undergoing mechanical ventilation. *Pediatr Radiol* 1996; 26: 463–469.
  19. Avni EF, Braude P, Pardou A, Matos C: Hyaline membrane disease in the newborn: diagnosis by ultrasound. *Pediatr Radiol* 1990; 20: 143–146.
  20. Copetti R, Cattarossi L, Macagno F, Violino M, Furlan R: Lung ultrasound in respiratory distress syndrome: a useful tool for early diagnosis. *Neonatology* 2008; 94: 52–59.
  21. Liu J: Lung ultrasonography for the diagnosis of neonatal lung disease. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2014; 27(8): 856–861.
  22. Lovrenski J: Lung ultrasonography of pulmonary complications in pre-term infants with respiratory distress syndrome. *Ups J Med Sci* 2012; 117: 10–17.
  23. El-Malah HE-DGM, Hany S, Mahmoud MK, Ali AM: Lung ultrasonography in evaluation of neonatal respiratory distress syndrome. *Egyptian Society of Radiology and Nuclear Medicine* 2015; 46: 469–474.
  24. Liu J, Wang HY, Fu W, Yang CS, Huang JJ: Diagnosis of neonatal transient tachypnoea and its differentiation from respiratory distress syndrome using lung ultrasound. *Medicine (Baltimore)* 2014; 93: e197.
  25. Vergine M, Copetti R, Brusa G, Cattarossi L: Lung ultrasound accuracy in respiratory distress syndrome and transient tachypnea of the newborn. *Neonatology* 2014; 106: 87–93.
  26. Ding W, Shen Y, Yang J, He X, Zhang M: Diagnosis of pneumothorax by radiography and ultrasonography: A meta-analysis. *Chest* 2011; 140: 859–866.
  27. Lichtenstein DA, Mezière G, Lascols N, Biderman P, Courret JP, Gepner A *et al.*: Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med* 2005; 33: 1231–1238.
  28. Hew M, Corcoran JP, Harriss EK, Rahman NM, Mallett S: The diagnostic accuracy of chest ultrasound for CT-detected radiographic consolidation in hospitalised adults with acute respiratory failure: a systematic review. *BMJ Open* 2015; 5: e007838.
  29. Hiles M, Culpan AM, Watts C, Munyombwe T, Wolstenhulme S: Neonatal respiratory distress syndrome: Chest X-ray or lung US? A systematic review. *Ultrasound* 2017; 25: 80–91.
  30. Pereda MA, Chavez MA, Hooper-Miele HC, Gilman RH, Steinhoff MC, Ellington LE *et al.*: Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children: A meta-analysis. *Pediatrics* 2015; 135: 714–722.