

[ COME SI FA ]

# Ecografia polmonare: cosa cambia nella diagnostica delle infezioni respiratorie

L'ecografia polmonare rappresenta un ottimo strumento di studio della patologia flogistica polmonare e di diagnosi di polmonite.

**Marcello Napolitano,  
Gianpaolo Grumieri,  
Salvatore Zirpoli**

S.C. Radiologia  
e Neuroradiologia pediatrica,  
Ospedale dei Bambini 'V. Buzzi',  
ASST Fatebenefratelli – Sacco,  
Milano

## Introduzione

**A** CAUSA DELLE LIMITAZIONI ACUSTICHE DOVUTE ALLA PRESENZA di aria e osso, l'ecografia del polmone ha sempre avuto un ruolo limitato nello studio delle patologie polmonari, solitamente in seconda istanza, come complemento di un esame RX del torace, per chiarire la sede e la natura di radiopacità. L'ecografia può essere d'aiuto nella valutazione di aree di radiopacità persistente nel polmone periferico, anomalie pleuriche e allargamento del profilo mediastinico.<sup>1</sup> Negli ultimi anni numerosi articoli hanno esplorato le possibilità diagnostiche dell'ecografia "point of care", eseguita in Pronto Soccorso, direttamente da clinici, su pazienti adulti in diversi tipi di patologia polmonare determinante dispnea. Solo recentemente sono apparsi alcuni articoli mirati alla valutazione





Figura 2. Il torace è diviso in quadranti anteriori e laterali dalla linea ascellare anteriore e laterali dalla linea sottomammaria. 1, anteriore superiore; 2, anteriore inferiore; 3, laterale superiore; 4, laterale inferiore.

→ del ruolo dell'ecografia nello studio della patologia flogistica polmonare in età pediatrica<sup>2-8</sup> e su *Pediatrics* è stata pubblicata una metanalisi su tale argomento.<sup>9</sup>

Le linee guida della British Thoracic Society<sup>10</sup> affermano che la radiografia del torace non deve essere considerata un esame di routine nei bambini con polmonite acquisita in comunità e che non va eseguita nei bambini con segni e sintomi di polmonite che non vengono ricoverati; esse affermano inoltre che la proiezione laterale dell'RX torace non debba essere eseguita di routine e che RX di follow-up non sono richiesti in pazienti precedentemente sani con buona guarigione clinica, ma devono essere considerati in

pazienti con polmonite rotonda o con sintomi persistenti. D'altra parte l'audit a tre anni da tali linee guida<sup>11</sup> ha dimostrato come nella pratica clinica ci sia un utilizzo frequente dell'RX del torace per confermare la diagnosi e un abuso di RX di follow-up. Tenuto conto della elevata radiosensibilità dei tessuti in età pediatrica sarebbe bene, idealmente, poter disporre di un test privo di radiazioni, di basso costo e specifico per la diagnosi di polmonite, e l'ecografia del polmone rappresenta una ottima candidata.



### Tecnica

**P**ER ESEGUIRE L'ECOGRAFIA POLMONARE occorrono sia trasduttori di tipo lineare (7-14 MHz) sia trasduttori di tipo convex o settoriali con frequenze più basse (4-8 MHz) per adattarsi alle dimensioni del paziente. Le immagini in B-mode sono generalmente sufficienti ma possono

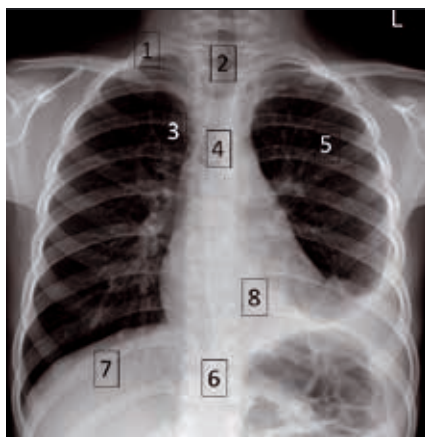
essere integrate dallo studio M-mode (valutazione pneumotorace e quantificazione movimenti diaframmatici) e dal color-Doppler. La Figura 1 mostra le finestre acustiche utilizzabili. È necessario un approccio sistematico organizzato che divida ciascun emitorace in 4 quadranti (Figura 2). Lo studio del torace antero-laterale può essere eseguito a paziente supino, mentre il torace posteriore può essere esplorato o a paziente seduto o in decubito laterale o prono. Verranno utilizzate sia scansioni longitudinali sia trasversali in modo da studiare l'intero torace.



### Anatomia normale

**L**E CARTILAGINI COSTO-CONDRA-  
li e sternali sono ipoecogene. Lo spazio pleurico normale contiene un sottile film liquido anecogeno visibile ecograficamente solo nel 35% dei bambini sani. L'interfaccia della parete toracica con il polmone normalmente aerato determina una forte superficie riflettente e

Figura 1. Finestre acustiche per l'ecografia toracica: 1, sopraclaveare; 2, soprasternale; 3, parasternale; 4, trans sternale; 5, intercostale; 6, sottoxifoidea; 7, sottodiaframmatica; 8, posteriore paraspinale.



• • •

**Per eseguire l'ecografia polmonare occorrono sia trasduttori di tipo lineare (7-14 MHz) sia trasduttori di tipo convex o settoriali con frequenze più basse (4-8 MHz) per adattarsi alle dimensioni del paziente.**

### CASO CLINICO 1.

Paziente di 7 anni che si presenta in Pronto Soccorso con febbre e tosse da tre giorni. All'esame obiettivo il murmure vescicolare appare aspro con evidenza di rantoli fini incostanti a sinistra. Gli esami del sangue eseguiti durante l'accesso sono compatibili con la presenza di un processo flogistico. Vengono eseguite RX torace ed ecografia polmonare. All'RX torace si apprezza un'estesa area consolidativa del lobo polmonare inferiore sinistro associata verosimilmente a versamento pleurico (Figura 3). L'ecografia polmonare evidenzia una estesa area consolidativa del lobo polmonare inferiore sinistro con broncogramma aereo in assenza di versamento pleurico (Figura 4). Il sospetto di versamento pleurico formulato alla RX del torace è stato escluso dall'ecografia polmonare. Questo caso evidenzia l'utilità dell'ecografia polmonare in associazione alla RX del torace nella valutazione dei consolidamenti parenchimali, mettendo in risalto, inoltre, la maggiore sensibilità e specificità rispetto alla RX nell'escludere o confermare la presenza di un versamento pleurico. Questa ridotta accuratezza diagnostica della RX rispetto all'ecografia si osserva in particolare nei casi di emitorace opaco.



Figura 3. Estesa area consolidativa che interessa il terzo medio-inferiore del polmone sinistro (freccia nera), con possibile presenza di falda di versamento pleurico.



Figura 4. Area consolidativa con broncogramma aereo in sede basale sinistra (freccia nera) che interessa lo sfondato costofrenico senza evidenza di versamento pleurico (la punta di freccia nera indica il diaframma).

### CASO CLINICO 2.

Paziente di 3 anni che si presenta in Pronto Soccorso con febbre da 6 giorni. Visto dal curante al terzo giorno di febbre ha iniziato terapia con amoxicillina/clavulanato cui è stato aggiunta claritromicina al sesto giorno di febbre. Paziente con lieve dispnea. All'esame obiettivo respiro aspro con gemiti espiratori e rantoli crepitanti sparsi. Agli esami di laboratorio leucocitosi neutrofila (GB  $18,4 \times 10^3/\mu\text{L}$  con 71,2% di neutrofili) e incremento della PCR (7,9 mg/dl). Viene eseguita una RX del torace che mostra estesa area consolidativa in sede basale sinistra con oblitterazione del seno costo-frenico e falda di versamento pleurico che risale a camicia fino al terzo superiore del polmone (Figura 5). Viene eseguita una ecografia polmonare che mostra con chiarezza l'estensione e l'organizzazione della raccolta pleurica caratterizzata da aspetto pluriloculato con setti spessi che comprime il polmone; l'ecografia dimostra inoltre l'area consolidativa basale sinistra con broncogramma aereo (Figura 6). In base alle informazioni dell'ecografia sull'aspetto del versamento pleurico è stato eseguito un trattamento di decorticazione transpleurica (VATS). Al follow-up il paziente è guarito completamente senza esiti apprezzabili radiologicamente.

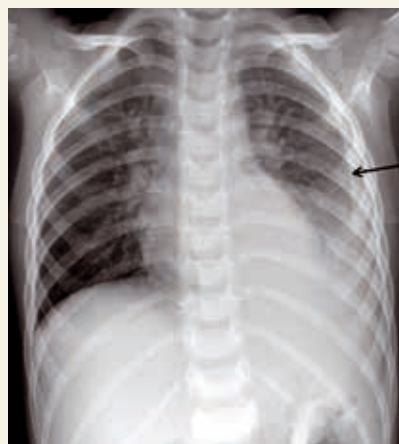


Figura 5. Estesa area consolidativa del terzo medio-inferiore del polmone sinistro con falda di versamento pleurico (freccia nera) che risale a camicia fino al terzo superiore del polmone.

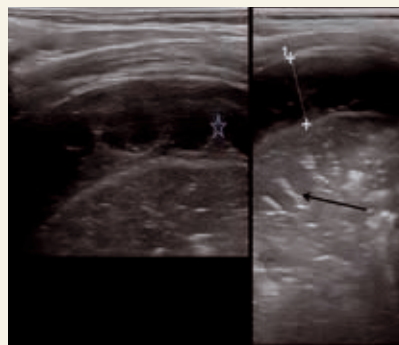


Figura 6. All'ecografia polmonare è evidente l'organizzazione della raccolta pleurica con setti spessi (stella azzurra) che delimitano multiple loculazioni con aspetto ad alveare. Il polmone sottostante è consolidato con broncogramma aereo (freccia nera)

• • •

**L'ecografia è più sensibile rispetto alla radiografia nell'identificazione del versamento pleurico e il color-Doppler con il "fluid-colour sign" ne aumenta la sensibilità.**

→ produce un caratteristico artefatto da riverbero, le linee A, linee iperecogene orizzontali che si ripetono a intervalli regolari pari alla distanza tra la cute e la limitante pleurica. Il polmone aerato si muove lungo la superficie parietale pleurica con la respirazione determinando il "gliding sign". Usando l'M-mode il normale movimento del polmone ha un aspetto caratteristico detto "seashore sign".



### Patologia interstiziale

L'INTERAZIONE DEL FASCIO ULTRASONORO con i setti interlobulari produce le linee "B" dette anche "code di cometa". Poche linee "B" possono essere visibili anche nei soggetti normali, mentre multiple linee "B" indicano una alterazione del polmone sottostante; nell'adulto tale reperto è stato associato a numerose patologie come la fibrosi polmonare, polmoniti virali, sarcoidosi, linfangite carcinomatosa e bronchiectasie. Le linee "B" sono state ulteriormente divise in linee B<sub>7</sub> (ad intervalli di 7 mm) che indicano ispessimento dei setti interlobulari e linee B<sub>3</sub> (ad intervalli di 3 mm) che corrispondono alle opacità a vetro smerigliato presenti in TC. L'esperienza delle linee "B" in ambito pediatrico riguardo all'edema interstiziale è molto più limitata.<sup>12</sup>



### Consolidazione

IL POLMONE CONSOLIDATO HA un aspetto ecografico simile al fegato (epatizzazione), con struttura interna conservata. Sono riconoscibili immagini iperecogene ramificate che rappresentano broncogrammi aerei.<sup>3</sup> Nelle polmoniti necrotizzanti o in quelle post-ostruttive il fluido all'interno determina il cosiddetto broncogramma fluido, caratterizzato da immagini ipoecogene ramificate. La distinzione tra una consolidazione da polmonite e da semplice atelettasia può talora essere difficile radiologicamente e l'ecografia può aiutare in quanto la visualizzazione dinamica del movimento di aria nei bronchi solitamente indica una polmonite mentre nelle atelettasie il broncogramma è spesso statico; il segno del broncogramma dinamico ha dimostrato una sensibilità del 61%, specificità del 94%, valore predittivo positivo del 97% e valore predittivo negativo del 43%.<sup>13</sup> L'ecografia può inoltre identificare aree di necrosi parenchimale come zone di ridotta ecogenicità prive di flusso al color-Doppler nel contesto di un'area consolidata o anche veri e propri ascessi con parete spessa e livelli idro-aerei e fornire una guida "real-time" per il drenaggio.



### Pleura

LO SPAZIO PLEURICO È SUPERFICIALE rispetto al polmone aerato pertanto esso è sempre ben visualizzabile ecograficamente. L'ecografia è più sensibile rispetto alla radiografia nell'identificazione del versamento pleurico e il color-Doppler con il "fluid-colour sign" ne aumenta la sensibilità, in quanto il liquido pleurico durante i movimenti respiratori si "colora" al color-Doppler. L'aspetto ecografico del liquido pleurico dipende dalla sua composizione e va dal liquido completamente anecogeno in caso di semplice trasudato a liquido con detriti ecogenici mobili in caso di infezione e di emorragia, a raccolte con setti di fibrina più o meno mobili, fino ad un aspetto solido nei casi di empiema con infezioni organizzate. L'ecografia è superiore alla TC nella caratterizzazione della natura delle raccolte pleuriche, ma non può sostituire l'esame chimico-fisico per distinguere tra trasudato ed essudato né può discriminare tra sangue, chilo o proteine.

La metanalisi di *Pediatrics*<sup>9</sup> ha analizzato otto studi di cui sei con popolazione in età pediatrica e due in età neonatale. Dei sei studi condotti su pazienti in età pediatrica cinque sono stati eseguiti da operatori esperti e uno da un medico specializzando formato ad hoc con tre ore di teoria e quattro ore di esercitazione pratica<sup>6</sup> Tenuto conto della eterogeneità degli studi l'eco-

grafia polmonare ha dimostrato una sensibilità del 96%, una specificità del 93%, un rapporto di verosimiglianza positivo e negativo (*positive and negative likelihood ratio*) rispettivamente di 15,3 e 0,06. I principali limiti della metanalisi sono legati al basso numero di pazienti inclusi nei singoli studi e al piccolo numero di studi che sono stati analizzati. Tali dati, sebbene promettenti, necessitano pertanto di validazione su maggior numero di pazienti.

Nel 2012 sono state pubblicate delle raccomandazioni evidence-based sull'ecografia "point of care" e tra le varie affermazioni è importante ricordare che l'ecografia polmonare

è uno strumento clinicamente utile per la diagnosi di polmonite ma non esclude le consolidazioni che non raggiungono la pleura; l'ecografia polmonare è accurata quanto l'esame radiologico del torace nella diagnosi di polmonite; una ecografia polmonare positiva esclude la necessità di eseguire un RX.<sup>14</sup>

Rimangono comunque delle considerazioni da fare, per esempio la regione posteriore del torace ha per definizione una zona cieca, rappresentata dal parenchima anteriore alle scapole.

Un articolo di Tomà<sup>15</sup> ha analizzato i rischi di sostituire l'RX del torace con la sola ecografia del polmone. Innanzi tutto le aree consolidative e i broncogrammi per essere visibili devono raggiungere la limitante pleurica o deve esistere comunque una finestra acustica disponibile. Un ulteriore dato, noto dagli esami TC eseguiti per altre ragioni in polmoni sani, è che nei primi anni di vita del bambino le aree di atelettasia subpleurica sono frequenti

e pertanto, considerare piccole aree consolidative subpleuriche come consolidazioni flogistiche potrebbe portare a errori diagnostici. Il principale problema di metodologia degli studi è la comparazione tra l'ecografia polmonare e la radiografia del torace, in quanto il gold standard è la TC, non eseguibile per ovvie ragioni etiche di radioprotezione.

Nella nostra esperienza l'ecografia polmonare è un valido ausilio diagnostico; essa viene eseguita dopo l'esame radiologico del torace, a conferma del quadro radiologico; essa offre inoltre importanti informazioni sul versamento pleurico e permette di eseguire il follow-up dei processi flogistici anche complicati, senza l'utilizzo di ulteriori esami radiologici. Nei prossimi anni sarà necessario eseguire studi su grosse popolazioni per validare l'esame ecografico come primo ed eventualmente unico approccio alla patologia flogistica polmonare ■

Gli autori dichiarano di non avere alcun conflitto di interesse.

## Bibliografia

1. Kim OH, Kim WS, Kim MJ, Jung JY, Suh JH. US in the diagnosis of pediatric chest diseases. *Radiographics* 2000;20:653-71.
2. Copetti R, Cattarossi L. Ultrasound diagnosis of pneumonia in children. *Radiol Med* 2008;113:190-8.
3. Iuri D, De Candia A, Bazzocchi M. Evaluation of the lung in children with suspected pneumonia: usefulness of ultrasonography. *Radiol Med* 2009;114:321-30.
4. Caiulo VA, Gargani L, Caiulo S, et al. The role of ultrasound in community-acquired pneumonia. *Pediatr Pulmonol* 2013;48:1043-4.
5. Shah VP, Tunik MG, Tsung JW. Prospective evaluation of point-of-care ultrasonography for the diagnosis of pneumonia in children and young adults. *JAMA Pediatr* 2013;167:119-25.
6. Esposito S, Papa SS, Borzani I, et al. Performance of lung ultrasonography in children with community-acquired pneumonia. *Ital J Pediatr* 2014;40:37.
7. Reali F, Sferrazza Papa GF, Carlucci P, et al. Can lung ultrasound replace chest radiography for the diagnosis of pneumonia in hospitalized children? *Respiration* 2014;88:112-5.
8. Liu J, Liu F, Liu Y, Wang HW, Feng ZC. Lung ultrasonography for the diagnosis of severe neonatal pneumonia. *Chest* 2014;146:383-8.
9. Pereda MA, Chavez MA, Hooper-Miele CC, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children: a meta-analysis. *Pediatrics* 2015;135:714-22.
10. Harris M, Clark J, Coote N, et al. British Thoracic Society guidelines for the management of community acquired pneumonia in children: update 2011. *Thorax* 2011;66(Suppl. 2):ii1e23.
11. Bowen SJ, Thomson AH. British Thoracic Society Paediatric Pneumonia Audit: a review of 3 years of data. *Thorax* 2013;68:682e683.
12. Copetti R, Cattarossi L. The 'double lung point': an ultrasound sign diagnostic of transient tachypnea of the newborn. *Neonatology* 2007;91:203-9.
13. Lichtenstein D, Mezière G, Seitz J. The dynamic air bronchogram. A lung ultrasound sign of alveolar consolidation ruling out atelectasis. *Chest* 2009;135:1421-5.
14. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Care Med* 2012;38:577-91.
15. Tomà P, Owens CM. Chest ultrasound in children: critical appraisal. *Pediatr Radiol* 2013;43:1427-34.