

# L'Ecografia Toracica in Pediatria: una tecnica di indagine trascurata

Francesco Feletti\*, Greta Gardelli\*\*, Maurizio Mughetti\*\*

\*Scuola di Specializzazione in Radiodiagnostica, Università di Ferrara; \*\*Unità Operativa di Radiologia, Ospedale M. Bufalini, Cesena

## Abstract

### *Thoracic ultrasonography in paediatrics: a technique often neglected*

*Thoracic ultrasonography in paediatric care is a low cost, fast, safe, available and repeatable technique. It is useful for diagnostic purposes especially for doubtful x-rays in order to define their anatomical pertinence. Furthermore a differential diagnosis between inflammatory processes, pulmonary atelectasis and pleurisy is possible and thoracic ultrasonography is considered the first choice in the follow up of such conditions. In patients with cystic fibrosis it can reveal disease complications as pneumothorax. Thoracic ultrasonography is better than x-rays for ribs, sternum and clavicle fractures.*

Quaderni acp 2009; 16(3): 122-125

**Key words** Thoracic ultrasonography. Pleurisy. Pneumothorax. Pneumonia

*Il basso costo, la disponibilità, la rapidità di esecuzione, la ripetibilità, oltre a ovvie ragioni radioprotezionistiche, impongono un maggiore interesse per l'ecografia toracica (ET) in campo pediatrico. L'ET è utile per chiarire la natura e la pertinenza anatomica di reperti radiografici dubbi, permettendo di distinguere tra focolai flogistici, atelettasie e versamenti pleurici: inoltre è la metodica di scelta per la valutazione longitudinale di queste condizioni. Nei pazienti affetti da fibrosi cistica può permettere di svelare eventuali complicanze, tra cui il pneumotorace. L'ET è anche più sensibile del radiogramma nell'identificare fratture costali, sternali e della clavicola.*

**Parole chiave** Ecografia Toracica. Versamento pleurico. Pneumotorace. Polmoniti

## Introduzione

Attualmente, per valutare la maggior parte delle condizioni cliniche che interessano il torace in età pediatrica, viene utilizzata la radiografia. Questa metodica presenta, tuttavia, dei limiti innegabili, legati principalmente alla impossibilità di chiarire la natura (liquida o solida) e la pertinenza anatomica (per esempio pleurica o parenchimale) di una radiopacità. La RM e la TC sono indagini di secondo livello che mal si prestano all'impiego di routine. L'ecografia toracica (ET) è stata applicata allo studio della patologia pleurica, dei consolidamenti parenchimali e, più recentemente, alla valutazione indiretta dell'interstizio polmonare; tuttavia non è ancora stata sufficientemente applicata in campo pediatrico. Peraltro la parete toracica sottile e il piccolo diametro del torace ne facilitano l'esecuzione e consentono di ottenere immagini di qualità elevata e il minore volume polmonare del bambino aumenta la probabilità che un'eventuale lesione entri in contatto con la pleura, requisito indispensabile per la visualizzazione ecografica. Infatti, data la completa riflessione degli ultrasuoni da parte dell'aria alveolare, sono studia-

bili ecograficamente solo i processi patologici a contatto con la pleura, sia direttamente che mediante l'interposizione di un mezzo sono-conduttore, come un versamento o un'area di consolidazione parenchimale. Questi limiti hanno ritardato l'applicazione dell'ecografia toracica che oggi viene riscoperta, anche grazie a una maggiore sensibilità in tema di radioprotezione. Il basso costo, la disponibilità, la rapidità di esecuzione e la ripetibilità suggeriscono una più diffusa applicazione di questa metodica (*tabella 1*).

## Tecnica

Le dimensioni fisiche del torace del bambino permettono l'impiego di sonde ad alta frequenza (5-10 MHz) che, oltre a garantire una migliore definizione anatomica, sono piccole e maneggevoli e quindi particolarmente adatte a scansioni intercostali. Nei bambini più grandi e negli adolescenti è utile integrare l'utilizzo di una sonda lineare ad alta risoluzione con una settoriale da 3,5-5 MHz.

Uno studio completo del torace prevede la valutazione della parete toracica, della pleura e del polmone. Si procede con scansioni parallele e perpendicolari alle

coste sia nelle regioni anteriori, che in quelle laterali e posteriori del torace. Devono quindi essere condotte scansioni trans-sternali e para-sternali. Infine, posizionando la sonda in sede sottotifoidea e transdiaphragmatica, è possibile sfruttare la finestra acustica epatica per visualizzare eventuali lesioni juxtafreniche o paravertebrali. Il polmone normale riflette quasi completamente il fascio ultrasonoro a causa del salto di impedenza acustica che si verifica nel passaggio dai tessuti molli della parete toracica all'aria contenuta nel parenchima. I processi intrapolmonari possono essere rilevati ecograficamente solo quando raggiungano la pleura viscerale o attraverso l'eventuale finestra acustica rappresentata da un'area di parenchima consolidato o da un versamento pleurico. Nel neonato e nel lattante il timo rappresenta una via d'accesso ecografica aggiuntiva essendo particolarmente voluminoso in questa fase della vita. L'incompleta ossificazione dello sterno (i cui centri di ossificazione non si fondono fino all'anno di età) e il ridotto contenuto calcico delle coste permettono un ottimale passaggio degli ultrasuoni, rendendo particolarmente vantaggioso l'utilizzo di questa finestra acustica [1].

## Aspetto ecografico normale

Al di sotto della cute l'ecografia permette di visualizzare il tessuto sottocutaneo e i piani muscolari della parete toracica. Le coste e lo sterno determinano una parziale riflessione e un imponente assorbimento del fascio ultrasonico, generando grossolani coni d'ombra posteriori. Nel complesso i due foglietti pleurici appaiono come un'unica immagine lineare iper-riflettente, genericamente chiamata "linea pleurica", in corrispondenza della quale, a ogni atto respiratorio, è visibile lo scorrimento della pleura viscerale lungo la parietale (Lung Sliding).

Il polmone normale, come accennato, non è visibile agli ultrasuoni; al di sotto della linea pleurica si generano le **linee A**: artefatti da riverberazione, ripetitivi, paralleli alla linea pleurica (*figura 1*). Invece in presenza di processi patologici che deter-

Per corrispondenza:

Francesco Feletti

e-mail: francesco.feletti@libero.it

saper fare

**TABELLA 1: PRINCIPALI APPLICAZIONI DELL'ECOGRAFIA TORACICA**

<b>Parete toracica</b>
– Neoplasie dei tessuti molli della parete toracica
– Ematoma
– Ascesso
– Linfadenopatie
– Fratture costali
– Osteomielite
<b>Pleura</b>
– Versamenti
– Pneumotorace
– Valutazione della dinamica diaframmatica
– Sinfisi pleurica congenita
<b>Polmone</b>
– Polmoniti
– Atelettasia
– Malformazione adenomatoide cistica congenita
– Sequestro polmonare
<b>Mediastino</b>
– Masse occupanti spazio del mediastino antero-superiore
– Versamento pericardico

minimo l'ispessimento dei setti interlobulari periferici, le linee A sono sostituite da altri artefatti chiamati **linee B** (figura 2). Si tratta di immagini iperecogene riferibili a fenomeni di Ring Down Artifact, perpendicolari alla linea pleurica dalla quale si dirigono in profondità con andamento lievemente divergente [2].

**Timo**

Sul radiogramma del torace, il timo normale può mimare una massa mediastinica, o una lesione dell'apice polmonare; viceversa un'atelettasia o una polmonite lobare superiore possono confondersi con un timo particolarmente voluminoso [1]. In questi casi l'ecografia può mostrare la diversa ecogenicità delle strutture ed evitare ulteriori indagini. All'ecografia il timo è facilmente visualizzabile, nell'infanzia, con approccio soprasternale, attraverso la fossetta giugulare (tecnica descritta da Goldberg nel 1971), parasternale o transternale [1-3]. Il timo ha margini lisci e regolari, struttura uniforme a fini echi stipati ed ecogenicità intermedia tra quella del fegato, della milza e della tiroide. Il color-Doppler mostra l'aspetto ipovascolare del timo normale.

**Versamento pleurico**

L'ecografia è in grado di individuare versamenti di 3-5 ml; inoltre permette di valutare meglio del radiogramma il reale

volume del versamento, distinguendolo da aree di consolidamento o di atelettasia eventualmente associate [4]. Per agevolare la visualizzazione ecografica di piccoli versamenti nel seno costofrenico posteriore, può essere utile far assumere al paziente una lieve obliquità, al fine di raccogliere su un lato gran parte del liquido e renderlo più facilmente dimostrabile. Il color-Doppler può evidenziare gli spostamenti (Fluid Color Sign) che piccole quantità di liquido subiscono con gli atti respiratori o con le vibrazioni prodotte dal ciclo cardiaco [5] (figura 3). I trasudati presentano invariabilmente aspetto anecogeno e modificano la propria disposizione spaziale con i cambiamenti di decubito. Gli essudati invece sono spesso ipocogeni, presentano materiale corpuscolato in sospensione e/o setti al proprio interno. Tuttavia un essudato, un emotorace o un empiema possono anche apparire completamente ecoprivi [6].

**Pneumotorace**

Il pneumotorace è un evento abbastanza raro in pediatria, ma può essere più frequente in malattie croniche come la mucoviscidosi [7]. Nel centro della fibrosi cistica dell'Ospedale "M. Bufalini" è stata sperimentata con successo la diagnosi ecografica di pneumotorace. Per questa ricerca deve essere valutata la

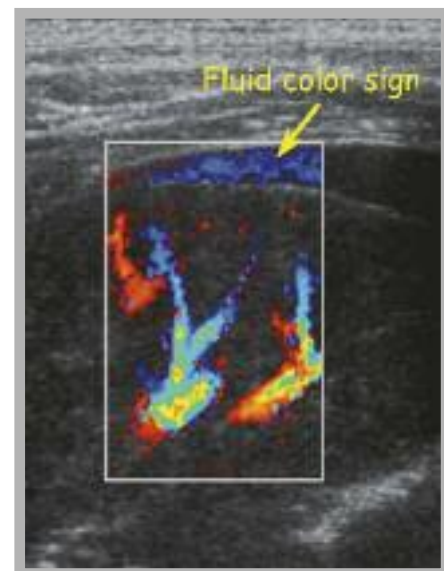
**FIGURA 1: LINEE A. VEDI TESTO NELLA SEZIONE ASPETTO ECOGRAFICO**



**FIGURA 2: LINEA B. VEDI TESTO NELLA SEZIONE ASPETTO ECOGRAFICO**



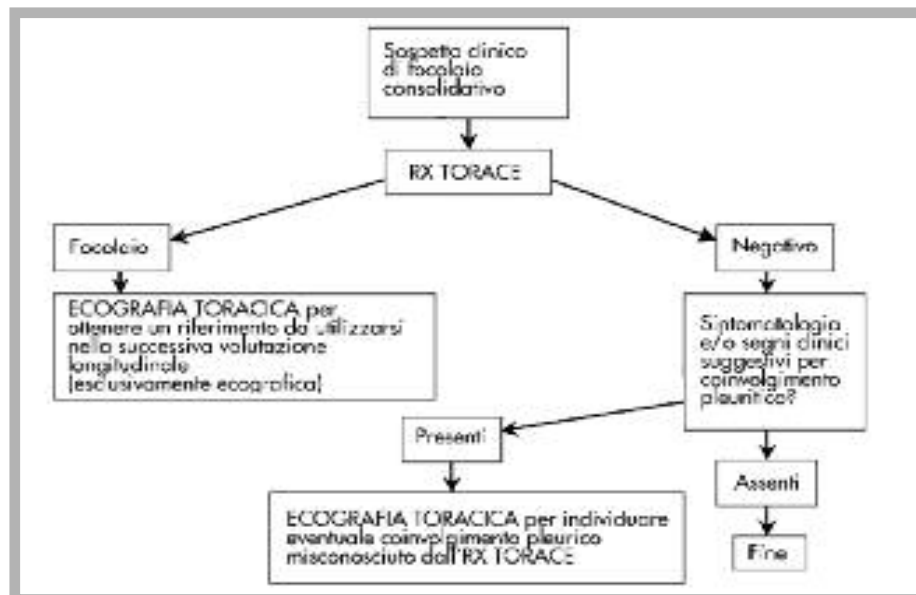
**FIGURA 3: FOCOLAIO CONSOLIDATIVO CON BRONCOGRAMMA AEREO A DECORSO ARBORIFORME E VERSAMENTO PLEURICO CONSENSUALE**



**FIGURA 4: STESSO CASO DELLA FIGURA 3. IL COLOR DOPPLER CONFERMA LA DISPOSIZIONE ARBORIFORME DEI VASI ESCLUDENDO LA NATURA ATELETTASICA DELL'EPATIZZAZIONE. GLI ATTI RESPIRATORI DETERMINANO GLI SPOSTAMENTI NEL VERSAMENTO PLEURICO RESPONSABILI DEL "FLUID COLOR SIGN"**



**TABELLA 2: ALGORITMO DIAGNOSTICO PER LA DIAGNOSI DI FOCOLAIO CONSOLIDATIVO NEL PAZIENTE PEDIATRICO**



**Box**

Federico, 13 mesi, ricoverato per l'insorgenza di febbre, disidratazione e difficoltà respiratorie. Il radiogramma non mostrava segni di lesioni pleuroparenchimali a focolaio in atto, i polmoni apparivano normoventilati (figura 5). L'ecografia toracica, invece, ha permesso di individuare addensamenti parenchimali multipli in sede subpleurica, interessanti l'emitorace destro, svelati mediante scansioni ecografiche trasversali (figura 6) e longitudinali (figura 7) condotte in corrispondenza della linea ascellare posteriore. È stato così possibile istituire una idonea terapia antibiotica.

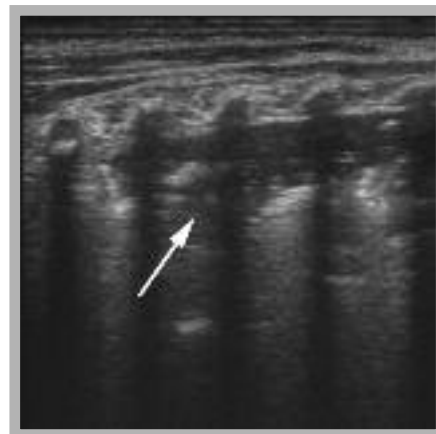
**FIGURA 5: VEDI TESTO IN BOX**



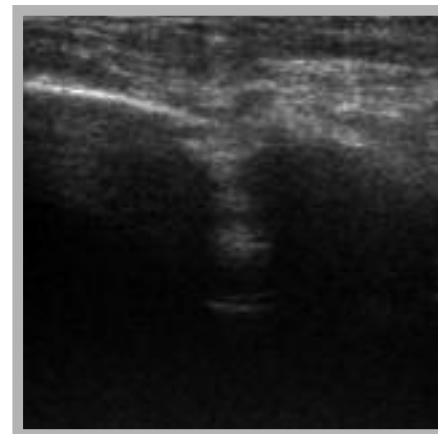
**FIGURA 6: VEDI TESTO IN BOX**



**FIGURA 7: VEDI TESTO IN BOX**



**FIGURA 8: FRATTURA COSTALE**



dinamica pleurica: la presenza del Lung Sliding (pag. 122) infatti esclude per definizione la presenza di un pneumotorace. Analogamente la visualizzazione di linee B o di un'area di consolidazione parenchimale escludono la presenza di un pneumotorace in quel preciso punto della parete toracica. Il Lung Sliding deve essere valutato in particolare sulle superfici antideclivi, in particolare in regione parasternale, con scansioni condotte dall'alto verso il basso, fino alla regione iuxtacardiaca, dove possono raccogliersi piccoli pneumotoraci. L'esame va comunque esteso a tutti i campi polmonari. La presenza del Lung Sliding permette di escludere il pneumotorace con un valore predittivo negativo del 100% [8]. L'abolizione del Lung Sliding può essere presente in altre condizioni che provocano la perdita del normale movimento di scorrimento pleurico: atelettasia, apnea, aderenze pleuriche patologiche, sinfisi pleurica congenita, ecc. Quindi è necessario ricercare il Lung Point che rappresenta un segno specifico di pneumotorace. I Lung Points sono i punti in cui il polmone, in parte collassato, entra in contatto con la parete toracica: dove cioè si osserva il passaggio dal pneumotorace (assenza di Lung Sliding), al polmone a parete (normale scorrimento pleurico).

Il Lung Point conferma la diagnosi di pneumotorace; tuttavia non ha grande sensibilità potendo mancare in caso di pneumotorace massivo: un polmone completamente collassato non entra infatti in contatto con la parete toracica in alcun punto. Quindi in assenza sia del Lung Sliding, che dei Lung Points, l'ecografia suggerisce l'esistenza di un pneumotorace massivo. Con questo approccio sono stati raggiunti valori di sensibilità e specificità del 100% [9-10-11].

## Polmoniti

Quando un processo infettivo sostituisce il contenuto aereo alveolare con un essudato, il parenchima polmonare diventa ecopermeabile e assume un aspetto simile a quello di un organo parenchimatoso per la presenza delle numerose interfacce interstizio-alveolari. L'epatizzazione ha una conformazione casuale con margini irregolari, frastagliati e talora indistinti e può contenere piccole bolle d'aria iper-riflettenti e di aspetto lenticolare: una sorta di corrispettivo ecografico del segno dell'alveologramma aereo. Analogamente agli omonimi segni radiografici, i

broncogrammi aerei possono essere presenti sia nella polmonite che nell'atelettasia [12]. Appaiono come immagini nastriformi, riverberanti e ramificate: il loro aspetto ecografico ricorda quello delle vie biliari nell'aereobilia (figura 4).

Talvolta all'interno dei bronchi si vedono bolle aeree iper-riflettenti che si muovono in modo sincrono con gli atti respiratori (broncogramma aereo dinamico): si può escludere allora la natura atelettasica ostruttiva del consolidamento. Sia i vasi che eventuali broncogrammi aerei presentano un normale decorso arboriforme nella polmonite (figura 4), mentre nell'atelettasia assumono disposizione parallela, a causa della perdita di volume. Inoltre nei processi flogistici al color-Doppler si osserva un aumento diffuso della vascolarizzazione, fino al di sotto della linea pleurica. Questi aspetti sono utili per distinguere la polmonite dall'atelettasia. Nella polmonite interstiziale l'ET mostra numerose linee B e una linea pleurica ispessita, e di aspetto irregolare, con eventuali piccole aree ipoecogene di consolidazione subpleuriche [14]. L'ET presenta indubbi vantaggi nella valutazione longitudinale delle consolidazioni parenchimali in risposta alle terapie, anche se un limite può risiedere nella necessità di far eseguire allo stesso esaminatore i controlli, data la operatore-dipendenza della metodica. L'ET permette inoltre la diagnosi di pleurite con elevata sensibilità, certamente superiore a quella radiologica, mostrando irregolarità della linea pleurica, e piccole consolidazioni subpleuriche spesso associate a versamento pleurico, libero o localizzato, in quantità variabile [16]. Per questi motivi il nostro attuale protocollo diagnostico (tabella 2) per i focolai consolidativi nei pazienti pediatrici, prevede l'esecuzione preliminare di un radiogramma diretto del torace: se si identifica un focolaio si esegue l'ET di completamento per creare un precedente di riferimento al follow-up (solo ecografico). Nei pazienti in cui la radiografia è negativa, l'ET viene ugualmente condotta per escludere una pleurite, in caso di obiettività clinica e/o sintomatologia suggestiva (box a pag. 124).

## Fratture

L'ecografia individua il doppio delle fratture costali rispetto alla radiologia tradizionale [15].

Le fratture costali, clavicolari, sternali e scapolari possono essere visualizzate

come interruzioni del segmento scheletrico con eventuali frammenti e/o slivellamento dei monconi (figura 8).

Le fratture possono essere accompagnate da ematomi della parete toracica, versamento pleurico, pneumotorace o contusioni del parenchima polmonare.

## Conclusioni

L'ecografia toracica dovrebbe ricoprire un ruolo di maggiore importanza nella valutazione routinaria della patologia toracica in pediatria. Oltre ad affiancarsi al radiogramma del torace nella valutazione iniziale, l'ecografia toracica è utile nella valutazione longitudinale della patologia pediatrica più comune, con vantaggi radioprotezionistici e pratici.

**Gli Autori dichiarano di non aver alcun conflitto di interesse.**

## Bibliografia

- [1] Kim OH, Kim WS, Kim MJ. US in the Diagnosis of Pediatric Chest Diseases. *Radiographics* 2000;20:653-71.
- [2] Lo Giudice V, Bruni A, Corcioni E, et al. Ultrasound in the evaluation of interstitial pneumonia. *Journal of Ultrasound* 2008;11:30-8.
- [3] Goldberg BB. Suprasternal Ultrasonography. *JAMA* 1971;15:245-50.
- [4] Grymiski J, Krakowka, Lypaciewicz G. The diagnosis of pleural effusion by ultrasonic and radiologic techniques *Chest* 1976 70:33-7.
- [5] Wu RG, Yang PC, Kuo SH, et al. "Fluid color" sign: a useful indicator for discrimination between pleural thickening and pleural effusion. *J Ultrasound Med* 1995;14:767-9.
- [6] Müller NL. Imaging of the pleura. *Radiology* 1993;186(2):297-309.
- [7] Hafen GM, Ukoumunne OC, Robinson PJ. Pneumothorax in cystic fibrosis: a retrospective case series. *Arch Dis Child* 2006;91(11):924-5.
- [8] Lichteinstein D, Menu Y. A Bedside Ultrasound Sign Ruling Out Pneumothorax in the Critically Ill: Lung Sliding. *Chest* 1995;108:1345-8.
- [9] Soldati G, Rossi M. Pneumotorace traumatico: diagnosi ecografica in urgenza. *Giornale Italiano di Ecografia* 2000; 3:269-73.
- [10] Rowan KR, Kirkpatrick AW, et al. Traumatic pneumothorax detection with thoracic US: correlation with chest radiography and CT-initial experience. *Radiology* 2002;225:210-4.
- [11] Knuudtson JL, Dort JM, Helmer SD, et al. Surgeon-Performed ultrasound for pneumothorax in the trauma suite. *J Trauma* 2004;35:527-30.
- [12] Copetti R, Cattarossi L. Diagnosi ecografica di polmonite nell'età pediatrica. *Radiol Med* 2008;113:190-8.
- [13] Gehmacher O, Kopf A, Scheier M. Can pleurisy be detected with ultrasound? *Ultraschall Med* 1997;18(5):214-9.
- [14] Bitschnau R, Gehmacher O, Kopf A. Ultrasound diagnosis of rib and sternal fracture *Ultraschall Med* 1997;18:158-61.
- [15] Mathis G, Blank W. *The Chest Wall in Chest Sonography*, Second Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg Ed. 2008.