

Ecografia del torace

Il diaframma

Giuseppe Balconi

Il diaframma, che divide il torace dall'addome, è il più importante muscolo respiratorio costituito da una lamina muscolo-tendinea a forma di una cupola con convessità rivolta superiormente verso il torace. È formato da un ampio tendine centrale detto centro frenico dal quale originano i fasci muscolari che si inseriscono sullo sterno, sulle coste e sulle vertebre lombari.

Nel diaframma sono presenti varie aperture, come noto dai testi di anatomia,¹ che danno passaggio a vasi, nervi e altre strutture che dalla cavità toracica si portano a quella addominale, e viceversa. Tali aperture, talvolta causa di patologie erniarie, sono:

- ▶ il **forame della vena cava**, attraversato dalla vena cava e da alcuni rami del nervo frenico;
- ▶ il **forame esofageo**, attraversato dall'esofago, dalle arterie esofagee e dal tronco vagale;
- ▶ il **forame aortico**, attraversato dall'aor-

ta, dal dotto toracico e dalla vena azygos;

- ▶ i **forami minori del pilastro destro**, che possono presentarsi in numero di tre o fusi in un'unica apertura e che sono attraversati dal grande nervo splancnico di destra, dal piccolo nervo splancnico di destra e talvolta dalla vena azygos;
- ▶ i **forami minori del pilastro sinistro**, che possono presentarsi in numero di tre o fusi in un'unica apertura e che sono attraversati dal grande nervo splancnico di sinistra, dal piccolo nervo splancnico di sinistra e dalla vena emiazygos;
- ▶ l'**arcata dello psoas**, attraversata dal muscolo grande psoas e dal tronco del simpatico;
- ▶ l'**arcata del quadrato dei lombi**, attraversata dal muscolo quadrato dei lombi;
- ▶ i **forami del Morgagni**, attraversati dai rami epigastrici superiori dell'arteria toracica interna e da alcuni vasi linfatici provenienti dalla parete addominale anteriore e dal fegato.

Anatomia ecografica

Il diaframma non è di facile studio in ecografia perché mascherato sui bordi dal polmone e inferiormente dalle anse intestinali. Vi sono però delle “finestre” attraverso le quali può essere parzialmente studiato.

- Inserzione dei pilastri costali in espirazione, con sonda lineare e con approccio intercostale. In presenza di versamento pleurico il riconoscimento appare ovviamente più facile. In questo caso si ha una buona rappresentazione della struttura del muscolo (Figura 1).
- La finestra epatica e, in minor misura, splenica con scansioni con sonda convex sottocostali. In questo caso il diaframma appare generalmente come una semplice linea iperecogena come fosse una struttura laminare. In realtà la linea iperecogena che riconosciamo facilmente è la somma della guaina peritoneale del fegato o della milza, del peritoneo parietale, del muscolo diaframmatico, della pleura parietale e viscerale (Figura 1). Questo comporta una notevole limitazione della valutazione ecografica del muscolo diaframmatico. Sono però riconoscibili i movimenti del diaframma nelle fasi re-

spiratorie e sono parzialmente riconoscibili alcune aperture del diaframma in particolare modo il forame aortico, cavale, esofageo (Figura 2).

Patologia del diaframma ed ecografia

Il diaframma può presentare dei cedimenti dei suoi canali, sopra ricordati, e presentare quindi delle ernie oppure può avere dei cedimenti funzionali o traumatici. L'indagine ecografica ha solo un potenziale “intuitivo”; si possono evidenziare segni indiretti di ernie, di eventrazioni, ma l'esame deve sempre essere completato con studi radiologici prevalentemente con TC.

- Le **ernie congenite** sono dovute alla persistenza del canale pleuro-peritoneale per mancato sviluppo dei pilastri di Uskow o per difettosa fusione di essi con gli altri abbozzi. Tra di esse distinguiamo:
 - ▷ ernie di Bochdalek (o postero-laterali), nell'80-85% dei pazienti, l'angolo postero-laterale con l'apertura patologica è quello di sinistra;
 - ▷ ernie di Morgagni-Larrey (antero-laterale), generalmente provviste di sacco peritoneale. Questo tipo rap-

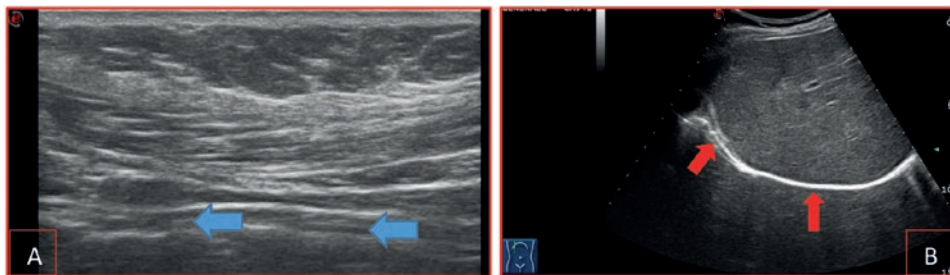


Figura 1. In **A** scansione anterolaterale con sonda lineare ad alta definizione nell'ultimo spazio intercostale ove si riconosce il pilastro diaframmatico (frecche blu) preinserzionale costale ove è possibile valutare i margini, la struttura e le dimensioni del muscolo. In **B** si evidenzia il diaframma (frecche rosse) con scansione sottocostale transepatica che appare prevalentemente come una linea iperecogena eccetto un piccolo tratto superolaterale ove si riconoscono le multiple componenti della linea iperecogena diaframmatica.

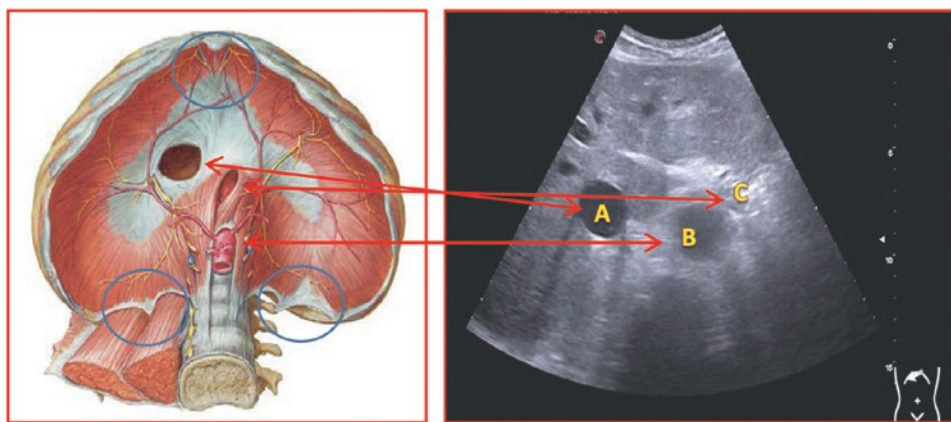


Figura 2. A sinistra schema anatomico del diaframma in visione inferiore e a destra sezione trasversale transepatica con visualizzazione dei forami standard del diaframma. **A:** forame della vena cava inferiore; **B:** forame esofageo; **C:** forame aortico. Cerchiate in blu sono indicate le aree di possibili cedimenti erniari: quelli posteriori (ernie di Bochdalek) e quello anteriore alla inserzione sternale (ernia di Morgagni).

presenta soltanto il 2% dei casi clinici di ernia diaframmatica congenita. L'apertura anomala, da cui fuoriescono i visceri, risiede sulla parte anteriore del diaframma, appena dietro il processo xifoideo dello sterno. Il punto esatto è in corrispondenza del forame di Morgagni (da qui il nome di ernia di Morgagni);

- ▷ eventrazione del diaframma. È il tipo più raro. Consiste in una sopraelevazione permanente di una parte o di tutto il diaframma. Questo comporta che gli organi addominali si spostino verso l'alto, occupando il posto riservato agli elementi anatomici del torace (polmoni in particolare).
- Le **ernie acquisite** sono dovute alla dislocazione in torace di visceri addominali, attraverso fori o passaggi normalmente presenti nel diaframma. Tali ernie possono essere classificate, in base alla frequenza come:
 - ▷ ernie eccezionali, dello iato aortico o del forame della vena cava inferiore;

- ▷ ernie iatali (dello iato esofageo), a loro volta divise in ernie iatali di I tipo (Brachiesofago), II tipo (Rotolamento) e III tipo (Scivolamento) (Figura 3).

- Esistono inoltre le **ernie traumatiche**, dovute al passaggio diretto di visceri addominali in cavità toracica attraverso una soluzione di continuo prodottasi nel diaframma, secondariamente a un evento traumatico.

Funzionalità e riabilitazione in guida ecografica

Lo studio ecografico del diaframma quindi ha molte limitazioni, ma può fornire indizi notevoli di patologia che non vanno sottovalutati specie in situazioni di emergenza.

Si sta sviluppando sempre di più lo studio del movimento del diaframma attraverso valutazioni con scansioni transepatiche o transpleniche. Il movimento del diaframma può essere un importante indice della espansibilità polmonare e quindi corre-

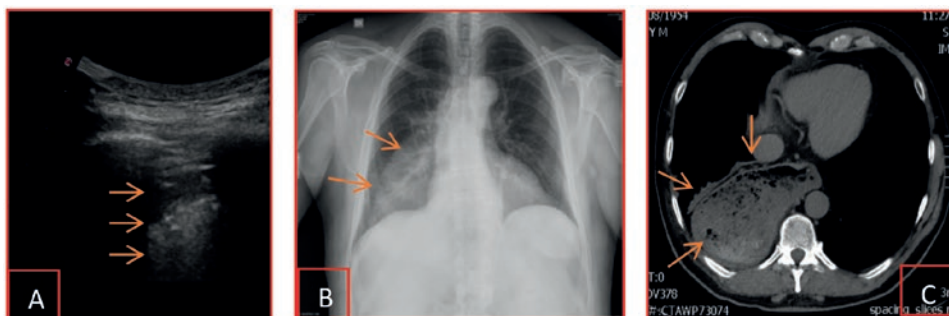


Figura 3. In **A** scansione ecografica posteriore destra del torace distale che evidenzia fra i coni d'ombra costali una struttura anomala non consona con il polmone e suggerisce l'ipotesi di struttura intestinale. Il controllo RX (**B**) evidenzia l'addensamento paramediastinico distale destro, ma non è dirimente. La TC (**C**) evidenzia lo stomaco erniato, ma la conferma definitiva è stata poi possibile solo con mezzo di contrasto nel digerente.

lare con la funzione respiratoria. L'esame ecografico quindi potrebbe servire come sistema di valutazione della respirazione² di monitoraggio, di valutazione della riabilitazione respiratoria.

La valutazione del movimento diaframmatico oltre che soggettiva, rilevabile in tempo reale dall'operatore, viene sempre più documentata con immagini *M-mode* (Figura 4) e anche con sonde-device nuove³ in fase di studio e sperimentazione ap-

plicabili per lungo tempo, cercando quindi un criterio misurabile e ripetibile di spostamento del diaframma come indice respiratorio anche se non si sono ancora raggiunti dati assoluti.⁴⁻⁸

Quindi l'uso della ecografia nella valutazione del diaframma ha una funzione ridotta ma richiede molta attenzione in quanto la patologia diaframmatica può mascherare patologie polmonari o addominali. Studi recenti confermano comun-

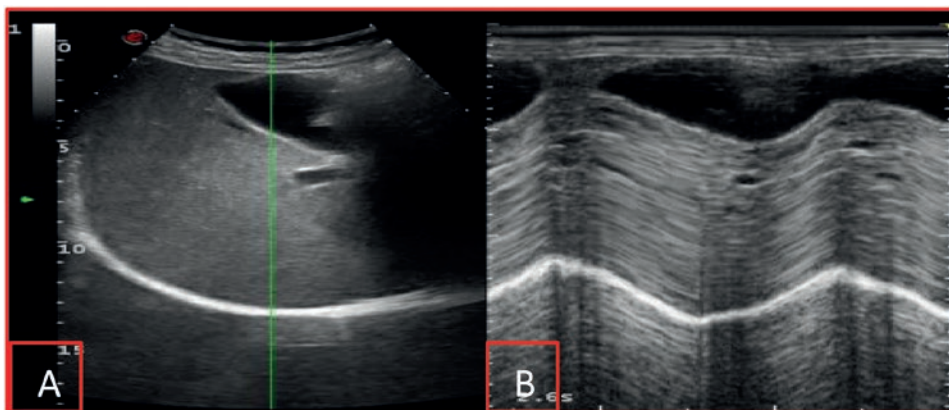


Figura 4. In **A** scansione transepatica che cerca di evidenziare la cupola diaframmatica di destra ove viene posizionata la linea di scansione per *M-mode* (**B**) che consente di evidenziare, e in parte di misurare, l'escursione del diaframma nel tempo.

che anche possibilità sempre crescenti di studiare la funzione diaframmatica con l'ecografia come mezzo semplice, facilmente disponibile al letto del paziente, nel monitoraggio respiratorio.

Bibliografia

- 1) WILLIAMS PL, BANNISTER L, BERRY MM, ET AL. (a cura di). *Anatomia del Gray*. I vol. Bologna: Zanichelli, 2001.
- 2) ZANFORLIN A, SMARGIASSI A, INCHINGOLO R, ET AL. *Ultrasound in obstructive lung diseases: the effect of airway obstruction on diaphragm kinetics. A short pictorial essay*. J Ultrasound 2015;18:379-84.
- 3) SÆVERUD AH, FALK RS, DOWRICK A, ET AL. *Measuring diaphragm movement and respiratory frequency using a novel ultrasound device in healthy volunteers*. J Ultrasound 2019. DOI: 10.1007/s40477-019-00412-2.
- 4) JIANG JR, TSAI TH, JERNG JS, ET AL. *Ultrasonographic evaluation of liver/spleen movements and extubation outcome*. Chest 2004;126:179-85.
- 5) SPADARO S, GRASSO S, MAURI T, ET AL. *Can diaphragmatic ultrasonography performed during the T-tube trial predict weaning failure? The role of diaphragmatic rapid shallow breathing index*. Crit Care 2016;20:305.
- 6) DUBE BP, DRES M, MAYAUX J, ET AL. *Ultrasound evaluation of diaphragm function in mechanically ventilated patients: comparison to phrenic stimulation and prognostic implications*. Thorax 2017;72:811-8.
- 7) SHAHSHAHANI A, LAVERDIERE C, BHADRA S, ZILIC Z. *Ultrasound sensors for diaphragm motion tracking: an application in non-invasive respiratory monitoring*. Sensors (Basel) 2018;18. DOI: 10.3390/s1808 2617.
- 8) TESTA A, SOLDATI G, GIANNUZZI R, ET AL. *Ultrasound M-mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects*. Ultrasound Med Biol 2011;37:44-52.



Pneumo Trieste 2020

Trieste, 5-7 Ottobre 2020

Hotel Savoia Excelsior Palace

PROGRAMMA SCIENTIFICO