



Azienda Unità Sanitaria Locale
Piacenza

L'ecografia polmonare nel dipartimento di emergenza-urgenza

Andrea Magnacavallo - Matteo Silva - Cristina Maestri(1)

U.O. di P.S. / OBI / Med. d'Urgenza - Ospedale G. da Saliceto - Piacenza

(1) U.O. di P.S. / OBI – Presidio Ospedaliero di Castel San Giovanni

Nell'ultimo decennio, nei dipartimenti di emergenza-urgenza, l'approccio del medico al paziente critico è radicalmente cambiato, anche grazie al progressivo sviluppo della diagnostica e della cultura in ambito ecografico.

L'evoluzione tecnologica ha dato un'ulteriore spinta migliorativa al processo, mettendo a disposizione dei clinici apparecchi di piccole dimensioni, facilmente trasportabili e con ottima qualità dell'immagine.

Se è vero che l'utilizzo degli ultrasuoni, nei vari "setting" dell'emergenza-urgenza è diventato sempre più esteso, rimane ancora relativamente poco conosciuto il suo impiego a livello polmonare: per anni si è ritenuto che gli ultrasuoni fossero "nemici" dell'aria contenuta nei polmoni (1) e che la loro interazione generasse solo artefatti; nell'ultimo de-

cennio la corretta interpretazione di tali artefatti ha conferito alla metodica grandi potenzialità diagnostiche.

Molti lavori, pubblicati su prestigiose riviste internazionali, riconoscono all'ecografia polmonare elevata sensibilità e specificità, vicine a quelle TAC, nella diagnosi delle più frequenti patologie pleuro-polmonari osservate in urgenza (**pneumotorace, sdr. alveolo-interstiziale, versamento pleurico, consolidamenti polmonari**); per tali caratteristiche peculiari essa risulta essere particolarmente utile nella diagnosi differenziale della dispnea.

L'ecografia è una metodica diagnostica notoriamente operatore dipendente ma crediamo che la sua applicazione nell'ambito polmonare lo sia in misura nettamente inferiore, in conseguenza della sua facilità di esecu-

zione e della semplicità di interpretazione delle immagini(2).

Essa, accanto alle notevoli potenzialità diagnostiche, fornisce al clinico un valido strumento di guida ed assistenza alle procedure invasive che risultano essere più agevoli e sicure(3). In questa breve trattazione ci limiteremo ad illustrare la corretta tecnica

di esecuzione dell'esame, gli aspetti ecografici che caratterizzano un polmone normale ed i principali quadri patologici riscontrabili in urgenza.

• **Tecnica di esame**

Lo studio del torace può essere eseguito a paziente supino oppure a paziente seduto.



Si utilizzano scansioni longitudinali o trasversali (trattasi in realtà di scansioni oblique lungo gli spazi intercostali). Nel primo caso l'immagine si caratterizza per l'identificazione delle coste - formazioni iperecogene con tipico artefatto da cono d'ombra posteriore - al di sotto delle quali, negli spazi intercostali, è visibile la linea pleurica (Fig. 1); nel secondo caso l'immagine mostra la linea pleurica, senza i punti di repere costali, immediatamente al di sotto dei tessuti molli della parete toracica (Fig. 2).



Fig. 1 Scansione longitudinale - C: costa; LP:linea pleurica

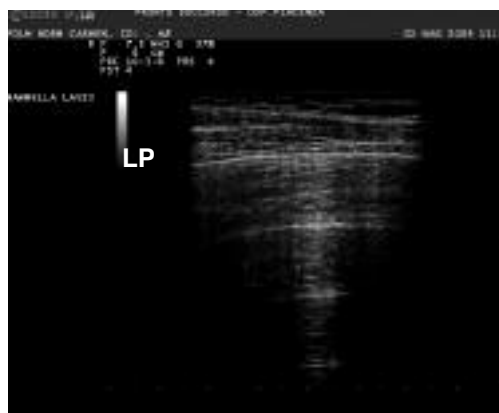
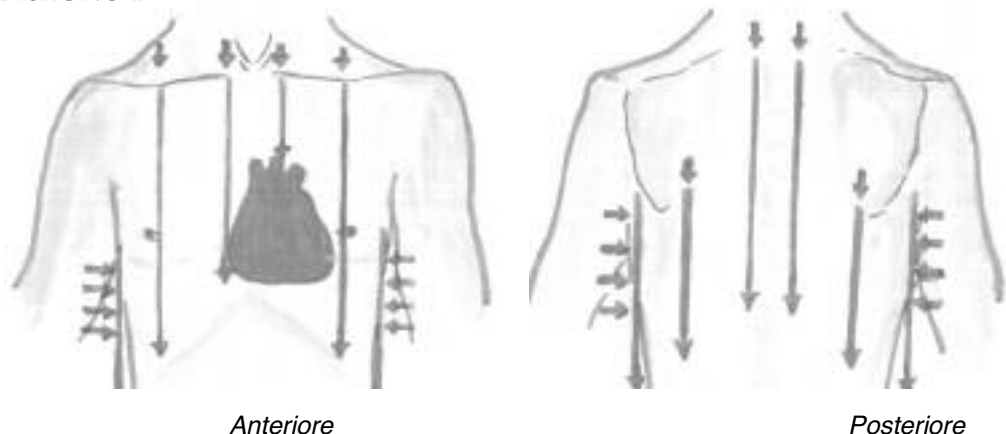


Fig. 2 Scansione trasversale - LP:linea pleurica

L'esame completo prevede uno studio estensivo di entrambi i polmoni: si inizia anteriormente, dagli apici e ci si sposta verso le basi secondo linee longitudinali, parallele, partendo dalla margino-sternale (a sinistra si tenga conto della finestra pericardica) per arrivare alle linee ascellari.

DISEGNO 1



L'esplorazione delle regioni toraciche posteriori, quando possibile, non va mai tralasciata; essa riveste particolare importanza nella ricerca / esclusione di patologia consolidativa (es. focolai retro cardiaci) oppure di versamenti pleurici che sono facilmente identificabili (anche se di minime quantità) nelle regioni più declivi.

L'esame ecografico polmonare non richiede apparecchiature ecografiche sofisticate (per esempio non è necessario il modulo color Doppler) e può essere utilizzata qualunque tipo di sonda(4).

Le sonde lineari ad alta frequenza daranno maggiori informazioni sulle strutture più superficiali - quindi sulla morfologia della linea pleurica e sue modalità di scorrimento - perdendo in termini di profondità e panoramicità.

Le sonde convex, a bassa frequenza, consentiranno una visione più

profonda e panoramica - quindi più utile per lo studio di versamenti pleurici ed addensamenti - ma meno definita sui piani superficiali.

Le sonde settoriali, di tipo cardiologico, presentano caratteristiche simili alle convex ma offrono il vantaggio di poter essere facilmente posizionate negli spazi intercostali.

• Semeiotica ecografica del polmone normale

Riteniamo utile e didattico affrontare l'esame ultrasonografico del polmone secondo steps successivi che sono di seguito elencati e discussi:

1° STEP: Identificazione della linea pleurica e sua morfologia

La pleura appare nelle immagini ecografiche come una sottile linea iperecogena che si trova subito al di sotto del piano costale, nelle scansioni longitudinali, o immediatamente

sotto al piano dei tessuti molli, nelle scansioni trasversali/oblique.

Con la strumentazione ecografica di comune utilizzo non è possibile visualizzare, in modo distinto, le due componenti pleuriche (parietale e viscerale) che risultano apparentemente “fuse” in un’unica linea, regolare, dello spessore di circa 2 mm (**Fig. 1 e 2**).

L’identificazione della linea pleurica ha un grande valore semeiologico in quanto consente una immediata comprensione dell’immagine ecografica polmonare; essa rappresenta un importante punto di repere (insieme alle coste) ma è di scarsa utilità clinica. Ciò che è invece rilevante da un punto di vista clinico sono le sue caratteristiche morfologiche e le modalità di scorrimento.

In alcuni quadri patologici, di cui parleremo più in dettaglio successivamente, le caratteristiche morfologiche della linea pleurica subiscono importanti modificazioni: per esempio nell’edema polmonare acuto lesionale (ARDS) essa risulta ispessita ed irregolare; in corrispondenza di addensamenti flogistici essa risulta di ecogenicità ridotta e talvolta non visualizzabile (in tal caso la continuità della linea pleurica sembra interrompersi).

2° STEP: Tipologia dell’ interfaccia pleurica

L’immagine ecografica di un polmone normale appare completamente artefattuale per effetto dell’interazione degli ultrasuoni con l’interfaccia aerea costituita dai gas contenuti nel polmone aerato(3). Essa si caratterizza per la presenza di una matrice amorfa, relativamente ecogena, nel

cui contesto si riconoscono linee orizzontali iperecogene, a decorso parallelo, che sembrano riprodurre in profondità la linea pleurica (**linea A**) (5).

Da un punto di vista ecografico il polmone è assimilabile ad una mela e la pleura alla sua buccia: così come la malattia di una mela si rende evidente solo quando raggiunge la buccia, allo stesso modo le patologie del parenchima polmonare diventano manifeste solo quando intaccano la superficie pleurica.

Con questo esempio vogliamo rimarcare un concetto fondamentale in ecografia polmonare: il riscontro di una immagine ecografica di normalità non esclude la presenza di una sottostante patologia parenchimale poiché sono sufficienti pochi millimetri di aria subpleurica per dare origine alla classica immagine artefattuale sopra descritta ed impedire l’esplorazione del parenchima sottostante.

Bisogna d’altra parte ricordare che, nell’adulto, gli addensamenti polmonari flogistici presentano quasi sempre un interessamento pleurico (98,5% dei casi) che consente di renderli visibili all’esame ecografico (6). Esistono tre diverse tipologie di interfaccia pleurica: aerea, fluida e solida.

La prima è riscontrabile nel polmone normale ma anche in molti quadri patologici (PNX, BPCO, TEP, EPA, Fibrosi Polmonare etc...); la diagnostica differenziale presuppone una valutazione della dinamica della linea pleurica e degli artefatti posteriori che verranno illustrati nei due prossimi steps. L’interfaccia fluida è tipica del versamento pleurico.

L'interfaccia solida, similmente a quella fluida, è sempre patologica; essa si riscontra tipicamente nella patologia consolidativa polmonare (neoplasie, focolai, atelettasie).

3° STEP: Valutazione dello sliding

L'ecografia oltre a consentire una valutazione statica delle strutture pleuro-polmonari (vedi steps 1 e 2) permette valutazioni dinamiche del movimento pleurico che rivestono particolare interesse nella diagnosi di alcuni quadri patologici. Sebbene, normalmente, i due foglietti pleurici non siano distinguibili tra di loro, è possibile, con l'ecografia, percepire il loro movimento.

La linea pleurica presenta un fisiologico scorrimento - **gliding sign o sliding sign** -, sincrono con le escursioni respiratorie, che risulta più evidente alle basi polmonari e meno agli apici.

L'assenza di **sliding sign** è sempre patologica. Essa rappresenta l'elemento diagnostico più sensibile nella diagnosi di pneumotorace sebbene non sia ugualmente specifico, essendo riscontrabile anche in altre patologie (per esempio nei casi di pleurodesi o atelettasie).(7)

Nel polmone atelettasico, in cui lo sliding sign è tipicamente assente, si può osservare un altro artefatto di movimento: il **lung pulse**.

L'area di polmone consolidato (atelettasica) presenta un movimento, simil sussultorio, non correlato con gli atti respiratori, che appare invece sincrono con l'attività cardiaca. Si tratta di un movimento più grossolano dovuto alla trasmissione dell'onda meccanica generata dal battito cardiaco ed è completamente diverso da quello di scorrimento delle due

pleure. Il **lung pulse** è sempre assente nel pneumotorace.

In uno studio di D. Lichtenstein tale segno ha mostrato di avere una sensibilità del 93% e una specificità del 100% nel rilevare l'atelettasia polmonare conseguente all'intubazione di un solo bronco; inoltre, esso è rilevabile immediatamente dopo l'insorgenza dell'atelettasia e ben prima di qualunque altro segno radiografico(8).

4° STEP: Tipologia degli artefatti posteriori

Esistono diversi tipi di artefatti posteriori: **linee A, linee B, linee Z, linee E** (5). In questa breve trattazione ci limiteremo a descrivere le prime due perché hanno grande importanza in ambito diagnostico.

Le linee A, di cui abbiamo già accennato in precedenza, sono artefatti orizzontali che si generano per un meccanismo di riverbero legato all'elevata variazione di impedenza acustica esistente tra i tessuti molli della parete toracica e l'aria contenuta nel polmone (**Fig. 3**): in sintesi viene a crearsi un meccanismo di "rimbalzo" degli echi tra l'interfaccia aerea, altamente riflettente e la sonda; ne consegue che gli echi di rimbalzo che raggiungono con "periodico" ritardo la sonda vengono erroneamente interpretati dall'ecografo come provenienti da altre strutture più profonde. Per tale motivo le **linee A** sono la ripetizione della linea pleurica in profondità; esse sono tipicamente equidistanti tra loro quanto la sonda dalla linea pleurica e presentano intensità decrescente dalla superficie in profondità.

Le **linee A** sono presenti nel polmone normale ma anche nel pneumoto-

race così come in tutte le altre condizioni patologiche polmonari che non determinano variazioni dell'interfaccia aerea né significative riduzioni del grado di areazione polmonare (BPCO, ASMA, EMBOLIA POLMONARE).

Le **linee B** sono invece degli artefatti verticali (ring down), simili a raggi laser, che originano dalla linea pleurica, ne seguono il movimento di scorrimento e si propagano in profondità senza attenuarsi, per tutta la lunghezza della scansione ecografica (**Fig. 4**). La loro presenza è espressione di un aumento dell'acqua extravascolare polmonare ed il

loro numero correla con l'entità dell' "impegno" interstiziale (9). Un numero limitato di **linee B** (fino a 3 per scansione ecografica) è di comune riscontro nel paziente anziano ed alle basi polmonari e non riveste alcuna importanza clinica. Quando il numero di **linee B** diventa significativo esse assumono un aspetto confluyente e mascherano le linee A (**Fig. 4**). Nei quadri avanzati di impegno interstiziale l'immagine polmonare assume un caratteristico aspetto, simile ad un "muro bianco" che configura il **white lung** in cui le **linee A** sono caratteristicamente non riconoscibili (**Fig. 5**).

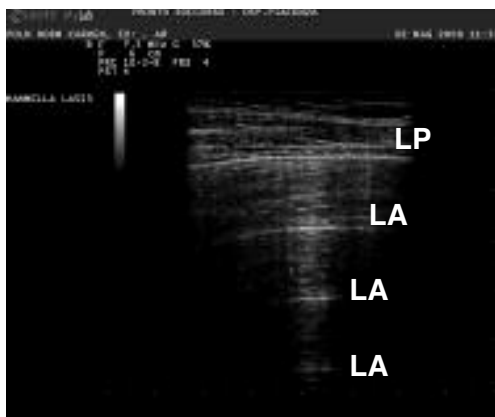


Fig.3 - Scansione trasversale con sonda lineare: linea pleurica (LP) e le linee A (LA)

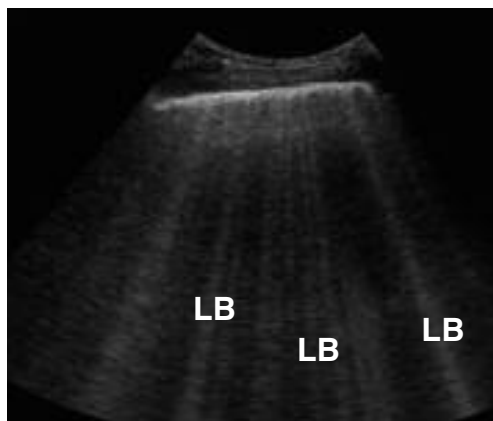


Fig.4 - Scansione trasversale con sonda convessa: numerose linee B (LB), in gran parte confluenti

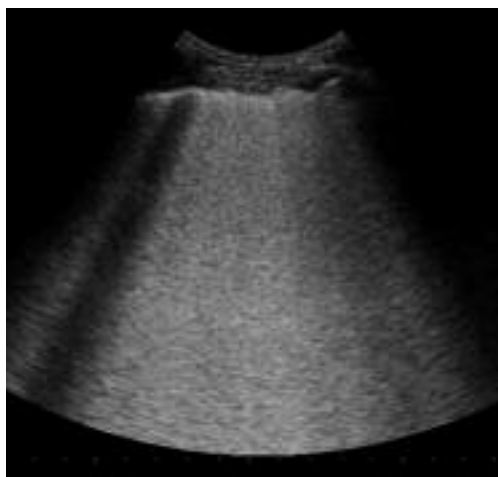


Fig. 5 – Scansione trasversale con sonda convessa: quadro di "white lung" ecografico

Dopo questa introduzione sugli aspetti più rilevanti della semeiotica ecografica passiamo ad esaminare i quadri patologici limitandoci a descrivere quelli di più frequente riscontro nei vari setting dell'urgenza. Per comodità didattica suddivideremo la patologia polmonare in quattro diversi capitoli: **patologia pleurica, patologia dell'interstizio, patologia degli alveoli, patologia dei vasi.**

PATOLOGIA PLEURICA

Lo studio della patologia pleurica con gli ultrasuoni è relativamente semplice; esso si basa sulle modificazioni, statiche e dinamiche, che si manifestano quando il fascio ultrasonoro registra una variazione di interfaccia, come accade in caso di versamenti pleurici, oppure sull'abolizione degli artefatti di scorrimento, come avviene in caso di pneumotorace. In entrambe le situazioni l'ecografia appare di grande utilità perché consente una diagnosi differenziale rapida della dispnea senza la necessità di

spostare il paziente dal luogo di cura e permette di procedere rapidamente con il trattamento più idoneo, risultando anche di valido supporto durante eventuali manovre terapeutiche invasive (es. toracentesi, drenaggio toracico di Pnx) (10)

• Il versamento pleurico

E' una delle patologie di più comune riscontro nei dipartimenti di emergenza-urgenza e può essere responsabile di sintomi rilevanti come dolore toracico, tosse e dispnea. Talvolta esso può determinare grave insufficienza respiratoria o shock.

Nella stragrande maggioranza dei casi risulta essere la conseguenza di una insufficienza cardiaca, di una patologia flogistica pleuro-polmonare, di neoplasie polmonari oppure di traumi (emotorace).

Avendo a disposizione un ecografo si può rilevarne rapidamente la presenza - anche per quantità di liquido inferiori a 100 ml(11)- l'entità (Tab. 1) e la natura (**Tab. 2**).

Tabella 1
Quantificazione del versamento

- 1) **Minimo:** se la raccolta liquida è vista solo nell'angolo costo-frenico
- 2) **Lieve:** se la raccolta liquida è vista a livello di un unico spazio intercostale (< 500 ml)
- 3) **Moderato:** se la raccolta liquida si apprezza in 2 spazi intercostali (500-1500 ml)
- 4) **Massivo:** se la raccolta liquida è vista in più di 2 spazi intercostali

Tabella 2
Pattern ecografici di versamento pleurico

- **Anecogeno (Transonico, liquido)**
 - **Omogeneamente ecogeno (corpuscolato, empiema o emotorace)**
 - **Complex non sepimentato (materiale ecogeno all'interno)**
 - **Complex sepimentato (presenza di setti di fibrina, multiloculato)**
-

L'ecografia permette inoltre di valutare l'opportunità di procedere con un drenaggio ed in tal caso di scegliere il punto più adatto per l'accesso, con meno pericoli per il paziente e maggiore sicurezza per l'operatore.

L'esplorazione del torace alla ricerca di un versamento pleurico deve essere eseguita preferibilmente con sonde convexe da 3,5 MHz; essa deve principalmente coinvolgere le parti declivi (spazi fra la 8^a-9^a e 10^a costa) e posteriori, dove generalmente si raccoglie il liquido, specie se in minima quantità.

La posizione ideale per condurre correttamente l'esame è quella a paziente seduto ma può essere eseguito anche in posizione supina nel caso che i pazienti siano intubati e ventilati oppure gravemente traumatizzati. Ricordiamo che è indispensabile valutare anche la regione sovra diaframmatica, essendo quella dove è possibile visualizzare raccolte di piccola entità che occupano solamente i seni costo-frenici(6).

L'immagine ecografica di un versamento è conseguente ad una variazione dell'interfaccia pleurica - da aerea a liquida - e si evidenzia come un'area anecogena delimitata da parete toracica e diaframma che appare mobile con gli atti respiratori. Versamento pleurico anecogeno è classicamente il trasudato (**Fig. 6**), che funziona come una finestra acustica e permette di meglio indagare le strutture sottostanti, rivelando anche eventuali patologie parenchimali polmonari.

A sinistra, la presenza di un versamento pleurico massivo può consentire la valutazione dell'aorta toracica e di eventuali alterazioni aneurismatiche.

In caso di empiema o di emotorace l'immagine non apparirà uniformemente anecogena ma contenente fini echi, omogeneamente stipati nel suo contesto. In base alle caratteristiche del liquido pleurico è stata proposta la seguente classificazione: anecogeno (trasudato), omogeneamente ecogeno (empiema, emotorace) (**Fig. 7**), complesso seppimentato (**Fig. 8**), complesso non seppimentato.

Il versamento è complesso quando al suo interno è presente materiale ecogeno, settato quando sono presenti tralci di fibrina che lo suddividono in camere.

In caso di versamento pleurico massivo il polmone è generalmente atelctasico a causa della compressione ab-estrinseca esercitata dal liquido; esso è visibile come una struttura solida, di aspetto parenchimatosa, nel cui contesto possono essere riconoscibili artefatti da aria (intrappolata nei bronchi) e vasi (**Fig. 9**).

L'ecografia permette inoltre di quantificare la raccolta, anche con metodi relativamente semplici, come quello riportato in tabella 2, che fa riferimento al numero di scansioni nelle quali il versamento stesso è visibile.

In molti casi essa consente, se associata alla clinica, di orientare fortemente la diagnosi: per esempio, il paziente giovane, con ipertensione e dolore toracico, che presenta un piccolo versamento pleurico basale sarà molto probabilmente affetto da pleurite acuta; in questi casi la radiografia standard del torace è molto spesso di scarso ausilio.

Inoltre, quando l'Rx mostra un opacimento completo di un emitorace, lasciando incerti sulla natura dell'opacità, l'ecografia non ha problemi a

distinguerne l'origine pleurica o parenchimale.

Negli ultimi anni sono stati portati avanti numerosi studi che hanno paragonato l'ecografia alla TC toracica, considerata il gold standard nella diagnostica polmonare: per i versamenti pleurici è risultata una specificità pari al 97% ed una sensibilità pari al 94% (12), di molto superiore rispetto a quella della radiografia standard del torace.



Fig. 6 - Versamento anecogeno (V): si noti il polmone (P) collassato e l'aorta toracica (AO) in scansione trasversale



Fig. 7 - Versamento omogeneamente ecogeno



Fig. 8 - Versamento complesso, settato



Fig. 9 - Scansione sottocostale: versamento pleurico massivo (V) con polmone atelettasico (P) per compressione; Fegato (F)

• Pneumotorace (Pnx)

Per pneumotorace si intende l'anomala presenza di aria tra la pleura parietale e quella viscerale; può essere spontaneo, generalmente dovuto alla rottura di bolle sub-pleuriche situate in prossimità degli apici polmonari, post traumatico o iatrogeno(6).

Forme iatrogene sono spesso dovute alla ventilazione meccanica per barotrauma oppure a manovre mediche

invasive quali toracentesi, biopsie trans bronchiali o trans toraciche, posizionamento di cateteri venosi centrali (più frequentemente nel tentativo di incannulare la vena succlavia che la giugulare interna).

La sintomatologia è correlata con la causa ma soprattutto con l'entità del pneumotorace: comunemente è presente dolore toracico trafittivo e dispnea. Nei pazienti ventilati a pressione positiva il primo segno di pneumotorace (e talvolta anche l'unico) può essere un improvviso peggioramento dei parametri respiratori (PO₂ / FIO₂; FR; SO₂ etc) che può divenire rapidamente pericoloso per la vita (Pnx iperteso), se non tempestivamente trattato.

La letteratura internazionale è concorde nel conferire all'ecografia elevata sensibilità e specificità nella diagnosi di pneumotorace, simili a quelle TAC (13-14); il suo impiego in tale ambito è in progressiva espansione e riteniamo che molto presto possa diventare estensivo, sia in Pronto Soccorso che nelle terapie intensive. Con un minimo di formazione il clinico è in grado di porre diagnosi ecografica di pneumotorace con rapidità e sicurezza, evitando peraltro di esporre il paziente ad inutili rischi radiologici.

A tal proposito ci preme sottolineare che la sensibilità della radiografia standard del torace, eseguita nel paziente traumatizzato in posizione supina, è bassa (50 % circa) (15-16) e quindi possono sfuggire a questo tipo di indagine Pnx di piccola entità, definiti "occulti" (17), che possono assumere grande rilevanza clinica e talvolta anche medico legale nel momento in cui il paziente viene intu-

bato e ventilato a pressione positiva. L'esplorazione del torace alla ricerca di un Pnx può essere eseguita con ogni tipo di sonda ecografica: le sonde lineari da 7,5 MHz consentono un'ottima visualizzazione della superficie pleurica; con le sonde convexe o settoriali a bassa frequenza è invece necessario ingrandire l'immagine (e ridurre quindi la profondità di campo) per ottenere una migliore definizione della linea pleurica. Noi consigliamo di iniziare l'esame ecografico del polmone sempre con la sonda convexe, la stessa con cui eseguiamo l'E-FAST, lasciando l'impiego della sonda lineare ai casi in cui si hanno dubbi sull'effettivo scorrimento pleurico, in modo da avere maggiori dettagli informativi.

Poiché l'aria, a differenza del liquido, tende a distribuirsi nelle regioni toraciche antideclivi, con il paziente in posizione supina il Pnx va ricercato anteriormente, in corrispondenza della **deep sulcus area**, situata in prossimità del margine sternale inferiore e della proiezione cutanea dei margini cardiaci (**Disegno 2**); analogamente, se il paziente è seduto, il Pnx va cercato in primo luogo a livello degli apici polmonari(18).



DISEGNO 2

Abbiamo detto che l'interfaccia aerea si trova nel Pnx (così come in altre patologie polmonari) ma anche nel polmone normale: nel primo caso si tratta di un'interfaccia tessuti molli – aria contenuta fra i due foglietti pleurici; nel secondo caso si tratta di un'interfaccia tessuti molli – aria contenuta all'interno del polmone normalmente aerato. Ne consegue che, nell'immagine statica, non è possibile distinguere un Pnx da un polmone normale: in entrambi i casi otterremo la classica immagine artefattuale in cui identificheremo la linea pleurica e gli artefatti orizzontali posteriori (**linee A**). Rimarchiamo che le **linee A** sono un elemento caratteristico del pattern ecografico di normalità; tuttavia esse sono parimenti presenti anche nel pneumotorace (5).

Le **linee B** invece non sono mai presenti in caso di pneumotorace; la loro assenza, se associata all'assenza di sliding, consente di aumentarne significativamente la specificità diagnostica (6).

In sintesi: l'assenza di linee B ha un elevatissimo valore predittivo negativo e la presenza anche di una sola di esse permette di escludere con certezza la diagnosi di pneumotorace. Quanto appena descritto si spiega perché le linee B sono artefatti che originano dall'interstizio ispessito immediatamente subpleurico e quindi non possono essere mai visibili se tra i due foglietti pleurici è presente uno strato di aria, per quanto esso possa essere esiguo.

Per lo stesso motivo, se tra i due foglietti pleurici è presente aria è impedito il fisiologico movimento di scorrimento: l'assenza di gliding sign ha la massima sensibilità ma specificità nettamente più bassa poiché può risultare assente anche in altre condizioni patologiche come la pleurodesi o le atelettasie (sensibilità 100%, specificità 78%).(7)

Un altro elemento da considerare nella diagnosi di pneumotorace è il cosiddetto **segno della stratosfera**, introdotto per la prima volta da Lichtenstein (7). Esso si può rilevare con una valutazione ecografica M-mode in corrispondenza del punto della parete toracica in cui la linea pleurica risulta ferma e il lung sliding assente: nel polmone normale la valutazione M-mode permette di rappresentare il movimento di scorrimento pleurico con una immagine che viene definita di "spiaggia-mare" costituita da linee orizzontali (effetto mare: legato alla staticità dei tessuti molli della parete toracica) al di sopra di un'area disomogeneamente grigia (effetto spiaggia: artefatto dovuto al movimento delle due pleure); al contrario, in caso di pneumotorace la linea pleurica ferma realizza una immagine di "stratosfera" caratterizzata da tante linee parallele, assolutamente uguali tra loro. Questo segno ha scarso valore clinico ma grande valore iconografico poiché è l'unico che consente la dimostrazione di un Pnx con la sola immagine statica (Fig. 10).

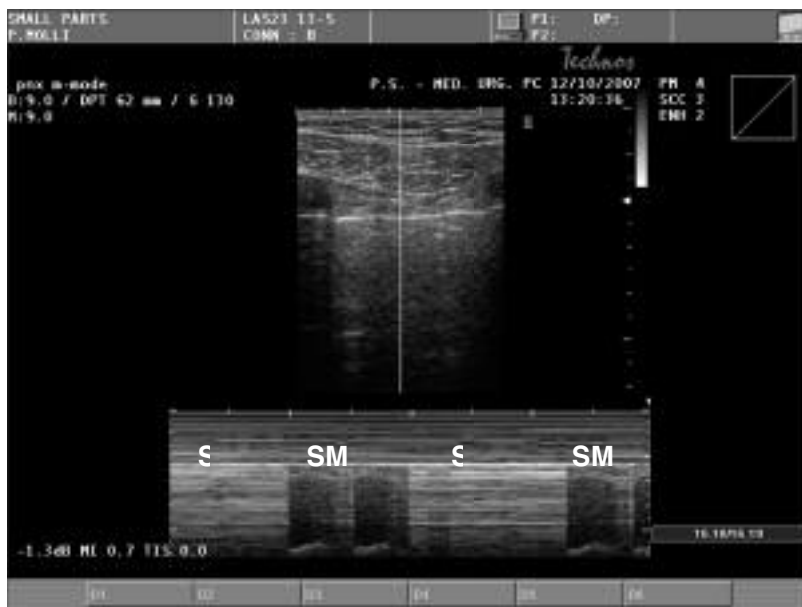


Figura 10 - Immagine ecografica M-mode di un Pnx. La scansione è stata effettuata in prossimità del lung-point: si noti l'alternanza di "stratosfera" (S) e "spiaggia-mare" (SM).

Vi è un altro segno dinamico patognomonico di pneumotorace: il **lung point** (19). Esso viene visualizzato come un punto di interruzione, oltre il quale non è più percepibile il fisiologico movimento di scorrimento della linea pleurica: l'immagine che si forma sullo schermo dell'ecografo è quella di una parte di linea pleurica immobile, immediatamente contigua ad una parte che presenta normale scorrimento, sincrono con il respiro del paziente. Questo segno corrisponde al punto esatto in cui i foglietti pleurici, scollati dal pneumotorace, ritornano ad accollarsi. Si tratta di un segno con massima specificità (100%) ma scarsa sensibilità (19): la sua assenza può indicare un pneumotorace massivo con collasso completo del polmone (in cui i due foglietti pleurici non presentano mai un punto di accollamento) o altra

condizione patologica, diversa dal Pnx e che andrà indagata.

La presenza del **lung point** consente di porre con certezza assoluta la diagnosi di Pnx e va sempre ricercata, estendendo l'esame a tutto il torace. La visualizzazione del lung-point permette inoltre una stima, anche se approssimativa, dell'estensione del Pnx in base alla posizione in cui esso si è identificato sul torace: lung points anteriori, mediali rispetto alla linea emiclaveare, depongono per pneumotorace di minima entità che può non essere visibile ad una radiografia standard del torace sebbene fatta da seduto ed in espirio; lung points situati oltre la linea ascellare anteriore depongono invece per pneumotorace di discreta entità che generalmente necessita di drenaggio. (15)

Ci preme tuttavia sottolineare che la

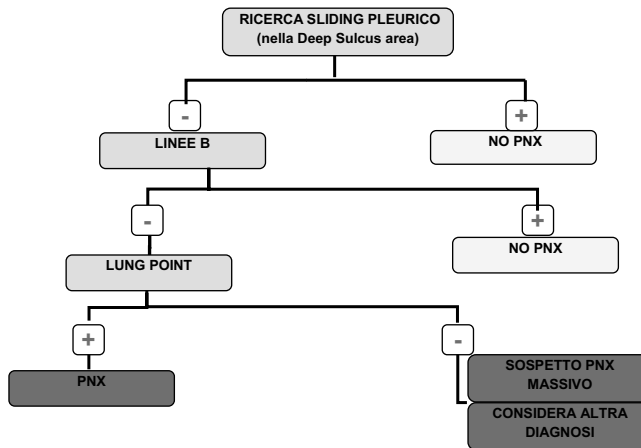
stima centimetrica dell'estensione del pneumotorace, se ritenuta necessaria, impone una valutazione radiologica (Rx o Tc), non potendo essere effettuata con gli ultrasuoni. Nei traumi toracici l'ecografia può

consentire anche la diagnosi di eventuali concomitanti fratture sternali o costali che appaiono come una interruzione della continuità corticale ossea (**Fig. 11**); anche in questo ambito essa possiede altissima specificità.



Fig. 11 - Scansione toracica longitudinale con sonda lineare: si noti l'interruzione della continuità corticale della costa

Per un corretto approccio metodologico alla diagnosi ultrasonografica di pneumotorace si propone la seguente flow-chart.



Flow-chart modificata dagli autori, tratta dal testo "ecografia toracica" (G. Soldati, R Copetti) – Edizioni Medico Scientifiche - Torino

PATOLOGIA DELL'INTERSTIZIO

Il grado di aerazione del tessuto è la chiave della rappresentazione delle immagini in ecografia polmonare: la tabella sotto riportata mostra la correlazione esistente tra il grado di aerazione polmonare, la tipologia degli artefatti e l'immagine ecografica che ne consegue (*Tabella 3*).

Areazione polmonare	Tipologia di artefatti	Immagine ecografica
100%	Linee A	Artefattuale (Normale)
90%	Linee B diradate Linee B ravvicinate	Artefattuale (Sdr. Interstiziale)
80%		
10%	Broncogramma aereo Epatizzazione completa	Strutturata (Consolidamento)
5%		

Tabella modificata dagli autori, tratta dal testo "ecografia toracica" (G. Soldati, R Copetti) – Edizioni Medico Scientifiche - Torino -

Nella sindrome alveolo-interstiziale vi è una riduzione dell'aerazione polmonare rispetto alle normali condizioni fisiologiche; ciò comporta la formazione di artefatti verticali di riverbero-risonanza (ring down) che sono stati definiti "linee B" o, più recentemente, "comete ultrasoniche polmonari" (20).

Esse rappresentano l'elemento patognomonic della sindrome alveolo-interstiziale. Per praticità in questo capitolo tali artefatti saranno sempre denominati linee B.

Gli artefatti del tipo "ring down" partono dalla linea pleurica e rag-

giungono il margine inferiore dello schermo dell'ecografo; mascherano le linee A visibili in condizioni normali e presentano un movimento trasversale che corrisponde al movimento di sliding della linea pleurica. Essi rappresentano l'espressione ecografica dell'impegno interstiziale e sembrano essere generati dall'ampia differenza d'impedenza acustica che si viene a creare fra alveoli aerati e setti interlobulari subpleurici ispessiti.

Ribadiamo che la visualizzazione di linee B isolate, generalmente alle basi polmonari, non è espressione di

patologia interstiziale in quanto di frequente riscontro anche in pazienti senza affezioni polmonari.

• **Edema polmonare acuto cardiogeno**

è la causa più frequente e meglio studiata dal punto di vista ecografico di sindrome alveolo-interstiziale. In questo caso è la presenza di acqua nei setti interlobulari sub pleurici e negli alveoli che, aumentando il numero di interfacce aria-acqua, crea un incremento della differenza di impedenza acustica che genera le linee B (9, 20). Ricordiamo che la radiografia standard del torace consente di riconoscere un incremento dell'acqua polmonare extravascolare solo quando superiore al 30%.

Anche altre patologie che causano parziale perdita di aerazione polmonare per espansione dell'interstizio (edema lesionale, interstiziopatie fibrotiche o flogistiche) generano linee B.

Nel caso di interstiziopatie fibrotiche la proliferazione di tessuto collagene a livello dell'interstizio, determina ancora un aumento del numero delle interfacce aria-liquido ed aria-solido: si creano così artefatti tipo linee B di fatto indistinguibili da quanto si osserva nell'edema polmonare acuto; saranno poi la clinica, la morfologia della linea pleurica ed altri peculiari aspetti ecografici a consentirne la diagnosi differenziale. In molti casi sono necessari esami radiologici di secondo livello (TC ad alta risoluzione).

Le linee B sono visibili utilizzando qualsiasi tipo di sonda ecografica. La metodica d'esame prevede l'esecuzione di scansioni verticali e trasversali iniziando, nel paziente critico, dalla valutazione del torace anteriore a partire dalla linea parasternale e pro-

cedendo in direzione laterale fino a scansioni condotte lungo le linee ascellari anteriore e media. Se le condizioni del paziente lo consentono, l'esame si estende alla valutazione del torace posteriore, in sede dorsale, sempre con scansioni longitudinali e trasversali a partire dalle basi e procedendo verso i campi polmonari superiori.

Nell'edema polmonare acuto l'entità delle linee B correla con il grado di impegno interstiziale, ossia con la quantità di acqua extravascolare polmonare e, clinicamente, con la gravità della dispnea. Si noti come nella figura A l'entità dell'impegno interstiziale sia nettamente inferiore che



Fig. 12A



Fig. 12B

in figura B.

Le linee B nelle forme iniziali appaiono diradate e prevalentemente distribuite alle basi polmonari oppure a livello della linea ascellare anteriore dell'emitorace destro (21); nelle forme più avanzate appaiono estese a tutto l'ambito polmonare esplorabile, tipicamente simmetriche e distribuite secondo un gradiente apici \Rightarrow basi, anteriore \Rightarrow posteriore. Nei quadri di maggiore compromissione clinica esse appaiono confluenti fra loro conferendo al polmone un tipico aspetto iperecogeno definito "white lung" (polmone bianco).

Esiste una correlazione fra semeiotica ecografica e radiologica: le linee B diradate, osservabili nelle forme di lieve entità, corrispondono alle Linee B di Kerley mentre le linee B confluenti fra loro, corrispondono all'aspetto "ground glass" visibile alla tomografia computerizzata (9).

Da un punto di vista fisiopatologico le linee B sono espressione di insufficienza ventricolare sinistra acuta, sia essa diastolica che sistolica.

L'entità delle linee B correla in modo diretto con i livelli dei peptidi natriuretici cardiaci (22). L'ecografia polmonare consente inoltre di valutare in tempo reale la dinamicità e la reversibilità dell'impegno interstiziale: le linee B possono infatti rapidamente aumentare nel paziente cardiopatico sottoposto a stress fisico (es: test ergometrico) (23); in caso di edema polmonare acuto è possibile invece osservare una rapida e sensibile diminuzione delle linee B che rappresenta un segno precoce di risposta clinica ai trattamenti medici intrapresi.

Quanto detto sopra si verifica anche

nei pazienti in edema polmonare acuto trattati con NIV, sia essa C-PAP o B-PAP: a parità di scansioni, da un quadro di "white lung", espressione di coinvolgimento alveolare oltre che interstiziale, si può passare ad un quadro caratterizzato dalla presenza di linee B non più confluenti, espressione di avvenuto reclutamento alveolare.

Nella diagnosi di Edema polmonare acuto la presenza di linee B ha una sensibilità del 100% mentre il riscontro di un pattern ecografico di normalità esclude di fatto la possibilità di un edema polmonare acuto cardiogeno. In molti casi di edema polmonare cardiogeno si associa anche una quota variabile di versamento pleurico, generalmente bilaterale. In sintesi la presenza o assenza di linee B sono espressione ecografica rispettivamente di un polmone "umido" per aumento dell'acqua extravascolare polmonare o "asciutto", ovvero non edematoso: ciò consente all'ecografia di giocare un ruolo importante nella diagnosi differenziale delle dispnee con indiscutibili ricadute sulle scelte terapeutiche e sulla prognosi.

L'ecografia polmonare presenta una sensibilità del 100% ed una specificità del 92% nella diagnosi differenziale fra edema polmonare acuto cardiogeno e BPCO (24).

La sindrome alveolo interstiziale comprende anche, come già detto, le malattie fibrotiche interstiziali a diversa eziologia: esse si caratterizzano per la presenza di linee B generalmente diffuse e non distinguibili dalle linee B dell'edema polmonare. La diagnosi differenziale si basa ovviamente sul contesto clinico e, dal pun-

to di vista ecografico, sulla valutazione morfologica della linea pleurica: in queste patologie essa spesso risulta ispessita, irregolare o frammentata (25) a differenza della linea pleurica regolare ed omogenea che si osserva nella patologia di origine cardiaca. Anche la valutazione ecografica della funzione sistole/diastolica cardiaca può fornire ulteriori informazioni orientando la diagnosi differenziale. La sindrome alveolo-interstiziale può

essere diffusa - come appena descritto - o essere ristretta ad un settore del polmone come si può osservare nelle contusioni, nelle fasi precoci di formazione di un focolaio bronco-pneumonico (prima dell'evoluzione in consolidamento conclamato) o nelle fasi di guarigione dello stesso. Una sindrome interstiziale settoriale è parimenti visibile in aree di parenchima contigue ad un addensamento flogistico broncopolmonare (Tabella 4).

SINDROME ALVEOLO-INTERSTIZIALE	
DISTRETTUALE	DIFFUSA
<ul style="list-style-type: none"> • Polmonite interstiziale 	<ul style="list-style-type: none"> • EPA
<ul style="list-style-type: none"> • Contusione polmonare 	<ul style="list-style-type: none"> • ARDS
<ul style="list-style-type: none"> • Periferia di addensamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Malattie interstiziali (fibrosi)
<ul style="list-style-type: none"> • Fase precoce di addensamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Polmonite interstiziale estesa

Tabella 4

• ARDS

Come è noto, l'ARDS rappresenta la massima espressione di un gruppo di lesioni polmonari acute (ALI) che riconoscono eziologie diverse (sepsi, pancreatite, trauma, inalazione etc..) ed un comune meccanismo patogenetico (infiammatorio).

Nel 1994 l'AECC (American European Consensus Conference) ha stabilito i criteri per la definizione di ALI/ARDS:

- 1) presenza di infiltrati polmonari bilaterali all'RX standard del torace
- 2) presenza di pressione arteriosa polmonare di incuneamento inferiore a 18 mmHg in assenza di segni o sintomi di ipertensione atriale sx
- 3) rapporto $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$ per ALI e < 200 per ARDS

Se è vero che da un punto di vista ecografico il riconoscimento della sindrome alveolo-interstiziale associata all'edema polmonare acuto ed all'ARDS è relativamente semplice, non è altrettanto semplice la diagnosi differenziale ultrasonografica tra queste due patologie.

L'utilizzo della TC ha dato un grande contributo nella definizione dell'ALI/ARDS, dimostrando l'eterogeneità delle lesioni e la disomogeneità della loro distribuzione.

Questi aspetti sono stati successivamente ricercati e confermati anche in ambito ecografico.

In un recente lavoro di Copetti (26) sono stati presi in esame alcuni segni ecografici e valutata la loro sensibilità e specificità diagnostica nell'ambito di queste due patologie:

a) Pattern ecografico di SAI: elevata sensibilità per entrambe le patologie (100%), specificità 0% in quanto tale pattern è presente anche in molte altre condizioni patologiche polmonari.

b) Anormalità della linea pleurica: nei quadri di ALI/ARDS la linea pleurica appare sempre alterata (ispessita ed irregolare); tale dato ha una sensibilità del 100% ed una specificità del 45%. Nell'EPA le anomalie della linea pleurica sono presenti raramente (sensibilità 25% e specificità 0%).

c) Riduzione/abolizione del **lung sliding**: questo segno, che compare già nelle fasi più precoci dell'ARDS, presenta elevatissima sensibilità (100%) e specificità (100%). Nell'EPA tale segno è sempre assente.

d) "Spared areas": nel contesto di un pattern ecografico di SAI diffusa possono riconoscersi aree di normalità (quindi presenza di linee A); tale segno ha elevata sensibilità e specificità (100%) nella diagnosi di ARDS e non è mai presente nell'EPA.

e) Consolidamenti: piccoli consolidamenti parenchimali sub-pleurici o aree di addensamento di maggiori dimensioni sono di frequente riscontro nell'ARDS (sensibilità 83%, specificità 100%), specie nelle fasi più avanzate. Essi non sono mai presenti nell'EPA.

f) Versamento pleurico: la presenza di piccoli versamenti pleurici è di comu-

ne riscontro in entrambe le patologie (sensibilità 66% ARDS; 95% EPA) ma sono più frequentemente associati alla sindrome alveolo interstiziale da insufficienza ventricolare sx.

g) "Lung pulse": specificità del



Fig. 13 A: scansione trasversale con sonda convex: ispessimento e vistosa irregolarità della linea pleurica in quadro di "white lung". Presenza di consolidamenti sub-pleurici



Fig. 13 B: scansione trasversale con sonda convex: addensamento sub-pleurico in SAI

100% nella diagnosi di ARDS.

PATOLOGIA DEGLI ALVEOLI

Nel corso di questa breve trattazione abbiamo più volte ribadito che esiste una stretta correlazione tra il grado di areazione polmonare, l'omogeneità della sua distribuzione e la tipologia di immagini ecografiche ottenute.

L'addensamento polmonare rappresenta l'espressione massima di una condizione di ridotta areazione parenchimale (vedi figura 14) e pertanto genera un'immagine ecografica strutturata, non più artefattuale, molto simile a quella che si ottiene valutando un qualsiasi organo parenchimatoso (es. fegato). La perdita o la riduzione importante della componente aerea di una parte del polmone che giunge ad interessare la superficie pleurica (lobo, segmento, re-



Fig. 14: scansione trasversale con sonda convex: evidenza di vasta area di consolidamento (C) con assenza di segni di aerazione (epatizzazione)

gione subsegmentaria) dà origine ad una finestra acustica che consente di visualizzare il parenchima polmonare. Patologie che generano un'immagine di consolidamento sono le polmoniti, l'atelettasia, in alcuni casi il focolaio contusivo e l'ARDS.

• Polmoniti

Appaiono come un'area di epatizzazione del parenchima polmonare di estensione variabile, talvolta a delimitazione lobare o segmentaria, nel cui contesto si visualizzano strutture iperecogene arborescenti o spot iperecogeni che corrispondono a bronchi e bronchioli aerati (broncogrammi aerei, simili ecograficamente alle vie biliari intraepatiche in caso di aerobilia, **Fig 15**).

L'eventuale visualizzazione di aria che si muove nell'albero bronchiale individua i cosiddetti broncogrammi aerei dinamici e consente di escludere l'eziologia atelettasica del consolidamento. La presenza invece di strutture tubulari a contenuto ipo-anecogeno individua o strutture vascolari (in tal caso riconoscibili per la presa di colore al colorDoppler) oppure bronchi il cui lume non è aerato ma occupato da liquido (broncogrammi fluidi) e che sono generalmente espressione di polmoniti post ostruttive (27).

La linea pleurica alla superficie dell'addensamento appare interrotta oppure nettamente meno ecogena rispetto alle aree circostanti mentre generalmente il segno



Fig 15: scansione trasversale con sonda convex: vasto addensamento parenchimale con bronco grammi aerei.

dello sliding è assente.

Altri aspetti di frequente riscontro sono la costante presenza di numerose linee B nelle porzioni di polmone più contigue all'addensamento, la presenza di un artefatto di rinforzo di parete posteriore all'addensamento e la frequente associazione di una quota variabile di versamento pleurico.

Gli ultrasuoni forniscono preziose informazioni nei pazienti affetti da patologia consolidativa e trattati con NIV:

1. Nel contesto dell'area di epatizzazione (che ha uno scarsissimo contenuto aereo) compaiono spots iperecogeni espressione di iniziale reclutamento degli spazi aerei; il successivo reclutamento alveolare fa sì che l'area di consolidamento perda la sua immagine strutturata divenendo artefattuale, per la comparsa di linee B confluenti.

2. Se l'area di consolidamento non subisce l'evoluzione sopra descritta vi è indicazione ad aumentare il supporto pressorio; l'insuccesso di tale manovra è indicativo di inefficacia del trattamento con NIV.

• Atelettasia

Non è sempre agevole distinguere nell'ambito dei consolidamenti una polmonite da un'atelettasia. L'area atelettasica appare come una struttura tissutale epatizzata nel cui contesto i broncogrammi aerei, presenti almeno nelle fasi precoci ed espressione di aria intrappolata nelle vie aeree distali, appaiono statici (6) (non visibile il movimento di aria intrabronchiale con gli atti respiratori).

Nell'atelettasia, a differenza della polmonite, si ha una contrazione del volume polmonare.

Il collasso della struttura parenchi-

male che ne deriva determina una perdita del normale decorso arboriforme dei bronchi che assumono un andamento orizzontale, parallelo tra loro, apparendo nel complesso come addossati o impilati (Tabella 5).

Lo sliding è sempre assente; in caso di atelettasia completa è invece spes-

so presente il segno del lung pulse: la superficie del polmone atelettasico si muove in modo più grossolano, quasi sussultorio, consensualmente con l'attività cardiaca. Il riscontro di "lung pulse" ha una sensibilità del 93% ed una specificità del 100% nella diagnosi di atelettasia completa (28).

FOCOLAIO	ATELETTASIA
Decorso arboriforme dei bronco grammi aerei	Decorso parallelo dei bronco grammi aerei
Bronco grammi aerei dinamici	Bronco grammi aerei statici
Sliding ridotto	Sliding sempre assente (lung pulse nelle atelettasie complete)
Frequente concomitanza di linee B contigue al focolaio	Assenza di linee B nelle regioni contigue

Tabella 5

PATOLOGIA DEI VASI

Abbiamo più volte sottolineato che la presenza di una normale aerazione polmonare non consente la visualizzazione del parenchima; ne consegue che, di norma, i vasi polmonari non sono valutabili con gli ultrasuoni. Quando questo diviene possibile vuol dire che a livello pleurico si è venuta a creare una finestra acustica - generalmente un'area di addensamento - che consente di esplorare in profondità la struttura polmonare.

Lo studio ecografico del polmone presenta una sua rilevanza nell'ambito della patologia vascolare acuta non per la sua capacità di visualizzare in modo diretto il vaso occluso quanto per la capacità di valutare le conseguenze che l'occlusione ha prodotto sul parenchima polmonare.

Ecograficamente l'infarto polmonare

può apparire come una piccola area di consolidamento parenchimale; essa presenta ecostruttura ipoecogena, aspetto cuneiforme o arrotondato. Si trova immediatamente addossata alla superficie pleurica che a quel livello è ipoecogena o talvolta assente. L'area infartuale (finestra acustica) in rari casi consente la visualizzazione diretta del vaso occluso: **vessel sign**. In concomitanza con l'area di consolidamento si evidenzia molto spesso una piccola quota di versamento pleurico basale; talvolta è possibile rilevare una sottile falda liquida nello spazio pleurico antistante alla lesione infartuale che sembra distaccarla dal piano pleurico.

La letteratura riconosce all'ecografia polmonare una elevata accuratezza nella diagnosi di embolia polmonare: Reisig recentemente ha riportato in

un suo studio valori di sensibilità del 80% e di specificità del 92% (29). Nella nostra esperienza, per quanto limitata, tali dati non sembrano trovare conferma in quanto abbiamo riscontrato pattern ecografici aspecifici (linee B settoriali, immagini di consolidamento) e frequentemente reperti di assoluta normalità.

Proprio per questo motivo, riteniamo che il riscontro di un quadro ecografico polmonare di normalità in un paziente sintomatico per dispnea debba sempre generare il sospetto di TEP.

L'imaging ecografico in tale patologia deve essere sempre multi-area e prevedere, oltre alla valutazione del parenchima polmonare, lo studio delle sezioni cardiache di destra e delle vene profonde degli arti (o delle vene giugulari se i pazienti sono portatori di cvc o altri devices). Il riscontro di una dilatazione delle sezioni di destra e di una TVP prossimale in un paziente con dispnea acuta consente di porre diagnosi di TEP con elevata certezza.

D'altro canto, se un paziente viene considerato ad elevato rischio clinico di embolia polmonare (D-Dimer test, criteri di Wells, dispnea etc..) un esame ecografico negativo di polmone, cuore e vene, non è sufficiente per escludere tale patologia; questa eventualità impone accertamenti di secondo livello.

La dispnea, così come lo shock o l'arresto cardiaco rappresentano situazioni cliniche complesse in cui il medico di emergenza è chiamato a rispondere in modo adeguato ed in tempi molto brevi: in questo contesto l'ecografia, se strettamente integrata alla clinica, può influenzare in modo diretto il processo decisionale

e gestionale del paziente.

L'integrazione clinica-ecografia costituisce l'elemento caratterizzante dell' **"emergency ultrasound"**.

Essa differisce dall'ecografia tradizionale per le sue peculiari caratteristiche:

3. E' **"point of care"**: viene eseguita direttamente sul punto di cura, anche al letto del malato (bedside).

4. E' **"focused"**: orientata a rispondere a specifici quesiti clinici (risposte SI / NO) e non centrata sullo studio d'organo o distretto anatomico.

5. E' **"multi area"**: per rispondere al singolo quesito possono essere indagati più distretti anatomici.

Un classico esempio di tale tipo di approccio è rappresentato proprio dall'embolia polmonare nella quale, come già descritto, lo studio dei polmoni non può prescindere dallo studio del cuore, alla ricerca di una dilatazione acuta delle sezioni di destra e delle vene degli arti inferiori, alla ricerca di una TVP.

Anche lo shock costituisce un' altro esempio paradigmatico dell' applicazione dell' "emergency ultrasound": in questa grave situazione clinica è di fondamentale importanza, per orientare rapidamente la diagnosi, una valutazione di cuore, vena cava inferiore e polmoni.

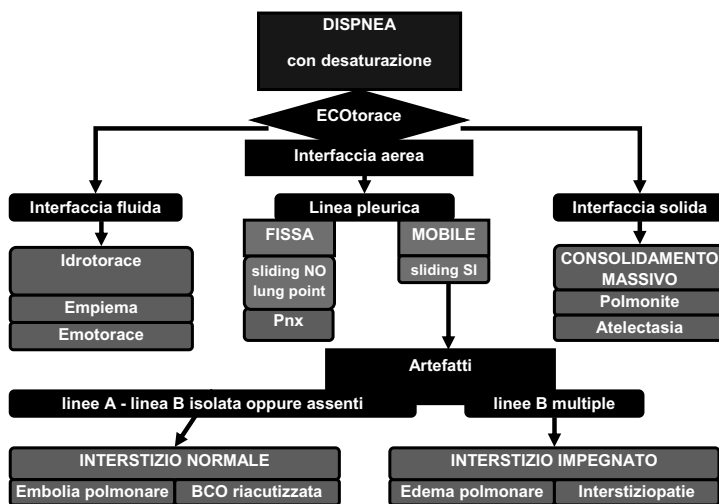
Il riscontro ecografico di una vena cava inferiore (VCI) che collassa completamente con gli atti respiratori identifica, senza alcun dubbio, una situazione di ipovolemia: in tali casi il polmone è generalmente "asciutto" ed il cuore "vuoto" ed ipercinetico. Invece, una VCI dilatata, che non subisce significative variazioni di calibro con la respirazione, impone una valutazione ecocardiografica: solo in presenza di un cuore normale tale ri-

scontro può essere ragionevolmente ascritto ad una condizione di ipervolemia.

L'ecocardiografia eseguita dal medico d'urgenza si propone di rispondere a quesiti semplici: è presente fluido in pericardio? Ci sono segni di tamponamento? Il ventricolo sx è dilatato? è severamente ipocinetico? Il ventricolo destro è dilatato? Tali valutazioni, che non necessitano di una

competenza specialistica, trovano nel clinico l'esecutore ideale in quanto capace di integrare in "real time" l'esame alla clinica.

Di seguito, a conclusione di questa relazione, proponiamo una flow-chart che riassume, alla luce di quanto abbiamo detto, il corretto approccio alla diagnosi ultrasonografica della dispnea.



Flow-chart riportata per gentile concessione del dr. Gian A. Cibinel - Pinerolo (TO)

Lecture consigliate:

- Ecografia toracica di Gino Soldati, Roberto Copetti; C.G. Edizioni Medico Scientifiche 2006
- American College of Emergency Physicians. Policy Statement: Emergency Ultrasound Guidelines, WWW.acep.org 2008

Note bibliografiche

- 1) **Harrison**
Principi di medicina interna - Ed. McGraw-Hill, 14^a edizione
- 2) **Soldati G, Copetti, R, Gargani L:**
Ecografia polmonare per il cardiologo - Giornale Italiano di Cardiologia 2007; 8(3): 139-147
- 3) **Ghaie B, Dondelinger RF:**
Imaging guided thoracic interventions - Eur Respir J 2001; 17: 507-28
- 4) **Lichtenstein D:**
Ultrasound in the management of thoracic disease - Crit Care Med 2007; 35 (5): S250-S261
- 5) **Lichtenstein D:**
Lung ultrasound in the critically ill - In: year book of intensive care and emergency medicine. Heidelberg, Springer 2004: 625-44
- 6) **Soldati G, Copetti R**
Ecografia toracica - C.G. Edizioni Medico Scientifiche 20066)

-
- 7) **Lichtenstein D, Menu Y:**
A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill: lung sliding - *Chest* 1995; 108: 1345-48
 - 8) **Lichtenstein D, Lascols N, Prin S and Mezière G**
The "lung pulse": an early ultrasound sign of complete atelectasis - *Intensive Care Medicine*
Volume 29, Number 12 / December, 2003; 2187-2192
 - 9) **Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P et al:**
The comet-tail artifact: An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome
Am J Respir Crit Care Med 1997; 156: 1640-46
 - 10) **Jones PW, Moyers JP, Rogers JT, et al:**
Ultrasound-guided thoracentesis: Is it a safer method? - *Chest* 2003; 123(2): 418-23
 - 11) **Blackmore CC, Black WC, Dallas RV et al**
Pleural fluid volume estimation. A chest radiograph prediction rule. - *Acad Radiol* 1996; 3: 103-9
 - 12) **Jen Yu C, Yang PC, Chang DB, Luh KT:**
Diagnostic and therapeutic use of chest sonography: value in critical ill patients - *AJR* 1992; 159: 695
 - 13) **Soldati G, Rossi M:**
Pneumotorace traumatico: diagnosi ecografica in urgenza - *Giornale Italiano Ecografia* 2000; 3: 269-73
 - 14) **Rowan KR, Kirkpatrick AW et al:**
Traumatic pneumothorax detection with thoracic US: correlation with chest radiography and CT - initial experience - *Radiology* 2002; 225: 210-14
 - 15) **Soldati G, Testa A, Sher S et al:**
Occult traumatic pneumothorax - *Chest* 2008; 133: 204-211
 - 16) **Blaivas M, Lyon M, Duggal S.**
A prospective comparison of supine chest radiography and bedside ultrasound for the diagnosis of traumatic pneumothorax. - *Acad Emerg Med* 2005; 12:844-849
 - 17) **Lichtenstein D, Meziere G, Lascols N, et al.**
Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. - *Crit Care Med* 2005; 33:1231-1238
 - 18) **Soldati G, Testa A, Pignataro G, et al.**
The ultrasonographic deep sulcus sign in traumatic pneumothorax - *Chest* 2003; 123:418-423
Volume 32, Issue 8, Pages 1157-1163 (August 2006)
 - 19) **Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, et al.**
The "lung point": an ultrasound sign specific to pneumothorax. - *Intensive Care Med* 2000; 26:1434-1440
 - 20) **Picano E, Frassi F, Agricola E, Gligorova S, Gargani L, Mottola G.**
Ultrasound lung comets: a clinically useful sign of extravascular lung water
J Am Soc Echocardiogr 2006; 19: 356-63
 - 21) **Frassi F, Tesorio P, Gargani L, Agrusta M, Mottola G, Picano E:**
Le comete ultrasoniche polmonari: un nuovo segno ecografico di acqua extravascolare polmonare
G Ital Cardiol 2007; 8 (suppl 1-4): 61S-65S
 - 22) **Gargani L, Soldati G, Frassi F et al:**
Ultrasound lung comets for differential diagnosis of dyspnea: comparison with plasma cardiac peptides (abstr) *Circulation* 2006; 114 (suppl): 3589
 - 23) **Agricola E, Picano E, Opizzi M et al:**
Assessment of stress-induced pulmonary interstitial edema by chest ultrasound during exercise echocardiography and its correlation with left ventricular function - *J Am Soc Echocardiogr* 2006; 19: 457-63
 - 24) **Lichtenstein D, Mezière G:**
A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet- tail artifact - *Intensive Care Med* 1998; 24 (12): 1331-34
 - 25) **American thoracic society, European respiratory society. American thoracic society/European respiratory society.**
International multidisciplinary consensus classification of the idiopathic interstitial pneumonias
Am J Respir Crit Care Med 2002; 165: 277-304
 - 26) **Copetti R, Soldati G and Copetti P**
Chest sonography: a useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome - *Cardiovasc Ultrasound* 2008; 6:16
 - 27) **Dorne HL:**
Differentiation of pulmonary parenchymal consolidation from pleural disease using the sonographic fluid bronchogram - *Radiology* 1986; 158: 41-2
 - 28) **Lichtenstein D, Lascols N, Prin S et al:**
The lung pulse: an early ultrasound sign of complete atelectasis - *Intensive Care Med* 2003; 29: 2187-92
 - 29) **Reissig A, Heyne JP, Kroegel C:**
Sonography of lung and pleura in pulmonary embolism: sonomorphologic characterization and comparison with spiral CT scanning - *Chest* 2001; 120: 1977-83
-