L'ecografia polmonare nella valutazione della sindrome alveolo-interstiziale nel DEA

Giovanni Volpicelli, Alessandro Mussa, Giovanna Casoli, Giorgio Garofalo*, Luciano Cardinale*, Fabio Perotto*, Mauro Frascisco

DEA e Medicina d'Urgenza, Ospedale San Luigi Gonzaga, Orbassano, Torino
*Istituto di Radiologia, Ospedale San Luigi Gonzaga, Orbassano, Torino

SINTESI

La presenza diffusa di artefatti a coda di cometa all'ecografia polmonare è dovuta all'ispessimento dei setti interlobulari e alla presenza di liquido extravascolare. Queste condizioni si verificano nella sindrome alveolo-interstiziale polmonare, che caratterizza l'edema polmonare, la fibrosi polmonare e l'ARDS. Obiettivo del nostro studio è valutare la potenzialità dell'ecografia polmonare nel diagnosticare la sindrome alveolo-interstiziale nei pazienti ricoverati in un reparto di Medicina d'Urgenza. Il pattern *ecografico patologico è caratterizzato dalla presenza di multipli artefatti a coda di cometa nelle scansioni ecografiche polmonari. Tale* pattern *è stato ricercato in ciascuno di 121 pazienti ricoverati consecutivamente presso il nostro reparto di Medicina d'Urgenza in un periodo di 5 mesi. Ciascun paziente è stato studiato con ecografia a letto in posizione supina, tramite 8 scansioni polmonari intercostali anterolaterali. I risultati dell'ecografia sono stati confrontati con la radiografia del torace e con la diagnosi clinica alla dimissione. L'ecografia polmonare ha dimostrato una sensibilità dell'84% e una specificità del 98% nel riconoscimento di una sindrome alveolo-interstiziale radiologica, e una sensibilità dell'83% con una specificità del 96% nel predire una malattia che coinvolgesse l'interstizio polmonare. Questi primi dati dello studio dimostrano che la ricerca degli artefatti a coda di cometa all'ecografia polmonare è un metodo sufficientemente accurato per la diagnosi della sindrome alveolo-interstiziale a letto del paziente. Ciò apre la prospettiva di un utilizzo in urgenza di tale metodica per la diagnosi differenziale del paziente con dispnea acuta nel Dipartimento di Emergenza.*

La sindrome alveolo-interstiziale polmonare (SAI) comprende molte condizioni patologiche eterogenee che hanno in comune un diffuso coinvolgimento dell'interstizio con riduzione della capacità di scambio alveolo-capillare. Ciò comporta quadri più o meno gravi di insufficienza respiratoria. Tali condizioni sono sia croniche (la fibrosi polmonare) sia acute (l'ARDS, l'edema polmonare, la polmonite interstiziale). L'ecografia polmonare è una tecnica non invasiva potenzialmente utile per diagnosticare la SAI a letto del malato. La diagnosi sonografica di tale sindrome si basa sul reperto di multipli e diffusi artefatti a coda di cometa del tipo B nelle scansioni toraciche polmonari[1-3]. Questi sono artefatti verticali che originano dalla parete pleurica e affondano per tutto lo spessore del parenchima polmonare fino al margine inferiore dello schermo (Figura 1). Essi sono dovuti all'ispessimento dei setti interlobulari e alla presenza di liquido extravascolare, interstiziale e/o alveolare. In una serie di pazienti ricoverati in terapia intensiva, buona parte dei quali sottoposti a ventilazione invasiva, è stata riscontrata un'associazione della presenza degli artefatti con la fibrosi polmonare diffusa, l'edema polmonare acuto e l'ARDS[2]. Alcuni Autori hanno trovato una presenza diffusa di artefatti a coda di cometa nelle scansioni polmonari di pazienti affetti da diversi tipi di fibrosi polmonare[4,5]. Jambrik *et al.* hanno dimostrato l'utilità di questi artefatti come segno non radiologico di liquido extravascolare polmonare[6]. Più recentemente, Agricola *et al.* hanno dimostrato che, in pazienti cardiochirurgici senza malattia polmonare, il numero delle immagini a coda di cometa fornisce una stima affidabile della quantità di liquido extravascolare nei polmoni[7].
Diagnosticare la SAI è di grande importanza nella valu-

Materiale protetto da copyright. Non fotocopiare o distribuire elettronicamente senza l'autorizzazione scritta dell'editore.

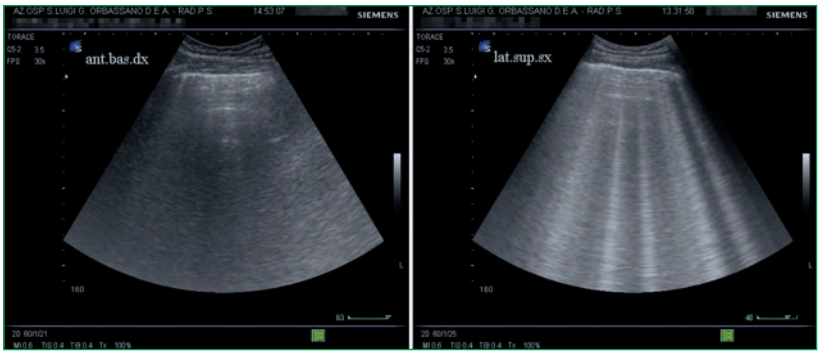

Fig. 1 - Sinistra: scansione ecografica polmonare normale con linee iperecogene orizzontali e assenza di artefatti verticali. Destra: presenza di artefatti verticali che originano dalla parete polmonare e si diffondono fino al margine inferiore dello schermo (linee B), in un paziente con edema polmonare acuto cardiogeno.

tazione del paziente con dispnea acuta nel Dipartimento di Emergenza. Lo studio più fedele dello spazio interstizio-alveolare del polmone si basa sulla tomografia computerizzata ad alta risoluzione, ma in emergenza esso si affida soprattutto alla radiografia toracica. Quando quest'ultima viene eseguita a letto del paziente, essa può risultare molto carente dal punto di vista qualitativo, e quindi di difficile interpretazione. Nonostante ciò, rimane l'unico strumento nella diagnostica per immagini polmonare comunemente utilizzato per prendere importanti decisioni terapeutiche in emergenza.
L'ecografia polmonare è una tecnica semplice da eseguire, che richiede poca abilità ed esperienza. Quando eseguita dallo stesso medico d'urgenza che ha in carico l'assistenza del paziente, è una tecnica che permette un'approfondita valutazione della dispnea acuta, con notevole risparmio di tempo.
Lo studio presente ha lo scopo di valutare il potenziale dell'ecografia polmonare nel diagnosticare la SAI in pazienti con patologie internistiche e osservarne fattibilità e variazione inter-osservatore.

Materiali e metodi

Durante un periodo di 5 mesi circa, abbiamo studiato 121 pazienti (52 donne e 69 uomini, con un *range* di età da 22 a 92 anni, età media 68,3 ± 15 anni) ricoverati consecutivamente presso la Medicina d'Urgenza dell'Ospedale San Luigi Gonzaga di Orbassano (TO). Questo ospedale registra circa 40.000 passaggi di Pronto Soccorso l'anno. Lo stesso personale medico che presta servizio presso il DEA gestisce la degenza della Medicina d'Urgenza (9 posti letto). Tutti i pazienti studiati sono stati ricoverati dal Pronto Soccorso e sottoposti a una radiografia del torace e a un'ecografia toracica entro 48 ore dal ricovero.

Pazienti

Dei 121 pazienti studiati, 4 sono stati esclusi a causa di un'ecografia o radiografia non leggibili. Si trattava di 1 caso di fibrotorace, 1 caso di mesotelioma e 2 casi di pneumonectomia da causa oncologica. I 117 pazienti rimanenti sono stati suddivisi in due gruppi, con (n = 29) e senza (n = 88) diagnosi clinica di coinvolgimento alveolo-interstiziale polmonare. Dei 29 con diagnosi positiva, 23 erano casi di edema polmonare acuto, 4 casi di fibrosi polmonare e 2 casi di polmonite interstiziale acuta. Degli 88 pazienti senza interessamento alveolo-interstiziale diffuso, 11 avevano una diagnosi di lesione polmonare localizzata (8 polmoniti e 3 tumori polmonari). In tutti i casi la diagnosi finale è stata confermata sulla base di storia clinica, immagini radiologiche, risultati di test come l'ecocardiografia o la ventricolografia sinistra, esami di funzione polmonare, risposta alla terapia ed evoluzione clinica durante la degenza, e *follow-up* a un mese.

Radiografia del torace

Ciascun paziente è stato sottoposto a una radiografia del torace in proiezione postero-anteriore, utilizzando una strumentazione e una tecnica standard. I pazienti in condizioni critiche sono stati sottoposti a una proiezione antero-posteriore a letto, tramite un'unità portatile. La radiografia è stata poi interpretata da un radiologo che non era a conoscenza dell'esito dell'ecografia e del quadro clinico del paziente. La diagnosi radiologica è stata divisa in due categorie, con e senza evidenza di diffusa SAI (presenza o meno di opacità alveolari e/o interstiziali diffuse e bilaterali, senza distinzioni tra confluenti, settali, lineari o nodulari). Dei 117 pazienti studiati, 31 avevano un'evidenza radiologica di coinvolgimento diffuso alveolo-interstiziale. Degli 86 rimanenti, 11 avevano una diagnosi radiologica di lesione polmonare parenchimale localizzata.

Ecografia polmonare

Per lo studio ecografico abbiamo utilizzato un'apparecchiatura portatile equipaggiata con sonda *convex* 3,5 MHz. Al momento dell'esame, l'esecutore non era a conoscenza del risultato della radiografia e della diagnosi di ricovero del paziente. Gli esami sono stati eseguiti da

Materiale protetto da copyright. Non fotocopiare o distribuire elettronicamente senza l'autorizzazione scritta dell'editore.

un gruppo di 5 medici (3 medici d'urgenza e 2 radiologi, con turni casuali) precedentemente addestrati all'esecuzione dell'ecografia polmonare per la ricerca degli artefatti a coda di cometa. In maniera casuale, 20 esami sono stati eseguiti sullo stesso paziente 2 volte da due operatori differenti, per testare la riproducibilità.
L'esame consisteva nella scansione della parete anteriore e laterale del torace, a paziente in posizione supina, e veniva eseguito entro le 48 ore dal ricovero. La corretta scansione era intercostale con la massima estensione visibile della linea pleurica. La parete toracica veniva divisa in 8 aree e si otteneva una scansione per ciascuna area. Le aree erano 2 anteriori e 2 laterali per ciascun lato. La parete toracica anteriore era delineata dallo sterno alla linea ascellare anteriore e veniva suddivisa in una metà superiore e una inferiore (approssimativamente dalla clavicola al 2°-3° spazio intercostale e dal 3° spazio al diaframma). La parete laterale era delineata dalla linea ascellare anteriore alla posteriore e veniva suddivisa in una metà superiore e una basale. L'immagine ricercata in ciascuna scansione era quella dell'artefatto verticale a coda di cometa che origina dall'interfaccia parete-polmone e si diffonde a raggiera fino alla parte inferiore dello schermo, precedentemente denominata linea B[3]. Ciascuna scansione per risultare patologica doveva avere almento 3 artefatti (artefatti multipli). Ciascun esame per risultare patologico doveva avere almeno 2 scansioni positive per lato (artefatti diffusi e bilaterali). Dei 117 pazienti sin qui studiati, 28 avevano un'ecografia positiva per SAI (Figura 2).

Risultati

Sui 121 pazienti ammessi allo studio, un confronto tra ecografia polmonare e radiografia toracica è stato possibile in 117, per cui la fattibilità è risultata del 96,7%. Il tempo necessario per eseguire l'ecografia polmonare non è risultato mai superiore a 3 minuti. La variabilità inter-osservatore nell'analisi di ciascuna scansione ecografica è risultata del 4,9%. Il risultato dell'ecografia polmonare è stato confrontato con la diagnosi radiografica e con la diagnosi clinica di dimissione.

Ecografia vs radiografia

I risultati del confronto tra diagnosi ecografica e radiografica sono riportati in Tabella 1. Considerando come positive tutte le ecografie con almeno 2 scansioni positive per lato, quest'esame ha dimostrato una sensibilità dell'83,9% e una specificità del 97,7% nel diagnosticare una SAI radiologica. Il valore predittivo positivo è risultato del 92,9%, il valore predittivo negativo del 94,4% e l'accuratezza del 94,0%. Ci sono stati 7 casi discordanti, 5 con ecografia negativa e 2 con ecografia positiva. I 5 falsi negativi erano 4 casi di edema polmonare acuto e un caso di ipertensione polmonare primitiva. I 2 falsi positivi erano un caso di artrite reumatoide e uno di polmonite basale destra.

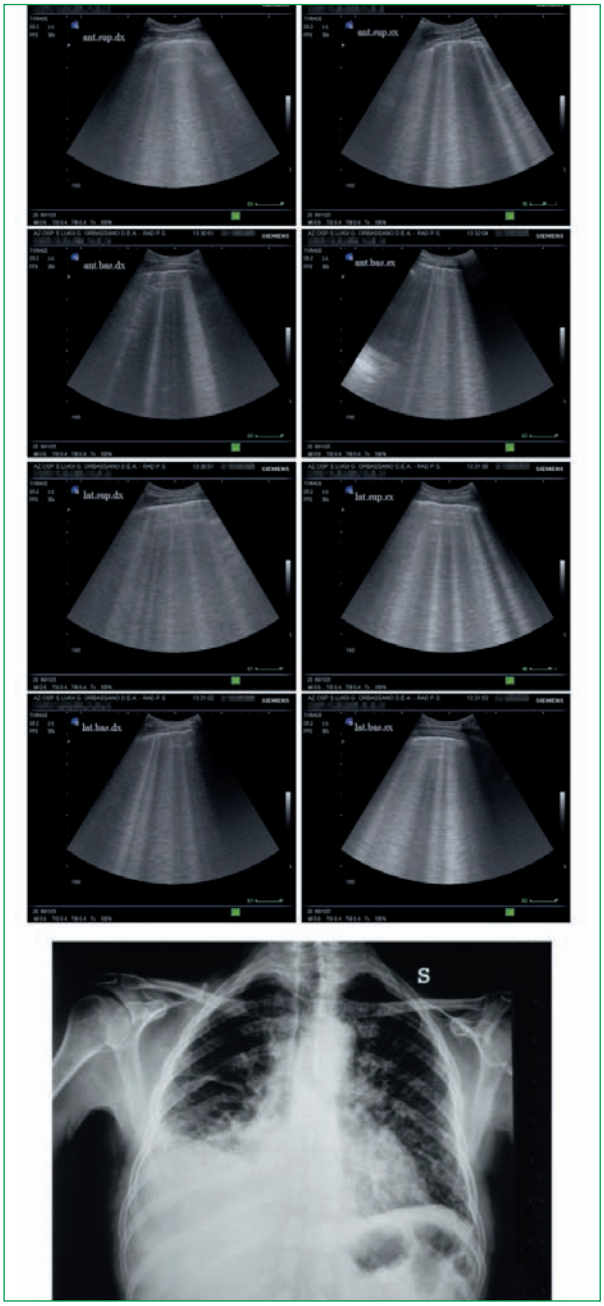

Fig. 2 - Edema polmonare acuto cardiogeno: *pattern* ecografico positivo per sindrome alveolo-interstiziale polmonare per la presenza di artefatti a coda di cometa multipli (almeno 3 per scansione), diffusi e bilaterali (tutte le 4 scansioni antero-laterali per ciascun lato) e corrispondente radiografia del torace con segni radiologici di sovraccarico del piccolo circolo e versamento pleurico bilaterale.

Ecografia vs diagnosi clinica

Utilizzando gli stessi criteri di positività ecografica precedentemente descritti, sono stati confrontati i risulta-

Materiale protetto da copyright. Non fotocopiare o distribuire elettronicamente senza l'autorizzazione scritta dell'editore.

TAB. 1

Confronto tra la diagnosi ecografica e radiografica di sindrome alveolo-interstiziale.

Ecografia polmonare	Radiografia toracica		
	Positiva	Negativa	Totale
Positiva	26	2	28
Negativa	5	84	89
Totale	31	86	117

ti dell'ecografia con la diagnosi alla dimissione (Tabella 2). L'ecografia polmonare per la ricerca degli artefatti tipo linee B ha dimostrato una sensibilità dell'82,8% e una specificità del 95,5% nel diagnosticare una patologia con interessamento alveolo-interstiziale diffuso. Il valore predittivo positivo è risultato dell'85,7%, il valore predittivo negativo del 94,4% e l'accuratezza del 92,3%. Ci sono stati 9 casi discordanti, 5 con ecografia negativa e 4 con ecografia positiva. I 5 falsi negativi erano tutti casi di edema polmonare acuto. I 4 falsi positivi erano una polmonite basale destra, una polmonite basale sinistra, una neoplasia polmonare destra e un caso di artrite reumatoride.

Discussione

Alcuni Autori hanno già in precedenza dimostrato che gli artefatti a coda di cometa all'ecografia polmonare originano da un fenomeno di risonanza dovuto alla rifrazione multipla del fascio ultrasonoro dai setti interlobulari ispessiti alla superficie polmonare[2-8]. Inoltre, Lichtenstein *et al.* hanno dimostrato che la presenza di tali artefatti era associata ai segni radiologici di ispessimento dei setti interlobulari e aree a vetro smerigliato alla TAC polmonare e alla radiografia toracica di pazienti in terapia intensiva[2]. Questi pazienti avevano diagnosi clinica di edema polmonare acuto, fibrosi polmonare e ARDS, erano tutti in condizioni critiche e molti sottoposti a ventilazione invasiva. Nonostante questi dati interessanti, mancano in letteratura i criteri per la definizione di un'ecografia positiva per SAI che possano essere utilizzati anche per la valutazione di forme di insufficienza respiratoria di minore gravità clinica. Questi criteri sono di difficile standardizzazione anche perché gli artefatti possono essere presenti in soggetti sani, generalmente confinati alle basi polmonari, o in caso di lesioni polmonari parenchimali circoscritte e senza coinvolgimento diffuso, come polmoniti e neoplasie[2]. Principale scopo del nostro studio è quello di determinare l'efficacia degli artefatti nella diagnosi della SAI in pazienti di tipo internistico. Questi pazienti sono in condizioni cliniche meno severe e con una varietà di diagnosi molto maggiore di quelli ricoverati in terapia intensiva. Nonostante ciò, dall'analisi dei dati preliminari del nostro studio, abbiamo ottenuto risultati di sensibilità e specificità sovrapponibili a quelli di Lichtenstein. Un diffuso coinvolgimento polmonare di tipo alveolo-interstiziale, sia esso acuto o cronico, grave o lieve, ha determinato nei nostri pazienti quasi sempre la presenza degli artefatti in maniera estesa. In particolare i pazienti con edema polmonare acuto (n = 23) avevano la maggiore diffusione e il maggior numero di artefatti nelle 8 scansioni eseguite. I 5 casi falsi negativi sono probabilmente da spiegare con il ritardo con cui è stata eseguita l'ecografia rispetto alla radiografia. Infatti, in tutti i pazienti la radiografia è stata eseguita in Pronto Soccorso prima del ricovero, mentre l'ecografia è stata eseguita entro le 48 ore dall'accesso in ospedale. Questo intervallo di tempo potrebbe spiegare la reversibilità del quadro polmonare, ottenuto grazie alla terapia, e la scomparsa degli artefatti ecografici.
L'esperienza e l'abilità necessarie per riconoscere un *pattern* ecografico patologico all'ecografia polmonare sono state acquisite facilmente da medici d'urgenza e radiologi. La fattibilità e la riproducibilità dell'esame si sono fin qui dimostrate buone e tutti i medici coinvolti come operatori ecografici hanno giudicato la metodica un mezzo diagnostico semplice da acqui-

TAB. 2

Confronto tra la diagnosi ecografica di sindrome alveolo-interstiziale e la diagnosi clinica alla dimissione.

	Diagnosi positiva	Diagnosi negativa	Totale
Ecografia positiva	24	4	28
Ecografia negativa	5	84	89
Totale	29	88	117

Materiale protetto da copyright. Non fotocopiare o distribuire elettronicamente senza l'autorizzazione scritta dell'editore.

sire ed eseguire. Per quanto concerne l'utilità clinica e il significato della diagnosi ecografica della SAI, il suo riconoscimento a letto del paziente dispnoico riteniamo sia molto utile, in particolare in emergenza. Occorre ricordare che la radiografia toracica tradizionale non sempre è risolutiva per distinguere differenti cause di insufficienza respiratoria[9-11]. In particolare ciò è vero quando non può essere ottenuto velocemente un radiogramma di buona qualità a letto del paziente. Altro elemento da considerare è la variabilità della lettura dei segni radiologici di coinvolgimento interstiziale, in particolare se la radiografia è eseguita in proiezione antero-posteriore e in un paziente poco collaborante. Infine, molti Dipartimenti di Emergenza non hanno il radiologo durante la notte e il fine settimana, e l'interpretazione di una radiografia del torace, spesso di cattiva qualità, non è semplice da parte del medico d'urgenza. Al contrario, il riconoscimento delle linee B ecografiche si è dimostrata una tecnica del tutto semplice da acquisire e di facile esecuzione. Essa permette la rapida e sicura distinzione tra differenti cause di insufficienza respiratoria. Infatti, in accordo con i dati della letteratura, la presenza di questi artefatti verticali permette di escludere un pneumotorace[12] e di differenziare tra un edema polmonare e una riacutizzazione di una broncopneumopatia cronico-ostruttiva[13].

In conclusione, dall'analisi dei dati preliminari del nostro studio possiamo affermare che la ricerca degli artefatti di cometa tipo linee B all'ecografia polmonare è una metodica sufficientemente accurata per la diagnosi della SAI a letto del paziente. Il test ha sin qui dimostrato di essere di facile esecuzione e di avere una buona riproducibilità inter-operatore. Noi crediamo che implementare l'esame clinico e la diagnostica di routine tradizionale con l'ecografia polmonare possa portare a una diagnosi più accurata e più rapida nella valutazione del paziente dispnoico nel Dipartimento di Emergenza.

Bibliografia

1. Ziskin MC, Thickman DI, Goldenberg NJ *et al.* The comet tail artifact. *J Ultrasound Med* 1982; 1: 1-7.
2. Lichtenstein D, Mézière 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.
3. Lichtenstein D. *Pneumothorax and introduction to ultrasound signs in the lung*. In: Heilmann U, Wilbertz H, Gosling A (eds.). *General ultrasound in the critically ill*. 1st ed. Springer-Verlag, Heidelberg, 2005, pp. 105-115.
4. Reissig A, Kroegel C. Transthoracic sonography of diffuse parenchymal lung disease. The comet tail artifacts. *J Ultrasound Med* 2003; 22: 173-180.
5. Targhetta R, Chavagneux R, Balmes P *et al.* Sonographic lung surface evaluation in pulmonary sarcoidosis: preliminary results. *J Ultrasound Med* 1994; 13: 381-388.
6. Jambrik Z, Monti S, Coppola V *et al.* Usefulness of ultrasound lung comets as a nonradiologic sign of extravascular lung water. *Am J Card* 2004; 93: 1265-70.
7. Agricola E, Bove T, Oppizzi M *et al.* "Ultrasound comet-tail images": a marker of pulmonary edema: a comparative study with wedge pressure and extravascular lung water. *Chest* 2005; 127: 1690-95.
8. Lichtenstein D. *Lung*. In: Heilmann U, Wilbertz H, Gosling A (eds.). *General ultrasound in the critically ill*. 1st ed. Springer-Verlag, Heidelberg, 2005, pp. 116-128.
9. Chakko S, Woska D, Martinez H *et al.* Clinical, radiographic, and hemodynamic correlations in chronic congestive heart failure: conflicting results may lead to inappropriate care. *Am J Med* 1991; 90: 353-959.
10. Siefkin AD. Dyspnea in the elderly: cardiac or pulmonary? *Geriatrics* 1984; 39: 46-52.
11. Wasserman K. Dyspnea on exertion: is the heart or the lungs? *JAMA* 1982; 248: 2039-43.
12. Lichtenstein D, Mézière G, Biderman P *et al.* A. The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 1999; 25: 383-288.
13. Lichtenstein D, Mézière G. A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet tail artifact. *Intensive Care Med* 1998; 24: 1331-34.

ABSTRACT

Diffuse comet-tail artifacts at lung ultrasound are due to thickened interlobular septa and extravascular lung water. This condition is typical of the alveolar-interstitial syndrome due to pulmonary edema, diffuse parenchymal lung disease or ARDS. Aim of our study is to assess the potential of bedside lung ultrasound to diagnose the alveolar-interstitial syndrome in patients admitted to our emergency medicine unit. The ultrasonic feature of multiple and diffuse comet-tail artifacts was investigated during 5 months, in 121 consecutive patients admitted to our unit. Each patient was studied bedside in a supine position, by 8 antero-lateral pulmonary intercostal scans. Ultrasonic results were compared with chest radiograph and clinical outcome. Lung ultrasound showed a sensitivity of 84% and a specificity of 98% in diagnosing the radiologic alveolar-interstitial syndrome. Corresponding figures in the identification of a disease involving lung interstitium were 83% and 96%. These preliminary data show that the study of comet-tail artifacts at lung ultrasound is a method reasonably accurate for diagnosing the alveolar-interstitial syndrome at bedside. This conclusion opens the hypothesis of the usefullness of bedside lung ultrasound in the evaluation of dyspnoeic patients in the emergency setting.

Materiale protetto da copyright. Non fotocopiare o distribuire elettronicamente senza l'autorizzazione scritta dell'editore.