

IN DEPTH REVIEW

# La radiografia del torace nella valutazione del corretto posizionamento e delle complicanze del catetere venoso centrale



**Fulvio Fiorini**<sup>1,6</sup>, Antonio Granata<sup>2,7</sup>, Pasquale Zamboli<sup>3</sup>, Maria Calabria<sup>3</sup>, Angela Faggian<sup>3</sup>, Giorgio Battaglia<sup>4</sup>, Alessandro D'Amelio<sup>5</sup>

(1) UOC Nefrologia e Dialisi, Ospedale "S. Maria della Misericordia", Rovigo

(2) UOC Nefrologia e Dialisi, Ospedale "San Giovanni di Dio", Agrigento

(3) UOC Nefrologia e Dialisi, Seconda Università degli Studi di Napoli, Napoli

(4) UOC Nefrologia e Dialisi, Ospedale "Santa Marta e Venera" Acireale, Catania

(5) UOC Nefrologia - Dialisi e Trapianto, Ospedale "V. Fazzi", Lecce

Per il GdS di Ecografia Renale della SIN e la Sezione di Studio di Nefrologia della SIUMB e Scuole Nazionali di Ecografia Specialistica Nefrologica SIUMB di (6) Rovigo e (7) Agrigento

Corrispondenza a: Fulvio Fiorini; SOC Nefrologia, Dialisi e Dietologia; ULSS 18 – Rovigo; Viale tre Martiri, 140; tel e fax 0425.393567; mail: [fiorini.fulvio@azisanrovigo.it](mailto:fiorini.fulvio@azisanrovigo.it)

Mail autore corrispondente: [Fulvio Fiorini](mailto:fiorini.fulvio@azisanrovigo.it)

## Abstract

Il cateterismo venoso centrale (CVC) rappresenta una procedura molto comune nella pratica medica quotidiana. I CVC vengono infatti utilizzati per la misurazione della pressione venosa centrale, la somministrazione di liquidi, chemioterapici, nutrizione parenterale e terapie extracorporee. Le linee guida internazionali raccomandano di verificare sempre il corretto posizionamento della punta del CVC e di identificare eventuali complicanze prima del suo utilizzo. La radiografia del torace rappresenta nella pratica clinica la tecnica più diffusamente utilizzata per il controllo del posizionamento del CVC nelle vene del distretto cavale superiore e delle possibili complicanze precoci correlate al posizionamento. L'uso integrato di radiologia convenzionale, soprattutto quella digitale di ultima generazione, TC spirale ed ecografia permette di avere pressoché in ogni situazione le risposte idonee per una diagnosi corretta. Il nefrologo, necessariamente portato ad occuparsi di CVC, non può esimersi da una idonea conoscenza di tali strumenti.

Parole chiave: catetere venoso centrale, complicanze del catetere venoso centrale, ecografia, radiologia del torace, tomografia computerizzata

## Abstract

The central venous catheter (CVC) is a very common procedure in the daily medical practice. In fact the CVCs are used to administer liquids and chemotherapeutics, the parenteral nutrition management, the measurement of the central venous pressure, the administration of hemodialysis. The international guidelines recommends always verifying the correct positioning of the tip of the CVC and to identify possible complications before his use. In the clinical practice the radiography of the chest represents the technique used more diffusely for the control of the positioning and the possible precocious complica-

tions of the temporary and permanent CVCs positioned in the central veins. The integrated use of conventional radiology, above all digital of last generation, spiral computed tomography and ultrasounds allows to nearly have in every situation the answers for a correct diagnosis. The nephrologist, necessarily brought to deal with CVC, cannot refuse from a knowledge of such tools.

Key words: central venous catheter, central venous catheter complications, chest radiography, computed tomography, ultrasounds

## Introduzione

Il cateterismo venoso centrale (CVC) rappresenta una procedura molto comune nella pratica clinica e viene utilizzato in numerose branche della medicina. L'impiego di un CVC viene, infatti, comunemente richiesto per a) somministrare liquidi e chemioterapici; b) gestire la nutrizione parenterale parziale o totale; c) misurare la pressione venosa centrale; d) praticare terapie extracorporee. I dati dell'USRDS 2012 rivelano come il 79,8% dei pazienti incidenti in emodialisi inizi il trattamento con un CVC, di cui il 18,3% dei pazienti con graft/fistola in via di "maturazione" [1].

Le linee guida internazionali raccomandano, dopo cateterismo venoso centrale, di verificare il corretto posizionamento del *tip* del CVC e di identificare eventuali complicanze prima del suo utilizzo [2]. Nonostante recenti studi ne mettano in discussione l'adeguatezza (soprattutto se effettuata in posizione supina) [3] [4], la radiografia del torace (Rx torace) rappresenta nella pratica clinica la tecnica più utilizzata per il controllo del posizionamento e delle possibili complicanze precoci dei CVC temporanei e permanenti posizionati nelle vene del distretto cavale superiore e rimane, almeno in Italia, la metodica maggiormente accessibile in tutte le realtà territoriali ospedaliere pubbliche e private in quanto di facile esecuzione, non invasiva ed a basso costo [5] [6]. I limiti della Rx torace sono superati tramite l'associazione dello studio ecografico e della Tomografia Computerizzata (TC) che, insieme, permettono l'esatta valutazione del posizionamento e delle complicanze legate al cateterismo.

## Rx torace e corretto posizionamento del catetere

Nel radiogramma standard del torace in proiezione antero-posteriore (AP), l'ombra cardiaca (o silhouette cardiaca) mostra margini ben definiti in contrasto con la trasparenza dei tessuti polmonari; il cuore appare, pertanto, come un'unica massa iperdiafana (chiarissima) in cui è possibile distinguere un profilo destro ed uno sinistro. Il profilo cardiaco destro è formato da due archi: un arco superiore, relativamente rettilineo, costituito dal margine destro della vena cava superiore, e da un arco inferiore, costituito dall'atrio destro (figura 1). Il profilo sinistro della silhouette cardiaca presenta tre archi ben distinti rappresentati da due convessità ed una concavità. Il primo arco (arco superiore), piccolo e convesso è formato dall'arco aortico. Il secondo arco (arco medio) è formato da una concavità che corrisponde al tronco dell'arteria polmonare ed alla prima porzione del suo ramo sinistro. Il terzo arco (arco inferiore), il maggiore dei tre, è costituito da un'altra convessità corrispondente alla parete anteriore e laterale del ventricolo sinistro (figura 1).

Il corretto posizionamento del catetere all'RX torace si ottiene verificando la presenza della punta del CVC all'interno del lume della vena cava superiore (cateteri temporanei) o a livello della giunzione atrio-cavale o della prima porzione dell'atrio destro (cateteri permanenti) (figura 1 e figura 2) [5].

## L'esecuzione dell'esame radiografico

La corretta valutazione dei radiogrammi (specialmente quando eseguiti al letto del paziente in posizione supina (AP) dipende non soltanto dall'esatta conoscenza dell'anatomia toracica e della fisiopatologia dell'apparato respiratorio, ma in primo luogo da una corretta e scrupolosa esecuzione tecnica dell'Rx torace [7].

Nell'esecuzione dell'Rx-torace al letto del paziente sono di fondamentale importanza alcuni fattori metodologici: la posizione del paziente, la distanza fuoco-film, il tempo di esposizione e la dose radiologica [8]. La *posizione* del paziente deve essere il più possibile sovrapponibile con quella ortostatica: viene considerata idonea una posizione semi-ortogonale (prossima ai 45°), ottenuta con l'utilizzo di letti articolati o posizionando dei cuscini dietro le spalle del paziente. Molta attenzione deve essere posta nell'evitare la rotazione del paziente durante lo scatto del radiogramma, in quanto una modesta rotazione di soli 5-10° è in grado di produrre variazioni morfologiche, di natura proiettiva, sia del peduncolo vascolare che dell'immagine cardiaca. All'Rx-torace gli emitoraci vengono considerati simmetrici quando la distanza fra le articolazioni sterno-claveari e le apofisi spinose vertebrali risulta uguale bilateralmente. Il disallineamento tra cassetta radiografica, torace e tubo radiogeno, a seguito dell'errato posizionamento del paziente e/o al tipo di letto di degenza, è un ulteriore problema da evitare. L'assunzione di una posizione lordotica può essere responsabile di distorsioni geometriche sia delle basi polmonari che del mediastino superiore e/o dell'area cardiaca. Una inclinazione di soli 10°-15° del tubo radiogeno in senso craniale con conseguente proiezione del tessuto adiposo extrapleurico, diaframmatico, sul lobo polmonare inferiore può determinare una scarsa definizione dell'emidiaframma e simulare una patologia polmonare e/o pleurica; questo errore può essere evitato utilizzando un fascio radiogeno tangenziale all'emidiaframma [8] [9] (full text). Gli apparati di ultima generazione dotati di generatore ad alta frequenza possiedono caratteristiche ottimali per l'esecuzione di esami

Rx Torace: proiezione Antero-Posteriore

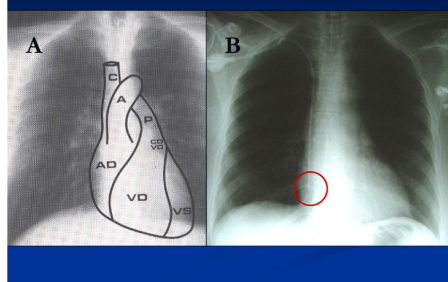


Figura 1.

Alla radiografia A-P del torace il profilo cardiaco presenta cinque archi. (A): 1) arco superiore destro, corrisponde alla v. cava superiore; 2) arco inferiore destro, corrisponde all'atrio destro; 3) arco superiore sinistro, corrisponde all'arco aortico; 4) arco medio sinistro, corrisponde all'arteria polmonare sinistra e alla camera di deflusso del ventricolo destro; 5) arco inferiore sinistro, corrisponde al ventricolo sinistro; (B) CVC con punta posizionata in atrio destro (cerchio).

Rx Torace: proiezione Latero-Laterale

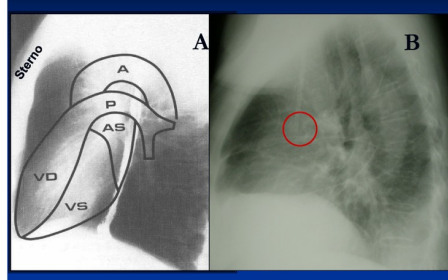


Figura 2.

Il cuore presenta un'opacità grossolanamente ovoidale con base in alto poco al davanti del V e VI corpo vertebrale dorsale e apice che raggiunge l'angolo antero-inferiore del torace. (A): il margine cardiaco anteriore comprende l'aorta ascendente, l'infundibolo dell'arteria polmonare e la camera di afflusso del ventricolo destro; il margine cardiaco posteriore identifica l'atrio sinistro e il ventricolo sinistro; (B): punta di CVC posizionata in atrio destro (cerchio).

radiologici al letto del paziente grazie all'impiego di sistemi asimmetrici con tecnica a tensioni medio-alte, al contrario di quanto avveniva/avviene con l'uso di pellicole tradizionali che richiedevano/richiedono una tecnica ad alta tensione [7].

La distanza fuoco-film è un fattore importante per ottenere radiogrammi di buona qualità; una distanza fuoco-film di circa 120-130 cm viene generalmente considerata sufficiente a ridurre significativamente le deformazioni e gli ingrandimenti delle strutture anatomiche [8] [9] (full text). Ciò è ottenibile evitando la divergenza del fascio radiologico incidente che può causare modificazioni geometriche delle strutture anatomiche del torace, in particolar modo dell'ombra cardio-mediastinica, potendo causare un'errata interpretazione.

I tempi di esposizione devono essere brevi e sincroni con la fisiologica apnea respiratoria, con l'esecuzione del radiogramma in fase inspiratoria, in particolar modo nei pazienti con scarsa compliance [7]. L'introduzione nella pratica clinica della radiografia digitale "ad alta definizione" ha determinato notevoli vantaggi [7] [10] [11] in quanto l'acquisizione diretta delle immagini in formato digitale tramite un sistema di rilevazione a piastra di cristalli fotoluminescenti, possiede una risoluzione spaziale sufficiente a consentire una buona valutazione del CVC unitamente a una corretta identificazione di eventuali concomitanti alterazioni parenchimali e alla capacità di migliorare la qualità delle immagini, esaltando i particolari di interesse diagnostico. Questa metodica permette la rappresentazione di un ampio range di densità, ma anche la possibilità di elaborazione-registrazione delle immagini con riduzione della dose di raggi X somministrata al paziente fino al 50% rispetto alla radiologia convenzionale, eliminando al contempo gli errori tecnici di sotto-sovra esposizione [7].

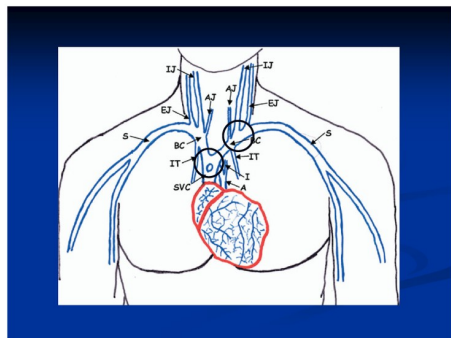
Nel caso in cui sia necessario l'accertamento di malposizionamenti e/o di verificare il bilancio globale delle complicanze da CVC, il ricorso alla TC spirale rappresenta la diagnostica di elezione. La TC spirale, grazie a velocità e continuità di scansione, permette lo studio dell'intero torace in una singola apnea (con riduzione dei tempi di esame) consente la riduzione degli artefatti di movimento respiratorio e cardiaco, l'ottimizzazione dello studio contrastografico, ed una buona gestione dell'emergenza nei pazienti critici e pediatrici [11].

## Valutazione di malposizionamenti

L'esame radiologico del torace in duplice proiezione (AP-LL), gioca un ruolo strategico nell'individuare i malposizionamenti di un CVC [12].

I malposizionamenti sono più frequenti quando il CVC per giungere in vena cava superiore o in atrio destro deve superare delle biforcazioni vasali. La loro incidenza è minima quando si incannula la vena giugulare interna destra, mentre è massima per la giugulare interna sinistra. In quest'ultimo caso, i punti critici a livello dei quali il catetere può procedere per vie alternative o trovare difficoltà nell'avanzamento sono due: l'unione con la vena anonima e l'unione con la vena cava superiore (figura 3) [12] [13]. Con l'approccio sinistro il catetere non riesce infatti a superare facilmente la giunzione tra vena anonima e vena cava superiore e può puntare sul profilo destro di quest'ultima (figura 4) determinando un malposizionamento particolarmente pericoloso che deve essere rapidamente corretto, poiché può provocare perforazione della parete venosa correlata ai movimenti del CVC sotto l'effetto delle pulsazioni cardiache, degli atti respiratori, delle pompe peristaltiche collegate e dei movimenti del collo cui è ancorato [12]. Il cateterismo della vena giugulare interna destra mostra, invece, una discreta incidenza di dislocazioni tardive in quanto il CVC, a causa del decorso rettilineo dell'asse giugulare-cavale e in seguito a variazioni della pressione intratoracica (ad es. vomito o tosse), può risalire all'interno del vaso o addirittura spostarsi in un altro vaso venoso (figura 5 e figura 6).

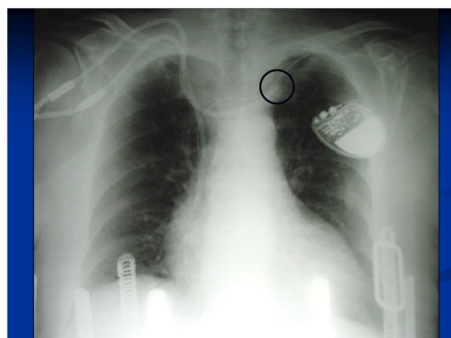
## Le complicanze



**Figura 3.**  
L'incannulamento dei vasi venosi di sinistra incontra due punti critici: l'unione con la vena anonima sinistra e con la vena cava superiore (cerchi neri) (da Granata e coll: Am J Kidney Dis Vol 51, No 5 (May), pp 42-44, 2008, modificata)



**Figura 4.**  
Talvolta il catetere non riesce a superare la giunzione tra vena anonima e vena cava superiore e punta contro il profilo destro di quest'ultima (cerchio).



**Figura 5.**  
Catetere tunnellizzato a due lumi separati in vena giugulare interna destra in paziente in dialisi portatore di PM definitivo: la linea "arteriosa" è migrata in vena anonima sinistra (cerchio) con conseguenti problemi di flusso ematico.

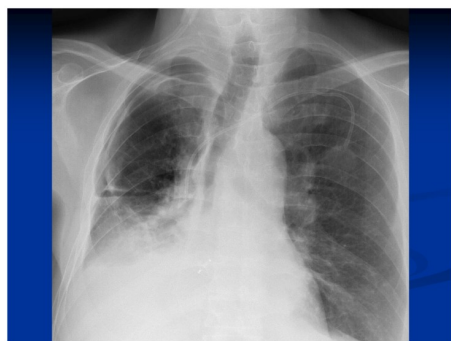


**Figura 6.**  
Catetere bilume temporaneo inserito tramite puntura della vena succlavia destra, ma che si è posizionato nel tratto del collo della vena giugulare interna. (dovrebbe essere l'esterna)

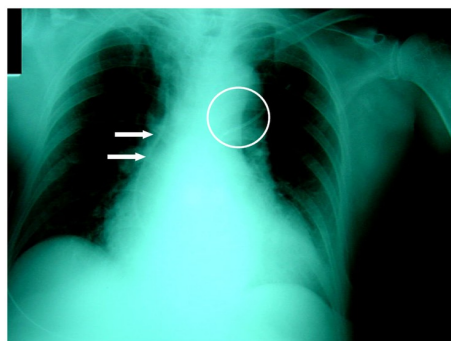
Le complicanze del cateterismo venoso centrale sono numerose e quasi sempre valutabili radiologicamente: risultano più frequenti per l'accesso tramite la vena succlavia a causa della contiguità anatomica con l'arteria omonima e l'apice polmonare.

1) *Pneumotorace*: è sempre ben riconoscibile radiologicamente quando di discreta entità, mentre le piccole falde aeree devono essere ricercate con attenzione e risultano frequentemente valutabili con l'indagine ecografica, eseguibile anche al letto del paziente, con un'accuratezza diagnostica superiore a quella della radiologia tradizionale [10], [14] (figura 7). Quando l' Rx-torace è eseguito a paziente supino, l'aria tende a disporsi nelle regioni basali para-cardiache determinando un aumento della trasparenza di una base associato a una inconsueta nitidezza del profilo del diaframma, anche in mancanza della limitante opaca della pleura viscerale. In questi casi la possibilità di confronto con radiogrammi precedenti è strategica ed ogni sospetto deve essere approfondito anche solo attraverso un radiogramma frontale, con paziente in decubito controlaterale [15] [16].

2) *Dislocazione endovascolare del CVC*: in tale situazione, la Rx torace dimostra la presenza del catetere in sede completamente intratoracica. Quasi sempre si tratta di CVC con cono di raccordo prossimale mobile ancorato al collo che, in seguito ai movimenti di flessione-estensione e di rotazione del collo, possono staccarsi e "scivolare" nel torrente circolatorio. In altri casi, si tratta di frammenti di catetere, staccatisi durante le manovre di introduzione/rimozione, che sono "embolizzati"; nel caso risulti difficoltosa la precisa localizzazione del frammento del CVC con la sola Rx torace, è giustificato il ricorso alla TC [12], [17], [18] (figura 8 e figura 9). Tale tipologia di complicanza si verifica più frequentemente per il cateterismo della vena giugulare interna destra poiché, da questo lato, il sistema giugulare-anonimo-cavale è rettilineo e non presenta ostacoli alla migrazione del catetere verso il cuore. Il recupero dell'intero CVC o di parte di esso viene generalmente effettuato mediante tecniche di radiologia interventistica [6], [17], [15].



**Figura 7.**  
Rx torace che dimostra ipodiafania pleuro-parenchimale basale destra associata a falda di pneumotorace margino costale e apicale dello spessore massimo di 15 mm con presenza di livello idroaereo. Catetere da infusione in succlavia sinistra. Progredita venipuntura in succlavia destra.



**Figura 8.**  
CVC posizionato in vena succlavia destra che è "scivolato" nel torrente circolatorio (freccia) fino a giungere in vena polmonare (cerchio).

3) *Versamento mediastinico e versamento pleurico*: la loro comparsa in corso di cateterismo venoso centrale è conseguente a perforazione vasale da parte del *tip* del catetere che giunge in mediastino o nello spazio pleurico. In caso di dubbio diagnostico con la sola Rx torace, il corretto posizionamento intravascolare del CVC può essere documentato mediante infusione di pochi mL di mezzo di contrasto attraverso il CVC stesso e/o tramite esecuzione di elettrocardiografia endocavitaria, utilizzando la punta del CVC come elettrodo esploratore [5] (figura 10). Modesti versamenti pleurici possono essere riconosciuti a paziente supino per la comparsa nei radiogrammi di sottili bande opache apicali e margino-costali, di sfumatura dell'emidiaframma con eventuale obliterazione del seno costo-frenico e/o di modesti ispessimenti scissurali [6] [16]; anche in questi casi l'esame ecografico risulta di facile esecuzione, presenta maggiore sensibilità rispetto all'Rx torace dimostrando versamenti non valutabili alla Rx torace e permette inoltre un rapido follow-up (figura 11). In caso di emomediastino, la Rx torace dimostra uno slargamento del mediastino con possibile cancellazione degli archi cardiaci; tuttavia, maggiore sensibilità diagnostica ha la TC senza mezzo di contrasto (*mdc*) che evidenzia tumefazione di varia densità, a seconda del tempo trascorso dall'insorgenza (inizialmente il sangue fresco presenta elevata densità, mentre successivamente a seguito delle trasformazioni del contenuto ematico la densità diminuisce).

4) *Estremità impuntata contro la parete vasale, inginocchiamento, attorcigliamento ed annodamento*: tali complicanze sono di facile identificazione e di immediata diagnosi mediante la Rx torace (figura 4, figura 5 e figura 12).

5) *Trombosi*: si tratta di una complicanza tardiva dove la Rx torace non è di alcuna utilità; le complicanze trombotiche nella sede di impianto del CVC possono venire sospettate clinicamente (malfunzionamento, comparsa di circoli collaterali, eventuali segni di flogosi) e venire dimostrate ecograficamente, se superficiali (trombosi della giugulare e di parte del tronco anonimo-succlavia) (figura 13), oppure venire scoperte accidentalmente in corso di

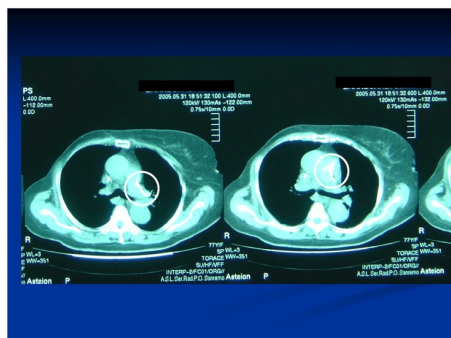


Figura 9.  
CVC posizonato in vena succlavia destra che è "scivolato" nel torrente circolatorio (frece) fino a giungere in vena polmonare (cerchio).

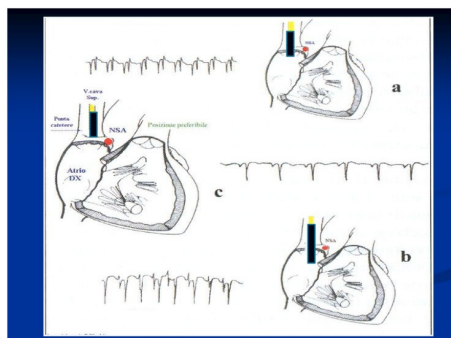
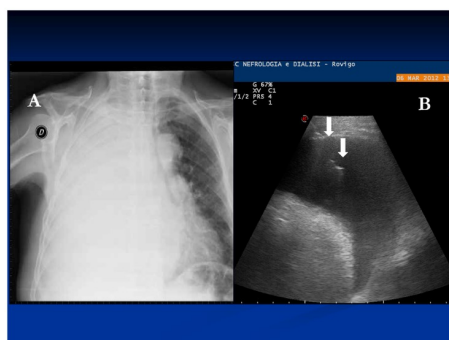


Figura 10.  
L'ECG-EC utilizza la punta del CVC come elettrodo esploratore e sulla base della morfologia dell'onda P individua la posizione della punta: a) a livello della giunzione atrio-cavale; b) a livello della cava superiore; c) a livello della prima porzione atriale.

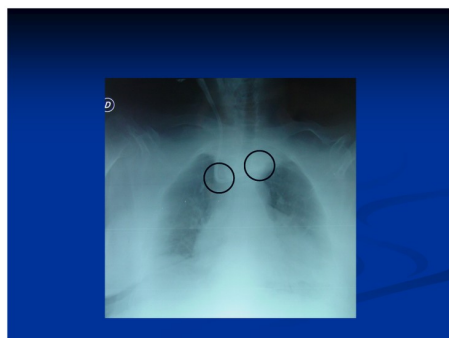
TC torace con *mdc* effettuato per altri motivi (figura 14). L'angio TC, l'angio-RM e la flebografia sono indicati per ottenere la mappa del coinvolgimento trombotico, e quindi delle vie di accesso venoso rimaste disponibili e per l'atteggiamento terapeutico da pianificare [19] [20] [21].

6) *Complicanze settiche*: alla Rx torace sono dimostrabili come un ingrandimento del mediastino, mentre la TC è utile per documentare il coinvolgimento mediastinico, guidare le manovre di drenaggio chirurgico ed effettuare il follow-up [1]. Alla TC, la diagnosi di mediastinite acuta si basa sul riscontro di un incremento della densità e del volume del tessuto adiposo del mediastino; in caso si manifesti evoluzione ascessuale, questa è dimostrabile come una lesione ipodensa, con valori densitometrici di +20/+30 Hounsfield Unit (HU) [22] [23].



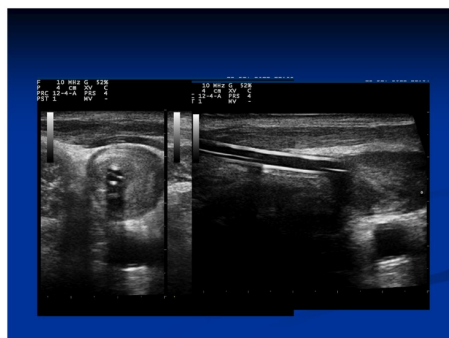
**Figura 11.**

A) Rx torace: campo polmonare destro diffusamente iperdiafano per versamento pleurico di grave entità con spostamento cardiaco a sinistra; B) ecografia toracica transcostale: lo stesso versamento in corso di toracentesi: è visibile e controllabile in tempo reale l'ago (freccia).



**Figura 12.**

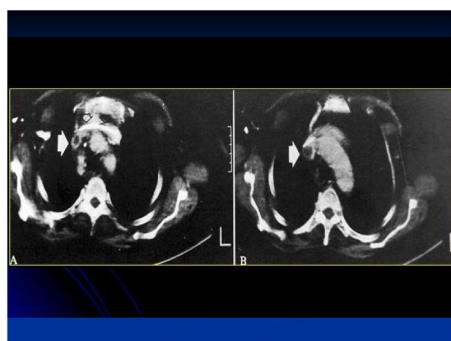
Inginocchiamento di CVC temporaneo in vena giugulare interna destra con punta posizionata in anonima sinistra: si noti il posizionamento alto a livello del collo della sede di entrata del CVC, indice di puntura vasale eseguita probabilmente senza ecoguida.



**Figura 13.**

Scansione ecografica trasversale a sinistra e longitudinale a destra di vena giugulare interna che dimostra CVC che ha determinato trombosi completa del vaso.





**Figura 14.**  
Scansione ecografica trasversale a sinistra e longitudinale a destra di vena giugulare interna che dimostra CVC che ha determinato trombosi completa del vaso.

## Conclusioni

Nonostante recenti studi ne mettano in discussione l'adeguatezza, il radiogramma standard del torace rappresenta la metodica di studio più semplice e rapida per il riconoscimento del corretto posizionamento del CVC, e di eventuali malposizionamenti e complicanze. L'efficacia diagnostica di questa indagine è strettamente legata alla qualità del radiogramma ottenuto: risulta, pertanto, indispensabile una precisa conoscenza di tutti i fattori che concorrono alla realizzazione di un esame radiografico di ottima qualità e la loro piena realizzazione può concretizzarsi solo mediante la stretta collaborazione tra personale tecnico, radiologo e clinico. L'uso integrato della radiologia convenzionale, specie di quella digitale, della TC spirale e dell'ecografia permette di avere pressoché in ogni evenienza clinica le risposte idonee per una diagnosi corretta. La diagnostica per immagini occupa quindi un ruolo strategico nella gestione *step-by-step* del cateterismo venoso centrale, a partire dall'incannulamento del vaso, alla valutazione dell'esatto posizionamento, delle complicanze fino all'eventuale procedura interventistica. In questo scenario, il nefrologo, necessariamente portato ad occuparsi di cateterismo venoso centrale, non può esimersi da una idonea conoscenza di tali strumenti diagnostici e questo vale sempre più, in un periodo storico di continua ricerca dell'ottimizzazione delle risorse economiche, per la sopravvivenza delle varie unità operative di Nefrologia.

## Bibliografia

[1] United States Renal Data System, 2012 Annual Data Report, Vol.2, 224-226

[2] NKF-K/DOQI Vascular Access Work Group. Clinical practice guidelines for vascular access. Am J Kidney Dis 2006; 48: S176-S273.

[3] Wirsing M, Schummer C, Neumann R et al. Is traditional reading of the bedside chest radiograph appropriate to detect intraatrial central venous catheter position? Chest 2008 Sep;134(3):527-33

[4] Hsu JH, Wang CK, Chu KS et al. Comparison of radiographic landmarks and the echocardiographic SVC/RA junction in the positioning of long-term central venous catheters. Acta anaesthesiologica Scandinavica 2006 Jul;50(6):731-5

[5] Calabria M, Zamboli P, D'Amelio A et al. [Use of ECG-EC in the positioning of central venous catheters]. Giornale italiano di nefrologia : organo ufficiale della Società italiana di nefrologia 2012 Jan-Feb;29(1):49-57

[6] Ammirati C, Maizel J, Slama M et al. Is chest X-ray still necessary after central venous catheter insertion? Critical care medicine 2010 Feb;38(2):715-6

[7] Riblet JL, Shillinglaw W, Goldberg AJ et al. Utility of the routine chest X-ray after "over-wire" venous catheter changes. The American surgeon 1996 Dec;62(12):1064-5

[8] Ciccotosto C, Giandomenico E, Filippone A et al. L'esame radiologico del torace al letto del paziente. Problemi metodologici e tecnici. In: Cittadini G e Sardanelli F: Radiologia di tutti i giorni 2. ECIG, Genova 1989; 17, 1-80

[9] Alg?n O, Gökalp G, Topal U et al. Signs in chest imaging. Diagnostic and interventional radiology (Ankara, Turkey) 2011 Mar;17(1):18-29 (full text)

[10] Pirroni T, Meduri A. Linee guida tecnologiche e metodologiche in radiologia toracica: la radiografia analogica e la radiografia

digitale. In: Manuale di Radiologia Toracica SIRM sez. di Radiologia Toracica. Edizioni Minerva Medica 2002; 53-61.

[11] Salvolini L, Bichi Secchi E. Linee-guida tecniche e metodologiche in radiologia toracica: TC spirale. In Manuale di Radiologia Toracica SIRM sez. di Radiologia Toracica. Edizioni Minerva Medica 2002; 63-79.

[12] Bahrami S, Chow D, Kadell B et al. Thoracic and abdominal devices radiologists should recognize: self-assessment module. AJR. American journal of roentgenology 2009 Dec;193(6 Suppl):S119-22

[13] Granata A, Figura M, Basile A. Why doesn't this hemodialysis catheter work? American Journal of Kidney Diseases. 2008 May; 51(5):42-44.

[14] Schummer W, Schummer C, Steenbeck J et al. Central venous catheter in the left hemithorax--malpositioned? Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia 2004 Aug;18(4):529-31

[15] Garofalo G, Busso M, Perotto F et al. Ultrasound diagnosis of pneumothorax. La Radiologia medica 2006 Jun;111(4):516-25

[16] Guth AA Routine chest X-rays after insertion of implantable long-term venous catheters: necessary or not? The American surgeon 2001 Jan;67(1):26-9

[17] Gladwin MT, Slonim A, Landucci DL et al. Cannulation of the internal jugular vein: is postprocedural chest radiography always necessary? Critical care medicine 1999 Sep;27(9):1819-23

[18] Keckler SJ, Spilde TL, Ho B et al. Chest radiograph after central line placement under fluoroscopy: utility or futility? Journal of pediatric surgery 2008 May;43(5):854-6

[19] Forneris G, Quarello F, Pozzato M et al. [Spiral x-ray computed tomography in the diagnosis of central venous catheterization complications]. Nephrologie 2001;22(8):495-9

[20] Sotirakopoulos N, Skandalos L, Tsitsios T et al. The incorrect placement of hemodialysis catheters in veins. The necessity for urgent x-ray evaluation for its position. Renal failure 2001 Jan;23(1):127-33

[21] Molgaard O, Nielsen MS, Handberg BB et al. Routine X-ray control of upper central venous lines: Is it necessary? Acta anaesthesiologica Scandinavica 2004 Jul;48(6):685-9

[22] Pikwer A, Bååth L, Perstoft I et al. Routine chest X-ray is not required after a low-risk central venous cannulation. Acta anaesthesiologica Scandinavica 2009 Oct;53(9):1145-52

[23] Pittiruti M, La Greca A, Scoppettuolo G et al. The electrocardiographic method for positioning the tip of central venous catheters. The journal of vascular access 2011 Oct-Dec;12(4):280-91