

Advantages of multidetector-row CT with multiplanar reformation in guiding percutaneous lung biopsies

Vantaggi dell'utilizzo dell'MPR con TCMD nella guida delle biopsie polmonari percutanee

M. De Filippo¹ • M. Onniboni¹ • M. Rusca² • P. Carbognani² • L. Ferrari³ • A. Guazzi⁴
A. Casalini³ • E. Verardo¹ • V. Cataldi¹ • M. Tiseo⁴ • N. Sverzellati¹ • G. Chiari¹ • E. Rabaiotti¹
A. Corsi¹ • G. Cacciani³ • M. Sommario¹ • A. Ardizoni⁴ • M. Zompatori¹

¹Dipartimento di Scienze Cliniche, Sezione di Scienze Radiologiche, ²Dipartimento di Scienze Chirurgiche, Sezione di Chirurgia Toracica, ³Dipartimento Pneumologico, Sezione di Pneumologia ed Endoscopia Toracica, ⁴Dipartimento di Medicina 2, Sezione di Oncologia Medica, Università degli Studi di Parma, Parma, Italy

Correspondence to: M. De Filippo, Scienze Radiologiche, Azienda Ospedaliero-Universitaria di Parma, Via Gramsci 14, Padiglione Barbieri, 43100 Parma, Italy, Tel.: +39-052-1703660, e-mail: massimo.defilippo@unipr.it

Received: 4 February 2008 / Accepted: 25 February 2008 / Published online: 25 September 2008
© Springer-Verlag 2008

Abstract

Purpose. This study aimed to assess the usefulness of multiplanar reformations (MPR) during multidetector-row computed tomography (MDCT)-guided percutaneous needle biopsy of lung lesions difficult to access with the guidance of the native axial images alone owing to overlying bony structures, large vessels or pleural fissures.

Materials and methods. MDCT-guided transthoracic needle biopsy (TNB) was performed on 84 patients (55 men and 29 women; mean age 65 years) with suspected lung neoplasm by using a spiral MDCT scanner with the simultaneous acquisition of six slices per rotation. We determined the site of entry of the 22-gauge Chiba needle on native axial images and coronal or sagittal MPR images. We took care to ensure the shortest needle path without overlying large vessels, main bronchi, pleural fissures or bony structures; access to the lung parenchyma as perpendicular as possible to the pleural plane; and sampling of highly attenuating areas of noncalcified tissue within the lesion.

Results. Diagnostic samples were obtained in 96% of cases. In 73 patients, lesions appeared as a solid noncalcified nodule <2 cm; 11 lesions were mass-like. In 22, the biopsy required MPR guidance owing to overlying ribs (18), fissures (2) or hilar–mediastinal location (2).

Conclusions. MDCT MPR images allowed sampling of pulmonary lesions until now considered unreachable with

Riassunto

Obiettivo. Valutare l'utilità delle immagini multiplanar reformations (MPR), durante agobiopsia percutanea TC spirale multidetettore (TCMD) guidata, nelle lesioni polmonari difficilmente raggiungibili con la sola guida delle immagini assiali, in quanto coperte da strutture scheletriche, grossi vasi o scissure pleuriche.

Materiali e metodi. Eseguita agobiopsia transtoracica (TNB, transthoracic needle biopsy) TCMD-guidata in 84 pazienti (55 maschi e 29 femmine, età media 65 anni) con lesione polmonare sospetta per neoplasia. Impiegato scanner TCMD a scansione elicoidale, con acquisizione simultanea di sei strati per ogni rotazione completa. Sulla base di immagini assiali native ed MPR sagittali o coronali è stato introdotto un ago "Chiba Point" centimetrato da 22 gauge (G) scegliendo: il tragitto più breve in cui non si sovrappongono grossi vasi, bronchi principali e lobari, scissure pleuriche e strutture scheletriche; ingresso nel parenchima polmonare il più perpendicolare possibile al piano pleurico; le zone di tessuto non calcifico più dense della lesione da sottoporre a biopsia.

Risultati. Nel 96% dei casi si è ottenuto un prelievo diagnostico. In 73 pazienti le lesioni sottoposte ad agobiopsia avevano caratteristiche di nodulo solido non calcifico di dimensioni inferiori ai 2 cm; 11 lesioni erano masse neoplastiche. In ventidue noduli è stata necessaria

axial MDCT guidance because of overlying bony structures (ribs, sternum and scapulae) or critical location (hilar-mediastinal, proximity to the heart or large vessels). Compared with the conventional procedure, the use of MPR images does not increase the rate of pneumothorax or the procedure time.

Keywords MPR · MDCT · Lung neoplasms · Transthoracic needle biopsy

la guida biottica con immagini MPR in quanto lesioni “coperte” da coste (18 noduli), da scissure (2 noduli) o a localizzazione ilo-mediastinica (2 noduli).

Conclusioni. *Le immagini MPR ottenute con TCMD hanno permesso di raggiungere lesioni polmonari considerate un tempo inaccessibili con la sola guida delle immagini TCMD assiali. L'impiego della immagini MPR, inoltre, non incrementa, rispetto alla procedura convenzionale né i casi di pneumotorace (PNX) né il tempo di esecuzione del prelievo.*

Parole chiave MPR · TCMD · Agobiopsia transtoracica · Tumori polmonari

Introduction

Fine-needle aspiration biopsy (FNAB) with percutaneous transthoracic access is a minimally invasive, safe, effective and well-tolerated procedure for diagnosing pulmonary, mediastinal and chest-wall lesions [1, 2]. A cytohistological diagnosis should also be obtained to plan nonsurgical treatment – radiotherapy or chemotherapy – in inoperable or borderline patients or those who decline surgery. In addition, because the various histological types of neoplasms respond differently to chemotherapy, the correct chemotherapeutic agent needs to be selected for the individual patient. Cytohistological characterisation is also required in patients with a history of apparently remitting neoplasm, those with concurrent neoplasms or those with residual lesions after chemo- or radiotherapy [3]. The techniques used to guide pulmonary FNAB are fluoroscopy, bronchoscopy and multidetector-row spiral computed tomography (MDCT).

Fluoroscopy-guided transthoracic needle biopsy (TNB) is a rapid and inexpensive technique that allows real-time monitoring of the procedure. Nonetheless, this technique is gradually being abandoned owing to:

- Low spatial resolution
- Operator exposure to ionising radiation
- Increasing availability of MDCT.

Where MDCT is not present, fluoroscopy-guided TNB remains a valuable option, especially for peripheral lesions located in areas of the lung affected by respiratory motion.

Transbronchial biopsy, with or without fluoroscopic guidance, is a commonly used technique that is often an integral step in the workup of lesions amenable to diagnosis by flexible bronchoscopy.

MDCT allows direct visualisation of small, low-density lesions and of lesions located in areas that cannot be seen with fluoroscopy. Sensitivity of the technique is 90%–95% for malignancies >1–1.5 cm in diameter and 70%–75% for smaller lesions. This makes MDCT-guided TNB an excel-

Introduzione

L'agoaspirato polmonare con prelievo citologico (FNAB, fine needle aspiration biopsy), eseguito con approccio percutaneo transtoracico è una procedura minimamente invasiva, di provata sicurezza, efficacia e tollerabilità, impiegata nella diagnostica delle lesioni polmonari, del mediastino e della parete toracica [1, 2]. Anche nei pazienti inoperabili, border-line o che rifiutino l'intervento chirurgico è auspicabile una diagnosi cito-istologica per definire l'adeguata scelta terapeutica; radioterapia o chemioterapia. È noto che i vari istotipi delle neoplasie rispondono diversamente ai chemioterapici; è quindi opportuna la selezione del farmaco in relazione alla natura della neoplasia. È inoltre necessaria la caratterizzazione cito-istologica per i pazienti con storia di neoplasia in apparente remissione clinica, con presenza di neoplasie concomitanti o con lesione residua post chemo-radioterapia [3]. Le tecniche che permettono la guida di una agobiopsia polmonare sono la fluoroscopia, la broncoscopia e la TC spirale multidetettore (TCMD).

La biopsia transtoracica (TNB, transthoracic needle biopsy) in fluoroscopia è una tecnica di rapida esecuzione, con bassi costi e che consente la visualizzazione della manovra in tempo reale. Nonostante questi vantaggi è una metodica gradualmente in disuso per:

- la bassa risoluzione spaziale della metodica;
- l'esposizione dell'operatore alle radiazioni ionizzanti;
- la grande diffusione sul territorio della TCMD.

Resta comunque valida (qualora non fosse disponibile una TCMD), soprattutto per le lesioni periferiche e situate in aree del polmone particolarmente sensibili agli atti respiratori.

La biopsia transbronchiale, con e senza guida fluoroscopica, è una metodica largamente diffusa; rappresenta molto spesso un passaggio obbligato nell'iter diagnostico delle lesioni polmonari che possono essere avvicinate con il broncoscopio flessibile.

lent diagnostic technique [4, 5]. In addition, MDCT provides good-quality multiplanar reformations (MPR), which we believe to be especially useful for guiding percutaneous fine-needle biopsy of the lung.

Separate mention should be made of MDCT-fluoroscopy-guided TNB, a new-generation technique that combines the advantages of MDCT and fluoroscopy. However, diffusion of this technique is still limited.

Our study aimed to evaluate the usefulness of MDCT MPR images in sampling difficult lesions on axial imaging, that is, lesions covered by bony structures (ribs, sternum or scapulae) or located in critical areas (pulmonary hilum, close to the heart or large mediastinal vessels or pleural fissures).

Materials and methods

From September 2006 to January 2008, we studied 84 patients (55 men and 29 women; mean age 65 years) with suspicious lung lesions. Patients were examined by spiral MDCT (Somatom Emotion 6, Siemens, Erlangen, Germany) with the simultaneous acquisition of six slices per rotation. Technical parameters were 90 mAs, 130 kV, 10.26 mGv, 6×2-mm collimation, 2.5-mm slice thickness, and 1-mm increment. Image postprocessing was performed on a Leonardo workstation (Siemens). TNB was carried out during hospitalisation or on an outpatient basis. All patients gave written informed consent after receiving verbal and written information about the benefits and risks of the procedure.

Patients were placed on the MDCT table in the supine, prone or lateral position depending on lesion site and distance from the chest wall. Peripheral venous access with a 20-gauge needle cannula was prepared to deliver medications as needed. A radiopaque grid was used as a CT landmark. The patient's skin was disinfected, and the entry site of the 22-gauge Chiba point needle was established on native axial and sagittal or coronal MPR images, taking care to ensure:

- The shortest needle path without overlying large vessels, main and lobar bronchi, pleural fissures or bony structures
- Access to the lung parenchyma as perpendicular as possible to the pleural plane
- Sampling of highly attenuating areas of noncalcified tissue within the lesion

A second MDCT scan was used to document correct positioning of the needle tip on axial and MPR images (Fig. 1).

After removal of the stylet, the needle was connected to a 20-ml syringe for aspiration; suction was applied while rotating and moving the needle to and from within the

La TCMD permette di visualizzare sia lesioni di piccole dimensioni e a bassa densità sia lesioni localizzate in zone difficili non visualizzabili in fluoroscopia. La sensibilità di tale metodica è del 90%–95% per lesioni neoplastiche maligne con diametro superiore a 1–1,5 cm e scende al 70%–75% per lesioni di diametro inferiore; la TNB TCMD-guidata è pertanto un'eccellente tecnica diagnostica [4, 5]. L'introduzione della TCMD inoltre ha permesso di ottenere ricostruzioni di immagini multiplanari (MPR, multiplanar reformations) di apprezzabile qualità, a nostro avviso, particolarmente vantaggiose nella guida dell'agobiopsia percutanea polmonare.

Menzione a parte merita la TNB TCMD-fluoroscopia guidata. Quest'ultima è una tecnica emergente di recente concezione che coniuga i vantaggi di entrambe le metodiche; presenta tuttavia una diffusione sul territorio ancora molto limitata.

Lo scopo dello studio è stato quello di valutare l'utilità delle immagini MPR ottenute con TCMD nel prelievo di materiale biologico di lesioni difficilmente raggiungibili con la sola osservazione delle immagini assiali, in quanto "coperte" da strutture scheletriche (coste, sterno e scapole) o situate in zone critiche (ilo polmonare, in corrispondenza del cuore o dei grossi vasi mediastinici o di scissure pleuriche.

Materiali e metodi

Dal settembre del 2006 al gennaio 2008 abbiamo esaminato 84 pazienti di età media 65 anni, 55 maschi e 29 femmine, con lesione polmonare sospetta per neoplasia. I pazienti sono stati studiati con scanner TCMD (Somatom Emotion 6, Siemens, Erlangen, Germania) a scansione elicoidale, con acquisizione simultanea di sei strati per ogni rotazione completa. I parametri tecnici utilizzati sono stati i seguenti: 90 mAs, 130 kV, 10,26 mGv, collimazione 6×2 mm, slice 2,5 mm e record increment di 1 mm. Il post-processing delle immagini è stato ottenuto con workstation Leonardo (Workstation Leonardo, Siemens). La TNB è stata eseguita in regime di ricovero ordinario o di day hospital, dopo avere ottenuto il consenso firmato dal paziente, previa informazione verbale e scritta sui vantaggi e le possibili complicanze correlate alla procedura.

I pazienti vengono posizionati sul lettino della TCMD in decubito supino, prono o laterale a seconda della sede del nodulo da sottoporre ad agobiopsia e della sua distanza dalla parete toracica. Viene assicurato un accesso venoso periferico con agocannula di 20 gauge (G) per la somministrazione di farmaci in caso di necessità. Viene impiegata una rete metallica centimetrata come repere. Sulla base di immagini assiali native ed MPR sagittali o coronali, previa disinfezione della cute, si introduce un ago "Chiba Point" centimetrato da 22 G, scegliendo:

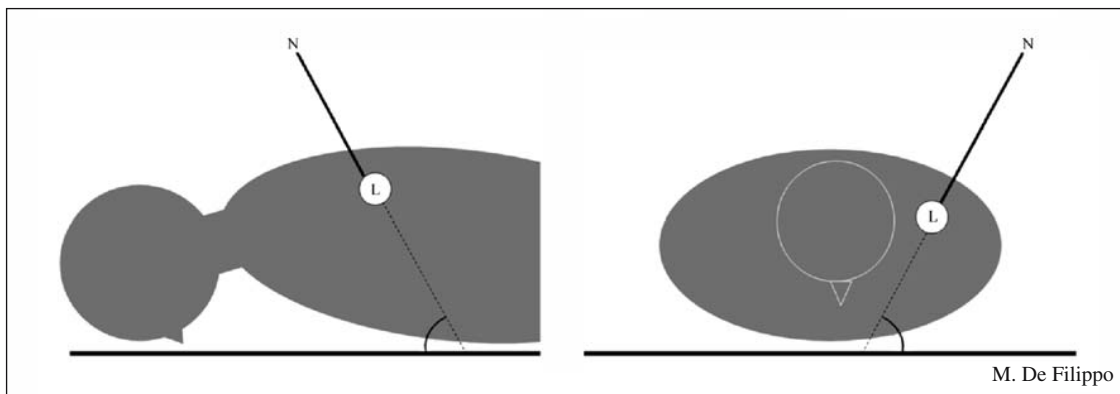


Fig. 1 Double (craniocaudal and mediolateral) inclination of the needle (*N*) necessary to sample the lesion (*L*) while avoiding the superimposition of ribs, fissures and large vessels. The double inclination of the needle is easily demonstrated on multidetector computed tomography multiplanar reconstruction images.

Fig. 1 Dimostrazione schematica di una doppia inclinazione (cranio-caudale e latero-mediale) dell'ago, indicato con "N", utile per centrare la lesione (L) da sottoporre a biopsia, evitando coste, scissure e grossi vasi sovrapposti. La doppia inclinazione dell'ago può essere agevolmente documentata con immagini MPR ottenute mediante TCMD.

lesion. The plunger was then released and the needle withdrawn. The sample was smeared on a glass slide and its adequacy assessed immediately by the onsite cytopathologist. Postprocedural MDCT was obtained to rule out possible complications.

Results

Biological samples were obtained in all cases and diagnostic samples in 96% of cases. Sampled lesions appeared as a noncalcified solid nodule <2 cm in diameter in 73 patients, whereas 11 were mass-like (2–16 cm). Of 73 nodules, 18 were covered by ribs and two by pleural fissures; in these cases, MPR images proved essential for needle guidance. Two nodules were located in the hilar-mediastinal region: one on the right side and the other on the left.

Definitive cytological diagnosis revealed malignancy in 70 cases: non-small-cell carcinoma (19); adenocarcinoma (24); bronchioloalveolar carcinoma (2); epidermoid carcinoma (10); small cell carcinoma (1); metastasis (10); lymphoma (1); sarcomatoid mesothelioma (1); carcinoid (1); lymphomatoid granulomatosis (1). Diagnoses were benign in ten cases: one sarcoid nodule, one tubercular nodule and other benign lesions of acute inflammatory origin, some of which were purulent. Four cytological samples were inadequate.

Minor complications included 11 cases of small pneumothorax (<2-cm thick) that resolved spontaneously, one case of extensive pneumothorax requiring chest tube drainage and three cases of perilesional bleeding. There were no major complications.

- il tragitto più breve in cui non si sovrappongono grossi vasi, bronchi principali e lobari, scissure pleuriche e strutture scheletriche;
- ingresso nel parenchima polmonare il più perpendicolare possibile al piano pleurico;
- le zone di tessuto non calcifico più dense.

Con una scansione TCMD successiva si ottiene la conferma, nelle immagini assiali ed MPR, che la punta dell'ago era stata correttamente posizionata (Fig. 1).

Estratto il mandrino, l'ago viene raccordato con una siringa da 20 ml inserita in una pistola per aspirazione; si aspira e contemporaneamente la punta dell'ago viene portata in avanti, indietro e con una lieve rotazione nel contesto della lesione. Viene così rilasciato il pistone e sfilato l'ago. Il materiale prelevato viene strisciato su vetrino ed immediatamente osservato al microscopio ottico dal cito-patologo per la valutazione dell'idoneità del prelievo. Si esegue una scansione TCMD di controllo per evidenziare eventuali complicanze.

Risultati

La procedura in tutti i casi ha permesso il campionamento di un prelievo di materiale biologico. Nel 96% dei casi si è ottenuto un prelievo diagnostico. Le lesioni sottoposte ad agobiopsia avevano caratteristiche del nodulo solido non calcifico di dimensioni inferiori ai 2 cm, in 73 pazienti; 11 lesioni erano in forma di massa (dimensioni comprese tra i 2 e 16 cm). Su 73 noduli, 18 erano "coperti" da coste e 2 da scissure pleuriche; in tali casi le immagini MPR sono state decisive per la guida dell'ago. Due noduli erano localizzati

Discussion

Since Haaga and Aifridi described the first CT-guided lung biopsy in 1976 [6], the technique has become increasingly popular. Its reported accuracy ranges from 64% to 97%, and major complications are rare [7]. Needle-track seeding following FNAB is very infrequent [8], as are the following major complications of percutaneous transthoracic needle biopsies:

- Gas embolism (cerebral 0.07%) from bronchovascular fistula or pulmonary artery puncture
- Neoplastic seeding (very rare)
- Vagal reaction
- Infectious complications
- Cardiac tamponade
- Lung torsion

Mortality is very low (0.08%–0.1%) and may be caused by air embolism, untreated hypertensive pneumothorax, massive haemorrhage or myocardial infarction. The most common minor complications of transthoracic biopsy are pneumothorax (10%–15%, only 5%–10% requiring chest drainage), perilesional bleeding (up to 10%), mild haemoptysis (10%) and, rarely, haemothorax.

Risk factors in pneumothorax:

- Lesion size
- Lesion depth
- Emphysema
- Approach angle <90°
- Multiple transpleural passes
- Needle size
- Procedure time

Perilesional bleeding is frequent but it is rarely a cause of haemoptysis and only when the bleeding is profuse. Although pneumothorax is a minor complication, it should be noted that even a small pneumothorax can constitute a major complication in patients with impaired respiratory function. The risk of developing pneumothorax is related to the number of needle passes through the pleural surfaces (the greater the number of passes, the higher the risk), length of the needle path and patient's respiratory function [the incidence of pneumothorax in patients with a forced expiratory volume in 1 s (FEV₁) >70% is significantly lower than in those with FEV₁ <70%] [9]. The risk of pneumothorax is also dependent on needle calibre, approach angle and time between pleural puncture and needle removal. Another cause of pneumothorax is needle passage through pleural fissures or areas of subpleural bullous emphysema [10]. Although fine-needle aspiration of lesions with extensive pleural contact is unlikely to cause pneumothorax, the risk increases in the case of small subpleural lesions [11]. For such lesions, some investigators have advocated adopting an oblique approach tangential to the pleura rather than a direct approach, even if the

in sede ilo-mediastinica, rispettivamente uno a destra, l'altro a sinistra.

L'analisi citologica definitiva del campione ha portato a diagnosi di malignità in 70 casi, ponendo la diagnosi di: carcinoma non a piccole cellule (19 casi); adenocarcinoma (24 casi); carcinoma bronchiolo-alveolare (2 casi); carcinoma epidermoide (10 casi); carcinoma a piccole cellule (1 caso); metastasi (10 casi); linfoma (1 caso); mesotelioma sarcomatoide (1 caso); carcinoide (1 caso); granulomatosi linfomatoide (1 caso). In 10 casi è emersa la natura benigna della lesione, tra cui un nodulo granulomatoso da sarcoidosi, un nodulo di natura tubercolare, ed altre lesioni di natura flogistica acuta alcune con caratteri purulenti. Quattro prelievi sono risultati inadeguati.

Le complicanze minori sono state: 11 pazienti con piccole falde di pneumotorace (PNX) (<2 cm di spessore) risoltesi spontaneamente; 1 paziente con PNX di maggiore entità che ha richiesto il posizionamento di tubo di drenaggio; 3 pazienti con soffiatura emorragica perilesionale. Non si è verificata nessuna complicanza maggiore.

Discussione

Dal 1976, data in cui Haaga e Aifridi [6] descrissero la prima biopsia polmonare TC guidata, vi è stato un crescente e diffuso utilizzo di tale metodica. Molti studiosi hanno descritto l'accuratezza della biopsia TCMD guidata in un range di percentuale tra il 64%–97% e le complicanze maggiori sono rare [7]. Estremamente raro è l'impianto di cellule neoplastiche lungo il tragitto dell'ago dopo ago-biopsia [8]. Molto rare sono le complicanze maggiori delle biopsie percutanee transtoraciche con ago sottile:

- embolia gassosa (cerebrale 0,07%) per fistola broncovascolare o puntura di arteria polmonare;
- seeding neoplastico (estremamente raro);
- reazione vagale;
- complicanze infettive;
- tamponamento cardiaco;
- torsione polmonare.

La mortalità legata alla metodica è molto bassa (0,08%–0,1%) e può essere causata da: embolia gassosa, pneumotorace iperteso non trattato, emorragia massiva, infarto del miocardio. Le complicanze minori più frequenti, conseguenti alla biopsia transtoracica sono l'emorragia perilesionale e lo pneumotorace (PNX). (10%–15%, solo nel 5%–10% necessita di drenaggio toracico), emorragia parenchimale perilesionale (fino al 10%), emoftoe (10%), emotorace (raro).

Fattori di rischio:

- dimensione della lesione;
- profondità della lesione;
- presenza di enfisema;

needle path becomes exceptionally long [5, 11].

Unlike previous authors, we noted no increase in minor complications (pneumothorax, haemorrhage) related to the technique. The reason for this was probably the use of MPR guidance. MPR needle guidance allowed us to avoid crossing pleural fissures and to select a plane parallel to the needle path, which may account for the low rate of pneumothorax in our study. The MDCT MPR images also helped us determine the best needle path for lesions difficult to reach on the basis of the native axial images alone because of overlying bony structures (ribs, sternum, and scapulae) (Figs. 2–4) or critical location (pulmonary hilum, proximity to the heart or large mediastinal vessels) (Fig. 5). Improvement of MPR diagnostic accuracy was observed, however, not only in difficult lesions, but also in solitary pulmonary nodules <20 mm, for which the native axial images were adequate for guidance; multiplanar visualisation of these lesions was, in fact, helpful to identify the best biopsy site.

By using MPR, we were able to appreciate the several advantages of MDCT over fluoroscopic guidance and trans-

- *angolo di ingresso <math><90^\circ</math>;*
- *passaggi transpleurici multipli;*
- *dimensione dell'ago;*
- *durata della procedura;*

L'emorragia perilesionale è molto frequente ma solo raramente e solo quando di dimensioni considerevoli, è responsabile di emoftoe. Il PNx è una complicanza minore, tuttavia, anche se di modeste dimensioni, in pazienti con funzionalità respiratoria compromessa può rappresentare una complicanza maggiore. Il rischio di sviluppare PNx è in relazione al numero di passaggi dell'ago attraverso i foglietti pleurici (maggiore è il numero di passaggi, maggiore è il rischio di PNx), alla lunghezza di penetrazione dell'ago e alla funzionalità respiratoria: la percentuale di PNx in pazienti con volume espiratorio forzato al 1° (FEV₁) secondo maggiore del 70% è significativamente minore rispetto ai pazienti con FEV₁ minore del 70% [9]. Il rischio di sviluppare PNx è inoltre aumentato dal calibro dell'ago (l'uso di aghi di piccolo calibro diminuisce il rischio di PNx), dall'angolo di penetrazione, dal tempo di permanenza dell'ago all'interno del parenchima. Un'ulteriore



Fig. 2a,b A 67-year-old female smoker with cytological diagnosis of non-small-cell lung cancer. **a** The four axial multidetector computed tomography (MDCT) sections show a 20-mm solid noncalcified pulmonary lesion totally covered by a rib (arrows) in the dorsal segment of the right lower lobe. **b** The axial (left quadrant) and right parasagittal (right quadrant) multiplanar reconstruction (MPR) images show the caudocranial and lateromedial spatial orientation of the needle (double inclination). Note how the MPR images help identify an adequate intercostal approach and show the needle tip inside the nodule (arrows).

Fig. 2a,b Paziente femmina fumatrice di 67 anni con diagnosi citologica di neoplasia polmonare non a piccole cellule. **a** Le 4 sezioni assiali TCMD documentano una lesione polmonare solida non calcifica di 20 mm (freccie), completamente coperta da una costa, situata nel segmento dorsale del lobo polmonare inferiore destro. **b** Le immagine MPR in sezione para-sagittale destra (quadrante di destra) ed assiale (quadrante di sinistra) dimostrano l'orientamento spaziale dell'ago in senso caudo-craniale e latero-mediale (doppia inclinazione). Si noti come nell'immagine MPR si individui un adeguato approccio intercostale e si documenti la punta dell'ago all'interno del nodulo (freccie).



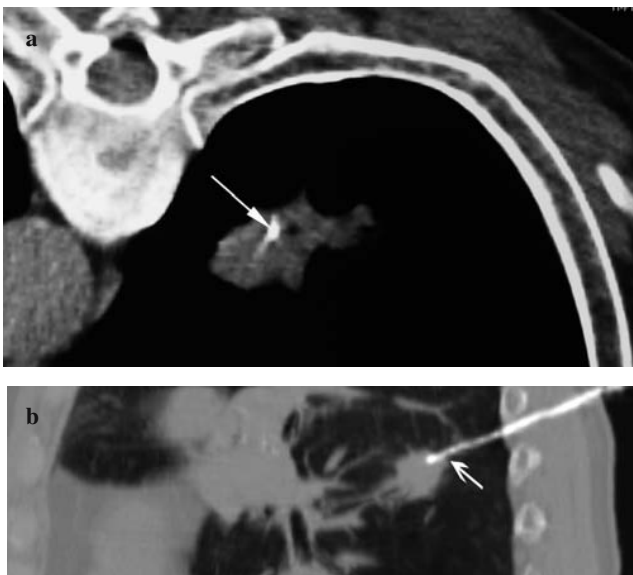


Fig. 3a,b A 62-year-old male smoker with a cytological diagnosis of non-small-cell lung cancer. **a** A 25-mm solid noncalcified pulmonary lesion can be seen in the dorsal segment of the right lower lobe; the *arrow* shows the needle tip inside the lesion. **b** Right parasagittal multiplanar reconstruction (MPR) image shows a pulmonary nodule totally covered by a rib. Note the craniocaudal inclination of the needle and the needle tip inside the lesion (*arrow*).

Fig. 3a,b Paziente maschio fumatore di 62 anni con diagnosi citologica di neoplasia polmonare non a piccole cellule. **a** Lesione polmonare solida non calcifica di 25 mm, nel segmento dorsale del lobo polmonare inferiore destro; la freccia indica la punta dell'ago all'interno della lesione (*freccia*). **b** L'immagine MPR in sezione para-sagittale destra dimostra la presenza di un nodulo polmonare completamente coperto da una costa. Si noti l'inclinazione dell'ago in senso cranio-caudale e la punta dell'ago all'interno della lesione (*freccia*).

bronchial biopsy. Fluoroscopy is limited by high radiation exposure for the operator, the inability to reach small hilar-mediastinal lesions that cannot be distinguished from vascular structures and all those lesions with insufficient density for fluoroscopic visualisation. Transbronchial biopsy is almost exclusively indicated for nonperipheral lesions having some relationship with the feeding bronchus and thus enabling correct access with the bronchoscope. Even slight bronchial angulations, displacements or subocclusions are enough to hinder passage of the bronchoscope and make it impossible to access the lesion with the forceps or needle [12]. In addition, the procedure is not well tolerated by patients [13]. Using MDCT MPR images avoids the need to install fluoroscopic hardware on MDCT scanners, which is still expensive and exposes the operator and patient to high radiation doses.

Conclusions

Using MPR images during MDCT-guided lung biopsies improves overall diagnostic accuracy in pulmonary lesions

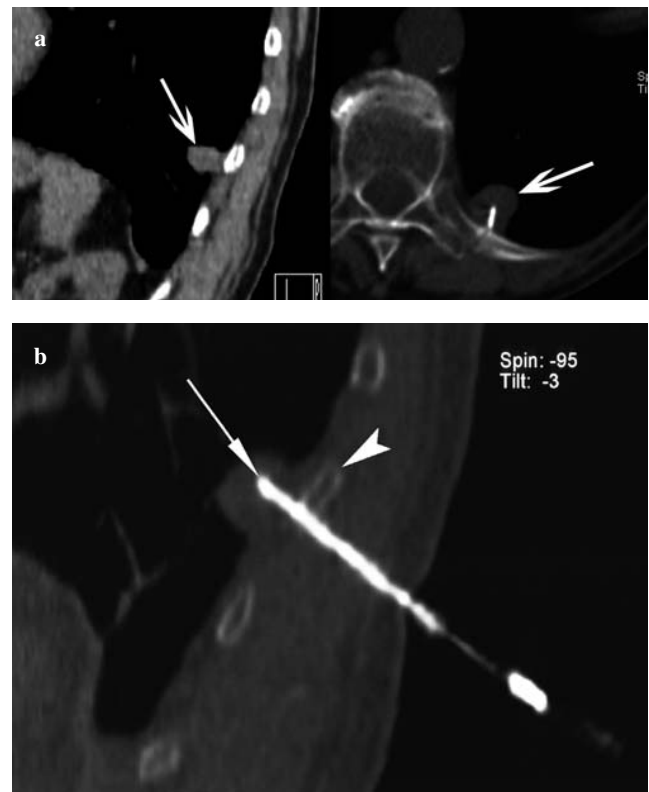


Fig. 4a,b A 75-year-old female smoker with a cytological diagnosis of non-small-cell lung cancer. **a** Sagittal multiplanar reconstruction (MPR) image (left quadrant) shows a 20-mm solid noncalcified pulmonary lesion in the dorsal segment of right lower lobe adhering to the infracostal visceral pleura (*arrow*). The needle tip can be seen inside the nodule (*arrow*) in the right quadrant. **b** Left parasagittal MPR image shows the appropriate intercostal approach and the caudocranial inclination of the needle, the needle tip (*arrow*) and the rib covering the lesion (*arrowhead*). Note how the nodule engaged by the needle cannot move up and go behind the rib.

Fig. 4a,b Paziente femmina fumatrice di 75 anni con diagnosi citologica di neoplasia polmonare non a piccole cellule. **a** L'immagine sagittale MPR nel quadrante a sinistra documenta una lesione polmonare solida non calcifica di 20 mm, nel segmento dorsale del lobo polmonare inferiore sinistro, adesa alla pleura viscerale sottocostale (*freccia*). Nel quadrante di destra viene mostrata la punta dell'ago all'interno del nodulo (*freccia*). **b** L'immagine MPR in sezione para-sagittale sinistra documenta l'adeguato approccio intercostale, l'inclinazione dell'ago in senso caudo-craniale, la punta dell'ago (*freccia*) e la costa che copre la lesione (*testa di freccia*). Si noti come il nodulo, una volta ancorato dall'ago, non riesca a risalire ed a ricollocarsi completamente dietro la costa.

causa di PNX sono anche i passaggi attraverso scissure pleuriche o bolle di enfisema subpleuriche [10]. L'ago aspirato di una lesione con ampia base d'appoggio pleurico ha una bassa probabilità di causare PNX; maggiore è il rischio di PNX se la lesione, pur in sede subpleurica, è di piccolo calibro [11]. In quest'ultimo caso alcuni autori consigliano un approccio obliquo, tangenziale alla pleura, anche se il percorso dell'ago diviene particolarmente lungo, rispetto all'approccio diretto con tragitto più breve [5, 11].

Nel nostro studio non abbiamo osservato, rispetto ai dati correnti nella letteratura, un incremento delle complicanze

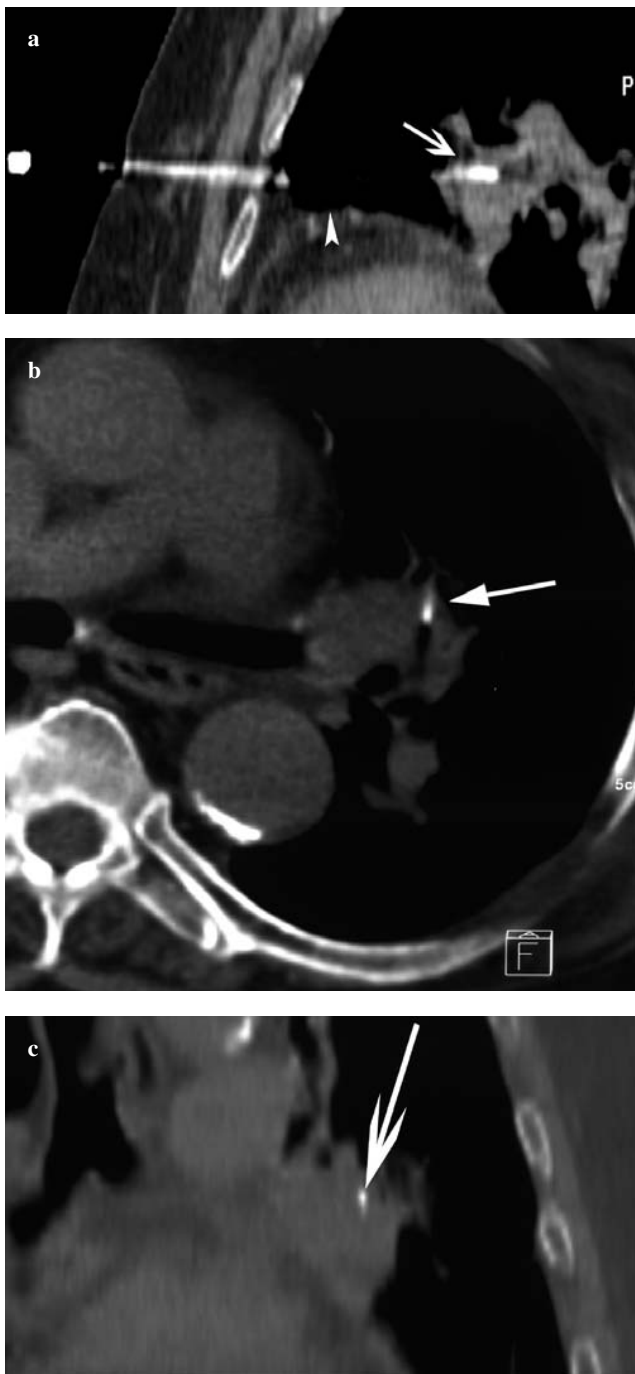


Fig. 5a-c A 82-year-old female nonsmoker who had undergone left upper lobectomy for non-small-cell lung cancer 4 years earlier, with recurrence at the ipsilateral hilum. **a** Left parasagittal multiplanar reconstruction (MPR) image shows the needle path in left pulmonary parahilar location where there are no overlying ribs or large vessels. Depiction of the needle tip inside the left hilum in the **b** axial section and **c** coronal MPR.

Fig. 5a-c Paziente femmina non fumatrice di 82 anni, operata 4 anni prima di lobectomia superiore sinistra per neoplasia polmonare non a piccole cellule, con recidiva di malattia all'ilo polmonare omolaterale. **a** L'immagine MPR parasagittale sinistra documenta il percorso dell'ago in sede parailare polmonare sinistra in cui non si sovrappongono coste né grossi vasi. **b,c** Dimostrazione della punta dell'ago all'interno della lesione ilare polmonare sinistra, rispettivamente in sezione assiale (**b**) ed in MPR coronale (**c**).

minori (PNX, emorragie) generalmente correlate alla tecnica, con il ricorso alla guida di immagini MPR. La guida dell'ago con immagini MPR ha permesso di evitare la penetrazione nelle scissure pleuriche e di scegliere un piano ortogonale alla penetrazione dell'ago; ciò potrebbe spiegare la bassa percentuale di PNX registrata nel nostro studio. Le immagini MPR ottenute con TCMD, inoltre, hanno permesso la scelta dell'ottimale traiettoria dell'ago, nelle lesioni difficilmente raggiungibili con la sola osservazione delle immagini assiali native, in quanto "coperte" da strutture scheletriche (coste, sterno e scapole) (Figg. 2–4) o situate in zone critiche (ilo-polmonare, in corrispondenza del cuore o dei grossi vasi mediastinici) (Fig. 5). Il miglioramento dell'accuratezza diagnostica dell'MPR si è osservato non solo in quest'ultime lesioni ma anche nei noduli polmonari solitari di diametro inferiore ai 20 mm, la cui guida era agevole già con le immagini assiali TCMD; una loro visualizzazione multiplanare è stata infatti ugualmente utile per individuare la sede più opportuna del prelievo.

Il ricorso a ricostruzioni MPR ha permesso di rimarcare i vantaggi della TCMD rispetto alla guida fluoroscopica ed alla biopsia transbronchiale. L'utilizzo del fluoroscopio è gravato da un'alta esposizione a radiazioni ionizzanti per l'operatore, all'incapacità di raggiungere le piccole lesioni ilo-mediastiniche, in quanto indistinguibili dalle strutture vascolari, nonché tutte quelle lesioni di densità insufficiente per una visualizzazione fluoroscopica. La biopsia transbronchiale ha indicazione quasi esclusiva per lesioni non periferiche e che presentino un rapporto con il bronco tributario tale da consentire al broncoscopio il giusto approccio per il prelievo. Sono sufficienti infatti anche piccole angolazioni nelle vie aeree, dislocazioni o subocclusioni, che il passaggio del broncoscopio ne viene largamente limitato al punto da rendere impossibile l'estensione della pinza tranciante o dell'ago e quindi il campionamento della lesione [12]. Non va dimenticato inoltre quanto questa manovra sia mal tollerata dai pazienti [13]. L'impiego di ricostruzioni MPR ottenute con TCMD, riteniamo permetta di evitare l'installazione di hardware di guida fluoroscopica negli scanner TCMD, ancora particolarmente costosi e che esporrebbero a radiazioni ionizzanti l'operatore ed oltremisura il paziente.

Conclusioni

L'impiego di ricostruzioni MPR durante biopsie polmonari TCMD guidate, migliora l'accuratezza diagnostica delle lesioni polmonari, in quanto permette: una corretta pianificazione della traiettoria dell'ago; una precisa documentazione della posizione della punta dell'ago nel contesto della lesione; una migliore identificazione di aree necrotiche da

in that it allows optimal planning of the needle path, precise depiction of the needle tip inside the lesion and better visualisation of necrotic areas to be avoided due to the risk of false negative results. Furthermore, our experience suggests that in percutaneous MDCT-guided fine-needle biopsy, MPR images are especially useful for sampling biological tissue in lesions that are difficult to access with axial images alone owing to overlying bony structures (ribs, sternum, scapulae) or critical location (pulmonary hilum, proximity to the heart or large mediastinal vessels). MPR images help avoid bullous emphysema and pleural fissures, the crossing of which is associated with a heightened risk of pneumothorax. In conclusion, pulmonary lesions once considered inaccessible or difficult to reach can now be sampled with MDCT MPR guidance without increasing the rate of pneumothorax or procedure time.

evitare, per il rischio di falsi negativi. La nostra esperienza suggerisce che il ricorso alla tecnica MPR nell'agobiopsia percutanea TCMD guidata è particolarmente utile nel prelievo di materiale biologico di lesioni difficilmente raggiungibili con la sola osservazione delle immagini TCMD assiali, in quanto "coperte" da strutture scheletriche (coste, sterno e scapole) o situate in zone critiche (ilo polmonare, in corrispondenza del cuore o dei grossi vasi mediastinici). Le immagini MPR aiutano ad evitare bolle enfisematose, scissure pleuriche, la cui penetrazione dell'ago è particolarmente a rischio di PNX. In conclusione, lesioni polmonari considerate un tempo inaccessibili o "difficili" possono essere oggi biopsiate sotto guida TCMD mediante utilizzo di immagini MPR, senza un incremento dei casi di PNX e del tempo di esecuzione della procedura.

Conflict of interest statement The author declare that they have no conflict of interest to the publication of this article.

References/Bibliografia

1. Manhire A, Charig M, Clelland C et al (2003) BTS Guidelines. Guidelines for radiologically guided lung biopsy. *Thorax* 58:920–937
2. Ernst A, Silvestri A, Johnstone D (2003) Guidelines from the ACCP Interventional pulmonary procedures. *Chest* 123:1693–1717
3. Tan BB, Flaherty KR, Kazerooni EA, Iannettoni MD (2003) American College of Chest Physicians. The solitary nodule. *Chest* 123 [Suppl 1]:89S–96S
4. Schreiber G, McCrory D (2003) Performance characteristics of different modalities for diagnosis of suspected lung cancer: Summary of published evidence. *Chest* 123:115S–128S
5. Wallace MJ, Krishnamurthy S, Broemeling LD et al (2002) CT-guided percutaneous fine needle aspiration biopsy of small (<or=1cm) pulmonary lesions. *Radiology* 225:823–828
6. Haaga JR, Alfidi RJ (1976) Precise biopsy localization by computer tomography. *Radiology* 118:603–607
7. Lacasse Y, Wong E, Guyatt GH, Cook DJ (1999) Transthoracic needle aspiration biopsy for diagnosis of localised pulmonary lesions: a meta-analysis. *Thorax* 54:884–893
8. Kim JH, Kim YT, Lim HK et al (2003) Management for chest wall implantation of non-small cell lung cancer after fine needle aspiration biopsy. *Eur J Cardiothorac Surg* 23:828–832
9. Ohno Y, Hatabu H, Takenaka D et al (2003) CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of small (< or = 20mm) solitary pulmonary nodules. *AJR Am J Roentgenol* 180:1665–1669
10. Wescott JL, Rao N, Colley DP (1997) Transthoracic needle biopsy of small pulmonary nodules. *Radiology* 202:97–103
11. Gupta S, Krishnamurthy S, Broemeling LD et al (2005) Small (<or=2cm) subpleural pulmonary lesions: short-versus long-needle-path CT-guided biopsy. Comparison of diagnostic yield and complications. *Radiology* 234:631–637
12. Dalquen P, Oberholzer M (1979) Lung biopsy: methods value, complications, timing and indications. *Pathol Res Pract* 164:95–103
13. Herman PG, Hessel SJ (1977) The diagnostic accuracy and complications of closed lung biopsies. *Radiology* 125:11–14