

Original

Localización de nódulos pulmonares con arpón guiado por tomografía axial computarizada previa a la resección videotoracoscópica. Experiencia en 52 casos

Laureano Molins^{a,b}, Eduard Mauri^c, Marcelo Sánchez^d, Juan J. Fibla^{a,*},
 José M. Gimferrer^b, Pedro Arguis^d, José M. Mier^a, Miguel Catalán^b,
 Abel Gómez-Caro^b, José M. Sancho^e y José Ramírez^f

^a Servicio de Cirugía Torácica, Hospital Universitari Sagrat Cor (HUSC), Barcelona, España

^b Servicio de Cirugía Torácica, Hospital Clínic, Barcelona, España

^c Servicio de Radiodiagnóstico (Centro Radiológico Computarizado Sagrat Cor), Hospital Universitari Sagrat Cor, Barcelona, España

^d Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Clínic, Barcelona, España

^e Servicio de Anatomía Patológica, Hospital Universitari Sagrat Cor, Barcelona, España

^f Servicio de Anatomía Patológica, Centro de Investigación en Red de Enfermedades Respiratorias, Institut d'investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer, Hospital Clínic, Barcelona, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 4 de mayo de 2012

Aceptado el 7 de julio de 2012

On-line el 8 December 2012

Palabras clave:

Procedimientos diagnósticos

Cirugía torácica

Cirugía torácica videoasistida

Nódulos pulmonares

Arpón

Tomografía axial computarizada

RESUMEN

Introducción: La resección videotoracoscópica (VTC) de los nódulos pulmonares (NP) periféricos requiere en ocasiones la práctica de una minitoracotomía para su localización mediante palpación. El objetivo de este estudio es evaluar la eficacia como método de localización preoperatoria de los NP de la colocación de un arpón guiado por TAC.

Material y métodos: Desde noviembre de 2004 hasta enero de 2011, 52 pacientes fueron programados para localización preoperatoria de 55 NP mediante la colocación de un arpón guiado por TAC.

Resultados: Un total de 52 pacientes (31 hombres y 21 mujeres) con edades entre 28 y 84 años (media: 62,2 años) con NP < 20 mm (media: 9,57 mm). De ellos, 35 tenían historia oncológica. Se colocaron 55 arpones (a 3 pacientes, 2 arpones simultáneos). En la VTC, 52 arpones fueron hallados correctamente anclados al NP. No se observaron complicaciones. En el grupo de 35 pacientes con antecedentes oncológicos, los nódulos resultaron ser malignos en 26 (74,3%). En los 17 no oncológicos fueron malignos el 70,6%. La estancia hospitalaria osciló entre 4 y 72 h, con 19 pacientes incluidos en un programa de cirugía ambulatoria (36,5%).

Conclusiones: La identificación preoperatoria de los NP permite su resección VTC directa. La colocación de un arpón guiado por TAC en los NP constituye un procedimiento seguro y efectivo que puede llevarse a cabo en un programa de cirugía ambulatoria.

© 2012 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: juanjofibla@gmail.com (J.J. Fibla).

0009-739X/\$ - see front matter © 2012 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2012.07.004>

Locating pulmonary nodules with a computed axial tomography-guided harpoon prior to videothoroscopic resection. Experience with 52 cases

ABSTRACT

Keywords:

Diagnostic procedures
Thoracic surgery
Video assisted thoracic surgery
Pulmonary nodules
Harpoon
Computed axial tomography

Objective: Videothoroscopic (VTC) resection of peripheral pulmonary nodules (PN) occasionally requires performing a mini-thoracotomy to locate them using palpation. The aim of this study is to evaluate the usefulness of inserting a CT-guided harpoon as a method for locating PN prior to surgery.

Material and methods: A study was conducted on a total of 52 patients who were scheduled for locating 55 PN prior to surgery by inserting a CT-guided harpoon, from November 2004 to January 2011.

Results: Of the 52 patients, of whom 35 had a history of cancer, 31 were male and 21 were female, with ages between 28 and 84 years (mean: 62.2 years) with a PN <20 mm (mean: 9.57 mm). A total of 55 harpoons were inserted (3 patients had 2 simultaneous harpoons). Using the VTC it was observed that 52 harpoons were correctly anchored to the PN. There were no complications. In the group of 35 patients with an oncology history, the nodules were malignant in 26 cases (74.3%), and there were 17 (70.6%) with malignant PN in those with no oncology history. The hospital stay varied between 4 and 72 h, with 19 patients (36.5%) included in a one-day surgery program.

Conclusions: The preoperative identification of peripheral pulmonary nodules enables them to be removed directly with VTC. The insertion of a CT-guided harpoon in the PN is a safe and effective procedure that can be performed in a one-day surgery program.

© 2012 AEC. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Cuando en un paciente se produce el hallazgo radiológico de un nódulo pulmonar solitario (NPS) en la mayor parte de los casos se hace necesaria la diferenciación histológica entre malignidad y benignidad. Los procedimientos convencionales disponibles en la actualidad para el diagnóstico histológico del NPS son: la punción transtorácica con aguja fina de aspiración (PAAF) o la biopsia transbronquial. La efectividad de ambos procedimientos puede en ocasiones ser limitada por la posición desfavorable o el pequeño tamaño del NPS. Por otro lado, el examen citológico a menudo no es capaz de dar un diagnóstico definitivo de benignidad¹.

En los últimos 15 años la cirugía videotoroscópica (VTC) se ha convertido en una herramienta fundamental en el diagnóstico y tratamiento de los NPS^{2,3}. La VTC es mínimamente invasiva y permite la resección completa del nódulo y su análisis histológico. Es más, una resección VTC puede ser una opción quirúrgica aceptable en pacientes con un tumor pulmonar primario y una función pulmonar limitada⁴. Sin embargo, estos beneficios de la VTC podrían verse afectados por la imposibilidad de localizar correctamente los nódulos pulmonares (NP) en el momento del procedimiento, lo cual, según algunos autores, ocurre en el 7,5-11% de casos^{5,6}.

Este estudio se diseñó para evaluar la efectividad de los arpones guiados por TAC en la localización de lesiones pulmonares periféricas que requieran una resección VTC.

Material y métodos

Se analizó retrospectivamente a 52 pacientes que habían sido sometidos a resecciones VTC de NPS marcados mediante un

arpón guiado por TAC entre noviembre de 2004 y enero de 2011 en el Hospital Universitari del Sagrat Cor (HUSC) y el Hospital Clinic (HC) de Barcelona. El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética hospitalaria de ambos centros. Todos los pacientes firmaron un consentimiento informado por el cual accedían a participar en el estudio.

En el estudio se emplearon 2 modelos de TAC: el Philips Brilliance helicoidal MDCT[®] (HUSC) y el Siemens Somatom Emotion Duo[®] (HC). En todos los casos se llevaron a cabo cortes axiales con colimación 4 × 4,5 mm como es habitual en las punciones convencionales. Estos cortes permiten localizar los NP y también dirigir la colocación del arpón en el nódulo o lo más cerca posible del mismo. La interpretación de los resultados de la TAC y la colocación de los arpones fue llevada a cabo en todos los casos por el mismo equipo de radiólogos en cada hospital.

El día de la cirugía (justo antes de la intervención) los pacientes son llevados a la Unidad de Radiodiagnóstico y se colocan en la mesa de la TAC, a ser posible en posición de toracotomía postero-lateral. La colocación del arpón guiada por TAC se lleva a cabo bajo anestesia local con lidocaína y en condiciones estériles.

El sistema de arpón empleado (excepto en los 7 pacientes iniciales) fue el Somatex Duo System[®] (Berlín, Alemania), que se aplicó en 35 pacientes, y el Somatex Lung Marker System[®] (Berlín, Alemania) en 10. El Duo System[®] fue diseñado originalmente para el marcaje preoperatorio de lesiones mamarias no palpables, sin embargo ha resultado ser muy adecuado para los NP. Hemos estado empleando dicho dispositivo en nuestros pacientes con resultados excelentes. Las principales ventajas de este sistema son su flexibilidad, sus extremos afilados (ideales para nódulos duros) y sus arcos, que evitan la dislocación del mismo (previamente empleamos un sistema sin forma de gancho). El Lung Marker System[®] está

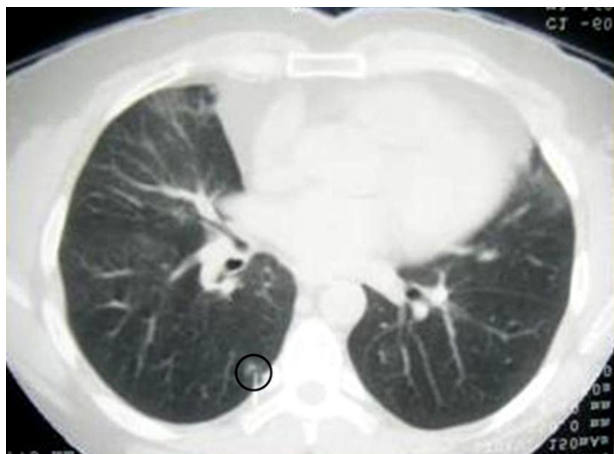


Figura 1 – La TAC torácica muestra un nódulo pulmonar en el lóbulo inferior derecho. El arpón se halla localizado en el nódulo.

diseñado específicamente para el marcaje guiado por TAC de NP antes de la VTC^{7,8}. Se trata de un alambre espiral cuya forma permite un anclaje fiable al parénquima pulmonar. Nosotros lo empleamos con éxito en 10 de nuestros pacientes. Según nuestra experiencia los 2 sistemas de marcaje han demostrado ser seguros y fiables.

Ambos sistemas se componen de 2 agujas metálicas: la primera (introdutor) necesita alcanzar la lesión pulmonar pasando a través de la pared; cuando la TAC torácica muestra la localización adecuada del introductor (su correcta dirección y su proximidad a la lesión), una segunda aguja (que contiene el arpón) se introduce a través de la primera y emplaza los arcos (clavándolos de manera precisa a través de la segunda aguja) cerca o dentro del nódulo pulmonar a resecar (fig. 1). En ese momento la aguja se retira y el extremo proximal del arpón se posiciona sobre la piel cubierto por un apósito. El alambre se deja libre siguiendo el colapso del pulmón durante la cirugía posterior. Al final del procedimiento de localización los pacientes se trasladan al quirófano.

La cirugía VTC se llevó a cabo bajo anestesia general usando ventilación selectiva a través de un tubo endobronquial de doble luz. El toracoscopio se insertó a través de una puerta de entrada de 10 mm a nivel del 7° espacio intercostal en la línea axilar media en la mayor parte de casos. Se realizaron incisiones intercostales extra (de 12 mm y 5 mm) para visualizar y manipular el nódulo. El parénquima pulmonar colapsado y el arpón entrando a través de la pared torácica y anclado al nódulo eran visibles con la cámara (fig. 2). Se llevaron a cabo resecciones parciales por VTC de los nódulos y todas las muestras fueron extraídas a través de la puerta de 12 mm con una endobolsa protegida. Las muestras quirúrgicas incluyeron los NP con el arpón anclado y márgenes significativos de resección de parénquima (fig. 3). Todas las muestras fueron analizadas intraoperatoriamente por el patólogo mediante sección congelada de las mismas. Cuando el diagnóstico fue nódulo benigno, enfermedad metastásica y/o cáncer pulmonar primario en un paciente con la función pulmonar limitada, si los márgenes de resección eran informados como correctos, se daba la resección por



Figura 2 – Imagen intraoperatoria toroscópica del arpón y el parénquima pulmonar colapsado.

terminada, completando el procedimiento con un muestreo ganglionar sistemático. Finalmente se dejaba un drenaje torácico aspirativo. Cuando el hallazgo fue carcinoma broncogénico primario, la incisión se convirtió a torcotomía limitada y se completó la resección (lobectomía).

La conversión a torcotomía en estos pacientes se consideró una necesidad terapéutica y no un fallo en la resección VTC.

Resultados

Se incluyó a 52 pacientes en el estudio (31 hombres y 21 mujeres). La edad media fue de 62,2 años (rango 28-84). Los nódulos tuvieron un diámetro máximo de 20 mm (media de 9,57 mm). Treinta y siete nódulos fueron < 10 mm. A 6 pacientes se les detectó el nódulo durante la estadificación de una neoplasia de reciente diagnóstico, a 29 pacientes durante el seguimiento de una neoplasia previamente conocida y en 17 pacientes no había historia oncológica previa. Se colocaron 55 arpones (a 3 pacientes se les colocaron 2 arpones simultáneamente). El posicionamiento del arpón lo llevaron a cabo satisfactoriamente los radiólogos en la Unidad de Radiodiagnóstico en todos los casos. Cincuenta y dos



Figura 3 – Aspecto del segmento pulmonar resecado con el arpón anclado en el NP.

arpones fueron hallados correctamente anclados durante la exploración VTC y 3 (5,4%) se habían descolocado. En la TAC preoperatoria, realizada justo después de la colocación del arpón, se constató un neumotórax mínimo en 6 pacientes (11%). Ninguno de los pacientes presentó clínica significativa y ninguno requirió la inserción de drenaje torácico. Se realizó una resección VTC en 50 de los 52 pacientes sin necesidad de extender las incisiones de las puertas de entrada. No se observaron otras complicaciones asociadas a la colocación del arpón (no hubo sangrado ni neumotórax significativo). Entre los 35 pacientes con historia oncológica previa, los nódulos fueron malignos en 26 casos (74,3%) (14 pulmón, 4 colon, 3 melanoma, 2 mama y uno parótida, endometrio y urotelio); 9 resultaron nódulos benignos (2 hamartomas, uno hiperplasia adenomatosa, uno neumonía crónica, uno sarcoidosis, 3 infiltrados inflamatorios y un ganglio linfático intraparenquimatoso).

Entre los 17 pacientes sin historia oncológica hubo 12 carcinomas broncogénicos (3 dobles) y 5 nódulos benignos (3 hamartomas, un nódulo tuberculoso y un nódulo fibroso).

La estancia hospitalaria osciló entre 4 y 72 h, con 19 pacientes incluidos en un programa de cirugía ambulatoria (36,5%); 15 pacientes fueron dados de alta a las 24 h (28,8%), uno a las 72 h por fuga aérea persistente (1,9%) y 17 a los 5 días al ser preciso realizar una resección pulmonar adicional.

Discusión

El desarrollo de la cirugía torácica durante los últimos 10 años ha ampliado el espectro de la toracoscopia de un modo muy significativo. Hoy en día la VTC se emplea de manera rutinaria para diagnosticar y tratar la mayor parte de los procesos pulmonares^{2,3}. La resección de los NPS constituye la indicación más habitual de la VTC; esto es así ya que la mayor parte de las lesiones nodulares pulmonares pueden detectarse fácilmente mediante la inspección y la evaluación táctil empleando el endoinstrumental. Sin embargo, algunos NPS son difíciles de identificar toracoscópicamente. El pequeño tamaño del nódulo y/o la distancia hasta la superficie pleural podrían constituir factores limitantes a la hora de realizar una resección toracoscópica adecuada⁹. El marcaje preoperatorio de un NPS es necesario en muchas ocasiones para poder llevar a cabo la exéresis completa y segura del mismo por VTC^{10,11}.

Las técnicas descritas en la bibliografía para localizar NPS son múltiples y variadas: inyección preoperatoria de marcadores en el sitio donde se halle el NPS (azul de metileno¹², lipiodol¹³ o colágeno coloreado¹⁴), cirugía radioguiada¹⁵, detección intraoperatoria del NPS con ultrasonidos^{16,17} y colocación guiada por TAC de un arpón metálico^{7,8,18-20}.

Se ha publicado un índice de fallo en la correcta localización de NPS con la inyección de azul de metileno de aproximadamente el 13%, debido principalmente o a un exceso de líquido inyectado o a un error previo de localización del nódulo¹².

La detección intraoperatoria de NPS mediante ultrasonidos requiere un ecoendoscopio flexible y puede verse limitada por la presencia de aire en el parénquima, especialmente cuando el colapso pulmonar completo no es factible¹⁶. A pesar de la ausencia de complicaciones y la elevada sensibilidad y

especificidad que se logran con el uso de los ultrasonidos¹⁷ únicamente se han publicado unos pocos casos en la literatura y se sabe que dicha técnica presenta importantes limitaciones en la localización de nódulos inflamatorios¹⁹.

La palpación (digital o mediante endoinstrumental) a través de las incisiones de las puertas de entrada ha sido el método más comúnmente empleado en la localización de NPS en la VTC. Sin embargo, se ha visto que esta práctica es efectiva solo cuando el nódulo es superficial o tiene un tamaño > 2 cm¹.

Desde noviembre de 2004 decidimos localizar preoperatoriamente aquellos NP periféricos que previésemos difíciles de palpar mediante la colocación guiada por TAC de un arpón. Nuestro protocolo de estudio del NPS también incluye la biopsia pulmonar transbronquial y/o la biopsia transtorácica con aguja fina guiada por TAC. Llevamos a cabo biopsia por VTC únicamente cuando procedimientos convencionales menos invasivos no habían sido capaces de proporcionar un diagnóstico o cuando no estaban indicados.

El marcaje de nódulos con arpón ha simplificado significativamente nuestro abordaje quirúrgico de los NPS pequeños e indeterminados. La proximidad física de la Unidad de Radiodiagnóstico al quirófano y la posibilidad de llevar a cabo el procedimiento justo antes de la cirugía ha hecho de esta técnica un procedimiento rápido y seguro según nuestra experiencia. En nuestra serie se produjo neumotórax tras la colocación del arpón en 6/52 pacientes (11,5%); estos neumotórax fueron mínimos y no tuvieron significación clínica por lo cual no fue preciso insertar un drenaje torácico y los pacientes pudieron ser transferidos al quirófano sin problemas. El riesgo de salida accidental del arpón se redujo posicionando adecuadamente a los pacientes en la mesa de quirófano y manteniendo una adecuada longitud del cable del arpón fuera del tórax, permitiendo con ello que el alambre «siguiera» al parénquima colapsado durante la ventilación selectiva. A pesar de estas precauciones tuvimos un índice de desplazamiento del arpón del 5,4% (3/55 arpones), 2 de ellos debidos a un tipo de arpón diferente (empleado al principio del estudio) cuando los marcadores del NPS no eran ni el Somatex Duo System[®] (Berlín, Alemania) ni el Somatex Lung Marker System[®] (Berlín, Alemania). Ambos sistemas han proporcionado unos resultados excelentes (no se produjo ningún otro caso de salida accidental tras los 3 casos iniciales).

De cualquier modo, nuestro índice de salida accidental (5,4%) es aceptable y consistente con el porcentaje del 8% publicado en la literatura²¹ y mucho más bajo que las tasas de fallo del 47% por salida accidental, localización errónea del nódulo o hematoma subpleural significativo publicadas por Bernard en un estudio multicéntrico³. En todos estos casos la resección toracoscópica fue todavía posible a pesar de la salida accidental, ya que el hematoma dejado en la superficie pleural permitió que el nódulo pudiera ser localizado sin mayores dificultades. Por esta razón no pensamos que la inyección de azul de metileno se requiera como complemento al marcaje con arpón.

Se han publicado casos aislados de embolismo gaseoso pulmonar durante la localización del nódulo por arpón²². En nuestra experiencia no constatamos dicha complicación. El tamaño del nódulo y la distancia hasta la superficie pleural se han considerado los parámetros más importantes para

una adecuada identificación en la VTC⁹. Las principales dificultades publicadas en la bibliografía hacen referencia a un tamaño inferior a 10 mm y/o una distancia a la superficie pleural de entre 5 y 15 mm^{2,9,21}. Con la colocación del arpón superamos estas limitaciones y no fue preciso reconvertir a toracotomía estándar en ningún momento por no ser capaces de localizar los NP.

A pesar de que la colocación de arpones guiados por TAC añade un coste extra a la resección del NPS, este se compensa de manera íntegra por el ahorro en costes hospitalarios. El arpón posibilita una resección quirúrgica inmediata y segura evitando la toracotomía, lo cual acorta el tiempo quirúrgico y la estancia hospitalaria. Al preparar al paciente en la Unidad de Radiodiagnóstico (mientras la intervención previa se está realizando) se consigue un ahorro extra en costes y tiempo de ocupación de quirófano.

En resumen, es un hecho que la TAC espiral hace factible detectar NP que de otro modo no serían visibles con la TAC tradicional. Esto lleva a un aumento significativo en el número de NP detectados. Siempre que el diagnóstico de un nódulo pulmonar no pueda conseguirse mediante técnicas poco invasivas como la biopsia transbronquial y/o la aspiración con aguja fina guiada por TAC, la VTC debería ser considerada tanto un procedimiento diagnóstico como terapéutico. La evaluación preoperatoria de los NP en la TAC torácica es importante para definir la indicación de resección quirúrgica y para seleccionar a aquellos pacientes que podrían beneficiarse de la localización preoperatoria. La localización de NP mediante arpón podría ser una herramienta muy efectiva, con complicaciones mínimas y una elevada tasa de éxito. El procedimiento debe ser llevado a cabo justo antes del acto quirúrgico y requiere la estrecha cooperación de radiólogos, patólogos y cirujanos. En manos expertas es un procedimiento seguro y efectivo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Ciriaco P, Negri G, Puglisi A, Nicoletti R, Del Maschio A, Zanini P. Video-assisted thoracoscopic surgery for pulmonary nodules: rationale for preoperative computed tomography-guided hookwire localization. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004;25:429-33.
- Suzuki K, Nagai K, Yoshida J, Ohmatsu H, Takahashi K, Nishimura M, et al. Video-assisted thoracoscopic surgery for small indeterminate pulmonary nodules. *Chest.* 1999;115:563-8.
- Bernard A. The Thorax Group Resection of pulmonary nodules using video-assisted thoracic surgery. *Ann Thorac Surg.* 1996;61:202-4.
- Landreneau RJ, Mack MJ, Dowling RD, Luketich JD, Keenan RJ, Ferson PF, et al. The role of thoracoscopy in lung cancer management. *Chest.* 1998;113(1 Suppl):65-12S.
- Shennib H. Intraoperative localization techniques for pulmonary nodules. *Ann Thorac Surg.* 1993;56:745-8.
- Hsu CP, Hanke I, Douglas JM. Diagnostic video-assisted thoracoscopic procedures. *Ann Surg.* 1995;222:626-31.
- Torre M, Ferraroli GM, Vanzulli A, Fieschi S. A new safe and stable spiral wire needle for thoracoscopic resection of lung nodules. *Chest.* 2004;125:2289-93.
- Partik BL, Leung AN, Müller MR, Breitensteher M, Eckersberger F, Dekan G, et al. Using a dedicated lung-marker system for localization of pulmonary nodules before thoracoscopic surgery. *AJR Am J Roentgenol.* 2003;180:805-9.
- Demmy TL, Wagner-Mann CC, James MA, Curtis JJ, Schmaltz RA, Wall JT. Feasibility of mathematical models to predict success in video-assisted thoracic surgery lung nodule excision. *Am J Surg.* 1997;174:20-3.
- Sortini D, Feo C, Maravegias K, Carcoforo P, Pozza E, Liboni A, et al. Intrathoracoscopic localization techniques. Review of literature. *Surg Endosc.* 2006;20:1341-7.
- Chen W, Chen L, Yang S, Chen Z, Qian G, Zhang S, et al. A novel technique for localization of small pulmonary nodules. *Chest.* 2007;131:1526-31.
- Kerrigan DC, Spence PA, Crittenden MD, Tripp MD. Methylene blue guidance for simplified resection of a lung lesion. *Ann Thorac Surg.* 1992;53:163-4.
- Kang DY, Kim HK, Kim YK, Yong HS, Kang EY, Choi YH. Needle-scopy-assisted resection of pulmonary nodule after dual localisation. *Eur Respir J.* 2011;37:13-7.
- Nomori H, Horio H. Colored collagen is a long-lasting point marker for small pulmonary nodules in thoracoscopic operations. *Ann Thorac Surg.* 1996;61:1070-3.
- Gonfiotti A, Davini F, Vaggelli L, De Francisci A, Caldarella A, Gigli PM, et al. Thoracoscopic localization techniques for patients with solitary pulmonary nodule: hookwire versus radio-guided surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2007;32:843-7.
- Santambrogio R, Montorsi M, Bianchi P, Mantovani A, Ghelma F, Mezzetti M. Intraoperative ultrasound during thoracoscopic procedures for solitary pulmonary nodules. *Ann Thorac Surg.* 1999;68:218-22.
- Tatsumura T. Preoperative and intraoperative ultrasonographic examination as an aid in lung cancer operations. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1995;110:606-12.
- Templinton P, Krasna N. Needle/wire lung nodule localization for thoracoscopic resection. *Chest.* 1993;104:953-4.
- Hida Y, Kato H, Nishibe T, Narita Y, Okubo T, Takahashi T, et al. Value of intraoperative intrathoracic ultrasonography during video-assisted thoracoscopic pulmonary resection. *Surg Laparosc Endosc.* 1996;6:472-5.
- Nakashima S, Watanabe A, Obama T, Yamada G, Takahashi H, Higami T. Need for preoperative computed tomography-guided localization in video-assisted thoracoscopic surgery pulmonary resections of metastatic pulmonary nodules. *Ann Thorac Surg.* 2010;89:212-8.
- Mack MJ, Shennib H, Landreneau RJ, Hazelrigg SR. Techniques for localization of pulmonary nodules for thoracoscopic resection. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1993;106:550-3.
- Horan TA, Pinheiro PM, Araujo LM, Santiago FF, Rodrigues MR. Massive gas embolism during pulmonary nodule hook wire localization. *Ann Thorac Surg.* 2002;73:1647-9.