



Cirugía de las metástasis pulmonares

José Belda Sanchis^{a,*}, Núria Prenafeta Claramunt^a, Sandra Martínez Somolinos^b
y Santiago Figueroa Almánzar^c

^aServicio Mancomunado de Cirugía Torácica, Hospital Universitari Mutua Terrassa, Hospital del Mar de Barcelona, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de Barcelona, España

^bServicio de Cirugía Torácica, Hospital Universitario Doctor Josep Trueta, Girona, España

^cServicio de Cirugía Torácica, Hospital General Universitario, Valencia, España

RESUMEN

Palabras clave:

Metástasis pulmonares
Tratamiento quirúrgico
Estudio preoperatorio
Videotoracoscopia
Toracotomía
Resección completa

El tratamiento quirúrgico de las metástasis pulmonares tiene como objetivo la eliminación de toda la enfermedad tumoral conocida. Una vez establecido el diagnóstico clínico de metástasis pulmonar, los criterios de selección de los pacientes candidatos a tratamiento quirúrgico, la vía de acceso a la cavidad torácica y la técnica de resección de las metástasis no están universalmente definidos. Además, la mitad de los enfermos presentará una recidiva y de nuevo se planteará la idoneidad de un nuevo tratamiento quirúrgico. En el presente artículo se discuten aspectos relacionados con los límites oncológicos y funcionales de la cirugía de resección de las metástasis pulmonares, el estudio preoperatorio, el seguimiento postoperatorio de los pacientes, las vías de abordaje quirúrgico y las técnicas de resección.

© 2011 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Surgery of lung metastases

ABSTRACT

Keywords:

Lung metastases
Surgical treatment
Preoperative workup
Videothoracoscopy
Thoracotomy
Complete resection

The aim of surgical treatment of lung metastases is to eliminate all known tumoral disease. After a clinical diagnosis of lung metastases, the criteria for selecting patients who are candidates for surgical treatment, the route of access to the thoracic cavity and the technique for metastases resection are not universally defined. Moreover, half of all patients will show recurrence and the advisability of further surgery will have to be reconsidered. The present article discusses aspects related to the oncological and functional limits of surgical resection of lung metastases, preoperative workup, postoperative follow-up, and the surgical approaches and resection techniques.

© 2011 SEPAR. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: 27685jbs@comb.cat (J. Belda Sanchis).

Introducción

La exéresis de las metástasis pulmonares (MP) de neoplasias primarias extrapulmonares se ha convertido en los últimos años en una parte esencial de la actividad de los servicios de cirugía torácica. La evidencia procedente de series de casos permite afirmar que la exéresis completa en pacientes seleccionados proporciona una mayor supervivencia que los tratamientos no quirúrgicos. Sin embargo, no hay un consenso acerca de los criterios de selección de los pacientes como tampoco en la técnica idónea para realizar dicha exéresis.

Límites oncológicos y funcionales de la cirugía de resección de las metástasis pulmonares

El objetivo del tratamiento de las MP es la exéresis completa con la mínima pérdida de parénquima pulmonar¹. Son condiciones previas para indicar el tratamiento quirúrgico que el tumor primario esté curado o sea curable, que el pulmón sea el único órgano afectado, que la exéresis completa de las metástasis sea técnicamente posible y que el paciente sea capaz de tolerar el tratamiento quirúrgico. Ocasionalmente, la afectación de otro órgano puede no ser una contraindicación quirúrgica siempre que la enfermedad extrapulmonar pueda ser tratada de forma radical, con o sin cirugía.

Desde un punto de vista conceptual y con independencia de las diferencias entre la fisiopatología de la enfermedad metastásica pulmonar y el carcinoma broncogénico, podemos establecer una analogía entre ambas situaciones, útil para definir el concepto de resección completa. Resección completa es la que elimina toda la enfermedad tumoral identificada en las pruebas de imagen preoperatorias así como toda la enfermedad tumoral visible y palpable durante la cirugía. Incluye, por tanto, que los márgenes de resección estén macro y microscópicamente libres de tumor. De acuerdo con Venuta et al², la distancia de los márgenes de resección al tumor debe ser al menos de 1 cm.

Los datos procedentes del International Registry of Lung Metastases³ y de la revisión sistemática de Pfannschmidt^{4,5} demuestran que la resección completa es el factor pronóstico asociado de forma más constante a la supervivencia a largo plazo y que la resección incompleta se asocia a un pronóstico significativamente peor. En el International Registry of Lung Metastases, la supervivencia global a los 5 años para los casos de resección completa fue del 36% frente al 13% para los casos de resección incompleta. En la revisión sistemática de Pfannschmidt⁵, en la que se incluyen exclusivamente pacientes afectados de MP de carcinoma colorrectal, la supervivencia global a los 5 años para los casos de resección completa frente a incompleta fue del 39,6 frente al 0%.

En relación con el número de metástasis, los datos del International Registry of Lung Metastases³ demuestran que los pacientes tratados con resección completa y una sola metástasis tienen mejor pronóstico, existiendo un decremento progresivo de la supervivencia según aumenta el número de metástasis extirpadas (supervivencia global [SG] a los 5 años del 43% en el grupo de metástasis única frente al 34% en el grupo de 2-3 metástasis). Con todo, los pacientes con 10 o más metástasis presentan una SG a los 5 años del 26%, porcentaje aún superior a la referida en series no quirúrgicas.

La incidencia real de la afectación ganglionar metastásica descrita varía entre el 4-30% en función del tipo de tumor y de la intensidad de la búsqueda de ésta (numerosos autores no refieren la realización ni de una disección ganglionar sistemática ni una biopsia sistemática). En el International Registry of Lung Metastases³, la incidencia de metástasis ganglionares fue del 5%, pero sólo el 4,6% de pacientes tenía algún tipo de biopsia o exéresis ganglionar. En una revisión reciente de Domínguez-Ventura y Nichols III⁶, la incidencia de metástasis ganglionares oscila entre el 4,6 y el 28,6%, siendo en general superior para los tumores de estirpe epitelial y germinal (12-32%) que para los sarcomas (10%). En todas las series incluidas en la revisión, la afectación

ganglionar metastásica confiere un pronóstico significativamente peor. El intervalo de SG a los 5 años para los pacientes con metástasis ganglionares oscila entre el 24,7 y el 50%, mientras que este intervalo oscila entre el 0 y el 38% en el caso de haber metástasis ganglionares. Por otra parte, la posibilidad de que la resección sea incompleta aumenta si hay metástasis ganglionares³ y en casos de MP múltiples⁷. La conveniencia de realizar a todos los pacientes una disección o biopsia ganglionar sistemática para precisar mejor el grado de extensión de la enfermedad no está bien definida; menos aún el efecto terapéutico de la exéresis completa de los ganglios afectados. Sin embargo, la elevada incidencia de metástasis ganglionares en estos enfermos y la asociación de éstas a un peor pronóstico debería ser motivo suficiente para estadificar de forma óptima la enfermedad, incluso antes de establecer la indicación quirúrgica.

En los pacientes en los que se realizó una resección completa de las MP, el intervalo libre de enfermedad (ILE), junto con el número de metástasis y estirpe tumoral, fue uno de los factores pronóstico encontrados en el estudio del riesgo relativo (RR) y análisis multivariante del International Registry of Lung Metastases³, con un punto de corte con mayor poder de discriminación en 36 meses (RR: 0,6; intervalo de confianza del 95%, 0,575-0,705). Un ILE < 36 meses se asoció a un pronóstico significativamente peor respecto a un ILE ≥ 36 meses (mediana de supervivencia 29 frente a 49 meses; SG a los 5 años el 30 frente al 45%). El estudio conjunto de estos parámetros permitió establecer grupos pronóstico de referencia: grupo I (ILE ≥ 36 meses y una sola metástasis), mediana de supervivencia 61 meses; grupo II (ILE < 36 meses o múltiples metástasis), mediana de supervivencia 34 meses; grupo III (ILE < 36 meses y múltiples metástasis), mediana de supervivencia 24 meses; grupo IV (irreseccable), mediana de supervivencia 14 meses.

Se han descrito otros muchos factores pronóstico tanto preoperatorios (CEA, edad, sexo, presencia de metástasis hepáticas, histología del tumor primario y necesidad de resecciones repetidas) como postoperatorios (invasión vascular y linfática, número y tamaño de las metástasis, tipo de resección y afectación ganglionar metastásica) que no han podido ser validados de forma universal⁵.

La valoración de la operabilidad y estrategia quirúrgica debe incluir el estudio de la función pulmonar (espirometría y difusión de monóxido de carbono) antes de cada cirugía, y la estimación de la función pulmonar residual postoperatoria según la localización (central o periférica) y número de MP. Petrella et al⁸ estudiaron los cambios de la función pulmonar en un grupo de pacientes sometidos a una segunda toracotomía lateral amiotómica ipsi o contralateral para resección de MP. Observaron que los cambios espirométricos estaban condicionados por la cantidad total de parénquima extirpado y el intervalo entre las cirugías. La pérdida de función pulmonar después de 3 o más resecciones pulmonares no anatómicas era equivalente a una lobectomía, pero sólo en los 3 primeros meses postoperatorios.

En cuanto al límite funcional de la cirugía de resección de MP, no difiere probablemente de los límites establecidos para la cirugía de resección pulmonar por cáncer de pulmón. La preservación del máximo de parénquima pulmonar en previsión de futuras resecciones debe supeditarse a la radicalidad de la resección que a su vez es tanto más difícil cuantos más nódulos existan. Aquí entraría en consideración el concepto de "podemos realizar tantas toracotomías o videotoracoscopias como el paciente tolere, siempre que sea posible realizar una resección completa de las MP".

Estudio preoperatorio para la detección de las metástasis y seguimiento postoperatorio

La mayoría de los pacientes (> 85%) con MP están asintomáticos en el momento del diagnóstico⁹. Generalmente, los nódulos pulmonares se detectan durante el estudio o seguimiento del tumor primario mediante una radiografía simple de tórax o una tomografía computarizada (TC) torácica. La probabilidad de detectar MP depende de la inten-

Tabla 1

Comparación entre las diferentes vías de acceso a la cavidad torácica según el grado de exposición, posibilidad de palpar el pulmón, génesis de adherencias tras la intervención, dolor y compromiso respiratorio postoperatorio y riesgo de complicaciones de la herida quirúrgica

	Exposición	Palpación	Adherencias	Dolor	Compromiso respiratorio postoperatorio	Complicación herida quirúrgica
VATS	xx	0	x	x	x	x
Esternotomía	xx	xx	xx	x	x	x
Toracotomía	xxx	xxx	xx	xx	xx	x
Clamshell	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	xx

VATS: cirugía torácica asistida por vídeo.

sidad del seguimiento oncológico y de las pruebas de imagen utilizadas. De acuerdo con Virgo et al⁹, a los pacientes con una sospecha de MP se les debe realizar las siguientes exploraciones: radiografía de tórax, broncoscopia, TC/TC de alta definición toracoabdominal, pélvica y cerebral, resonancia magnética, tomografía por emisión de positrones (PET) (con 18-fluoro-2-deoxyglucosa), gammagrafía ósea y marcadores tumorales específicos del tumor primario (CEA, alfa fetoproteína y hormonas séricas).

La radiografía simple de tórax es la técnica de imagen más frecuentemente utilizada en el seguimiento clínico, pero sólo detecta nódulos > 8-9 mm. Nódulos visibles en la TC no serán descubiertos en la radiografía hasta en la mitad de los casos^{10,11}.

La TC helicoidal es la técnica de elección para la detección y el estudio (número, tamaño y localización) de las MP. Posee la capacidad de detección de nódulos de hasta 3 mm y hasta un 20-25% de nódulos no visibles en la TC convencional¹². Tiene una sensibilidad del 77-84% y una especificidad del 66%^{13,14}. La sensibilidad de la TC helicoidal depende fundamentalmente del tamaño de la lesión, de forma que es tanto menor cuanto más pequeña es ésta. Para nódulos > 10 mm la sensibilidad es del 100%, para nódulos de 6-10 mm es del 68% y para nódulos < 6 mm es del 61,5%¹⁵. Se debe realizar como máximo 4 semanas antes de la metastasectomía. Con todo, la palpación permite encontrar un 25% más de nódulos que los que detecta la TC helicoidal^{14,15}. Las formas de presentación radiológica más frecuentes son los nódulos múltiples uni o bilaterales (75%), el nódulo o masa pulmonar única (25%) y raramente la linfangitis carcinomatosa.

La PET, aunque ha demostrado su excelente relación coste-efectividad en el algoritmo de manejo del nódulo pulmonar, ha sido cuestionada en el estudio de las MP fundamentalmente por la baja sensibilidad (30%) para detectar nódulos < 1 cm incluso con una PET/TC de fusión¹⁶. En muchos casos los pacientes tendrán una PET/TC realizada poco tiempo antes durante el estudio de la neoplasia primaria. En estos casos, la aparición de una lesión nueva en la PET/TC es altamente sospechosa de ser una metástasis. La detección de la afectación ganglionar metastásica adolece de los mismos problemas que la MP, aunque si hay un depósito sospechoso o patológico de contraste en un territorio ganglionar, éste debe biopsiarse o extirparse. Datos procedentes de 2 estudios retrospectivos^{17,18} demuestran que la posibilidad de encontrar metástasis extratorácicas no sospechadas en estos enfermos es del 9-15%, aunque uno de ellos¹⁷ advierte también de la existencia de un 8% de falsos positivos. Por tanto, aunque los datos son insuficientes, probablemente deba realizarse una PET/TC en los pacientes con MP candidatos a una resección radical para descartar tanto la afectación extratorácica como ganglionar intratorácica.

La broncoscopia puede detectar lesiones endobronquiales no visibles con otras técnicas hasta en un 2-3%. Estos hallazgos pueden modificar la extensión de la resección planificada y en algunos casos anular la intervención¹⁹. Las metástasis endobronquiales son más frecuentes en los casos de cáncer de colon, mama, células germinales, células renales y melanomas.

En el estudio preoperatorio deben incluirse también las exploraciones específicamente destinadas a confirmar que el tumor primario está controlado o es controlable. Los pacientes afectados de un carcinoma de colon deben realizarse una TC abdominopélvica, una colo-

nosopia y la determinación del CEA; en los tumores germinales la determinación de la gonadotropina coriónica humana (B-HCG), y en los tumores endocrinos una ecografía tiroidea y determinación de las hormonas correspondientes.

En la bibliografía no hay un consenso claro de cuál debe ser la frecuencia de las exploraciones que deben realizarse en el seguimiento postoperatorio de los pacientes intervenidos para la exéresis de MP. La revisión de los estudios publicados pone de manifiesto que el 50-60% de estos pacientes tendrá una nueva recidiva. Este seguimiento debería incluir las siguientes exploraciones: radiografía de tórax, TC torácica y marcadores específicos para el tumor primario (CEA sérico, CA 19-9 sérico para el cáncer de colon, B-HCG para los tumores germinales). De acuerdo con Detterbeck¹⁴, aun admitiendo que no hay datos basados en la evidencia que soporten firmemente la siguiente pauta de actuación, parece razonable realizar una TC helicoidal basal a los 2-3 meses de la resección. Después debería realizarse una TC helicoidal cada 6 meses los 2 primeros años y anual a partir de los 2 años y hasta los 5 años en los pacientes en los que se extirparon todas las lesiones encontradas mediante la palpación del pulmón. En los casos de exéresis sólo de las lesiones identificadas en las técnicas de imagen preoperatorias, debería realizarse una TC helicoidal cada 3 meses durante 1 año y después 1 cada año hasta los 5 años.

Abordaje quirúrgico de las metástasis pulmonares

Las vías de acceso a la cavidad torácica para la resección de las MP son fundamentalmente la toracotomía, la videotoroscopia y la esternotomía. En la tabla 1 se comparan las diferentes características y consecuencias asociadas a las diferentes vías de acceso a la cavidad torácica.

La resección pulmonar puede ser no anatómica, en cuyo caso se realiza mediante la técnica de Perelman²⁰, suturas mecánicas o diferentes modalidades de láser²¹, o anatómica (segmentectomías, lobectomías o neumonectomías). Además, hay otras técnicas no quirúrgicas de tratamiento local de las MP como la ablación percutánea mediante radiofrecuencia²² o la perfusión en la arteria pulmonar de quimioterápicos²³. La elección de la vía de abordaje, la técnica de resección así como el uso de métodos de localización de los nódulos, como la colocación percutánea de un arpón²⁴, la tinción percutánea de la superficie pleural próxima al nódulo²⁵ o la utilización de ultrasonidos por videotoroscopia²⁶, es motivo de controversia.

En la encuesta realizada por Internullo et al²⁷ acerca de la práctica habitual de los cirujanos torácicos miembros de la European Society of Thoracic Surgeons, el 65% consideró mandatoria la palpación cuidadosa del pulmón para la localización de las metástasis mientras que el 35% consideraba la palpación pulmonar una maniobra no siempre necesaria. En cuanto a la vía de acceso a la cavidad torácica, en las metástasis unilaterales el 70% de los encuestados es partidario del acceso abierto frente al 30% que prefiere el acceso videotoroscópico. En los casos de metástasis bilaterales la toracotomía bilateral secuencial en 2 tiempos fue la opción elegida por el 66% de los encuestados, seguida por la esternotomía (27%), la toracotomía secuencial en un solo tiempo (19%), la videotoroscopia bilateral en 2 tiempos (12%) o

en un tiempo (8%). El tipo de resección más frecuente fue la exéresis no anatómica (en cuña) en el 88% de casos, seguida de la resección de Perelman, segmentectomía anatómica y la lobectomía. Para el 66% de encuestados la necesidad de realizar una neumonectomía es una contraindicación relativa a la cirugía mientras que para el 24% es una contraindicación absoluta. La sutura mecánica es el método de exéresis utilizado por el 82% de los encuestados.

El principal punto de discusión por lo que se refiere a la vía de abordaje de las MP radica en la necesidad de palpar el pulmón y, por ende, de realizar un acceso abierto a la cavidad torácica frente a un videotoroscópico. A priori, parece haber argumentos a favor de la palpación metódica del pulmón basados en la siguiente secuencia de razonamiento: la resección completa es un factor pronóstico de supervivencia importante, un abordaje abierto permite la identificación y resección de hasta un 20% de nódulos ocultos radiológicamente permitiendo, por tanto, una resección más completa; dado que el abordaje abierto ofrece una resección más completa, ofrece una mayor oportunidad de supervivencia a largo plazo y, por tanto, es el método de elección²⁸. Sin embargo, la definición de resección incompleta no puede equipararse a la no resección de enfermedad radiológicamente no detectada (y por tanto no extirpada en una videotoroscopia), como tampoco hay una clara evidencia de que la persistencia de enfermedad oculta radiológicamente no extirpada confiera una peor supervivencia. Numerosos trabajos demuestran que las metastasectomías repetidas proporcionan tasas de supervivencia similares a las de la primera metastasectomía²⁹.

¿Existe, por tanto, algún criterio para seleccionar los pacientes candidatos a una resección videotoroscópica inicial? Los trabajos de Mutsaerts³⁰ y de Nakajima³¹ demostraron que no había diferencias significativas en la supervivencia en los enfermos con una metástasis única tratados mediante toracotomía frente a los tratados mediante videotoroscopia. Amparado en estos resultados, Ketchedjian²² propone una serie de criterios para la selección de pacientes candidatos a una resección por videotoroscopia: enfermedad primaria controlada o controlable, estudio preoperatorio con una TC helicoidal de cortes finos, 1 o 2 metástasis, paciente en condiciones de tolerar la resección pulmonar, nódulo o nódulos localizados en el tercio externo del parénquima pulmonar y todas las lesiones deben ser extirpables por videotoroscopia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Erhunmwunsee L, D'Amico TA. Surgical management of pulmonary metastases. *Ann Thorac Surg.* 2009;88:2052-60.
- Venuta F, Rolle A, Marco A, Martucci N, Bis B, Rocco G. Techniques used in lung metastasectomy. *J Thorac Oncol.* 2010;5 Suppl 2:S145-50.
- Pastorino U, Buyse M, Friedel G, Ginsberg RJ, Girard P, Goldstraw P, et al. Long-term results of lung metastasectomy: prognostic analyses based on 5,206 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1997;113:37-49.
- Pfannschmidt J, Dienemann H, Hoffmann H. Surgical resection of pulmonary metastases from colorectal cancer: a systematic review of published series. *Ann Thorac Surg.* 2007;84:324-38.
- Pfannschmidt J, Hoffmann H, Dienemann H. Reported outcome factors for pulmonary resection in metastatic colorectal cancer. *J Thorac Oncol.* 2010;5 Suppl 2:S172-8.
- Domínguez-Ventur A, Nichols FC III. Lymphadenectomy in metastasectomy. *Thorac Surg Clin.* 2006;16:139-43.
- Detterbeck FC. The number of metastases and its influence on outcome. *J Thorac Oncol.* 2010;5 Suppl 2:S164-5.
- Petrella F, Chieco P, Solli P, Veronesi G, Borri A, Galetta D, et al. Which factors affect pulmonary function after lung metastasectomy? *Eur J Cardio-thorac Surg.* 2009;35:792-6.
- Virgo KS, Naunheim KS, Johnson FE. Preoperative workup and postoperative surveillance for patients undergoing pulmonary metastasectomy. *Thorac Surg Clin.* 2006;16:125-31.
- Ren H, Hruban RH, Kuhlman JE, Fishman EK, Wheeler PS, Zerhouni EA, et al. Computed tomography of inflation-fixed lungs: the beaded septum sign of pulmonary metastases. *J Comput Assist Tomogr.* 1989;13:411-6.
- Lien HH, Lindsköld L, Fossa SD, AAss N. Computed tomography and conventional radiography in intrathoracic metastases from non-seminomatous testicular tumor. *Acta Radiol.* 1988;29:547-9.
- Collie DA, Wright AR, Williams JR, Hashemi-Malayeri B, Stevenson AJM, Turnbull CM. Comparison of spiral-acquisition computed tomography and conventional computed tomography in the assessment of pulmonary metastatic disease. *Br J Radiol.* 1994;67:436-44.
- Parsons AM, Detterbeck FC, Parker LA. Accuracy of helical CT in the detection of pulmonary metastases: is intraoperative palpation still necessary? *Ann Thorac Surg.* 2004;78:1910-8.
- Detterbeck FC, Grodzki T, Gleeson F, Robert, JH. Imaging requirements in the practice of pulmonary metastasectomy. *J Thorac Oncol.* 2010;5 Suppl 2:S134-9.
- Margaritora S, Porziella V, D'Andrilli A, Cesario A, Galetta D, Macis G, et al. Pulmonary metastases: can accurate radiological evaluation avoid thoracotomy approach? *Eur J Cardio-thorac Surg.* 2002;21:1111-4.
- Fortes DL, Allen MS, Lowe VJ, Shen KH, Wigle DA, Cassivi SD, et al. The sensitivity of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the evaluation of metastatic pulmonary nodules. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008;34:1223-7.
- Pastorino U, Veronesi G, Landoni C, Leon M, Picchio M, Solli PG, et al. Fluorodeoxyglucose positron emission tomography improves preoperative staging of resectable lung metastasis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;126:1906-10.
- Dalrymple-Hay M, Rome P, Kennedy C, Fulham M, McCaughan BC. Pulmonary metastatic melanoma—the survival benefit associated with positron emission tomography scanning. *Eur J Cardio-thorac Surg.* 2002;21:611-4.
- Downey RJ. Surgical treatment of pulmonary metastases. *Surg Oncol Clin North Am.* 1991;8:341-54.
- Perelman ML. Lumpectomy for lung cancer. *Chest.* 1986;89:336-7.
- Rolle A, Pereszlenyi A, Koch R, Bis B, Baier B. Laser resection technique and results of multiple lung metastasectomies using a new 1,318 nm Nd:YAG laser system. *Lasers in Surgery and Medicine.* 2006;38:26-32.
- Ketchedjian A, Daly B, Luketich J, Fernando HC. Minimally invasive techniques for managing pulmonary metastases: video-assisted thoracic surgery and radiofrequency ablation. *Thorac Surg Clin.* 2006;16:157-65.
- Den Hengst WA, Van Putte BP, Hendriks JMH, Stockman B, Van Boven W-JP, Weyler J, et al. Long-term survival of a phase I clinical trial of isolated lung perfusion with melphalan for resectable lung metastases. *Eur J Cardio-thorac Surg.* 2010;38:621-7.
- Chen YR, Yeow KM, Lee JY, Su IH, Chu SY, Lee CH, et al. CT-guided hook wire localization of subpleural lung lesions for video-assisted thoracoscopic surgery (VATS). *J Formos Med Assoc.* 2007;106:911-8.
- Willekes L, Boutros C, Goldfarb MA. VATS intraoperative tattooing to facilitate solitary pulmonary nodule resection. *J Cardiothorac Surg.* 2008;3:13-9.
- Sortini A, Carrella G, Sortini D, Pozza E. Single pulmonary nodules: localization with intrathoracoscopic ultrasound — a prospective study. *Eur J Cardio-thorac Surg.* 2002;22:440-2.
- Internullo E, Cassivi SD, Van Raemdonck D, Friedel G, Treasure T; ESTS Pulmonary Metastasectomy Working Group. Pulmonary Metastasectomy. A survey of current practice amongst members of the European Society of Thoracic Surgeons. *J Thorac Oncol.* 2008;3:1257-66.
- Naunheim KS. Thoracoscopy versus the open approach for resection of solitary pulmonary metastases. En: Ferguson M, editor. *Difficult decisions in thoracic surgery: an evidence based approach.* Springer-Verlag; 2007. p. 151-7.
- Jaklitsch MT, Mery CM, Lukanich JM, Richards WG, Bueno R, Swanson SJ, et al. Sequential thoracic metastasectomy prolongs survival by re-establishing local control within the chest. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2001;121:657-67.
- Mutsaerts EL, Zoetmulder FA, Meijer S, Baas P, Hart AA, Rutgers EJ. Long term survival of thoracoscopic metastasectomy vs metastasectomy by thoracotomy in patients with a solitary pulmonary lesion. *Eur J Surg Oncol.* 2002;28:864-8.
- Nakajima J, Takamoto S, Tanaka M, Takeuchi E, Murakawa T, Fukami T. Thoracoscopic surgery and conventional open thoracotomy in metastatic lung cancer. *Surg Endoscopy.* 2001;15:849-53.