

Metastasectomía pulmonar: análisis de factores pronósticos y sobrevida a largo plazo

Pablo A Pérez-Castro^{1,2}, Rubén A. Valenzuela-Matamala¹, Diego E. Paredes-Gallardo¹, Ricardo A. Retamal-Trujillo¹, Antonia F. Cepeda-Puga¹, Catalina B. Gutiérrez-Navarro¹

Pulmonary metastasectomy: analysis of prognostic factors and long-term survival

Objectives: To describe the clinical and surgical characteristics of patients undergoing pulmonary metastasectomy between 2010 and 2022 at Hospital San Juan de Dios, and to evaluate the association between clinical, surgical, and oncological variables and overall survival.

Materials and Methods: A retrospective cohort study was conducted, including patients who underwent surgical resection of pulmonary metastases between January 2010 and December 2022. Demographic, clinical, surgical, and oncological variables were collected. Overall survival was estimated using Kaplan–Meier curves, and comparisons between groups were performed using the log-rank test, with statistical significance defined as $p < 0,05$.

Results: A total of 174 patients were included (51,1% women), with a median age of 60 years. Curative intent was reported in 43,7% of the procedures. The video-assisted thoracoscopic approach was the most frequently used (81,03%), and wedge resection was the most common type of resection (64,36%). The most frequent primary tumors were colorectal (20,1%), sarcoma (14,4%), and renal cancer (13,8%). The use of adjuvant therapy was significantly associated with improved overall. No statistically significant differences in overall survival were observed by surgical approach, procedural intent, neoadjuvant therapy. **Conclusion:** Pulmonary metastasectomy is a safe and potentially beneficial intervention in selected patients. In this cohort, the administration of adjuvant therapy was associated with improved oncological outcomes, whereas variables such as curative intent and type of resection did not show significant differences in overall. These findings reinforce the importance of multidisciplinary evaluation and an individualized approach to manage metastatic pulmonary disease.

Keywords: pulmonary metastasectomy; pulmonary metastases; lung resection; survival; thoracic surgery; adjuvant treatment.

Resumen

Objetivos: Describir las características clínicas y quirúrgicas de pacientes sometidos a metastasectomía pulmonar entre 2010 y 2022 en el Hospital San Juan de Dios, y evaluar la asociación entre variables clínicas, quirúrgicas y oncológicas, con la sobrevida global. **Materiales y Métodos:** Estudio de cohorte retrospectivo que incluyó a pacientes sometidos a resección quirúrgica de metástasis pulmonares entre enero de 2010 y diciembre de 2022. Se recolectaron variables demográficas, clínicas, quirúrgicas y oncológicas. Se estimó la sobrevida global mediante curvas de Kaplan–Meier y se compararon grupos mediante prueba de log-rank ($p < 0,05$ significativo). **Resultados:** Se incluyeron 174 pacientes (51,1 % mujeres), con una mediana de edad de 60 años. El 43,7 % de las cirugías tuvo intención curativa. El abordaje videotoracoscópico fue el más utilizado (81,03%) y la resección en cuña la más frecuente (64,36%). Los tumores primarios más comunes fueron los colorrectales (20,1%), los sarcomas (14,4%) y los renales (13,8%). El uso de terapia adyuvante se asoció significativamente con una mejor sobrevida global. No se observaron diferencias significativas según el abordaje quirúrgico, la intención del procedimiento ni el uso de terapia neoadyuvante. **Conclusión:** La metastasectomía pulmonar constituye una intervención segura y potencialmente beneficiosa en pacientes seleccionados. En esta cohorte, la administración de

¹Universidad de Chile, Hospital San Juan de Dios, Santiago, Chile

Recibido el 2025-12-08 y aceptado para publicación el 2026-02-13

Correspondencia a:
Ricardo Retamal Trujillo
ricardoretamal@ug.uchile.cl

E-ISSN 2452-4549



terapia adyuvante se asoció con mejores resultados oncológicos, mientras que variables como la intención curativa y el tipo de resección no mostraron diferencias significativas en la supervivencia. Estos hallazgos refuerzan la importancia de una evaluación multidisciplinaria y un enfoque individualizado en el manejo de la enfermedad metastásica pulmonar.

Palabras clave: metastasectomía pulmonar; metástasis pulmonares; resección pulmonar; supervivencia; cirugía torácica; tratamiento adyuvante.

Introducción

Se estima que aproximadamente 30% de las neoplasias malignas desarrollan metástasis pulmonares en algún momento de su evolución¹. Las neoplasias con mayor propensión a diseminarse a pulmón incluyen el cáncer colorrectal, el carcinoma de células renales, los tumores de células germinales, los sarcomas, el carcinoma mamario y determinados tumores de cabeza y cuello, entre otros². La detección de estas metástasis puede ocurrir durante los protocolos de vigilancia de un cáncer primario o por un hallazgo incidental en estudios de imagen, habitualmente en forma de nódulos pulmonares. Sin embargo, la presencia de un nódulo pulmonar en un paciente con antecedente de cáncer no implica necesariamente un compromiso metastásico. En esta línea, se ha reportado que hasta el 50% de los nódulos pulmonares resecados en pacientes oncológicos corresponden a manifestaciones de enfermedad metastásica, mientras que el resto se distribuye entre neoplasias primarias pulmonares y lesiones benignas³.

La metastasectomía pulmonar constituye una estrategia terapéutica con una larga historia, que ha experimentado importantes transformaciones técnicas y conceptuales a lo largo del tiempo⁴. Tradicionalmente, sus principales objetivos han sido confirmar el origen metastásico de las lesiones y lograr su resección completa (R0), no obstante la cirugía pulmonar de metástasis también puede ser realizada con exclusiva intención diagnóstica³. Entre las neoplasias epiteliales, el cáncer colorrectal constituye una de las indicaciones más frecuentes para este procedimiento⁵. Los criterios clásicos para realizar una metastasectomía incluyen: adecuado estado funcional y respiratorio del paciente, control del tumor primario o posibilidad razonable de controlarlo, ausencia o satisfactorio manejo de metástasis extrapulmonares, posibilidad de resección completa de las lesiones y falta de alternativas terapéuticas sistémicas efectivas^{3,5,6}.

La supervivencia global a cinco años tras una metastasectomía pulmonar varía ampliamente entre el 20% y el 80%, según la serie analizada y el tipo histológico del tumor primario¹.

Si bien no hay estudios aleatorizados que demuestren con propiedad los beneficios de la metastasectomía pulmonar, diversos factores pronósticos retrospectivos han sido identificados, tales como un número limitado de metástasis, tamaño metastásico reducido, un intervalo libre de enfermedad prolongado y niveles normales de marcadores tumorales como el antígeno carcinoembrionario (CEA). Además, factores como los márgenes quirúrgicos, la completitud de la resección y otras variables clínicas influyen directamente en el pronóstico postoperatorio³.

Por el contrario, factores como la presencia de enfermedad primaria activa, metástasis extratorácicas, imposibilidad de lograr una resección completa y la afectación ganglionar mediastínica se relacionan con un peor desenlace clínico^{3,5}.

El manejo de las metástasis pulmonares requiere un enfoque multidisciplinario, que permita optimizar la selección de pacientes y la secuencia de terapias sistémicas y quirúrgicas según las características biológicas del tumor primario y de las características individuales de cada paciente (medicina personalizada)². En cuanto al abordaje quirúrgico, tanto la toracotomía como la cirugía toracoscópica asistida por video (VATS) son consideradas técnicas válidas para la resección metastásica, cada una con ventajas y limitaciones propias⁵. Si bien la resección en cuña no anatómica representa la técnica más comúnmente utilizada, evidencia reciente ha sugerido un posible beneficio en términos de supervivencia asociado a resecciones ampliadas, lo cual ha generado un debate vigente en la literatura^{3,6}.

En este contexto, el presente estudio tiene por objetivo analizar la realidad local de la cirugía de metástasis pulmonares, así como factores pronósticos asociados y la supervivencia a largo plazo.

Objetivos

1. Describir indicaciones y resultados de biopsias de pacientes operados por metástasis pulmonares en Hospital San Juan de Dios entre 2010 y 2022.

2. Análisis de supervivencia de pacientes operados por metástasis pulmonar con intención curativa entre 2010 y 2022.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio analítico, de una cohorte retrospectiva que incluyó a todos los pacientes sometidos a metastasectomía pulmonar en el Servicio de Cirugía del Hospital San Juan de Dios, Santiago de Chile, entre enero de 2010 y diciembre de 2022.

Se incluyeron todos los pacientes mayores de 18 años con diagnóstico conocido de cáncer de origen no pulmonar, que fueron sometidos a resección quirúrgica de metástasis pulmonares, ya sea con intención diagnóstica o curativa. Se excluyeron aquellos pacientes con metástasis pulmonares operadas como parte de resecciones por tumores torácicos primarios (ej. cáncer de pulmón multifocal) o sin datos clínicos completos en el registro institucional.

La información fue obtenida a través de la revisión manual de fichas clínicas electrónicas institucionales, complementada con la verificación del estado vital y fecha de defunción mediante el Registro Civil e Identificación de Chile. Se recogieron variables demográficas (edad, sexo), clínicas (comorbilidades, tipo de tumor primario), quirúrgicas (tipo de resección, abordaje, objetivo del procedimiento) y oncológicas (número de metástasis, uso de terapia neoadyuvante y adyuvante).

Se definió como *intención diagnóstica* la resección de nódulo pulmonar para confirmar o descartar enfermedad metastásica, *intención curativa* la resección de metástasis en pacientes con tumor primario controlado y sin enfermedad extrapulmonar activa y *supervivencia global* (SG) como el tiempo desde la fecha de metastasectomía hasta la fecha de muerte por cualquier causa o último control con vida.

Los datos fueron analizados utilizando el *software R Studio* (Version 2024.12.1 + 563 (2024.12.1 + 563)).

Las variables categóricas se describieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes, mientras que las variables continuas se expresaron como media \pm desviación estándar o mediana con rango intercuartílico (RIC), según su distribución. La supervivencia global se estimó mediante el método de Kaplan–Meier, y las comparaciones entre grupos se realizaron utilizando la prueba de log-rank. Se consideró un valor de $p < 0,05$ como estadísticamente significativo.

Este estudio fue aprobado por el Comité de

Ética Científica correspondiente y se realizó en conformidad con los principios de la Declaración de Helsinki.

Resultados

Se incluyeron 174 pacientes sometidos a metastasectomía pulmonar entre 2010 y 2022. En la Tabla 1 se presentan las principales características de los participantes.

Con respecto a los datos epidemiológicos, no hay diferencias mayores por género. El rango de edad de los pacientes es heterogéneo, y existe una tendencia de los pacientes hacia la tercera edad. Por otro lado, las cirugías se realizaron con fines curativos en un 43,7% de los casos, con fines diagnósticos un 52,3% y un porcentaje pequeño de pacientes (4%) no tenía la indicación especificada en los registros clínicos.

La mayoría de los pacientes presentó metástasis

Tabla 1. Características demográficas y clínicas de 174 pacientes con metastasectomías pulmonares (2010–2022)

Variable	Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Sexo	Mujer	89	51,14
	Hombre	85	48,85
Edad	Promedio	60 (DE 16,9)	
	Mediana	60 (RIQ 48-69)	
	Rango	15-83	
Número de comorbilidades	0	80	46
	1	34	19,5
	2	32	18,4
	3	19	10,9
	4	7	4,02
	5	2	1,15
Objetivo del procedimiento	Diagnóstico	91	52,3
	Curativo	76	43,7
	No especificado	7	4
Número de metástasis	Múltiple	112	64,4
	Única	50	28,7
	No especificado	12	6,9

Tabla 2. Frecuencia de metastasectomías adicionales en pacientes operados de metastasectomía entre 2010 y 2022

Característica	Condición	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Metastasectomía extra-pulmonar previa	No	159	91,4
	Si	15	8,6
Metastasectomía pulmonar previa	No	161	92,5
	Si	13	7,5

múltiples (64,4%), mientras que el 28,7% presentó una sola lesión pulmonar. En la misma línea, un 16,1% de los pacientes había requerido una metastasectomía previa, ya fuera pulmonar (7,5%) o extrapulmonar (8,6%) (Tabla 2).

En la Tabla 3 se especifican el tipo de resecciones y la frecuencia de tratamientos complementarios, ya sea radioterapia o quimioterapia.

En cuanto a la técnica quirúrgica, la resección en cuña fue la más frecuente (64,3%), seguida de segmentectomía (24,1%), la lobectomía (5,7%) y los procedimientos resectivos combinados (5,7%). El abordaje videotorascópico (VTC) fue ampliamente predominante (81,03%), frente a la toracotomía abierta (18,9%), lo que refleja una fuerte preferencia por técnicas mínimamente invasivas.

Un porcentaje menor de los pacientes (< 20%), recibió tratamiento neoadyuvante o adyuvante.

De acuerdo con la Tabla 4, la distribución de tumores primarios muestra que los cánceres colorrectales fueron los más frecuentes (20,1%), seguidos de los sarcomas (14,4%), los tumores renales (13,8%), los de mama (13,2%) y los testiculares (9,8%).

La sobrevida global se analizó mediante curvas de Kaplan-Meier según diferentes variables consideradas relevantes. Para mayor fidelidad de los resultados, se excluyeron del análisis de sobrevida los pacientes con información clínica incompleta.

En la Figura 1 se evidencia que los pacientes operados con intención curativa no presentaron una sobrevida significativamente mayor en comparación con los intervenidos por motivos diagnósticos.

Tabla 3. Características clínicas y quirúrgicas de pacientes con metastasectomía pulmonar 2010-2022

Variable	Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Tipo principal de cirugía	Cuña	112	64,36
	Segmentectomía	42	24,13
	Lobectomía	10	5,74
	Combinada	10	5,74
Neoadyuvancia	No	148	85,05
	Sí	26	14,94
Adyuvancia	No	147	84,48
	Sí	27	15,5
Abordaje quirúrgico	Videotorascocopia	141	81,03
	Toracotomía	33	18,96

Tabla 4. Distribución de tumores primarios en pacientes con metastasectomía pulmonar 2010-2022

Tumor primario agrupado	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Sarcoma	25	14,4
Renal	24	13,8
Mama	23	13,2
Colón	19	10,9
Testicular	17	9,8
Recto	16	9,2
Cabeza y cuello	12	6,9
Otros	10	5,7
Ginecológico	6	3,4
Próstata	5	2,9

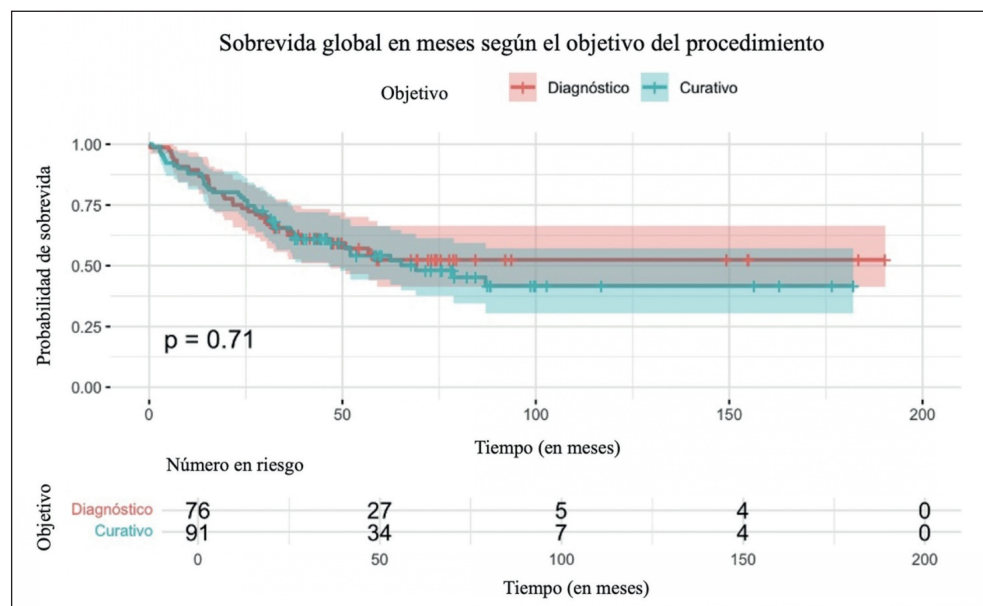


Figura 1. Sobrevida global en meses según el objetivo del procedimiento: diagnóstico vs tratamiento curativo en pacientes operados por metástasis pulmonares entre 2010-2022.

La Figura 2 muestra que, si bien no hubo diferencias significativas en supervivencia según el abordaje (videotoracoscopia vs toracotomía), existe una tendencia a la separación de las curvas alrededor de los 48 meses, con mayor beneficio en videotoracoscopia.

En la Figura 3, se observa el análisis de supervivencia global en los cinco principales tipos de cáncer. A través de este, se observó una mayor supervivencia en los pacientes con tumor primario de origen co-

lorrectal, mientras que los pacientes con sarcoma presentan la menor supervivencia global. Por otro lado, en la Tabla 5, se aprecian las supervivencias a 5 años y el intervalo de confianza de 95%. En esta, se observa que existen diferencias significativas en la supervivencia entre distintos grupos, destacando supervivencias más altas en pacientes con tumores renales y testiculares.

En la Figura 4, se analiza la supervivencia de acuerdo al tipo de resección quirúrgica, se puede observar

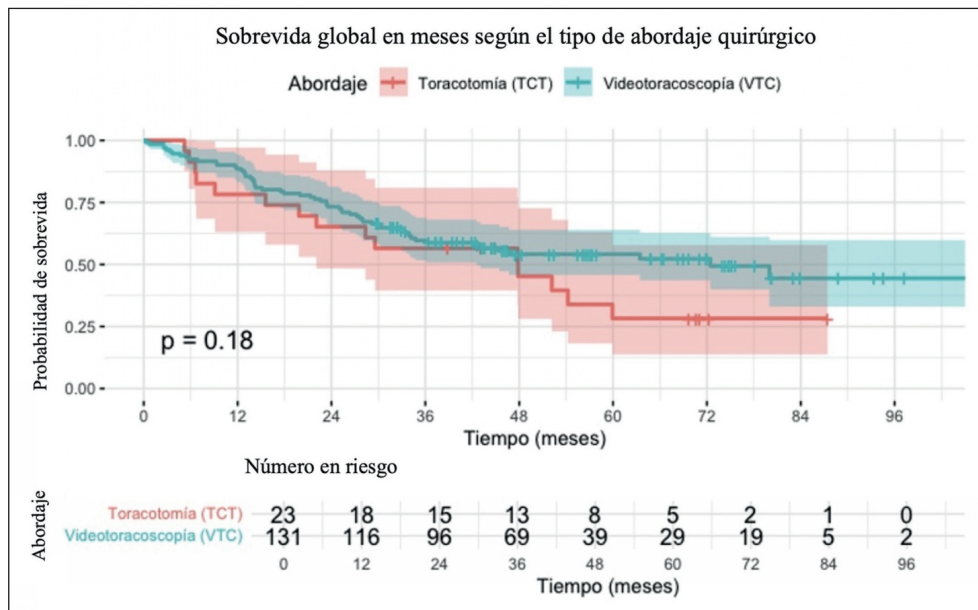


Figura 2. Supervivencia global en meses comparando toracotomía abierta con videotoracoscopia en pacientes operados por metástasis pulmonar entre el 2010 y 2022

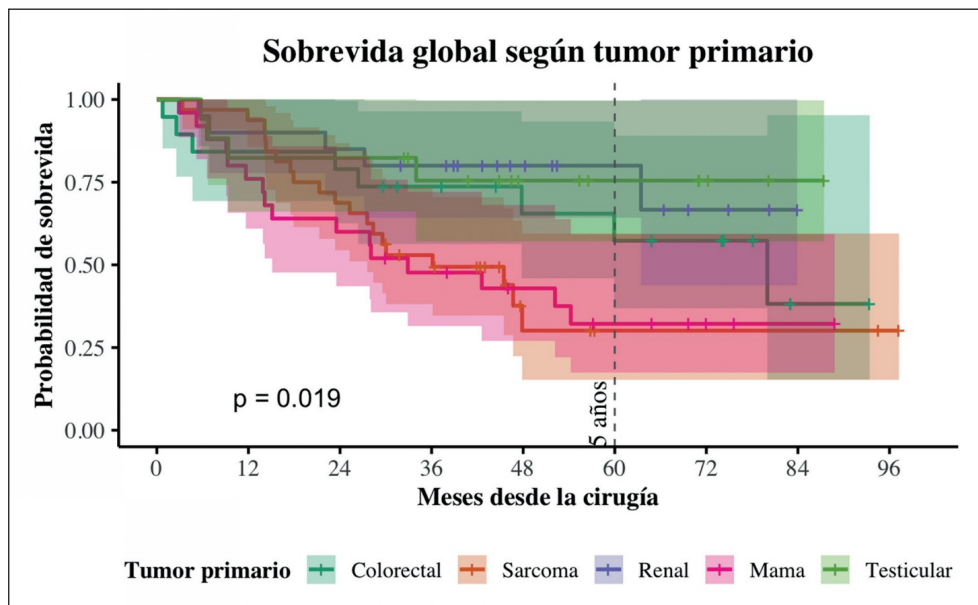


Figura 3. Supervivencia global en meses después de metástasectomía en cuatro primarios principales operados entre 2010 y 2022.

que, si bien hubo diferencia según el tipo de resección, esta no es estadísticamente significativa. Sin embargo, clínicamente, tiene relevancia ofrecer resecciones mayores sin afectar negativamente la sobrevida.

No hubo mortalidad a los 30 ni a los 90 días en la cohorte de pacientes analizada. En 9 pacientes se reportó alguna complicación no grave durante la hospitalización (5,2% del total).

En la Figura 5 se analizó la sobrevida según el

Tabla 5. Sobrevida global a 5 años en pacientes operados de metastasectomía entre 2010 y 2022

Tipo de cáncer	Sobrevida 5 años	Intervalo confianza (95%)
Mama	57,30%	26,9-89%
Colorectal	30,10%	15,3-59,5%
Renal	80%	64,3-99,6%
Sarcoma	32,20%	17,5-59,3%
Testicular	75,50%	57,1-99,7%

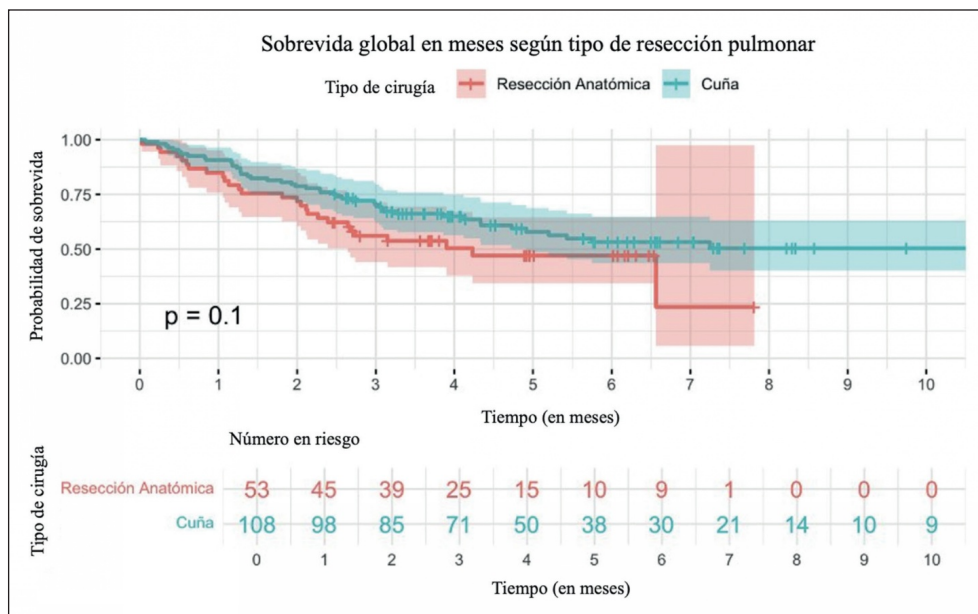


Figura 4. Sobrevida global en meses según tipo de resección pulmonar realizada entre 2010 y 2022.

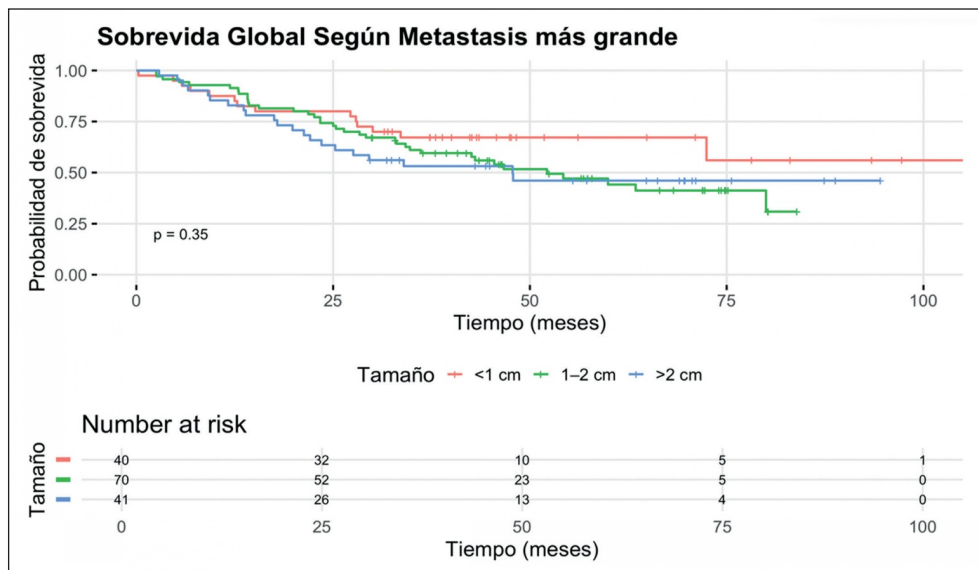


Figura 5. Sobrevida global en meses según tamaño de metástasis en pacientes operados entre 2010 y 2022.

tamaño de la metástasis más grande. De esta manera, se establecieron como medidas nódulos pulmonares menores de 1 cm, entre 1 y 3 cm y más de 2 cm. No obstante, no se evidenció una diferencia estadísticamente significativa en la comparación por tamaño.

En el análisis de supervivencia global según la

administración de tratamiento adyuvante, hubo una diferencia estadísticamente significativa entre pacientes que no recibieron adyuvancia y aquellos que sí (Figura 6).

En la Figura 7 se observa que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre pacientes sometidos a neoadyuvancia y los que no lo fueron.

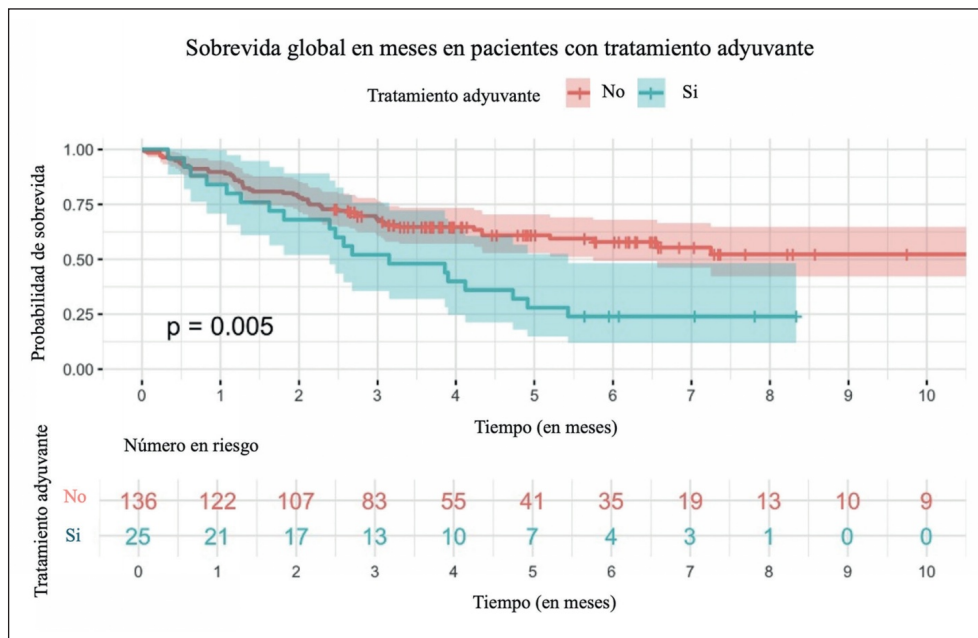


Figura 6. Sobrevivencia global en meses en pacientes con tratamiento adyuvante postoperatorio en pacientes operados entre 2010 y 2022.

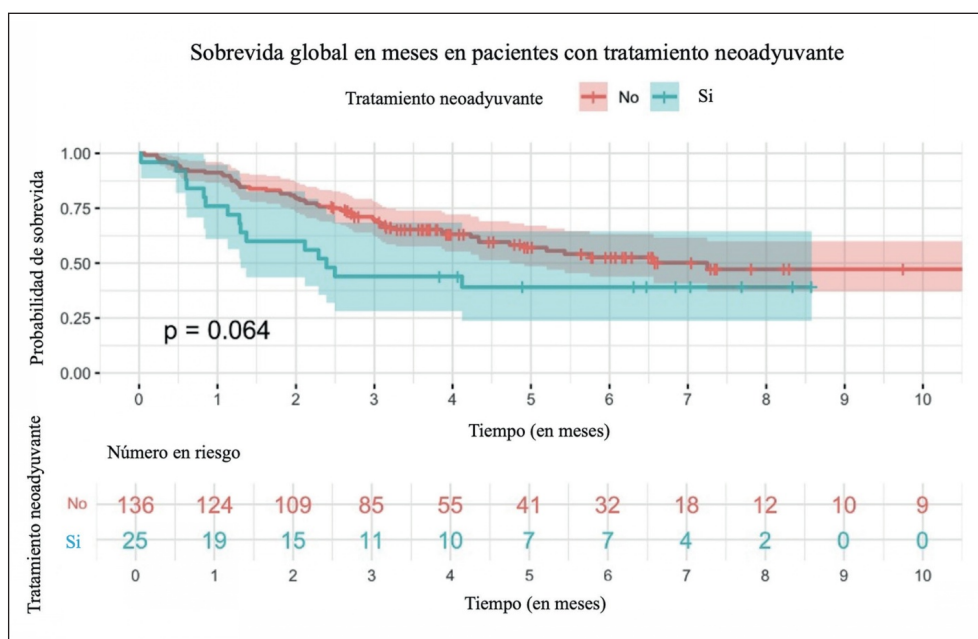


Figura 7. Sobrevivencia global en meses en pacientes con tratamiento neoadyuvante preoperatorio en pacientes operados entre 2010 y 2022.

Discusión y conclusión

En esta cohorte retrospectiva de 174 pacientes sometidos a metastasectomía pulmonar, se identificaron patrones clínicos y resultados quirúrgicos consistentes con la literatura internacional, pero que aportan información relevante desde un contexto latinoamericano. Adicionalmente, el manejo estadístico de los estudios referentes al tema de metástasis es complejo, tanto por la variabilidad de los tumores, como por la variabilidad de las lesiones y sus manejos.

Existen dudas en la literatura respecto al rol terapéutico de la metastasectomía. En esta misma línea, basado en nuestros datos, la intención curativa no mostró un beneficio estadísticamente significativo. Esta falta de evidencia llama a ser particularmente criterioso con la selección rigurosa de candidatos a cirugía pulmonar y a precisar la intención del procedimiento, así como a optimizar la secuencia terapéutica que resulte más adecuada.

La mayoría de los procedimientos correspondieron a resecciones en cuña no anatómicas (68%), lo que refleja la localización periférica de muchas lesiones y la búsqueda de preservar parénquima pulmonar. Asimismo, los pacientes sometidos a resecciones no anatómicas mostraron una tendencia a mejor supervivencia, aunque sin alcanzar significación estadística. Esto puede ser un factor pronóstico tanto por la localización central de las lesiones, como por el impacto de una resección más extensa.

El abordaje videotoracoscópico (VTC) se utilizó en más del 80% de los casos, sin diferencias significativas en la supervivencia en comparación con la toracotomía abierta. Estos resultados coinciden con series internacionales que han demostrado la equivalencia oncológica entre ambas técnicas. Cabe destacar que aún hay cirujanos de tórax que prefieren técnicas abiertas para la resección de metástasis, a pesar de existir lesiones reseccables por videotoracoscopia. Esto se sustenta en la idea de palpar más lesiones, pero no se condice con un beneficio en la supervivencia según nuestros datos. En efecto, si un paciente realmente requiere una toracotomía basada en el número de lesiones o en su ubicación, esto tampoco debiera ser desincentivando, ya que, de acuerdo con nuestros datos, no se asocia a mayor mortalidad a largo plazo.

El uso de terapia adyuvante se asoció a diferencias significativas en la supervivencia, mientras que la terapia neoadyuvante no mostró diferencias significativas. Si bien estos resultados pueden estar influidos por sesgos de selección —ya que los pacientes que completan adyuvancia suelen presentar cáncer

más agresivo. La interpretación de este resultado siembra incluso más incertidumbre respecto a si acaso existe una secuencia “correcta” para manejar pacientes, o si en realidad solo estamos intentando manejar incertidumbre biológica y clínica de la ingente variabilidad entre las enfermedades metastásicas.

En cuanto a las supervivencias descritas según distintos tumores, se observaron diferencias significativas en la supervivencia a 5 años: 80% en tumores renales, 75% en testiculares, 57% en cáncer de mama, 31% en cáncer colorrectal y 32% en sarcomas. Estas cifras reflejan la biología intrínseca de cada tumor y se alinean con series internacionales que reportan supervivencias similares.

Las principales limitaciones de nuestro estudio incluyen su carácter retrospectivo y unicéntrico, así como la heterogeneidad de los tipos tumorales incluidos. Además, la presencia de datos faltantes en variables como el número exacto de metástasis y el tipo de terapia adyuvante limita la validez de algunos análisis. Sin embargo, esta es una realidad en cualquier estudio sobre metástasis pulmonares.

Futuras líneas de investigación debieran enfocarse en series de mayor volumen, con la recolección de datos de múltiples centros, en las que se integren factores clínicos, biológicos y moleculares en cada tipo de cáncer, así como en la evaluación prospectiva del rol de las resecciones anatómicas y del tratamiento sistémico perioperatorio en el contexto chileno.

En síntesis, la metastasectomía pulmonar se mantiene como una estrategia quirúrgica segura y potencialmente beneficiosa en pacientes seleccionados. Cada caso debe ser discutido en detalle para decidir la intención de la cirugía, el orden de los tratamientos recibidos y elección de la técnica quirúrgica.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que en este manuscrito no se han realizado experimentos en seres humanos ni animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Financiación. Ninguna.

Conflictos de interés. Ninguno.

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética Científica local.

Declaración de Autoría

- Pablo Perez Castro: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración de proyecto, recursos, supervisión, redacción- borrador original, redacción - revisión y edición.
- Ruben Valenzuela Matamala: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración de proyecto, recursos, supervisión, redacción- borrador original, redacción - revisión y edición.
- Diego Paredes Gallardo: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración de proyecto, recursos, supervisión, redacción- borrador original, redacción - revisión y edición.
- Ricardo Retamal Trujillo: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, recursos, software, redacción- borrador original, redacción - revisión y edición.
- Catalina Gutiérrez Navarro: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, recursos, software, redacción- borrador original, redacción - revisión y edición.
- Antonia Cepeda Puga: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, recursos, software, redacción- borrador original, redacción - revisión y edición.

Bibliografía

1. Grapatsas K, Papaporfyriou A, Leivaditis V, Ehle B, Galanis M. Lung metastasectomy: Can laser-assisted surgery make a difference? *Current Oncology* 2022;29:6968-81. doi: 10.3390/currenco129100548
2. Baldes N, Eberlein M, Bölkbas S. Multimodal and palliative treatment of patients with pulmonary metastases. *Journal of Thoracic Disease* 2021;13:2686-91. doi: 10.21037/jtd-2019-pm-09
3. Gonzalez M, Zellweger M, Nardini M, Migliore M. Precision surgery in lung metastasectomy. *Future Oncology* 2020;16:7-13. doi: 10.2217/fon-2018-0713
4. Downey RJ, Bains MS. Open surgical approaches for pulmonary metastasectomy. *Thoracic Surgery Clinics* 2016;26:13-8. doi: 10.1016/j.thorsurg.2015.09.003
5. Petrella F, Diotti C, Rimessi A, Spaggiari L. Pulmonary metastasectomy: An overview. *Journal of Thoracic Disease* 2017;9:S1291-8. doi: 10.21037/jtd.2017.03.175
6. Higashiyama M, Tokunaga T, Nakagiri T, Ishida D, Kuno H, Okami J. Pulmonary metastasectomy: Outcomes and issues according to the type of surgical resection. *General Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2015;63:320-30. doi: 10.1007/s11748-015-0544-9