



## Innovación en técnica quirúrgica

# Utilidad de la fluorescencia cercana al infrarrojo para la identificación del bronquio segmentario en segmentectomías mínimamente invasivas



M Teresa Gómez Hernández <sup>a,b,c,\*</sup>, Cristina Rivas Duarte <sup>a</sup>, Clara Forcada Barreda <sup>a</sup> y Marcelo F Jiménez López <sup>a,b,c</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Cirugía Torácica, Hospital Universitario de Salamanca, Salamanca, España

<sup>b</sup>Universidad de Salamanca, Salamanca, España

<sup>c</sup>Instituto de Investigación Biomédica de Salamanca (IBSAL), Salamanca, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## Historia del artículo:

Recibido el 31 de diciembre de 2021

Aceptado el 11 de junio de 2022

On-line el 12 de julio de 2022

## Palabras clave:

Cirugía mínimamente invasiva

Identificación bronquial

VATS

Robótica

Segmentectomía

Fluorescencia

## RESUMEN

Las resecciones sublobares anatómicas mínimamente invasivas han ganado relevancia durante los últimos años gracias al avance de las técnicas de imagen, los programas de cribado y el aumento de segundas neoplasias. La identificación precisa del bronquio segmentario o subsegmentario objeto de resección es vital para obtener resultados óptimos en segmentectomías y subsegmentectomías. Dada la complejidad y la posibilidad de variaciones anatómicas, varios autores han publicado distintos métodos para identificar el bronquio objetivo de la resección. Sin embargo, estos métodos tienen ciertas limitaciones. El presente artículo describe una nueva técnica rápida, efectiva, con bajo riesgo de complicaciones y sin coste adicional para la identificación de los bronquios segmentarios en segmentectomías mínimamente invasivas.

© 2022 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Usefulness of near-infrared fluorescence for identifying the segmental bronchus in minimally invasive segmentectomy

## A B S T R A C T

Minimally invasive anatomical sublobar resections have gained relevance in recent years mainly due to advances in imaging techniques, screening programs and the increase in second neoplasms. Accurate identification of the segmental or subsegmental bronchus is vital to guarantee optimal results in segmentectomies and subsegmentectomies. Given the complexity and the possibility of anatomical variations, several authors have published different methods to identify the target bronchus. However, these methods have certain limitations. This article describes a new rapid and effective technique, with a low risk of

## Keywords:

Minimally invasive surgery

Bronchial identification

VATS

Robotics

Segmentectomy

Fluorescence

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [mtgh@usal.es](mailto:mtgh@usal.es) (M.T. Gómez Hernández).

<https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2022.06.005>

0009-739X/© 2022 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

complications and without additional cost, for the identification of segmental bronchi in minimally invasive segmentectomies.

© 2022 AEC. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

En los últimos años, los programas de screening de cáncer de pulmón mediante tomografía computarizada de baja dosis se han generalizado y, como consecuencia, han comenzado a detectarse con una mayor frecuencia pequeñas lesiones pulmonares de significado, en muchas ocasiones, incierto. En particular, el diagnóstico de lesiones subcentimétricas o subsólidas ha ido en aumento; en estos casos, las resecciones limitadas han demostrado ser una opción terapéutica válida<sup>1,2</sup>. En este sentido, la reciente publicación de los resultados del ensayo clínico JCOG0802/WJOG4607L<sup>3</sup> podría cambiar los estándares actuales de extensión de la resección quirúrgica en favor de la segmentectomía en pacientes con carcinomas pulmonares no microcíticos menores de 2 cm sin afectación ganglionar. Por otro lado, el riesgo de desarrollar un segundo primario pulmonar después de un tratamiento quirúrgico inicial por un cáncer de pulmón es alto<sup>4</sup>; en muchos casos, a estos pacientes con una pobre reserva de función pulmonar debido a la resección previa solo se les puede ofrecer una resección anatómica limitada al segmento afecto<sup>5</sup>. Por tanto, las indicaciones de las segmentectomías anatómicas pulmonares han aumentado en los últimos años. Dado que existe una amplia variedad de posibles segmentectomías y la posibilidad de encontrar variaciones anatómicas en estructuras de vasos pulmonares y bronquios es alta, se hace relativamente difícil desarrollar la experiencia y las habilidades necesarias para este tipo de procedimiento quirúrgico. Por ello, el éxito de estas intervenciones complejas es altamente dependiente de la interpretación intraoperatoria de la anatomía del segmento, especialmente en abordajes mínimamente invasivos. La identificación correcta de ramas anómalas de los vasos pulmonares o de los bronquios es importante para evitar accidentes intraoperatorios como sangrado, infartos postoperatorios o defectos de ventilación. En este sentido, son varios los autores que han publicado diferentes métodos<sup>6-9</sup> para garantizar la correcta identificación bronquial intraoperatoria. Sin embargo, estos métodos presentan ciertas limitaciones, por lo que, hasta la

fecha, no existe una técnica estandarizada para el marcaje directo del bronquio objetivo.

En el presente artículo describimos un método de identificación del bronquio objetivo en segmentectomías anatómicas mínimamente invasivas basado en la utilización de la fluorescencia cercana al infrarrojo.

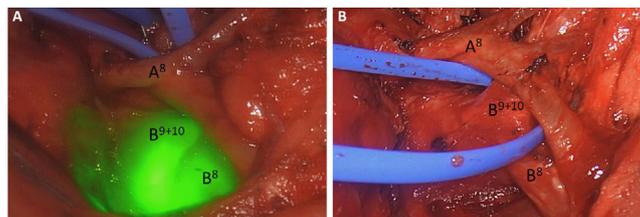
## Técnica quirúrgica

### Caso 1

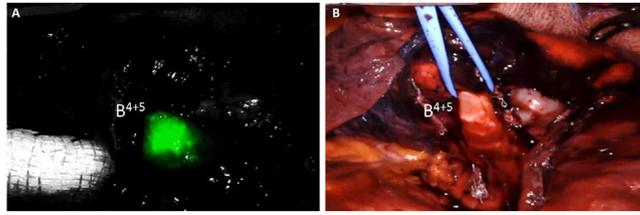
Paciente de 79 años con antecedentes de adenocarcinoma de recto tratado que presentó durante el seguimiento una lesión pulmonar de 1,9 cm localizada en segmentos 9-10 izquierdos. La paciente fue programada para una segmentectomía S<sup>9+10</sup> izquierda por vía videotoracoscópica. Para conseguir la ventilación unipulmonar, la paciente fue intubada con un tubo endotraqueal de doble luz izquierdo y la comprobación del correcto posicionamiento de tubo se llevó a cabo con un broncoscopio flexible de intubación (KARL STORZ GmbH & Co. KG, Tuttlingen, Alemania). Durante el procedimiento, tras la sección de la rama arterial A<sup>9+10</sup>, se realizó la identificación endoscópica de los bronquios segmentarios B<sup>9+10</sup> mediante la introducción del broncoscopio utilizado previamente a través de la luz bronquial. Una vez identificados endoscópicamente los bronquios segmentarios B<sup>9+10</sup> por parte de un cirujano experto, se abocó la punta del broncoscopio en el bronquio segmentario objetivo y se cambió la visión videotoracoscópica estándar de la plataforma de toracoscopia Stryker 1688 Advanced Imaging Modalities 4 K (Stryker, Kalamazoo, MI, EE. UU.) a superposición con visión de fluorescencia cercana al infrarrojo permitiendo la visualización de la luminiscencia a nivel de los bronquios objetivo sin la necesidad de administración de verde de indocianina (fig. 1).

### Caso 2

Paciente de 60 años con antecedentes de cardiopatía isquémica que es diagnosticada de un adenocarcinoma de colon. En



**Figura 1 – A) Visualización e identificación de la anatomía segmentaria bronquial con visión videotoracoscópica superpuesta con fluorescencia cercana al infrarrojo tras introducción del broncoscopio a través del tubo endotraqueal sin la administración de verde de indocianina. B) Vista videotoracoscópica estándar tras la disección del bronquio B<sup>9+10</sup>.**



**Figura 2 – A) Visualización e identificación del bronquio segmentario B<sup>4+5</sup> con el sistema Firefly del robot da Vinci® tras introducción del broncoscopio a través del tubo endotraqueal sin la administración de colorante fluorescente. B) Vista endoscópica tras la disección del bronquio B<sup>4+5</sup>.**

estudio de extensión, se evidenció un nódulo pulmonar de 2 cm localizado en lóbulo. La paciente fue programada para una linguectomía por vía robótica. En este caso, para conseguir la ventilación unipulmonar, la paciente fue intubada con un tubo de luz única con bloqueador incorporado y la comprobación del correcto posicionamiento del tubo y el bloqueador se llevó a cabo con un videobroncoscopio flexible de un solo uso (Ambu® a Scope™ Broncho Slim 3.8/1.2). Tras la sección independiente de las ramas arteriales A<sup>4</sup> y A<sup>5</sup> y de las ramas inferiores de la vena pulmonar superior V<sup>4+5</sup>, se llevó a cabo la identificación endoscópica de los bronquios segmentarios B<sup>4+5</sup> mediante la introducción del videobroncoscopio utilizado previamente a través del tubo endotraqueal previo cese de la ventilación en el respirador mecánico y desinflado del balón del bloqueador. Una vez identificados los bronquios segmentarios B<sup>4+5</sup> por parte del anestesiólogo experto y confirmado en el monitor (Ambu® aView™) por el cirujano situado en el campo quirúrgico, el cirujano de consola activó el sistema FireFly de fluorescencia con infrarrojos integrado en el robot da Vinci® X (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, EE. UU.) permitiendo la visualización de la fluorescencia en los bronquios objetivo sin necesidad de administrar ningún colorante con propiedades fluorescentes (fig. 2).

## Discusión

La estructura anatómica de los distintos segmentos pulmonares es compleja y a menudo presenta variaciones individuales; de ahí que, las segmentectomías, y especialmente las subsegmentectomías constituyan un desafío para muchos cirujanos. Hasta la fecha, se han utilizado diferentes métodos para identificar las estructuras segmentarias y el plano intrasegmental. La angiografía y bronconografía por tomografía computarizada tridimensional<sup>6</sup> es la técnica más utilizada. Este método facilita la correcta interpretación de la disposición tridimensional de las estructuras segmentarias y permite obtener modelos tridimensionales impresos. Sin embargo, no permite el marcaje directo del bronquio objetivo durante la cirugía. Recientemente, Xu et al.<sup>8</sup> han descrito un nuevo método para la identificación del bronquio segmentario basado en el marcaje bronquial con azul de metileno guiado con navegación endobronquial electromagnética (NEB). Aunque este método es factible y efectivo para la identificación de bronquios segmentarios y subsegmentarios, presenta algunos

inconvenientes como la necesidad de disponer de un equipamiento específico (sistema de NEB) y el tiempo adicional necesario para llevar a cabo la identificación y el marcaje del bronquio. Además, la cantidad de azul de metileno inyectado debe ser óptima para prevenir la diseminación del colorante en el árbol bronquial y evitar la incorrecta identificación bronquial.

Nuestro estudio describe una técnica rápida, efectiva, con bajo riesgo de complicaciones y sin coste adicional para la identificación de bronquios segmentarios en segmentectomías mínimamente invasivas tanto videotoracoscópicas como robóticas que podría acortar la duración de estos procedimientos de forma segura. Entre las principales ventajas de la técnica descrita se encuentran que es un procedimiento rápido y seguro y que no requiere del consumo de recursos materiales adicionales ni de la administración de ningún agente con propiedades fluorescentes. Entre los requisitos fundamentales para llevar a cabo esta técnica con éxito se encuentra disponer de una plataforma de videotoracoscopia con fluorescencia cercana al infrarrojo (la plataforma robótica da Vinci® tiene integrado el sistema FireFly) y contar con la presencia en el quirófano de un cirujano o anestesiólogo experto en broncoscopia para llevar a cabo la identificación del bronquio segmentario objetivo de forma correcta.

En conclusión, nuestro estudio demuestra la utilidad de la fluorescencia cercana al infrarrojo para la identificación de los bronquios segmentarios en segmentectomías mínimamente invasivas.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

- Hwang Y, Kang CH, Kim HS, Jeon JH, Park IK, Kim YT. Comparison of thoracoscopic segmentectomy and thoracoscopic lobectomy on the patients with non-small cell lung cancer: a propensity score matching study. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg.* 2015;48:273-8.
- Kato H, Oizumi H, Suzuki J, Hamada A, Watarai H, Nakahashi K, et al. Video-assisted thoracoscopic subsegmentectomy for small-sized pulmonary nodules. *J Vis Surg.* 2017;3:105.

3. Saji H, Okada M, Tsuboi M, Nakajima R, Suzuki K, Aokage K, et al. Segmentectomy versus lobectomy in small-sized peripheral non-small-cell lung cancer (JCOG0802/WJOG4607L): a multicentre, open-label, phase 3, randomised, controlled, non-inferiority trial. *Lancet Lond Engl*. 2022;399(10335):1607–17.
4. Johnson BE. Second lung cancers in patients after treatment for an initial lung cancer. *J Natl Cancer Inst*. 1998;90:1335–45.
5. Sienel W, Dango S, Kirschbaum A, Cucuruz B, Hörth W, Stremmel C, et al. Sublobar resections in stage IA non-small cell lung cancer: segmentectomies result in significantly better cancer-related survival than wedge resections. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg* abril de. 2008;33:728–34.
6. Wu WB, Xu XF, Wen W, Xu J, Zhu Q, Pan XL, et al. Three-dimensional computed tomography bronchography and angiography in the preoperative evaluation of thoracoscopic segmentectomy and subsegmentectomy. *J Thorac Dis*. 2016;8 Suppl 9:S710–5.
7. Sato M, Murayama T, Nakajima J. Concepts and techniques: how to determine and identify the appropriate target segment in anatomical pulmonary segmentectomy? *J Thorac Dis* marzo de. 2019;11:972–86.
8. Xu R, Zhao M, Zhao Y, Xuan Y, Qin Y, Jiao W. Electromagnetic navigational bronchoscopy-guided dye marking to identify the subsegmental bronchus in thoracoscopic anatomic subsegmentectomy. *Thorac Cancer* octubre de. 2021;12:2819–21.
9. Zhu Y, Pu Q, Liu C, Mei J, Liu L. Trans-Inferior-Pulmonary-Ligament Single-Direction Thoracoscopic RS9 Segmentectomy: Application of Stem-Branch Method for Tracking Anatomy. *Ann Surg Oncol* agosto de. 2020;27:3092–3.