

Técnica de reducción de volumen pulmonar por broncoscopia (RPB): Hallazgos radiológicos y complicaciones frecuentes. Nuestra experiencia.

Tipo: Presentación Electrónica Educativa

Autores: Ana Utrera Garcia De Salazar, Andrés Alcázar Peral, Guillermo Gallardo Madueño, Daniella Gómez Campos, Christian Escalona Huerta, Isabel Fernández Sobrino

Objetivos Docentes

- Revisar los hallazgos en imagen y las indicaciones del tratamiento de reducción de volumen pulmonar por broncoscopia (RVPB)
- Describir los hallazgos esperables en imagen tras la realización de las diferentes técnicas.
- Familiarizarse con las complicaciones más frecuentes que podemos encontrar en radiología convencional y en TC según nuestra experiencia.

Revisión del tema

ANTECEDENTES

La técnica de reducción de volumen por endoscopia es una opción prometedora para el tratamiento efectivo del enfisema avanzado que no responde a tratamiento farmacológico en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

En las pasadas décadas, gracias al éxito terapéutico de las técnicas de reducción de volumen pulmonar por cirugía para reducir la hiperinsuflación, se han desarrollado otras estrategias novedosas por vía endoscópica. Esta técnica se ha impuesto como opción disponible mucho menos invasiva.

El principio es el mismo que para la RVP quirúrgico, es decir, tratar las áreas más enfisematosas para reducir la hiperinsuflación. Es más, estas técnicas se han asociado a mejora de la función pulmonar, mejora de la capacidad de ejercicio y mejora de la calidad de vida asociando menor mortalidad post-intervención y menor morbilidad.

La imagen radiológica juega un papel muy importante en RVP, los radiólogos están involucrados en:

- Selección del paciente pre-intervención
- Evaluación de éxito terapéutico post-procedimiento

- Seguimiento y diagnóstico de complicaciones clínicas.

Se revisaron las tres diferentes técnicas de RVPB del enfisema severo más utilizadas en nuestro hospital:

- Válvulas endobronquiales .
- Coils metálicos de nitinol.
- Espuma selladora.

HALLAZGOS EN IMAGEN

En nuestro hospital 49 pacientes se ha tratado con la técnica de reducción de volumen: 27 pacientes con válvulas endobronquiales (Zephyr®), 16 pacientes con coils de nitinol y 6 pacientes con espuma selladora (AeriSeal® System) , desde 2011 hasta febrero de 2015.

Los candidatos a la técnica de reducción de volumen son seleccionados en base a criterios respiratorios de función (medidos con test de función estándar), según criterios clínicos y criterios radiológicos. El proceso se consulta con una reunión multidisciplinar (MDT) para asegurar la mejor decisión de tratamiento, involucrando especialistas médicos y radiólogos.

ADQUISICIÓN DE LA IMAGEN

Todos los estudios se realizaron usando un 128 MDCT(Siemens SOMATOM® Definition Flash)en inspiración profunda y apnea sin administración de contraste intravenoso. Los parámetros de adquisición son los siguientes: 120kVp, con modulación de dosis y reconstrucción de datos crudos a 1mm con unos intervalos de 0.5 mm utilizando filtros de alta resolución de contraste.

SELECCIÓN DEL PACIENTE PRE-INTERVENCIÓN

Antes del tratamiento se realiza una TC de tórax. Los pulmones y lóbulos son segmentados automáticamente y analizados visualmente para:

- Determinar la severidad y **distribución anatómica del enfisema** (se clasifica en dos grupos: enfisema homogéneo o heterogéneo)
- **Identificar el lóbulo diana** como el lóbulo más afecto en las zonas más heterogéneas (áreas que más se benefician de una reducción de volumen), para que el resto del parénquima pueda expandirse.
- **Comprobar que las fisuras inter-lobares están completas.**

Las fisuras completas se relacionan con una menor ventilación colateralinter-lobar (VC).

Se define una fisura completa si está presente en más de un 75% y no hay evidencia de vasos segmentarios cruzando entre lóbulos en cortes milimétricos en todos los planos de reconstrucción (axial, sagital y coronal) ([fig.1](#))



INDICACIÓN DE LA TÉCNICA DE RVPB (fig.2)

ANÁLISIS POR TC								
Técnica de RVP	FENOTIPO ENFISEMA		VENTILACIÓN COLATERAL		LÓBULO DIANA		REVERSIBLE	PRINCIPAL EFECTO ADVERSO
	HETERO	HOMO	NEGATIVO	POSITIVO	SUP.	INF.		
Válvulas	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	Neumotórax
Coil	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ ✗	Exacerbación Aguda
Espuma Selladora	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	Neumonía

La técnica de RVP utilizando **válvulas** unidireccionales está aceptada en pacientes con **enfisema heterogéneo de predominio en campo superior o inferior** y sin ventilación colateral.

La presencia de ventilación colateral es más proclive a mitigar la respuesta clínica del tratamiento con válvulas. Por ello, pacientes con enfisema heterogéneo, que pueden tener un predominio de campos superiores o inferiores de la enfermedad, las fisuras tienen que ser evaluadas para ver si están completas.

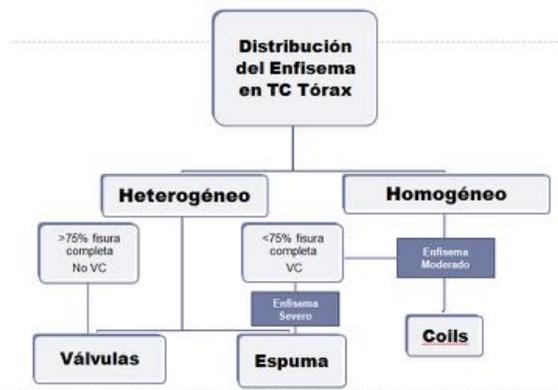
Tras evaluación por imagen los pacientes con enfisema heterogéneo que son considerados como candidatos al tratamiento unilateral de válvulas, pasan una evaluación de ventilación colateral con medidas de la presión al flujo respiratorio en broncoscopia (ChartisPulmonary Assessment System)

El tratamiento con Coils y polímero está considerado un factor independiente de la ventilación colateral.

Por tanto pacientes con **ventilación colateral** que **no son candidatos a válvula** y/o para pacientes con **enfisema homogéneo** el tratamiento con **Coils** es una solución prometedora.

El uso de espumas selladoras se restringe al enfisema de predominio de lóbulos superiores.

Indicaciones según tipo de enfisema [Fig. 3](#) :



Enfisema heterogéneo: válvulas unidireccionales para pacientes con enfisema heterogéneo de predominio de lóbulos superiores o inferiores sin circulación colateral. Pacientes con fisura incompleta (<75%) y aquellos con ventilación colateral Chartis probado se pueden tratar con Coils cuando la destrucción parenquimatosa es leve a moderada; cuando la destrucción es demasiado extensa para permitir uso de Coils, los pacientes pueden tratarse con espuma.

Enfisema homogéneo: El grupo de pacientes con leve a moderada destrucción del parénquima se utilizan Coils. No hay una opción de tratamiento hasta el momento para pacientes con enfisema homogéneo y destrucción severa.

EVALUACIÓN ÉXITO TERAPEÚTICO POSTPROCEDIMIENTO

Después del procedimiento de RVB, la indicación de una radiografía de tórax incluye comprobar que no haya neumotórax, control la adecuada posición de los dispositivos y detección de migración de dispositivos, evaluación de éxito terapéutico o cualquier otro evento clínico.

SEGUIMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE COMPLICACIONES

VALVULAS ENDOBRONQUIALES

Las válvulas endobronquiales (Zephyr®, Pulmonx) son dispositivos de silicona unidireccionales que se soportan sobre un stent recubierto de níquel-titanio [Fig. 4](#).

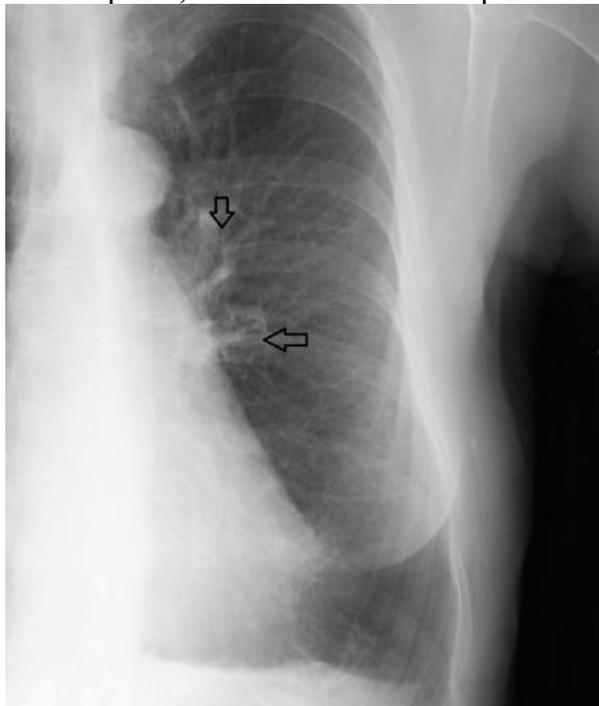


Estos dispositivos bloquean el flujo de aire al lóbulo tratado durante la inspiración permitiendo la emisión de secreciones y aire en la espiración, indicado para terapia de enfisema heterogéneo de lóbulo de predominio superior o inferior.

Por tanto, el tratamiento con válvulas endobronquiales pretende reducir el volumen lobar e inducir atelectasias por reabsorción.

Como resultado el pulmón sano restante puede re-expandirse con potencial mejoría de la función respiratoria.

Si se requiere, las válvulas endobronquiales se pueden retirar [Fig. 5](#)



En la TC de control se confirma la correcta disposición de estas válvulas y se busca la atelectasia segmentaria o subsegmentaria consecuencia de la obstrucción bronquial ([fig.6, 7 y 8](#)).[Fig. 7](#) [Fig. 8](#)



La población estudiada

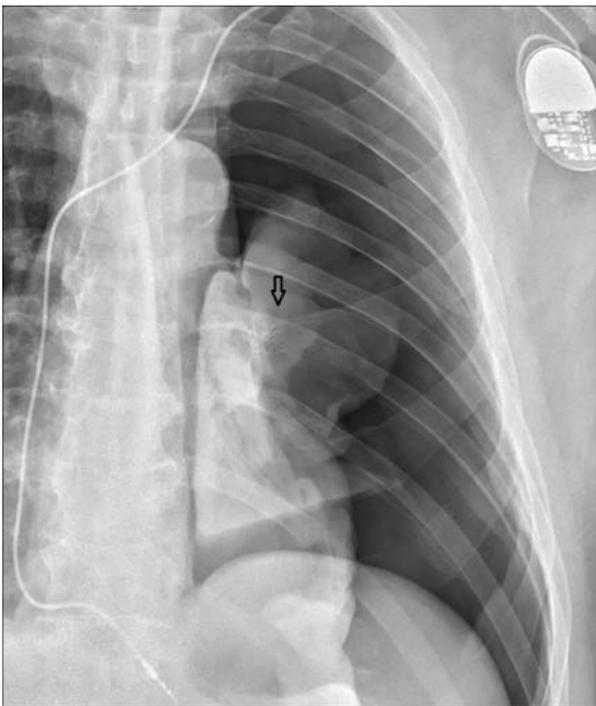
Entre marzo de 2012 y febrero de 2015 , 27 pacientes fueron tratados con VEB en nuestro centro.

Eventos relacionados con VEB

Entre los efectos adversos de este procedimiento, el **neumotórax** [Fig. 9](#) es la complicación principal, relacionada directamente con la colocación de la válvula. Se puede producir por como resultado de provocar una atelectasia brusca que puede causar roturas de bullas o áreas bullosas que causen adhesiones pleurales.

Tres de nuestros pacientes presentaron neumotórax tras el procedimiento, dos neumotórax fueron manejados con tubo de drenaje.

Uno de nuestros pacientes requirió hospitalización más de 7días con resultado de muerte tras el ingreso.



Los dos efectos adversos más frecuentes observados tras los primeros 12 meses tras la colocación de la válvula fue **neumonía**, reportado en cinco de nuestros pacientes, y **exacerbación del EPOC**.

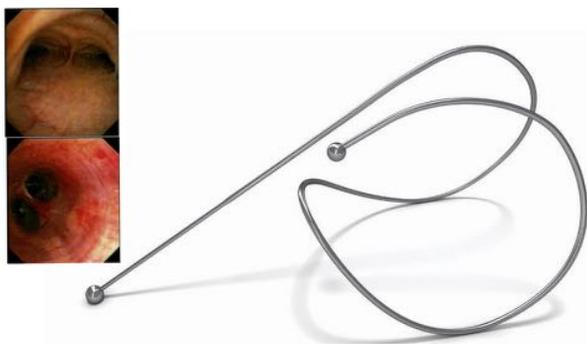
Se objetivó una baja incidencia de neumonía distal a la válvula endobronquial. En cuatro pacientes las neumonías tras el tratamiento con válvulas fue en el lóbulo ipsilateral y uno en el lado contralateral.

La retirada del dispositivo fue necesaria en tres de nuestros pacientes debido a neumonías recurrentes post-obstrucción y exacerbación de la EPOC.

El depósito de tejido de granulación sobre los dispositivos aumenta el riesgo de sangrado. **Hemoptisis leves no recurrentes** se observaron en dos de nuestros pacientes. Hay otros eventos adversos más raros asociados a las válvulas como migración de la válvula, empiemas, hemoptisis masivas, que no se reportaron en ninguno de nuestros pacientes.

RVP CON COILS

Los Coils para la RVP están hechos de cables de Nitinol preformado (PneumRX)[Fig. 10](#).



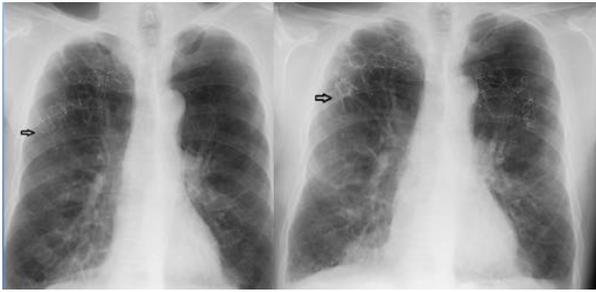
Estos coils se colocan por medio de broncoscopia con un catéter rígido en vías aéreas sub-segmentarias. Tras la liberación desde el catéter el Coil de RVP se pliega en su conformación predeterminada en el parénquima adyacente comprimiendo el parénquima.

Se puede utilizar para ambos pulmones en lóbulos superiores o inferiores, enfisemas tanto heterogéneos como homogéneos, además funciona de forma independiente de la circulación colateral.

Además esta técnica de colocación, es parcialmente reversible ya que los Coils pueden retirarse o recolocarse por broncoscopia en el proceso de implantación. La retirada tras meses o años de colocación es difícil.

La intención de tratamiento en todos nuestros pacientes fue de tratamiento bilateral. El procedimiento realizado en el lado contralateral se realizó por lo menos un mes después del primero.

En la imagen de control se podrá reconocer cualitativamente la pérdida de volumen por el desplazamiento de cisuras, vasos, mediastino y línea pleural anterior [Fig. 11](#).



Población a estudio

En nuestro hospital entre noviembre de 2014 y febrero de 2015 se trataron 16 pacientes con esta técnica con enfisema heterogéneo severo.

Eventos relacionados con la técnica de RVP con Coils

Los efectos adversos reportados con esta técnica fueron relativamente leves.

En 14 pacientes fueron tratados unilateralmente y dos pacientes tratamiento bilateral con un total de 18 procedimientos donde se utilizaron alrededor de 180 Coils (una media de 10 por procedimiento)

No hubo complicaciones inmediatas relacionadas con la técnica y todos los dispositivos fueron colocados según lo planeado.

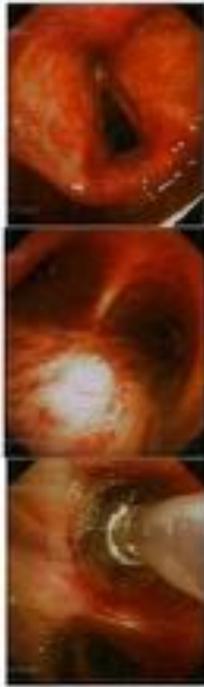
Durante los primeros 30 días, se produjo un caso de **neumonía** por *Pseudomonas aeruginosa* que se asoció al tratamiento, y seis casos de **exacerbaciones de EPOC**.

Se han descrito en la literatura algunos eventos adversos como neumotórax, hemoptisis masiva, dolor torácico, complicaciones infecciosas severas o relacionados con el propio material, que ninguna se reportó en nuestro hospital.

RVP CON ESPUMA SELLADORA

RVP con polímero es una técnica irreversible que ha sido investigada para enfisema heterogéneo y homogéneo de predominio en lóbulos superiores con éxito independiente de la ventilación colateral.

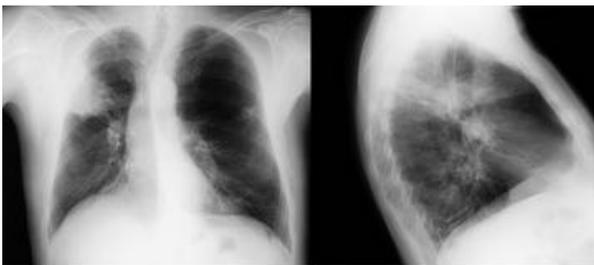
Se utiliza una dosis de 10-20mL de espuma selladora (AeriSeal®) que se administra con un catéter por un broncoscopio flexible en cada sub-segmento del lóbulo diana [Fig. 12](#).



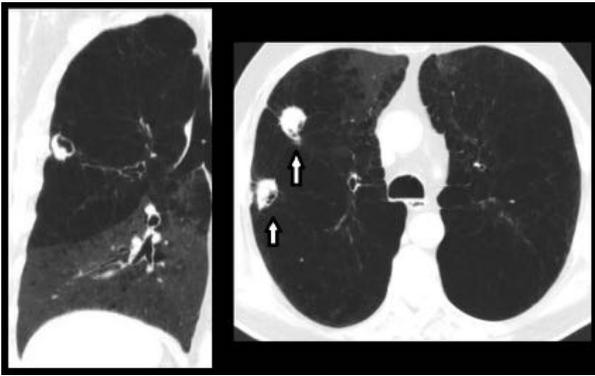
In situ va a ocurrir la polimerización con una inflamación local resultante con fibrosis secundaria que sella la región diana para producir atelectasias por reabsorción.

El tejido biopsiado tras un año de la colocación del material muestra una inflamación granulomatosa no necrotizante sin detección de espuma selladora residual tras un año.

En el imagen de control se identificarán unas consolidaciones en los segmentos tratados. Estas consolidaciones suelen presentar una morfología redondeada o alargada, con bordes bien definidos y sin broncograma aéreo, y pueden simular masas pulmonares si se desconoce el antecedente de tratamiento endobronquial. [Fig. 13](#).



Hemos observado además pseudocavitaciones corresponden probablemente a enfisema residual atrapado o necrosis estéril [Fig. 14](#). Es importante no confundirlo con una sobreinfección como una aspergilosis u otras infecciones invasivas, o incluso con un adenocarcinoma.



Población estudiada

En nuestro hospital entre abril de 2011 y mayo de 2013, 6 pacientes con enfisemas severos se trataron con instilación de espuma selladora.

Eventos relacionados con RVPP

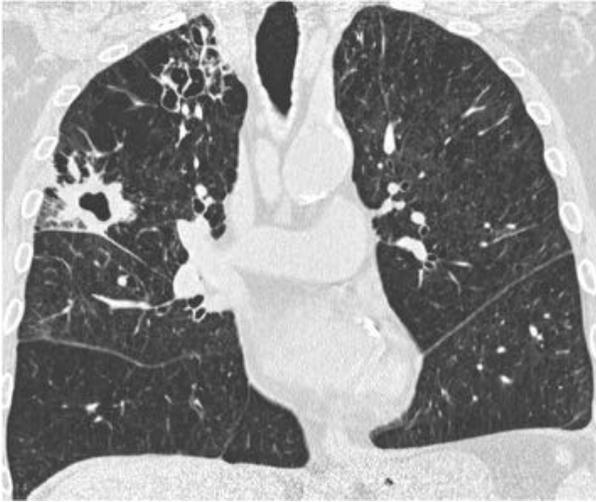
Todos los procedimientos fueron bien tolerados y no hubo muertes reportadas en 90 días tras instilación. Se comunicaron eventos gripe-like transitorios entre 8-24h tras el tratamiento y se observaron en la mitad de nuestros pacientes.

Uno de nuestros pacientes refirió **fiebre, malestar**, dolor torácico y disnea hasta tres días tras el procedimiento.

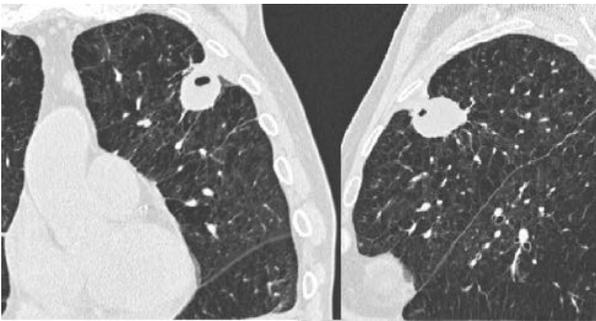
Hemoptisis recurrente fue objetivada en uno de nuestros pacientes tres meses tras el tratamiento que precisó de tratamiento endovascular ([fig.15](#)).



Otros efectos secundarios pulmonares tras 6 meses post procedimiento observados en dos de nuestros pacientes incluyó **neumonía** del lóbulo tratado y neumonías bilaterales recurrentes por *Klebsiella pneumoniae* [Fig. 16](#), [Fig. 17](#).



Se observó también un caso de neumonía recurrente con una zona de abscesificación por *Pseudomonas aeruginosa* ([fig.18](#)).



Exacerbación severa del EPOC fue reportado en uno de nuestros pacientes.

Imágenes en esta sección:



Fig. 1: Fig 1. Corte sagital de Tc de tórax. Se identifica la cisura mayor completa.

ANÁLISIS POR TC								
Técnica de RVP	FENOTIPO ENFISEMA		VENTILACIÓN COLATERAL		LÓBULO DIANA		REVERSIBLE	PRINCIPAL EFECTO ADVERSO
	HETERO	HOMO	NEGATIVO	POSITIVO	SUP.	INF.		
Válvulas	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	Neumotórax
Coil	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ ✗	Exacerbación Aguda
Espuma Selladora	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	Neumonía

Fig. 2: Fig 2. Indicación técnica de Reducción de Volumen Pulmonar (RVP).

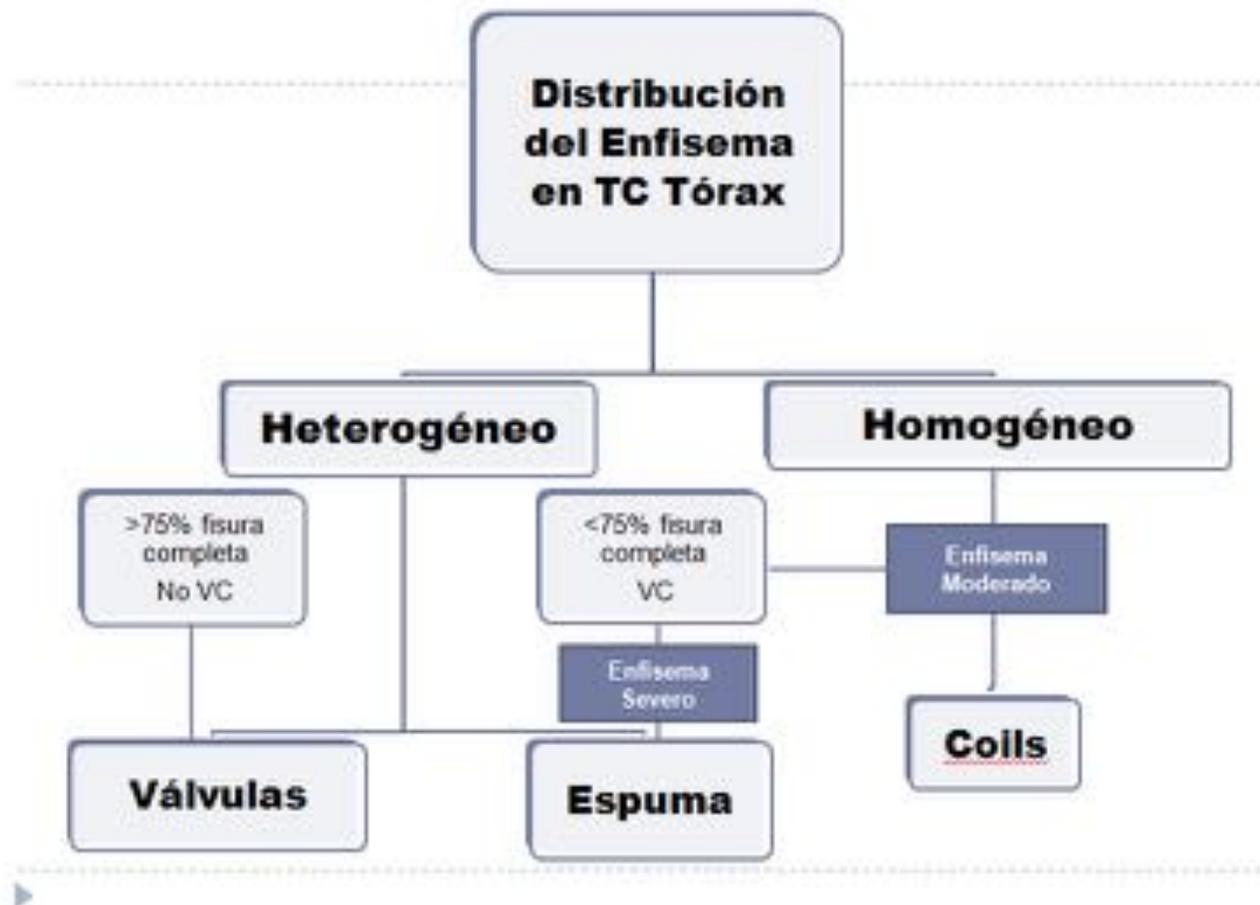


Fig. 3: Fig 3. Indicación RVP según tipo de enfisema y distribución.



Fig. 4: Fig 4. Imágenes de endoscopia de colocación de VEB (izquierda). Válvula endobronquial Zephyr®, Pulmonx (derecha).

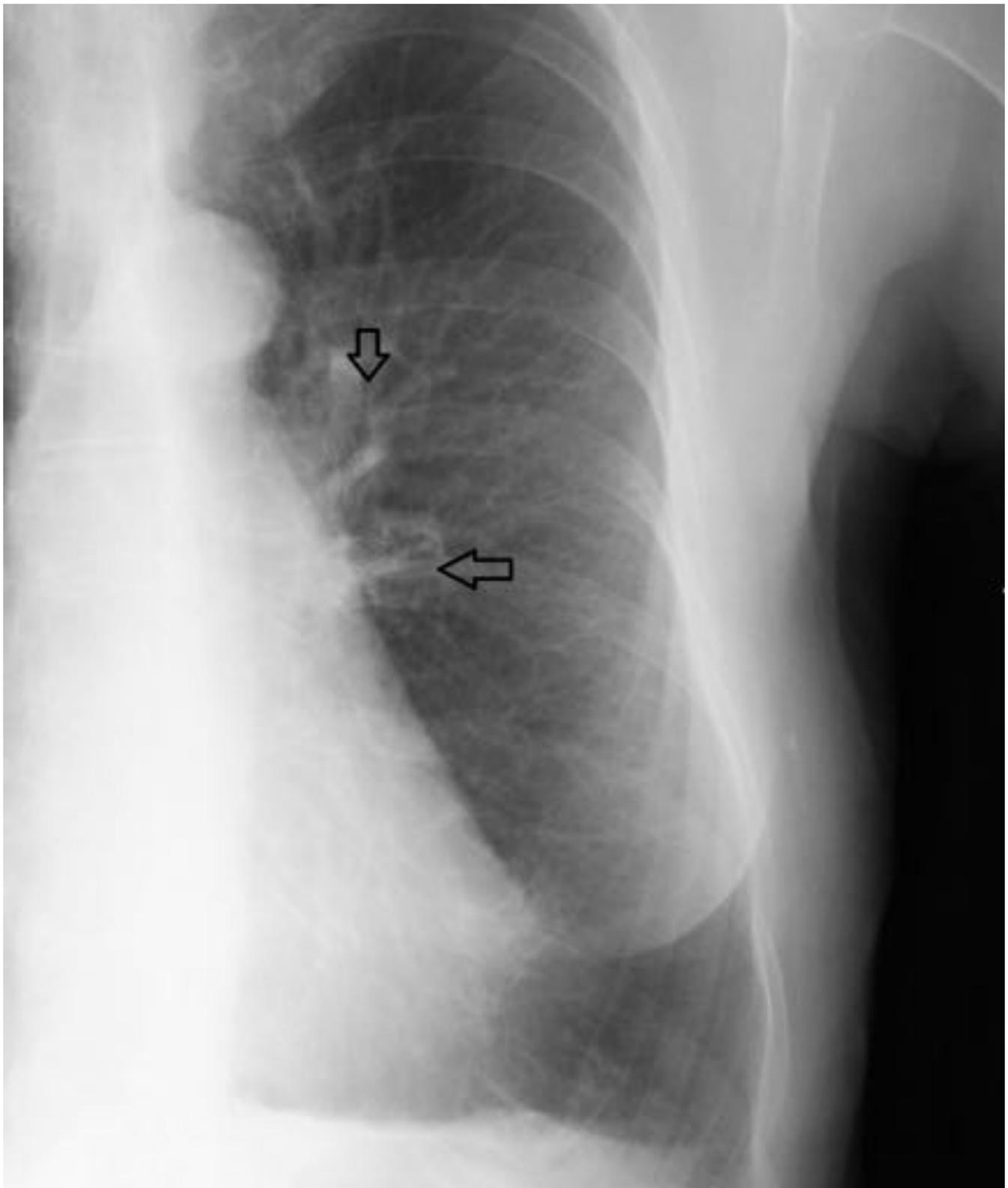


Fig. 5: Fig 5. Radiografía PA de tórax donde se observa la colocación de dispositivos de válvulas endobronquiales en bronquios segmentarios de LSI.



Fig. 6: Fig 6. Reconstrucción coronal MIP donde se observan dispositivos de VEB en ambos lóbulos inferiores.



Fig. 7: Fig 7. Reconstrucción coronal de TC de tórax donde se observan dispositivos de VEB en ambos lóbulos inferiores que producen atelectasias secundarias. Hallazgo esperable tras tratamiento.



Fig. 8: Fig 8. Reconstrucción sagital de TC de tórax donde se observa un dispositivo de VEB en LII que produce atelectasia secundaria. Hallazgo esperable tras tratamiento.

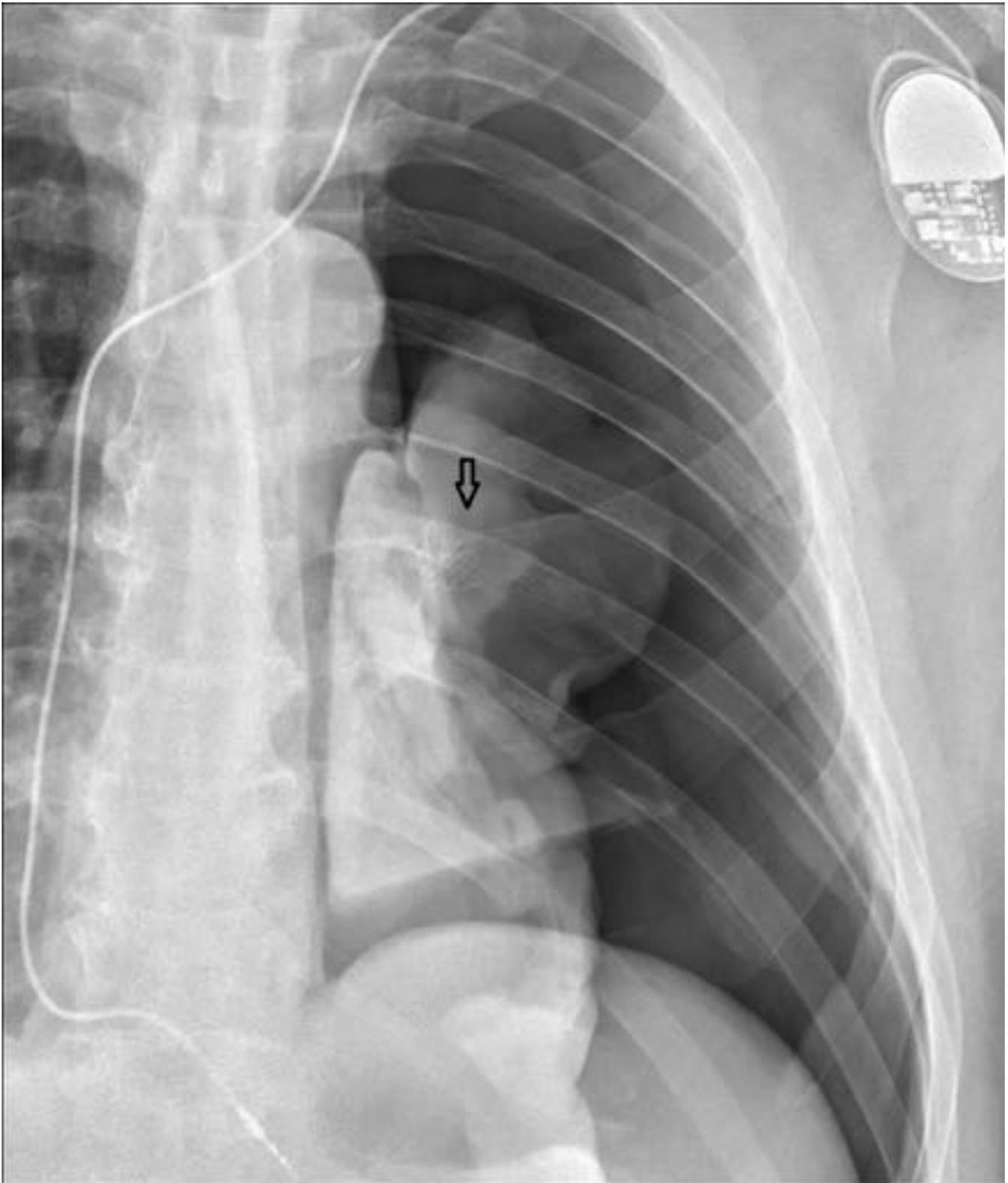


Fig. 9: Fig 9. Neumotórax izquierdo tras colocación de VEB (flecha).

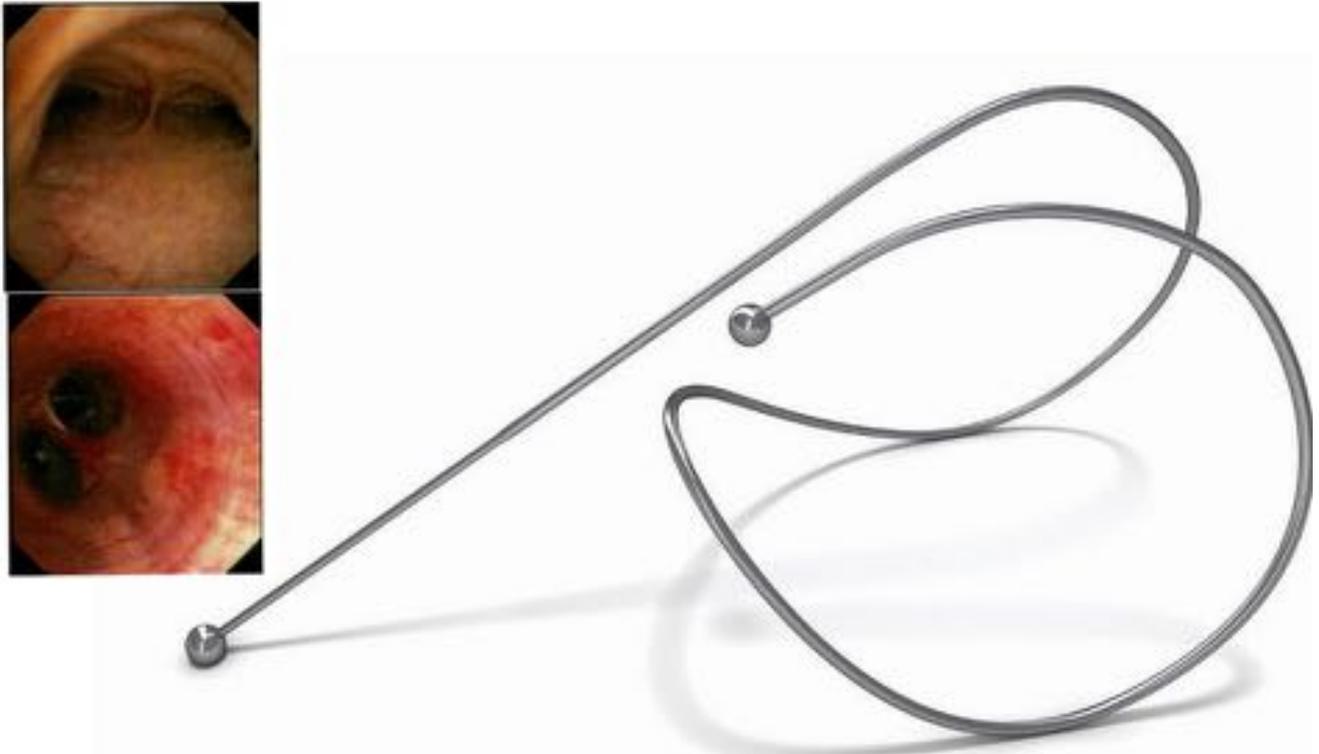


Fig. 10: Fig 10. Imágenes de endoscopia de colocación de Coils (izquierda). Coils de Nitinol preformado PneumRX (derecha).



Fig. 11: Fig 11. Radiografías PA tras inmediatamente colocación de Coils en LSD (izquierda), y radiografía de control 6 meses después. Véase la retracción de parénquima de pulmonar enfisematoso (flecha).

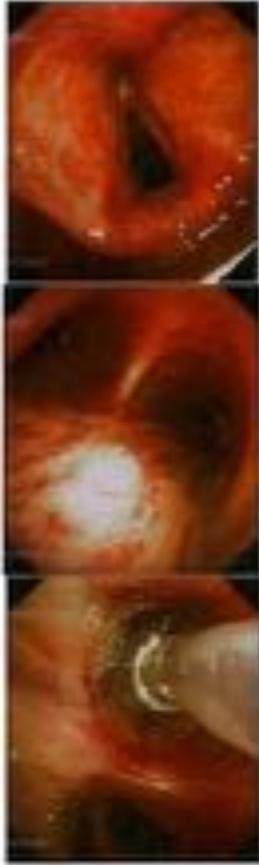


Fig. 12: Fig 12. Imágenes de endoscopia de instilación de espuma selladora.

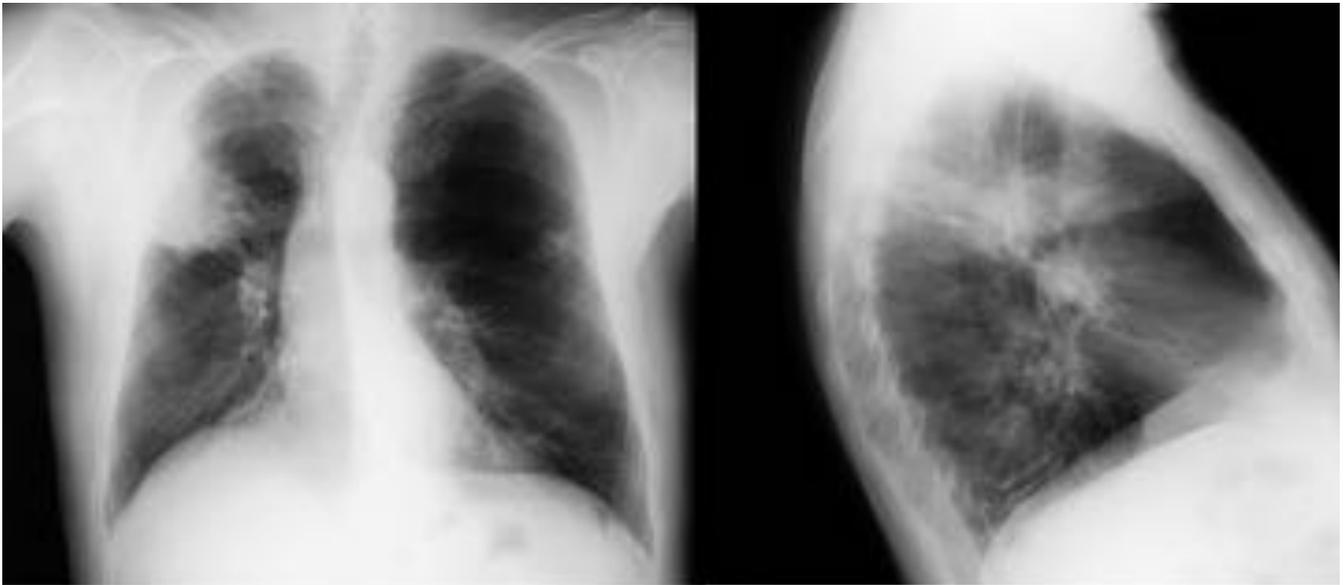


Fig. 13: Fig 13. Radiografía AP y L muestra consolidaciones en los segmentos tratados con espuma selladora. Estas imágenes pueden simular masas pulmonares si se desconoce el antecedente de

tratamiento endobronquial.

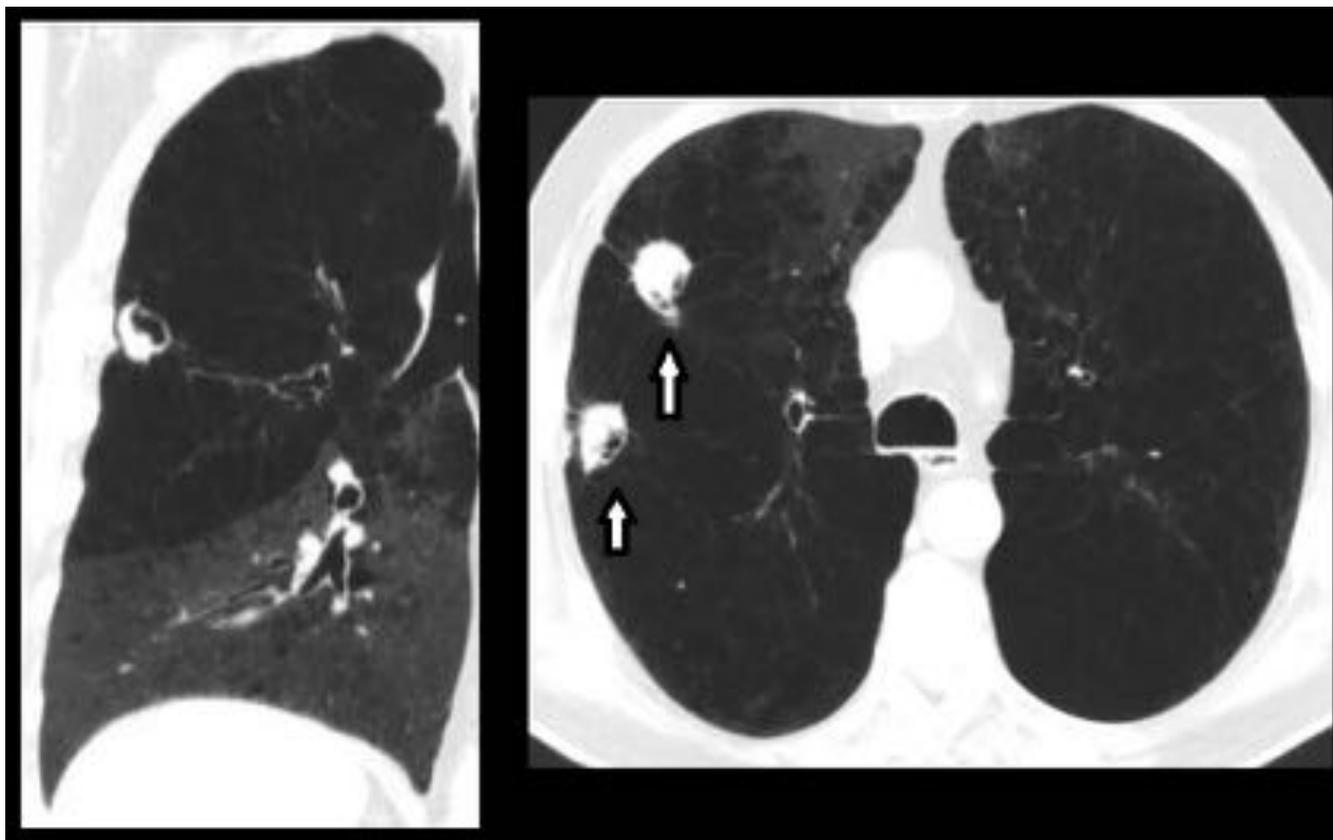


Fig. 14: Fig. 16: Tc de control en un paciente de 57 años varón tratado con espuma selladora en LSD. Reconstrucciones coronal y axial de Mini MIP muestran enfisema homogéneo bilateral severo. Véase las dos imágenes cavitadas (flechas) en LSD, hallazgos frecuentes tras este procedimiento.



Fig. 15: Fig. 15- Imagen de angiografía digital de arteriografía bronquial. Se identifica una arteria bronquial derecha dependiente del tronco tirocervical y tronco costocervical derecho. El LSD tratado con espuma muestra aumento de flujo secundario a cambios inflamatorios (flechas). Se utilizaron Coils y partículas de polivinilo (PVA) para la embolización distal.



Fig. 16: Fig. 16. Imagen axial de TC de tórax que muestra un área de consolidación redondeada en la zona tratada con espuma selladora. El paciente presentaba clínica de neumonía por *Klebsiella pneumoniae*.



Fig. 17: Fig 17. Reconstrucción coronal de TC de tórax del mismo paciente anterior que muestra un área de consolidación redondeada cavitada en la zona tratada con espuma selladora y broncoceles en ápex derecho. El paciente presentaba clínica de neumonía por *Klebsiella pneumoniae*.

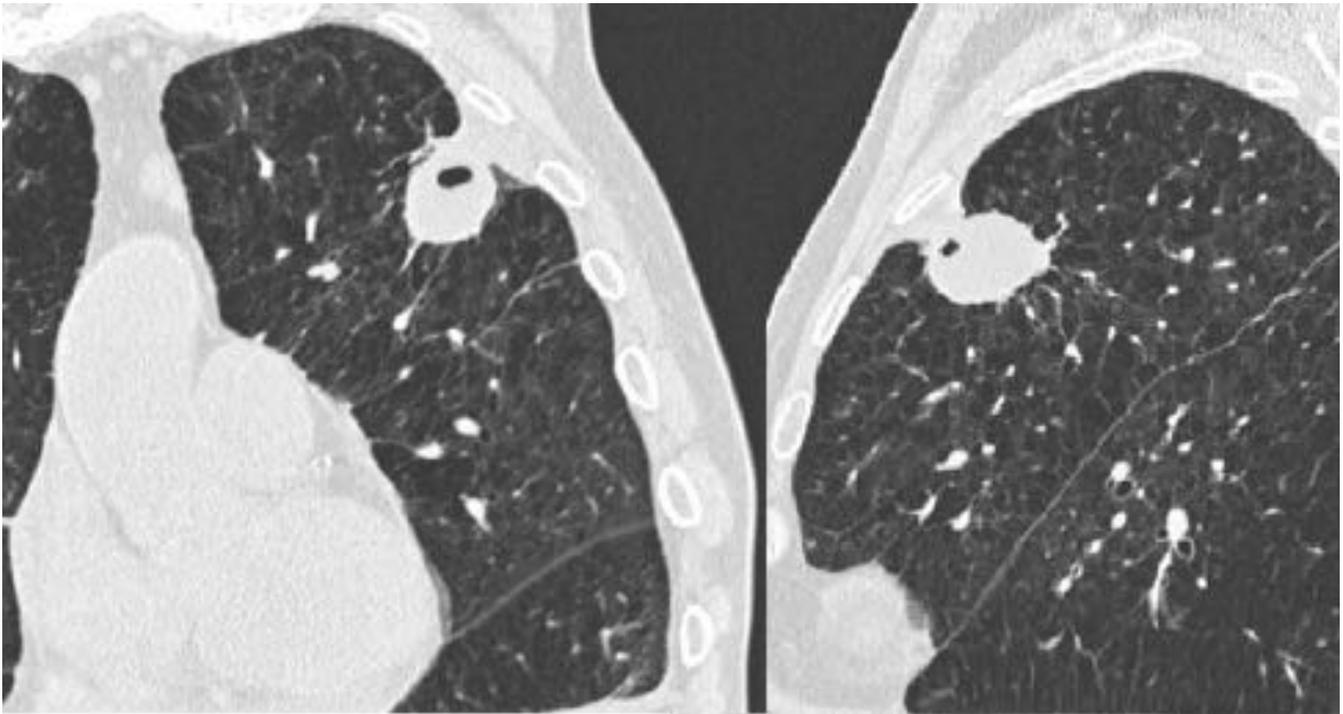


Fig. 18: Fig. 18:Reconstrucción coronal y sagital de TC de tórax donde se observa una imagen cavitada en relación con absceso pulmonar primario por *Pseudomonas aeruginosa* 8 meses tras tratamiento con espuma selladora.

Conclusiones

El tratamiento endobronquial de RVP está en auge.

El departamento de radiología tiene un papel muy importante durante todo el proceso empezando por seleccionar el paciente, evaluar los resultados tras el tratamiento y seguimiento.

La TC de tórax permite evaluar el tipo de enfisema, la integridad de fisuras, localizar el lóbulo diana, y seguimiento del éxito terapéutico con el tratamiento de RVP.

Los radiólogos deberían estar familiarizados con este tratamiento y los hallazgos en imagen tanto los esperables en el seguimiento como las posibles complicaciones de la técnica.

Bibliografía / Referencias

1. Grabenhorst M, Schmidt B, Liebers U, Oestmann. Radiologic Manifestations of Bronchoscopic Lung Volume Reduction in Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *AJR*. 2015;204:474-486
2. Mineshita M, Slebos D. Bronchoscopic interventions for chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology*. 2014 ;19: 1126-1137
3. Gompelmann D, Eberhardt R, Slebos D, Brown S, Abtin F, Kim, H et al. Diagnostic performance comparison of the Chartis System and high-resolution computerized tomography fissure analysis for

- planning endoscopic lung volume reduction. *Respirology*.2014 ;19: 524-530
4. Deslee G, Klooster K, Hetzel M, Stanzel F, Kessler R, Marquette C et al. Lung volume reduction coil treatment for patients with severe emphysema: a European multicentre trial. *Chronic Obstructive Pulmonary Disease*(internet).2014.
 5. Hartman J, Klooster K, Gortzak K, Hacken N, Slebos . Long-term follow-up after bronchoscopic lung volume reduction treatment with coils in patients with severe emphysema. *Respirology*.2015 ;20: 319-326
 6. Gompelmann D, Eberhardt R. Endoscopic Volume Reduction in COPD-a Critical Review .Review Article.*Medicina.Dtsch arztebl Int* 2014;111:827-33
 7. Flandes J. Bronchoscopic Lung Volume Reduction: 7 Lessons Learned. *Arch Bronconeumol* 2012; 48(7):221-222
 8. Falkenstern R, Hermann I, Kohlhaeufel M. Case Report. Treatment of Severe Advanced Emphysema With Volume Reduction Using Lung Sealant: A Case Report of 2 Patients. Page 50 of 50
 9. Herth F, Noppen M, Valipour A, Leroy S, Vergnon J, Fiicker J, et al. Efficacy predictors of lung volume reduction with Zephyr valves in a European cohort.*Eur Respir J* 2012;39 :1334-1342.