

**970. PRESENTACIÓN ELECTRÓNICA EDUCATIVA:  
TÓRAX**

**TRATAMIENTO DEL ENFISEMA  
MEDIANTE REDUCCIÓN DE  
VOLUMEN PULMONAR POR  
BRONCOSCOPIA:**

**LO QUE EL RADIÓLOGO DEBE  
SABER.**

**Autores:**

**María Rosa López Pedreira\*, Pilar Cartón Sánchez\*,  
Ana Belén Gil Guerra\*, Pablo Santos Velasco\*, Vicente  
Roig Figueroa^, Carlos Disdier Vicente^.**

**\*Servicio de Radiología**

**^Servicio de Neumología**

**Hospital Clínico Universitario de  
Valladolid, España.**

## **OBJETIVO DOCENTE:**

- Conocer las diferentes técnicas de Reducción de Volumen Pulmonar por Broncoscopia (RVPB) y sus indicaciones.
- Conocer los criterios de imagen necesarios para la selección de los pacientes adecuados a este tratamiento.
- Saber realizar la valoración radiológica después del tratamiento y detectar las posibles complicaciones.

## **REVISIÓN DEL TEMA:**

### **INTRODUCCIÓN:**

- La EPOC constituye un importante problema de salud que continúa en aumento, siendo la 4ª causa de muerte en el mundo. Aunque el manejo terapéutico ha mejorado, actualmente aún no disponemos de tratamiento médico óptimo.
- Es por ello por lo que se han implementado las técnicas de reducción de volumen pulmonar. De ellas las quirúrgicas apenas se utilizan por su alta morbimortalidad y limitada eficacia.
- Las técnicas de Reducción de Volumen Pulmonar por Broncoscopia (RVPB) constituyen una posible opción terapéutica en pacientes con enfisema pulmonar avanzado que no responden al tratamiento médico.
- Todas ellas tienen como objetivo reducir la hiperinsuflación pulmonar eliminando tejido enfisematoso para mejorar la función pulmonar.
- Las más utilizadas actualmente son las válvulas endobronquiales y los coils. También se utilizan el tratamiento termal con vapor y las espumas selladoras.

## CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PACIENTES:

- **Criterios Clínicos:** Paciente sintomático con deterioro progresivo, con disnea severa (escala mMRC>1) que no responde al tratamiento médico. Se requiere no ser fumador al menos desde hace 6 meses.
- **Criterios Funcionales:** Enfisema severo acorde a criterios GOLD:
  - FEV 1 entre 20 y 50%.
  - Volumen residual > 200%
  - TLC > 100%
  - DLCO entre 20-59%.
  - 6MWT > 150 metros

Sistema de Estadificación GOLD para Severidad de EPOC

Estadio	Descripción	Hallazgos (basado en FEV1 postbroncodilatador)
0	En riesgo	Factores de riesgo y síntomas crónicos pero espirometría normal
I	Leve	Relación VEF1/CvF menor al 70% VEF1 de al menos el 80% del valor predicho Puede tener síntomas
II	Moderado	Relación VEF1/CvF menor al 70% VEF1 50% menor del 80% del valor predicho Puede tener síntomas crónicos
III	Severo	Relación VEF1/CvF menor al 70% VEF1 30% menor del 50% del valor predicho Puede tener síntomas crónicos
IV	Muy severo	Relación VEF1/CvF menor al 70% VEF1 menor del 30% del valor predicho o VEF1 menor del 50% del valor predicho más síntomas crónicos severos

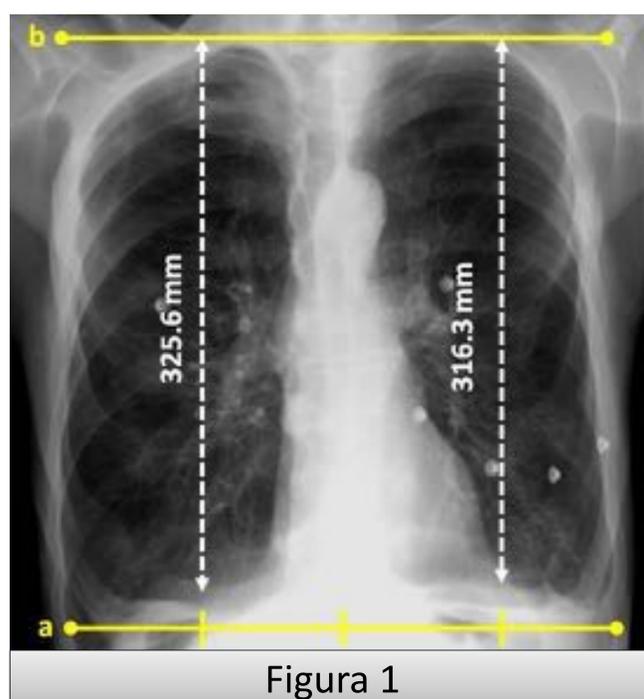
GOLD = Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease; EPOC = enfermedad pulmonar obstructiva crónica; VEF1 = volumen espiratorio forzado en un segundo; CvF = capacidad vital forzada.

## Criterios de imagen:

Para la selección de pacientes utilizaremos la radiografía simple y fundamentalmente la TC.

### Radiografía simple:

Mediremos el Índice de Hiperinsuflación (fig 1) para lo cual se recomienda medir la distancia del diafragma al apex, antes y después del tratamiento.



### TC Torácica:

En primer lugar existen unos requisitos técnicos de adquisición (tabla 2).

- TC Torácico multidetector (más de 16 detectores)
- Adquisición cortes finos (<1,25)
- Con algoritmos de alta resolución
- Sin contraste
- En inspiración profunda
- 120 KV y modulación de dosis (70-100 mAs)
- Reconstrucciones multiplanares y volumétricas
- Softwares específicos

En segundo lugar debemos valorar los siguientes parámetros:

**-Diagnóstico de enfisema:** Áreas de parénquima pulmonar con densidad inferior a -950 Unidades Hounsfield (fig 2).

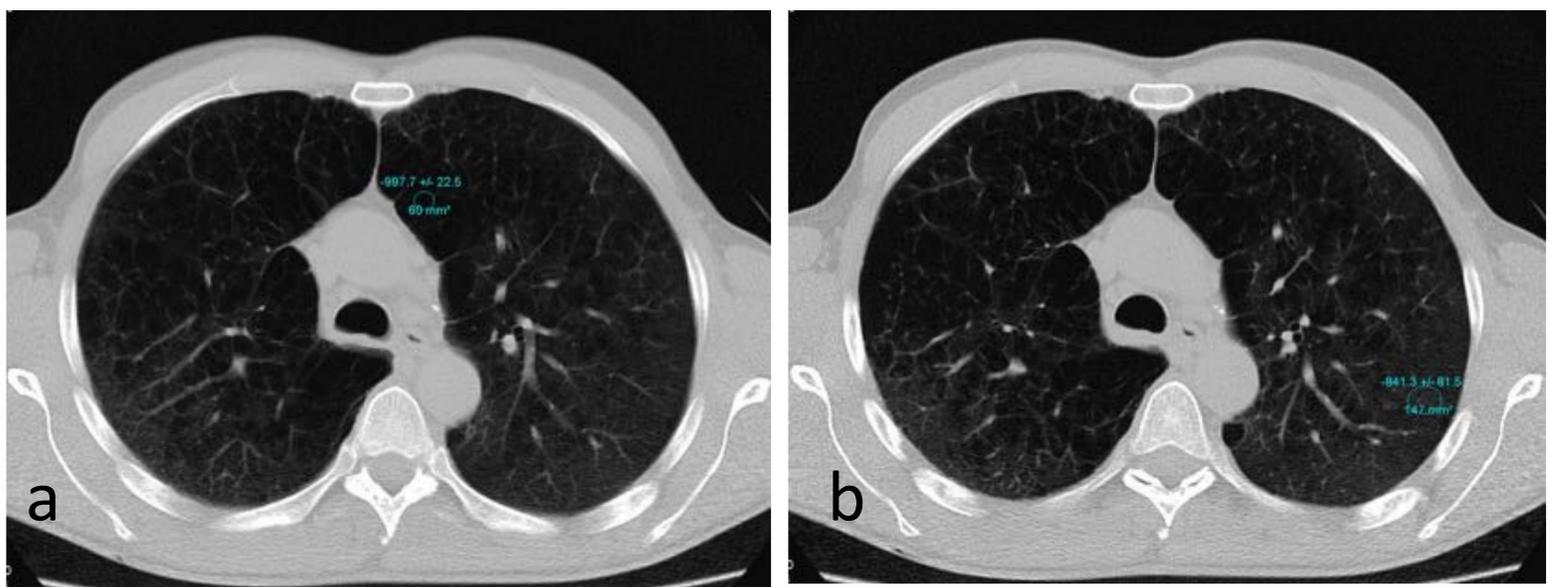


Figura 2. a) área de enfisema b) área de parénquima normal

**-Tipo de enfisema:** Centrolobular, Paraseptal o Panacinar (fig 3).



Figura 3: a) enfisema de predominio centroacinar, b) paraseptal, c) panacinar

**-Identificar el lóbulo diana:** Se define como el lóbulo más afectado, el cual se considera el más adecuado para tratar (fig 4).

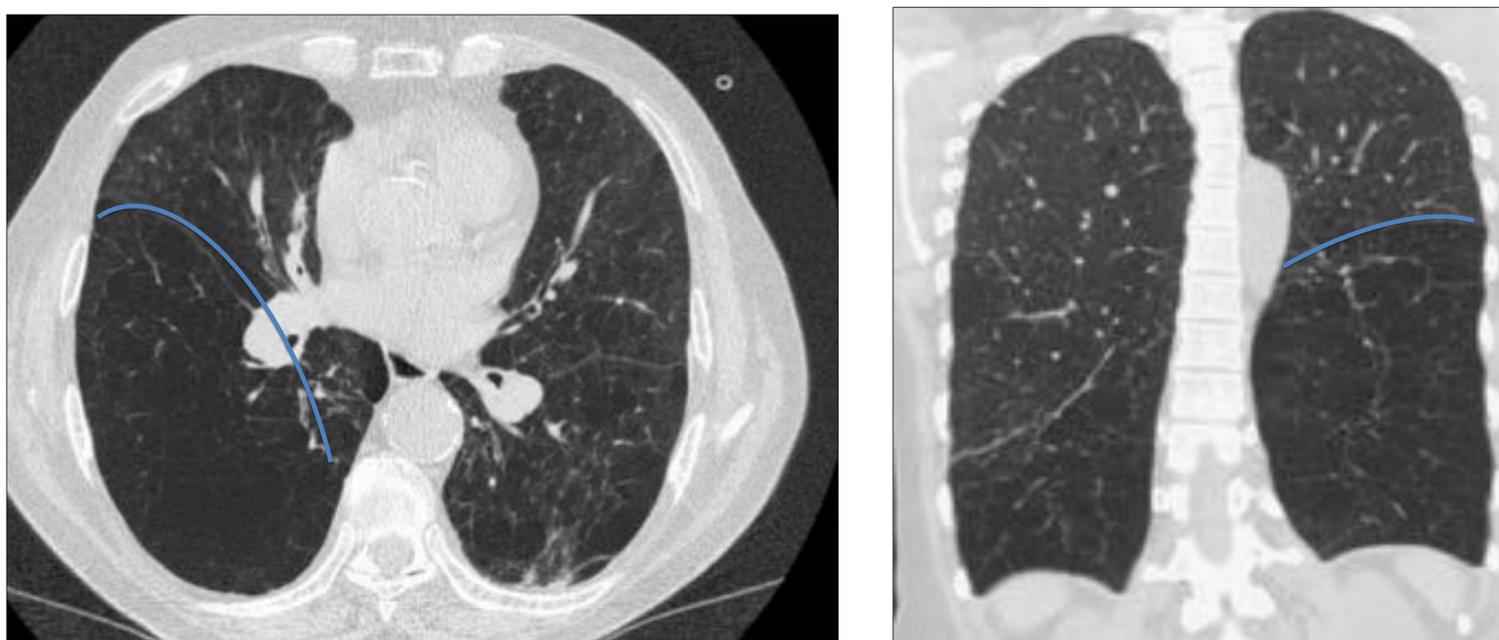


Figura 4. a) El LID es el lóbulo diana. b) TC Coronal en otro caso donde el lóbulo diana es el LII.

**-Cuantificación del enfisema:** Porcentaje de áreas de enfisema en cada pulmón y en cada lóbulo. Existen múltiples softwares específicos que nos pueden ayudar a realizar esta valoración de forma rápida y objetiva. No obstante mostramos como podemos realizarla manualmente mediante score visual ayudados con técnicas habituales de reconstrucciones multiplanares.

Se considera que para ser candidato a tratamiento, el grado de enfisema definido como el Porcentaje de áreas de baja atenuación, debe estar por encima del 40%.

## -Cuantificación del enfisema: Ejemplos de métodos manual y automáticos (figuras 5, 6 y 7)

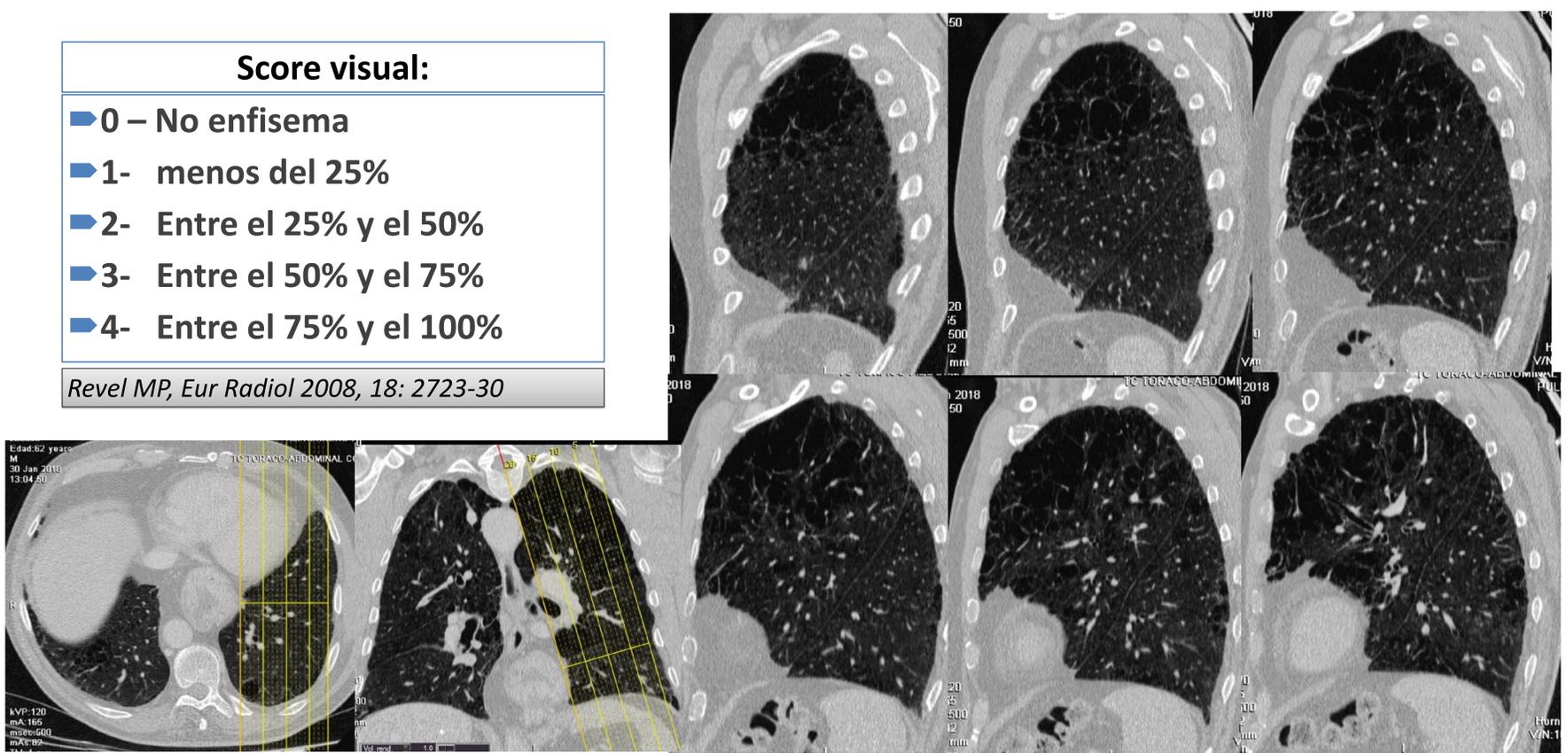


Figura 5 : Cuantificación manual aproximada mediante score visual: Se sugiere realizar reconstrucciones sagitales de 3mm de grosor, obteniendo 20 imágenes de cada pulmón (excluyendo las más externas e internas). El score máximo de cada lóbulo sería 80. Diferencias de más del 20% entre lóbulos indican enfisema heterogéneo.



Figura 6: Análisis cuantitativo del porcentaje de enfisema. En rojo se marcan las áreas de baja atenuación inferiores a -950 UH resultando un porcentaje de enfisema.  
 Imágenes procedentes de Matsuoka et al. Radiographics 2010. 30 (58).

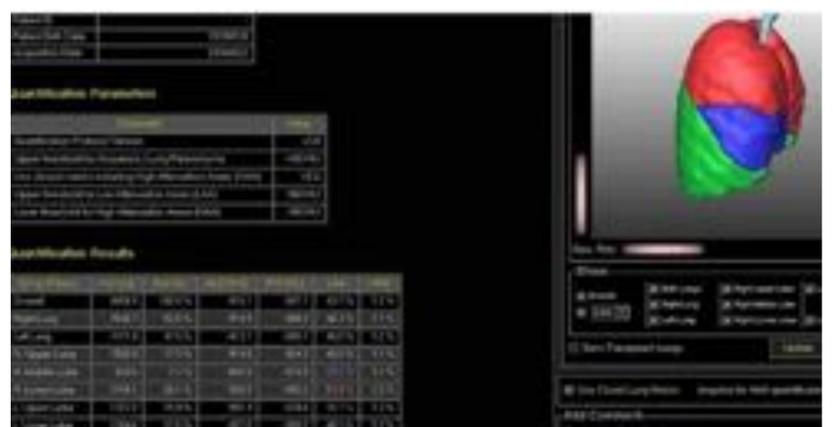


Figura 7: Cuantificación automática del porcentaje de enfisema de cada lóbulo.  
 Imagen procedente de: Revel, Faivre, Remy-Jardin et al. Automated lobar quantification of emphysema in patients with severe COPD. Eur Radiol 2008. 18: 2723-2730

**-Porcentaje de homogeneidad-heterogeneidad del enfisema:**

Se considera enfisema heterogéneo cuando la diferencia de atenuación entre los lóbulos es mayor del 15% (moderadamente heterogéneo) o mayor del 20% (marcadamente heterogéneo).

Algunas técnicas de RVP se basan en disminuir la hiperinsuflación pulmonar mediante la atelectasia del lóbulo más afectado para reexpandir él o los lóbulos adyacentes más sanos y así mejorar la función pulmonar.

A mayor heterogeneidad se presupone mejor respuesta, pues el lóbulo con funcionalidad más preservada podrá reexpandirse. Es por ello por lo que se precisa conocer si el enfisema es homogéneo o heterogéneo (fig 8).

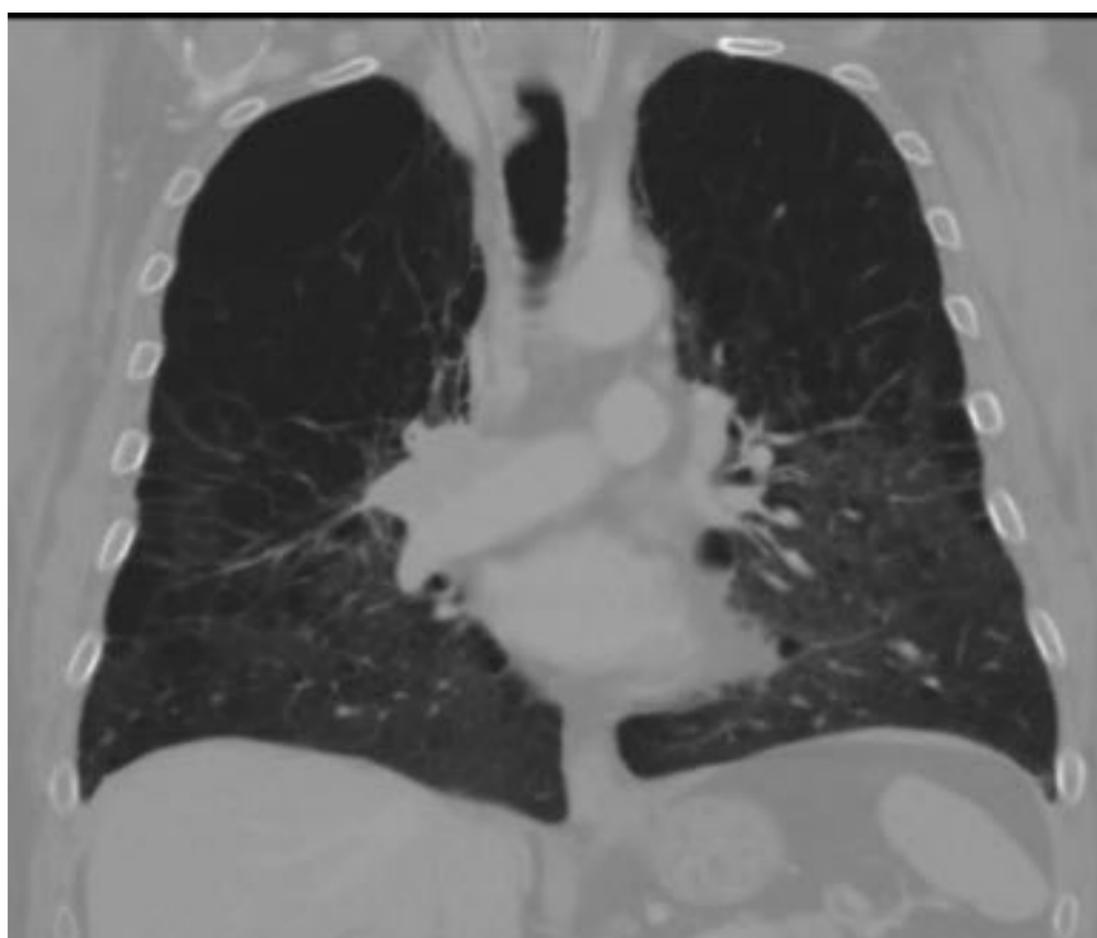


Figura 8 : Enfisema heterogéneo con marcado predominio en lóbulos superiores

**-Integridad de las cisuras:** El pulmón presenta unos sistemas fisiológicos de ventilación colateral: Poros de Kohn, canales de Lambert y vías de Martin que no están activos en pacientes sanos pero se activan en casos de enfisema severo por el aumento de resistencias de la vía aérea. Es en estos casos cuando se produce paso de aire a través de las colaterales lo cual no es beneficioso cuando se utilizan las válvulas endobronquiales.

- Para conocer la existencia de ventilación colateral puede utilizarse el método Chartis (por broncoscopia) o por imagen en TC valoraremos la integridad de las cisuras.
- Se define cisura completa cuando ésta es visible en más del 90% en al menos un plano: sagital, axial o coronal. Si están completas se correlaciona con menor ventilación colateral interlobar. (fig 9 y 10)
- En los tratamientos con válvulas la evolución es más favorable en pacientes con cisuras completas, si se consigue atelectasia (lo cual solo ocurre en el 50%).



Figura 9: Cisuras completas

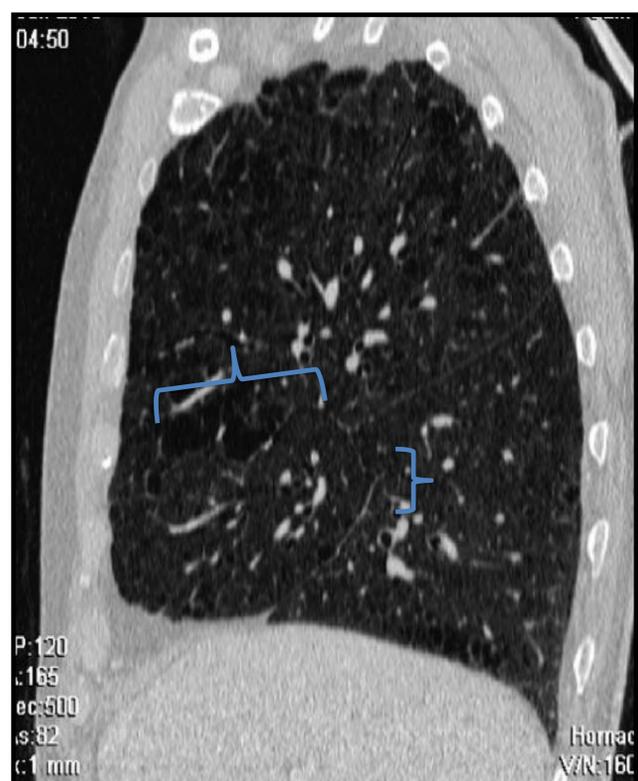


Figura 10 : Cisuras incompletas sobretodo a expensas de la cisura menor

- La TC presenta alta sensibilidad para detectar defectos en las cisuras pero baja especificidad (pues no siempre existe ventilación colateral a pesar de detectar defectos)
- La TC presenta una correlación bastante buena con el método Chartis de broncoscopia.
- Influye también el tamaño de la zona incompleta de la cisura. A mayor defecto de cisura, mayor posibilidad de ventilación colateral.
- La cisura menor es la que con más frecuencia es incompleta.
- Existen múltiples softwares específicos para cuantificar la integridad de las cisuras (fig 11).

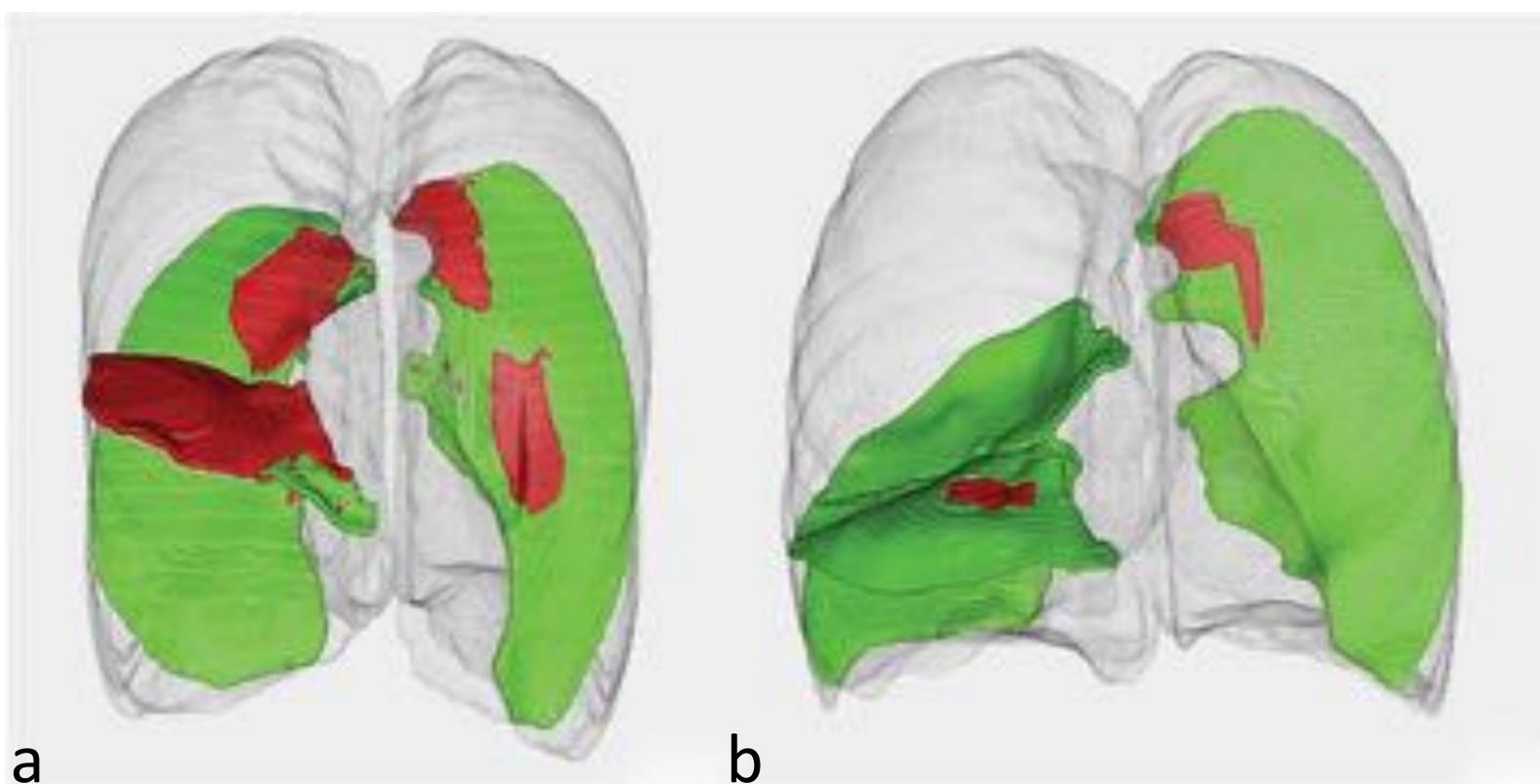


Figura 11: Reconstrucción Vol Rendering 3D de las cisuras. En rojo: áreas de cisuras incompletas y en verde completas.

a) Caso 1: 80% de cisura completa (lóbulo diana: LSI)

b) Caso 2: 96% de cisuras completas (lóbulo diana el LSD).

Imágenes procedentes de Koster T, van Rikxoort E, Huebner R, et al. Predicting Lung volume reduction after endobronchial valve therapy. Respiration 2016

## Otras técnicas de imagen:

- La gammagrafía pulmonar de perfusión es otra prueba disponible para evaluar la distribución del enfisema. Su utilización es opcional (fig 12). Además de la distribución anatómica, la imagen de perfusión también refleja la función pulmonar siendo una prueba complementaria a la TCAR. Sus indicaciones son:
  - -Para confirmar la heterogeneidad y la perfusión muy baja en la región del lóbulo objetivo seleccionado para el tratamiento.
  - -Cuando en la TCAR el enfisema es muy homogéneo para determinar las zonas más patológicas, que serán las seleccionadas para tratar con espuma selladora o vapor.



Figura 12 : Gammagrafía de perfusión en paciente con enfisema heterogéneo

## Detección de las contraindicaciones:

Se consideran contraindicaciones para las técnicas de reducción de volumen pulmonar por broncoscopia (fig 13):

- Bullas gigantes (más de 1/3 del pulmón)
- Bronquiectasias significativas
- Neumotórax reciente o cirugía pulmonar previa
- Neoplasia asociada
- Enfisema severamente homogéneo
- Cisuras incompletas (no siempre)
- Hipertensión pulmonar (confirmar con ecocardiografía).

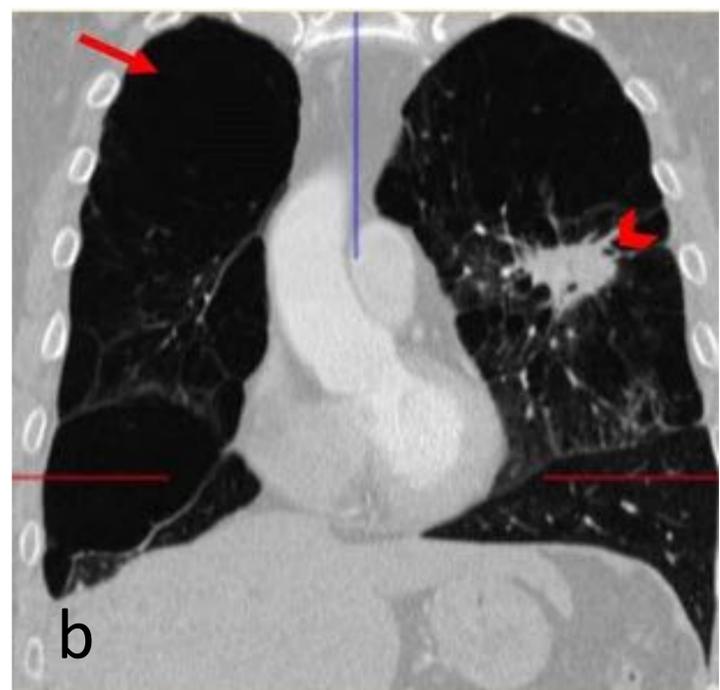


Figura 13 : a) Múltiples bronquiectasias. b) Otro paciente contraindicado para el tratamiento por la existencia de bullas gigantes y lesión sospechosa de neoplasia.

## Indicaciones de cada técnica:

En función de todos estos parámetros referidos se escogerá entre las diferentes técnicas de tratamiento de la siguiente forma (Tabla 3):

- **Válvulas:** Se indican en enfisema heterogéneo, sin ventilación colateral. El lóbulo diana puede ser superior o inferior. Tienen la ventaja de ser una técnica reversible y su principal efecto adverso es el neumotórax.
- **Coils:** Pueden utilizarse en enfisemas homogéneos o heterogéneos, exista o no ventilación colateral. Pueden ponerse en lóbulos superiores o inferiores. No son reversibles salvo en un primer momento y su principal efecto adverso son las exacerbaciones agudas.
- **Espumas selladoras:** Se indican en enfisema heterogéneo con o sin ventilación colateral. Solo cuando el lóbulo diana es uno de los superiores. No es una técnica reversible. El efecto adverso más común es la aparición de neumonías.
- **Vapor:** Puede usarse en enfisema heterogéneo u homogéneo, con o sin ventilación colateral. Solo en lóbulos superiores. No es reversible. Efecto adverso: cuadro seudogripal.

Indicaciones de cada técnica								
	Fenotipo enfisema		Ventilación Colateral		Lóbulo diana			
Técnica de RVPB	Heterogéneo	Homogéneo	Negativo	Positivo	Superior	Inferior	Reversible	Efecto adverso
Válvulas	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	Neumotórax
Coils	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	Exacerbaciones
Espuma	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	Neumonías
Vapor	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	Gripe-like

Tabla 3

## Valoración por imagen del resultado tras el tratamiento:

El objetivo es la atelectasia del lóbulo tratado, con reducción de volumen del mismo y reexpansión de los lóbulos más sanos. Debemos excluir neumotórax, ver la posición de los dispositivos, posibles desplazamientos de los mismos, ver la disminución de volumen pulmonar, así como la atelectasia que se produce. Es importante conocer las imágenes que se producen debidas a la reacción inflamatoria secundaria a los dispositivos pues pueden simular neumonías o masas (fig 14 y 15).



Figura 14 : a) Rx simple al mes de la colocación de coils (en otro centro). Atelectasia segmentaria en LSD. La TC en plano coronal (b) y axiales (c y d) muestra los coils con atelectasias segmentarias distales.

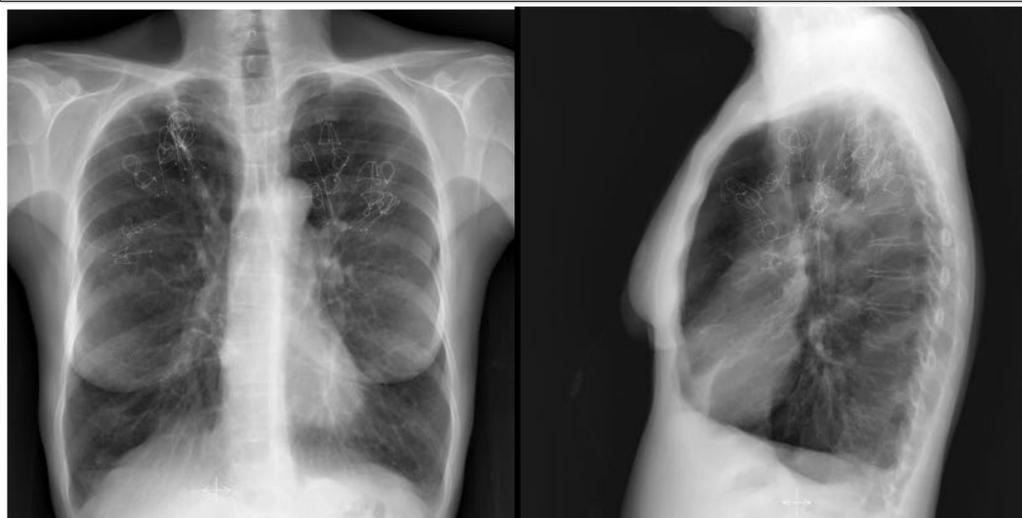


Figura 15: Misma paciente tres meses después con resolución de dichas atelectasias.

## Valoración del resultado tras el tratamiento:

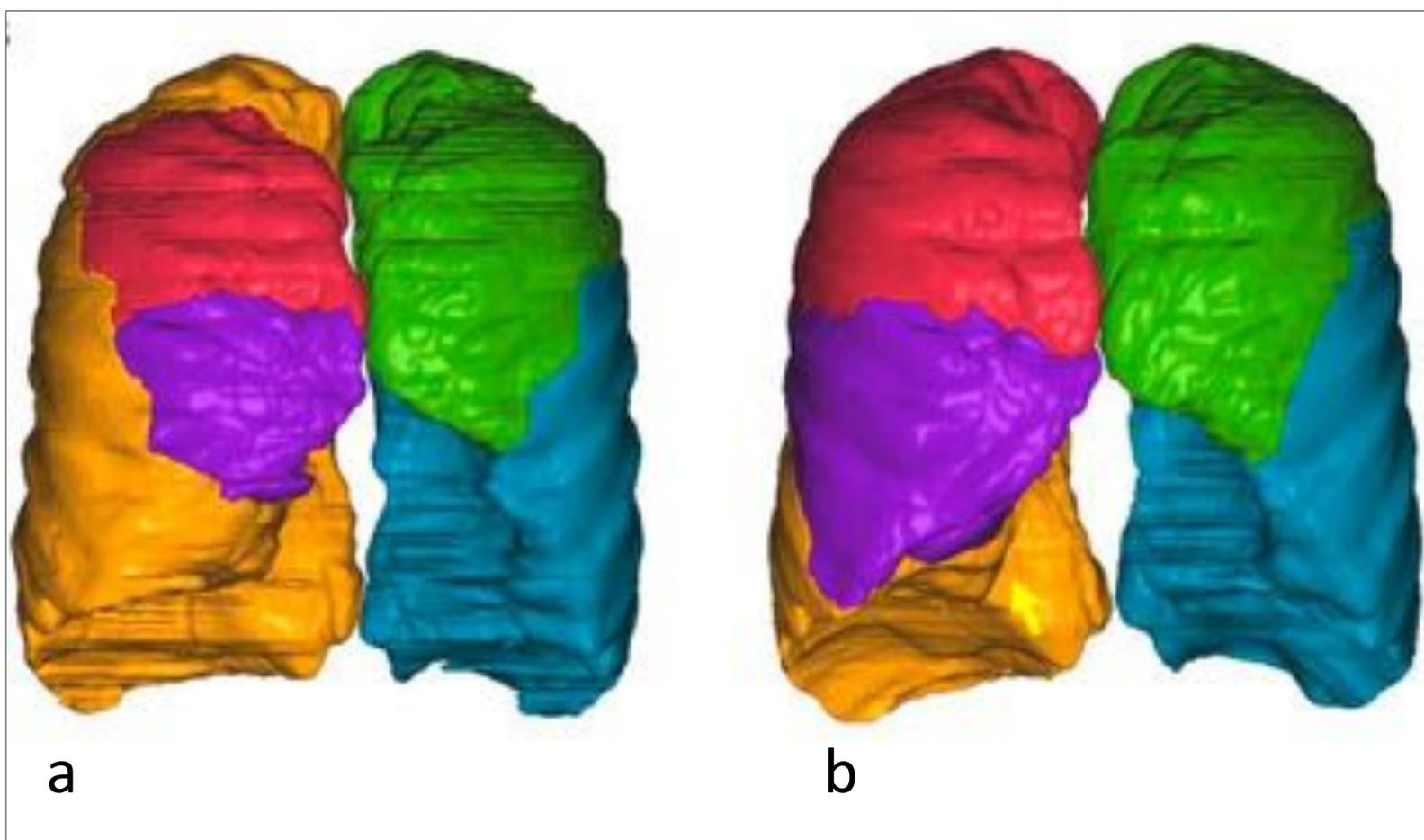


Figura 16: Reconstrucciones tridimensionales antes (a) y después (b) del tratamiento de reducción de volumen del LID. En a) el LID está hiperinsuflado. En b) tras la colocación de una válvula, el LID ha reducido significativamente su volumen, con aumento relativo del LSD y LMD.

Imagen de Schuhmann M, Raffy P, Yi Y, et al. CT Predictors of Response to Endobronchial Valve Lung Reduction Treatment. Am J Respir Crit Care Med 2015; 191(7):772

## Detección de las complicaciones:

- Las más comunes son el neumotórax y la neumonía.  
También exacerbaciones del EPOC, hemoptisis, seudogripes,...
- La radiología simple y si es necesario, la TC son útiles para la detección de las complicaciones.

## **CONCLUSIONES:**

- Las técnicas de reducción de volumen pulmonar por broncoscopia representan una alternativa potencial a las quirúrgicas por su mayor seguridad.
- Se han descrito mejorías con todos los procedimientos.
- Pero no están exentas de riesgos.
- El radiólogo debe tener conocimiento de las mismas, de sus indicaciones y los datos que debe aportar al neumólogo para la selección de los pacientes, así como de las posibles complicaciones tras el procedimiento.
- En función de nuestros datos el paciente será seleccionado o excluido para el tratamiento y se elegirá la técnica más idónea en cada caso.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. Updated 2005. Accessed online April 01, 2006.
- Flandes J, Soto FJ, Cordovilla R, et al. Bronchoscopic Lung Volume Reduction. *Clin Chest Med* 39 (2018) 169-180
- Schuhmann M, Raffy P, Yi Y, et al. CT Predictors of Response to Endobronchial Valve Lung Reduction Treatment: Comparison with Chartis. *Am J Respir Crit Care Med* 2015; 191(7):767-774; doi:10.1164/rccm.201407-1205OC.
- Grabenhorst M, Schmidt B, Liebers U, et al. Radiologic manifestations of bronchoscopic lung volume reduction in severe chronic obstructive pulmonary disease. *AJR* 2015; 204: 475-486
- Utrera A, Alcazar A, Gallardo G. et al. Técnica de reducción de volumen pulmonar por broncoscopia: Hallazgos radiológicos y complicaciones frecuentes: Nuestra experiencia. Poster. Congreso nacional de la SERAM 2016.
- Matsuoka S, Yamachiro T, Washko R. Quantitative CT assessment of chronic obstructive pulmonary disease. *RadioGraphics* 2010; 30:55-66
- Revel, Faivre, Remy-Jardin et al. Automated lobar quantification of emphysema in patients with severe COPD. *Eur Radiol* 2008. 18: 2723-2730
- Koster T, van Rikxoort E, Huebner R, et al. Predicting Lung volume reduction after endobronchial valve therapy. *Respiration* 2016. DOI: 10.1159/000448849
- Khaulis S, Abston E, Sajjad H. Incomplete fissures are associated with increased alveolar ventilation via spiracles in severe emphysema. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* (2017) 1-5
- Flandes J. Reducción de volumen pulmonar por broncoscopia: 7 lecciones aprendidas. *Arch Bronconeumol* 2012; 48(7): 221-222
- Raymond, Jankowski, Pisón et al. Prediction of lobar collateral ventilation in 25 patients with severe emphysema by fissure analysis with CT. *AJR* 2013; W571-575
- Sciurba FC, Ernst A, Herth FJF, et al.; VENT Study Research Group. A randomized study of endobronchial valves for advanced emphysema. *N Engl J Med* 2010; 363:1233-1244
- Nair A, Godoy M, Holden E, et al. Multidetector CT and postprocessing in planning and assisting in minimally invasive bronchoscopic airway interventions. *RadioGraphics* 2012; 32: E201-E232