

37 Congreso
Nacional
CENTRO DE
CONVENCIONES
INTERNACIONALES

Barcelona
22/25
MAYO 2024

seram

FERM

RC
RADIOLOGOS
DE CATALUNYA

Imagen del diafragma: anatomía y alteraciones



Míriam Gállego Casals, M. Cufí Quintana, M. Andreu
Magarolas, J. Gallardo Cistaré, C. Lozano Roca, C.
Mieres Madrid, E. Castañer González

Hospital Parc Taulí, Sabadell

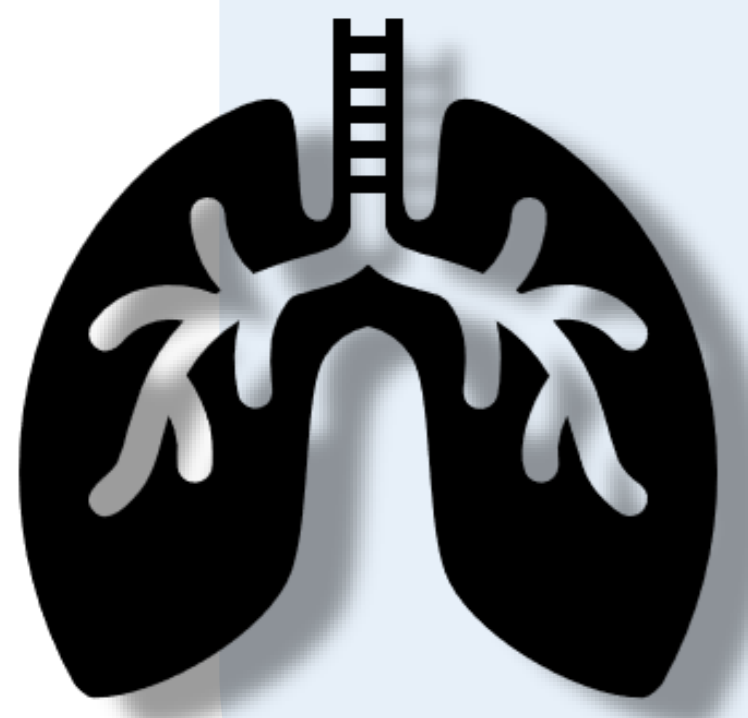
OBJETIVOS:

- Describir la anatomía y fisiología del diafragma.
- Aprender cuáles son las técnicas de imagen disponibles para su estudio.
- Repasar algunas de las principales alteraciones del diafragma mediante una serie de casos.

ÍNDICE:

- **BREVE REPASO ANATÓMICO**
- **TÉCNICAS DE IMAGEN**
Radiografía simple, TC, RM y ecografía
- **ALTERACIONES**
 1. **Disfunción:** parálisis, debilidad o eventración y consecuencias de la inversión diafragmática.
 2. **Hernias:** congénitas (Morgagni, Bochdalek) y adquiridas.
 3. **Rotura:** traumática y posquirúrgica.
 4. **Secundarias:** afectación neoplásica e infecciosa por contigüidad desde la cavidad abdominal.
 5. **Miscelánea:** Síndrome del ligamento arcuato

BREVE REPASO ANATÓMICO:



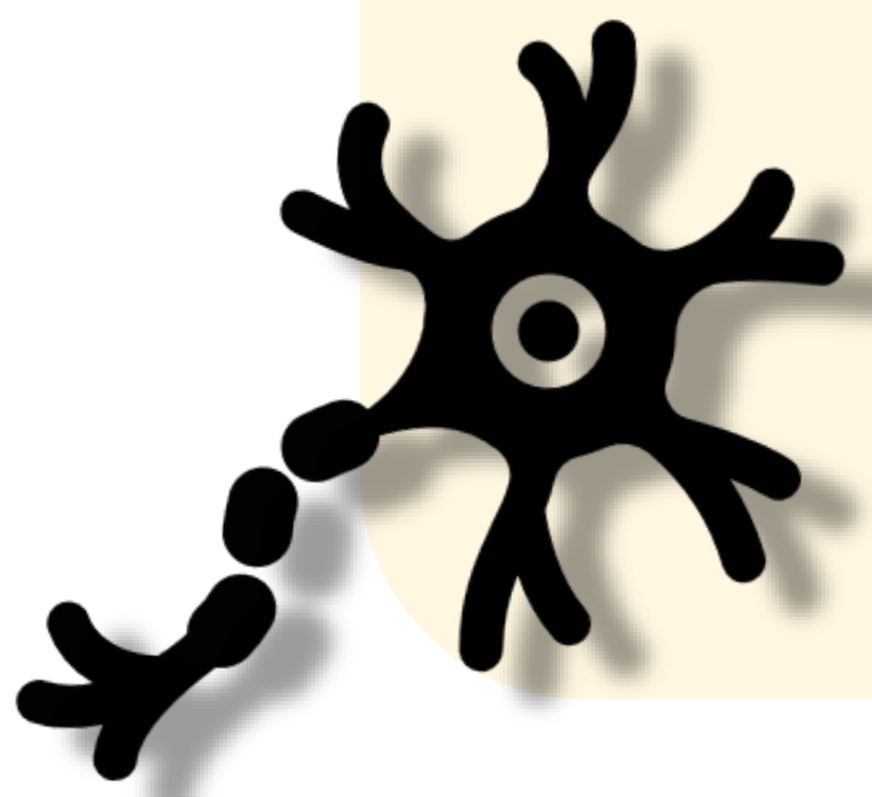
El diafragma es el principal **músculo de la ventilación**.

Es un órgano fibromuscular con forma de cúpula que separa las cavidades torácica y abdominal.

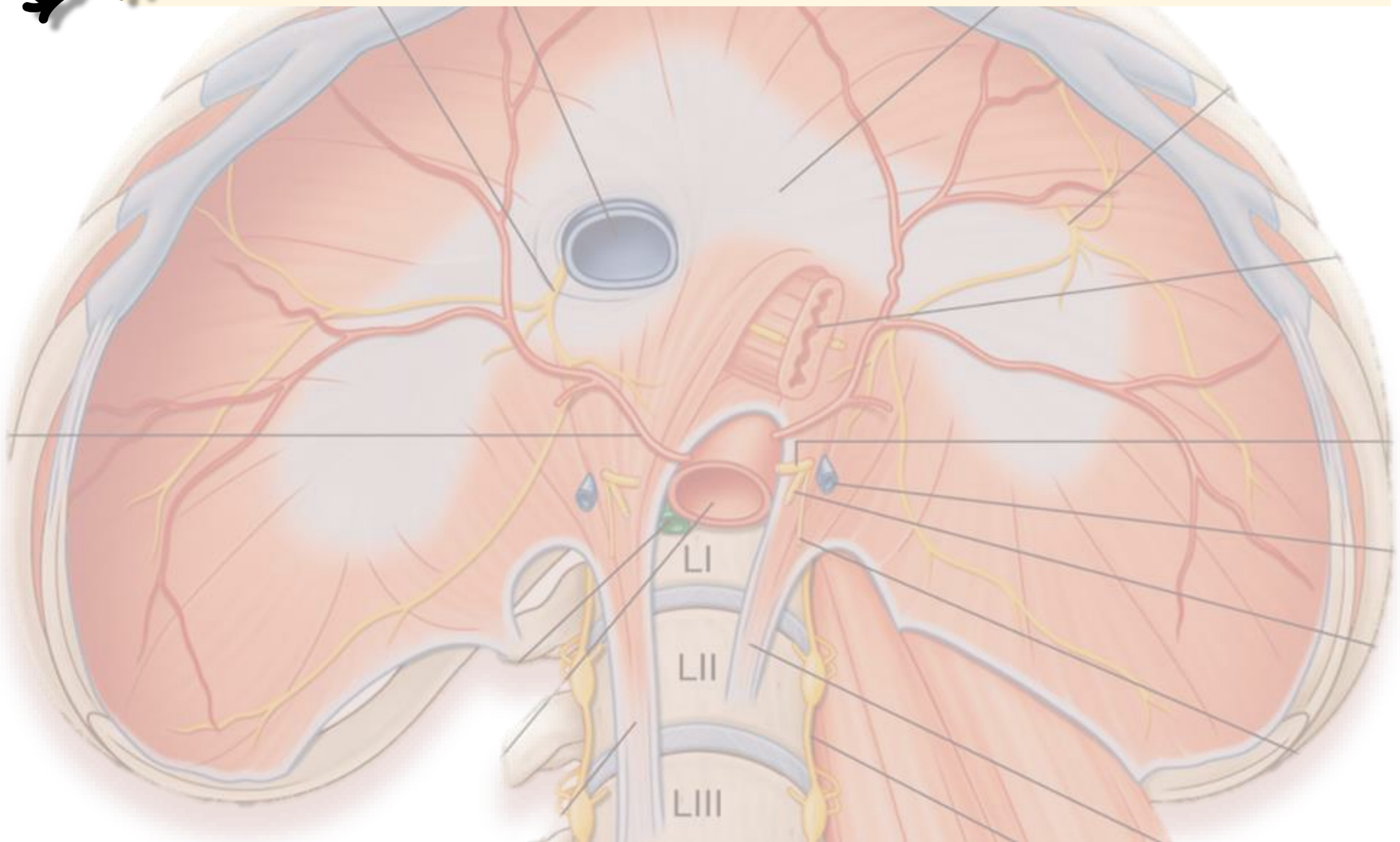
Tres orificios naturales permiten el paso de estructuras anatómicas a través del diafragma: los hiatos aórtico, esofágico y de la vena cava inferior.



Los vasos sanguíneos que irrigan y drenan el diafragma se ubican en su superficie abdominal, principalmente derivan de la aorta y de las arterias frénicas izquierda y derecha.



Los nervios frénicos se originan en su mayor parte en la cuarta raíz del plexo cervical (C3-C5), descienden a través del mediastino y se ramifican cuando llegan al diafragma en sus superficies superior e inferior.

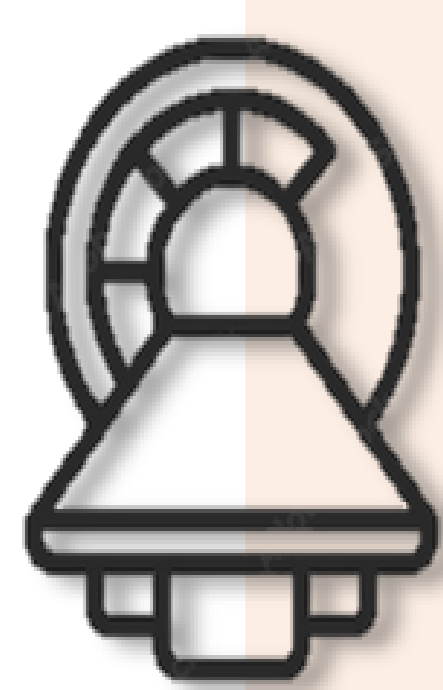


TÉCNICAS DE IMAGEN:



Radiografía simple:

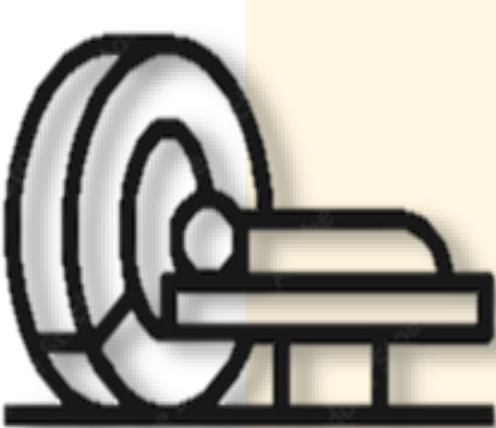
Normalmente sigue siendo la **técnica de imagen inicial**. En condiciones normales, en la inspiración, la parte más alta de la cúpula diafragmática derecha coincide con el extremo anterior de la 6ª costilla, y el hemidiafragma izquierdo es un 90% más bajo debido al peso del corazón.



Tomografía computerizada:

Rápida y ampliamente disponible. Los equipos de TC actuales son capaces de adquirir cortes muy finos y realizar reconstrucciones multiplanares, lo que hace mucho más fácil reconocer y caracterizar correctamente las anomalías diafragmáticas.

La TCMD es la principal prueba de imagen, especialmente **para detectar defectos diafragmáticos (hernias, traumatismos) y patología secundaria (infecciosa, neoplásica)**, siendo útil para el diagnóstico, identificación de complicaciones agudas asociadas y evaluación de otras estructuras cercanas.



Resonancia magnética:

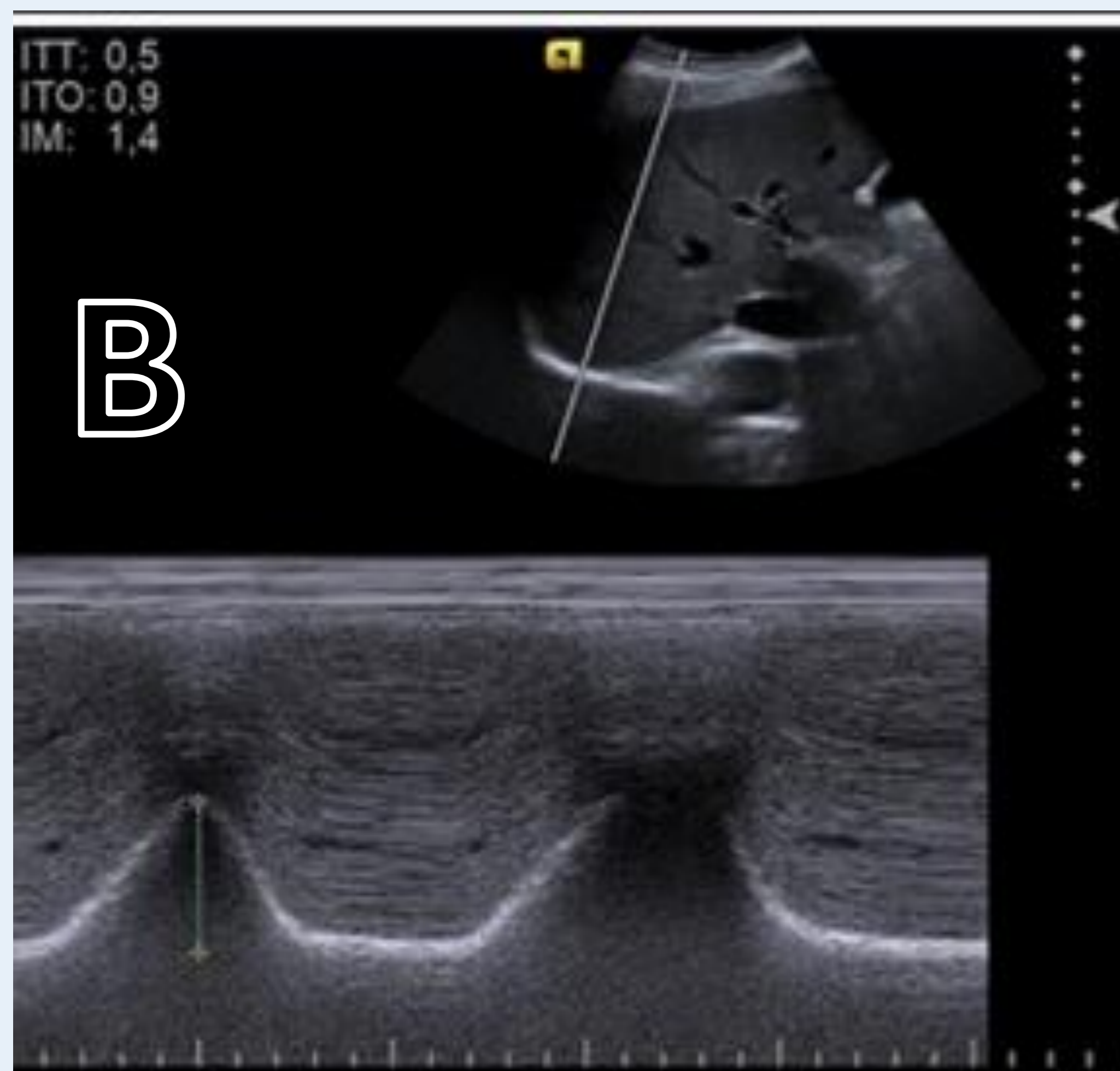
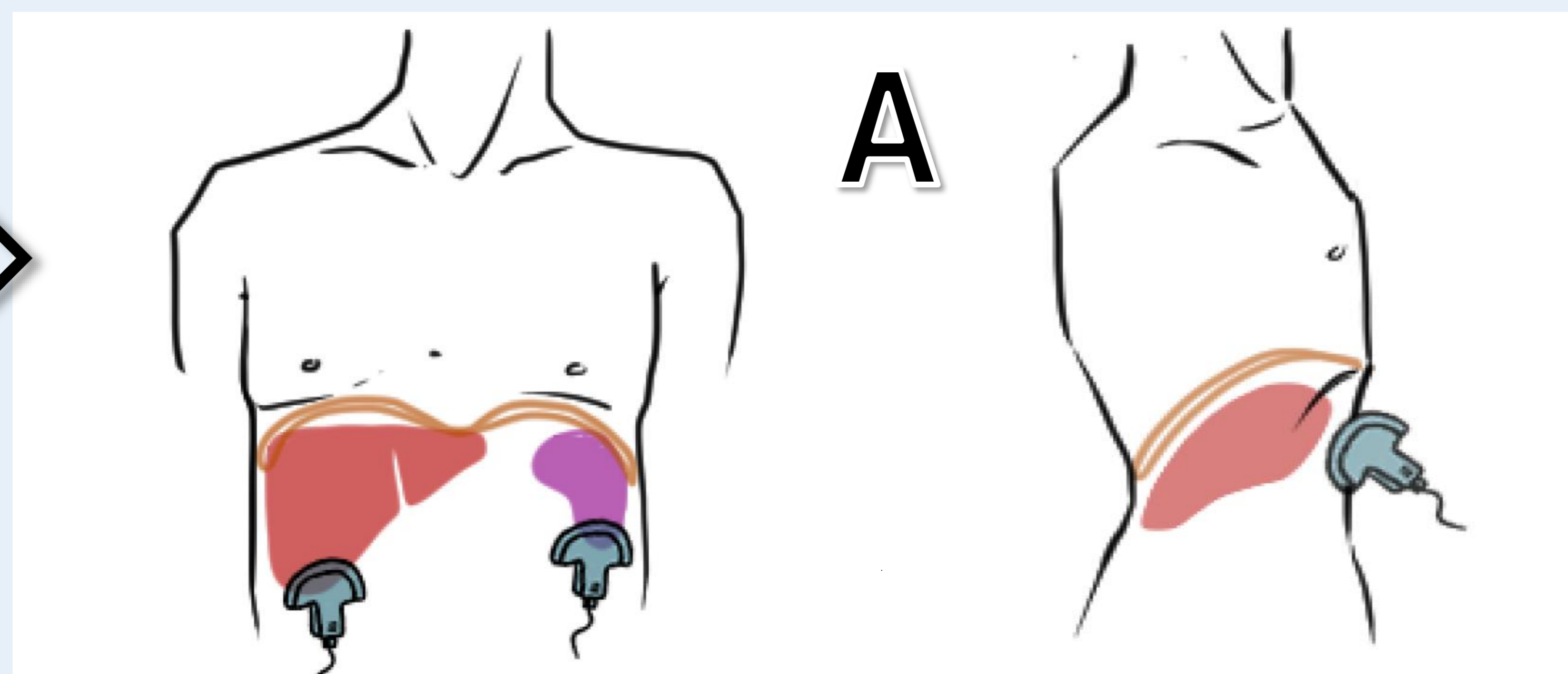
Menos utilizada, ya que es menos disponible y más susceptible a artefactos (por ejemplo movimientos respiratorios). En la RM veremos el diafragma como una delgada lámina de músculo con baja intensidad de señal en relación al resto de músculos en todas las secuencias



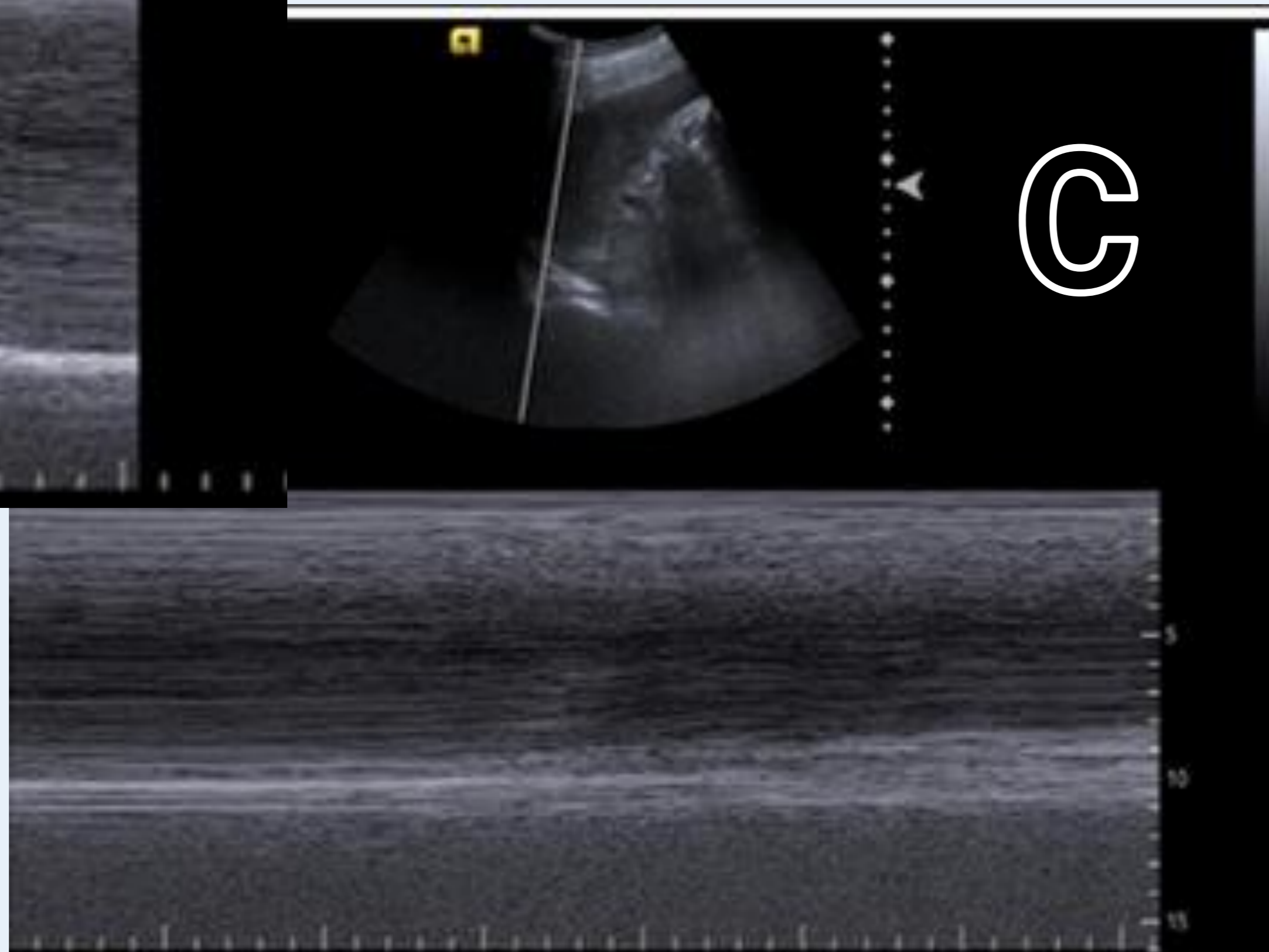
Ecografía:

Es la **primera opción en niños y pacientes con sospecha de disfunción diafragmática** ya que tiene la ventaja de ser transportable, no irradiar y, lo más importante, permitir un estudio dinámico.

Se utiliza el **modo M**, colocando el transductor entre las líneas axilar anterior y medioclavicular en la región subcostal y dirigiendo el haz perpendicular al tercio posterior del diafragma (A).



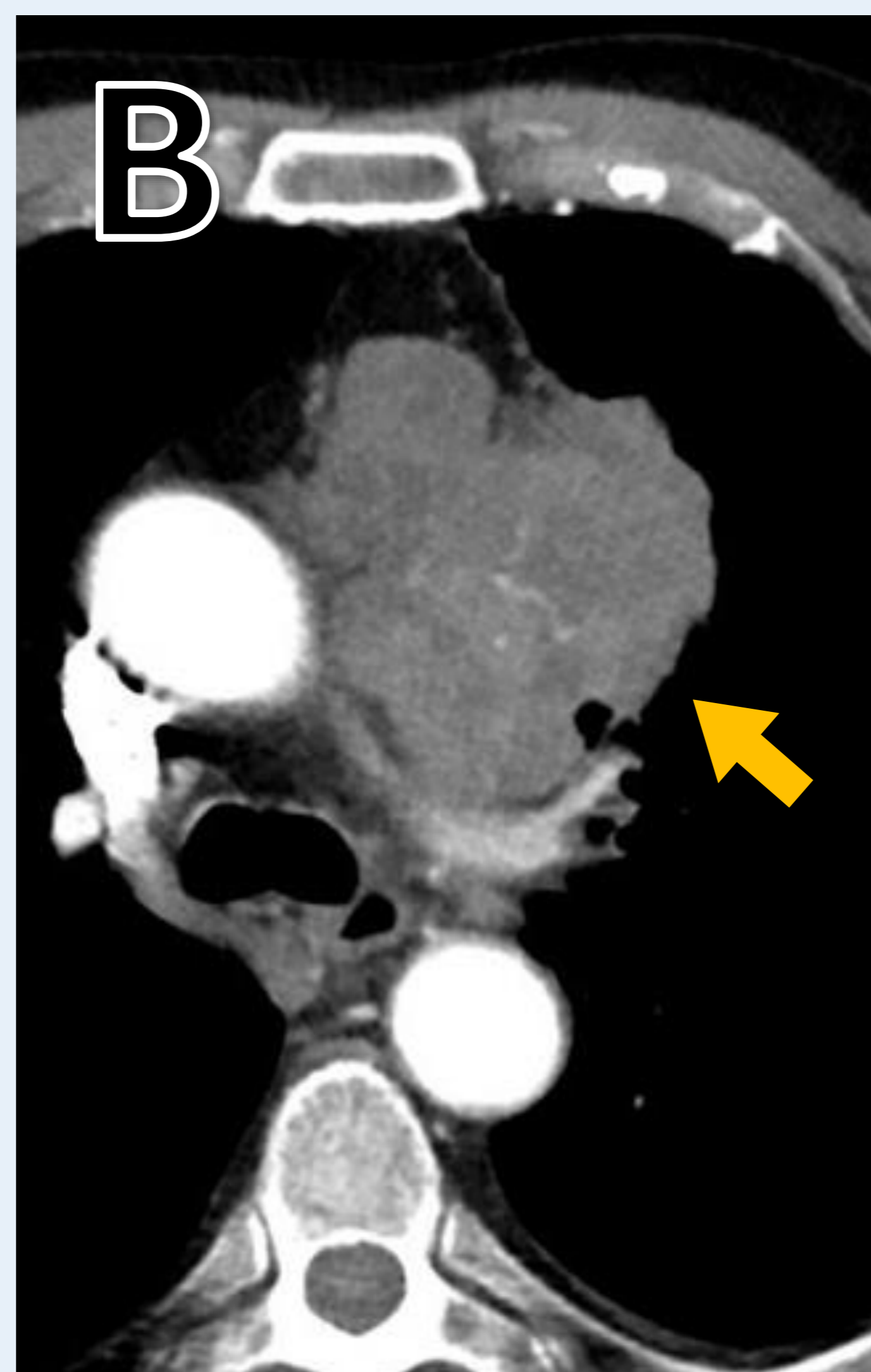
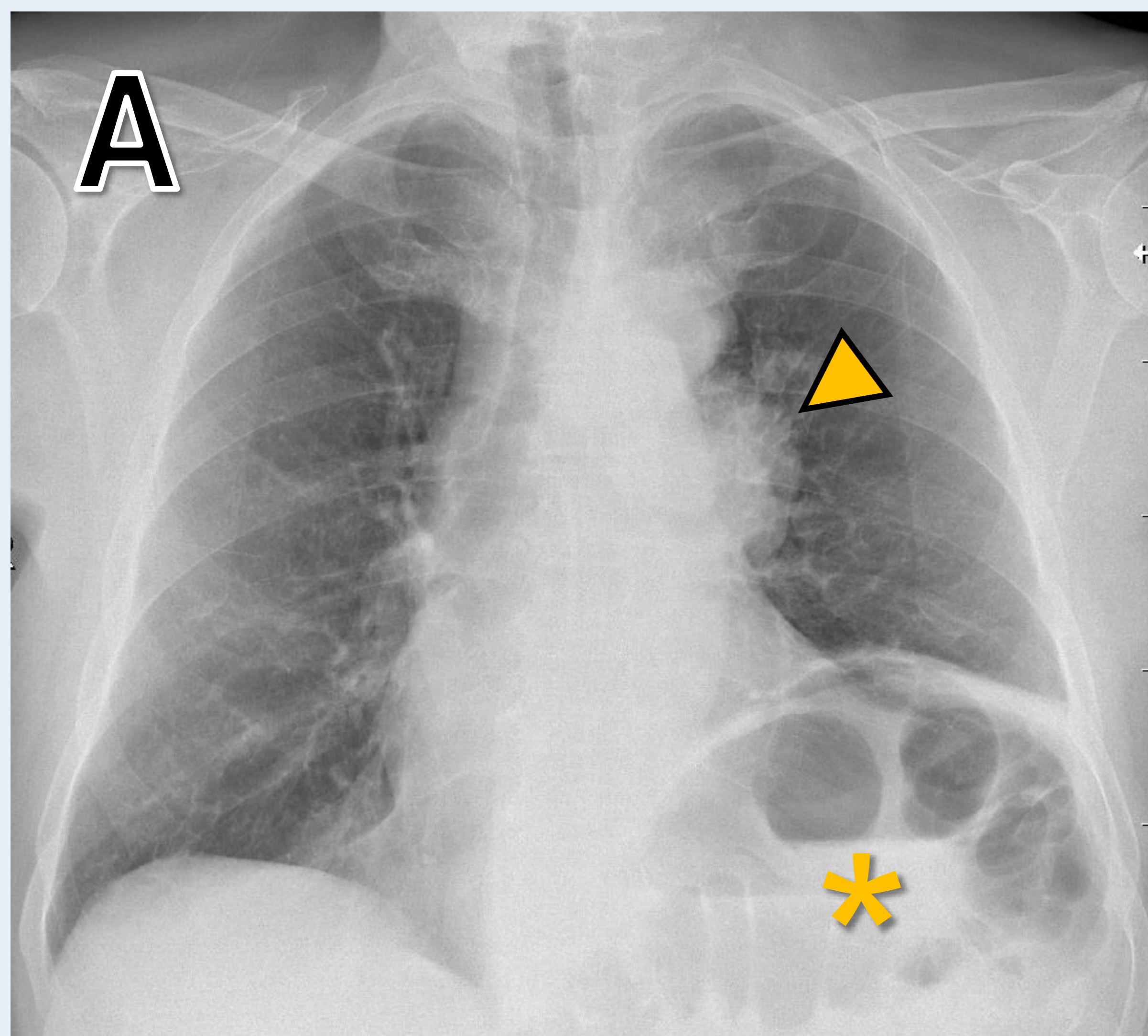
En **condiciones fisiológicas (B)**, la inspiración profunda hace que ambos hemidiafragmas se muevan caudalmente hacia el transductor, generando una curva ascendente; la expiración hace que ocurra lo contrario.



Con **parálisis (C)**, no habrá movimiento, o la curva será paradójica/invertida por efecto de los músculos accesorios.

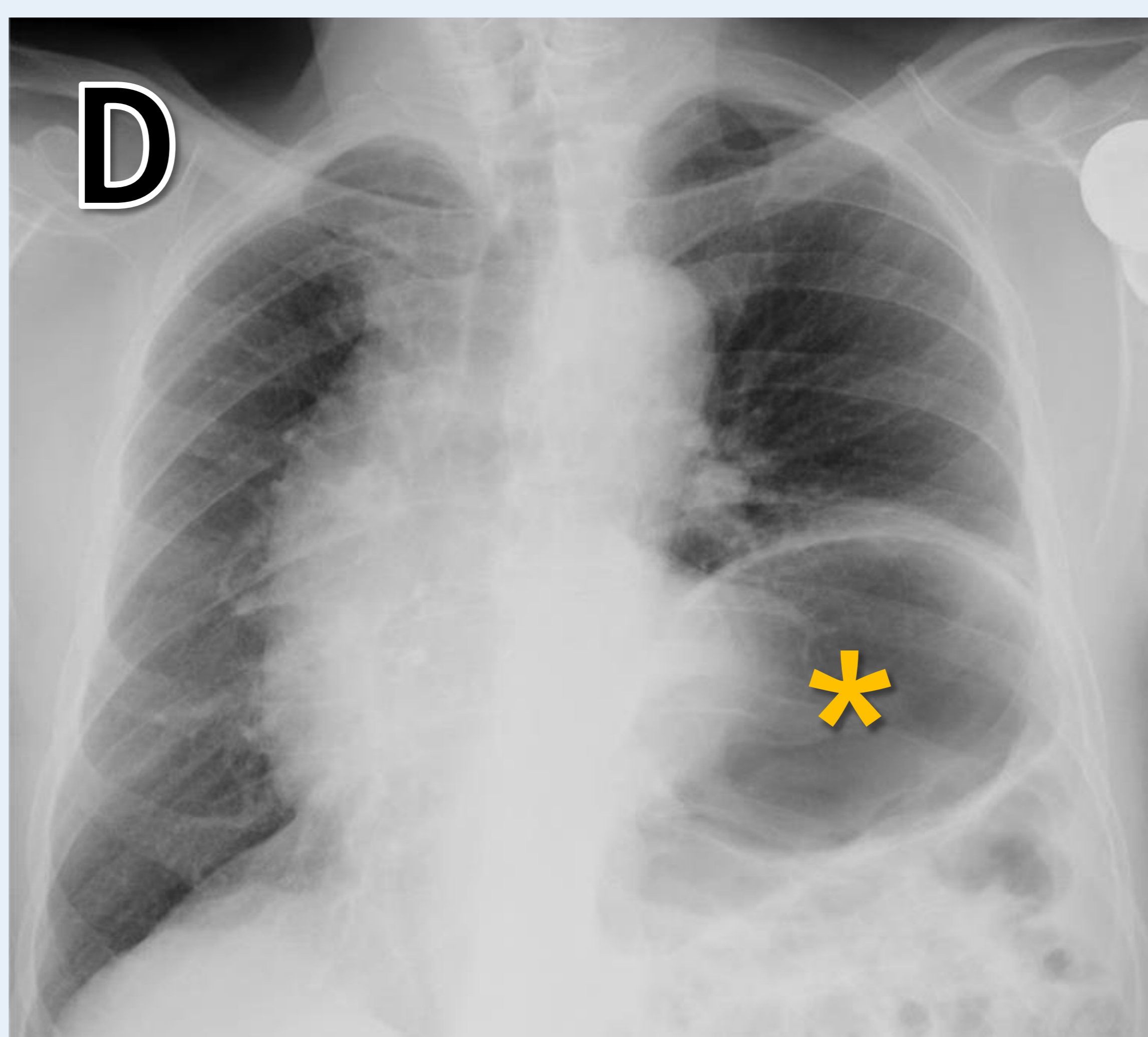
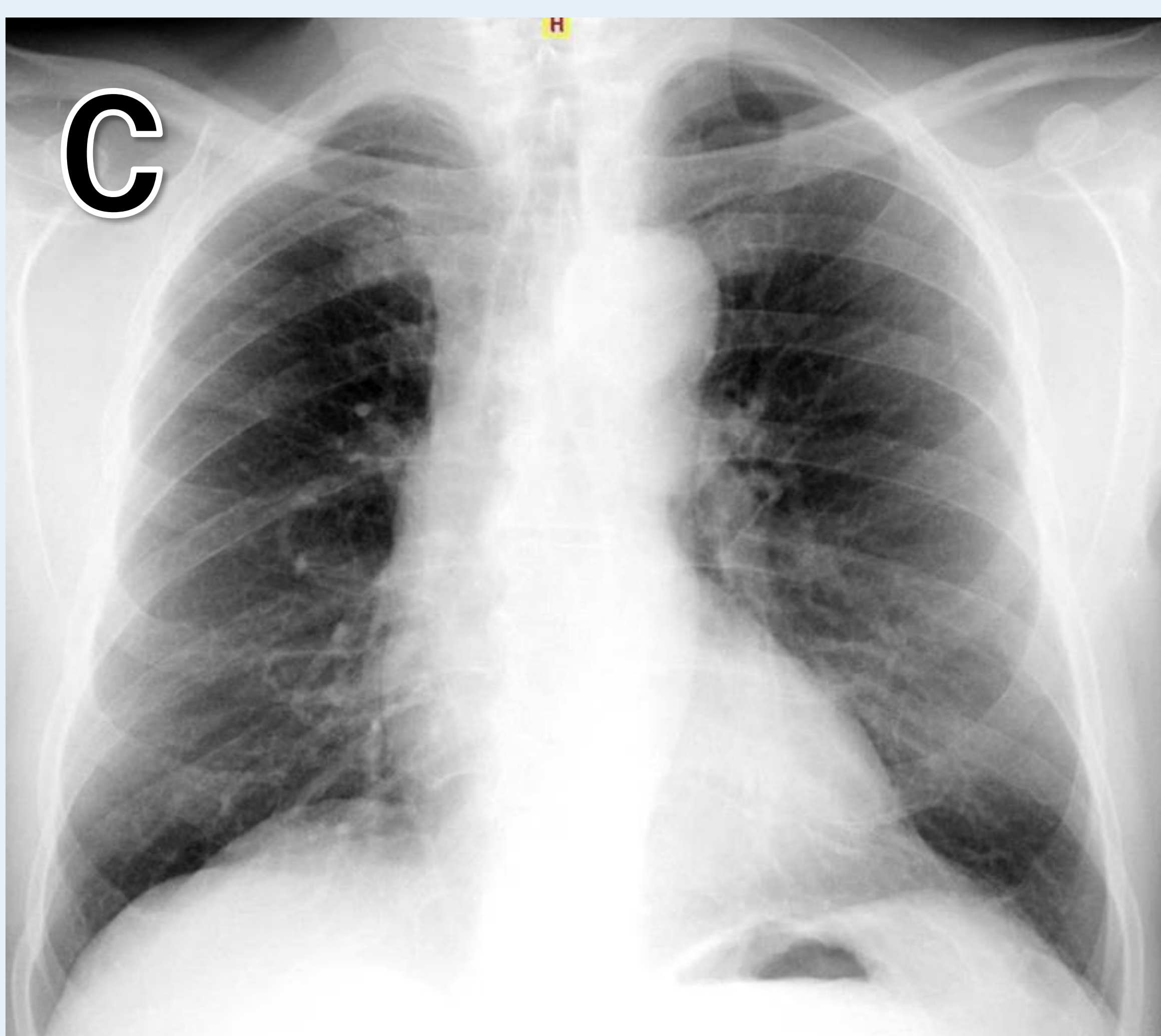
Disfunción: Parálisis =

Abolición o disminución del desplazamiento caudal del diafragma → peor flujo de aire durante la inspiración.



En la radiografía (A) observamos una elevación del hemidiafragma izquierdo (*), así como un engrosamiento del hilio izquierdo (punta de flecha).

En la TC (B) se confirma la existencia de un proceso neoplásico, un **carcinoma de células pequeñas**.



En este caso tenemos una radiografía preoperatoria en un paciente asintomático (C), sin evidencia de hallazgos significativos. En la radiografía postoperatoria realizada 4 días después por disnea (D), observamos una elevación del diafragma izquierdo (*), considerada iatrogénica por **lesión del nervio frénico ipsilateral**.



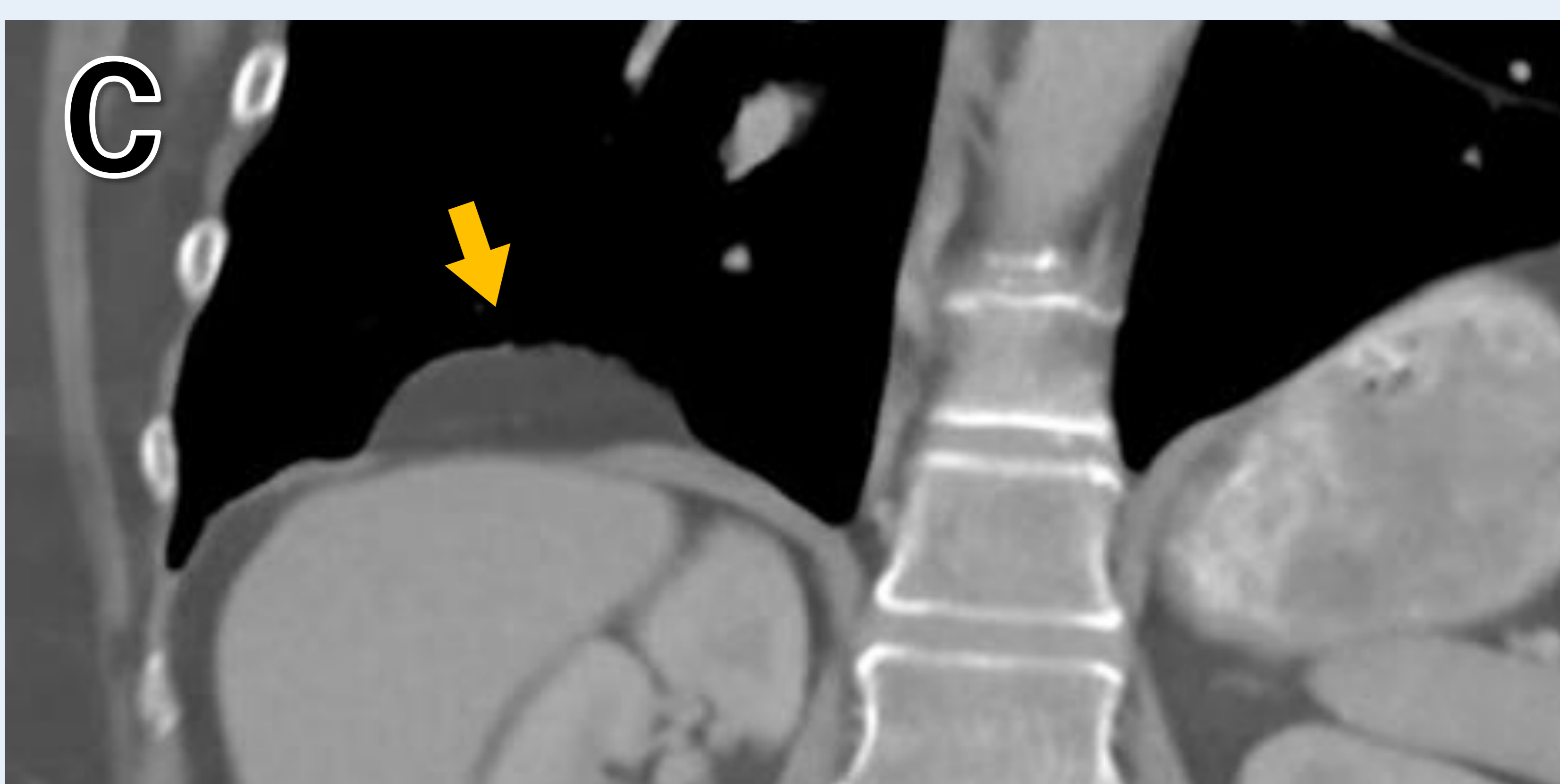
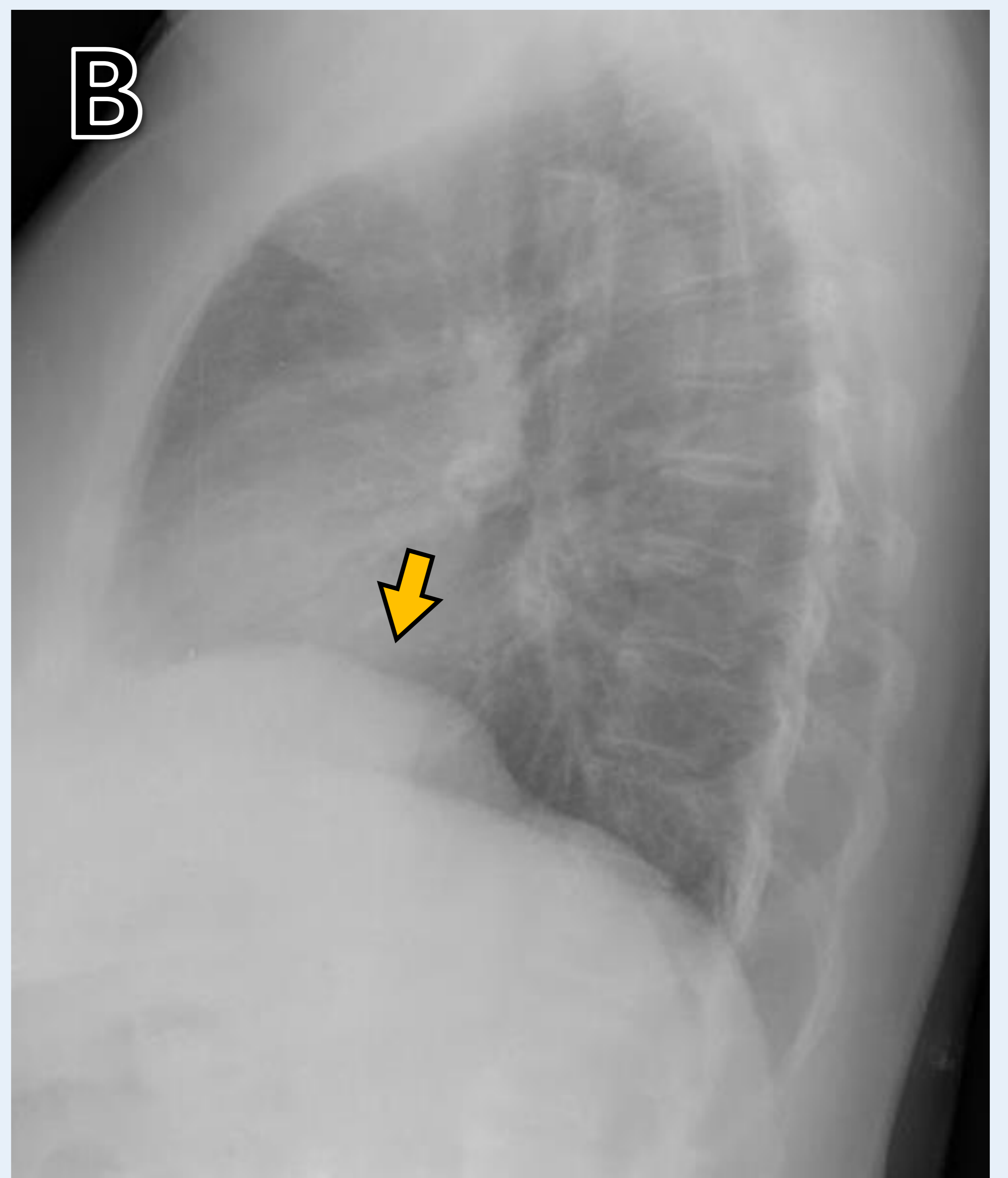
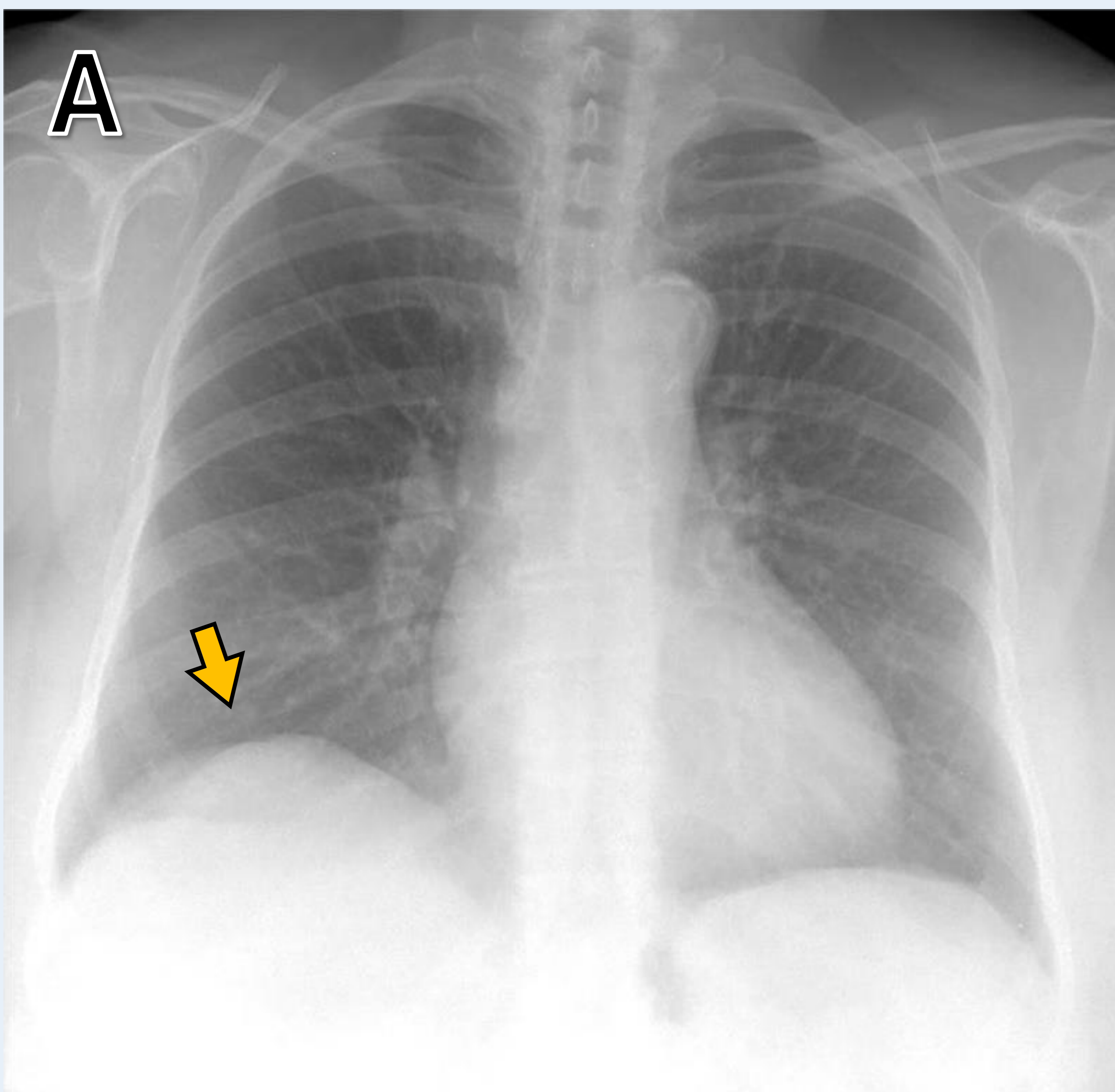
Aunque la etiología es **idiopática en >50%** de los casos, es imprescindible descartar afectación del nervio frénico secundaria a neoplasia, anomalías musculares o iatrogenesis.

i Paradójicamente, la presión negativa en la cavidad pleural durante la inspiración provoca un desplazamiento del diafragma hacia arriba, comprometiendo aún más la inflación pulmonar. Este movimiento paradójico es aún mayor en posición supina y en situaciones que aumentan la presión intraabdominal como ponerse de cuclillas. Con el tiempo, el diafragma paralizado se vuelve menos flexible y las consecuencias de su movimiento paradójico disminuyen.

Disfunción: Eventración

≡ A diferencia de la parálisis, que afecta a todo el hemidiafragma, las eventraciones/lobulaciones son **focales** y más frecuentes en la **porción anterior** del hemidiafragma **derecho**.

i En las eventraciones diafragmáticas, en lugar de una solución de continuidad, se puede observar un **área más débil y delgada** que altera el contorno normal de la cúpula diafragmática, provocando una lobulación.

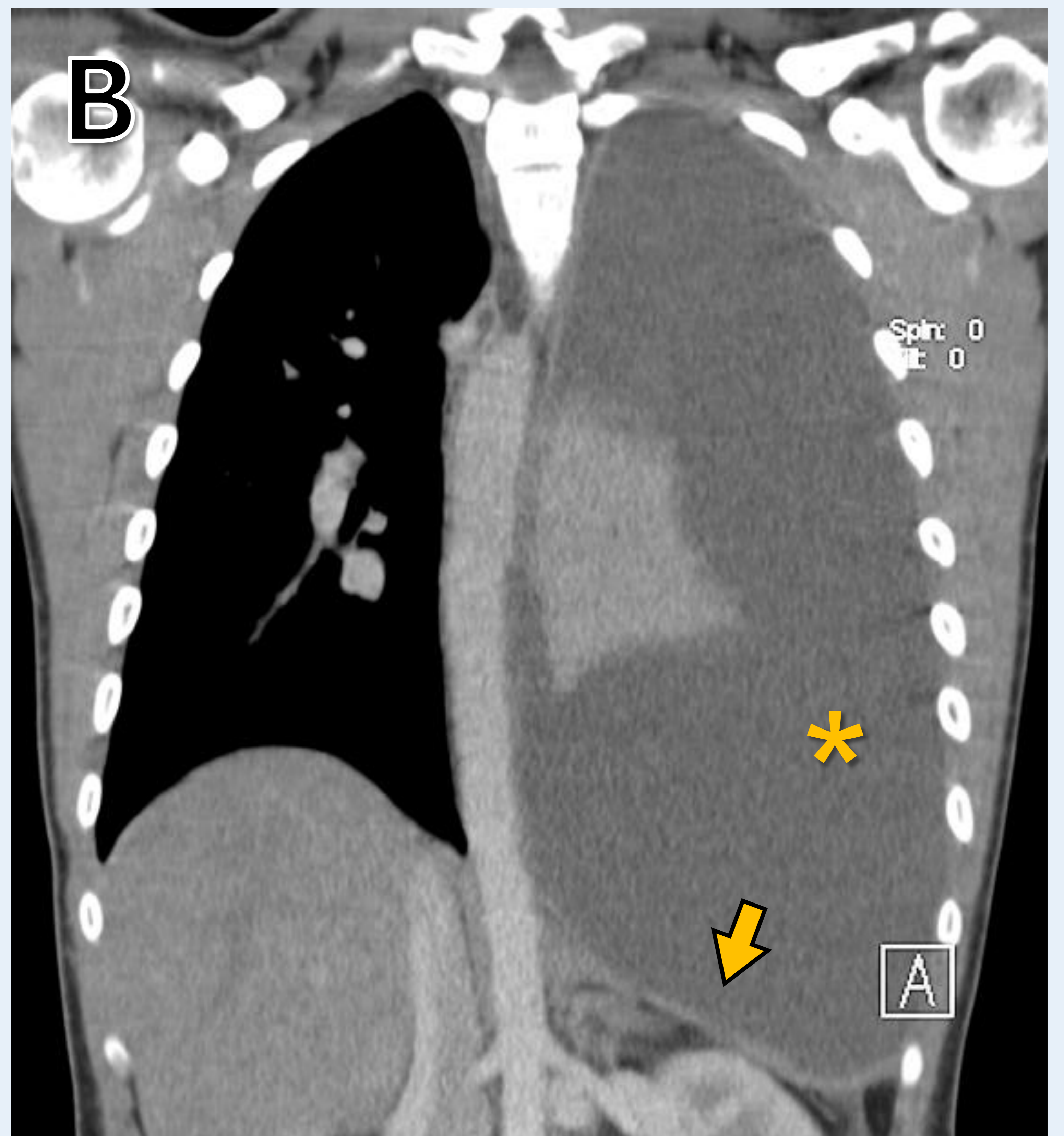
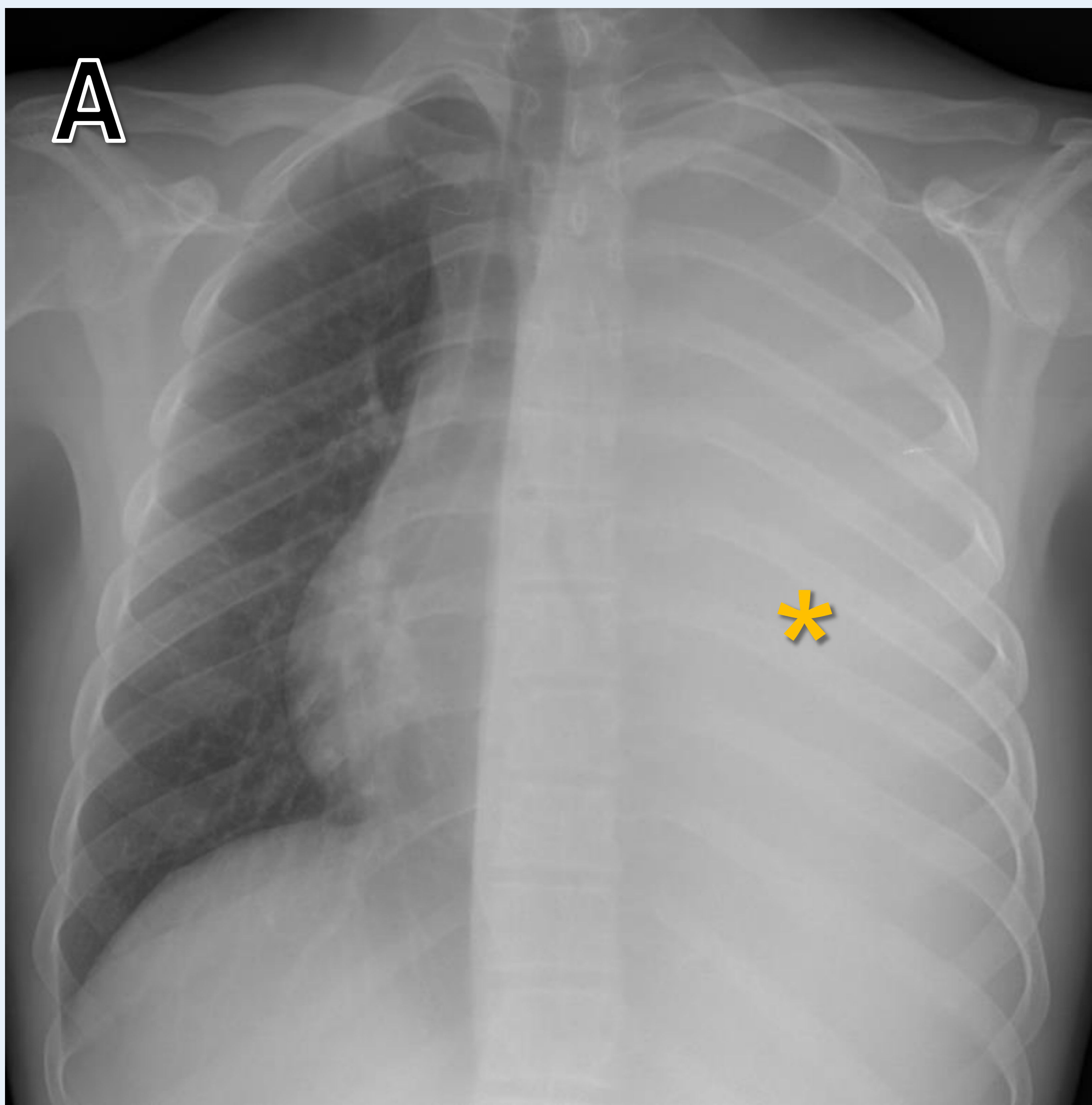


Lobulación diafragmática en la localización típica. En la radiografía de tórax (A, B) se observa una elevación de la porción anterior del diafragma derecho, que se confirma en la reconstrucción coronal por TC (C).

Disfunción: Inversión diafragmática relacionada con derrame pleural

La inversión diafragmática puede ser consecuencia de la existencia de grandes cantidades de líquido en el espacio pleural. La toracocentesis puede aliviar la disnea permitiendo que el diafragma recupere una posición más fisiológica.

La inversión produce alteraciones significativas de la mecánica diafragmática, manifestándose clínicamente como un aumento de la disnea debido al movimiento paradójico.



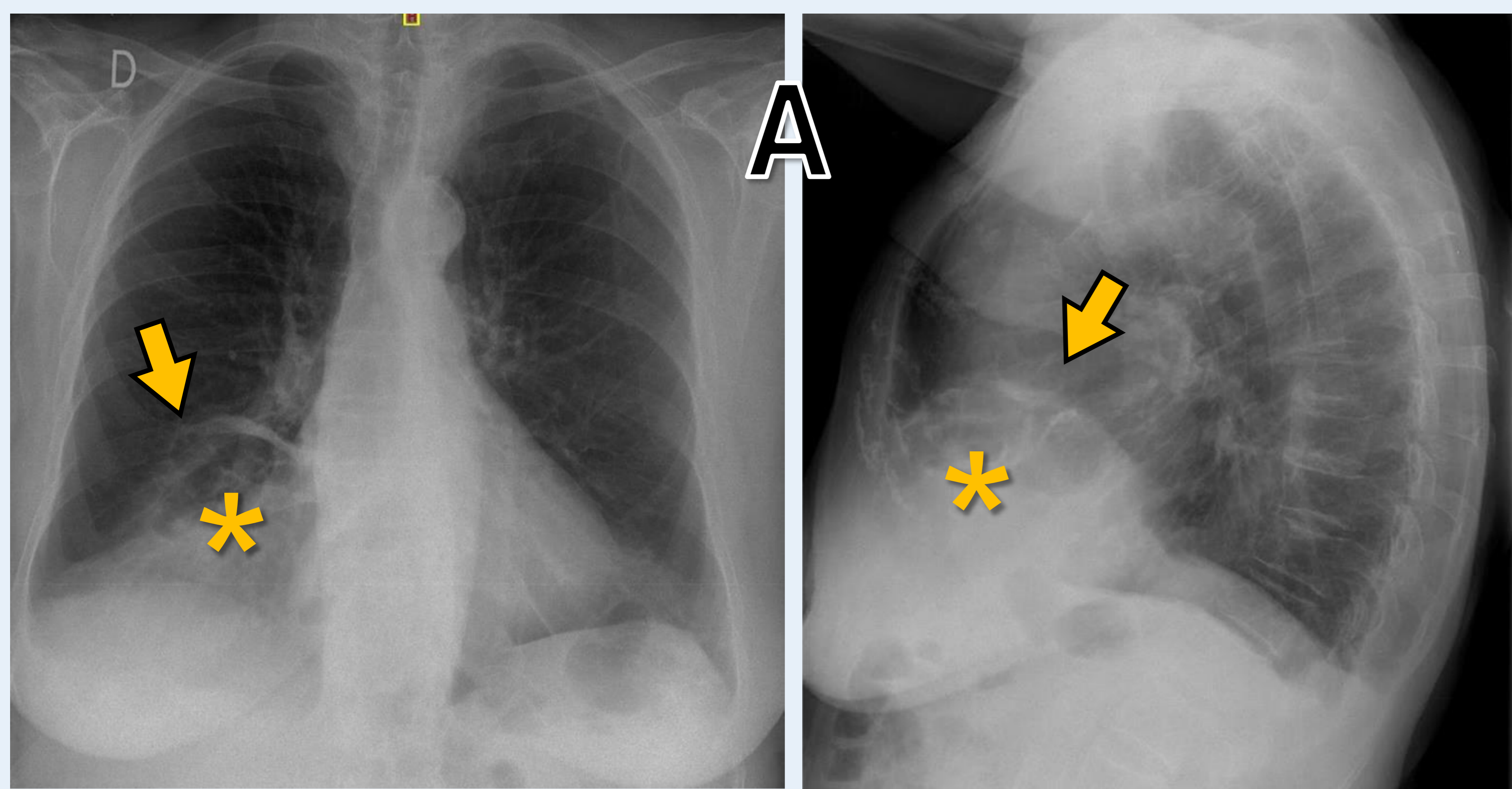
Paciente con clínica infecciosa a quien se le realiza una radiografía simple (A), en la que podemos observar opacificación completa del hemitórax izquierdo (*) asociada a desplazamiento de las estructuras mediastínicas hacia la derecha.

También se realizó una TC (B), donde se observa claramente la inversión diafragmática (flecha) y la presencia de un **derrame pleural masivo** (*).

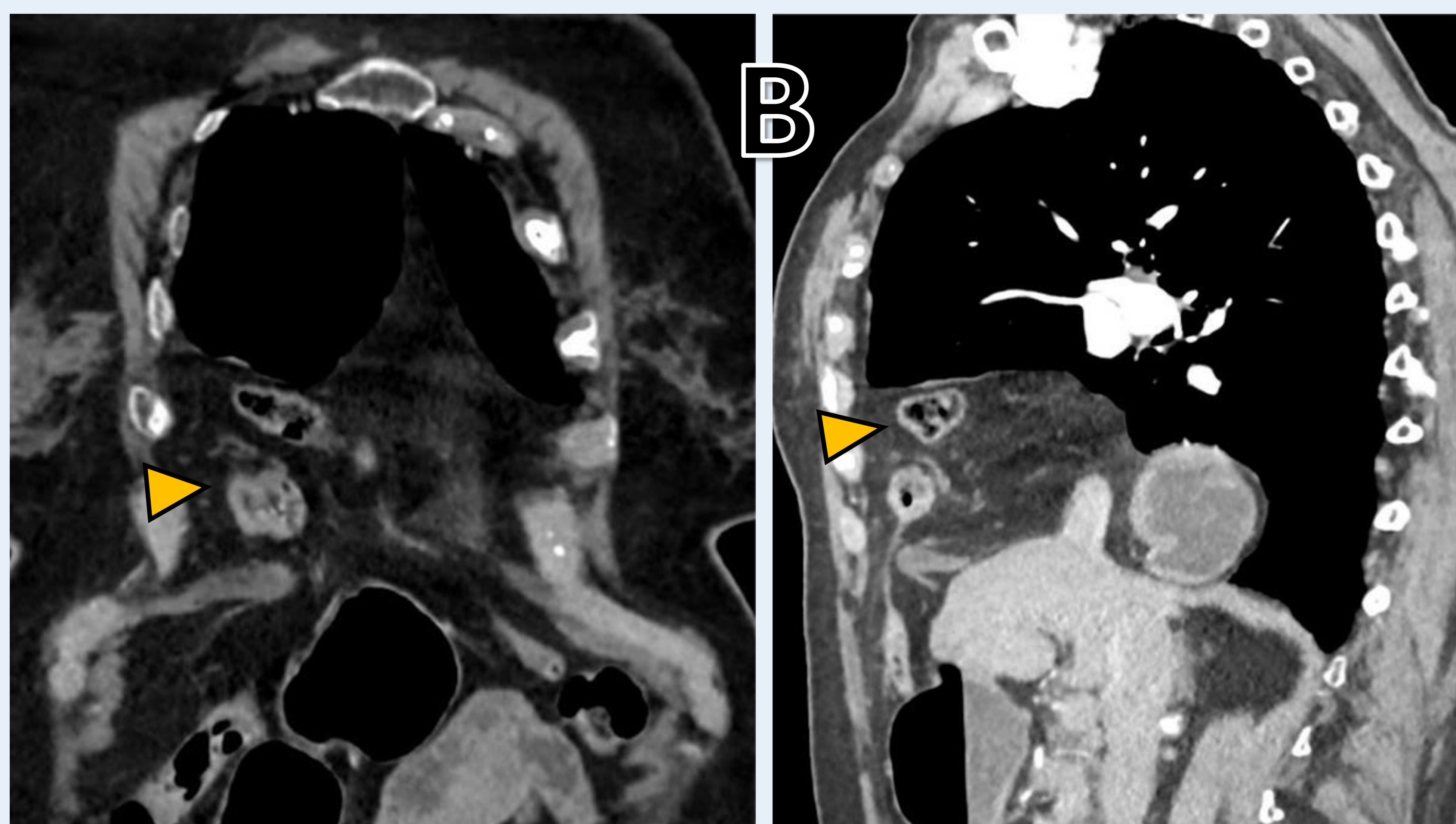
Al paciente finalmente se le diagnosticó tuberculosis.

Hernias congénitas: hernia de Morgagni

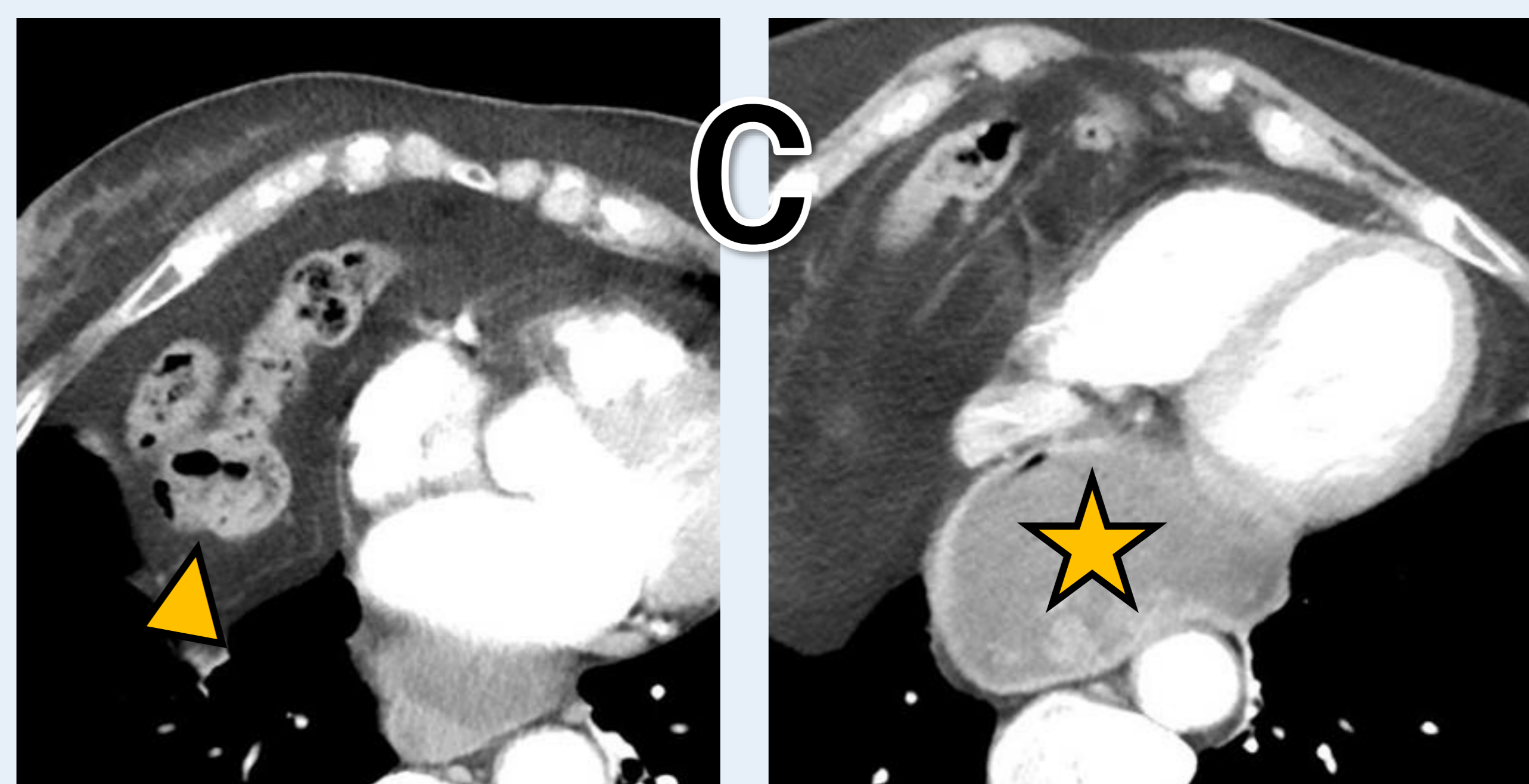
- < 10% de todas las hernias congénitas
- Hallazgo **incidental**
- Contiene principalmente **grasa omental**
- Generalmente **retroesternal derecha**



Hernia de Morgagni. En la radiografía PA y perfil (A) observamos elevación de la porción anterior del hemidiafragma derecho (flecha), con superposición de imágenes aéreas (*), sugestivas de corresponder a estructuras intestinales.



En la TC (B, C) observamos con mayor detalle un gran defecto diafragmático anterior derecho que contiene grasa omental y parte del colon transverso (punta de flecha).

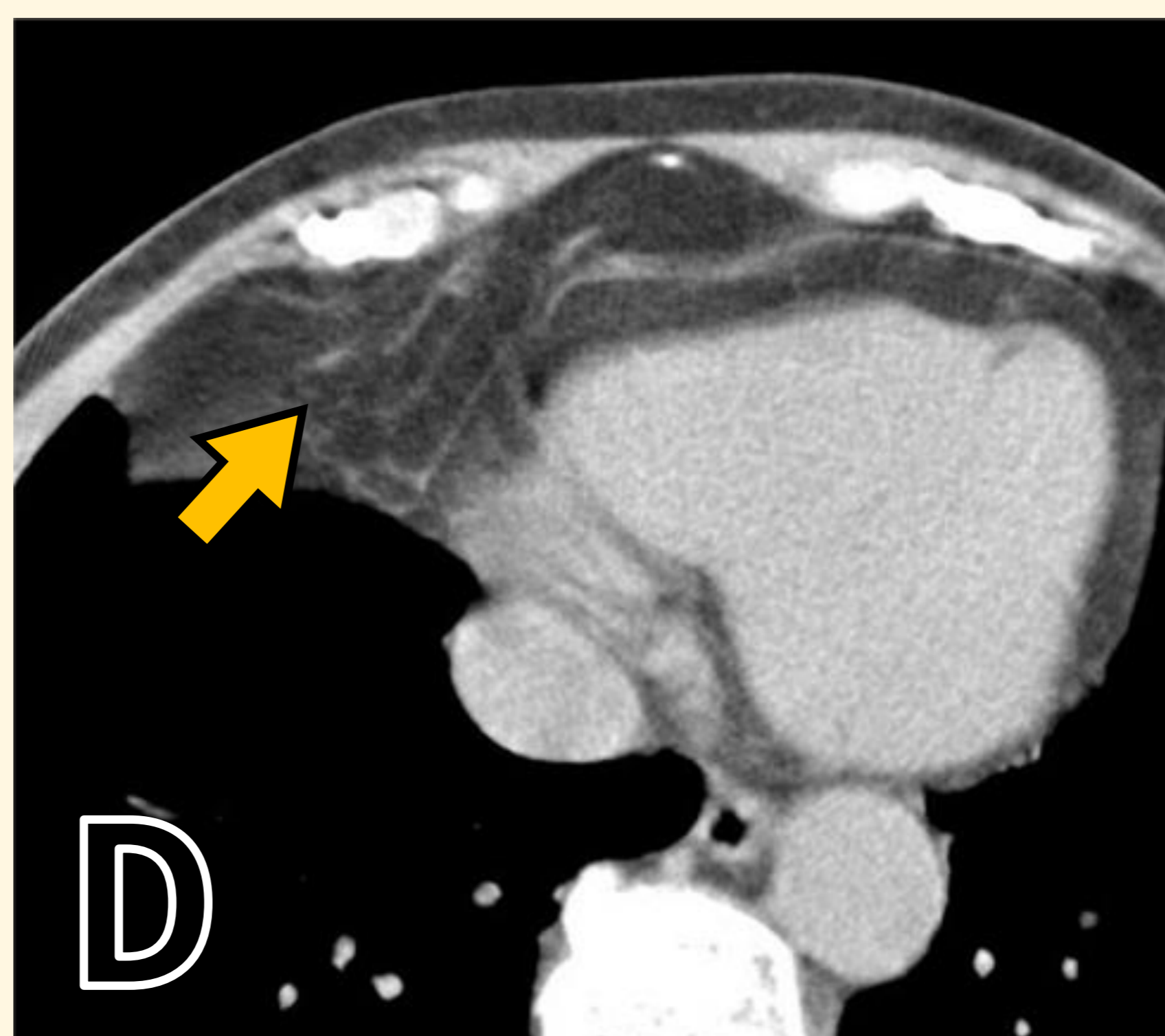


En los cortes axiales visualizamos parte del estómago en mediastino medio, en relación a una **hernia de hiato** asociada (estrella).



Diagnóstico diferencial:

Aquí podemos observar la diferencia entre una **pequeña hernia de Morgagni (D)**, que contiene grasa y vasos sanguíneos (flecha), y una **almohadilla grasa pericárdica (E)**, que no contiene estructuras vasculares.



Hernias congénitas: hernia de Bochdalek

- 90% de todas las hernias congénitas
- Hallazgo incidental
- Contiene principalmente **grasa**
- Generalmente **posterior e izquierda**

Derivan de la falta de fusión de los pliegues pleuroperitoneales con los músculos intercostales.

Habitualmente de localización posterior en el hemitórax izquierdo, supuestamente por el **efecto protector del hígado**.

Probablemente también de origen adquirido, ya que su prevalencia aumenta con la edad, estando **presentes hasta en el 60% de los pacientes ≥ 70 años**.

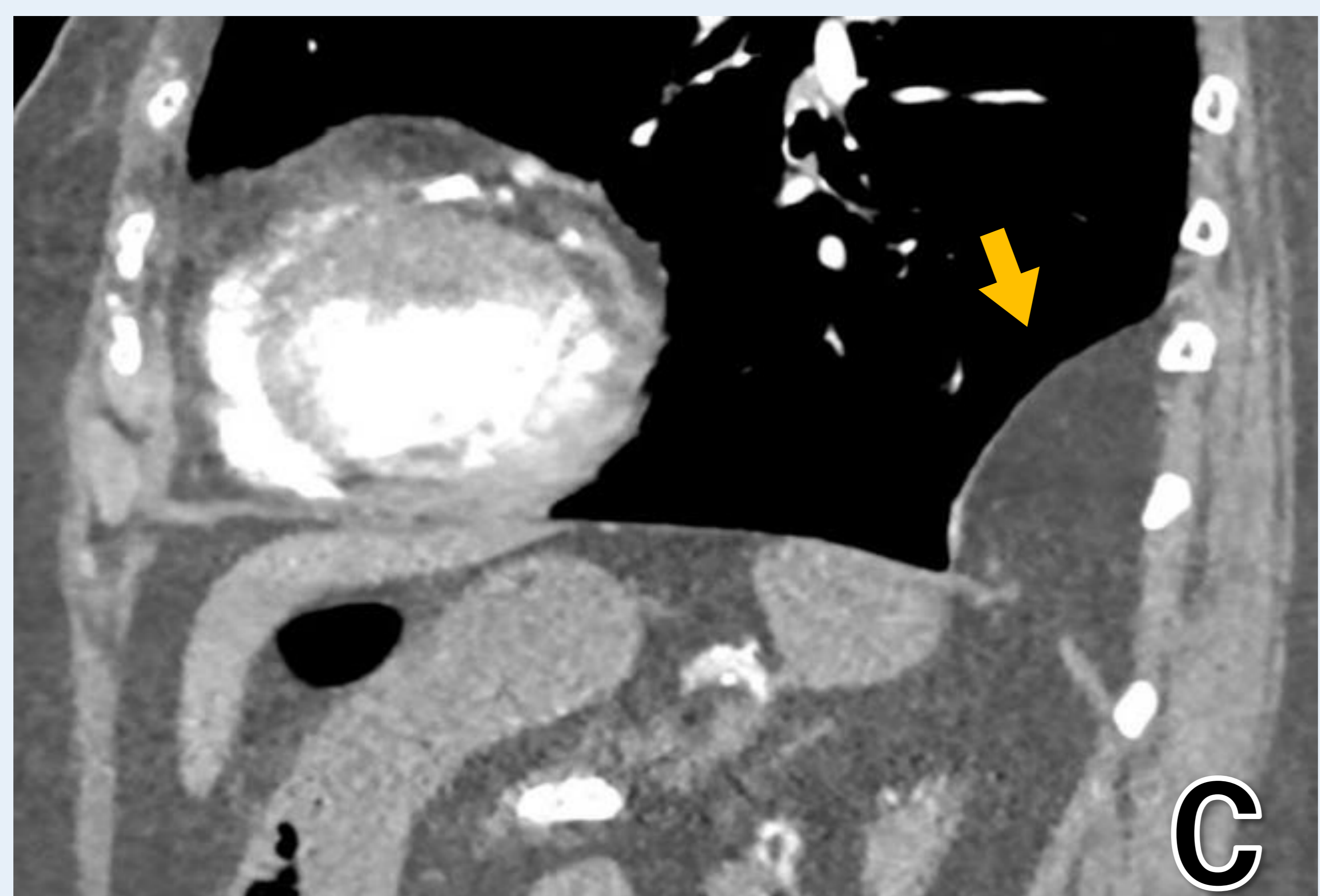
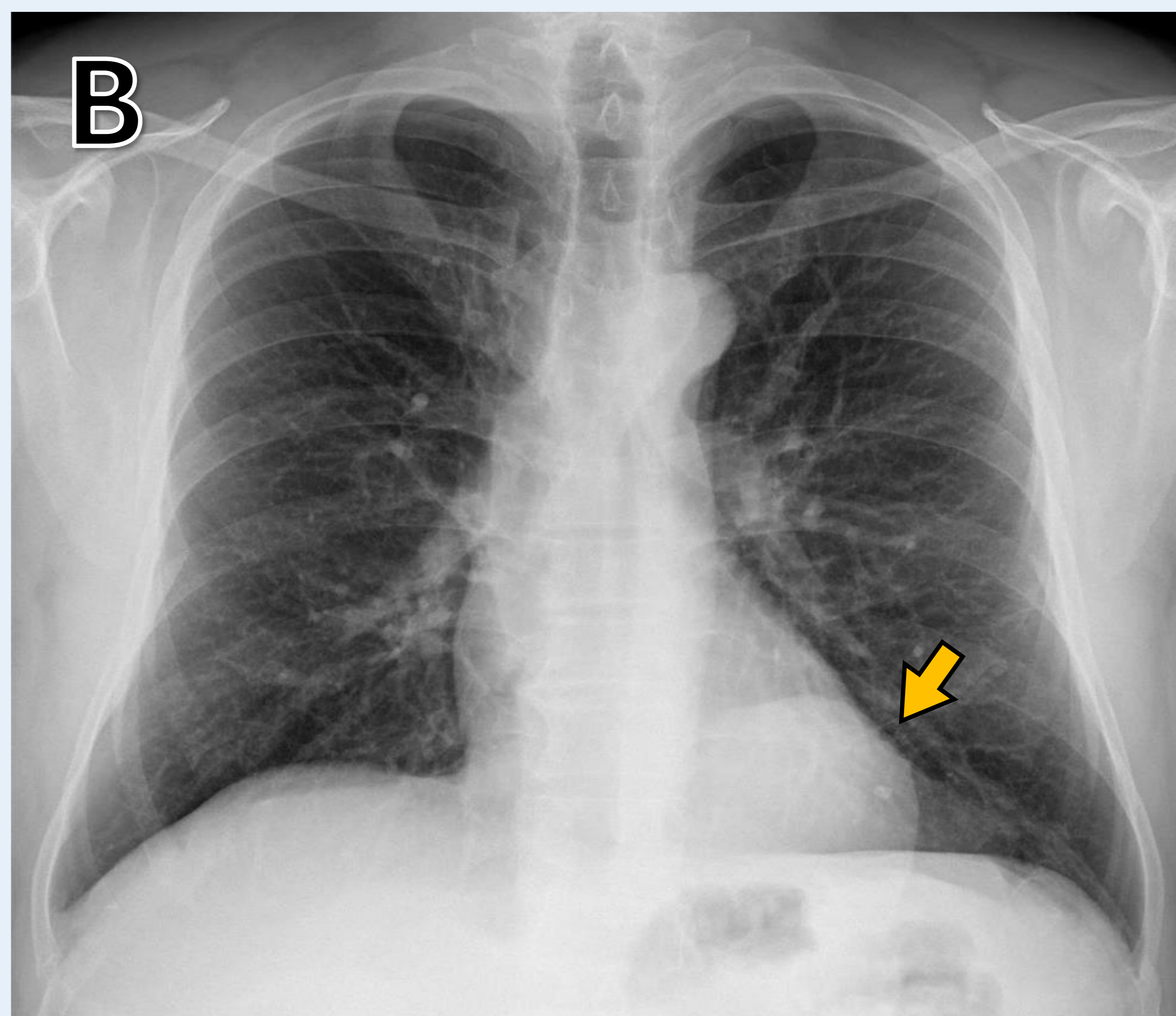
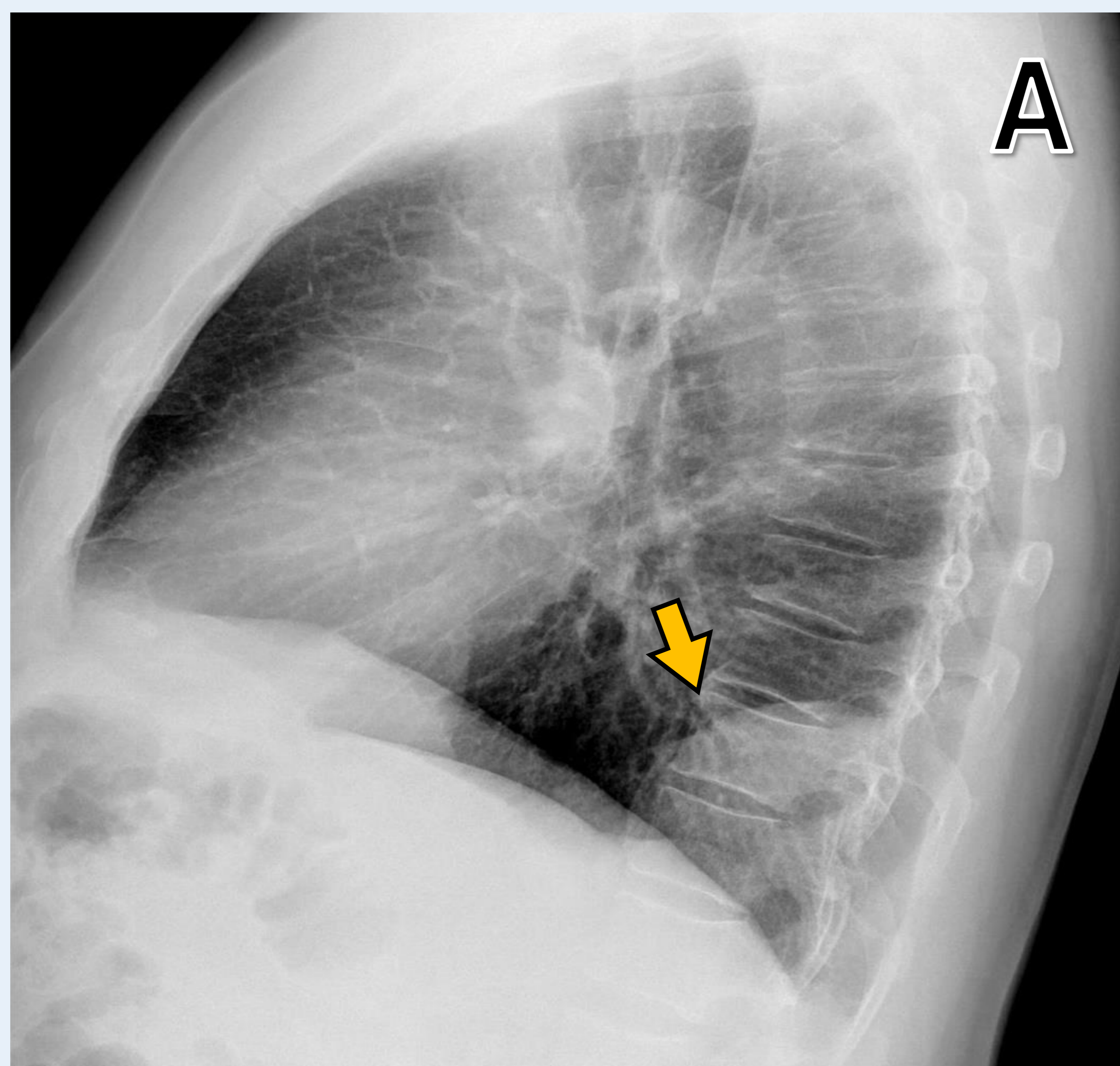
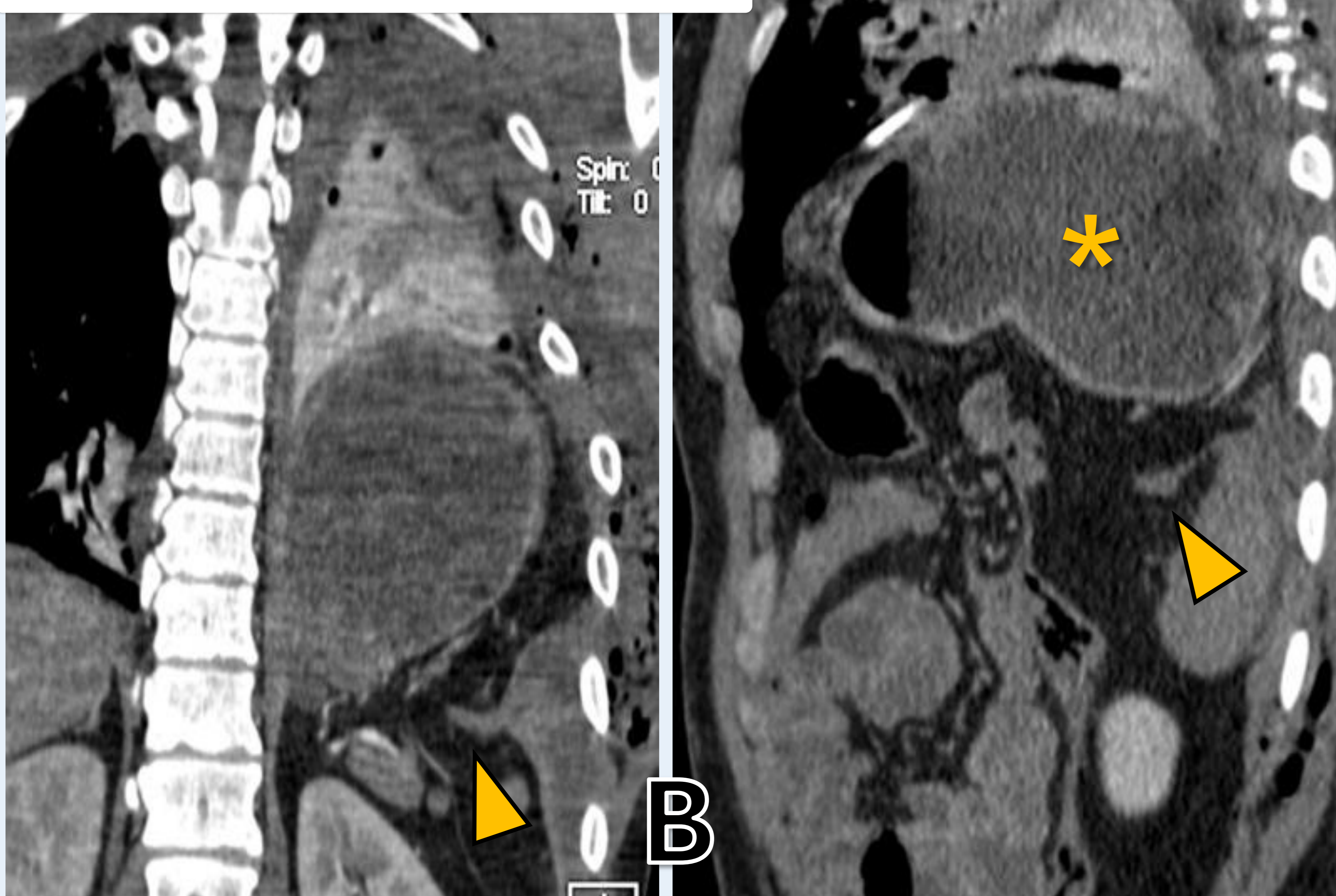
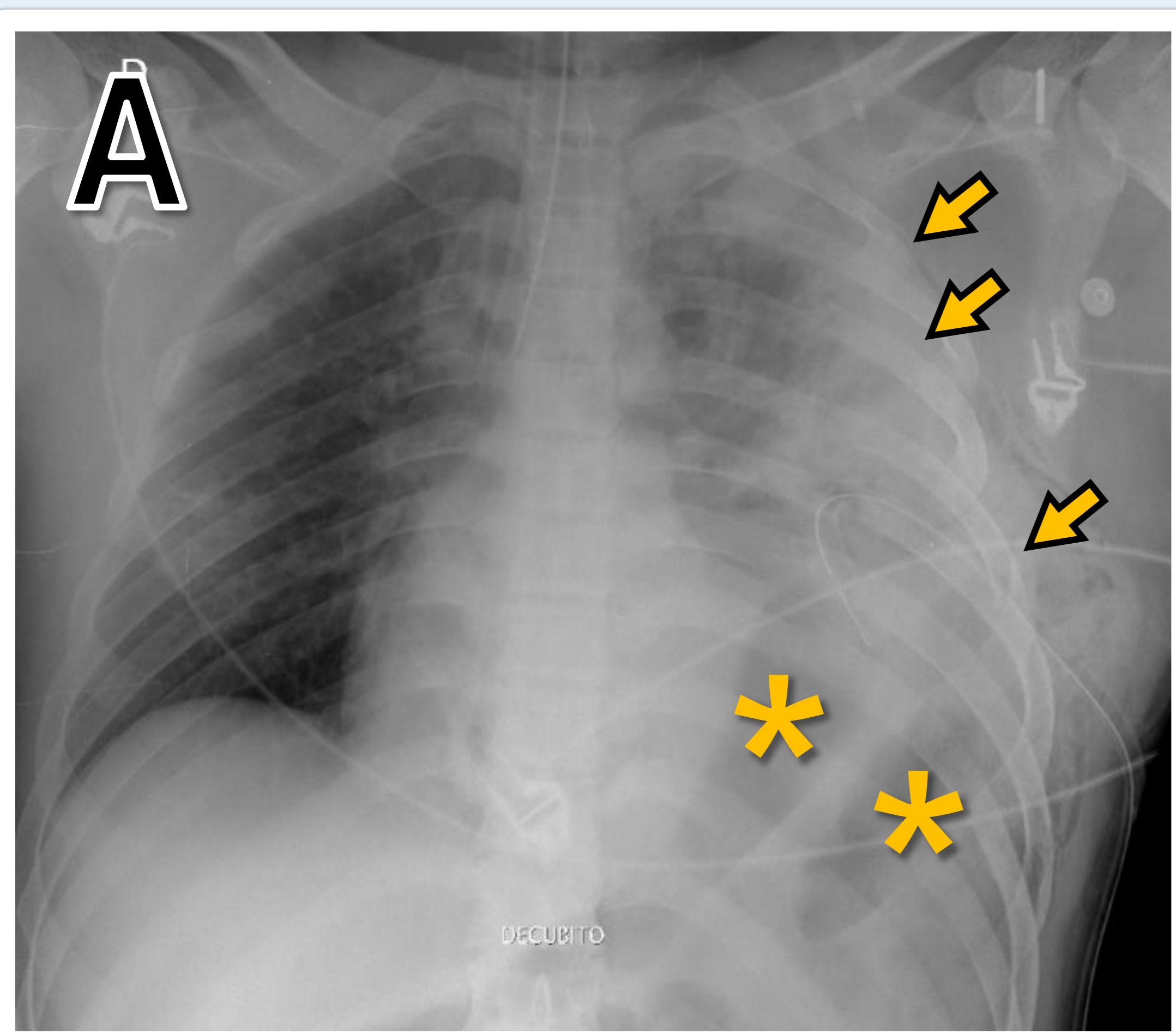


Imagen típica de una **hernia de Bochdalek** (flechas). En la radiografía (A y B) se visualiza una opacidad retrocardíaca de localización basal posterior. Se confirma en la TC (C, D) la presencia de una solución de continuidad diafragmática con herniación torácica de contenido adiposo abdominal.

Hernias adquiridas: ruptura diafragmática

En la radiografía de tórax (A), de un **paciente politraumatizado** podemos observar opacificación del hemitórax izquierdo, múltiples fracturas costales (flechas) y algunas imágenes aéreas (asteriscos). En las reconstrucciones coronal y sagital del TC (B), se confirma la rotura diafragmática con herniación torácica de vísceras abdominales (incluido el estómago) provocando colapso del pulmón izquierdo. Se aprecia el **engrosamiento de los bordes rotos** (puntas de flecha) y el **signo de la víscera dependiente** (en este caso se observa el estómago de localización posterior, *).



- Situadas en **zonas embriológicamente débiles**
- **Generalmente enmascaradas** por presencia de otras lesiones viscerales o óseas con mayor riesgo vital y/o por la ventilación mecánica, que ejerce presión positiva sobre el diafragma.
- **Riesgos:** Encarcelamiento, oclusión de vísceras herniadas
- La sensibilidad diagnóstica es mayor en las roturas izquierdas, aunque **del 12% al 66% no se detectan** en las radiografías de tórax.

Detección de ruptura traumática



Radiografía simple:

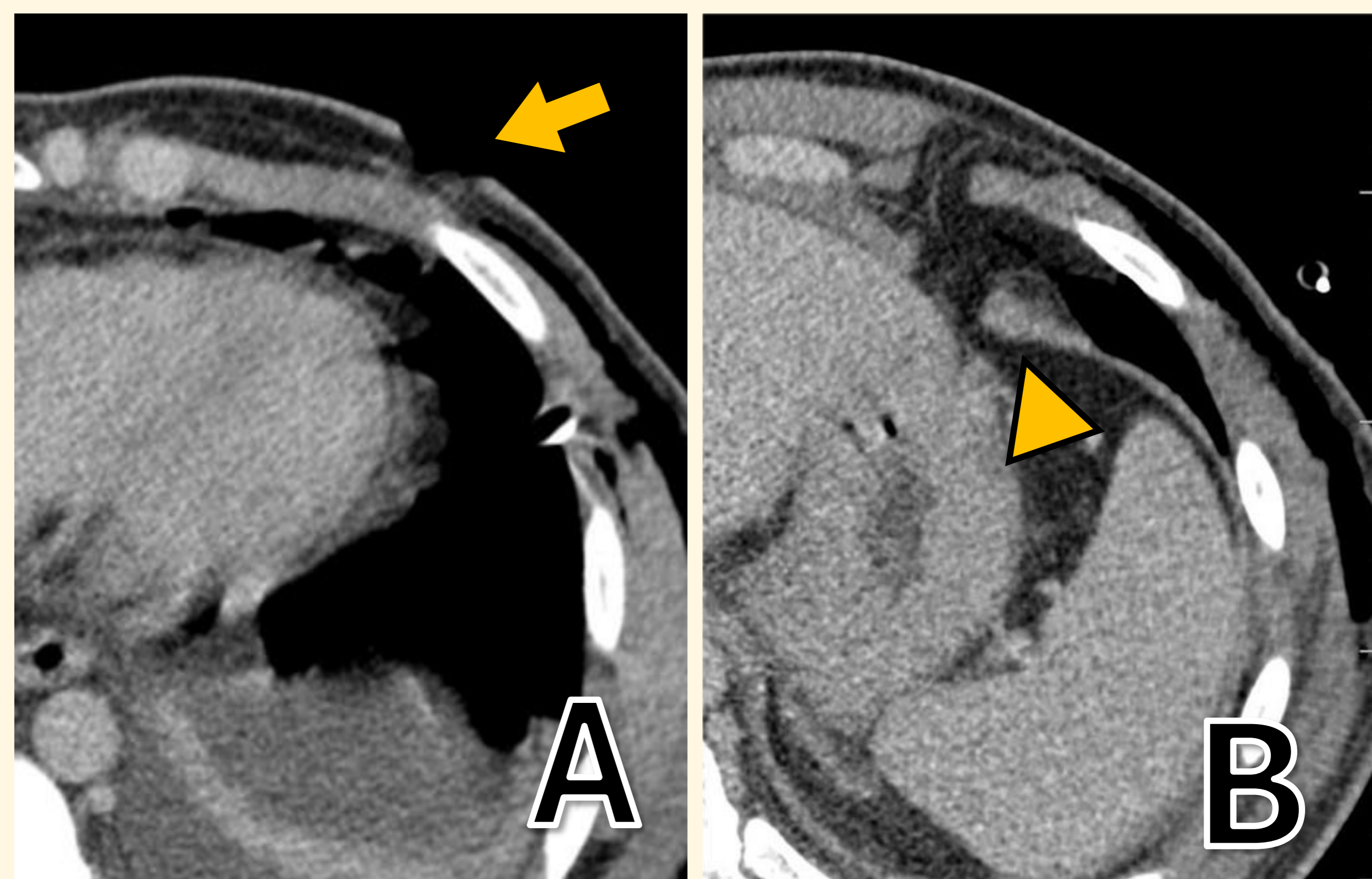
- Elevación diafragmática
- Mala visualización diafragmática
- Alteración del contorno mediastínico
- Hernia de estructuras abdominales
- Elevación de sonda nasogástrica

TCMD:

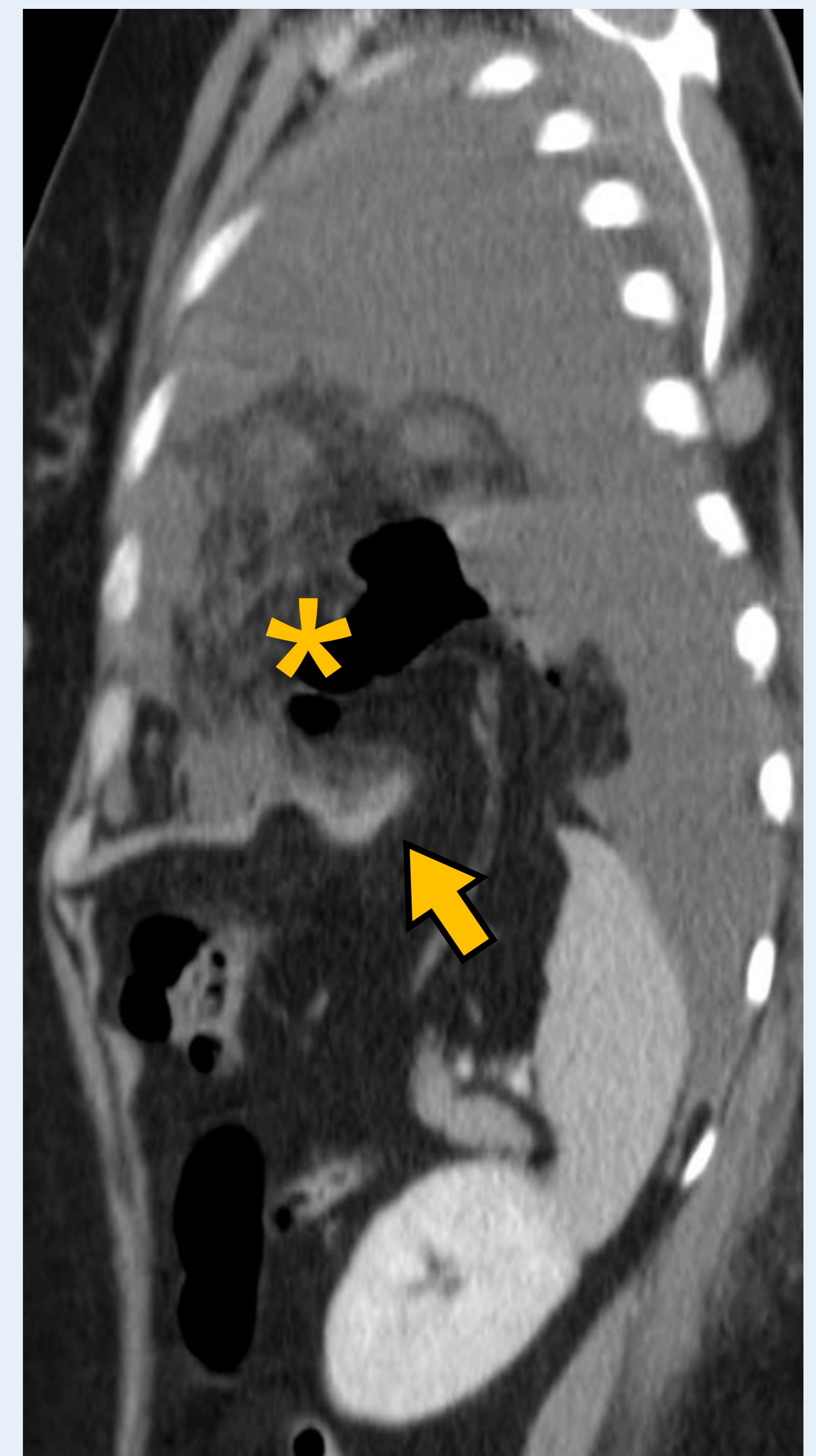
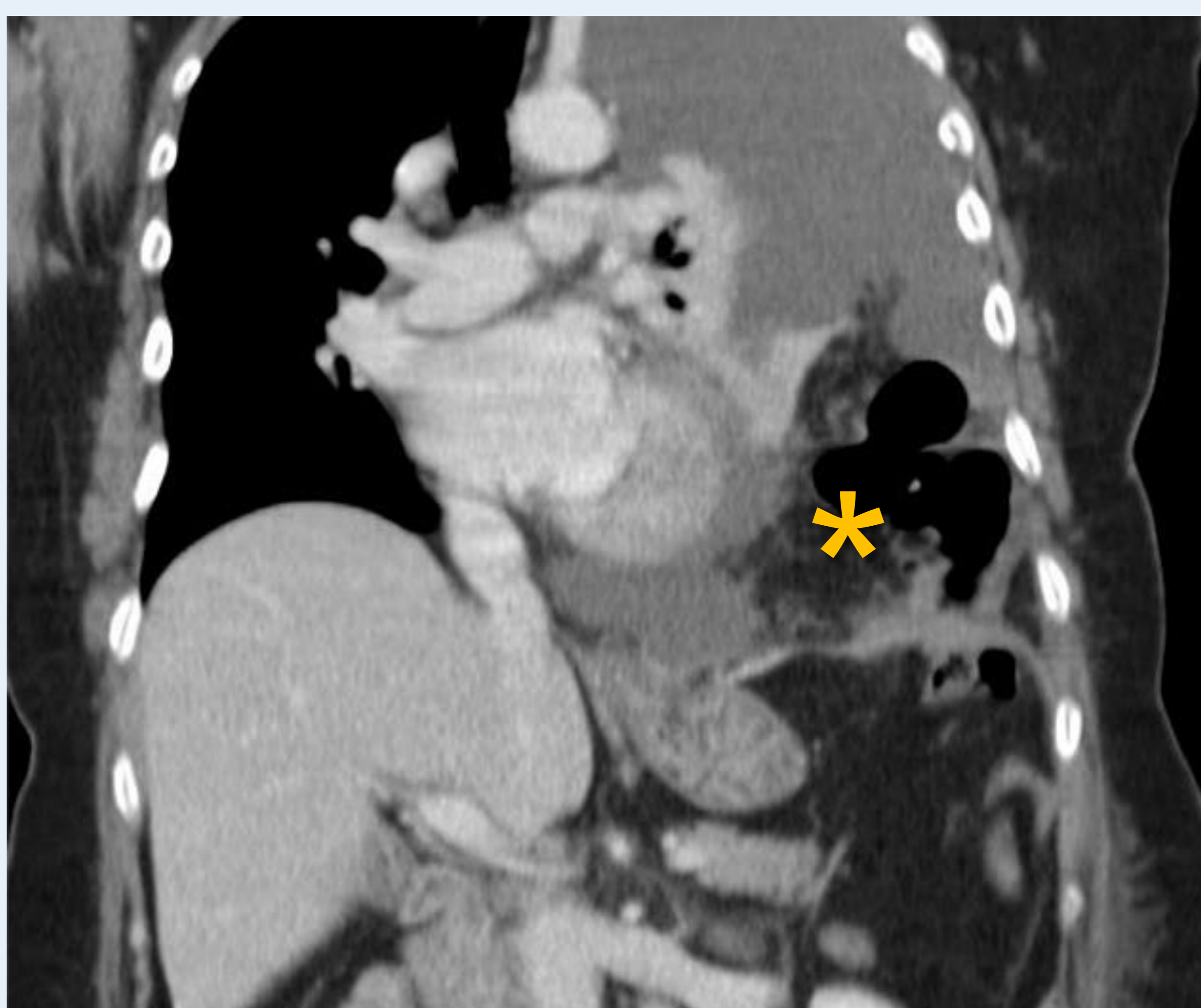
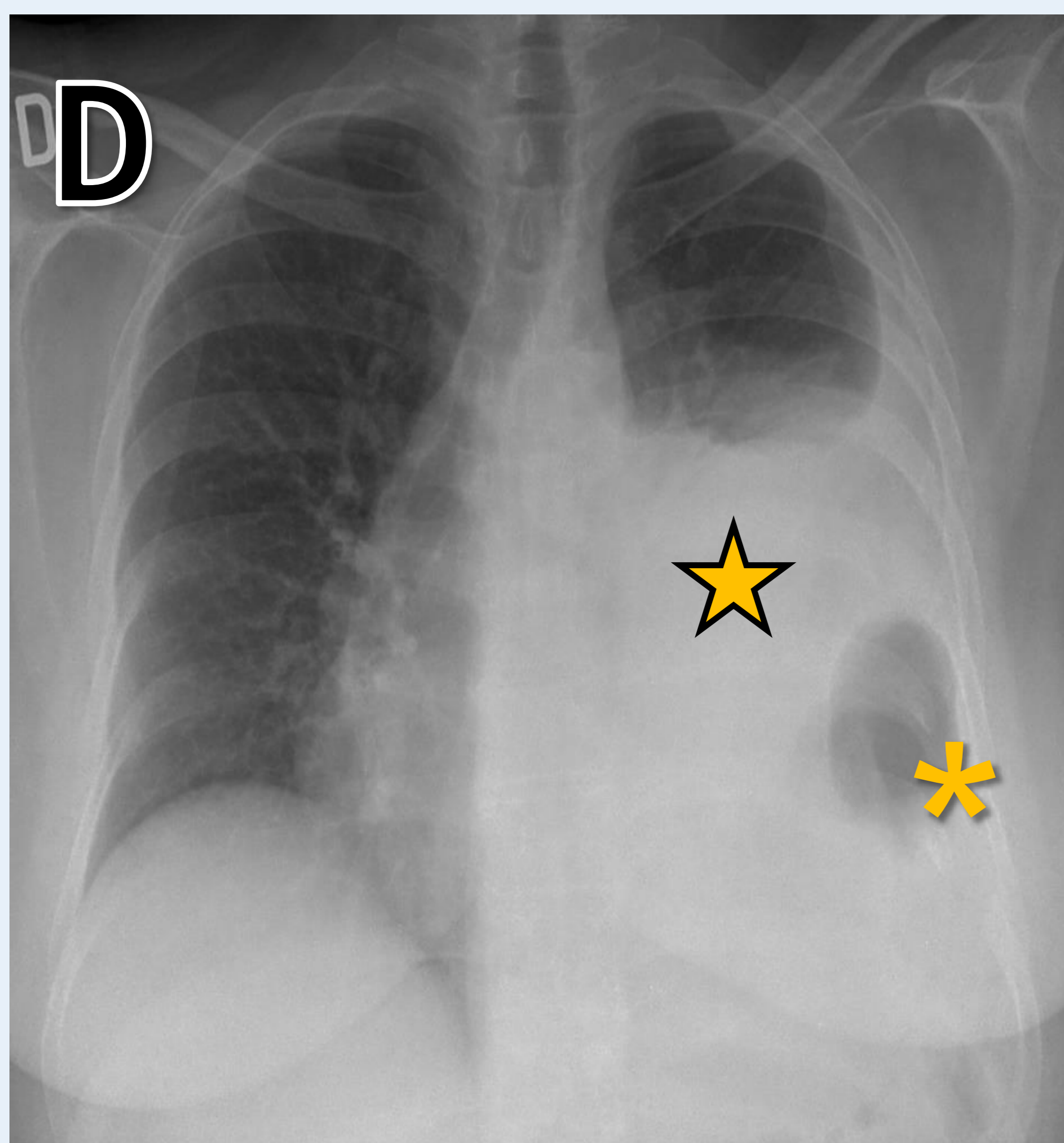
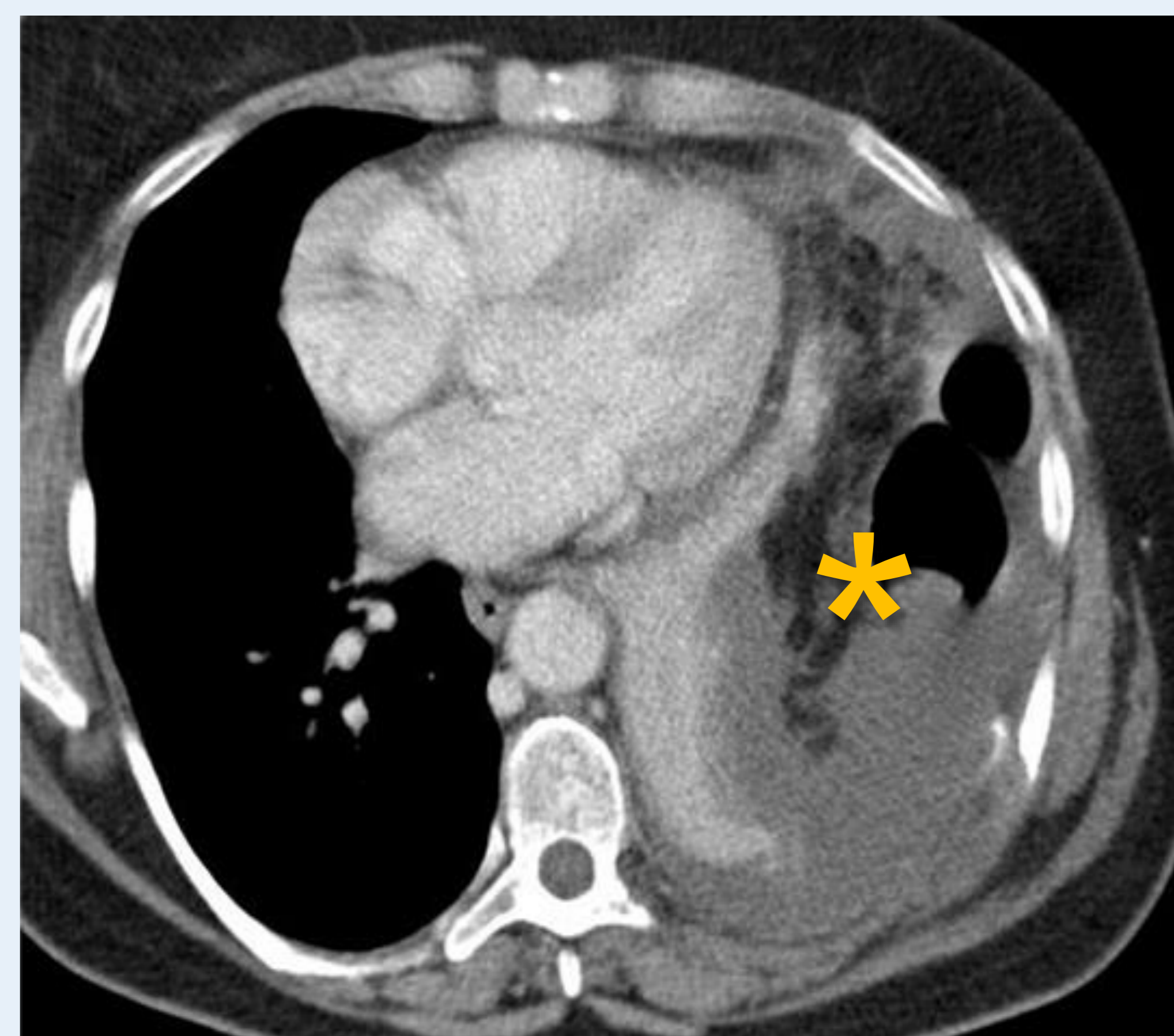
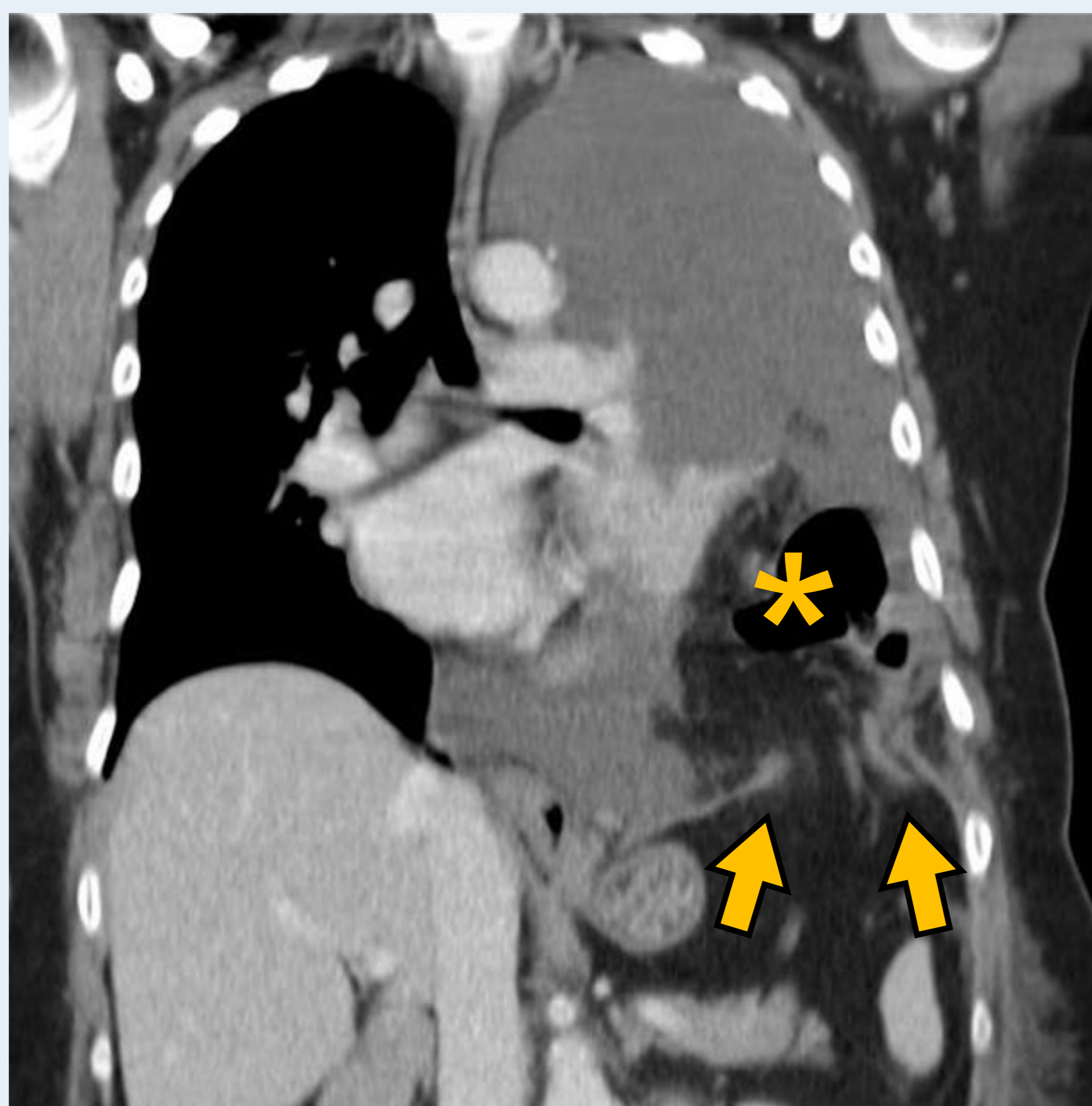
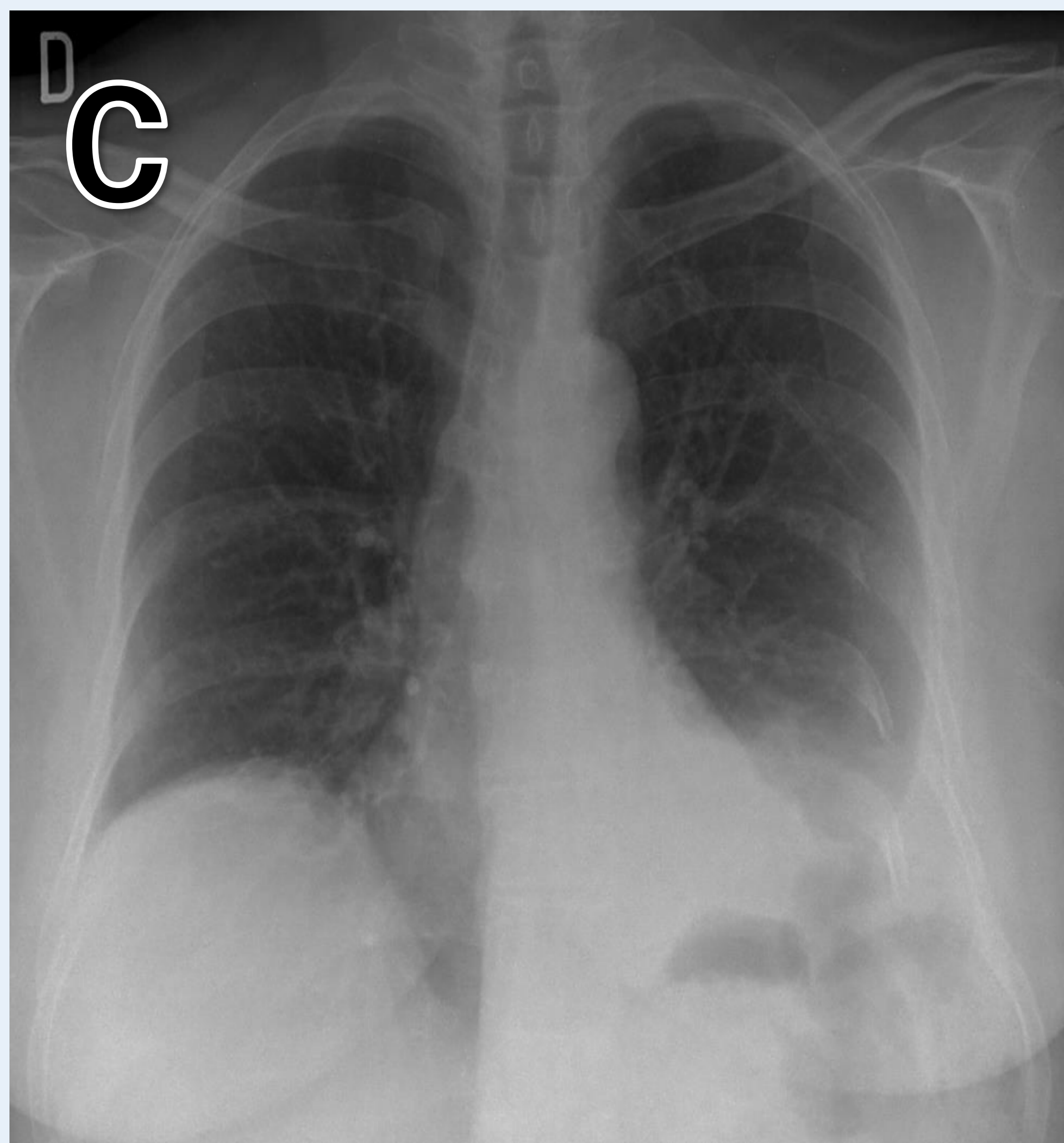
- Disrupción diafragmática
- Engrosamiento de los bordes rotos
- Herniación de vísceras abdominales
- Signo de víscera caída/ dependiente = en decúbito supino las vísceras herniadas se desplazan ("caen") posteriormente por ausencia de sostén del diafragma lesionado.
- Signo del collar o del reloj de arena = imagen de constricción de la víscera hueca herniada en el lugar del desgarro diafragmático.

Hernias adquiridas: ruptura diafragmática

Paciente herido en la pared torácica con un arma blanca. En los cortes axiales de TC se identifica una solución de continuidad cutánea (flecha en A), y una disrupción del diafragma anterior izquierdo (punta de flecha en B).



Paciente traumática de 54 años diagnosticada de **múltiples fracturas costales izquierdas** por radiografía (C). **Diez días después** acude nuevamente al hospital por dolor torácico y agravamiento de la disnea. La radiografía (D) muestra una opacidad del hemitórax inferior izquierdo (estrella), con alguna imagen aérea superpuesta (asterisco). Se completa estudio con TC (E), en la que se visualiza **ruptura diafragmática** (flechas) y **herniación de vísceras abdominales** (*).

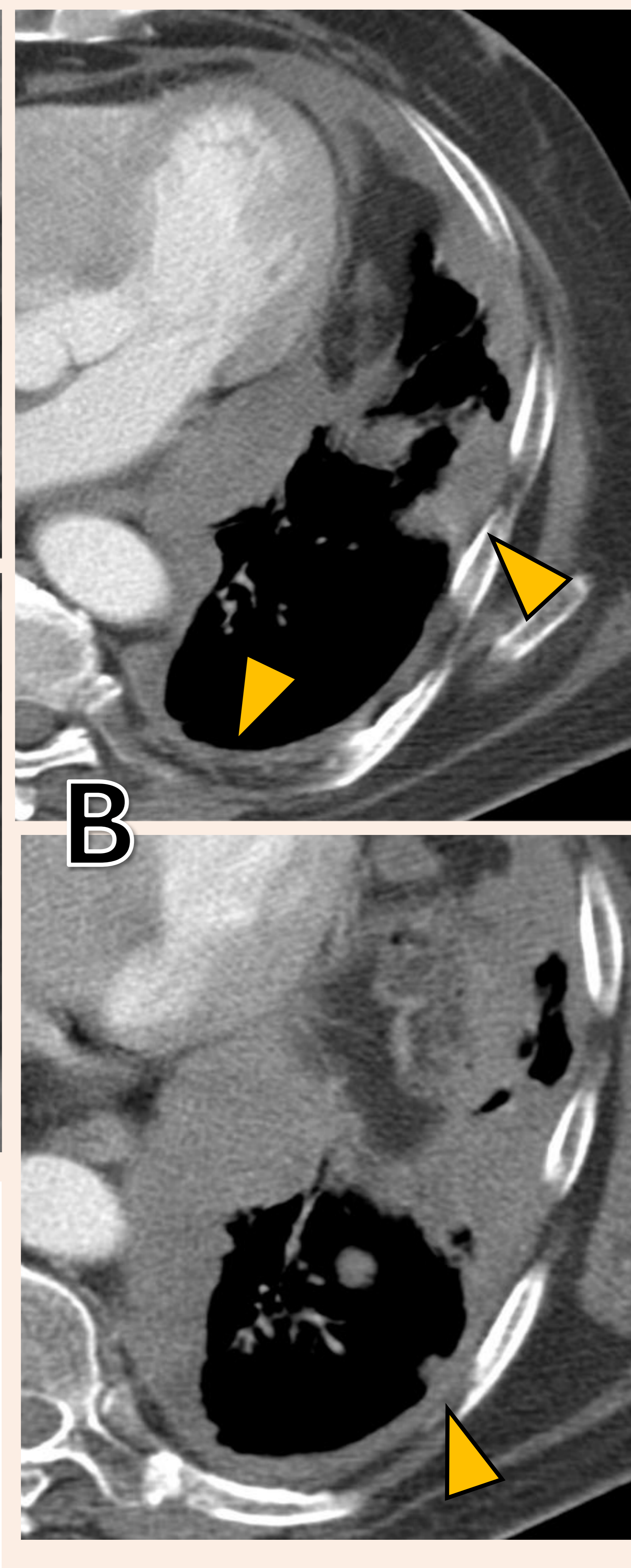
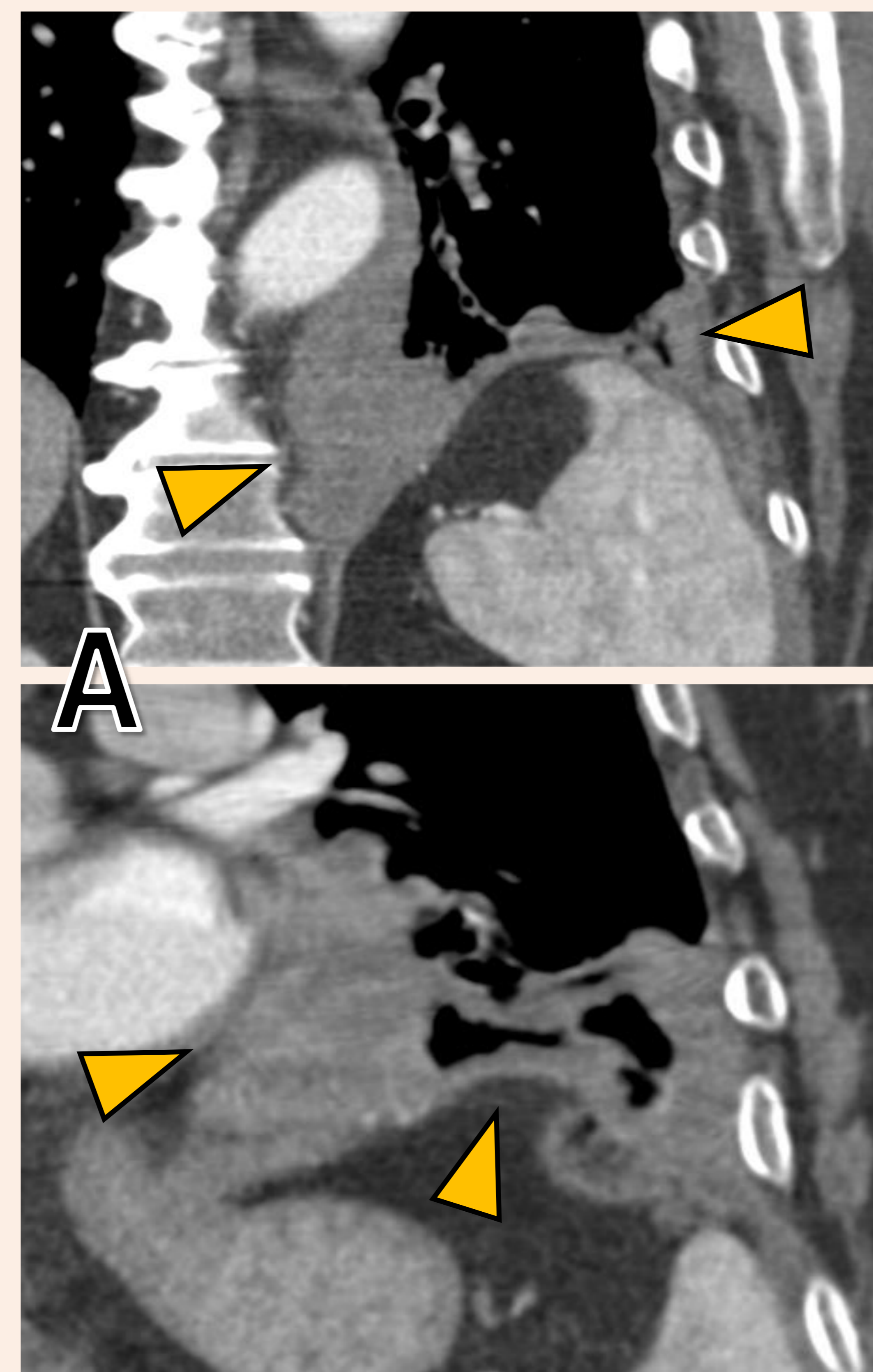


Secundarias: Neoplasia

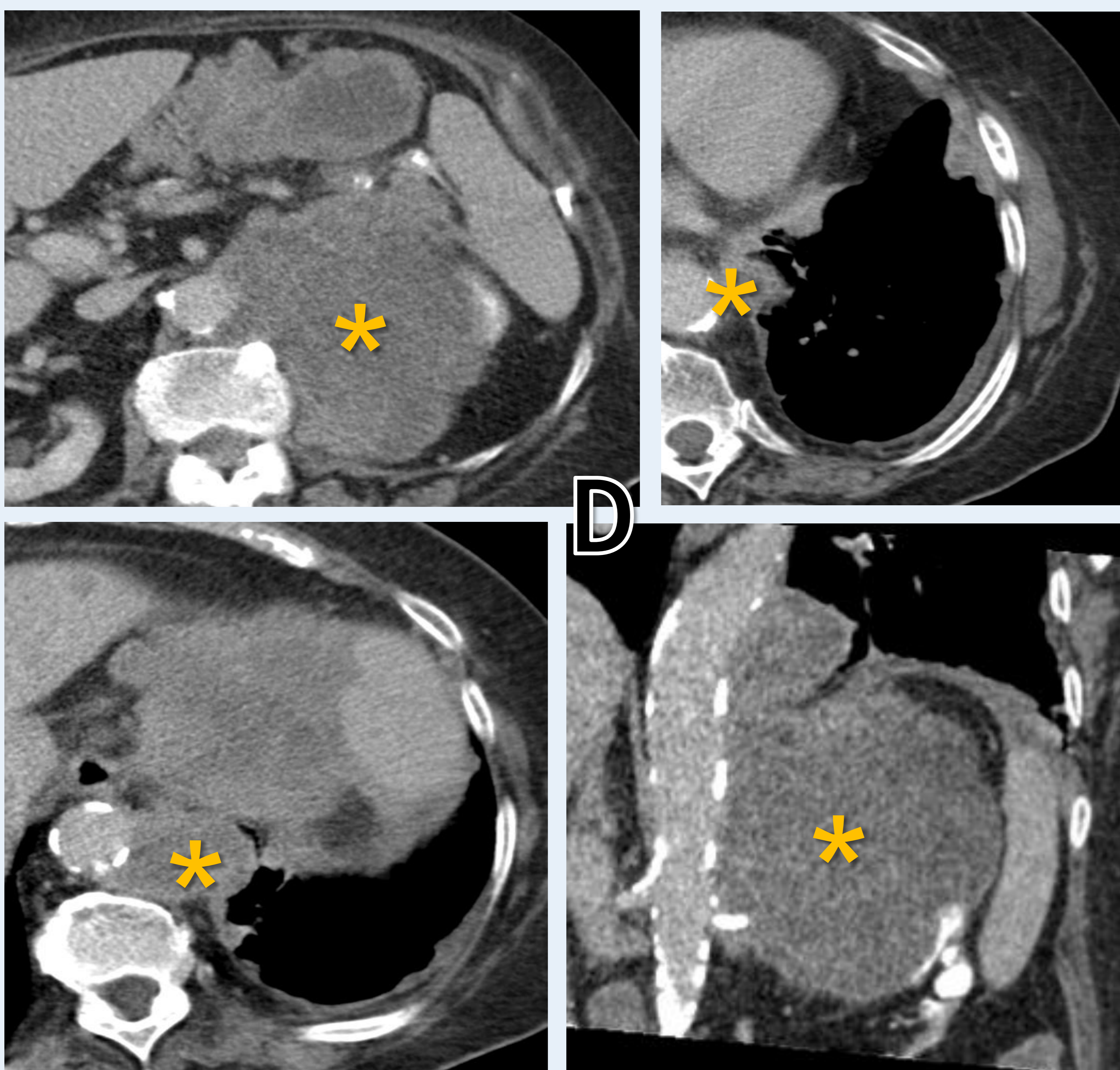
Aunque es poco común, la afectación neoplásica del diafragma es habitualmente secundaria a la **extensión directa** de tumores torácicos o del abdomen superior.

La afectación neoplásica **primaria** es más rara y suele ser **benigna**: lipomas, fibromas, neurofibromas o quistes.

Cortes de TC coronal (A) y axial (B): Engrosamiento diafragmático izquierdo irregular (puntas de flecha), diagnosticado de **mesotelioma**.

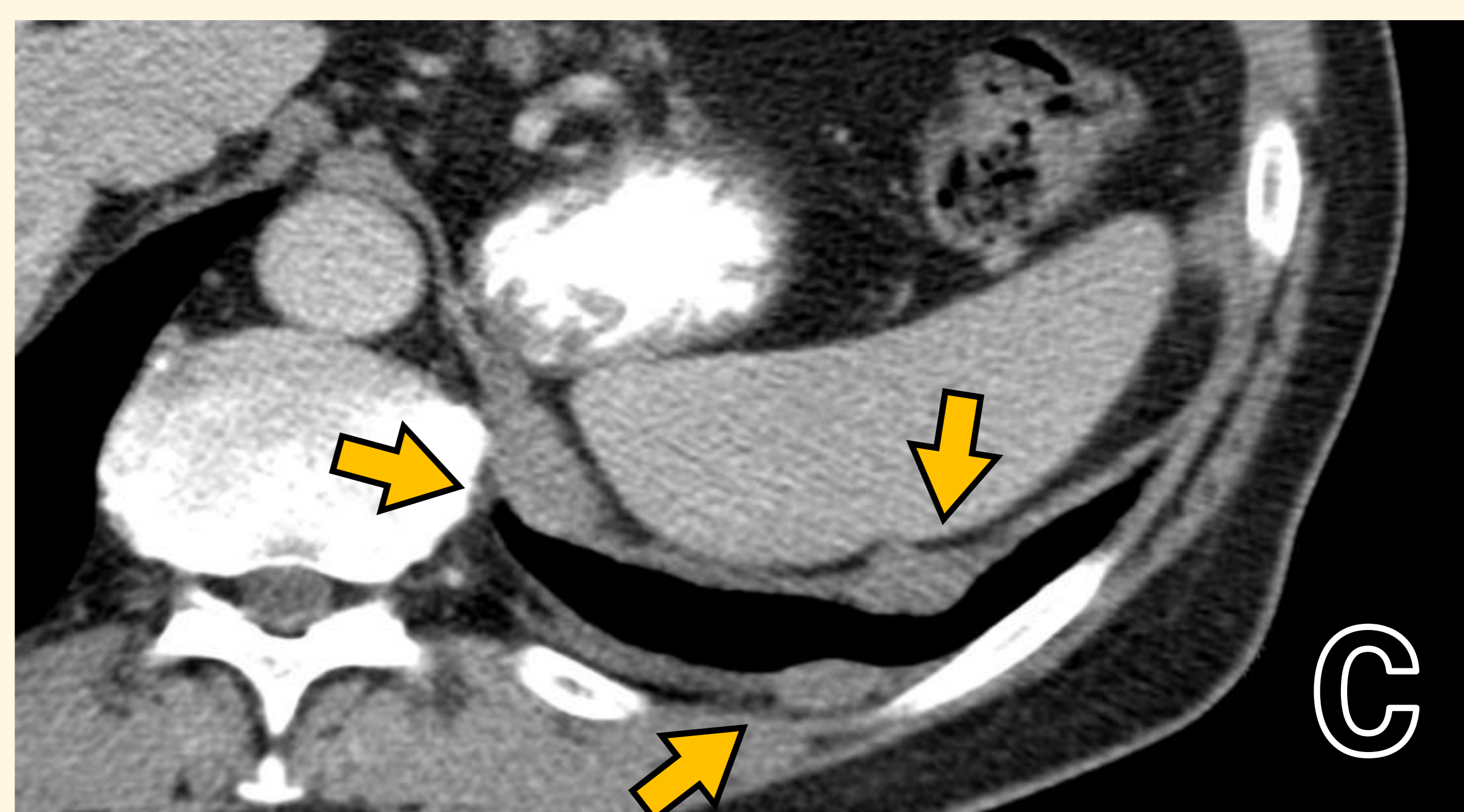


(D) **Gran metástasis suprarrenal izquierda (*)** con extensión torácica.



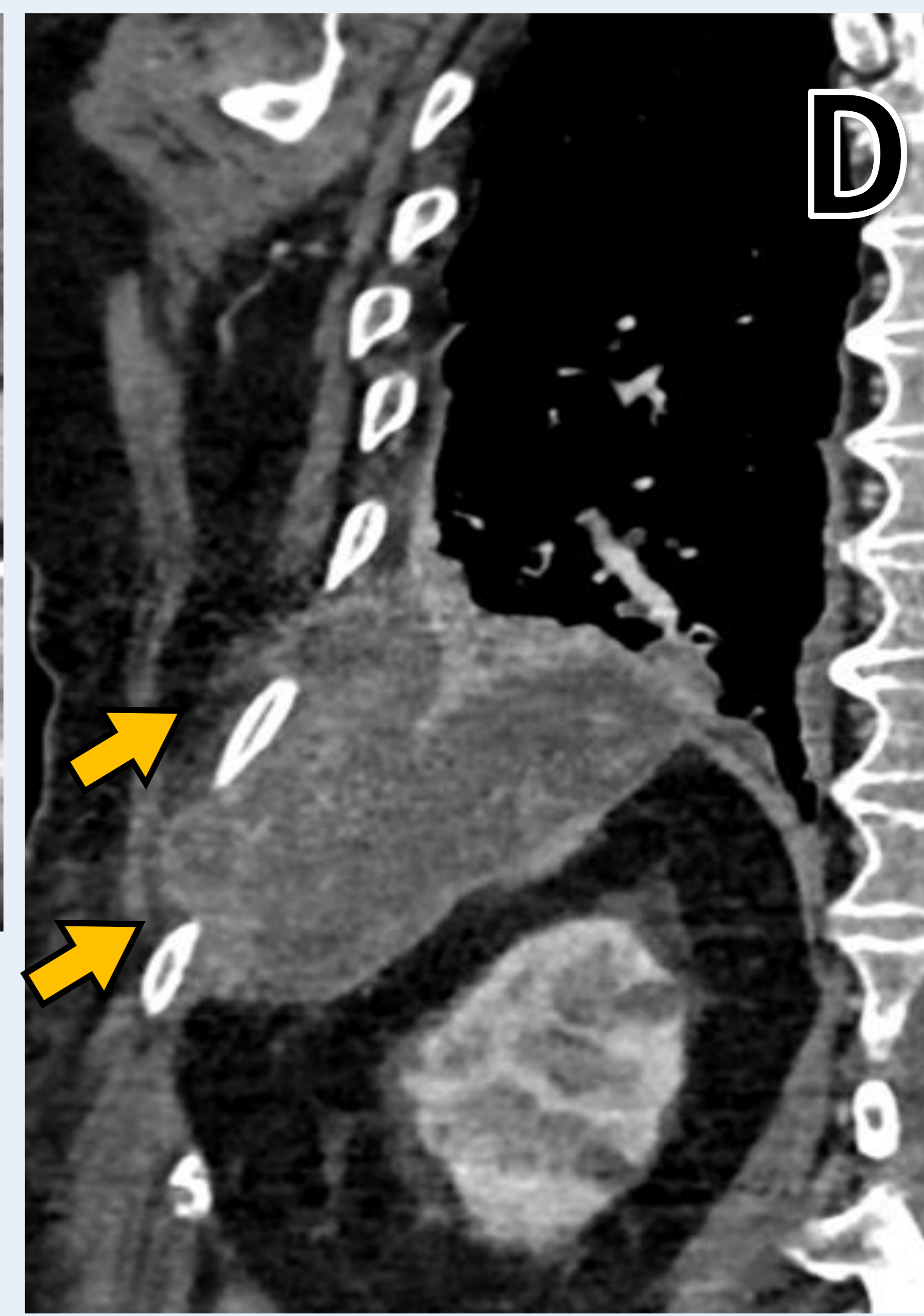
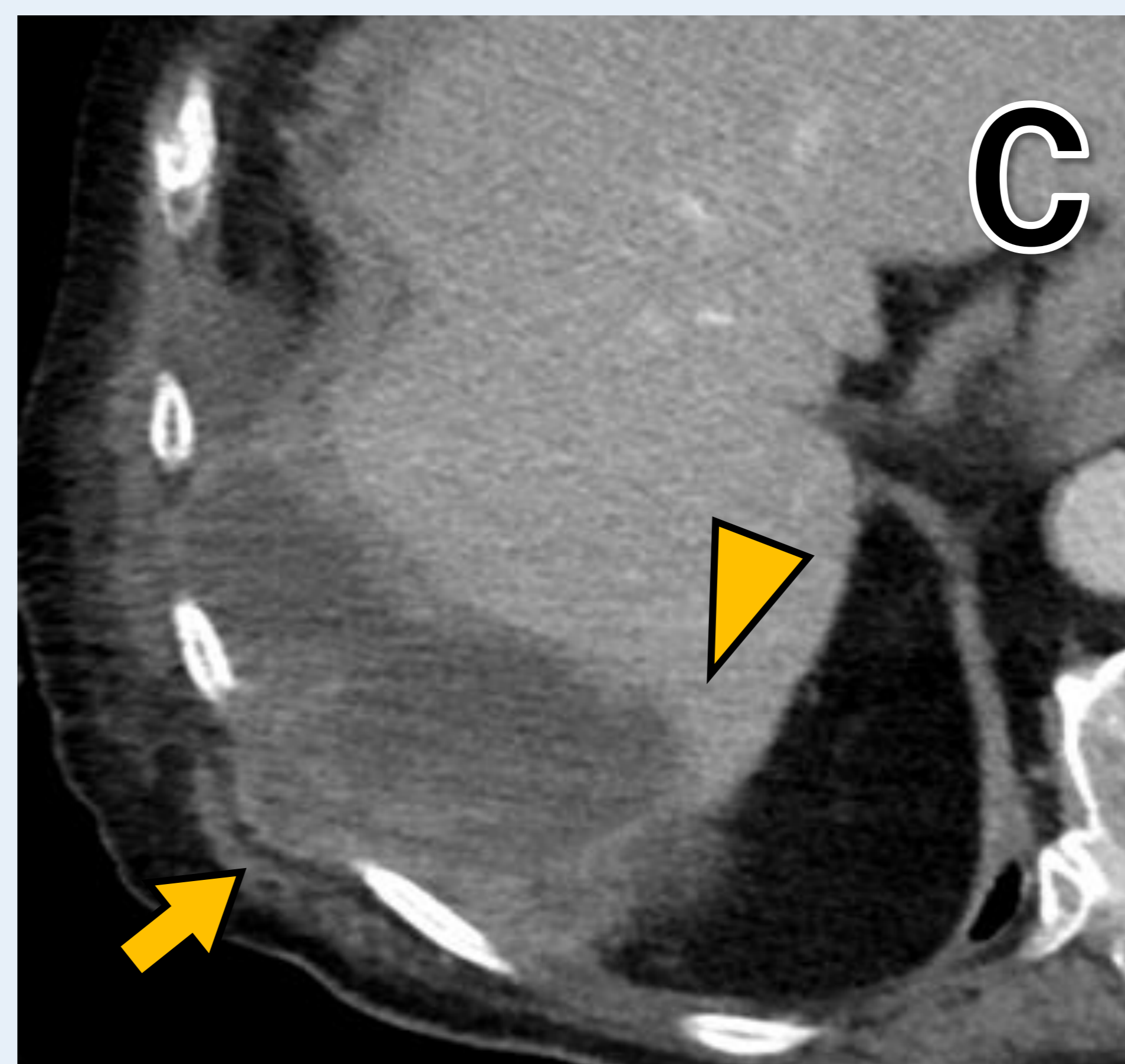
(C) Engrosamientos nodulares en diafragma y pilares izquierdos (flechas), asociados a un pequeño derrame pleural.

Compatibles con **implantes diafragmáticos** en un paciente con una neoplasia pulmonar ya conocida.

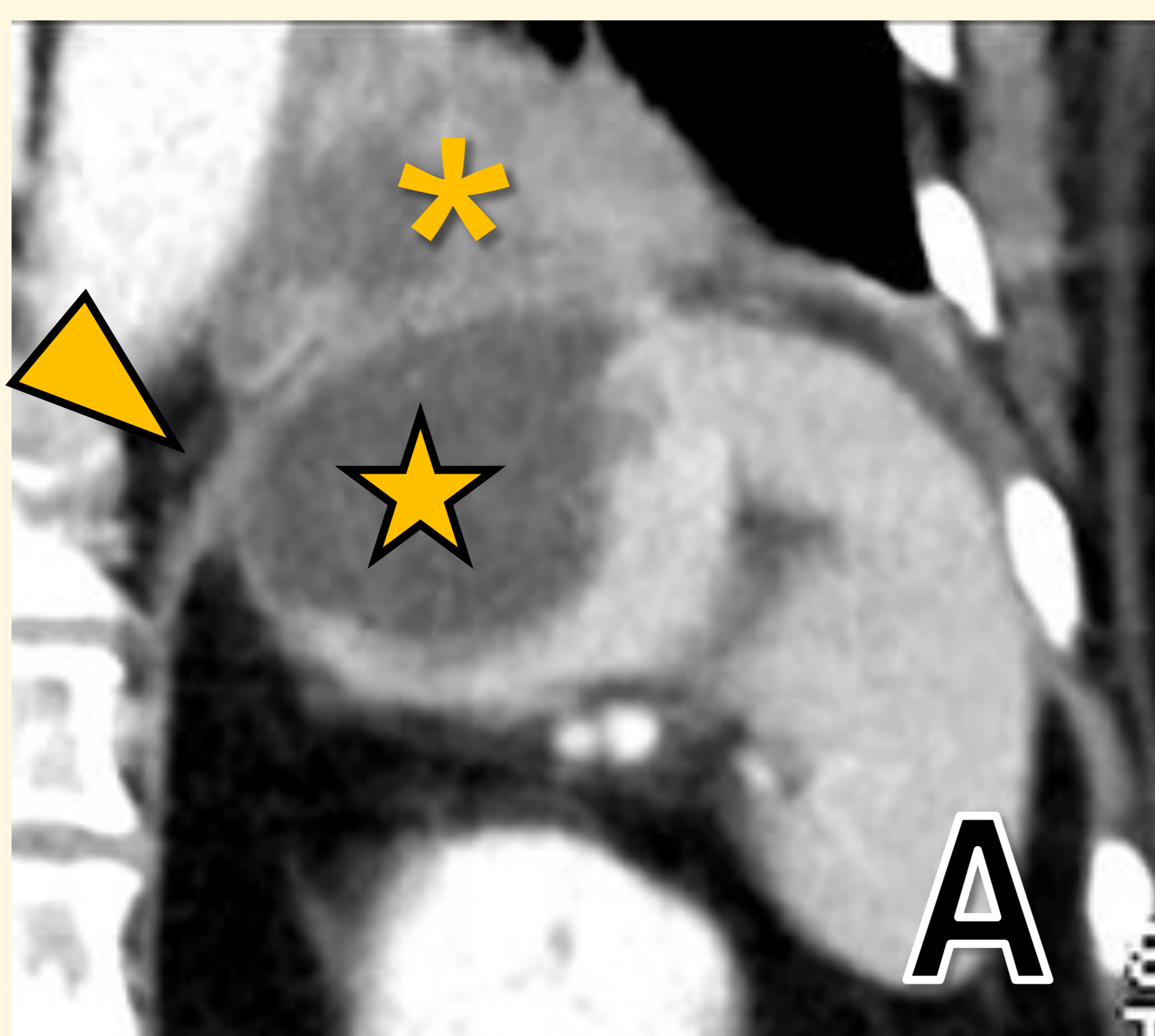


Secundarias: Infecciones

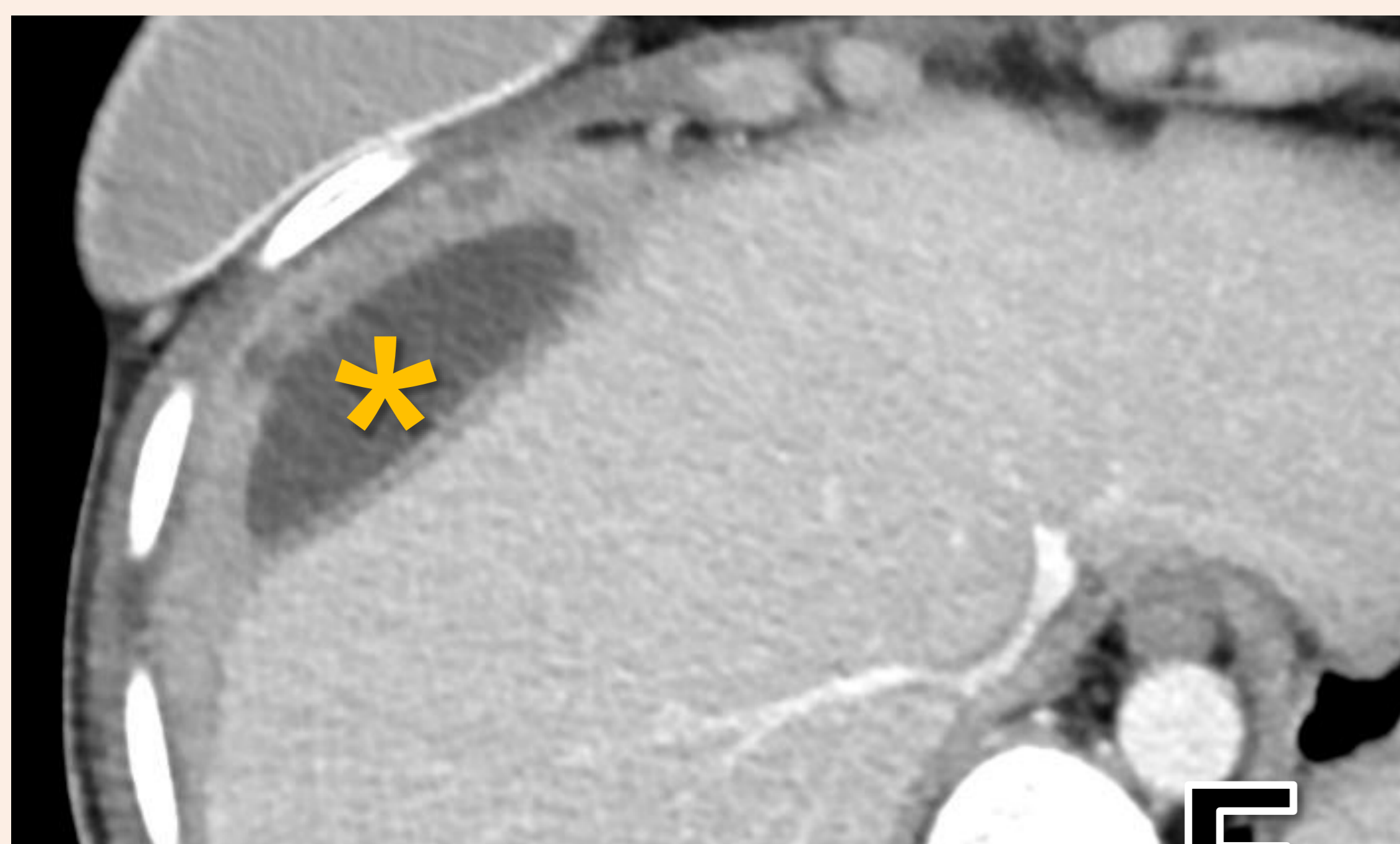
El diafragma puede verse afectado por los procesos infecciosos del espacio pleural, del parénquima pulmonar o de la cavidad abdominal.



Colección diafragmática derecha muy voluminosa y multiloculada, que se puede observar en reconstrucciones axiales (C) y coronales (D). Se extiende a través de los espacios intercostales hacia la pared torácica (flechas) y también contacta con el hígado (punta de flecha en C).



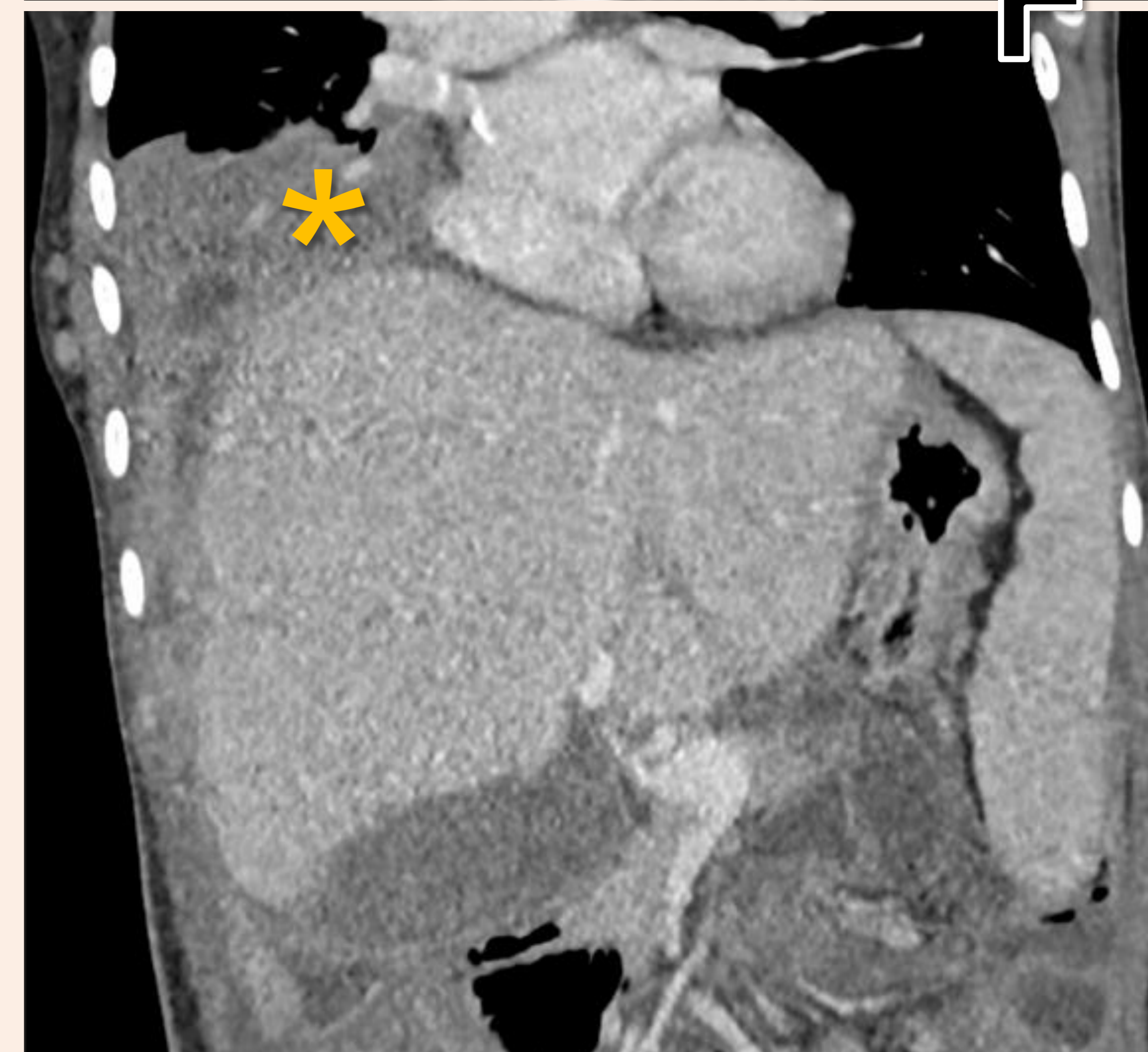
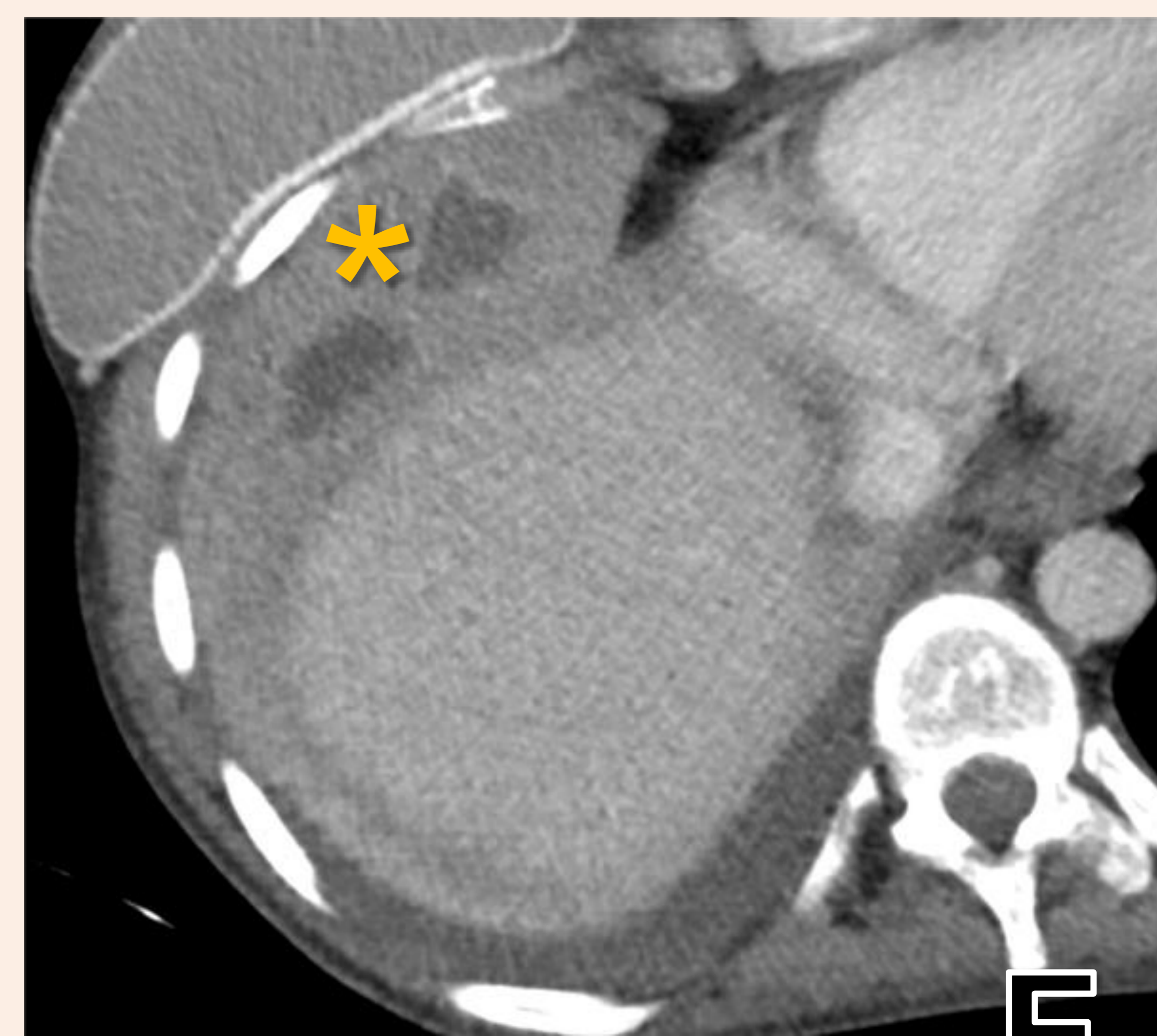
TC coronal (A) y axial (B). Paciente con **colección esplénica** (estrella) que se extiende por contigüidad al hemitórax izquierdo. Se aprecia engrosamiento del diafragma (punta de flecha) así como afectación consolidativa del parénquima pulmonar del LII y presencia de una colección (*) en su interior.



Paciente con enfermedad de Crohn. En la primera TC (E) se observa una **colección diafragmática derecha** (*).

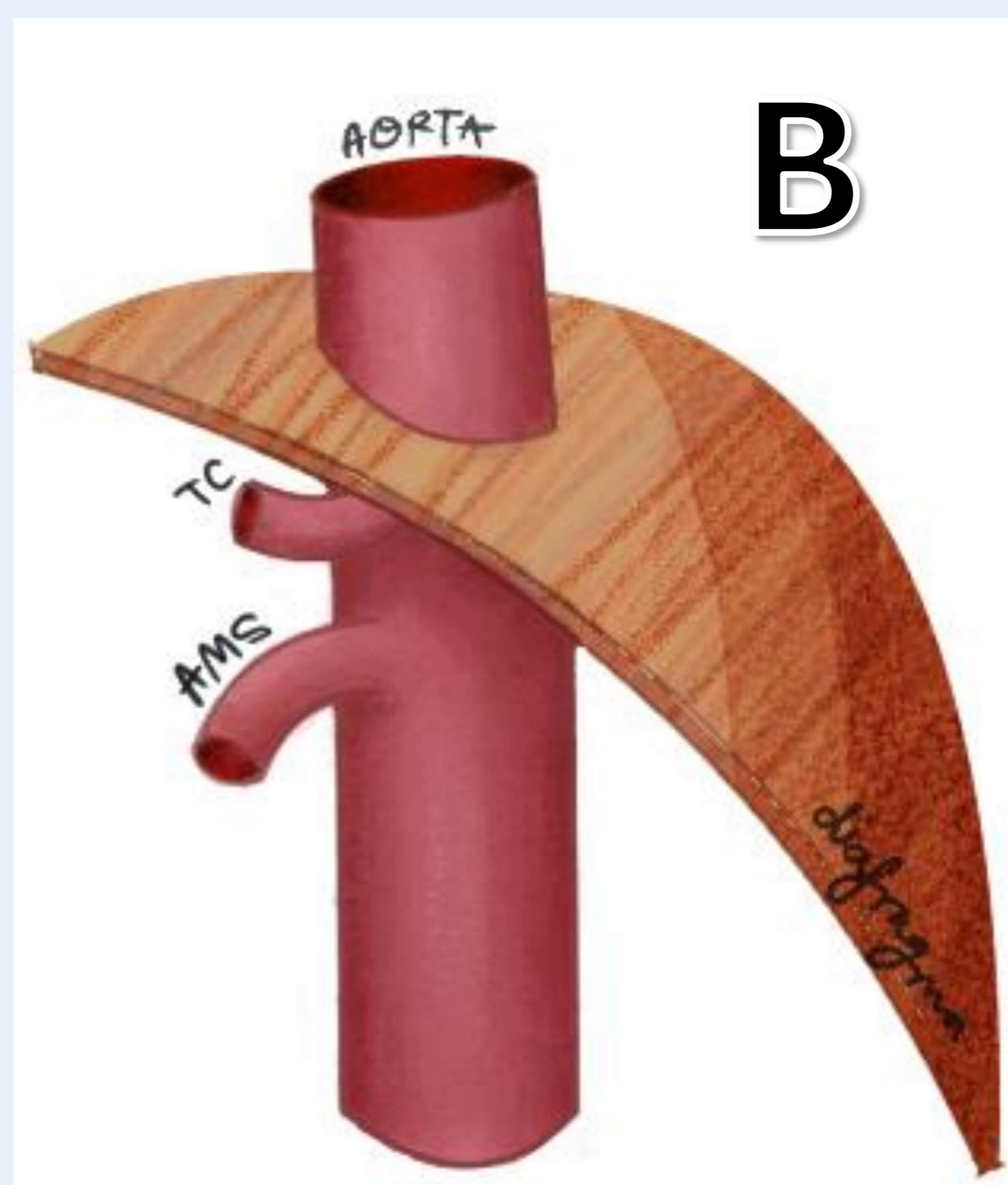
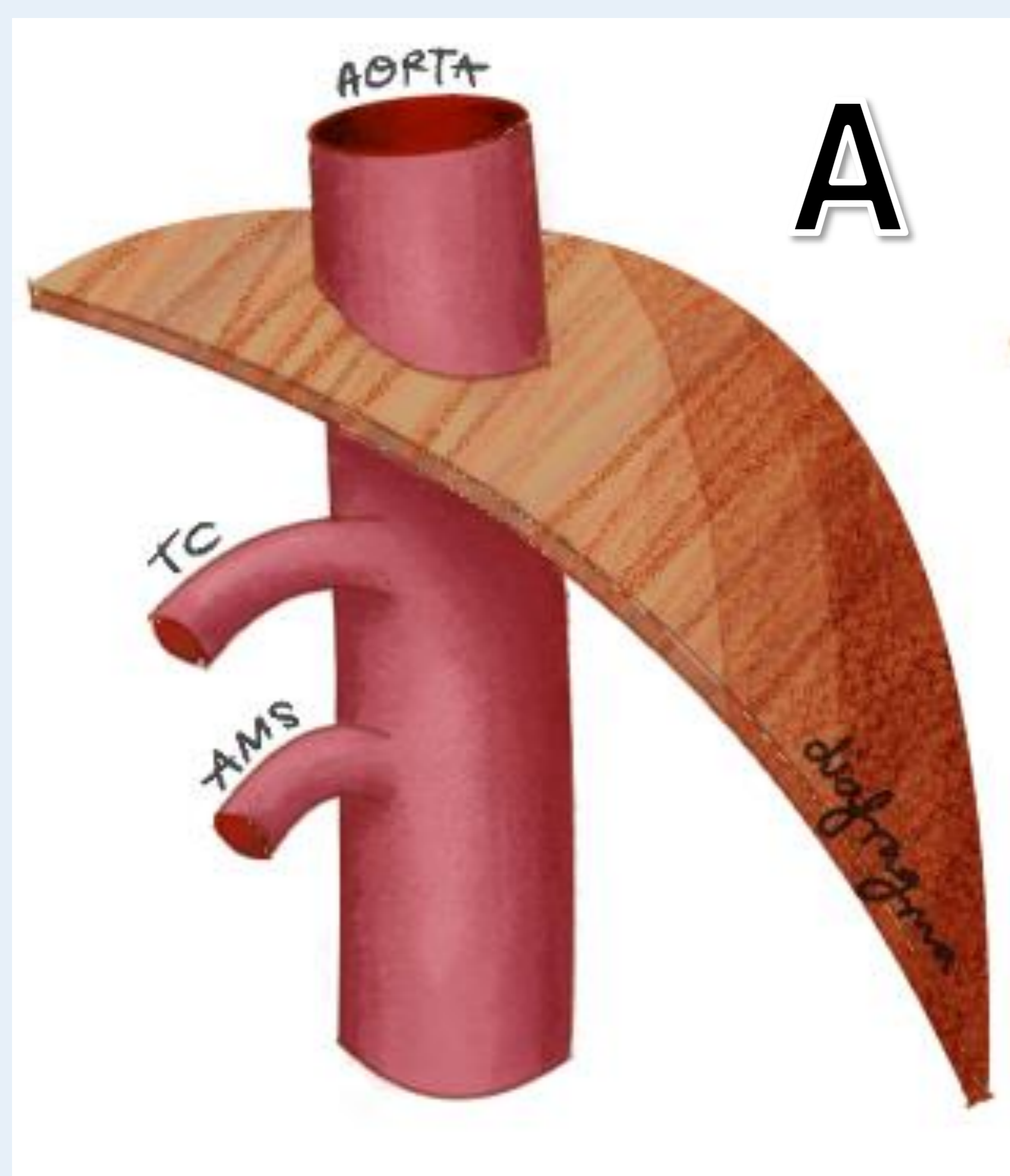


En una TC posterior (F), se observa **apertura de la colección** hacia el espacio pleural derecho y hacia el **parénquima pulmonar**, formando dos nuevas colecciones en el LM (*).



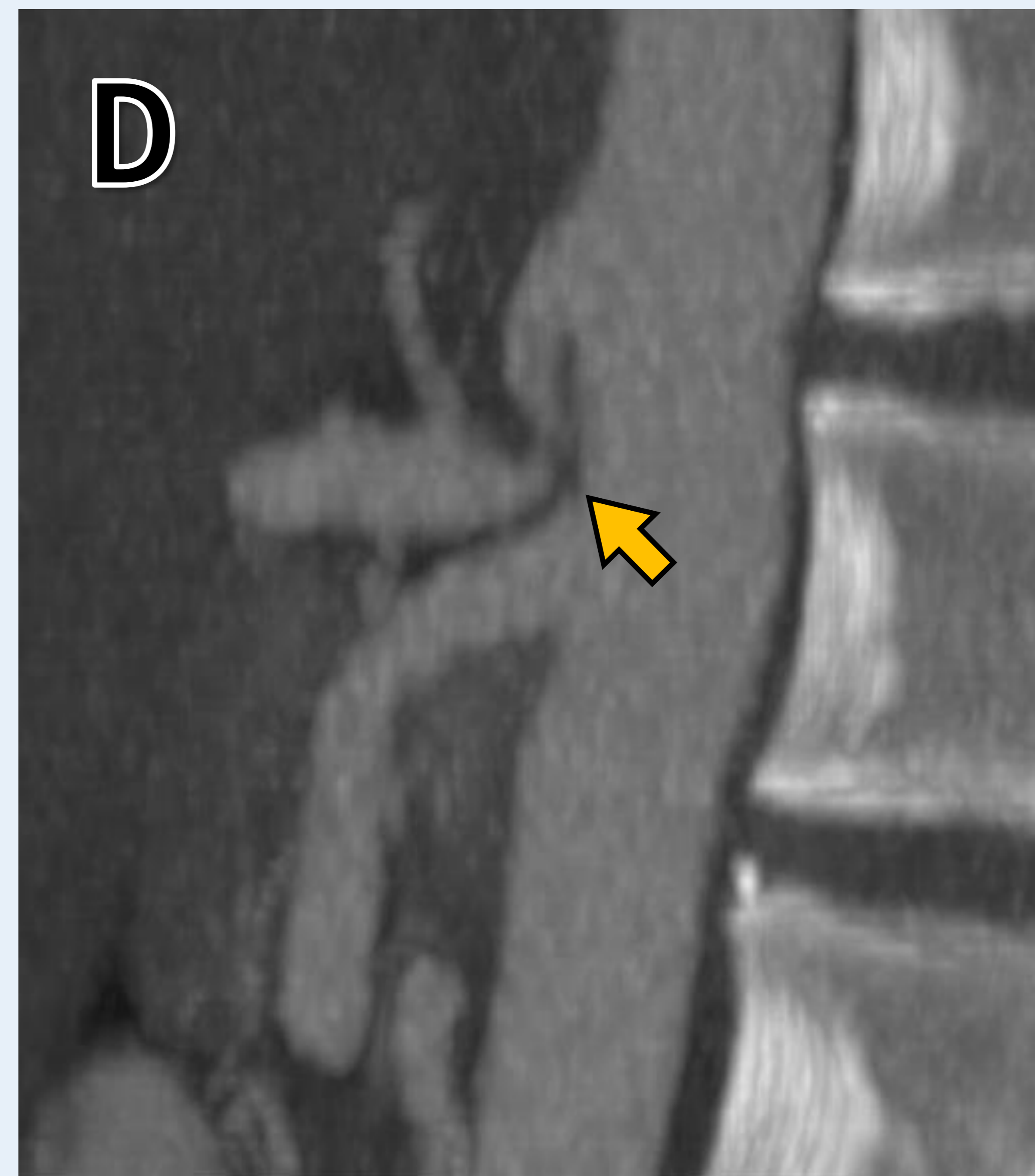
Miscelánea: Síndrome del ligamento arcuato

Un ligamento arcuato hipertrofiado o anormalmente bajo puede provocar compresión del tronco celíaco provocando dolor abdominal, pérdida de peso, náuseas y vómitos (síndrome del ligamento arcuato). La mayoría de los pacientes con signos radiológicos sugestivos de compresión son asintomáticos, por lo que en ausencia de sintomatología, dichas imágenes no son indicativas de patología.



El diagnóstico del síndrome del ligamento arcuato **requiere la presencia tanto de imágenes de compresión como de síntomas.**

En la imagen A se muestra la anatomía normal, mientras que en B se representa **una inserción baja del ligamento arcuato medial**, lo que provoca estenosis del ostium del eje celíaco. Se puede observar dicha estenosis en el siguiente corte axial de TC y reconstrucción MIP sagital (flecha en C y D).



CONCLUSIONES:

- El diafragma es el principal músculo ventilatorio, y su disfunción es una causa infradiagnosticada de dificultades respiratorias.
- El radiólogo debe estar familiarizado con las principales patologías que lo pueden afectar, así como con las técnicas de imagen más adecuadas e indicadas para cada caso.

BIBLIOGRAFÍA:

1. León-Atance P, Martínez-Hernández NJ, Milla-Saba ÁM, Roca-Fernández JR. Patología del diafragma. Arch Bronconeumol. 2011;47(8):37–40.
2. Del Cura Rodríguez JL, Gayete Cara Á, Rovira Cañellas À, Pedraza Gutiérrez S. Radiología Esencial. SERAM; 2019.
3. Stephen M. Ellis CF. The WHO manual of diagnostic imaging Radiographic Anatomy and Interpretation of the Chest and the Pulmonary System. Harald Ostensen, Holger Pettersson; 2012.
4. Haro Estarriol M, Rubio Goday M, Vilaplana Soler M. Enfermedades del diafragma. Med Integr [Internet]. 2002 [citado el 19 de enero de 2023];39(2):72–84. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-enfermedades-del-diafragma-13026683>
5. Digumarthy SR, Abbara S, Chung JH. Problem solving in chest imaging. Filadelfia, PA, Estados Unidos de América: Elsevier - Health Sciences Division; 2019.
6. Darling G. Surgical conditions of the diaphragm, an issue of thoracic surgery clinics. London, England: W B Saunders; 2009.
7. Diaphragm anatomy image: Richard Drake, A. Wayne Vogl, Adam Mitchell, Gray's Anatomy for Students, 4th ed., Elsevier 2020
8. Median arcuate ligament anatomy images: Faundes, Giancarlo & Schoijet, Ignacio & Varela, Cristian & C., K. & V., J.. (2014). Median arcuate ligament syndrome (mals): Review article. Revista Chilena de Radiología. 20. 149-155.
9. Embryological development of the diaphragm image: Langman's Essential Medical Embryology, 13th edition