

MOSAICO PULMONAR: DESCIFRANDO EL PATRÓN QUE ESCONDE MÚLTIPLES SECRETOS

Ángela Guitián Pinilla^{1,2}, Teresa Cobo Ruiz^{1,2}, Álvaro Sánchez Mulas^{1,2}, César Antonio López López^{1,2}, Pilar Cifrián Casuso^{1,2}, Julia García Prado^{1,2}, Ana Wenting Hernández Pardos^{1,2}, María Elena Peña Gómez^{1,2}.

¹Hospital Universitario Marqués de Valdecilla;

² Instituto de Investigación de Valdecilla

OBJETIVOS DOCENTES

1

Identificar el patrón de “atenuación en mosaico” en tomografía computarizada (TC)

2

Realizar una adecuada interpretación de este patrón en el TC, diferenciando los tres grandes grupos de patologías /entidades que asocian este patrón y conocer los mecanismos fisiopatológicos implicados en su aparición

3

Reconocer los posibles pitfalls que pueden dificultar su interpretación.

4

Presentar un algoritmo diagnóstico que facilite una orientación más precisa al médico petionario

5

Aportar casos ilustrativos representativos de diversas etiologías

1

DEFINICIÓN

- “Alternancia de áreas de diferente atenuación (áreas hipodensas e hiperdensas) en el parénquima pulmonar”
- “Parcheadas”
- “Configuración geográfica”



Definición del glosario -Sociedad Fleischner.



Signo radiológico inespecífico que puede observarse en diferentes enfermedades

Enfermedad intersticio-alveolar (50 % del total de casos)

Enfermedad obstructiva de la vía aérea pequeña (1/3 de los casos)

Enfermedad vascular

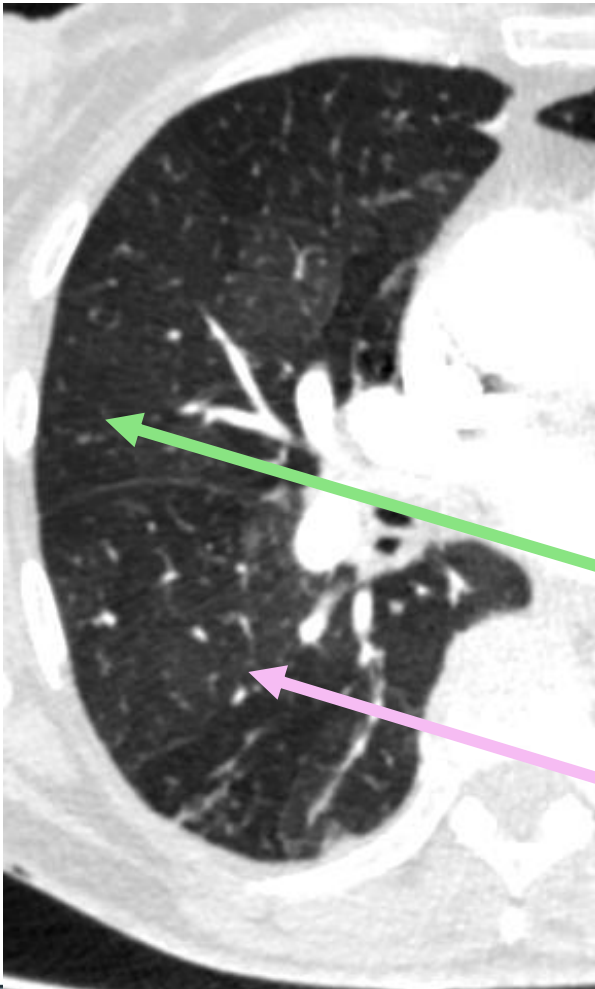
1

DEFINICIÓN

¡¡ ES UN HALLAZGO RADIOLÓGICO NO ESPECÍFICO!!

Hasta en un 20 % de los individuos sanos puede objetivarse un patrón de atenuación heterogéneo sutil.

En función de la enfermedad subyacente, el área afectada o patológica presentará una atenuación diferente atenuación en el TC.



Área patológica
hipodensas

- VÍA AÉREA PEQUEÑA
- VASO-OCCLUSIVA

Área patológica
hiperdensa

- INTERSTICIO-ALVEOLAR

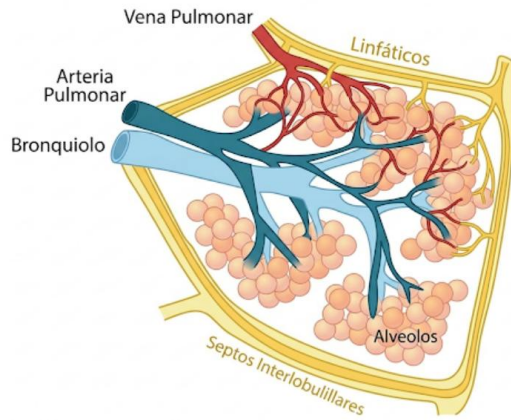
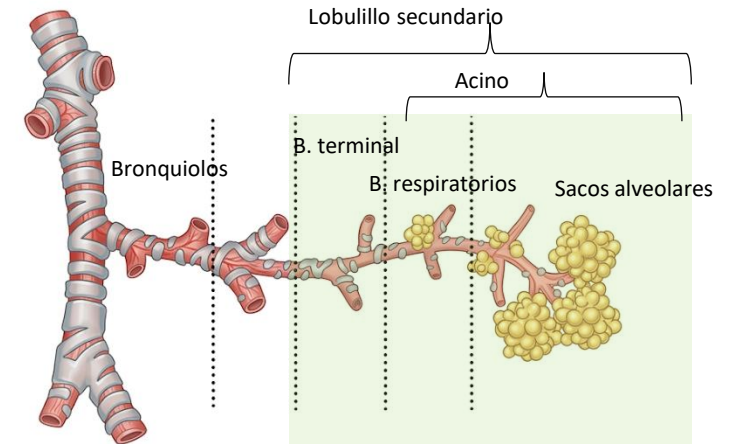
2

FISIOPATOLOGÍA

ENFERMEDAD DE LA VÍA AÉREA PEQUEÑA

Se denomina vía aérea pequeña a los bronquios de menores de 2 mm que carecen de soporte cartílago. Incluye:

- Bronquiolos pequeños.
- Bronquiolos terminales: vía aérea más distal sin alvéolos.
- Bronquiolo respiratorio: vía aérea con presencia de alvéolos.



- En condiciones normales, estas estructuras **no son visibles en las pruebas de imagen**.
- En situaciones patológicas: pueden hacerse evidentes debido a engrosamiento parietal o impactación luminal.

Esquema anatómico de un acino que muestra:

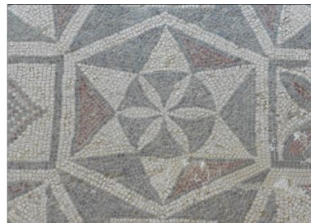
- Distribución centrolobulillar del bronquiolo y de la arteria.
- Distribución periférica del intersticio interlobulillar y los vasos linfáticos.

2

FISIOPATOLOGÍA

ENFERMEDAD DE LA VÍA AÉREA PEQUEÑA

FISIOPATOLOGÍA E INTERPRETACIÓN EN EL TC



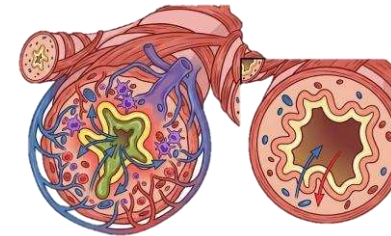
PATOLÓGICA

Áreas de **MENOR**
ATENUACIÓN

NORMAL

Áreas de **mayor**
atenuación

1. **Atrapamiento aéreo** distal en zonas de obstrucción de la vía aérea



2. **Vasoconstricción arterial**



Hiperemia relativa en zonas de parénquima pulmonar sano

2

FISIOPATOLOGÍA

ETIOLOGÍA

Las causas inflamatorias a menudo son **REVERSIBLES**, aunque pueden conducir a una obstrucción permanente.

La fibrosis submucosa y peribronquiolar provoca bronquiolitis constrictiva, que condiciona una obstrucción **IRREVERSIBLE de la vía aérea**.

Destacan las de origen **postinfeccioso** (vírico o Mycoplasma) y las **asociadas a trasplante pulmonar**, como el rechazo crónico o enfermedad injerto contra huésped.

Tabla 1. Causas de patología bronquiolar, basado en la tabla del artículo: Seth J. Kligerman, Travis H et al. Mosaic attenuation: etiology, methods of differentiation and pitfalls. Radiographics. 2015.

Clasificación de patología bronquiolar.

Entidades bronquiales primarias

Bronquiolitis constrictiva

Bronquiolitis aguda

Panbronquiolitis difusa

Bronquiolitis respiratoria

Enfermedades aéreas por polvo mineral

Bronquiolitis folicular

Enfermedades intersticiales con afectación bronquiolar predominantemente

Neumonitis por hipersensibilidad

Enfermedades intersticiales – bronquiolitis respiratoria

Neumonía intersticial descamativa

Neumonía organizada

Enfermedades de vía aérea grande con afectación bronquiolar

Bronquitis crónica

Asma

Bronquiectasias

2

FISIOPATOLOGÍA

ENFERMEDAD INTERSTICIO-ALVEOLAR

FISIOPATOLOGÍA E INTERPRETACIÓN EN EL TC



PATOLÓGICA

Áreas de **MAYOR**
ATENUACIÓN

- Engrosamiento de la pared alveolar por inflamación o por fibrosis.
- Colapso alveolar.
- Incremento del volumen capilar.
- Presencia de fluidos, células o material en el espacio alveolar.
- Combinación de estas causas.

Opacidades en vidrio deslustrado

2

FISIOPATOLOGÍA

ETIOLOGÍA

Causas de patrón en mosaico por opacidad en vidrio deslustrado difusa.

Causas agudas

Edema pulmonar

Hemorragia pulmonar

Infecciones (neumonía por pneumocystis, por citomegalovirus y por herpes simple)

Daño alveolar difuso en fase exudativa (SDRA y neumona intersticial aguda)

Neumonía eosinofílica aguda

Causas subagudas y crónicas

Neumonitis por hipersensibilidad

Infecciones (neumonía por pneumocistis)

Neumonía intersticial no específica

Neumonía organizada

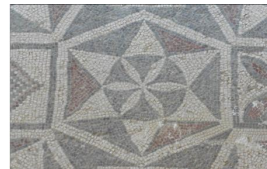
Daño alveolar difuso en fase organizativa y fibrótica

2

FISIOPATOLOGÍA

ENFERMEDAD VASCULAR

FISIOPATOLOGÍA E INTERPRETACIÓN EN EL TC



PATOLÓGICA

Oligohemia relativa

Áreas de **MENOR
ATENUACIÓN**

Como consecuencia de la hipoperfusión se produce una broncoconstricción:
NO ATRAPAMIENTO AÉREO

NORMAL

Áreas de mayor
atenuación

Zonas normo o
hiperperfundidas

ETIOLOGÍAS

Grupo 1. Hipertensión arteria pulmonar primaria

Idiopática

Hereditaria

Asociada a toxinas o fármacos

Conectivopatías

Cardiopatías congénitas

Infección por VIH

Grupo 4. Hipertensión pulmonar tromboembólica crónica

3

PROTOCOLO DE TC

TC axial en inspiración y TC axial en **ESPIRACIÓN FORZADA MÁXIMA**, para detectar zonas de atrapamiento aéreo.

INDICACIONES DE TC EN INSPIRACIÓN

1. Evaluación de pacientes con **patología de la vía aérea** conocida o sospechada.
2. Identificar **atrapamiento aéreo** en pacientes con TC inspiratorio normal.
3. Diferenciar entre las tres posibles **causas** de patrón en mosaico.

¿CÓMO SABEMOS SI LA ADQUISICIÓN EN ESPIRACIÓN FUE ADECUADA?

- La tráquea adquiere una **morfología en "D"**.
- Restar **distancia inspiración - expiración** (desde el ápex – excursión diafragmática: número de imágenes x corte de adquisición)
 - < 30 mm: excursión respiratoria limitada
 - > 30 mm: excursión respiratoria aceptable

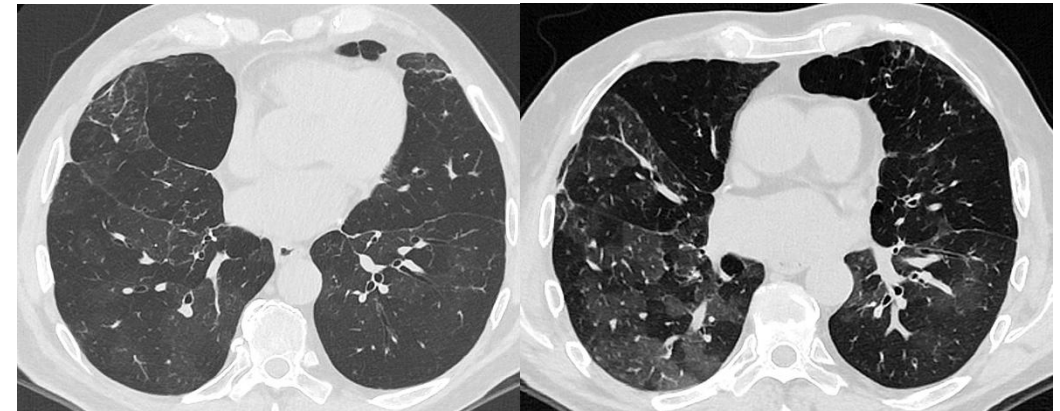


Figura 1. TC en inspiración (A) en paciente con trasplante pulmonar con múltiples áreas hipodensas estables en espiración (B), sugestivas de patología de vía pequeña en el contexto de rechazo crónico.

4

INTERPRETACIÓN DEL TC

INTERPRETACIÓN

PATOLOGÍA	INSPIRACIÓN	ESPIRACIÓN
Vía aérea pequeña PATOLÓGICA	Zonas hipoatenuadas patológicas	Estabilidad o incremento de las áreas hipodensas por atrapamiento áreo
Vía aérea pequeña NORMAL	• Zonas hipoatenuadas patológicas (enfermedad vaso-oclusiva). • Zonas hiperatenuadas patológico (mosaico)	Incremento de la atenuación de las áreas hipodensas (no hay atrapamiento)

4

INTERPRETACIÓN DEL TC

PITFALLS

1. En pacientes normales es esperable cierto grado de heterogeneidad en espiración (20 %).
2. Limitaciones técnicas:
 - Incapacidad del paciente para realizar el esfuerzo inspiratorio o espiratorio correctamente
 - Explicación inadecuada previo a la prueba
 - Cobertura incompleta del pulmón
3. Presencia de “air trapping” en pacientes con TEP crónico (broncoconstricción reactiva) y enfermedades intersticiales (NHS, NID, BQR).
4. Cambios postquirúrgicos u otros procedimientos pueden modificar la perfusión regional simulando un patrón de mosaico vascular.
5. Interpretar aisladamente las imágenes sin correlación clínica, ni funcional puede llevar a error.

5

¿QUÉ DEBEMOS EVALUAR PARA REALIZAR EL DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL?

A

La morfología de los vasos pulmonares periféricos

B

La vía aérea larga

C

Signos directos de indirectos de la patología de vía aérea pequeña

D

Tamaño y morfología de las arterias pulmonares y el corazón

E

Valorar el intersticio: engrosamiento de septos interlobulillares y presencia o no de fibrosis.

F

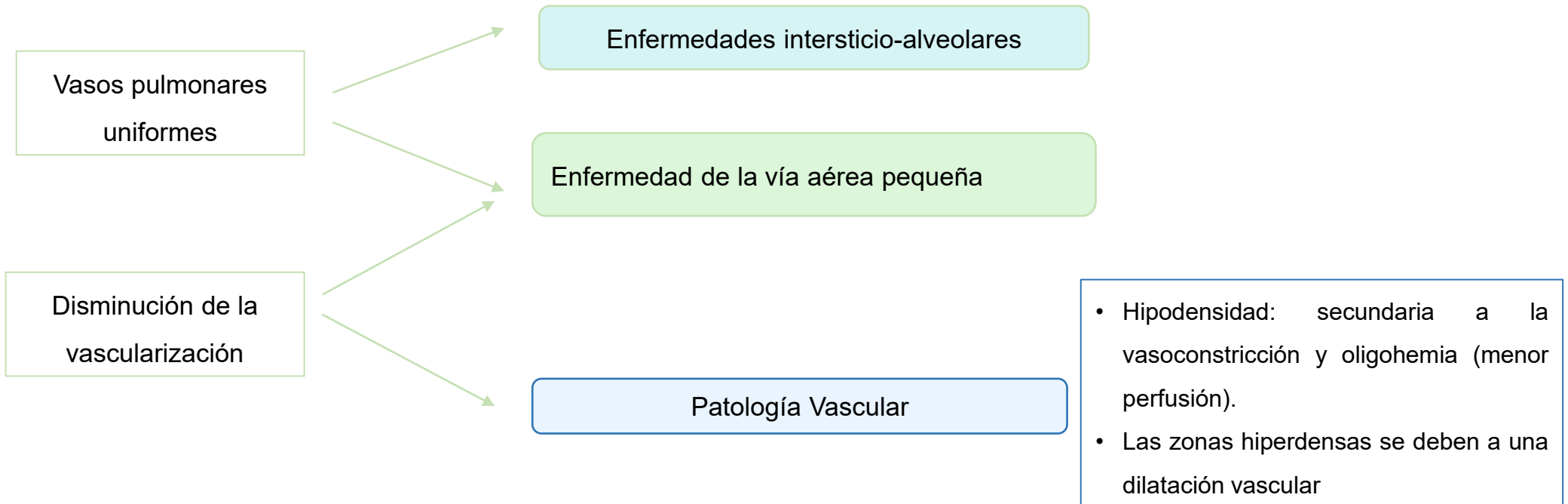
Hallazgos dentro y fuera del tórax: pistas adicionales.

5

¿QUÉ DEBEMOS EVALUAR PARA REALIZAR EL DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL?

A. EVALUAR LA VASCULARIZACIÓN PULMONAR EN LAS ÁREAS HIPODENSAS

Se debe valorar el número, el calibre y la morfología de los vasos segmentarios y subsegmentarios.



5

¿QUÉ DEBEMOS EVALUAR PARA REALIZAR EL DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL?

B. EVALUACIÓN DE LA VÍA AÉREA GRANDE

En aquellos casos de sospecha de **enfermedad intersticio-alveolar** o de **vía aérea pequeña**, continuaremos valorando la vía aérea grande.

Anomalías en áreas
hiperdensas

- Engrosamiento peribronquial.
- Bronquiectasias de tracción

Enfermedades intersticio-alveolares

Anomalías en áreas
hipodensas

- Engrosamiento bronquial.
- Impactaciones mucosas
- Bronquiectasias

Enfermedad de la vía aérea pequeña

C. IDENTIFICAR SIGNOS DE AFECTACIÓN DE VÍA AÉREA PEQUEÑA.

- Signos directos de afectación: **nódulos centrolobulillares** y patrón de **árbol en brote**.
- Signos indirectos de afectación: patrón en mosaico o atrapamiento aéreo en espiración.

5

¿QUÉ DEBEMOS EVALUAR PARA REALIZAR EL DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL?

D. VALORACIÓN DE LAS ARTERIAS PULMONARES Y DEL CORAZÓN.

Tamaño de la arteria pulmonar

- Aumento de calibre de la arteria pulmonar (AP) (29 mm en varones y 27 mm en mujeres).
- Ratio AP/Ao ascendente > 1 .
- Aumento del ratio arteria / bronquio en > 3 lóbulos



+ específico de hipertensión pulmonar (HTP)

Morfología de las arterias pulmonares

- Vasos abruptos o en sacacorchos
- Colaterales bronquiales dilatadas



A diferencia de la HTP primaria, en el TEP la afectación será más segmentaria y focal, coincidiendo con el vaso ocluido

Morfología del corazón

- Hipertrofia ventricular derecha (pared libre > 4 mm)
- Dilatación del ventrículo derecho ($> 1:1$ con VI en corte axial)
- Morfología esférica del VD con desviación del tabique

5

¿QUÉ DEBEMOS EVALUAR PARA REALIZAR EL DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL?

E. ENGROSAMIENTO DE LOS SEPTOS INTERLOBULILLARES Y FIBROSIS.

En el caso de sospecha de patología alveolo-intersticial cobra especial importancia la historia clínica y los antecedentes personales.

Valorar la presencia de:

- Opacidades en vidrio deslustrado (+/- nódulos)
- Reticulaciones
- Engrosamientos de los septos interlobulilares
- Fibrosis

F. MIRAR OTROS HALLAZGOS DENTRO Y FUERA DEL PULMÓN.

- Enfermedades del tejido conectivo: pueden tener afectación articular (la artritis reumatoide es la que más se asocia con bronquiolitis respiratoria constrictiva) Opacidades en VD (+/- nódulos).
- Trasplante pulmonar: evaluar la presencia de esternotomía media, suturas, cambios postquirúrgicos.

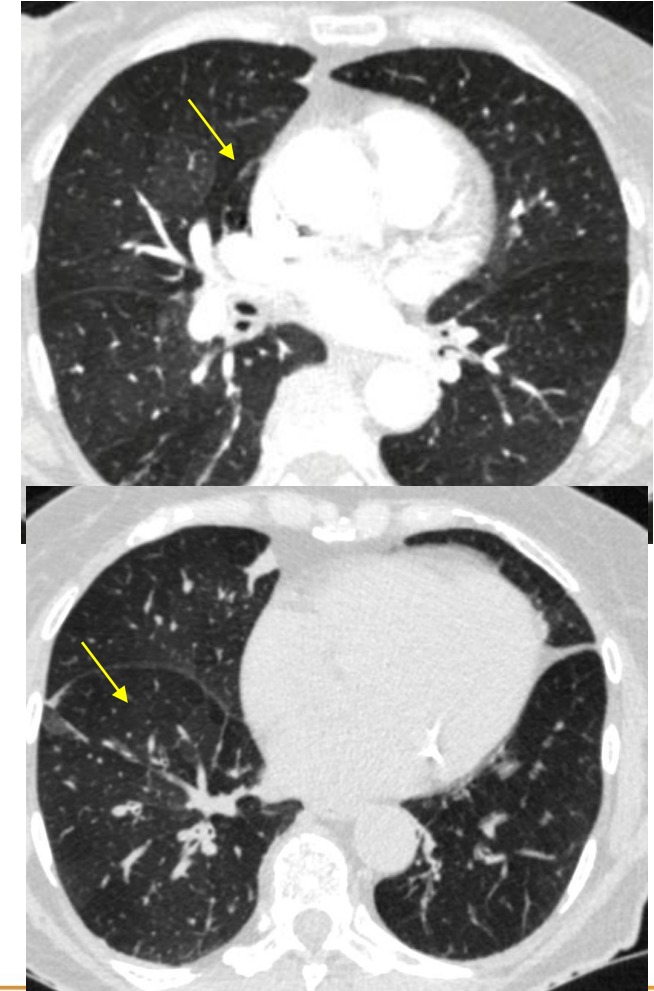
CASOS ILUSTRATIVOS

MOVIMIENTOS RESPIRATORIOS

Caso 1. TC de tórax de alta resolución en paciente de 50 años que sufre un politrauma de alta velocidad, sin otros AP de interés y sin dolor en región torácica, con buena ventilación en ambos campos pulmonares.

En el parénquima pulmonar se identifican varias áreas hiperatenuadas muy sutiles de predominio central, alternadas con amplias **áreas de menor atenuación** (*flechas amarillas*). No presentaba contusiones, ni laceraciones pulmonares, así como tampoco hidroneumotórax, ni fracturas costales o diafragmáticas.

Se atribuyó el patrón en mosaico a **movimientos respiratorios del paciente**.



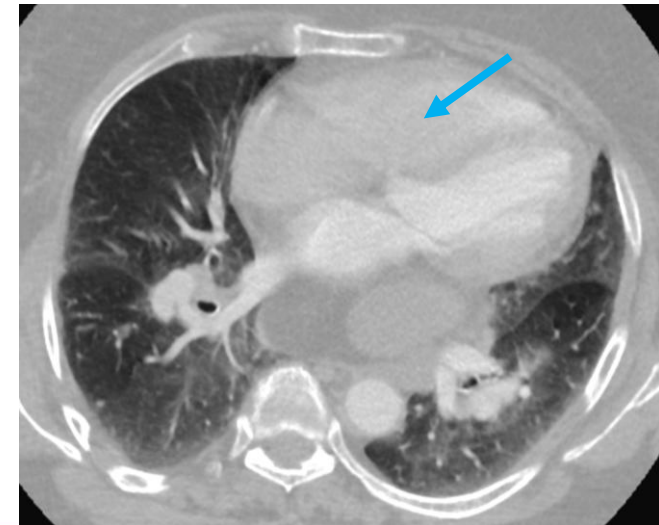
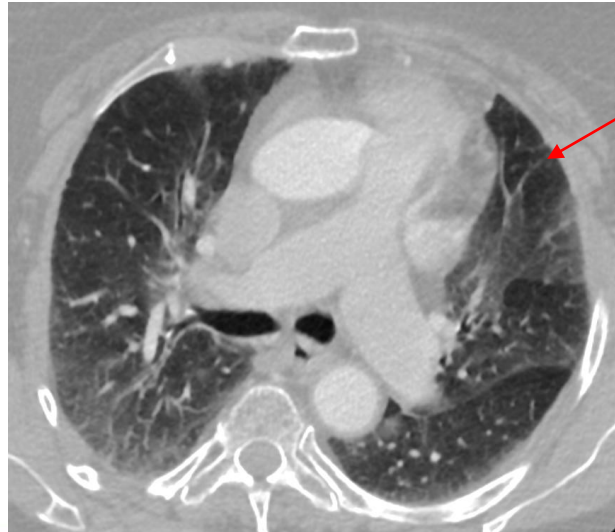
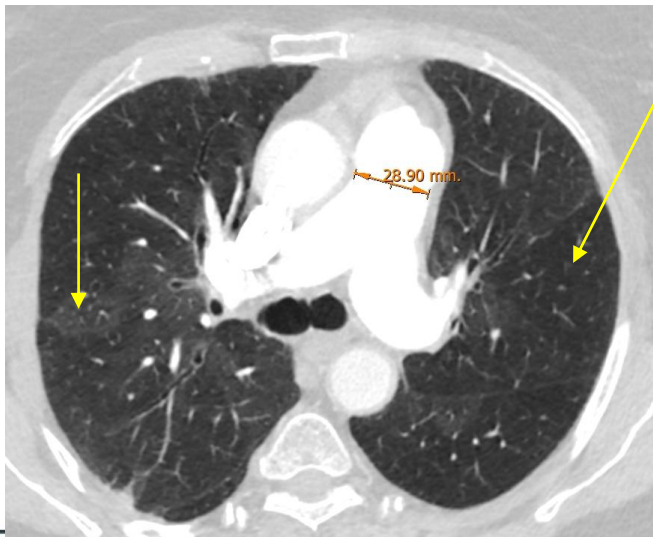
CASOS ILUSTRATIVOS

PATOLOGÍA VASO-OCCLUSIVA

Caso 2. TC de tórax en inspiración en mujer de 64 años con disnea de larga evolución.

Áreas de densidad heterogénea, parcheadas, (flechas amarillas), compatibles con patrón en mosaico. Se observa un afilamiento (flecha roja) y disminución del número de vasos parenquimatosos en las áreas de menor atenuación. Incremento del calibre de la arteria pulmonar (límite de la normalidad 27 mm en mujeres) y una dilatación del ventrículo derecho, con un ratio VD/VI > 1/1 sugestivo de cardiomegalia (flecha azul).

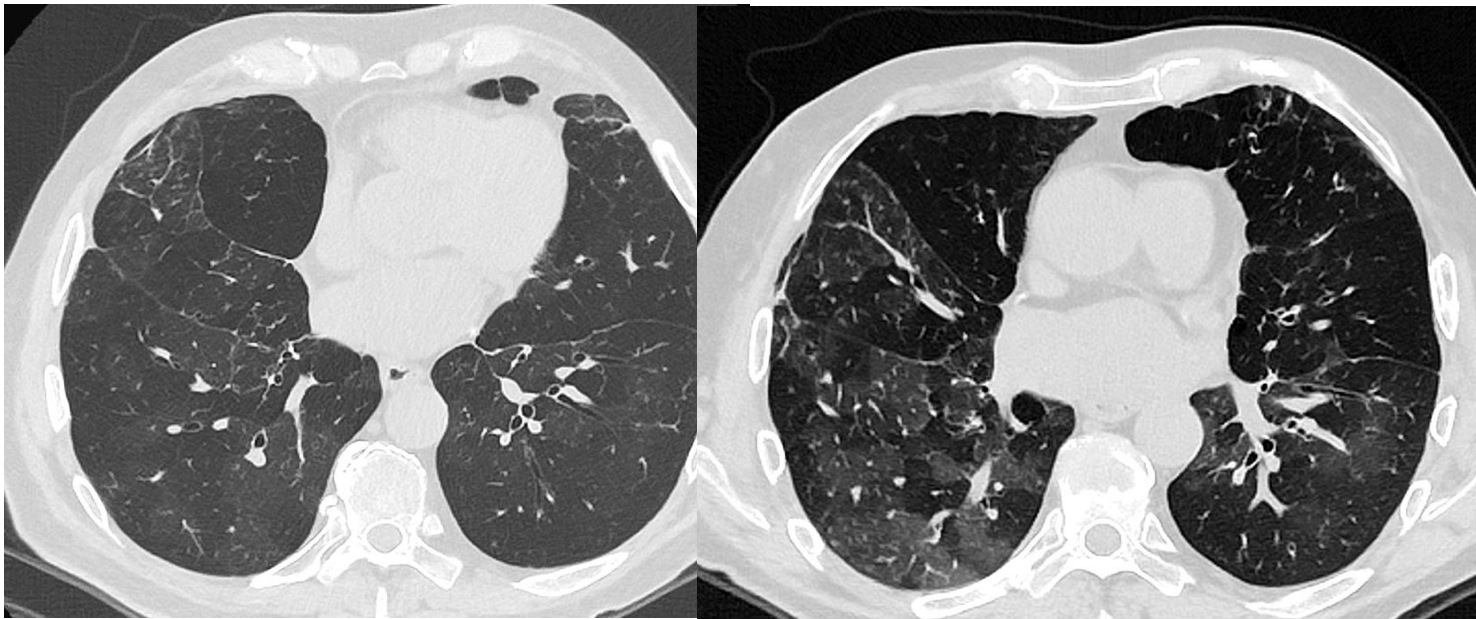
Estos hallazgos son compatibles con **Hipertensión Pulmonar Crónica de causa cardiogénica**.



CASOS ILUSTRATIVOS

PATOLOGÍA VÍA AÉREA PEQUEÑA

Caso 3. TC de tórax de alta resolución en inspiración (A) y en espiración (B), y reconstrucción coronal (C) de la fase en espiración, en un varón de 33 años con AP de fibrosis quística, sometido a trasplante pulmonar hace un año.



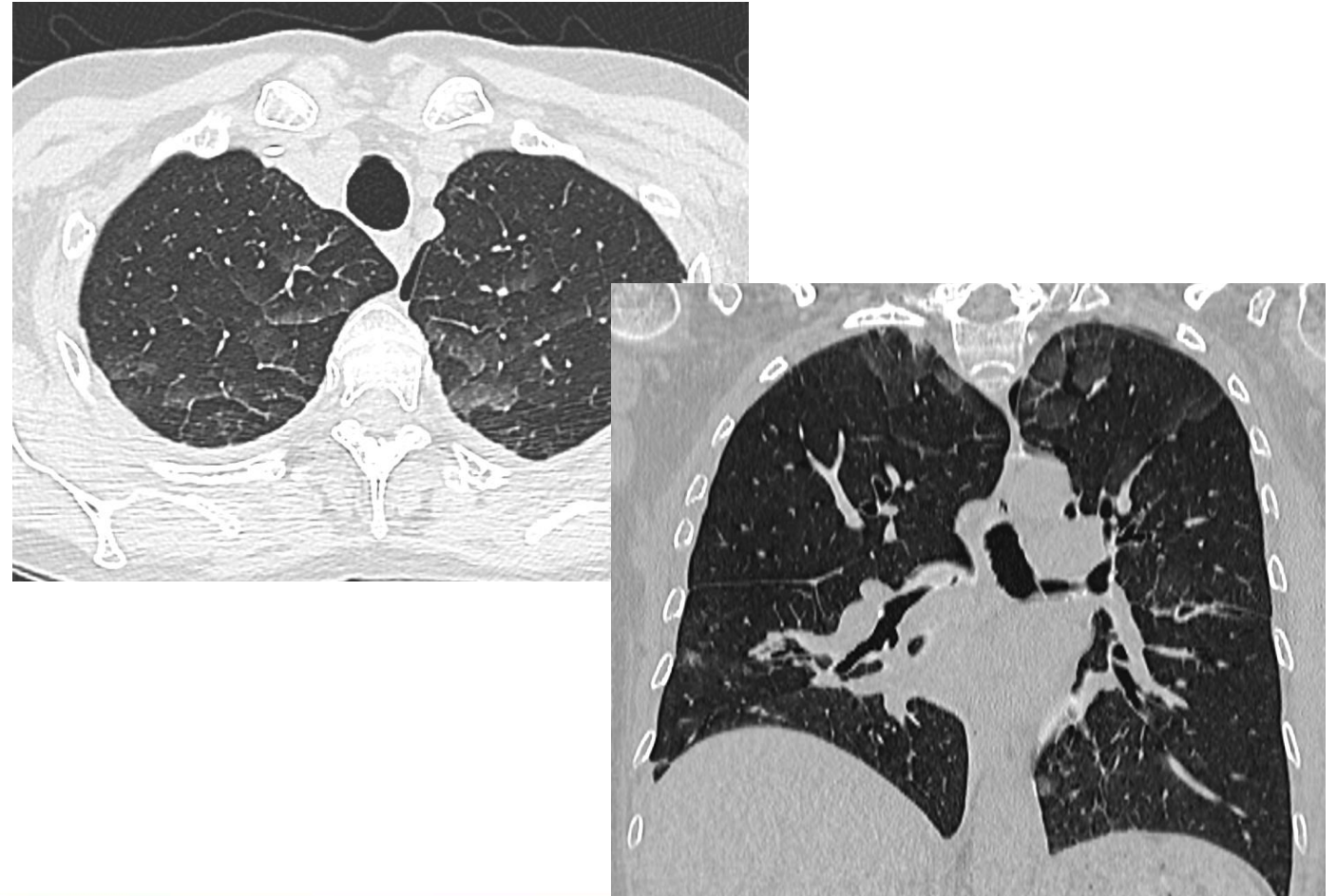
En el parénquima pulmonar en inspiración (imagen izquierda) se observa un patrón en mosaico con vasos periféricos de calibre normal, con **estabilidad en el** estudio en espiración (imagen de la derecha) **de las áreas de menor atenuación** visibles en el TC en inspiración que traduce un atrapamiento aéreo por **bronquiolitis obliterante**. En este caso se trata de un **rechazo crónico del trasplante**.

CASOS ILUSTRATIVOS

ENFERMEDAD INTERSTICIO-ALVEOLAR

Caso 4. TC de tórax de alta resolución en inspiración (A) y con reconstrucción coronal (B), en paciente intervenido de trasplante pulmonar hace 5 días.

En la parte apical y tercio superior de los lóbulos superiores, se observan áreas en vidrio deslustrado con predominio en la región declives, que en este contexto sugieren una **disfunción primaria del injerto**.



CASOS ILUSTRATIVOS

MECANISMO COMBINADO (VÍA AÉREA E INTERSTICIO-ALVEOLAR)

Caso 5. TC de tórax de alta resolución en inspiración en un varón de 52 años con tos crónica, no fumador y en contacto con palomas.

Áreas en vidrio deslustrado, de predominio en campos medios y superiores y con pequeños nódulos centrolobulillares, compatibles con **neumonitis por hipersensibilidad a las palomas**

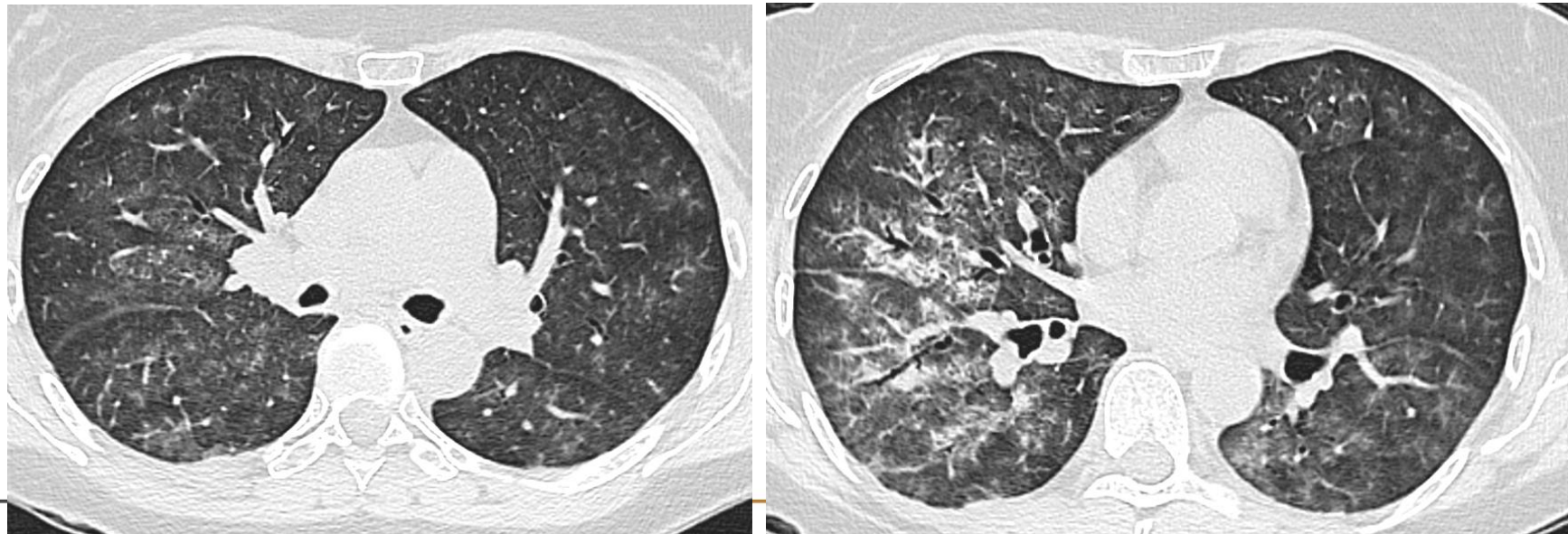


CASOS ILUSTRATIVOS

PATOLOGÍA INTERSTICIO-ALVEOLAR

Caso 6. TCAR en inspiración con corte en campos superiores y en campos medios en un varón de 48 años con vasculitis granulomatosis con poliangéitis (GPA) que acude por hemoptisis.

Múltiples áreas en vidrio deslustrado de forma difusa, predominantemente central, con calibre de las arterias pulmonares segmentarias y subsegmentarias preservado. Compatible con **hemorragia alveolar**.



CASOS ILUSTRATIVOS

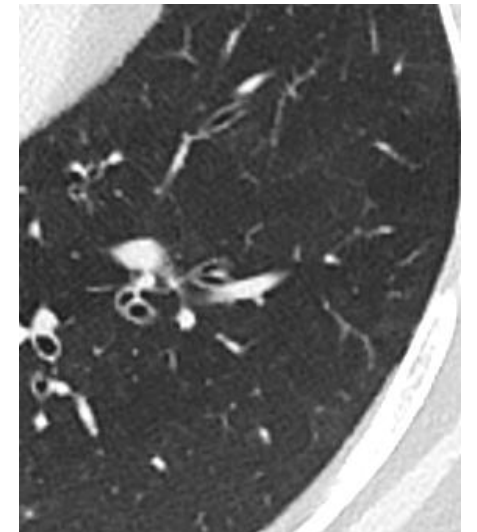
Caso 8. TCAR en inspiración en varón de 48 años con **neumonía organizada.**

Engrosamiento bronquial y bronquiectasias, siendo más llamativas en las áreas con opacificación en vidrio deslustrado.



Caso 9. Mujer de 57 años con artritis reumatoide que presenta tos y disnea leve de largo tiempo de evolución.

Se identifican áreas 'muy sutiles en vidrio deslustrado' (flechas amarillas) sugestivas con enfermedad intersticial asociada a la artritis reumatoide.



CONCLUSIONES

- Reconocer el área patológica en el **patrón de atenuación en mosaico** puede ser un desafío para el radiólogo.
- Los estudios de **TC torácico en espiración forzada** son una herramienta útil para identificar la patología de la vía aérea pequeña.
- Es importante seguir un algoritmo diagnóstico de forma sistemática.
- **Evaluar los vasos pulmonares periféricos** en las áreas hipodensas puede orientarnos hacia la etiología fisiopatológica responsable. No pasar por alto examinar la vía aérea grande, pequeña, el intersticio, los vasos pulmonares y el corazón.
- Recalcar la importancia de una **buena historia clínica** y conocer los **antecedentes personales** del paciente para poder orientar adecuadamente el diagnóstico.

BIBLIOGRAFÍA

- Hansell DM, Bankier AA, Macmahon H et-al. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging. Radiology. 2008;246 (3): 697-722.
- Martinez A, Bermudez A, Uceda D, Dominguez M. TC torácica en espiración. Cuándo la hago y cómo la interpreto. Radiología. SERAM. 2023. 65, 352-361.
- Seth J. Kligerman, Travis H et al. Mosaic attenuation: etiology, methods of differentiation and pitfalls. Radiographics. 2015.
- Claudia Grosee et al., CT findings in diseases asociated with pulmonary hypertension: a current review. Radiografphics, 2010.
- Stern EJ, Swensen SJ, Hartman TE et-al. CT mosaic pattern of lung attenuation: distinguishing different causes. AJR Am J Roentgenol. 1995;165 (4): 813-6.