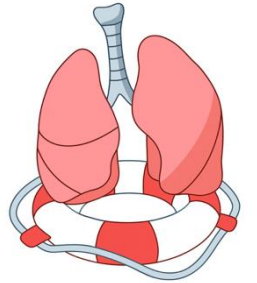


De la teoría a la imagen: una forma diferente de entender las complicaciones del trasplante pulmonar



Pilar Cifrian Casuso^{1,2}, Álvaro Sánchez Mulas^{1,2}, Cesar Antonio López López^{1,2}, Angela Guitian Pinilla^{1,2},
Alejandra Somoano Marfull^{1,2}, Ana Berasategui Criado^{1,2}, Teresa Cobo Ruíz^{1,2}, María Elena Peña Gómez^{1,2}

¹Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander

²Instituto de Investigación Sanitaria de Valdecilla IDIVAL, Santander

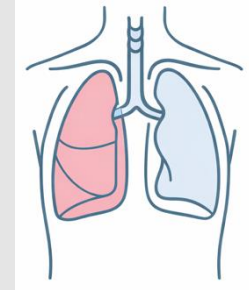
- Revisar los **hallazgos radiológicos normales inmediatos** tras el trasplante pulmonar según el tipo de injerto.
 - Describir el papel de la radiografía y la TCAR en el **seguimiento protocolizado** del paciente trasplantado.
 - Reconocer las **complicaciones** según el **momento evolutivo** (inmediatas, precoces, intermedias y tardías).
 - Proporcionar **claves prácticas para el diagnóstico diferencial radiológico**, con especial atención al rechazo, infección y disfunción crónica del injerto.
-

1. TIPOS DE TRASPLANTE

1. MONOPULMONAR: Pacientes EPOC y fibrosis pulmonar, solo ocasionalmente en algunos casos de hipertensión pulmonar.

CONTRAINDICADO: Infección pulmonar reciente, hipertensión pulmonar severa, bronquiectasias o FQ.

VENTAJAS: Facilita el uso de dos injertos pulmonares con donante único. Rapidez de la intervención.

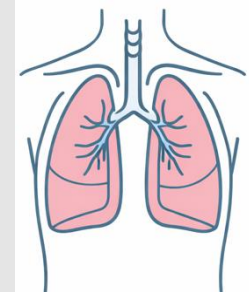


2. BIPULMONAR: Es la técnica en aumento a nivel mundial, indicada en patología séptica, EPOC avanzado, bronquiectasias, FQ y en hipertensión pulmonar severa.

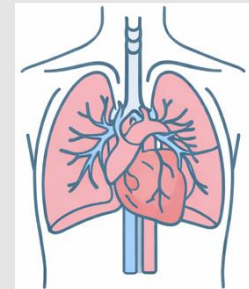
EN EL HUMV TODOS LOS TRASPLANTES DESDE EL 2022 HAN SIDO BIPULMONARES.

-MÁS COMPLEJO

-MAYOR SUPERVIVENCIA A LARGO PLAZO

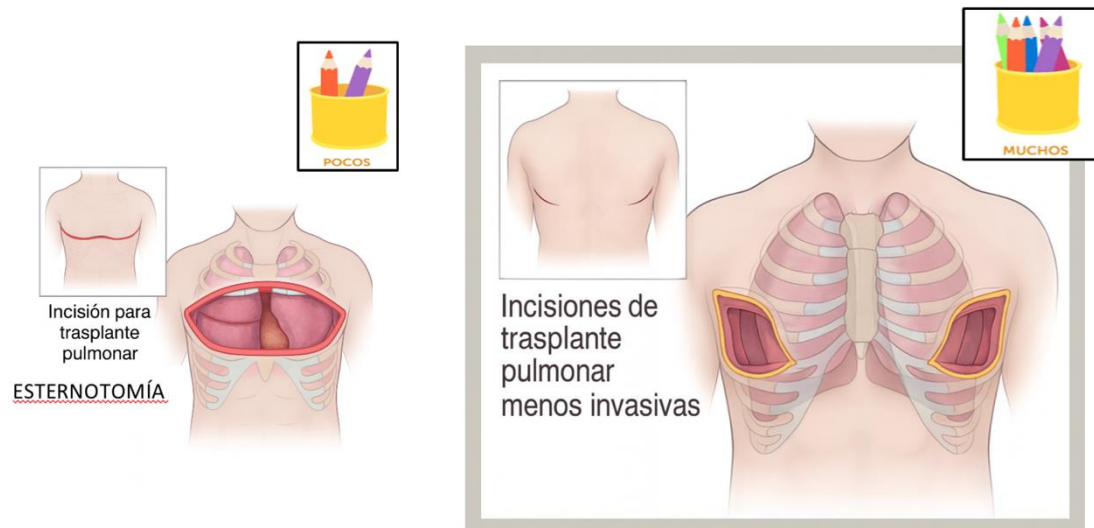


3. CARDIO-PULMONAR: DESUSO. Fue la técnica inicial para el trasplante de pulmón. Sólo aplicable en algunos centros, cuando hay patología cardiovascular congénita asociada a hipertensión pulmonar severa.

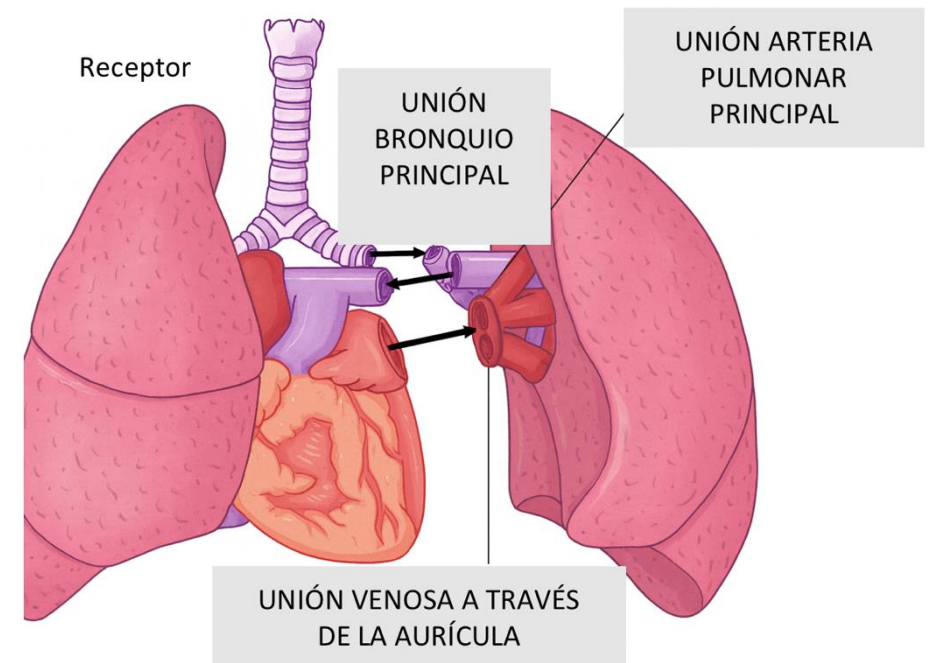


2. INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA

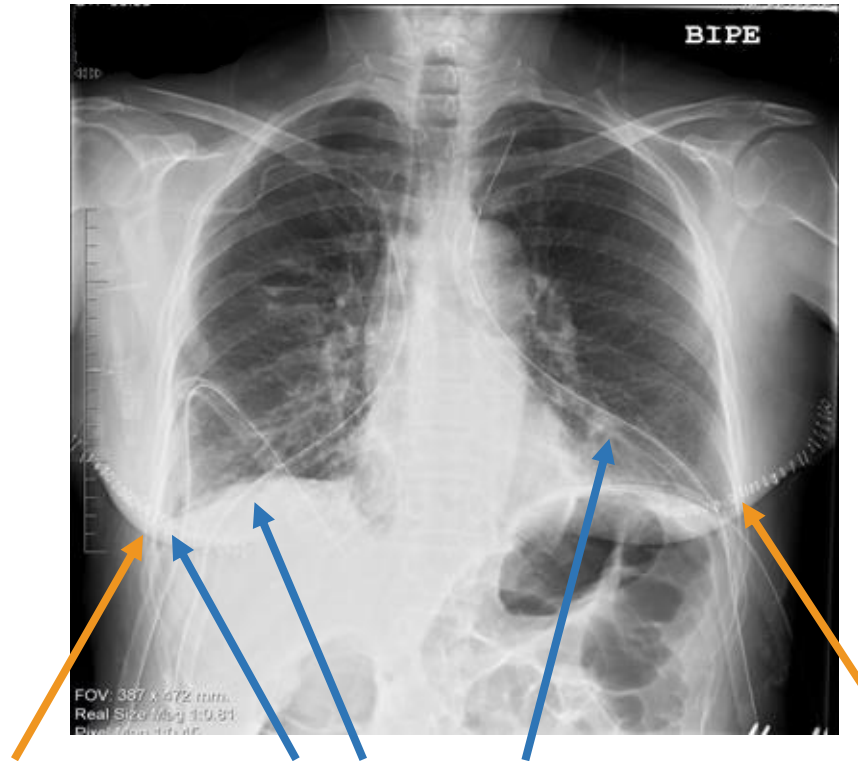
ABORDAJE



TÉCNICA

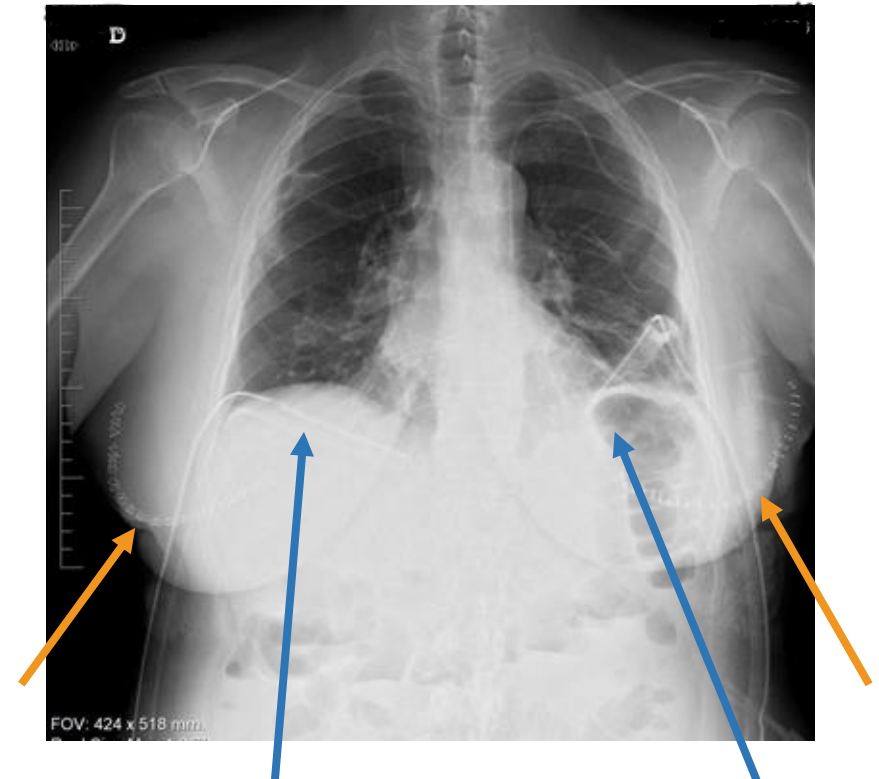


2. INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA



TRASPLANTES BIPULMONARES:

Tubos de drenaje
(flechas azules) con
entrada en
incisiones laterales
(flechas naranjas)



3. SEGUIMIENTO mediante pruebas de imagen

➤ **RADIOGRAFÍA SIMPLE DE TÓRAX A DEMANDA DESDE EL 1er DÍA**

➤ **CONTROLES REGLADOS CON TC TÓRAX DE ALTA RESOLUCIÓN SIN CONTRASTE (5.1):**

3º semana	9º mes
6º semana	12 meses
3º mes	18 meses
6º mes*	Años consecutivos

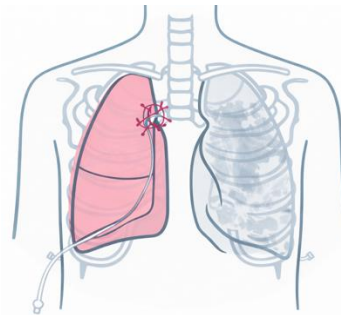
* **A PARTIR DE LOS 6 MESES: CONTROL CON TC TÓRAX EN INSPIRACIÓN Y ESPIRACIÓN**

4. HALLAZGOS NORMALES INMEDIATOS

RX TÓRAX

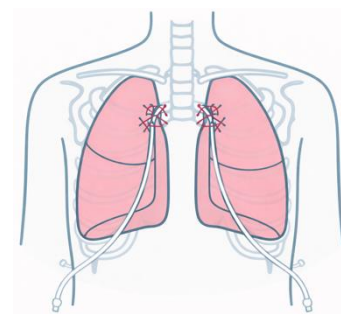
TRASPLANTE UNIPULMONAR

- Cambios postquirúrgicos unilaterales
- Suturas quirúrgicas en el hilio ipsilateral
- Parénquima pulmonar asimétrico
- Parénquima pulmonar anormal (enfermedad residual) en el pulmón nativo



TRASPLANTE BIPULMONAR

- Cambios postquirúrgicos bilaterales
- Suturas quirúrgicas en ambos hilios
- Parénquima pulmonar simétrico en ambos pulmones



HALLAZGOS COMUNES SIN SIGNIFICADO PATOLÓGICO

- Neumotórax de escasa cuantía
- Enfisema subcutáneo
- Derrame en relación con hemotórax leve
- Leve neumopericardio/neumomediastino
- Atelectasias por estrés quirúrgico
- Pequeñas hernias pulmonares

***Deben disminuir en controles seriados**

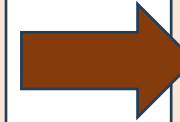
4. HALLAZGOS NORMALES INMEDIATOS

HALLAZGOS INICIALES EN UN CASO DE EVOLUCIÓN NORMAL

SEMANA 3



DERRAME PLEURAL BILATERAL ASOCIADO A ATELECTASIA
BASAL EN AMBOS PULMONES



SEMANA 6



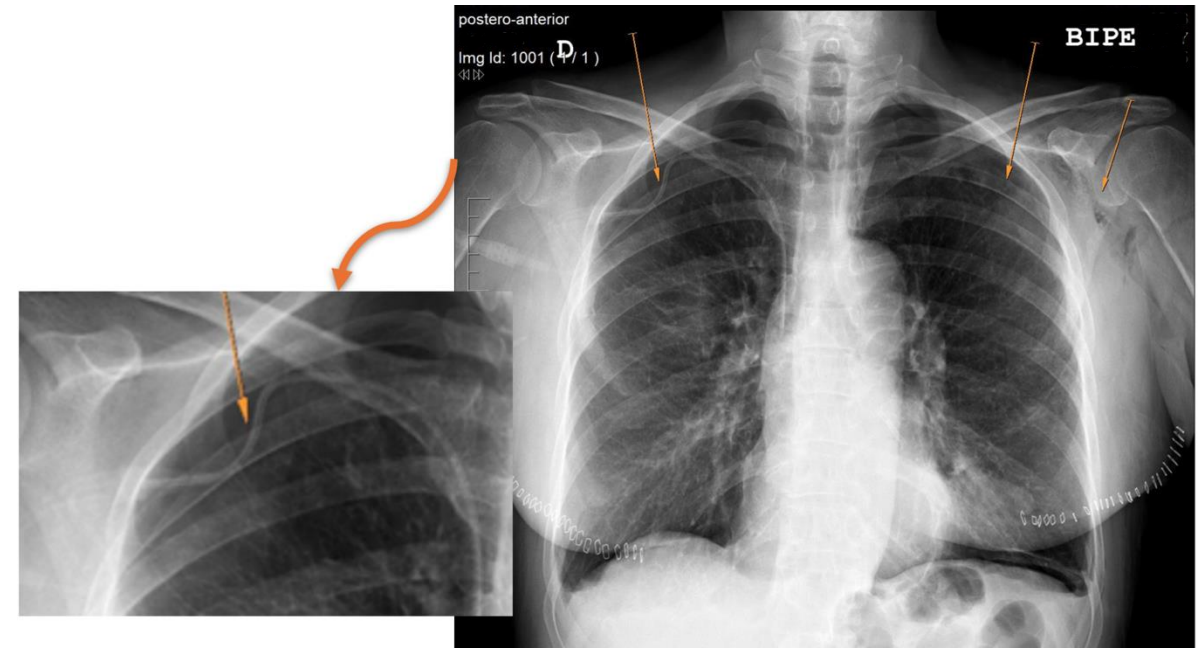
EVOLUCIÓN

4. HALLAZGOS NORMALES INMEDIATOS

HERNIACIÓN PULMONAR LEVE ENTRE 4TO Y
5TO ARCOS COSTALES DERECHOS



NEUMOTÓRAX BILATERAL Y ENFISEMA
SUBCUTÁNEO



5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

TARDÍAS (>2 MESES)

❖ RECHAZO HIPERAGUDO DEL INJERTO

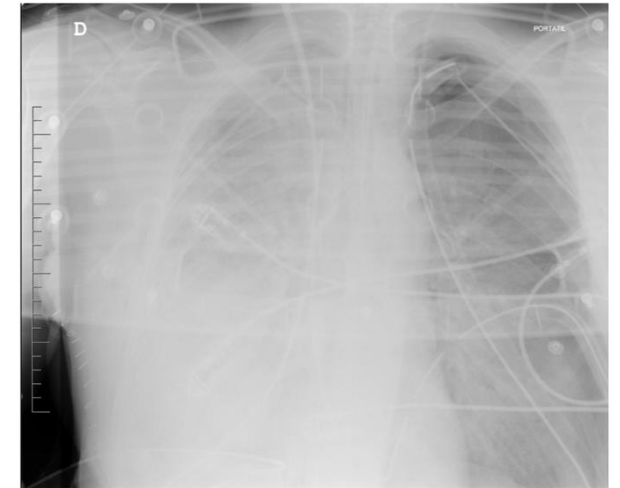
El receptor tiene anticuerpos preformados contra antígenos del donante.

Congestión repentina masiva de todo el pulmón en pocas horas, a veces incluso durante la cirugía.

IMAGEN: Opacidades difusas en el injerto.
El desenlace fatal es prácticamente ineludible.



DÍA PRE-TRANSPLANTE



HORAS TRAS EL TRANSPLANTE:

Condensación de todo el pulmón derecho y en menor medida del izquierdo que en el contexto clínico del paciente obliga a descartar rechazo hiperagudo.

5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

TARDÍAS (>2 MESES)

❖ DISCONDANCIA ENTRE LOS PULMONES DEL DONANTE Y EL TAMAÑO DEL RECEPTOR

1. Pulmones del donante demasiado grandes para la caja torácica del receptor:

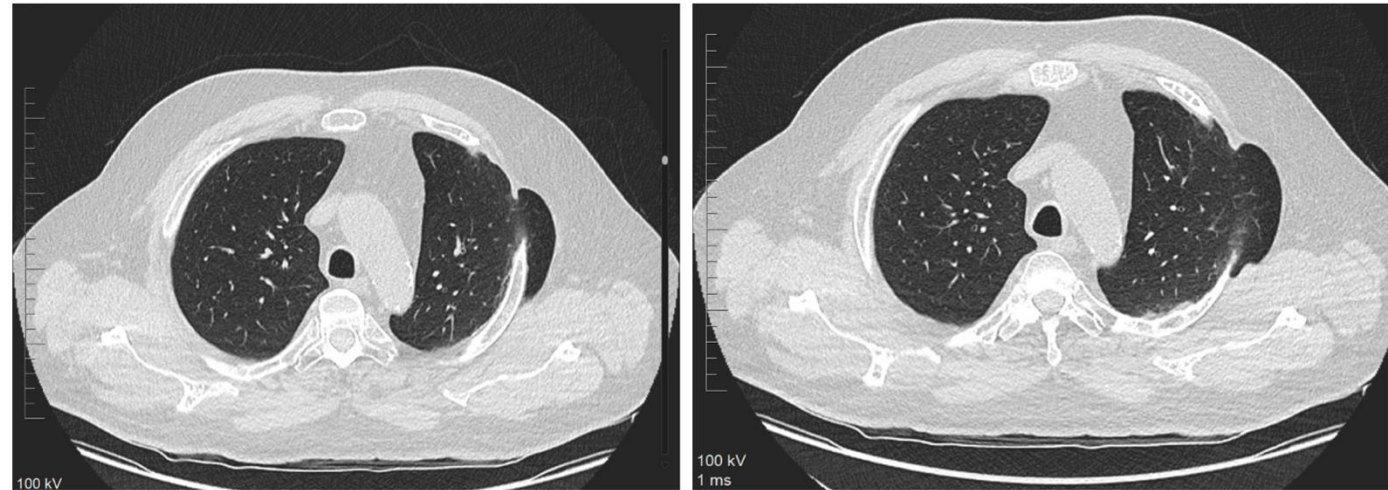
Pueden desarrollarse **atelectasias pasivas**, que si se complican pueden llegar a condicionar una restricción pulmonar.

2. Pulmones trasplantados demasiado pequeños:

Los problemas mecánicos debidos al exceso de espacio torácico residual pueden producir **derrames pleurales crónicos o neumotórax**.

GRAN HERNIACIÓN ENTRE 3ER Y 4TO ARCOS COSTALES ANTERIORES IZQUIERDOS

En este caso no genera complicaciones



5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

TARDÍAS (>2 MESES)

❖ **DISFUNCIÓN PRIMARIA DEL INJERTO (O EDEMA POR REPERFUSIÓN)**

Daño transitorio secundario a la isquemia y la reperfusión posterior del injerto.

PROCESO: Edema pulmonar que aparece durante los primeros tres o cuatro días, con una resolución completa antes del décimo día; de lo contrario, tendría que considerarse el rechazo agudo.

IMAGEN: derrame pleural y en las cisuras, a menudo asociados a engrosamiento peribronquial, perivascular y septal y consolidaciones perihiliares en los lóbulos medios e inferiores.

DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL: edema cardiogénico, infección y derrame pleural exudativo o hemorrágico postquirúrgico. La presencia de cardiomegalia, fiebre o valores de alta densidad en el derrame pleural harían pensar en otros diagnósticos.



DISFUNCIÓN PRIMARIA DEL INJERTO (EDEMA POR REPERFUSIÓN)

Segundo día post-trasplante en un varón de 28 años.
RX TÓRAX: engrosamiento hiliar y edema bilateral.

5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

TARDÍAS (>2 MESES)

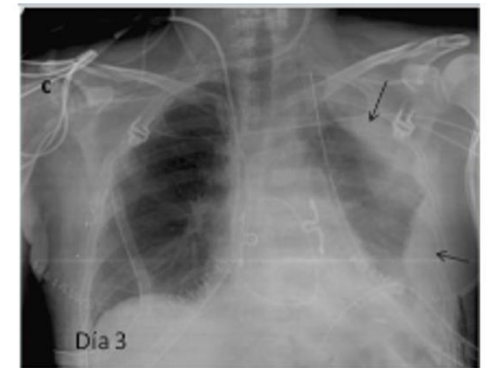
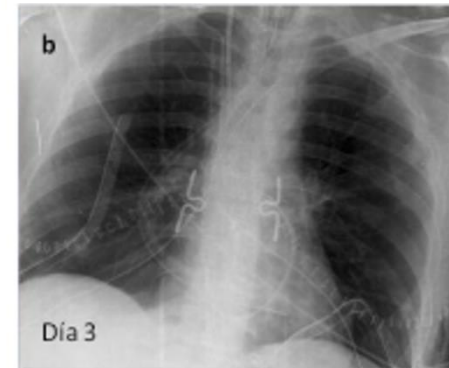
❖ ENFERMEDADES PLEURALES

Las enfermedades pleurales son afecciones muy comunes después de la cirugía.

NEUMOTÓRAX: La enfermedad más común de este grupo. Puede sugerir una fuga de aire.

HEMOTÓRAX: También es frecuente, especialmente en aquellos pacientes que presentan adherencias pleurales preoperatorias.

EMPIEMA: Entidad particularmente grave, ya que los pacientes están inmunosuprimidos.



HEMOTÓRAX

Paciente de 32 años en el día +3 tras trasplante bipulmonar.

- RX TÓRAX DÍA 1 Y 3 (a,b): Sin alteraciones significativas.
- RX TÓRAX 3º DÍA A LAS HORAS (c): Colección pleural izquierda + Inestabilidad hemodinámica y sangrado a través del drenaje de toracotomía izquierda.

5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

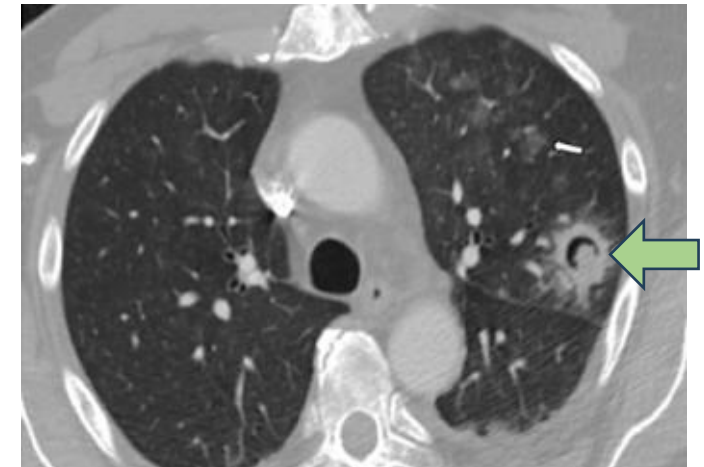
PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

TARDÍAS (>2 MESES)

❖ INFECCIONES (Patógenos nosocomiales)

BACTERIAS	Pseudomonas Aureginosa, Staphylococcus	IMAGEN: INESPECÍFICA. Consolidaciones parcheadas y confluentes con broncograma aéreo, opacidades con apariencia de "árbol en brote" y cavitación o abscesos
HONGOS	Aspergillus	IMAGEN: características específicas. -Puede afectar a las vías respiratorias y llegar a dañar la anastomosis bronquial, conduciendo a una estenosis bronquial y/o a una fístula. -Puede mostrar una naturaleza vascular-invasiva, con nódulos rodeados por un halo en vidrio deslustrado, que representa la hemorragia rodeando al infarto.
	Otros hongos raros (Cándida)	IMAGEN: infiltrados irregulares y nódulos.



ASPERGILOSIS ANGIOINVASIVA

Mujer de 38 años a las 8 semanas de trasplante bipulmonar.
TACAR EN INSPIRACIÓN: Opacidades en vidrio deslustrado múltiples y un nódulo con el signo en medialuna.
Cultivo: + Aspergillus

5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

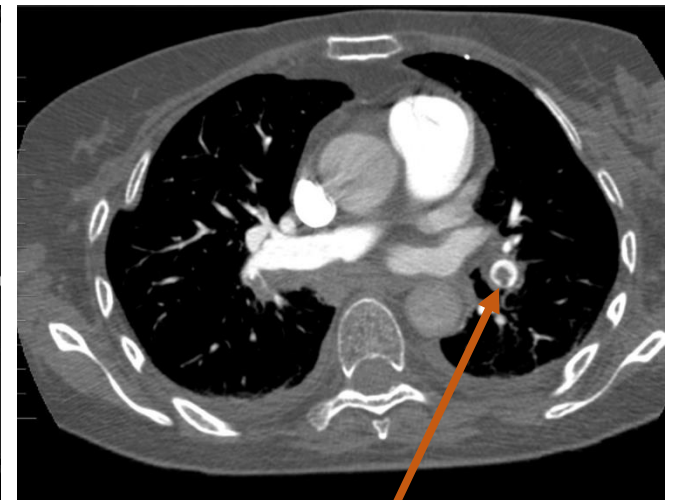
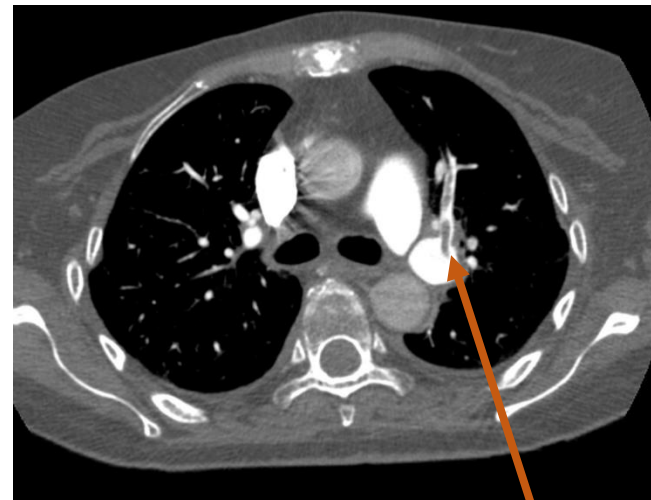
TARDÍAS (>2 MESES)

❖ TROMBOEMBOLISMO PULMONAR

Alto riesgo de embolia pulmonar

- Falta de actividad física
- Riesgo trombogénico intrínseco a la cirugía y al período postoperatorio

El infarto pulmonar es casi irremediable debido a la falta de circulación sistémica del injerto en el período postoperatorio precoz.



TEP AGUDO: Defecto de repleción que se extiende desde arteria pulmonar principal izquierda hasta las ramas lobares de este lado.

5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

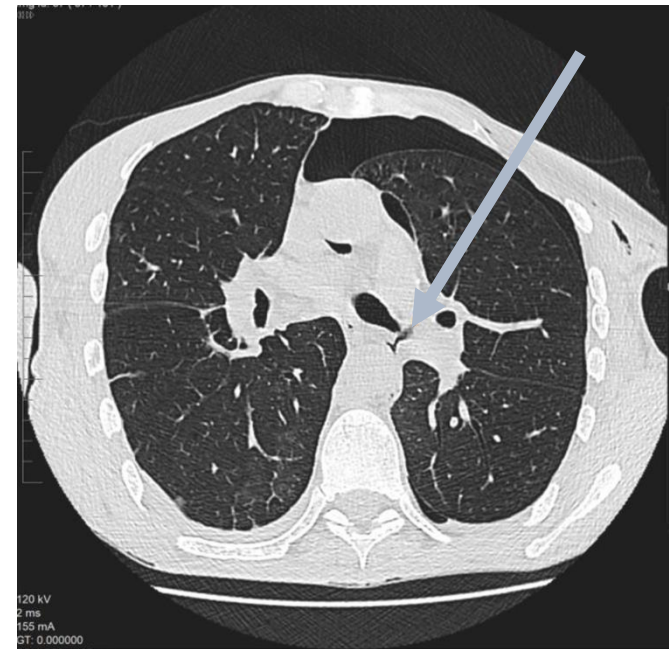
TARDÍAS (>2 MESES)

❖ DEHISCENCIA DE LA ANASTOMOSIS BRONQUIAL

Resultado de la isquemia bronquial que ocurre dado que las arterias bronquiales no se reanastomosan.

IMAGEN:

- Discontinuidad focal de la pared bronquial, generalmente con aire perianastomótico.
- Signos indirectos: neumomediastino, neumotórax o enfisema subcutáneo que persisten en la segunda semana postquirúrgica.



5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

TARDÍAS (>2 MESES)

❖ ESTENOSIS BRONQUIAL Y BRONCOMALACIA

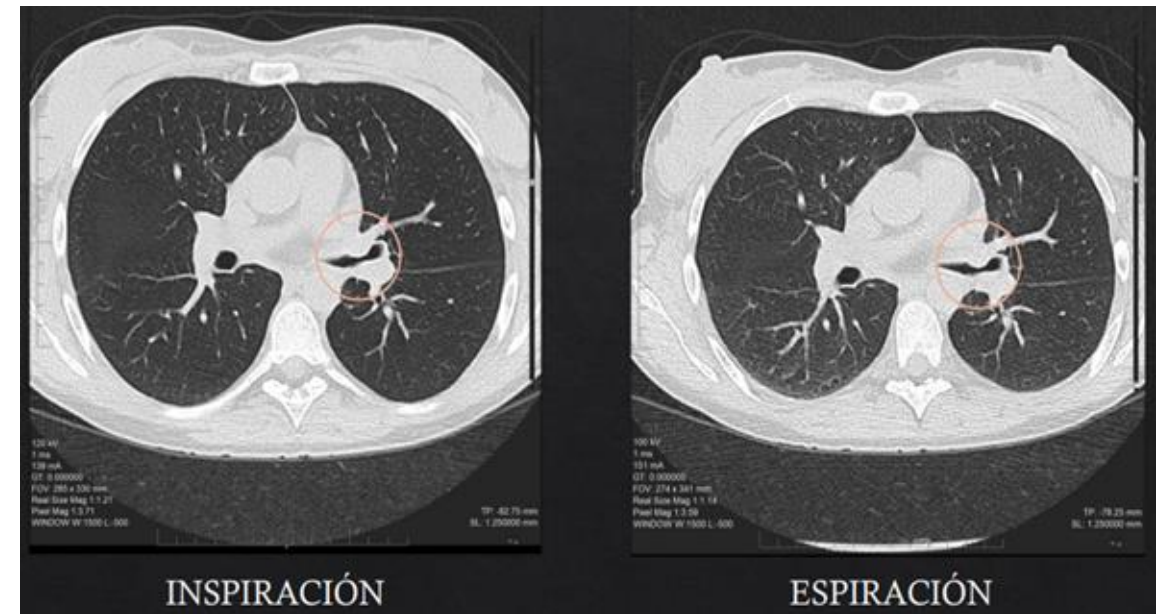
Resultado de la curación de la lesión por isquemia bronquial.

ESTENOSIS BRONQUIAL: Reducción fija en el diámetro de la luz bronquial.

BRONCOMALACIA: Colapso dinámico de las vías respiratorias que solo ocurre durante la espiración.

*SOLO VISIBLE EN TC EN FASE ESPIRATORIA

RESULTADO: Infecciones recurrentes en el lóbulo afectado.



ESTENOSIS BRONQUIAL

Mujer de 26 años a los 3 meses del trasplante del pulmón derecho.

TACAR EN INSPIRACIÓN Y ESPIRACIÓN:

Estenosis del bronquio del LSI que no variaba en fase espiratoria.

5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

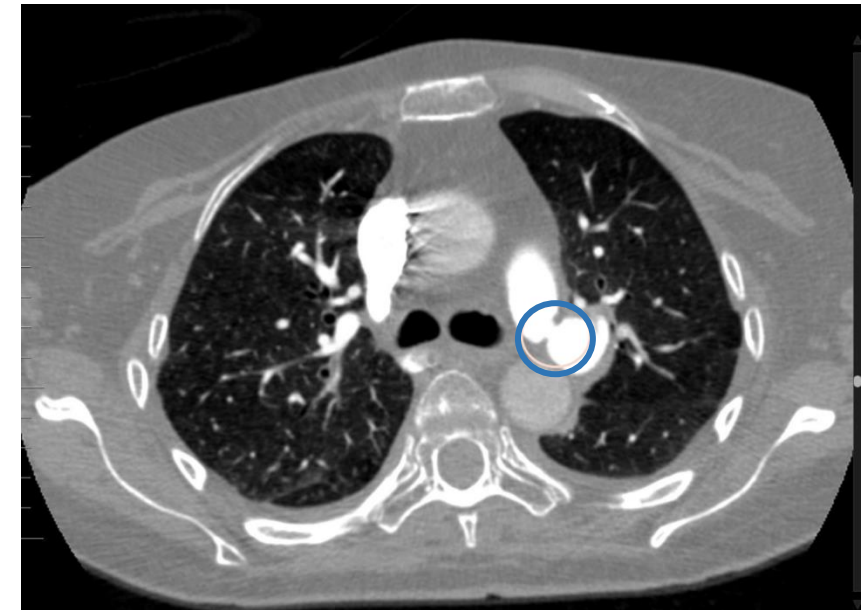
TARDÍAS (>2 MESES)

❖ ESTENOSIS DE LA ARTERIA PULMONAR

SOSPECHA: si existe una diferencia significativa entre el diámetro de la arteria pulmonar del donante y la del receptor.

CAUSAS: pedículo vascular muy largo, arteria del injerto de escasa longitud, suturas restrictivas o presencia de coágulo.

La dilatación de la arteria pulmonar y de las cavidades cardíacas derechas se han relacionado con la estenosis grave.



5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

TARDÍAS (>2 MESES)

❖ RECHAZO AGUDO

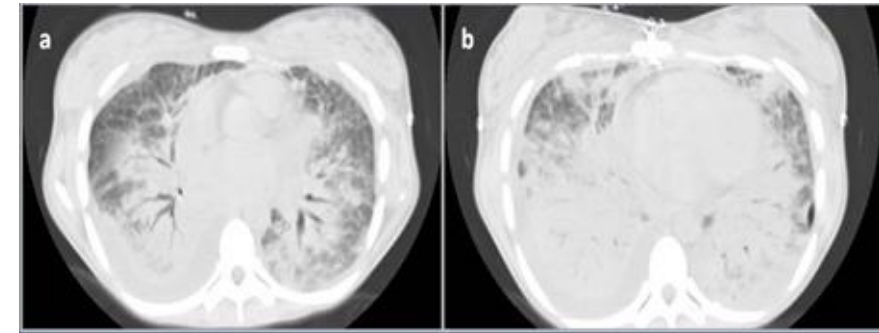
- Ocurre en el 30% de los pacientes y durante el primer año.
- Factor de riesgo para la disfunción crónica del injerto, especialmente cuando se producen múltiples episodios

SINTOMAS: fiebre, hipoxemia y una disminución del FEV1 de al menos el 10%.

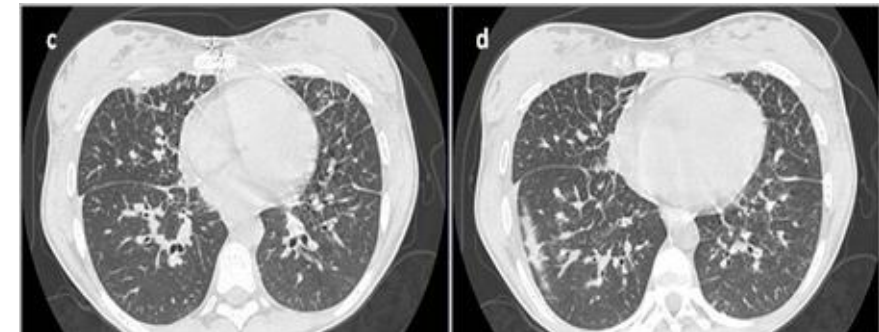
DIAGNÓSTICO: **BIOPSIA TRANSBRONQUIAL PROTOCOLIZADA A LAS 3 SEMANAS.**

IMAGEN: NO HAY IMAGEN ESPECÍFICA. ÚTIL COMO GUÍA PARA LA BIOPSIA.

- Generalmente derrame pleural y engrosamiento de los septos interlobulillares (signo más precoz).
- Otros hallazgos frecuentes: opacidades difusas en vidrio deslustrado (presentes prácticamente siempre), nódulos centrololubillares y áreas de consolidación.



RECHAZO AGUDO DÍA +15 POST TRASPLANTE



TRAS TRATAMIENTO ESTEROIDEO

5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

TARDÍAS (>2 MESES)

❖ RECHAZO CRÓNICO o DISFUNCIÓN CRÓNICA DEL INJERTO PULMONAR (CLAD)

A PARTIR DEL 6º MES POST TRANSPLANTE

PREVALENCIA: 40-50% al 5º año. Responsable del 57% de las muertes tras el primer año.

FACTORES DE RIESGO: episodios previos de rechazo agudo, infecciones por CMV...

TIPOS:

1. SÍNDROME DE BRONQUIOLITIS OBLITERANTE (BOS)

Bronquiectasias, engrosamiento peribronquial, patrón intersticial “en mosaico” y atrapamiento de aire en la espiración.

2. SÍNDROME RESTRICTIVO DEL ALOINJERTO (RAS)

Fibrosis parenquimatosa, bronquiectasias, pérdida de volumen, distorsión de la arquitectura y cicatrices pleurales localizadas predominantemente en los lóbulos superiores.



RECHAZO CRÓNICO

Varón de 64 años dos años tras trasplante bipulmonar.

TC EN ESPIRACIÓN FORZADA: marcado atrapamiento aéreo en todo el pulmón izquierdo y de modo parcheado en el LSD, LM y LID debido a obstrucción de la vía aérea de pequeño calibre, generando un patrón en mosaico.

5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

TARDÍAS (>2 MESES)

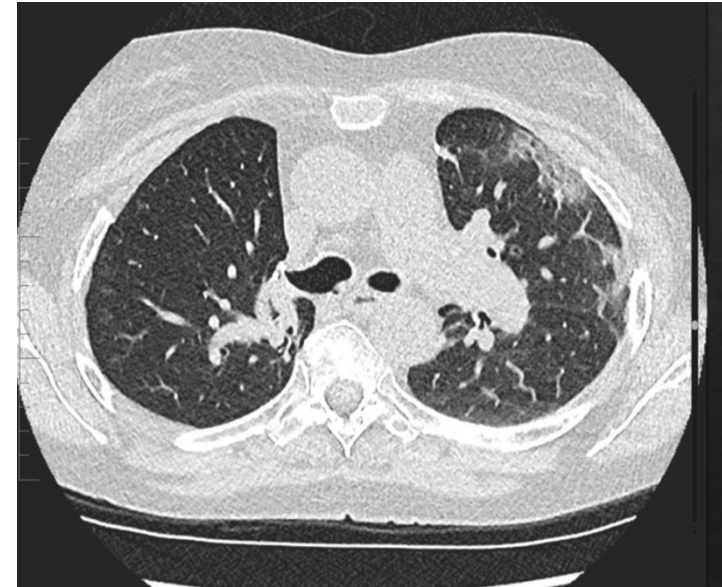
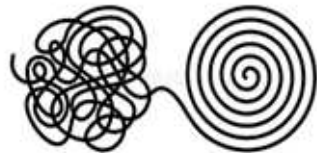
❖ NEUMONÍA ORGANIZADA

Patrón radiológico inespecífico de respuesta al daño pulmonar que puede ser idiopático o secundario a numerosos procesos como las infecciones o la toxicidad farmacológica. Puede estar asociada al rechazo tanto agudo como crónico.

IMÁGEN: Signo del halo invertido y opacidades en forma de arco.

DIAGNÓSTICO: Biopsia (Excluir infección pre tratamiento)

TRATAMIENTO: Muy buena respuesta a corticoides.



Aparición de áreas en vidrio deslustrado la periferia del LSI con bronquiectasias cilíndricas.

5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

TARDÍAS (>2 MESES)

❖ INFECCIÓN (2-6 meses)

AFECTACIÓN DE LAS CÉLULAS T POR LA INMUNOSUPRESIÓN

1. INFECCIONES VIRALES (CITOMEGALOVIRUS)
2. HONGOS Y OTROS PARÁSITOS OPORTUNISTAS (PNEUMOCYSTIS, NOCARDIA)

IMAGEN: Opacidades en vítreo deslustrado, nódulos centrolobulillares, engrosamiento peribronquial, perivascular y septal, así como patrón en empedrado.

MODO DE CONTAGIO: Reactivación de infección latente o adquirido en la comunidad/nosocomial.

RESULTADO:

- Morbilidad y la mortalidad de la infección
- Aumenta el riesgo de BOS.

La incidencia de infección por CMV ha disminuido debido a la profilaxis.
(Alto R los receptores seronegativos que reciben pulmones seropositivos)

❖ RECURRENCIA DE LA ENFERMEDAD PRIMARIA

MESES O AÑOS DESPUES DEL TRANSPLANTE

- Más recurrente: SARCOIDOSIS 35%
- También: HISTIOCITOSIS DE CELULAS DE LANGERHANS, LINFANGIOLEIOMATOSIS

5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

TARDÍAS (>2 MESES)

❖ INFECCIÓN (> 6 MESES)

Después del 6º mes, la inmunosupresión se reduce por lo que hay menos riesgo de infecciones oportunistas o reactivaciones de patógenos latentes.

1. Virus y bacterias comunitarias son las infecciones más comunes.
2. Reactivación de tuberculosis latente u de otras micobacterias.

❖ SÍNDROME LINFOPROLIFERATIVO POST TRANSPLANTE

Los tumores son una causa importante de mortalidad a largo plazo.

1. SÍNDROME LINFOPROLIFERATIVO POST-TRANSPLANTE

Grupo heterogéneo de síndromes hematológicos con proliferación anormal de células B.

- 5% de los pacientes

- La mayoría durante el primer año

FACTORES DE RIESGO: Ciclosporina, Inmunosupresión, Infección por el virus de Epstein-Barr

IMAGEN: Nódulos o masas pulmonares con adenopatías torácicas o abdominales.

*PET-TC: Estadía inicial, valoración respuesta a tratamiento.

5. COMPLICACIONES

INMEDIATAS (<24H)

PRECOCES (24H-1 SEMANA)

INTERMEDIAS (1 SEMANA -1 MES)

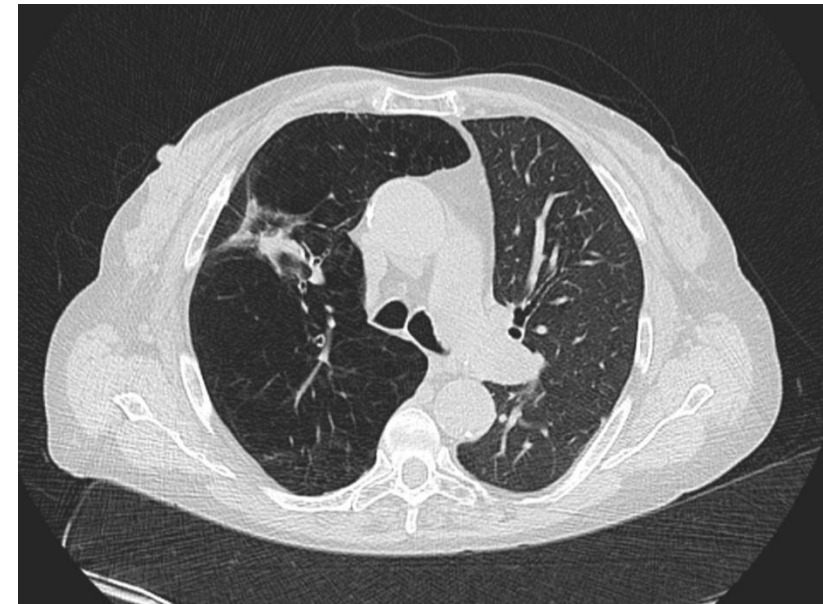
TARDÍAS (>2 MESES)

❖ SÍNDROME LINFOPROLIFERATIVO POST TRANSPLANTE

2. TUMORES MALIGNOS POR LA INMUNOSUPRESIÓN

Aumento del riesgo, sobre todo Carcinoma tipo Epidermoide en cualquier localización.

TC CONTROLA
LOS 4 AÑOS



En la exploración actual, en relación con los tractos cicatriciales en el LSD ha aparecido tejido sólido contracción pleural difícil de medir en probable relación con tumoración broncopulmonar.
Anatomía patológica: ADENOCARCINOMA DE PATRÓN SOLIDO

- La **imagen** es **fundamental** en el **seguimiento** del paciente trasplantado pulmonar y en la **detección precoz de complicaciones**.
 - La interpretación debe realizarse en función del **tiempo transcurrido desde la cirugía**, ya que el espectro de complicaciones es evolutivo.
 - La **TCAR**, especialmente con fases inspiratoria y espiratoria, es clave para el diagnóstico de disfunción crónica del injerto.
 - Una **lectura sistemática y cronológica** mejora la precisión diagnóstica y optimiza la comunicación multidisciplinar.
-

1. DeFreitas MR, McAdams HP, Sporn TA, et al. Complications of lung transplantation: update on imaging findings. Radiology. 2021;298(3):616-635. doi:10.1148/radiol.2021204026.
 2. Frydrychowicz A, et al. Imaging evaluation of lung transplant complications. Radiographics. 2020;40(5):1279-1303. doi:10.1148/rg.2020200010.
 3. Weigt SS, DerHovanessian A, Wallace WD, et al. Bronchiolitis obliterans syndrome and restrictive allograft syndrome. Lancet Respir Med. 2019;7(10):849-864. doi:10.1016/S2213-2600(19)30139-7.
 4. Verleden GM, Glanville AR, Lease ED, et al. Chronic lung allograft dysfunction: definition and update. J Heart Lung Transplant. 2019;38(5):493-503. doi:10.1016/j.healun.2019.03.009.
 5. Marten K, et al. CT imaging of complications after lung transplantation. AJR Am J Roentgenol. 2018;211(1):W1-W15. doi:10.2214/AJR.17.19018.
 6. Habre C, et al. Radiological findings of complications after lung transplantation. Insights Imaging. 2018;9:373-386. doi:10.1007/s13244-018-0606-5.
 7. Shah PD, Orens JB. Infections after lung transplantation. Clin Chest Med. 2017;38(4):707-722. doi:10.1016/j.ccm.2017.07.010.
 8. Erasmus JJ, McAdams HP, et al. Pulmonary infections in the immunocompromised host. Radiol Clin North Am. 2020;58(2):357-371. doi:10.1016/j.rcl.2019.10.008.
-