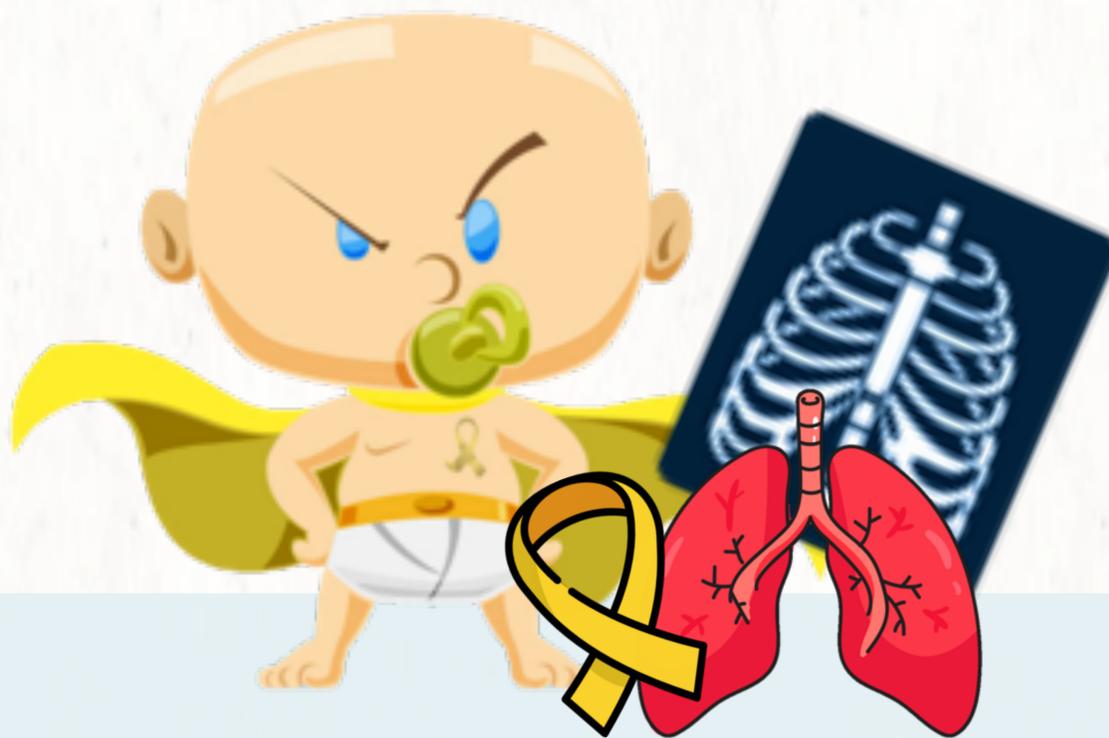




# MANIFESTACIONES Y COMPLICACIONES PULMONARES EN EL NIÑO ONCOLÓGICO



Rocío Rodríguez Ortega, Cristina Bravo Bravo, Pascual García-Herrera Taillefer,  
Andrés Rosa López, María Isabel Martínez León.

H. Materno-Infantil (H.U. Regional de Málaga), Málaga.



# Objetivo docente

## COMPLICACIONES PULMONARES

A lo largo de la enfermedad oncológica del niño, incluso una vez superada, es habitual que se produzcan complicaciones pulmonares

Pueden ser:

1.

AGUDAS

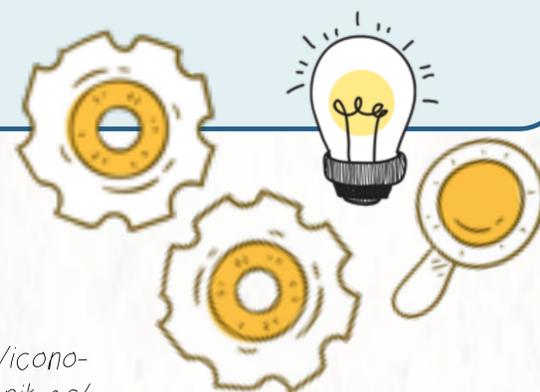
2.

CRÓNICAS

Conllevan una importante MORBI-MORTALIDAD

## Objetivos

1. Describir las manifestaciones radiológicas de las complicaciones pulmonares que pueden presentar este tipo de pacientes.
2. Destacar el papel que desempeña el radiólogo en el abordaje de estas patologías.





# Revisión del tema

PATOLOGÍA  
PULMONAR  
ONCOLÓGICA



- Grupo heterogéneo de entidades
- Formas de presentación complejas
- Potencialmente mortales



Radiología



Los hallazgos pueden ser:

Inespecíficos

Superponibles

El conocimiento de una serie de datos relacionados con el paciente y su enfermedad van a ser fundamentales para acotar y realizar un diagnóstico correcto

Datos

1. Síntomas
2. Presentación (aguda, subaguda, crónica)
3. Estado inmunológico
4. Tratamiento (QT, RT)
5. Trasplante de progenitores hematopoyéticos (TPH) (estadio)
6. Pruebas funcionales respiratorias





# Complicaciones pulmonares

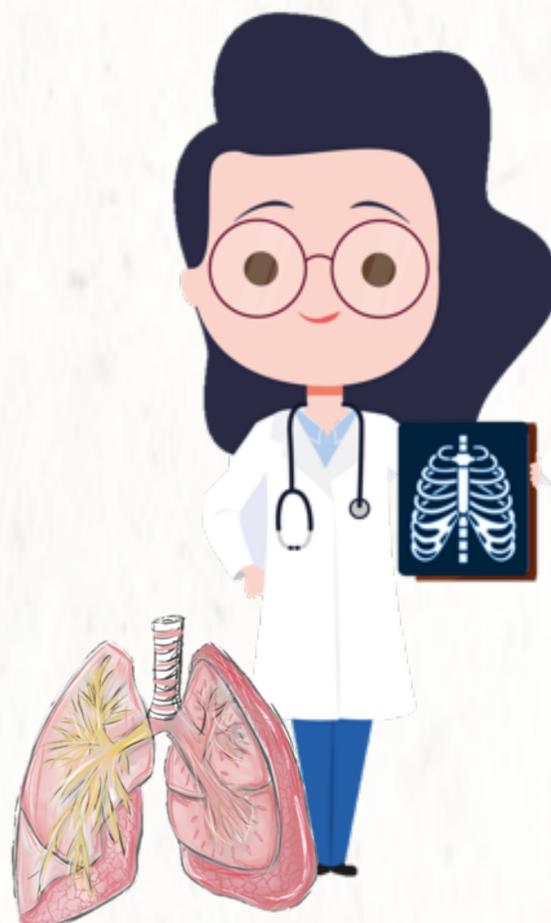
Grupo heterogéneo que se puede dividir en:



1. DE ORIGEN INFECCIOSO

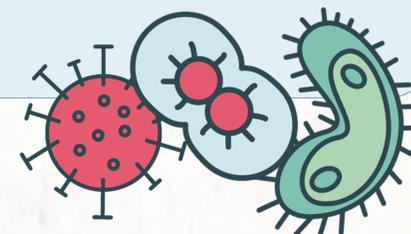
2. DERIVADAS DE LA ENFERMEDAD ONCOLÓGICA

3. SECUNDARIAS AL TRATAMIENTO





# I. Complicaciones de origen infeccioso



Causa más frecuente

Los niños oncológicos presentan mayor riesgo de padecer infecciones por la situación de:

INMUNOSUPRESIÓN

1.

Derivado de la propia enfermedad

2.

Secundario al tratamiento

El desarrollo de infecciones viene determinado por diferentes condicionantes, pero el más determinante es:



RECUENTO ABSOLUTO DE NEUTRÓFILOS

RECUENTO ABSOLUTO DE NEUTRÓFILOS (RAN)



<500/mm

>500/mm

Prevalencia de infección se eleva al 30%

Prevalencia de infección es del 5%

El riesgo de infección aumenta en función del grado y duración de la neutropenia

# I. Complicaciones de origen infeccioso



Según NICE\* se define como

NEUTROPENIA FEBRIL



RAN  $< 500/mm^3$  y fiebre  $\geq 38,5^\circ$   
o  $\geq 38^\circ$  mantenida  $> 1 h$  o 2 veces en 24 h

\*NICE: National Institute for Health and Care Excellence



SITUACIÓN POTENCIALMENTE MORTAL



El Diagnóstico y Manejo precoz es fundamental

Retraso en el diagnóstico  $> 5$  días multiplica por 3 el riesgo de exitus

PRUEBAS DE IMAGEN



Dificultades



RX



- 1º prueba realizar
- Rendimiento deficiente
- Hallazgos inespecíficos y variables
- $<$  Anomalías que en TC



- Hallazgos inespecíficos y superponibles
- Intentar dilucidar con los hallazgos la etiología de la infección es complejo

TC



- No de forma rutinaria
- Indicado cuando existe una prolongación de síntomas
- y/o sin diagnóstico claro



Aún así podemos acotar el diagnóstico diferencial basándonos en:

- Algunos hallazgos típicos
- Situación inmunitaria
- Evolución del paciente

# I. Complicaciones de origen infeccioso



I.

## INFECCIONES BACTERIANAS



70-85%

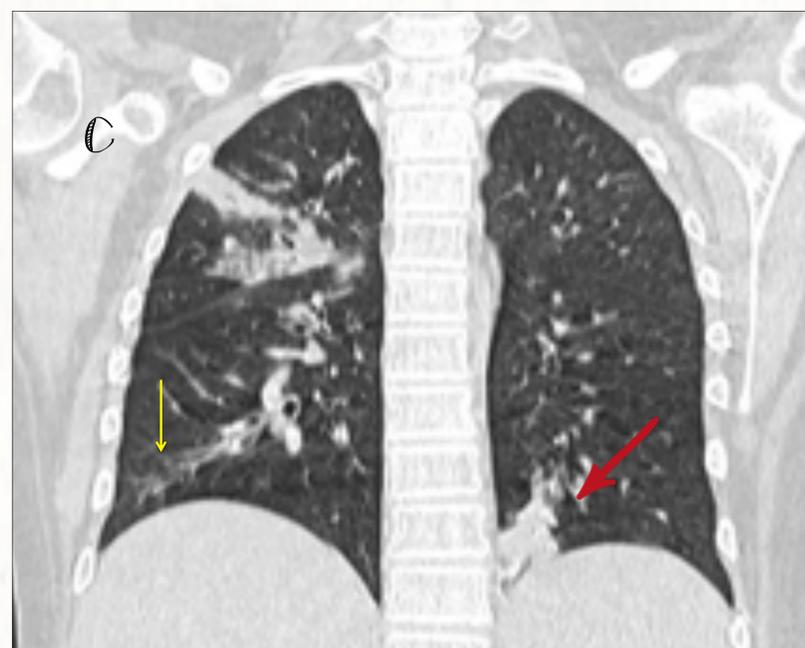
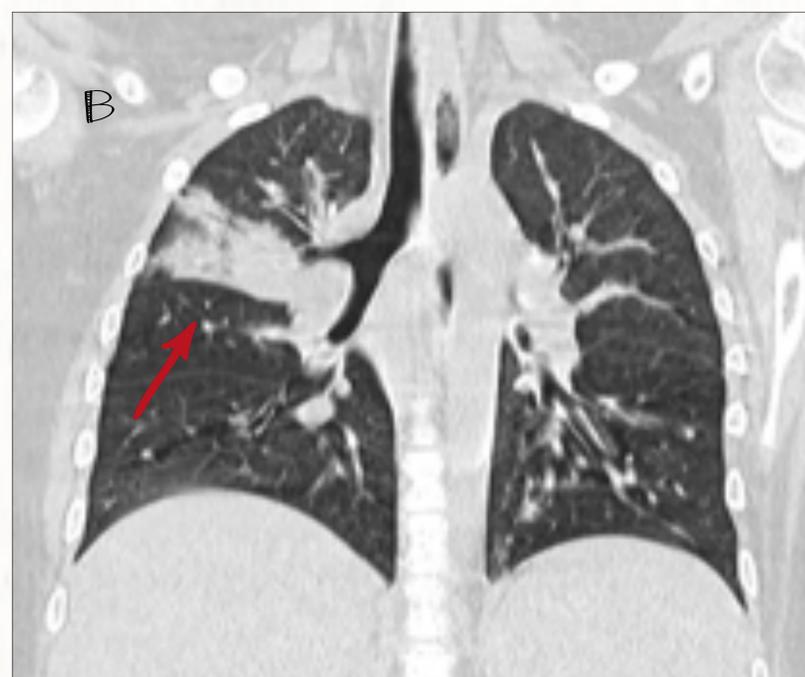
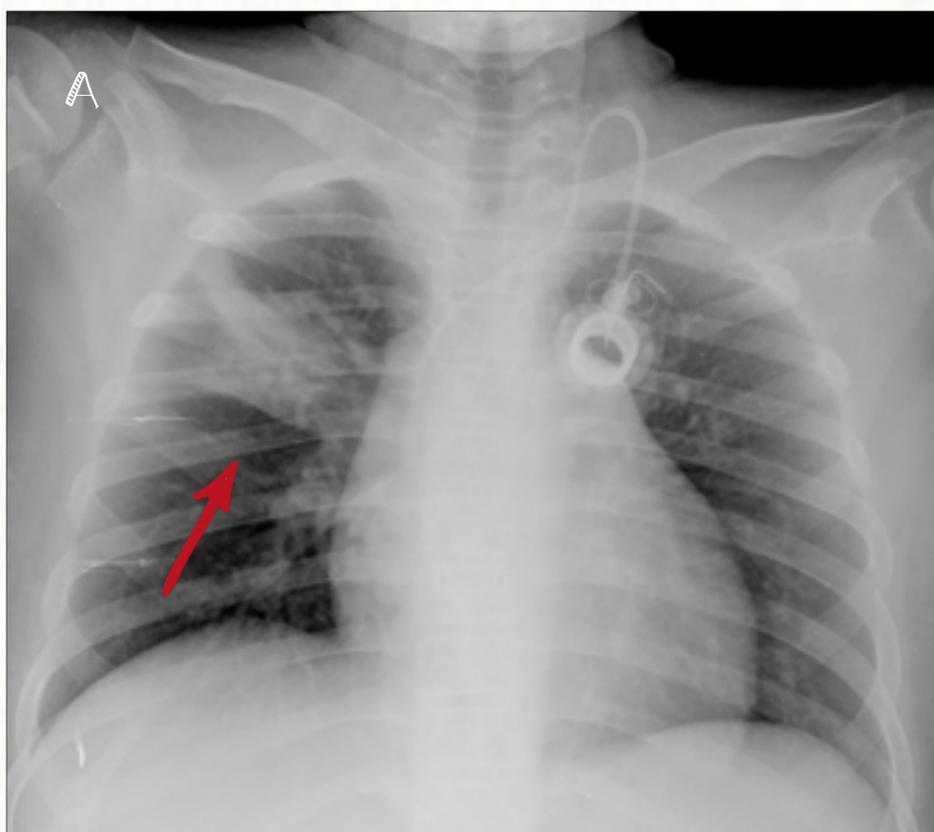
- Son los agentes etiológicos que se aislan con mayor frecuencia en los niños con neutropenia febril
- La mayoría son gram + (*S. aureus*), pero también debemos pensar en otros gérmenes como los gram - (*pseudomonas*, *enterobacterias*...)

Hallazgos en imagen inespecíficos



- Consolidación alveolar con broncograma aéreo
- Bronconeumonía (nódulos parcheados con distribución centrilobulillar que se correlaciona con la diseminación endobronquial)

Niño de 9 años con LLA-B recaída post-TPH.  
Neutropenia febril, con tos y expectoración



A) Proyección PA de Rx de tórax: aumento de densidad con broncograma aéreo en LSD compatible con proceso neumónico (flecha). B-C) Corte coronal de TC de tórax (B) consolidación neumónica en segmento posterior del LSD con broncograma (flecha) (C) Se identifica otra consolidación (flecha roja) en segmento posterobasal del LII, así como área focal de aumento de densidad con nodulillos centrilobulillares en LID (flecha amarilla). Hallazgos compatibles con proceso neumónico con diseminación broncogénica. El cultivo salió positivo a *S. aureus*.

# I. Complicaciones de origen infeccioso



2.

## INFECCIONES VÍRICAS

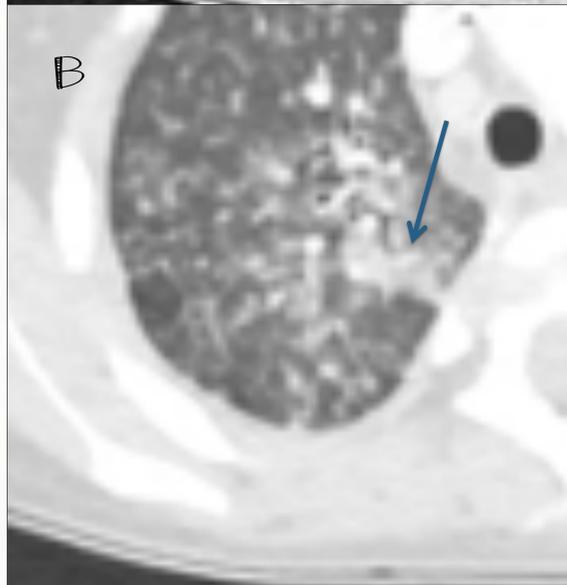
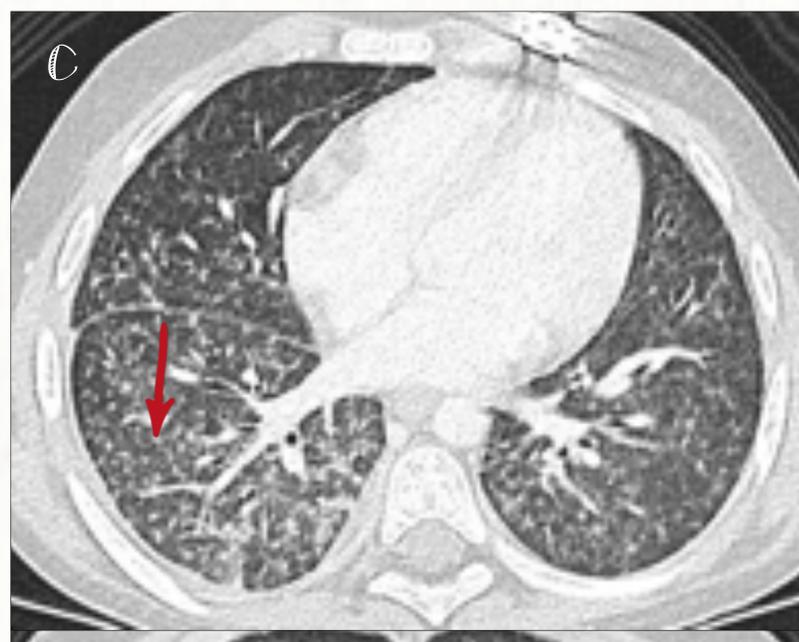
- Han cobrado gran importancia en los últimos años
- Sobre todo se producen en niños en remisión
- Y se encuentran con tanta frecuencia como las infecciones bacterianas durante la recaída

### PRUEBAS DE IMAGEN



- Vidrio deslustrado, patrón reticular
- Patrón en mosaico
- Atrapamiento aéreo
- Nódulos, Consolidación

Niño de 6 años con LLA en 2<sup>o</sup> recaída medular precoz. Síndrome febril persistente con ATB de amplio espectro. Cultivos negativos.



Cortes axiales de TC de tórax en ventana de parénquima (A-D). Patrón micronodular difuso con nódulos centroacinares (flecha roja). Área focal de mayor consolidación en segmento posterior del LSD (en B, flecha azul). Engrosamiento de los septos interlobulillares con predominio periférico (flecha amarilla). Se detecta en las pruebas microbiológicas un CMV.



# I. Complicaciones de origen infeccioso

3.

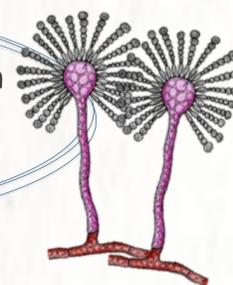
## INFECCIONES FÚNGICAS

>50% por *Apergillus*



- Los pacientes oncológicos son muy propensos a las infecciones fúngicas
- Aumenta el riesgo si la neutropenia se prolonga o baja de 100/mm
- Causa importante de morbi-mortalidad
- Sobre todo ocurre durante la QT altamente intensiva o tras trasplante de progenitores hematopoyéticos (TPH)

### Aspergilosis pulmonar invasiva



#### Aspergilosis pulmonar angioinvasiva

#### Aspergilosis invasiva de las vías respiratorias

### PRUEBAS DE IMAGEN

A pesar de las limitaciones la TC tiene un papel importante en la evolución y pronóstico



#### Hallazgos característicos no patognomónicos

#### Otras manifestaciones:

- Nódulos con halo
- Signo de la media luna
- Cavitación

- Consolidación,
- Nódulos centrilobulillares,
- Vidrio deslustrado



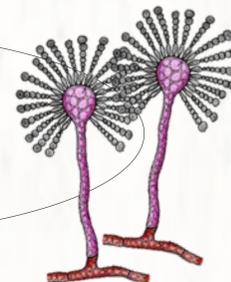
# I. Complicaciones de origen infeccioso

3.

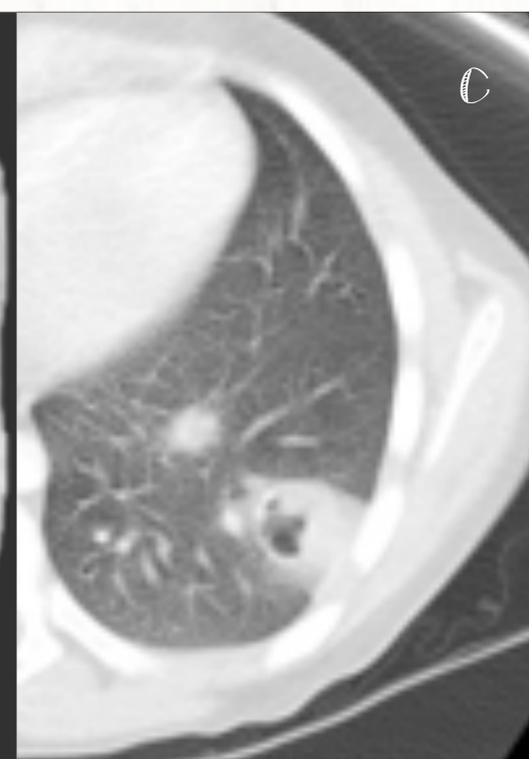
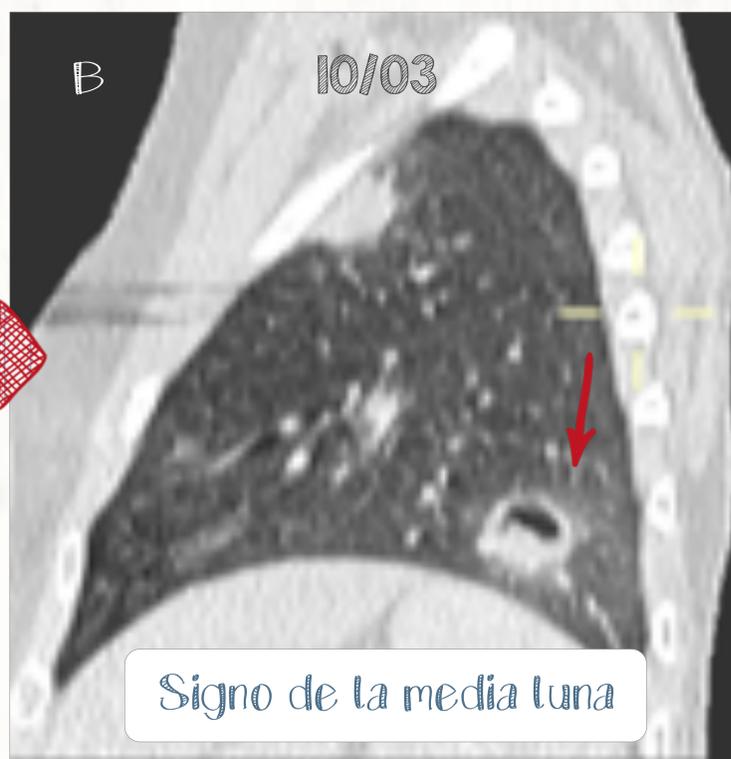
## INFECCIONES FÚNGICAS



>50% por  
Aspergillus



Niña de 10 años con LLA no remitida. Sd. febril de 6 días de evolución con pancitopenia severa por QT



A) Corte axial de TC de tórax en ventana de parénquima en el que se identifica nódulo en LSD rodeado de halo de vidrio deslustrado ("signo del halo") (flecha), que representan la trombosis, infarto hemorrágico y la hemorragia intraalveolar que provocan la invasión fúngica de los vasos sanguíneos pulmonares. B) y C) TC de tórax de la misma paciente realizado a los 14 días, se identifica una disminución de tamaño de las lesiones nodulares, resolución del halo de vidrio deslustrado y aparición de área radioluciente en el interior ("signo de la semiluna o del aire creciente") (flecha). Representa la retracción del pulmón necrótico y aparece a las 2-3 semanas del inicio de la infección. Finalmente las lesiones pueden cavitarse durante la fase de recuperación.

### Enfermedad refractaria

- Falta de desarrollo de cavitación
- Ausencia de disminución en el número o tamaño de las lesiones después de 2 semanas de tratamiento

### Recaída o Reinfeción

- Reaparición del signo del halo
- Nuevas lesiones tras 2 semanas
- Aumento del grosor de la pared de la cavidad



### Otras manifestaciones

TC de tórax (A-B) de pacientes oncológicos con infección pulmonar por Aspergillus, que presentan como hallazgos consolidación en LSI (A) y áreas de vidrio deslustrado (B), hallazgos más inespecíficos y menos característicos de infección fúngica pulmonar



## 2. Complicaciones derivadas de la propia enfermedad neoplásica

### Definición



Complicaciones que de forma directa o indirecta provoca la enfermedad neoplásica que padece el niño en el pulmón

### Afectación Primaria



La propia enfermedad neoplásica tiene origen o manifestación primaria pulmonar



- Neoplasias pulmonares
- Neoplasias hematológicas

### Afectación Secundaria



El tórax se encuentra involucrado de forma secundaria



- Síndromes compresivos (SVCS...)
- TEP
- HTP
- Derrame pleural
- Metástasis

## 2. Complicaciones derivadas de la propia enfermedad neoplásica

1.

### NEOPLASIAS PULMONARES



Entidades muy RARAS

- Forma de presentación inespecíficas, muchos cursan de forma asintomática
- Tos, disnea y sibilancia son los síntomas más frecuentes
- Otras manifestaciones pueden ser secundarias a la enfermedad metastásica (dolor óseo, pérdida de peso...)
- Amplia variedad histológica

### PRUEBAS DE IMAGEN

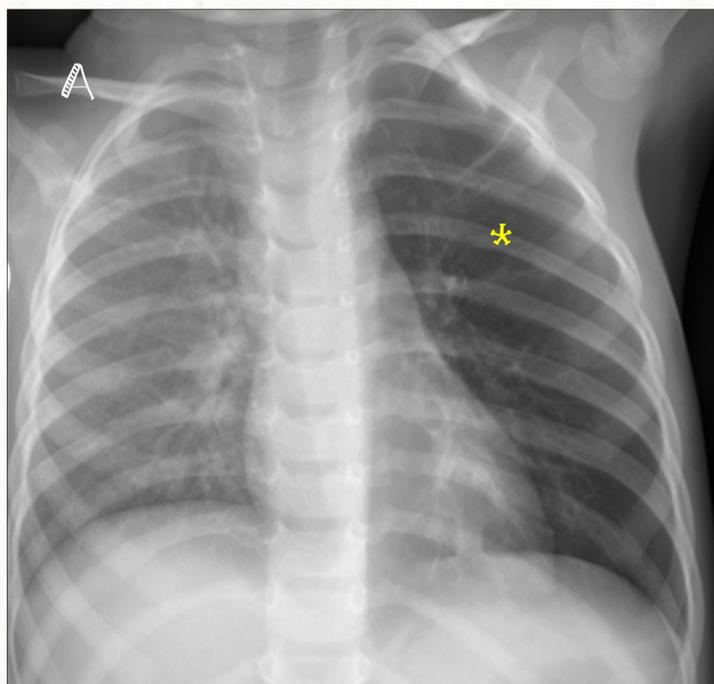
80% localización central



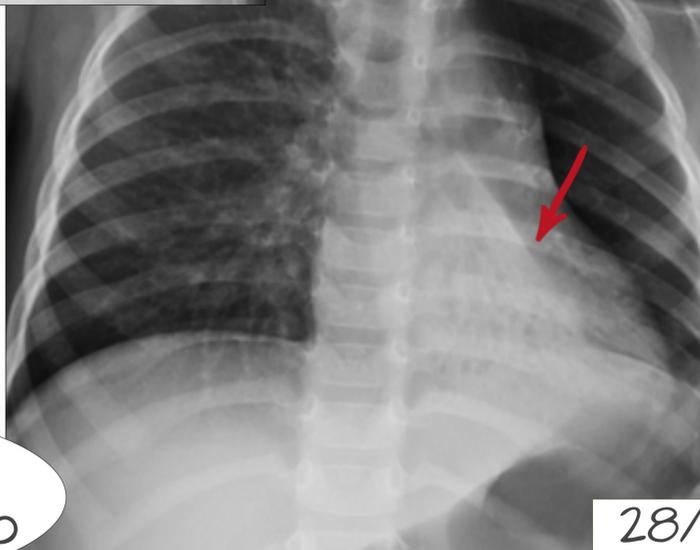
- Inespecíficos
- Atelectasia
- Neumonitis obstructiva
- Masa central/periférica

Debemos sospecharlo cuando la atelectasia/consolidación no sigue el curso clínico y radiológico esperado a pesar de un tratamiento adecuado

Niña de 2 años con tos y mocos de 1 mes de evolución con febrícula en los últimos días

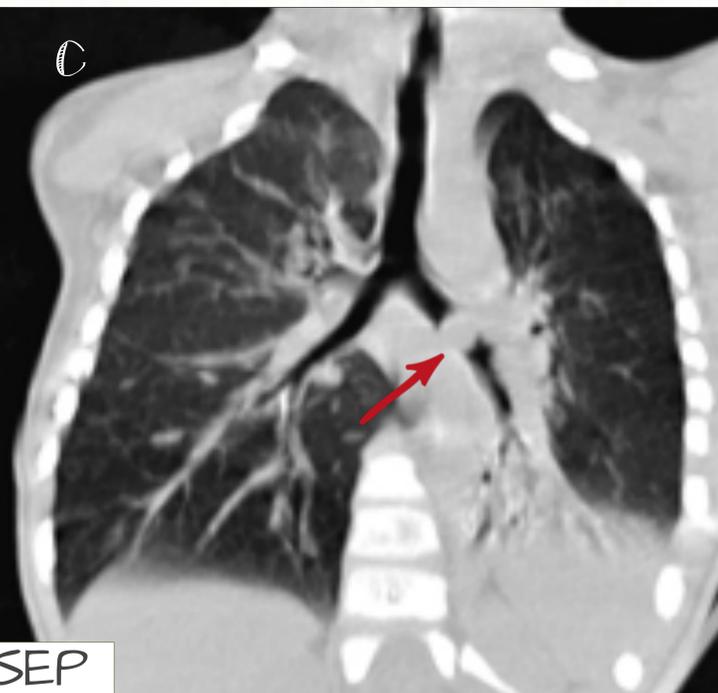


20/JUN



B

28/SEP



C

Tumor miofibroblástico

A) Rx de tórax AP, asimetría de densidad con hiperclaridad en el izquierdo (\*) por probable atrapamiento aéreo que junto con engrosamiento perinbronquial bilateral y la clínica es sugestivo de proceso infeccioso. La evolución no es la esperada con persistencia de la clínica. En nuevo control con Rx de tórax (B) se aprecian aumento de densidad retrocardíaco izquierdo con pérdida de volumen secundario a atelectasia así como hiperclaridad en el resto del hemitórax. En TC de tórax (C), se identifica imagen nodular isodensa en el interior del bronquio principal izquierdo que correspondía un tumor endobronquial

## 2. Complicaciones derivadas de la propia enfermedad neoplásica

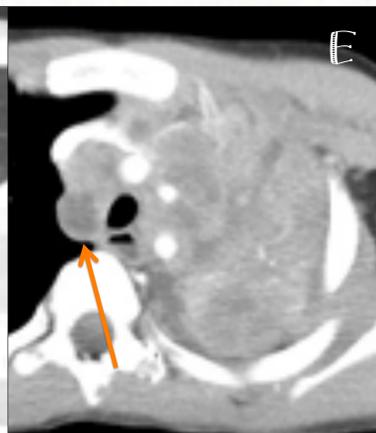
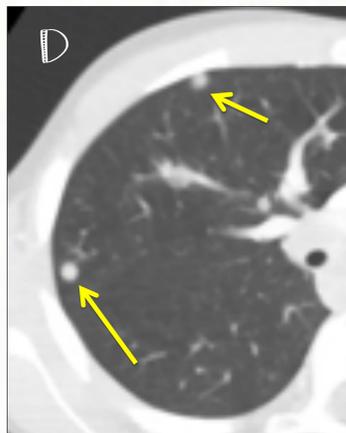
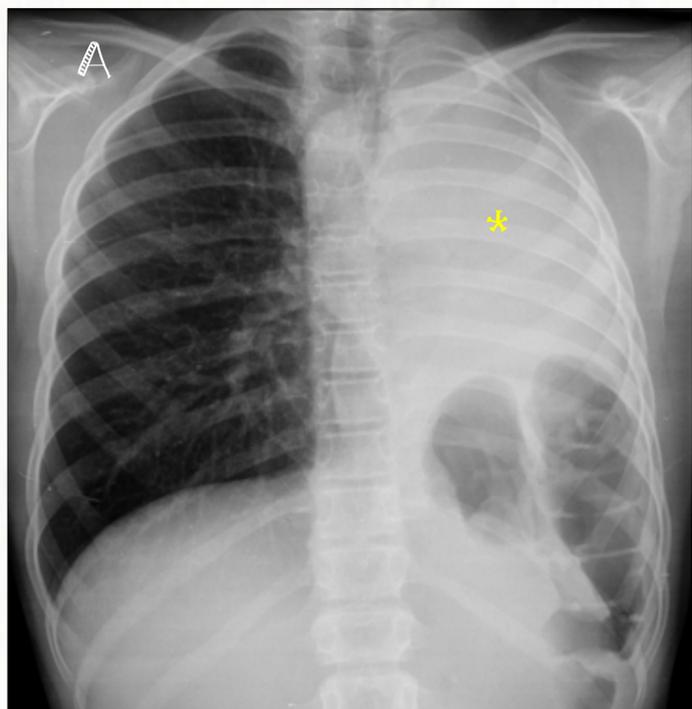
I.

### NEOPLASIAS PULMONARES

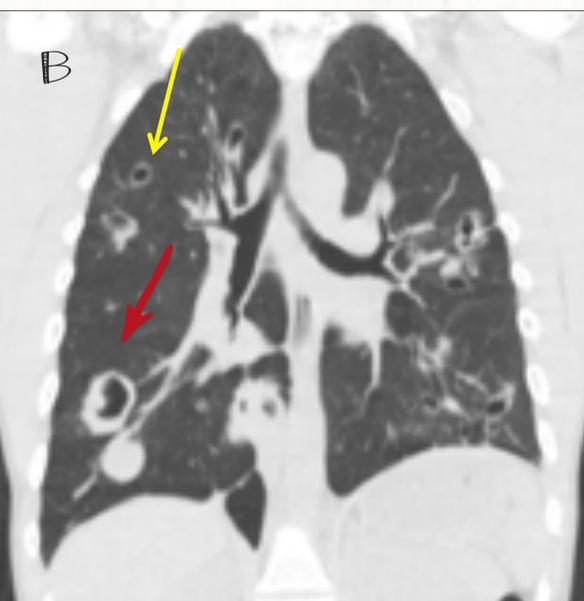
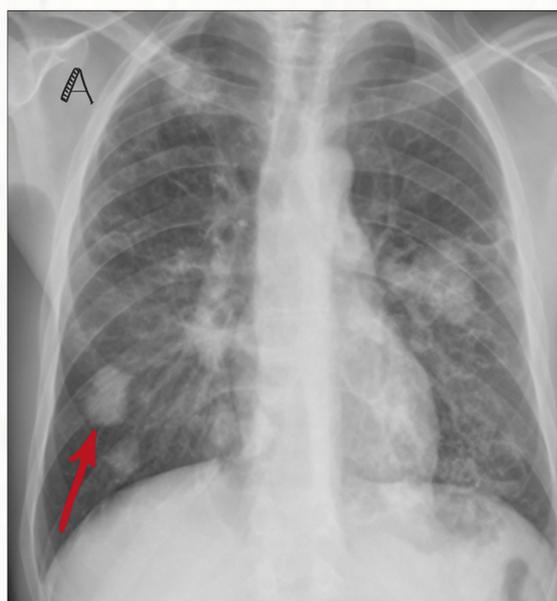


Entidades muy RARAS

Niño de 13 años con clínica desde hace 6 meses de dolor hombro izquierdo y espalda con pérdida de peso 6-7 kg



A) Radiografía de tórax PA. Pulmón blanco izquierdo (\*) con signos de pérdida de volumen, elevación del hemidiafragma, desplazamiento de la tráquea hacia la izquierda e hiperinsuflación compensatoria del hemitórax derecho. B-E) TC de tórax en la que se identifica masa que ocupa la casi totalidad del hemitórax izquierdo (\*) que provoca obstrucción del bronquio izquierdo (flecha roja) con colapso pulmonar y afilamiento de la arteria pulmonar izquierda (flecha azul), adenopatías mediastínicas (flecha naranja) y metástasis en el pulmón contralateral (flecha amarilla)



Papilomatosis respiratoria recurrente



- Crecimiento de papilomas en el interior de la vía aérea
- Infección por HPV
- Afonía, tos, estridor
- Infecciones recurrentes

A) Radiografía de tórax PA y TC de tórax en proyección coronal en ventana de parénquima se identifican múltiples lesiones nodulares de distribución difusa y bilateral (flecha roja), algunas de ellas cavitadas (flecha en B) que evolucionan a quistes (flecha amarilla).

## 2. Complicaciones derivadas de la propia enfermedad neoplásica

### 2. AFECTACIÓN SECUNDARIA

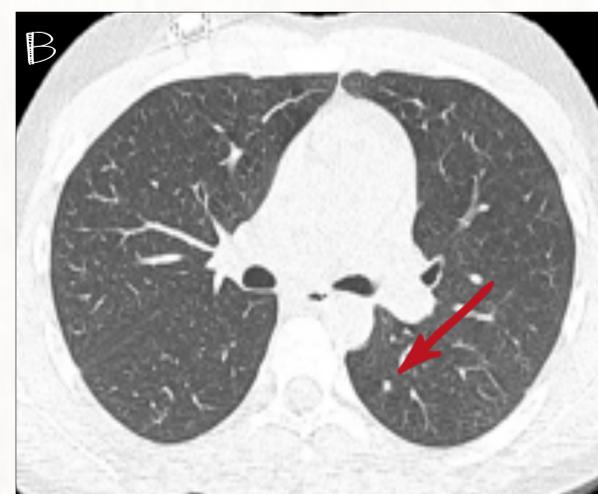
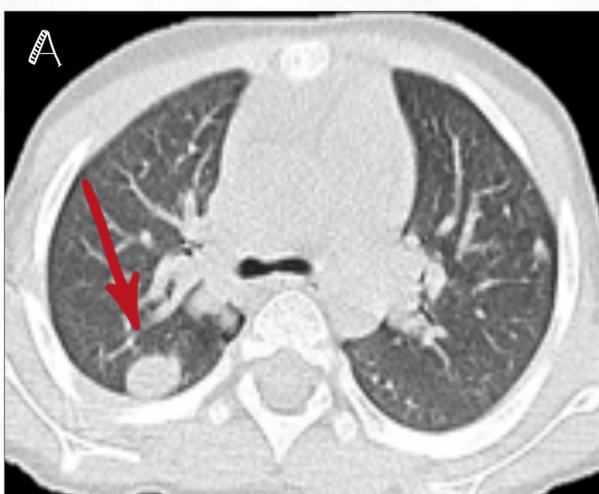
➔ El tórax se encuentra involucrado de forma secundaria

#### Metástasis

- Neoplasias pulmonares más frecuente en niños
- Diseminación hematógena sobre todo
- Osteosarcoma, T. Wilms, S. Ewing, hepatoblastoma..., son los tumores que metastatizan a pulmón con mayor frecuencia

#### PRUEBAS DE IMAGEN

- Nódulos bien definidos
- Únicos o múltiples
- Patrón reticular o miliar

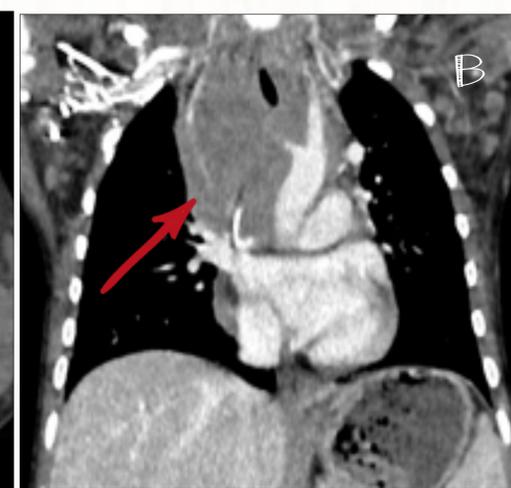
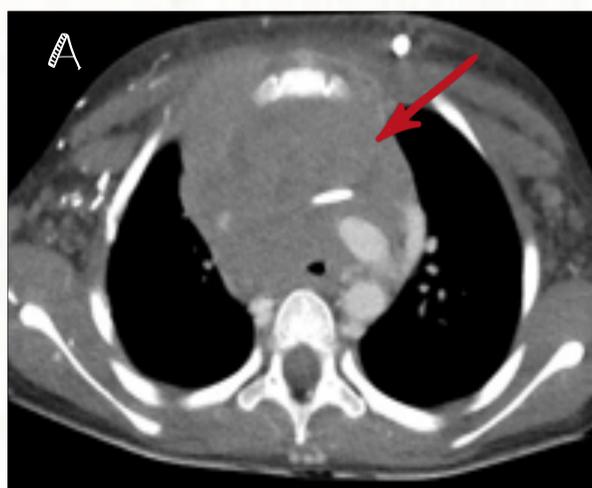


A-B) Ejemplos de metástasis pulmonares en TC de tórax, donde se identifica lesiones nodulares de diferentes tamaño, bien definidos, de localización sobre todo periférica (flechas).

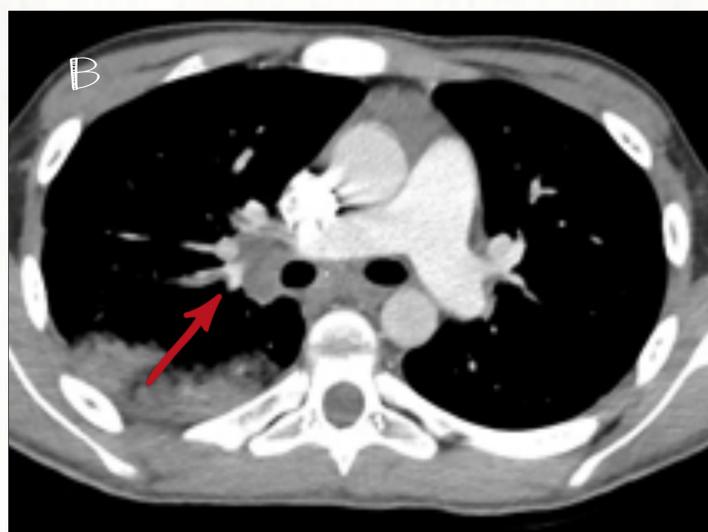
#### Otras complicaciones

#### Síndromes compresivos

#### Síndrome de Vena Cava Superior (SCVS)



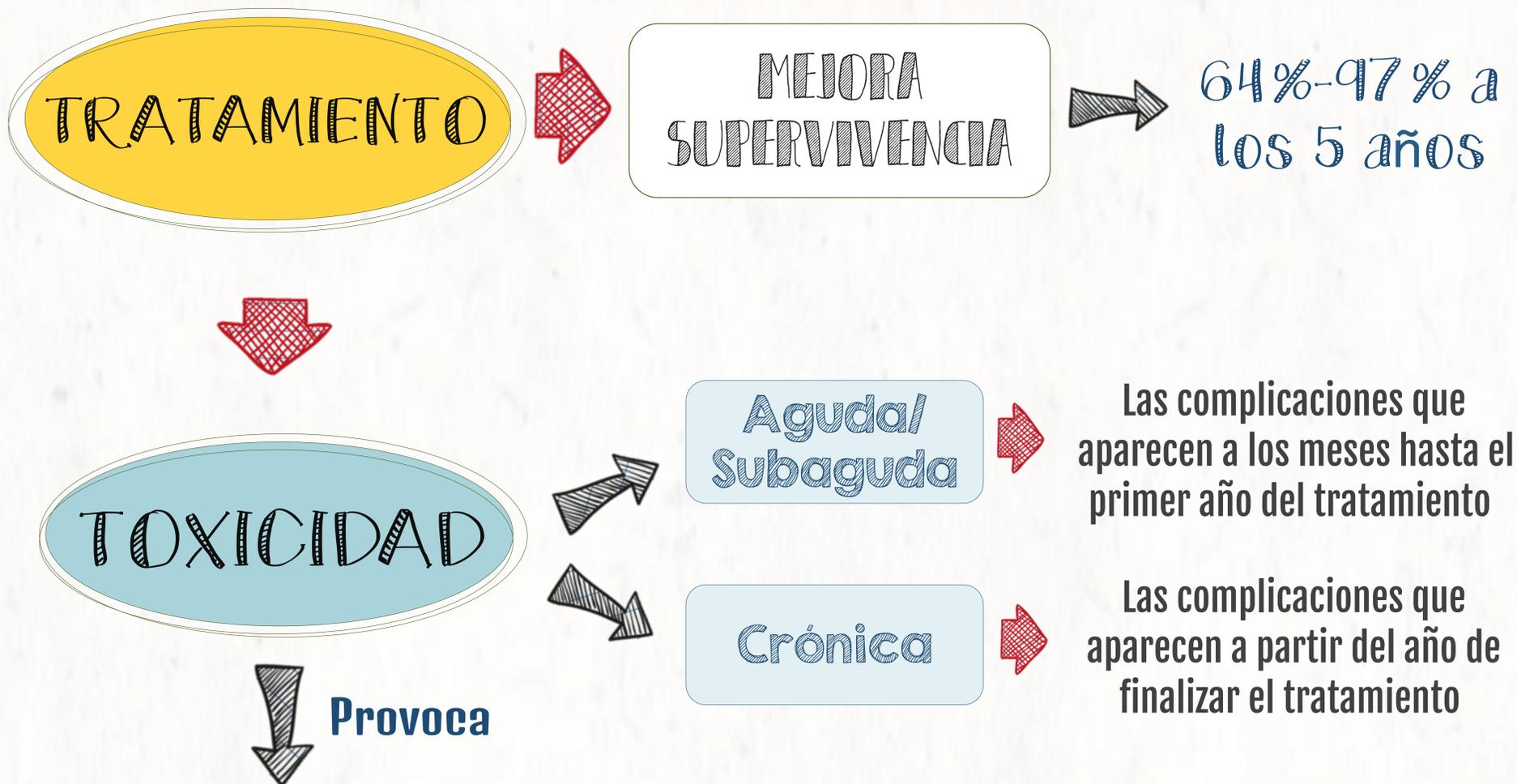
A-B) TC de tórax con contraste en plano axial (A) y coronal (B) de niño de 6 años con sospecha de trombosis de yugular, en las imágenes se identifica masa en mediastino anterosuperior secundaria a linfoma que engloba y comprime los vasos entre ellos la VCS



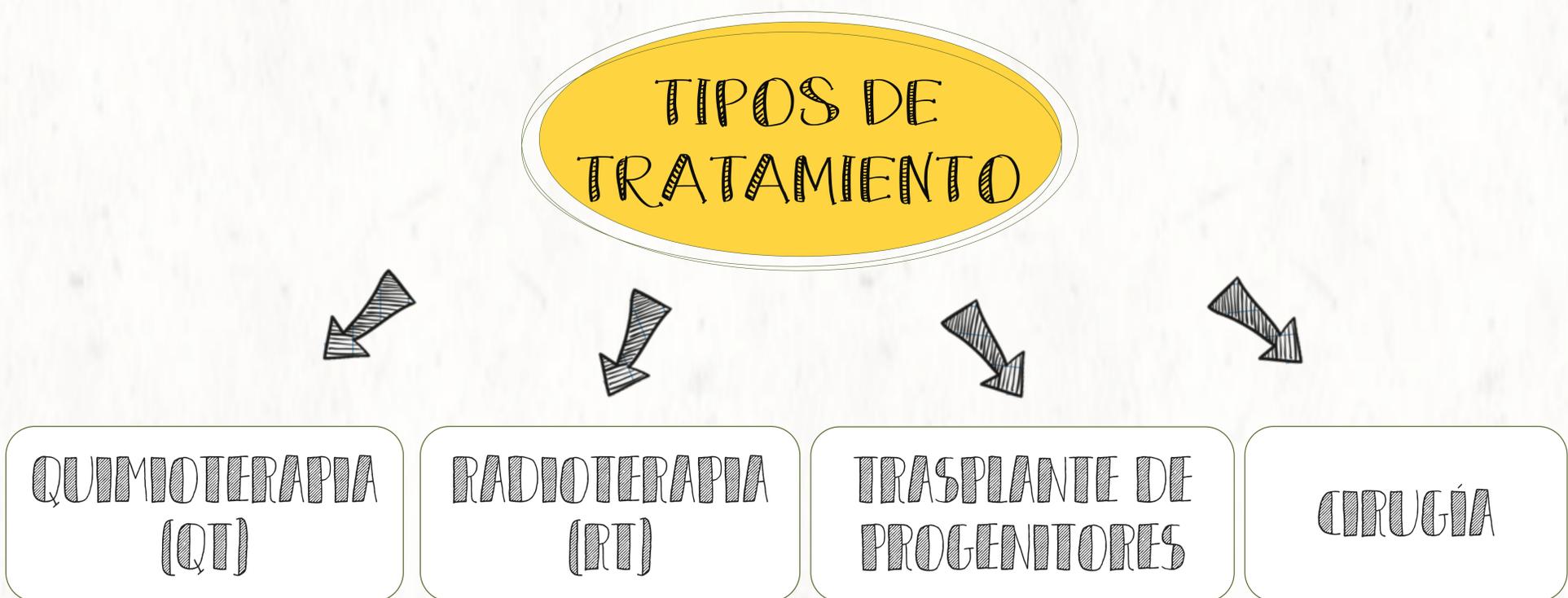
#### Tromboembolismo pulmonar (TEP)

A-B) TC de tórax con contraste en el plano axial donde se identifican defecto de repleción secundarios a tromboembolismo en las arterias pulmonares lobares (flechas)

# 3. Complicaciones secundarias al tratamiento



- Son responsables del 16% muertes en primeros 5 años
- Los superviviente tienen mayor riesgo de efectos adversos para la salud durante toda su vida



# 3. Complicaciones secundarias al tratamiento

## 1. QUIMIOTERAPIA



REACCIONES ADVERSAS SON:



- Acumulativas
- Idiosincrásicas
- Concomitantes

Pulmón es particularmente sensible a la QT y RT

La QT provoca

Immunodeficiencia



Infecciones

EFECTOS ADVERSOS



- Hipersensibilidad, Neumonía intersticial
- Daño alveolar difuso
- Neumonía organizada, Bronquiolitis obliterante
- Hemorragia alveolar, Edema pulmonar...

El diagnóstico requiere alto índice de sospecha ya que las manifestaciones son superponibles a otras causas

Niño de 13 años con Ca testicular y metástasis pulmonares al diagnóstico que está en tratamiento con QT (bleomicina)



Neumonía organizada



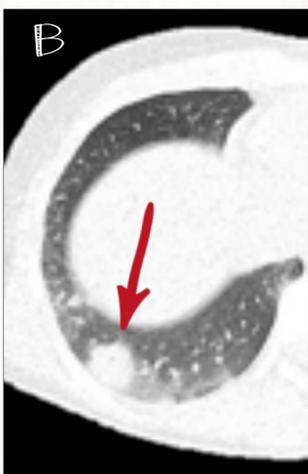
6/oct



9/nov



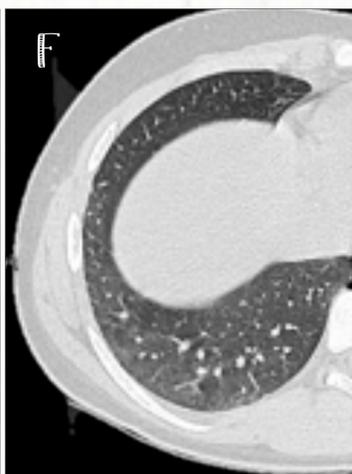
11/ene



6/oct



9/nov



11/ene

A-B) PET-TC de evaluación de fin de tratamiento. En el estudio se siguen identificando imágenes pseudonodulares (flecha) de diferente tamaño y localización periférica, hipermetabólicas, pero con características que podrían corresponde con proceso inflamatorio/infeccioso, aunque dado el antecedente de metástasis pulmonares se recomienda control. C-D) TC de tórax al mes para control, donde se aprecia como las lesiones descritas en PET-TC han modificado tanto su morfología como su patrón radiológico. Presentan un aumento de tamaño y número, persistiendo la localización subpleural. Se observa una opacidad en vidrio deslustrado central con halo consolidativo periférico en relación con signo del halo invertido o atolón (flecha). Hallazgos sugestivos de Neumonía Organizada, secundaria a la bleomicina. E-F) En TC de control tras retirada de la QT se aprecia una resolución de las lesiones, confirmando el diagnóstico.

### 3. Complicaciones secundarias al tratamiento

2.

RADIOTERAPIA



Pulmón es particularmente sensible a la QT y RT



INCIDENCIA Y GRAVEDAD

Depende de



- Volumen irradiado
- Dosis total
- Calidad de la radiación

Provoca

EFFECTOS ADVERSOS



- Neumonitis
- Fibrosis
- Deformidad de la caja torácica

La planificación del tratamiento moderno ha disminuido significativamente el riesgo de neumonitis por radiación



Niña de 15 años con infecciones respiratorias de repetición y antecedente de radioterapia (RT)

A-D) TC de tórax en ventana de parénquima, cortes axiales (A-B), coronal (C) y sagital (D). Se identifica a grupamiento broncovascular en segmentos anteriores del LSI con pérdida de volumen, todo ello secundario a secuelas posRT.

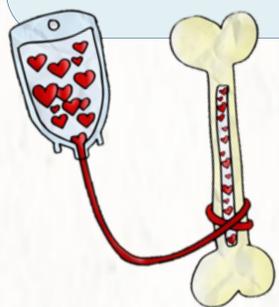


# 3. Complicaciones secundarias al tratamiento

3.

## TRASPLANTE PROGENITORES HEMATOPOYÉTICOS (TPH)

La finalidad es restaurar la competencia hematológica e inmunológica tras QT y RT



> Asociado a efectos adversos

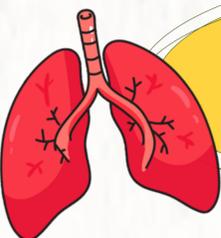
### Tipos de TPH

Alogénico

- Genéticamente distinto
- Compatibles HLA

Autólogo

Procede del mismo paciente



### EFECTOS ADVERSOS

Ocurre en 40-60% de los pacientes tras TPH

Algunas son similares a las provocadas por la QT y RT

### MANIFESTACIONES

Disfunción pulmonar asintomática

Puede ir de...

Enfermedad devastadora

### Factores de riesgo

- Enfermedad avanzada
- Infección pulmonar concomitante
- TPH alogénico
- CMV
- QT, RT...



# 3. Complicaciones secundarias al tratamiento

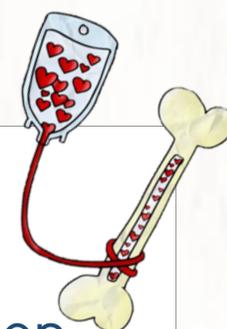
3.

TPH



COMPLICACIONES PULMONARES

- Son de etiología muy variada
- Pueden ser infecciosas y no infecciosa
- La frecuencia de unas u otras varía según la fase del TPH, en base al estado inmunológico y la toxicidad del tratamiento



## Periodo Post-TPH

### Fase Neutropenia

15-30 d post-TPH



- Existe alta susceptibilidad a infecciones. Además se incluyen otras entidades no infecciosas
- Algunas son similares a las provocadas por la QT y RT



**Infecciones:  
Hongos y Bacterias**

**Edema**

**Hemorragia  
alveolar difusa**

**Sd Implante**

**Toxicidad farmacológica**

### Fase Temprana

15-30 a 100 d post-TPH



- Dominada esta fase por infecciones víricas
- También pueden aparecer otras complicaciones como la neumonía intersticial idiopática, complicación que puede extenderse a fase tardía



**CMV, P. jirovecii**

**Síndrome neumonía idiopática**

### Fase Tardía

>100 d post-TPH



- Los niños ya tienen la función inmune casi normal y la neumonía es menos común
- Sobre todo se caracteriza por complicaciones como la enfermedad injerto contra huésped (EICH)



**EICH**

**Bronquiolitis Obliterante (BO)**

**Neumonía Organizada (NO)**

**OTROS:** Sd. linfoproliferativos postrasplante, Enf venooclusiva, Sd. escape aéreo...



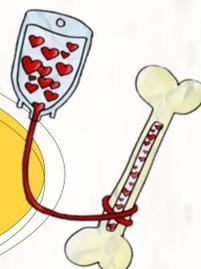
# 3. Complicaciones secundarias al tratamiento

3.

## TRASPLANTE PROGENITORES HEMATOPOYÉTICOS



## COMPLICACIONES PULMONARES



100 primeros días pos-TPH

### Precoces y Tempranas

En estas fases dentro de las complicaciones respiratorias más graves están:



Importante morbi-mortalidad

Incidencia 35-50%

### Neumopatía Intersticial

El origen puede ser..

### Infeccioso

### No Infeccioso

### Infección Respiratoria

### Infección por Aspergillus

### CMV

### Neumonía Intersticial Idiopática

### Otras complicaciones

### NO

### Hemorragia

### Edema pulmonar

Agente etiológico más importante



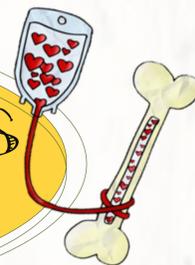
## 3. Complicaciones secundarias al tratamiento

3.

### TRASPLANTE PROGENITORES HEMATOPOYÉTICOS



### COMPLICACIONES PULMONARES



Precoces  
Tempranas

### Neumonía Intersticial Idiopática



- Lesión alveolar sin evidencia de causa infecciosa
- Daño en el parénquima, endotelio, epitelio vía aérea
- Disnea, hipoxemia, tos, fiebre

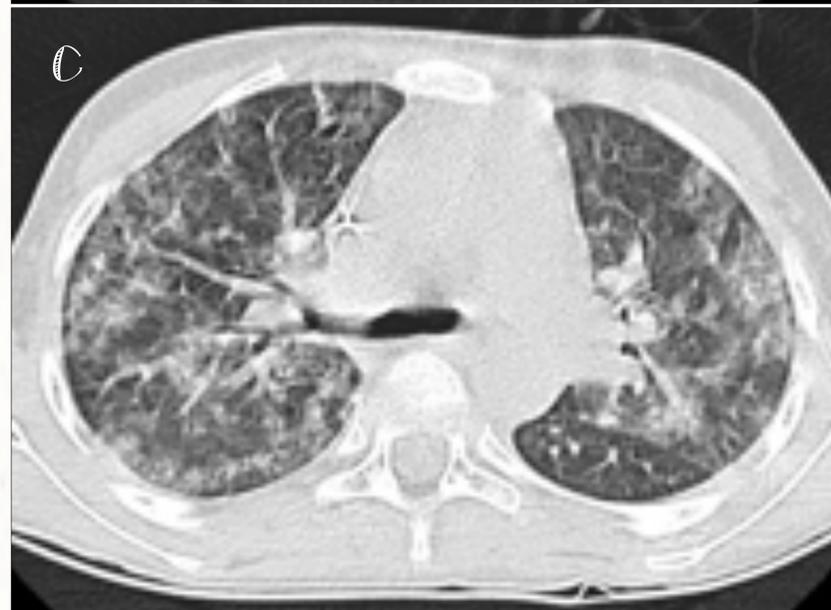
### RADIOLOGÍA

Inespecífica



- Engrosamiento septos
- Patrón intersticial difuso
- Vidrio deslustrado
- Nódulos

Niño de 8 años con LLA, día +20 postTPH, tos, disnea SatO2 80%



A) Radiografía de tórax con portátil donde se aprecia patrón alveolointersticial difuso y bilateral de predominio en el lado derecho. B-C) Cortes axiales de TC de tórax con afectación parenquimatosa bilateral y difusa, con áreas de vidrio deslustrado, engrosamiento de septos y áreas más consolidativas de localización periférica. Dado la clínica y antecedente de la paciente los hallazgos son sugestivos de neumonía intersticial.



# 3. Complicaciones secundarias al tratamiento

3.

## TRASPLANTE PROGENITORES HEMATOPOYÉTICOS

## COMPLICACIONES PULMONARES



### Tardías

Aparece a partir de los 3 meses pos-TPH

Puede cursar en forma de...

- Neumonía Intersticial
- Fibrosis Pulmonar
- Neumonía intersticial linfocítica (NIL)
- Bronquiolitis obliterante (BO)
- Neumonía organizada (NO)

### Complicación multisistémica

### EICH

### Aguda

### Crónica

### BO

### NO

- Aparece en los primeros 100 días
- Afecta sobre todo a la piel, hígado, Tracto gastrointestinal
- Menos frecuente afectación pulmonar

- Después de los 100 días
- No se observa posterior a los 3 años



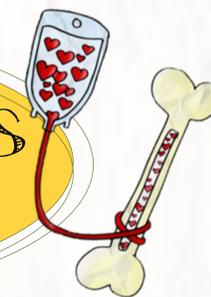
## 3. Complicaciones secundarias al tratamiento

3.

### TRASPLANTE PROGENITORES HEMATOPOYÉTICOS



### COMPLICACIONES PULMONARES



Tardías

### Bronquiolitis obliterante



- Forma de presentación más común
- Solo aparece en los aloTPH
- Tos, disnea y sibilancias
- Patrón obstructivo en las pruebas funcionales

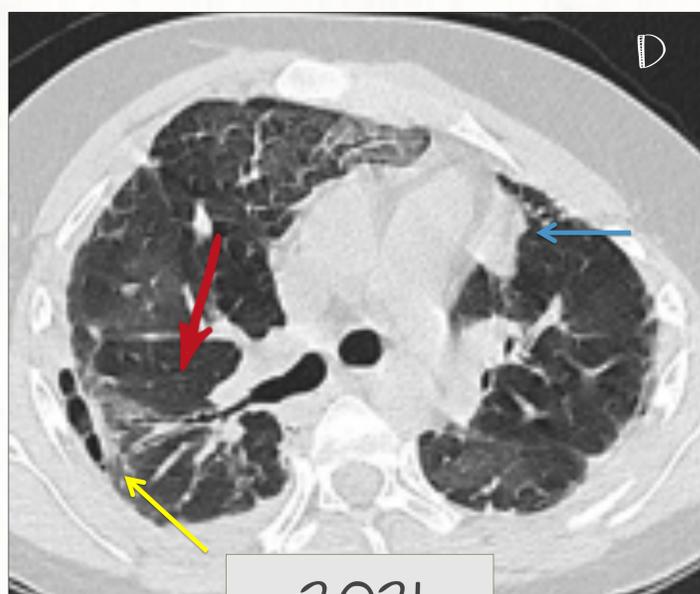
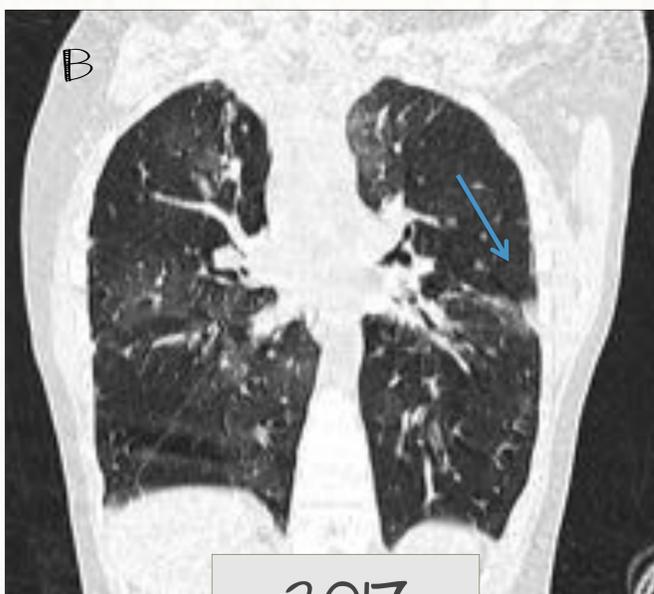
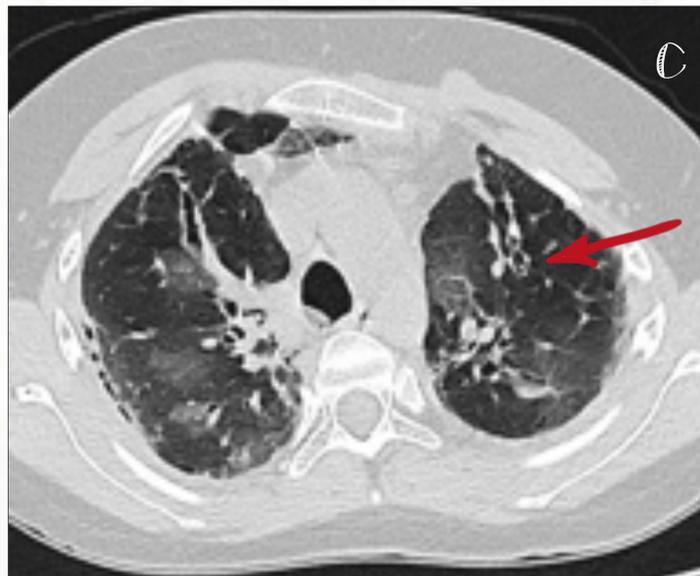
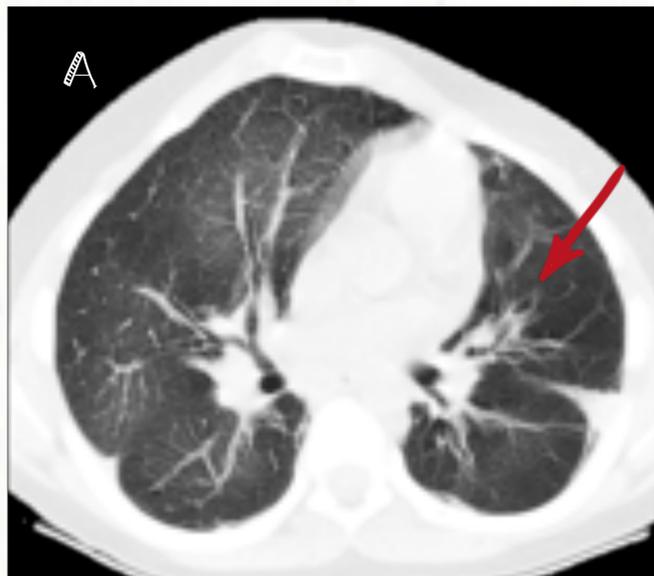
### RADIOLOGÍA

Traduce una afectación irreversible de la vía aérea



- Atrapamiento aéreo
- Patrón en mosaico
- Bronquiectasias

Niño de 11 años con Bronquiolitis obliterante secundario a TPH por un síndrome mielodisplásico.



2017

2021

A-B) TC de tórax axial (A) y coronal (B) Se identifica patrón en mosaico bilateral con alternancias de zonas hiperclaras por el atrapamiento aéreo y otras de mayor densidad, secundario a afectación de la vía aérea fina. Bronquiectasia cilíndrica en llingula (flecha roja) y engrosamiento de las cisuras (flecha azul). Se realiza nuevo TC por empeoramiento clínico, (C-D) cortes axiales en los que se observa una mayor afectación con progresión de las alteraciones. Existe una distorsión de la arquitectura pulmonar con bronquiectasias por tracción y engrosamiento de la pared bronquial (flecha roja), pérdida de volumen del hemitórax izquierdo, atelectasia subsegmentarias (flecha amarilla) engrosamiento y quistes subpleurales (flecha azul). Todo ello en relación con cambios fibróticos



# Conclusiones



- La patología pulmonar de los niños oncológicas es compleja por la heterogeneidad de las complicaciones y la falta de especificidad de los hallazgos.
- La gravedad de estas patologías hace necesario un diagnóstico y manejo precoz, por lo que el radiólogo debe estar familiarizado con los hallazgos en las pruebas de imagen.
- Es necesario el conocimiento de los datos clínicos, analíticos y evolución para intentar acotar nuestro diagnóstico diferencial.



# Bibliografía



- Bosque García( M, Elorz Lambarri J, Villar Álvarez M. Complicaciones respiratorias en el niño inmunodeprimido y en el niño oncológico. Protoc diagn ter pediatr. 2017;1:321-342. [www.aeped.es/protocolos/](http://www.aeped.es/protocolos/)
- Chavhan GB, Babyn PS, Nathan PC, Kaste SC. Imaging of acute and subacute toxicities of cancer therapy in children. *Pediatr Radiol* 2016 Jan;46(1):9-20
- Elbahlawan L, Moreno Galdo A, Ribeiro RC. Pulmonary Manifestations of Hematologic and Oncologic Diseases in Children. *Pediatr Clin North Am* 2021 Feb; 68(1): 61– 80.
- Erdur B, Yilmaz S, Oren H, Demircioglu F, Cakmakc H, Irken G. Evaluating Pulmonary Complications in Childhood Acute Leukemias. *J Pediatr Hematol Oncol* 2008;30:522– 526.
- Handa A, Nozaki T, Makidono A, Okabe T, Morita Y, Fujita K et al. Pediatric oncologic emergencies: Clinical and imaging review for pediatricians. *Pediatr Int* 2019 Feb; 61(2): 122–139
- Levine DS, Navarro OM, Chaudry G, Doyle JJ, Blaser SI. Imaging the Complications of Bone Marrow Transplantation in Children. *RadioGraphics* 2007; 27:307– 324
- Lichtenberger III JP, Col L, Biko DM, Carter BW, Pavo MA, Huppmann AR et al. Primary Lung Tumors in Children: Radiologic-Pathologic Correlation. *RadioGraphics* 2018; 38:2151– 2172.
- McCahon E. Lung tumours in children. *Paediatr Respir Rev* 2006 Sep;7(3):191– 196
- Meyer S, Reinhard H, Gottschling S, Nunold H, Graf N. Pulmonary dysfunction in pediatric oncology patients. *Pediatr Hematol Oncol* 2004 Mar;21(2):175– 195.
- Pickhardt PJ, Siegel MJ, Hayashi RJ, Kelly M. Posttransplantation Lymphoproliferative Disorder in Children: Clinical, Histopathologic, and Imaging Features. *Radiology* 2000; 217:16– 25
- Shelmerdine SC, Chavhan GB, Babyn PS, Nathan PC, Kaste SC. Imaging of late complications of cancer therapy in children. *Pediatr Radiol*. 2017 Mar;47(3):254-266.
- Shroff GS, Truong MT, Carter BW, Benveniste MF, Kanagal-Shamanna R, Chitra Viswanathan GR et al. Leukemic Involvement in the Thorax. *RadioGraphics* 2019; 39:44– 61
- Toma P, Bertaina A, Castagnola E, Colafati GS, D'Andrea ML, Finocchi A et al. Fungal infections of the lung in children. *Pediatr Radiol*. Diciembre de 2016; 46 (13): 1856-1865
- Voulgaridou a, Athanasiadou KI, Athanasiadou E, Roilides E, Papakonstantinou E. Pulmonary Infectious Complications in Children with Hematologic Malignancies and Chemotherapy-Induced Neutropenia. *Diseases* 2020 Aug 19;8(3):32.
- Westra SJ, Brody AS, Mahani MG, Guillerman RP, Hegde SV, Iyer RS et al. The incidental pulmonary nodule in a child Part 1: recommendations from the SPR Thoracic Imaging Committee regarding characterization, significance and follow-up. *Pediatr Radiol*. 2015 Apr;45(5):628-33