



Infecciones vertebrales

Técnicas de imagen y algoritmo diagnóstico



Silvia Cayón Somacarrera¹

María Cristina Iniesta González¹

José Acosta Batlle²

José Ignacio Gallego Rivera²

Elena María Ocón Alonso¹

1



Hospital Universitario
de La Princesa

2



Hospital Universitario
Ramón y Cajal



Objetivo docente

1. Ilustrar el espectro de imagen de las infecciones vertebrales y su relación con diferentes patógenos: piógenos, granulomatosos, parasitarios y fúngicos
2. Mostrar los hallazgos clave en RX, TC y RM, así como sus posibles simuladores
3. Mostrar el algoritmo diagnóstico que seguimos en nuestra práctica clínica

Revisión del tema

Prevalencia gradualmente aumentando en los últimos años debido a

- Aumento de los pacientes inmunodeprimidos
- Aumento de la instrumentación de la columna
- Movimientos poblaciones
- Aumento de la esperanza de vida

Presentación clínica generalmente insidiosa e inespecífica

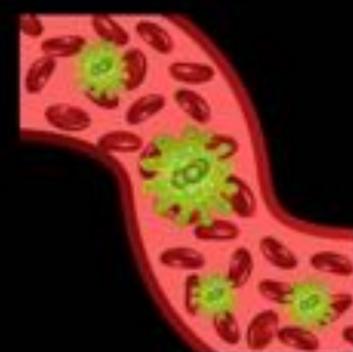
Localización

Lumbar (60%) > Dorsal (30%) > Cervical (10%)

Diseminación generalmente hematogena desde una infección a distancia, frecuentemente urinaria



Staphylococcus Aureus es el patógeno más común



Otras rutas de diseminación





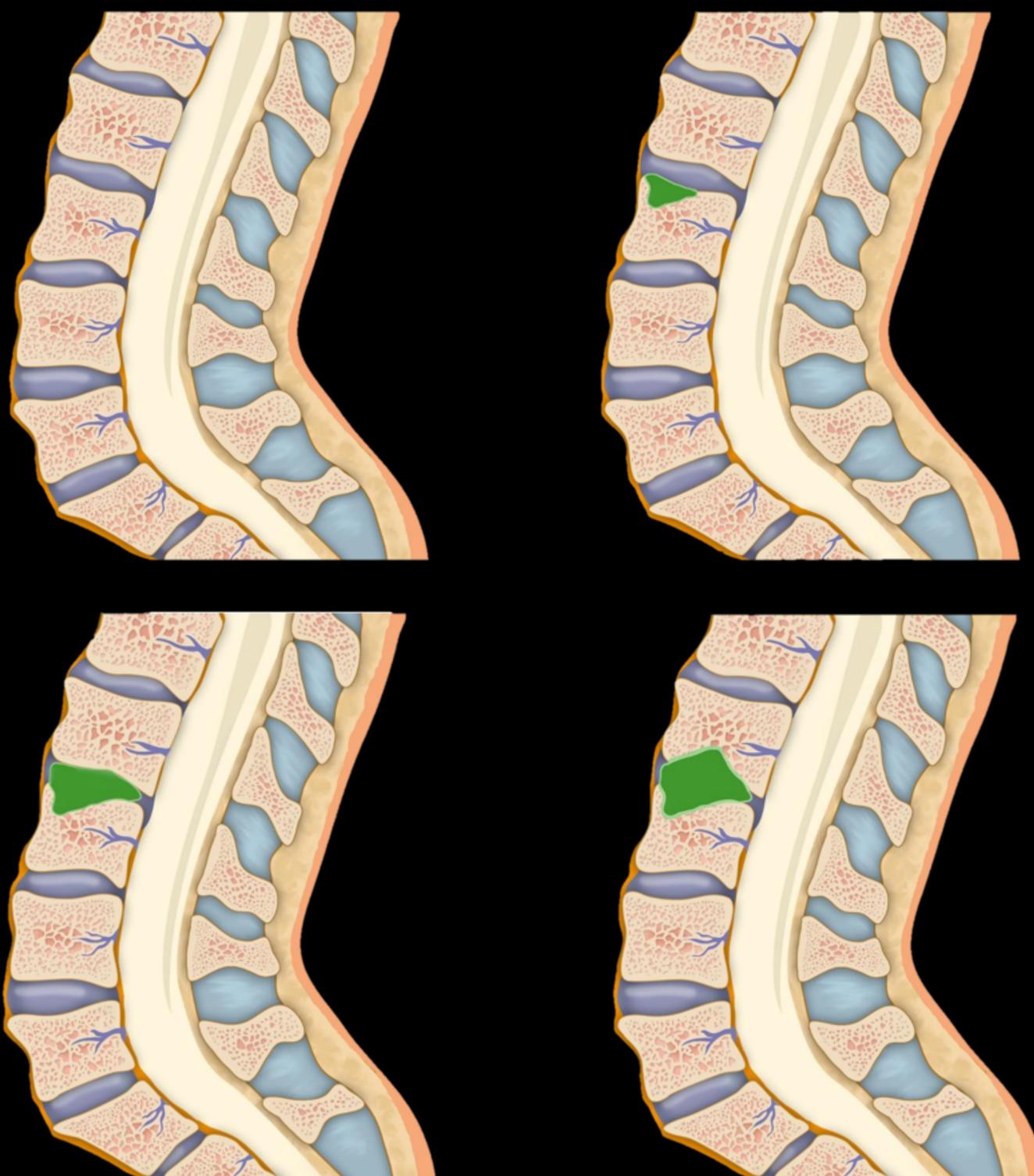
Revisión del tema

Teoría etiopatogénica

Espondilodiscitis piogénica

La teoría etiopatogénica más aceptada es la llegada de un émbolo séptico, generalmente en el margen anterior del platillo vertebral, donde produce microinfartos

Posteriormente el proceso se extiende a la médula ósea adyacente, dando lugar a la espondilitis, y luego al resto de la vértebra y al disco intervertebral. También es común la extensión a los espacios paraespinal y epidural





Revisión del tema

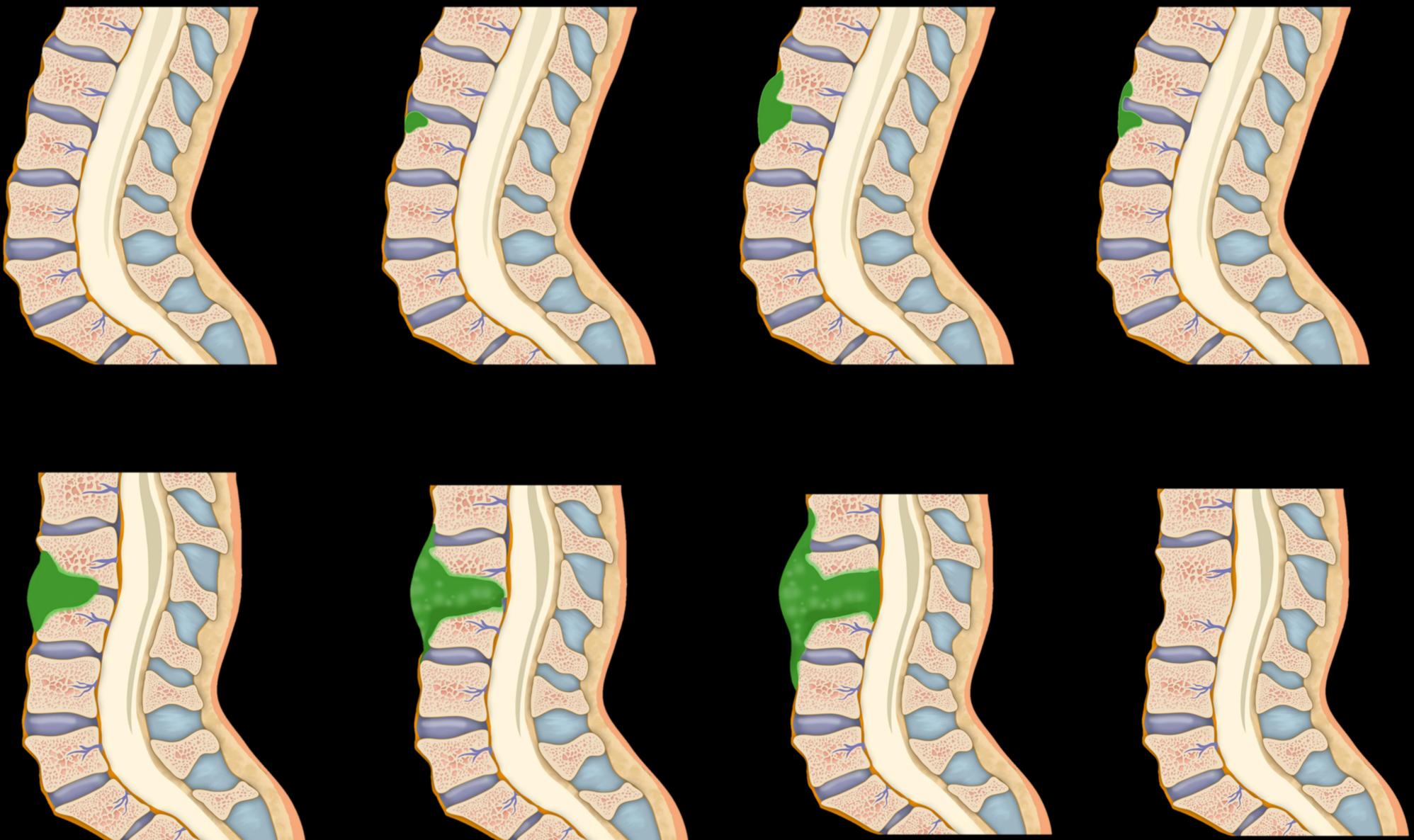
Teoría etiopatogénica

Espondilodiscitis no piogénica

Tuberculosis

Aunque su presentación más común es la de una espondilodiscitis típica, en muchos casos muestra rasgos atípicos.

Frecuentemente hay extensión subligamentaria que puede causar lesiones a distancia ("skipping lesions"). Es típico el desarrollo de una deformidad cifótica o giba (por destrucción vertebral anterior) y la existencia de grandes abscesos paravertebrales





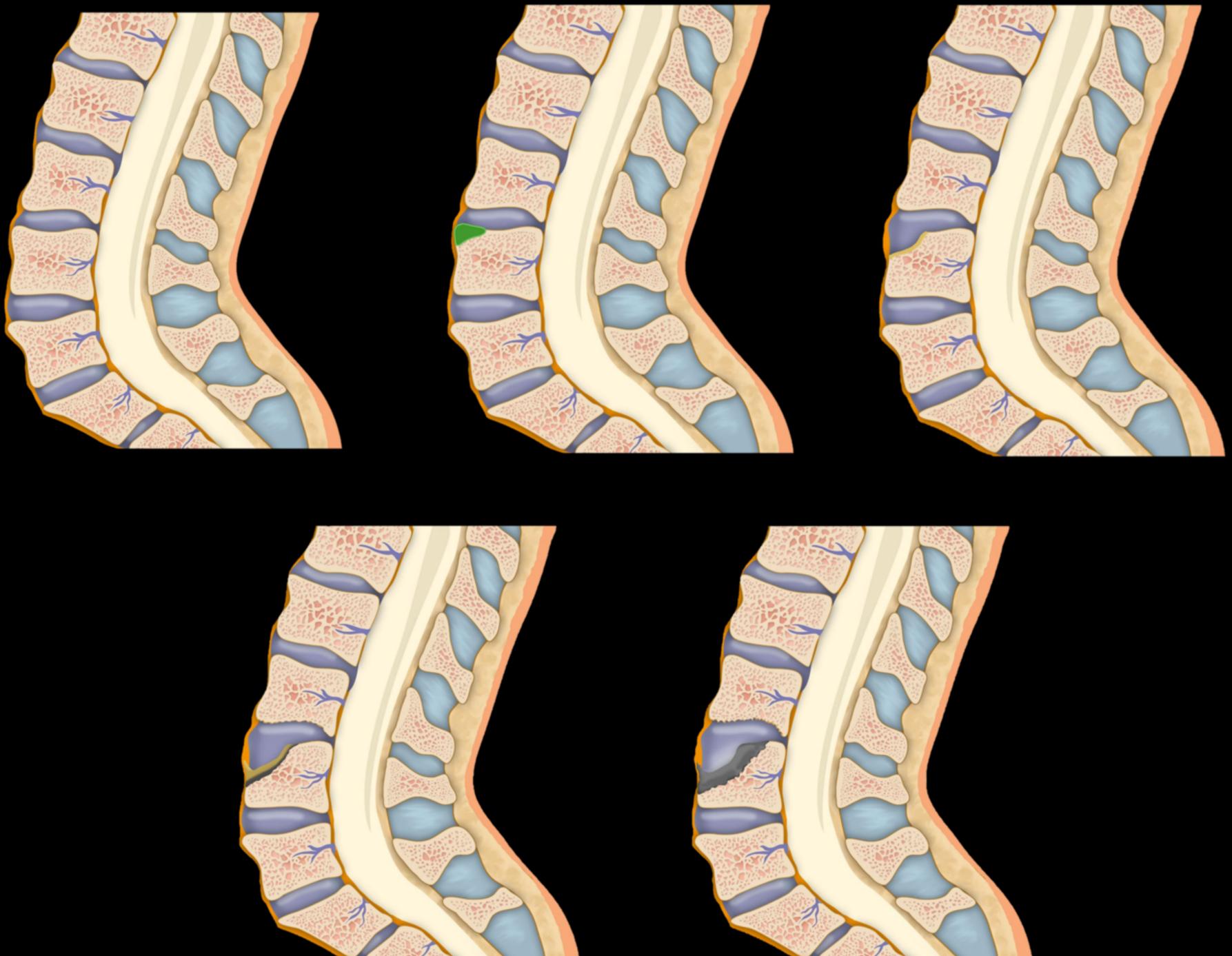
Revisión del tema

Teoría etiopatogénica

Espondilodiscitis no piogénica

Brucela

Aunque la destrucción ósea suele ser menor que en la espondilitis tuberculosa, las erosiones del ángulo superior o inferior del cuerpo vertebral son características de la brucelosis. Los cambios reparativos óseos tempranos también son un hallazgo típico. El colapso discal anterior o difuso focal es muy frecuente



Pruebas de imagen

Radiología simple

La radiografía es la primera modalidad de imagen obtenida en un paciente con dolor de espalda y sospecha clínica de infección de la columna

Las radiografías no son sensibles para la discitis-osteomielitis en las primeras etapas del curso de la enfermedad, pero a veces, cuando identificamos la enfermedad en una fase subaguda podemos identificar resultados positivos (se necesita al menos un 30 % de destrucción ósea)

A. Los signos radiológicos (flecha) que orientan el diagnóstico son:

- Disminución de la altura del disco
- Erosiones/destrucción del platillo vertebral

B. La presencia del "fenómeno de vacío" (flechas) descarta el diagnóstico de espondilodiscitis en la mayor parte de los casos



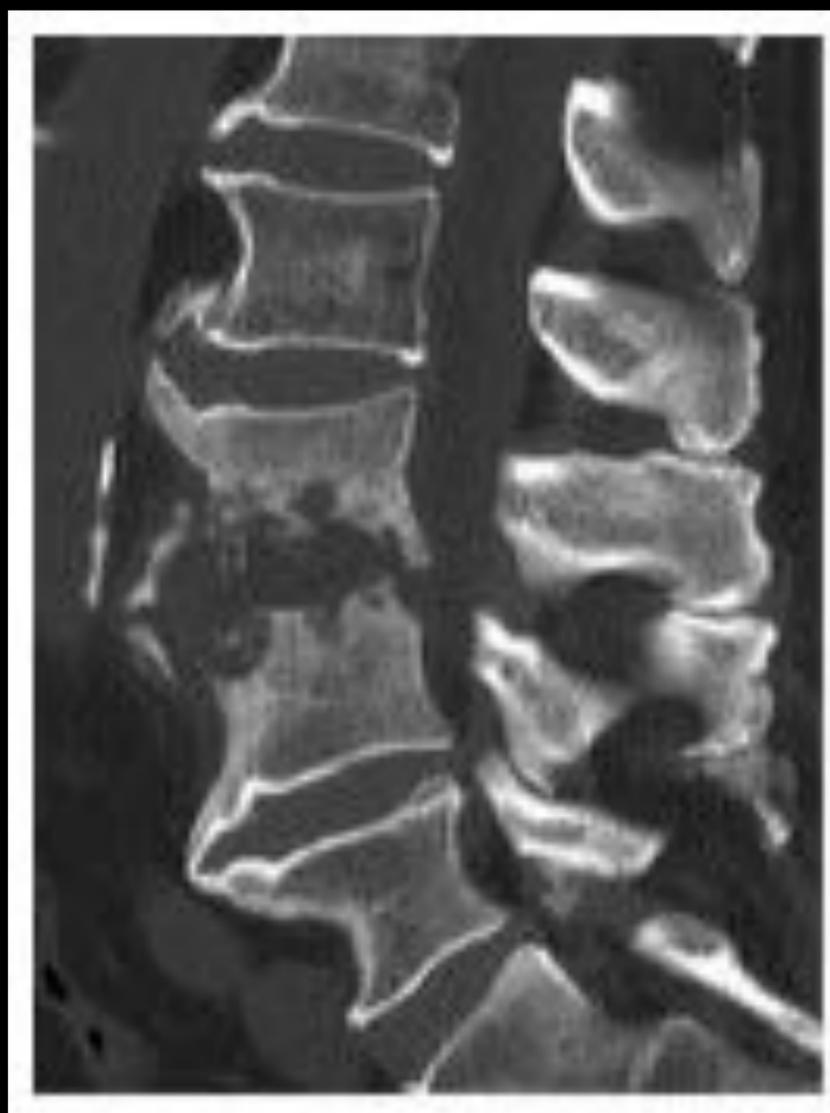


Pruebas de imagen

TC

La TC tiene su mayor potencial en la cuantificación del grado de destrucción vertebral. Además, permite la detección de colecciones paravertebrales y epidurales en estudios con contraste

Permite detectar el "fenómeno de vacío" lo que puede obviar la necesidad de una biopsia ya que es poco probable que este signo esté presente en una infección, excepto en casos muy tempranos, infecciones con bacterias formadoras de gas o debido a una fístula con el tracto gastrointestinal



La TC muestra con precisión cambios estructurales como erosiones/destrucciones corticales y disminución de la altura del disco

Pruebas de imagen

RM

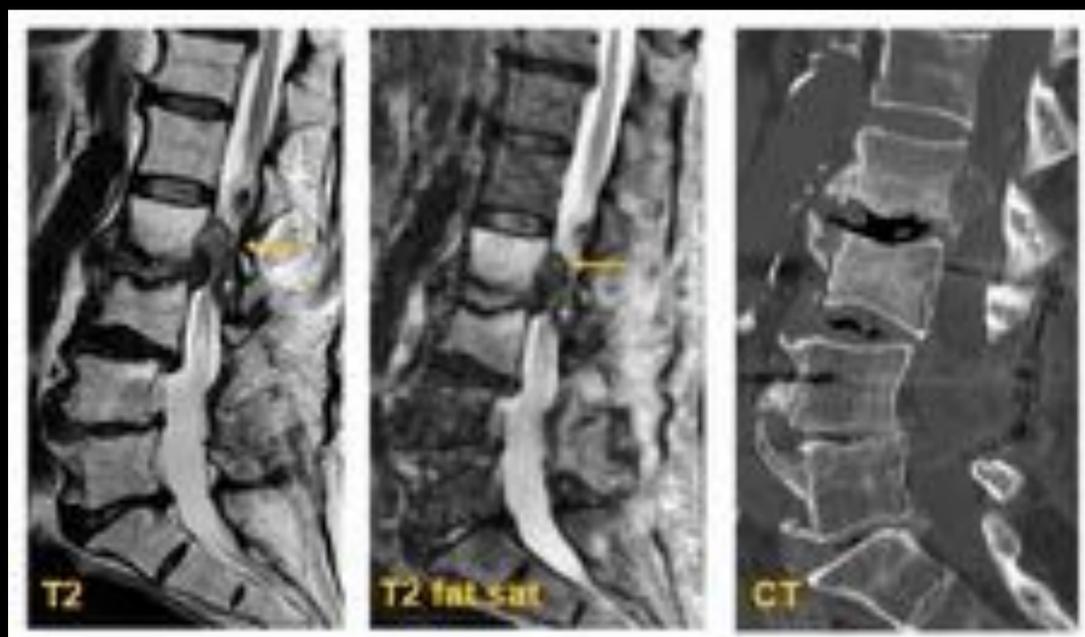
La RM se postula como la modalidad de imagen de elección en el diagnóstico de la infección de columna

Es especialmente útil en estadios precoces donde la radiografía o la TC pueden no mostrar alteraciones significativas. Es superior a la TC para evaluar el proceso inflamatorio vertebral y discal, así como la extensión perivertebral del proceso infeccioso

El protocolo de RM incluye secuencias ponderadas en T1, T2 con supresión de grasa o secuencias STIR y secuencias T1 con supresión de grasa post-gadolinio

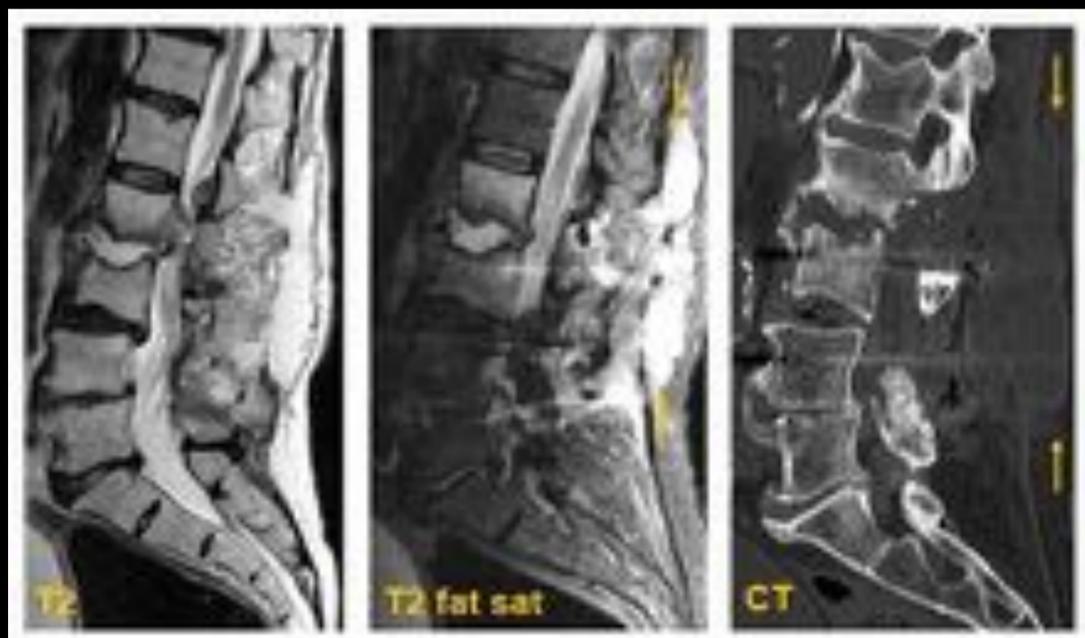
Ejemplo de hallazgos clave en CT y MR

Hernia discal extruida y migrada L2-L3 (flechas) con cambios Modic tipo 1 asociados. La TC muestra signo del vacío especialmente en L2-L3 relacionado con cambios degenerativos del disco



Mismo paciente. Acude posteriormente con sospecha de infección vertebral

La RM muestra señal de líquido en el disco intervertebral L2-L3 y una colección posterior (flechas). En la TC, el signo de vacío presente previamente en L2-L3 ha cambiado a densidad de tejido blando y además existen erosiones marginales en L2 y L3

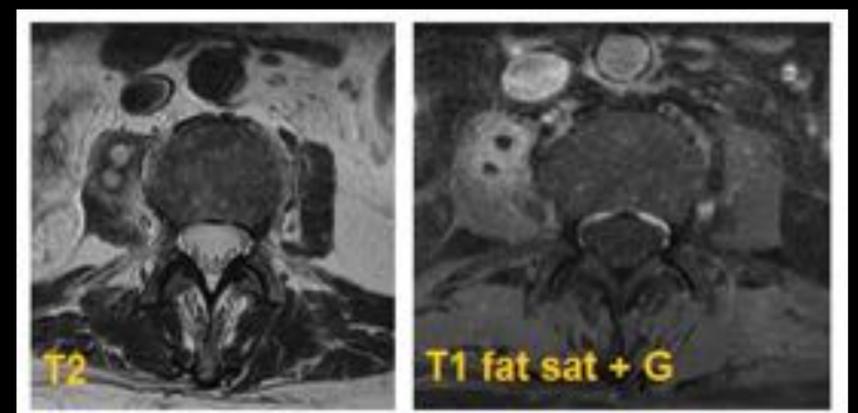
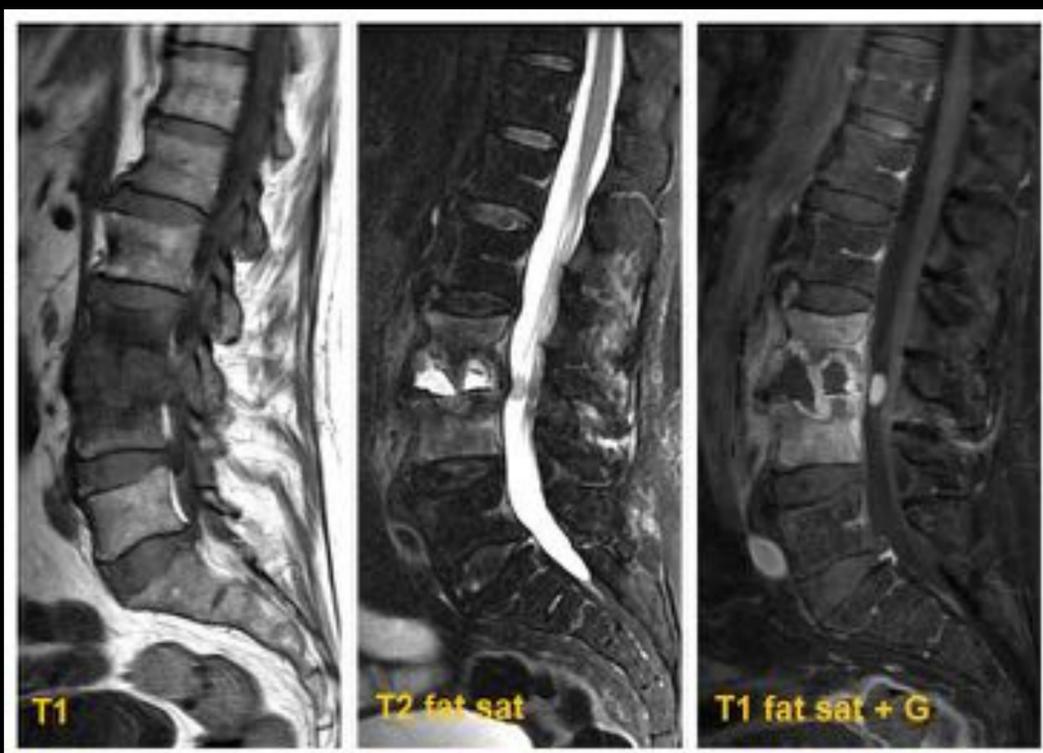




Diagnóstico

Espondilodiscitis piogénica

1. Edema de la médula ósea (hipointensidad T1, hiperintensidad T2 y realce de contraste), más marcado a lo largo de las placas terminales
2. Pérdida de altura del disco e hiperintensidad T2 o señal líquido con realce variable
3. Cambios flemonosos y/o abscesos en los espacios prevertebral, paraespinal y/o epidural



Afectación de dos cuerpos vertebrales y el disco intervertebral interpuesto

Edema de la médula ósea de los cuerpos vertebrales L3 y L4. El disco intervertebral muestra pérdida de altura e intensidad de señal líquido en T2 fat sat. En la secuencia T1 post-gadolinio se identifica realce de los cuerpos vertebrales (especialmente de los platillos), junto con dos abscesos en psoas derecho

Puede tener diferentes tipos de afectación:

- Cuerpo vertebral
- Cuerpo vertebral y disco intervertebral
- Cuerpos vertebrales y disco intervertebral interpuesto
- Cuerpos vertebrales sin afectación del disco intervertebral interpuesto



Diagnóstico

El diagnóstico se lleva a cabo gracias a la combinación de:
Clínica + Analítica + Pruebas de imagen +/- Biopsia

Espondilodiscitis no piogénica

Tuberculosis

Su presentación más frecuente es la de una espondilodiscitis típica. No obstante existen algunas características distintivas:

- **Cuerpo vertebral:** destrucción ósea, preferentemente de la parte anterior, produciendo una vértebra plana que provoca una deformidad cifótica o giba
- **Disco intervertebral:** se afecta menos frecuentemente. Esto podría deberse a la falta de enzimas proteolíticas
- **Abscesos:** si están presentes, suelen ser más grandes que en las infecciones piógenas típicas y pueden tener calcificaciones que se visualizan mejor en la TC

Puede existir extensión subligamentaria por debajo del ligamento longitudinal anterior, dando lugar a lesiones a distancia ("skipping lesions")





Diagnóstico

El diagnóstico se lleva a cabo gracias a la combinación de:
Clínica + Analítica + Pruebas de imagen +/- Biopsia

Espondilodiscitis no piogénica

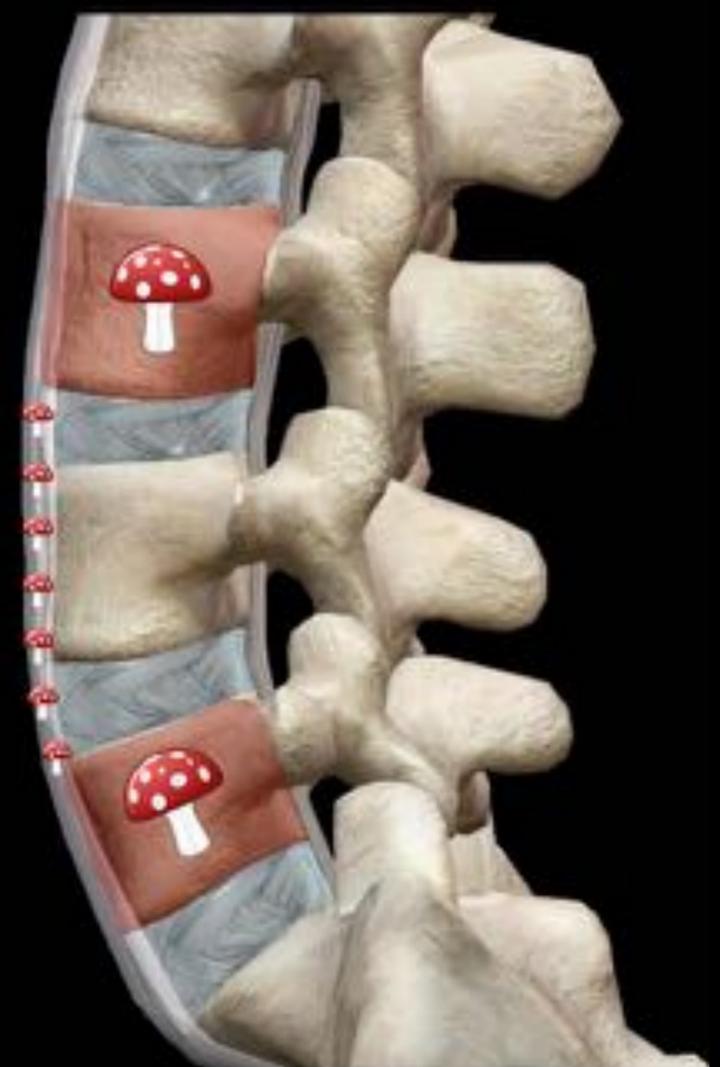
Hongos

Es una infección vertebral infrecuente. Suele ocurrir en pacientes inmunodeprimidos por diseminación hematogena de una infección a distancia. Los hongos más frecuentes son la candida y el aspergillus

Algunas de sus características distintivas son las siguientes:

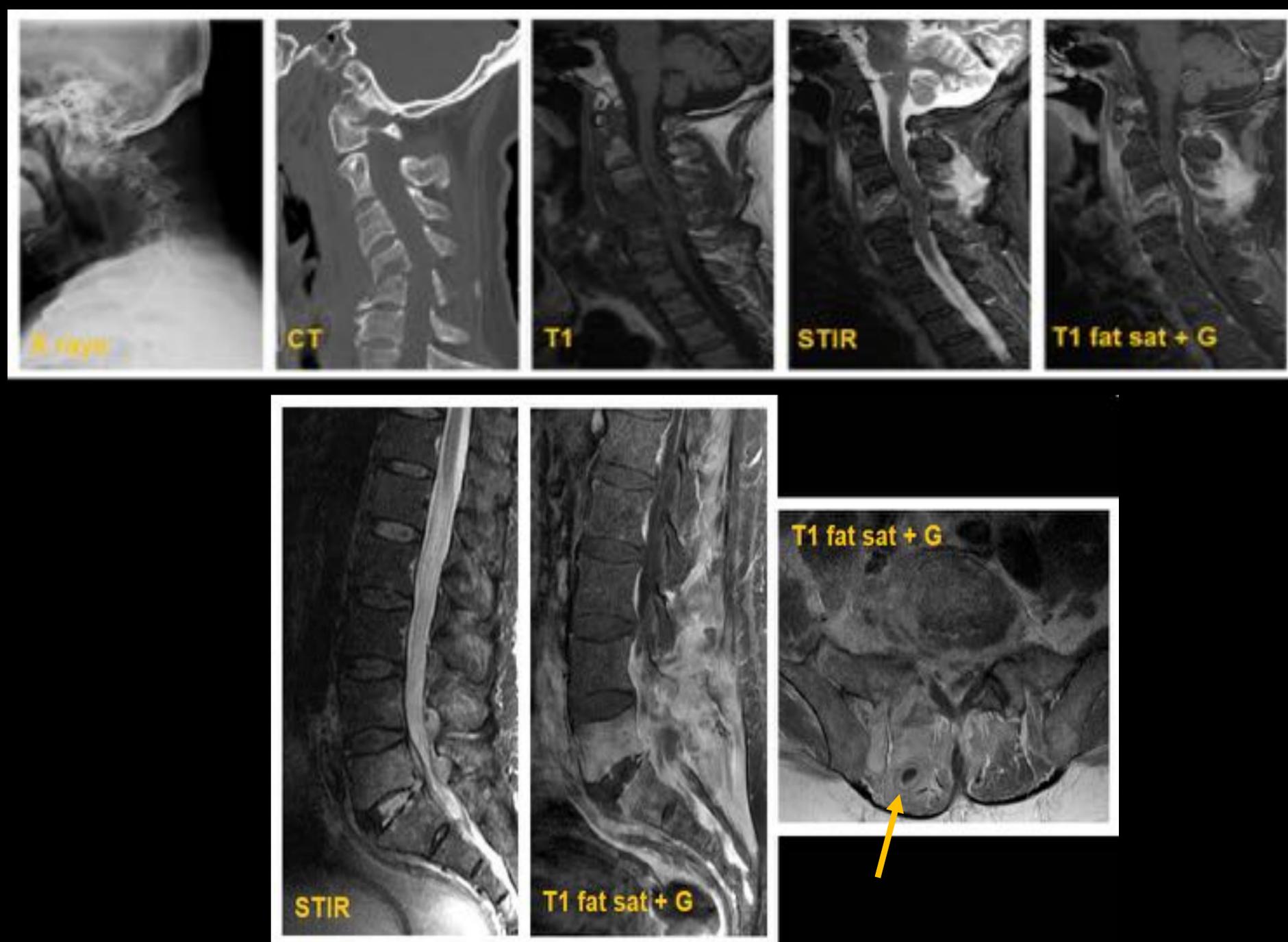
- **Cuerpo vertebral:** menor respuesta inflamatoria (menos edema y menos realce)
- **Disco intervertebral:** se afecta menos frecuentemente (ausencia de hiperintensidad discal). Esto podría deberse a la presencia de elementos paramagnéticos y ferromagnéticos dentro de los hongos

Puede existir extensión subligamentaria por debajo del ligamento longitudinal anterior, dando lugar a lesiones a distancia ("skipping lesions")



Diagnóstico

Espondilodiscitis no piogénica



“Skipping lesions” en espondilodiscitis tuberculosa

Edema de la médula ósea de los cuerpos vertebrales C4 y C5 con destrucción de los platillos vertebrales y pérdida severa de la altura del disco. Cambios inflamatorios prominentes en los espacios retrofaríngeo, prevertebral, epidural e interespinoso con estenosis del canal cervical y compresión incipiente de la médula C4-C5

Edema de la médula ósea de los cuerpos vertebrales L5 y S1 y señal alta del disco intervertebral en STIR. Artritis de la faceta derecha en L4-L5 y L5-S1 y cambios inflamatorios prominentes en los músculos paravertebrales posteriores con un pequeño absceso paravertebral derecho (flecha amarilla)



Diagnóstico

El diagnóstico se lleva a cabo gracias a la combinación de:
Clínica + Analítica + Pruebas de imagen +/- Biopsia

Parásitos

Hidatidosis (*Echinococcus granulosus*)

Es una enfermedad causada por la etapa de quiste de la tenia *Echinococcus*

La afectación predominante se produce en el hígado y el pulmón. La afectación ósea se produce en un 0,5-4% de los casos y la localización más frecuente es la columna torácica. El parásito reemplaza el tejido óseo entre las trabéculas debido al lento crecimiento de múltiples vesículas. Con el tiempo, el parásito llega a la corteza y la destruye, con posterior diseminación de la enfermedad a los tejidos circundantes

Características distintivas:

Quistes osteolíticos multiloculados con escasa respuesta inflamatoria que afectan a elementos posteriores, regiones paraespinales y cuerpo vertebral

La compresión del cordón puede estar presente si el espacio epidural está afectado

La afectación de una costilla contigua es una característica típica





Diagnóstico

El diagnóstico se lleva a cabo gracias a la combinación de:
Clínica + Analítica + Pruebas de imagen +/- Biopsia

Los hemocultivos pueden ser positivos hasta en un 40-80% de las espondilodiscitis piógenas, lo que evita la biopsia. Sin embargo, cuando el hemocultivo es negativo, se debe considerar la biopsia

En pacientes sin tratamiento antibiótico previo el rendimiento es del 48%, disminuyendo significativamente a solo el 32% en pacientes tratados

En nuestra experiencia, la mayor tasa de biopsias positivas se obtuvo con el cultivo de abscesos. Si no existiesen abscesos, el segundo lugar más rentable es la biopsia de la placa terminal (en lugar del disco intervertebral), especialmente si presenta realce en los estudios con contraste

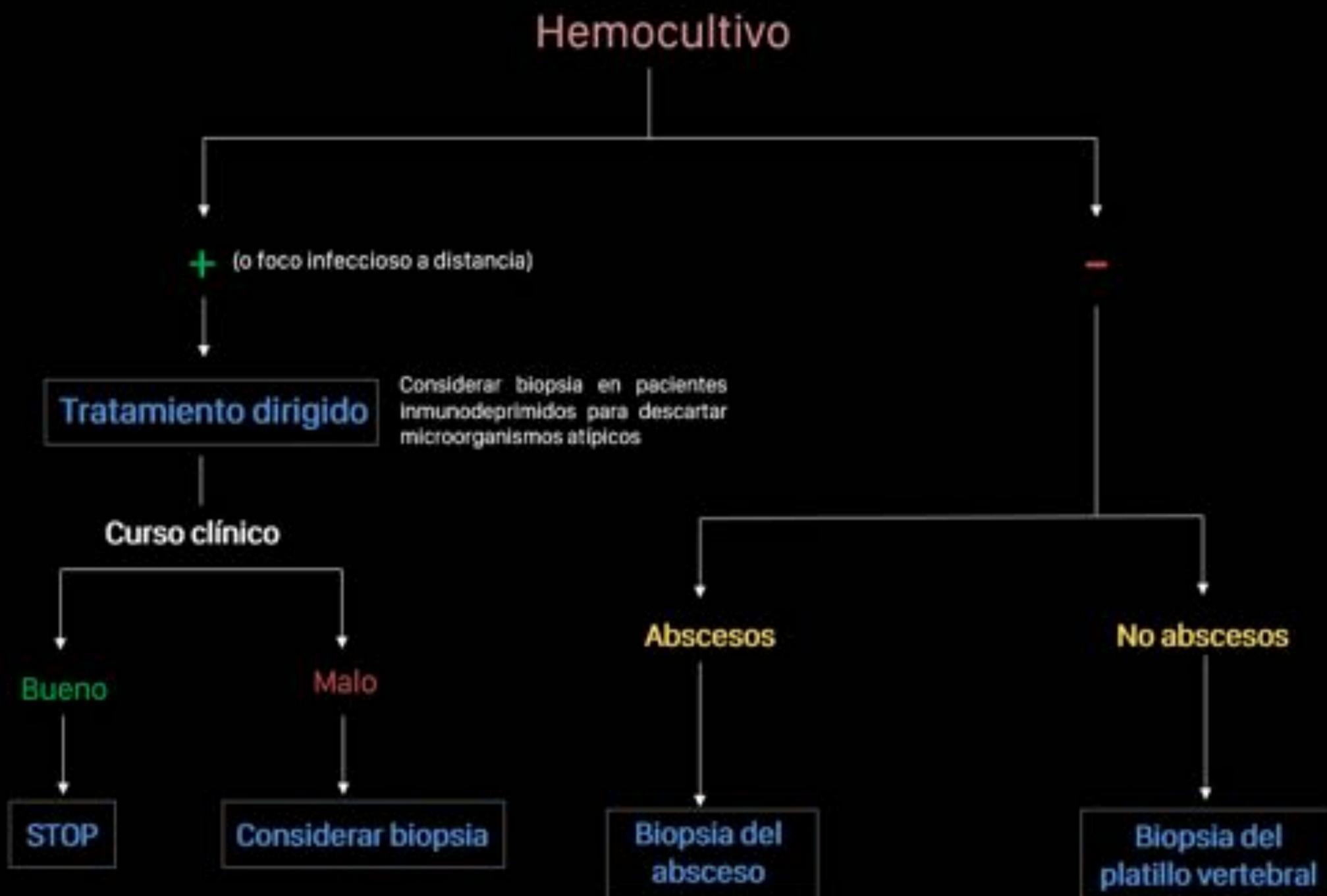
El procedimiento se realiza a través del pedículo vertebral. Es más fácil tomar muestras en el platillo superior de la vértebra inferior debido a la disposición del pedículo. Si utilizamos una aguja coaxial podemos realizar una primera biopsia del platillo vertebral y luego progresar para obtener una segunda del disco intervertebral





Diagnóstico

El diagnóstico se lleva a cabo gracias a la combinación de:
Clínica + Analítica + Pruebas de imagen +/- Biopsia





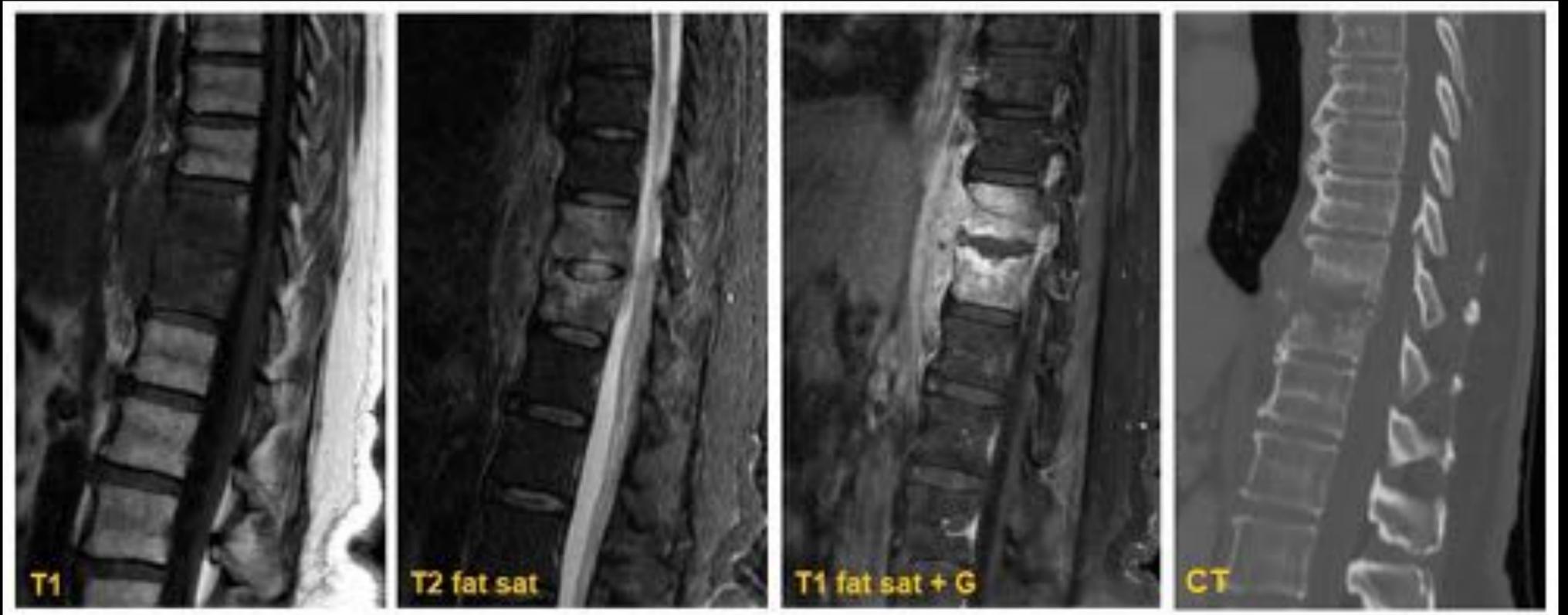
Ejemplos de infecciones vertebrales

- Staphylococcus Aureus
- Staphylococcus hominis
- Streptococcus mitis
- Escherichia coli
- Pseudomonas Aeruginosa
- Mycobacterium Tuberculosis
- Mycobacterium Bovis
- Mycobacterium Avium Intracellulare
- Brucella melitensis
- Candida Albicans
- Blastoschizomyces capitatus
- Echinococcus granulosus



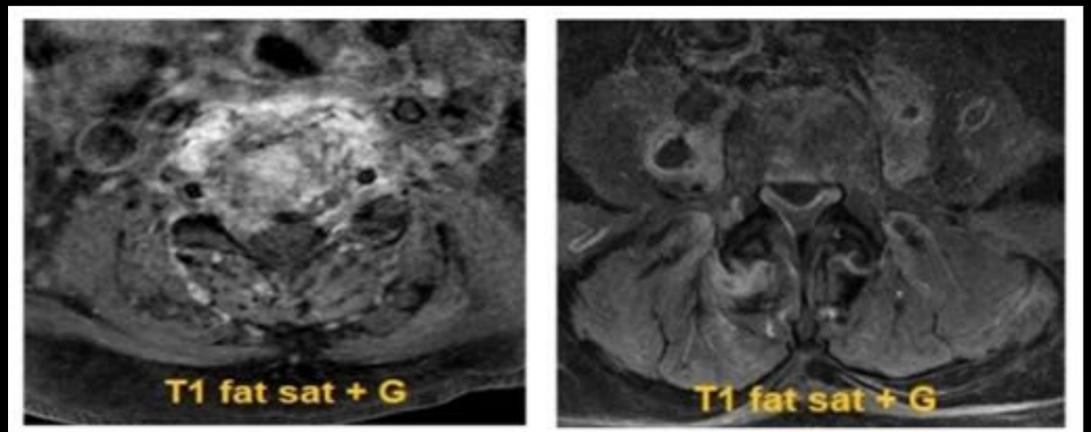
Espondilodiscitis piogénica

Staphylococcus Aureus



Mujer de 67 años con dolor en el flanco derecho y fiebre

Los cuerpos vertebrales T11 y T12 presentan cambios edematosos así como realce tras la administración de CIV. El disco intervertebral T11-T12 muestra señal alta en la secuencia T2 fat sat pero conserva su altura normal y hendidura internuclear, sin realce tras la administración de CIV. También hay cambios flemonosos en el espacio prevertebral. La TC se realizó 3 meses después y muestra progresión de la infección respecto a la RM. Hay destrucción ósea que afecta al platillo inferior de T11 y superior de T12



Hombre de 66 años con fiebre y orina oscura con mal olor

El disco intervertebral C4-C5 muestra pérdida de altura y los cuerpos vertebrales C4 y C5 muestran cambios edematosos con realce. También existen cambios flemonosos en el espacio epidural y prevertebral. Además se identifica un absceso epidural que se extiende desde C4-C5 a L3-L4 que provoca una espondilodiscitis a distancia en L3-L4. Obsérvese la señal líquido en el disco intervertebral L3-L4, el edema de la médula ósea en L4 y los abscesos en psoas y en el espacio epidural

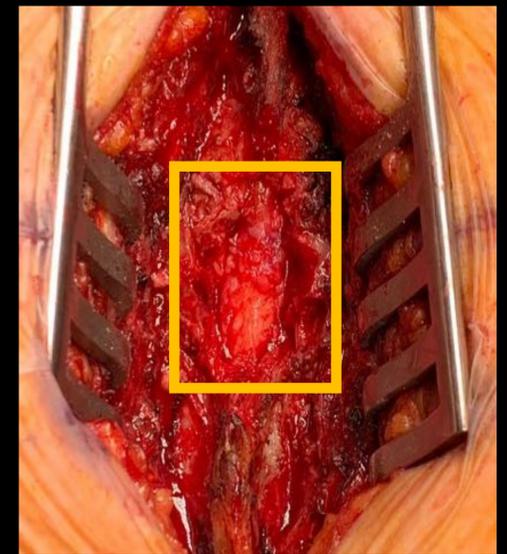


Espondilodiscitis piogénica

Staphylococcus Hominis



Cortesía de Patricia González Tarno
Servicio de Neurocirugía



Cirugía descompresiva

Mujer de 64 años con inicio abrupto de paraparesia en miembros inferiores

La TC muestra destrucción del cuerpo vertebral junto con la existencia de un fragmento migrado hacia el canal espinal (flecha amarilla). El ángulo anterosuperior de la vértebra inferior contigua también está erosionado y el cuerpo vertebral muestra esclerosis. Hay varias fracturas osteoporóticas.

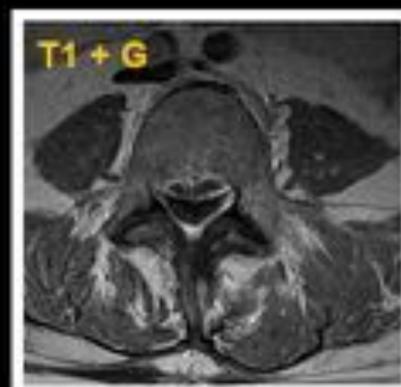
La RM muestra edema de la médula ósea en el cuerpo y elementos posteriores de tres vértebras contiguas con un fragmento óseo dentro del canal (puntas de flecha amarillas). También hay masas epidurales anteriores y posteriores que causan compresión del cordón.

Incisión cutánea desde cuerpos vertebrales T5 a T8 y disección de músculos paravertebrales hasta exposición de apófisis espinosas

Resección de apófisis espinosa T6 y T7 y laminectomía bilateral T7 (cuadrado amarillo)

Exudado quirúrgico:
Staphylococcus hominis

Streptococcus mitis



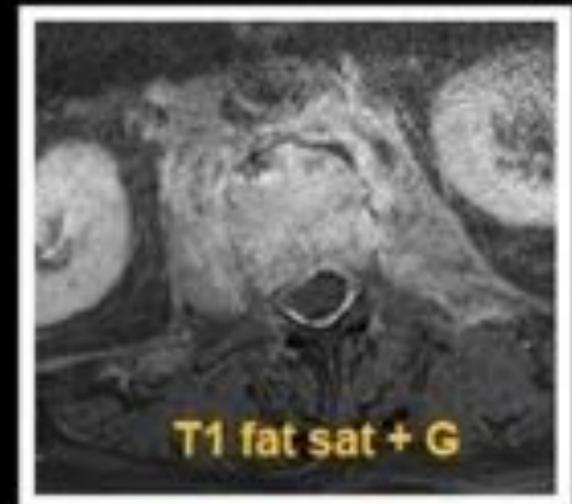
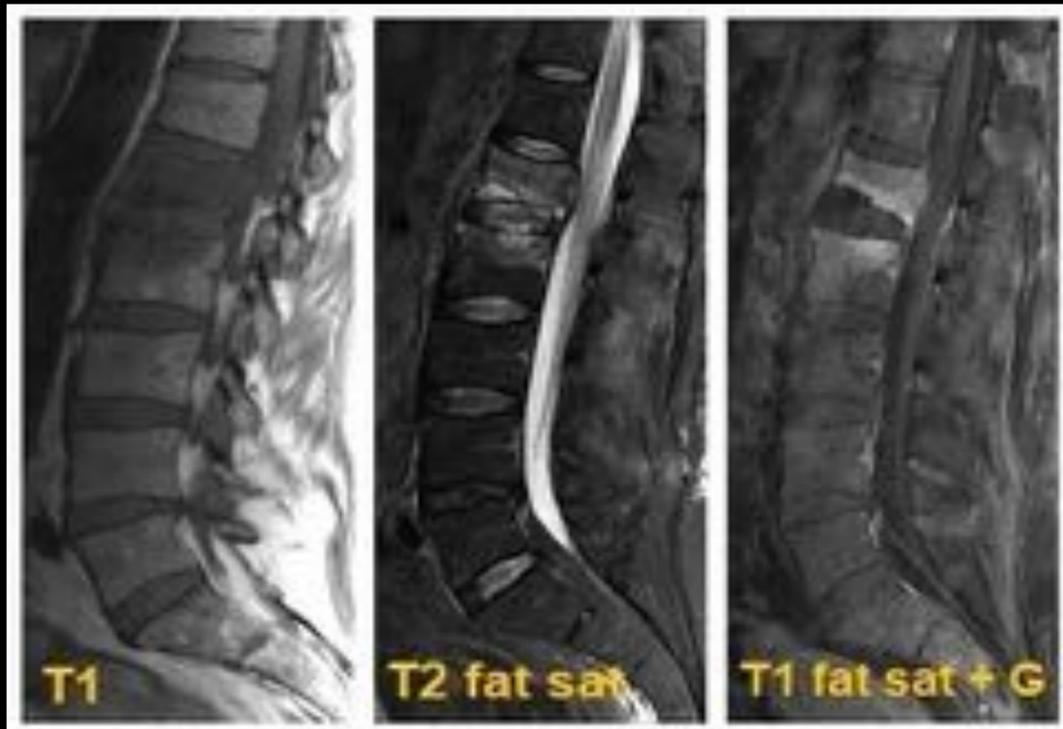
64 años varón con dolor lumbar con irradiación a ambas piernas, debilidad y fiebre

El disco L5-S1 muestra una señal líquida en STIR. También hay edema de la médula ósea en la región posteroinferior de L5 y la región posterosuperior de S1, así como en los elementos posteriores de L4 y L5. En el espacio epidural anterior se identifica un absceso que se extiende desde la región inferior de L3 a S2



Espondilodiscitis piogénica

Escherichia Coli



Hombre de 66 años con dolor lumbar, fiebre y orina oscura con mal olor. Endocarditis aguda concomitante

El cuerpo vertebral L1 muestra pérdida de altura, hipointensidad T1, hiperintensidad en T2 fat sat y realce difuso de gadolinio. Tanto el platillo inferior de L1 como el superior de L2 muestran un realce intenso en la secuencia T1 fat sat post-CIV. También se muestran cambios flemonosos bilaterales en ambos psoas.

Pseudomonas Aeruginosa



Hombre de 82 años diabético con dolor lumbar de un mes de evolución

La TC muestra ensanchamiento del espacio intervertebral L4-L5 con erosiones marginales en los platillos vertebrales y abscesos en ambos psoas

La RM muestra señal líquido en el disco intervertebral L4-L5, cambios edematosos en L4 y L5 y abscesos en ambos psoas

Hemocultivos: negativos

Cultivo del absceso:
Pseudomonas Aeruginosa





Espondilodiscitis no piogénica

Mycobacterium Tuberculosis



Hombre de 44 años con dolor en miembro inferior izquierdo

La RM muestra una grave pérdida de altura del disco intervertebral T12-L1. Los cuerpos vertebrales T12 y L1 tienen erosiones prominentes, mostrando señal hiperintensa en T2 fat sat e hipointensa en T1 con realce periférico intenso y un área necrótica central. Existen marcados cambios flemonosos en el espacio epidural anterior con realce intenso y abscesos en ambos psoas. En la mitad anterior del cuerpo vertebral S1 hay una lesión nodular con realce anular y preservación de los discos intervertebrales adyacentes que representa una osteomielitis tuberculosa.

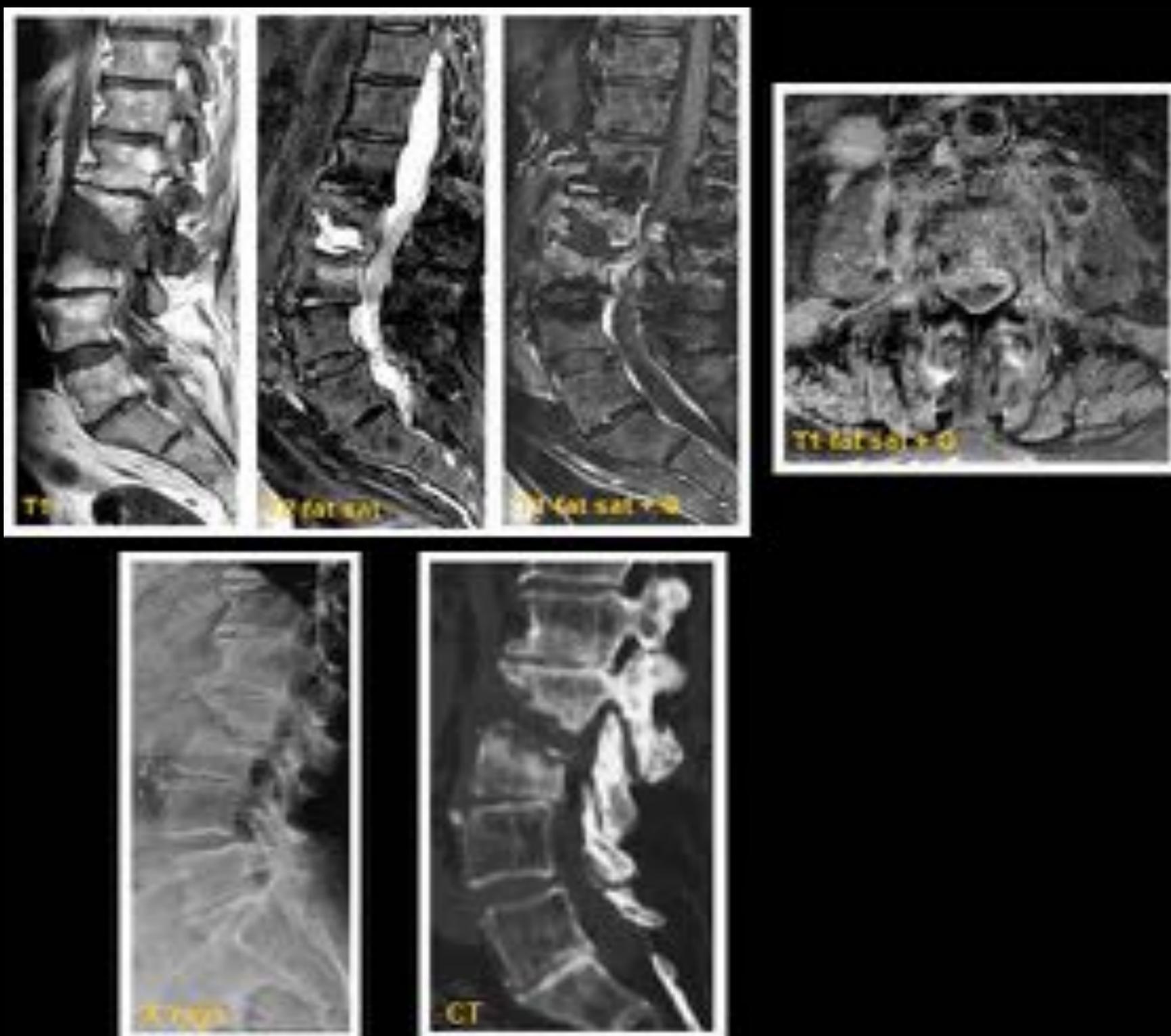
La TC muestra lesiones líticas con calcificaciones en cuerpos vertebrales T12, L1 y en S1 (no se muestra)

La existencia de "skipping lesions" y las calcificaciones en el interior del absceso intravertebral sugerían el diagnóstico de espondilodiscitis tuberculosa



Espondilodiscitis no piogénica

Mycobacterium Bovis



Hombre de 84 años con dolor de espalda crónico con empeoramiento en los últimos tres meses. Dos años y medio antes le habían diagnosticado un carcinoma vesical tratado con instilaciones vesicales de BCG

La RM muestra una colección en el espacio del disco L2-L3 con realce periférico, cambios edematosos en L2 y L3 con realce y abscesos ambos psoas

Las radiografías y la TC muestran marcadas erosiones en el platillo inferior de L2 y superior de L3 con destrucción del disco



Espondilodiscitis no piogénica

Mycobacterium Avium Intracelulare

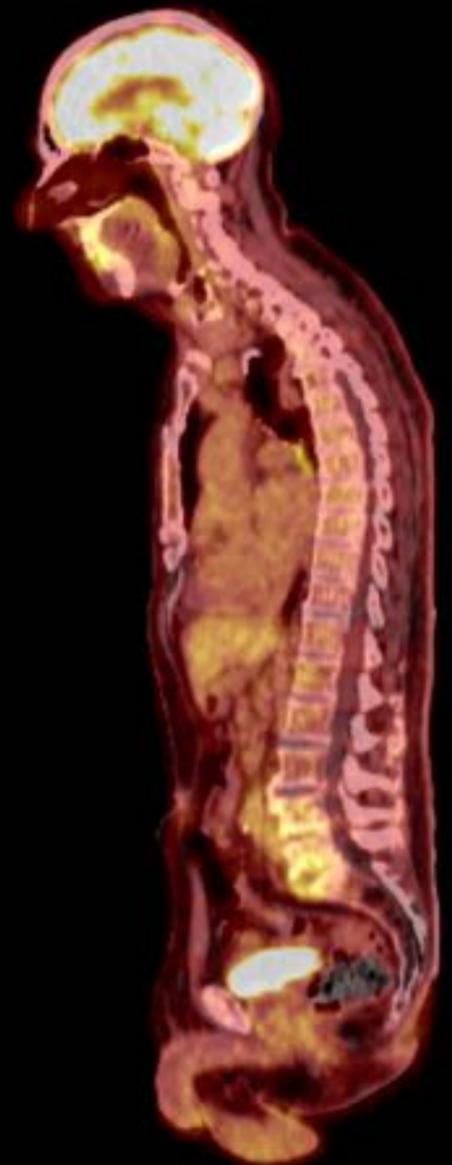


Hombre de 75 años con dolor lumbar progresivo de 5 meses de evolución

La RM muestra edema extenso de la médula ósea en los cuerpos vertebrales L4 y L5 y en el platillo vertebral superior de S1. Tras la administración de contraste intravenoso las vértebras L4, L5 y S1 muestran realce. También hay hiperintensidad T2 y STIR en el espacio discal L4-L5 y cambios inflamatorios en la grasa epidural anterior

La TC muestra erosiones corticales en los cuerpos vertebrales L4 y L5

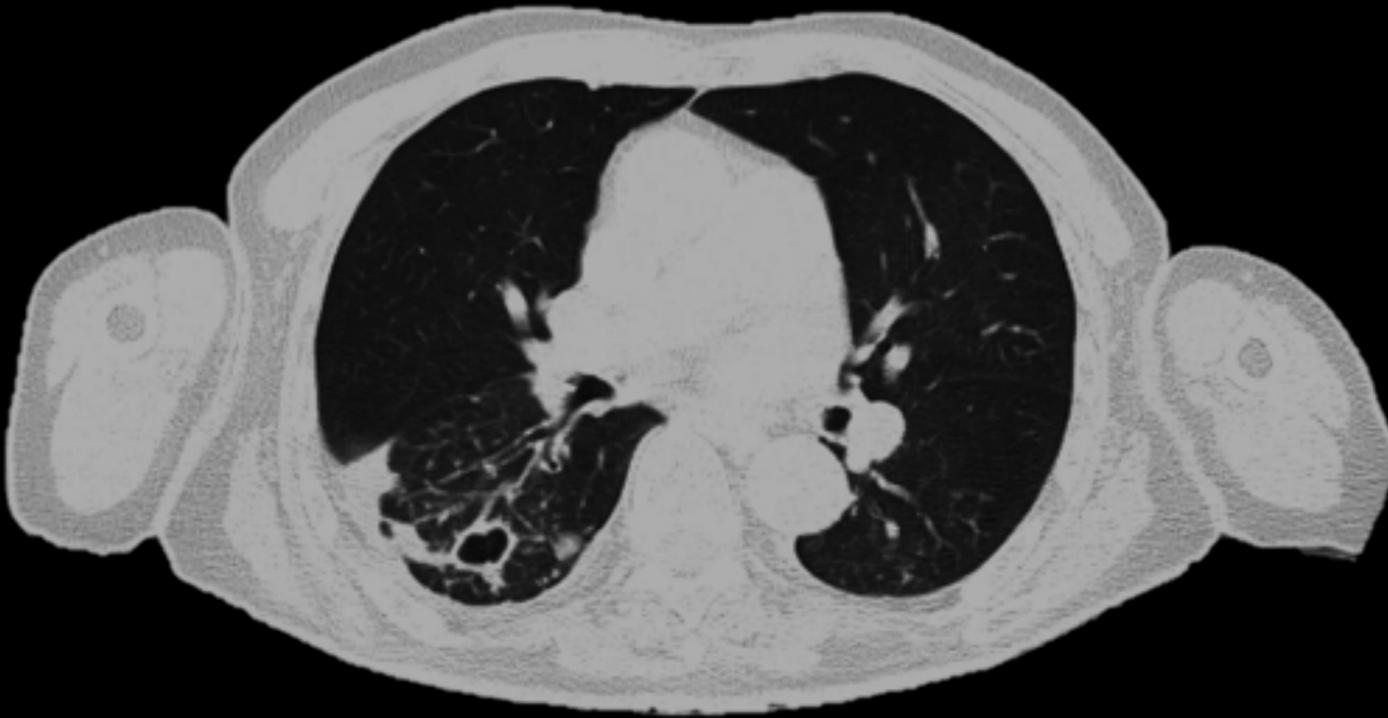
La PET-CT muestra aumento de la captación de ^{18}F -FDG en los cuerpos vertebrales L4 y L5 y en el platillo superior de S1



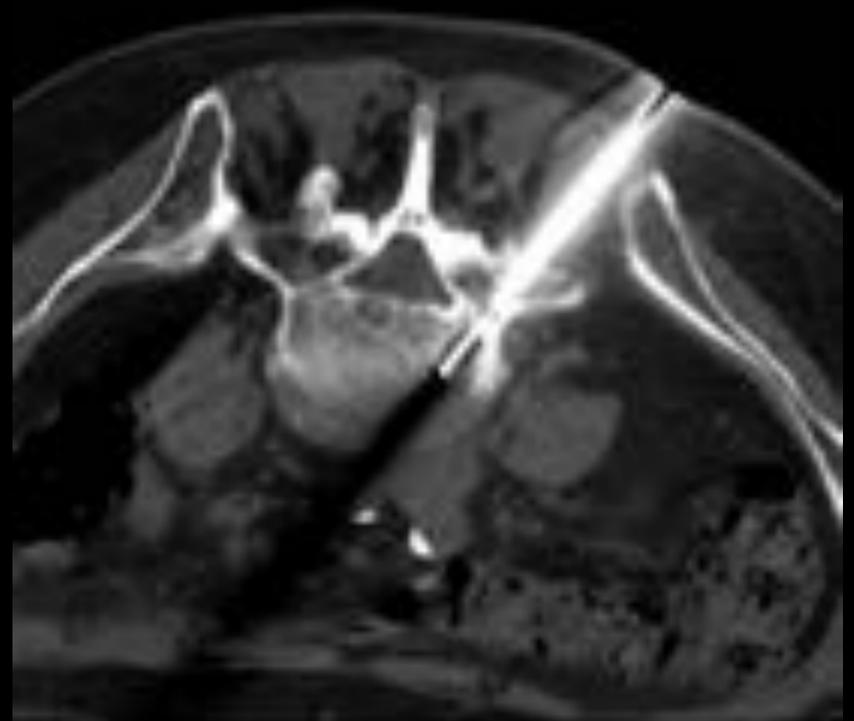


Espondilodiscitis no piogénica

Mycobacterium Avium Intracelulare



El paciente también presentaba lesiones pulmonares consistentes en consolidaciones cavitadas, bronquiectasias y pequeños nódulos centrolobulillares que adoptaban un patrón de "árbol en brote"



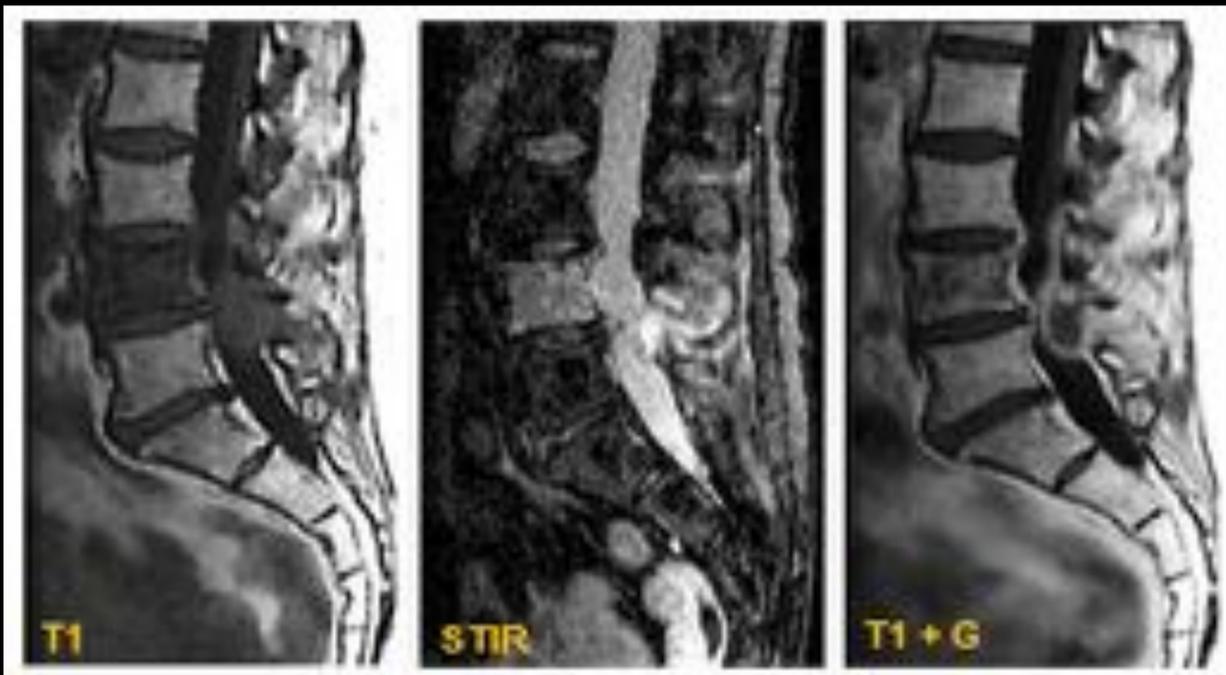
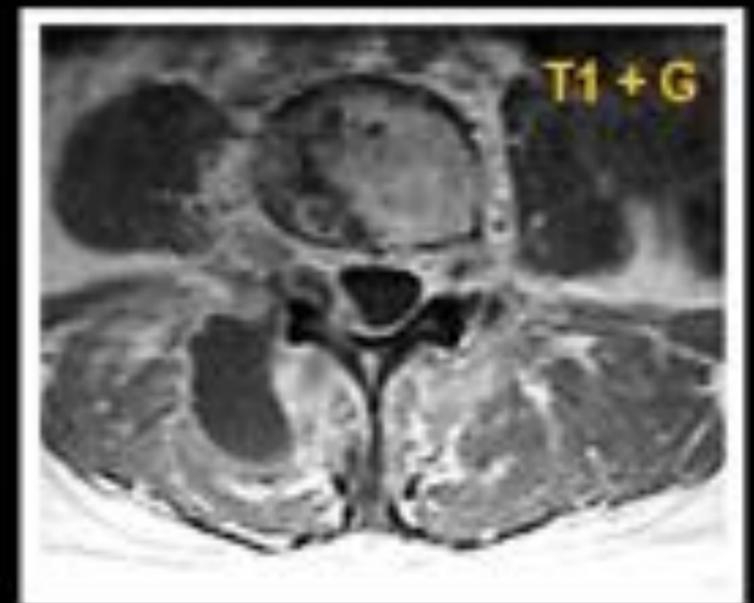
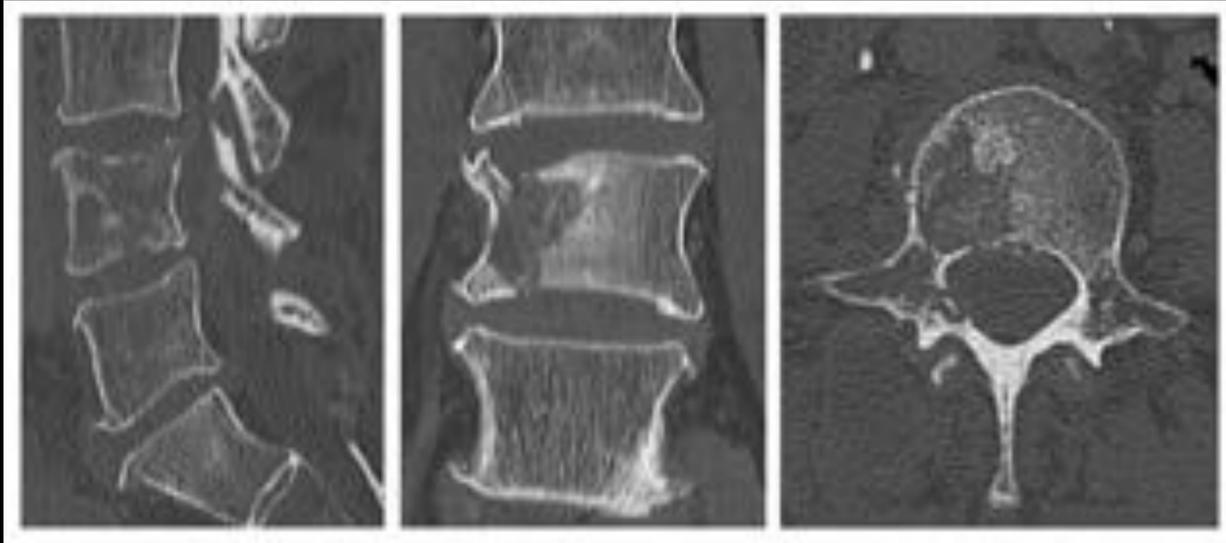
Hemocultivos: negativos

Cultivo de lesiones vertebrales y pulmonares: *Mycobacterium Avium Intracelulare*



Espondilodiscitis no piogénica

Brucella melitensis



Mujer de 67 años con dolor lumbar

La TC muestra erosiones en la hemivértebra L4 derecha con extensión hacia el pedículo ipsilateral, apófisis transversa y lámina

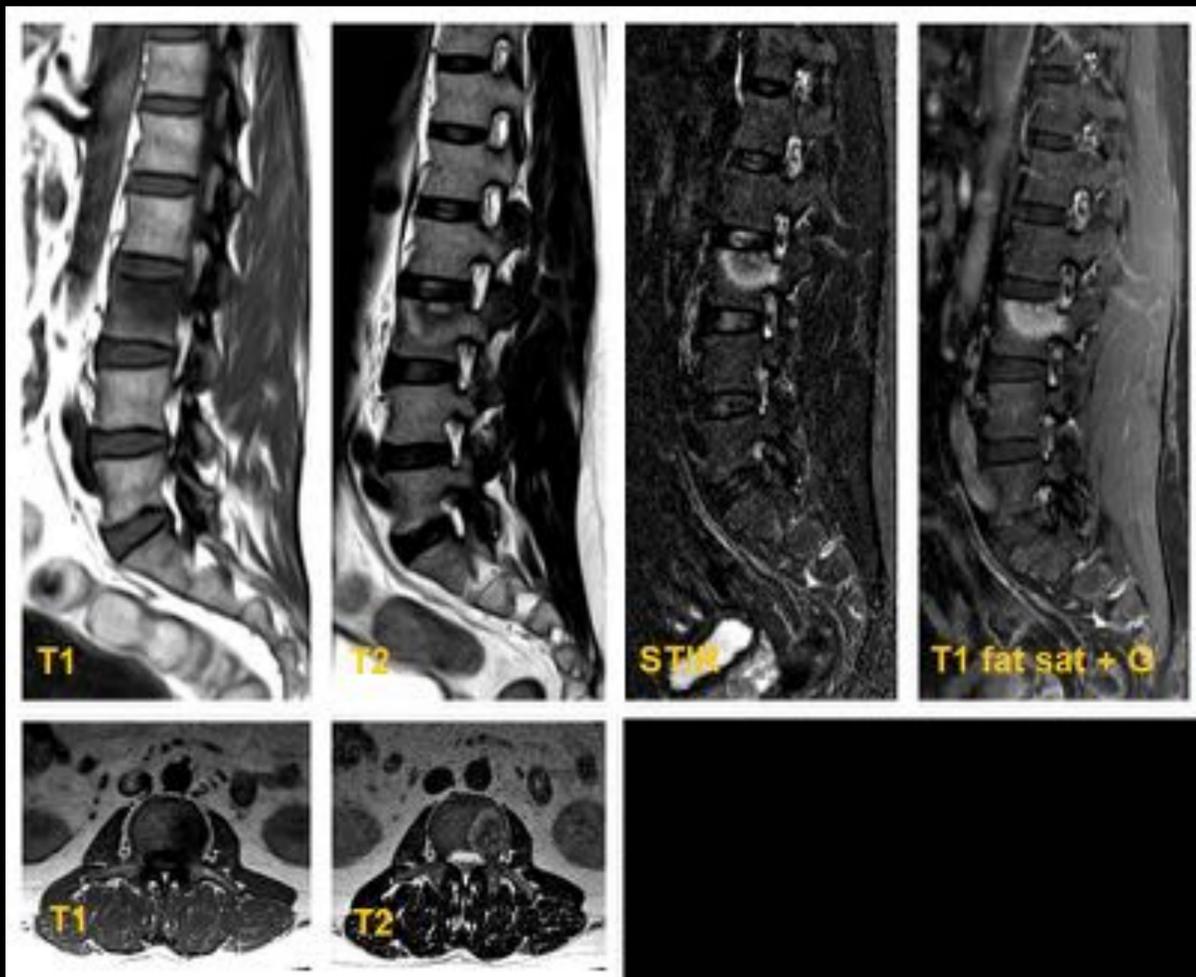
La RM muestra signos de osteomielitis en el cuerpo vertebral L4 y signos de artritis en la articulación facetaria derecha. Existe además un absceso asociado con origen en la faceta articular, que se extiende levemente hacia el espacio epidural y en mayor medida hacia los músculos paravertebrales



Espondilodiscitis no piogénica

Candida Albicans

Hombre de 54 años con dolor lumbar incapacitante a nivel de L3. El paciente ingresó en la UCI varias semanas antes por infección por SARS-CoV-2, presentando una complicación de candidemia asociada al catéter



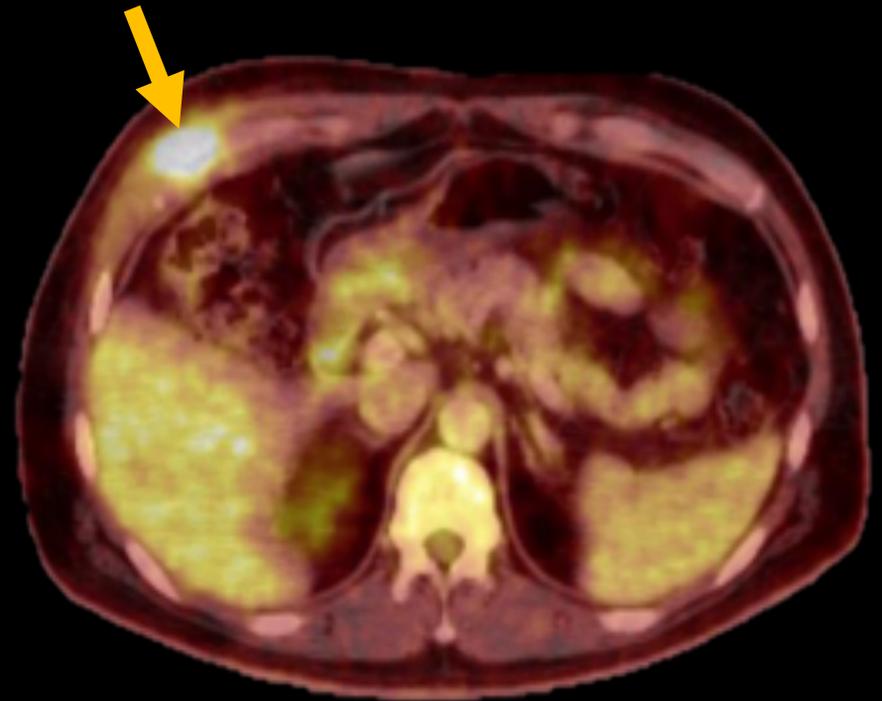
La RM muestra una lesión en la hemivértebra L3 izquierda con doble halo y edema en su margen externo que se extiende en las proximidades hacia el pedículo izquierdo y el plano graso perivertebral izquierdo. El doble halo presenta un marcado realce tras la administración de contraste. Estos hallazgos no son consistentes con espondilodiscitis y se asemejan a una hernia intraesponjosa aguda ("nódulo de Schmorl")



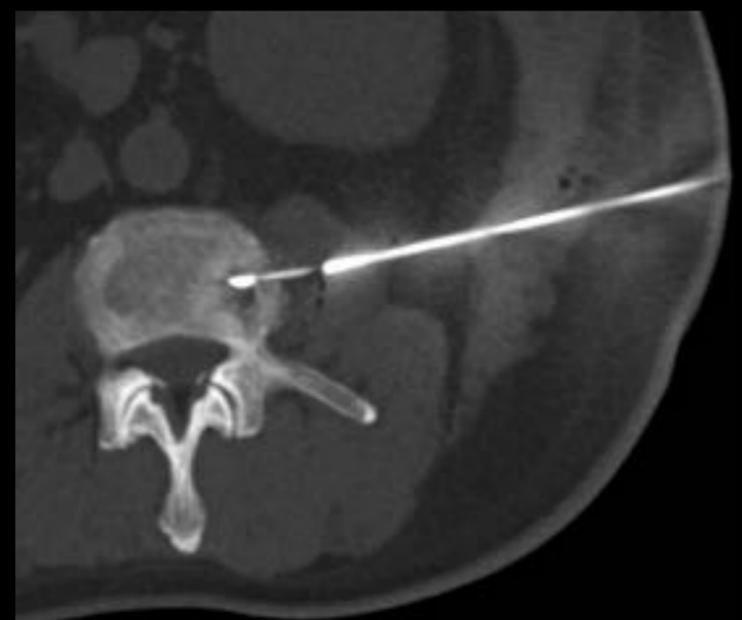
La TC muestra una lesión ósea lítica mal definida en la cara lateral izquierda del platillo vertebral superior L3 con destrucción de la cortical lateral del cuerpo vertebral. Esta apariencia sugiere una lesión agresiva

Espondilodiscitis no piogénica

Candida Albicans



El paciente también presentaba una lesión en la unión condrocostal anterior de la 7ª costilla derecha. Se describió como cambios flemonosos con área hipocaptante probablemente en relación con un pequeño absceso condral asociado. Este hallazgo hizo sospechar condritis por *Candida* por los antecedentes clínicos y, por tanto, reconsiderar la lesión vertebral como una osteomielitis por diseminación hematógena

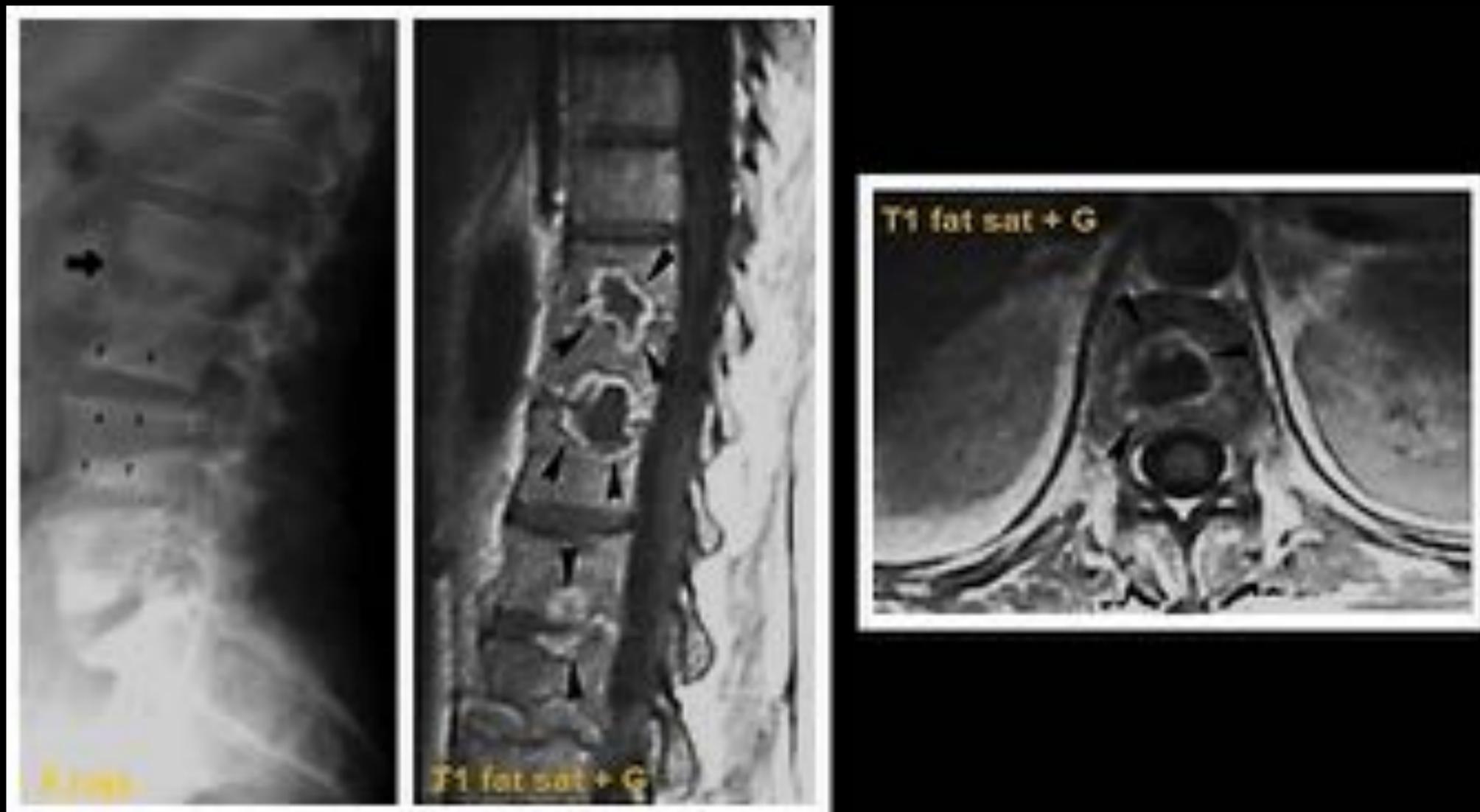


Se realizaron biopsias tanto costal como vertebral y se cultivaron con resultado de *Candida Albicans*



Parásitos

Blastoschizomyces capitatus



Hombre de 38 años con dolor lumbar. Antecedentes médicos: trasplante de progenitores hematopoyéticos por leucemia linfoblástica aguda 18 meses antes. Posteriormente fungemia por *Blastoschizomyces capitatus*

La radiografía muestra platillos vertebrales irregulares en L3 y L4 (puntas de flecha) y erosiones óseas en L2 y L3 con pérdida del espacio discal L2-L3 (flecha)

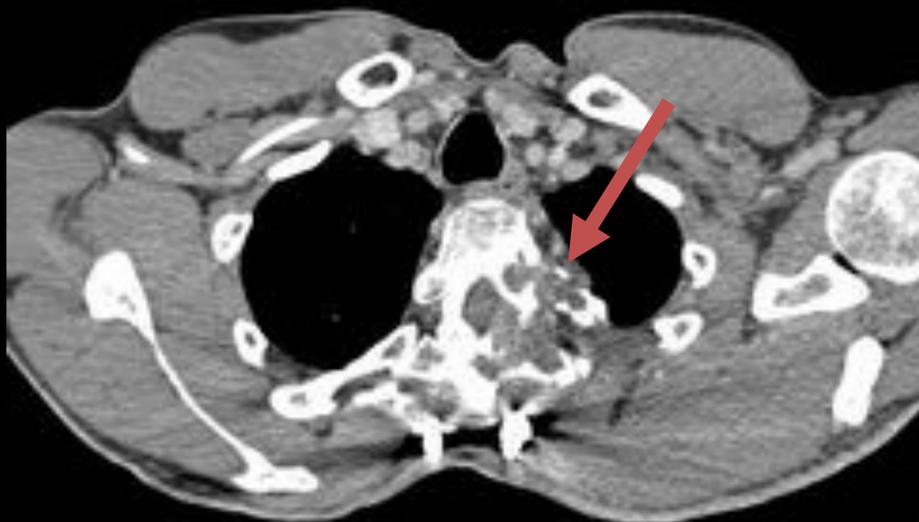
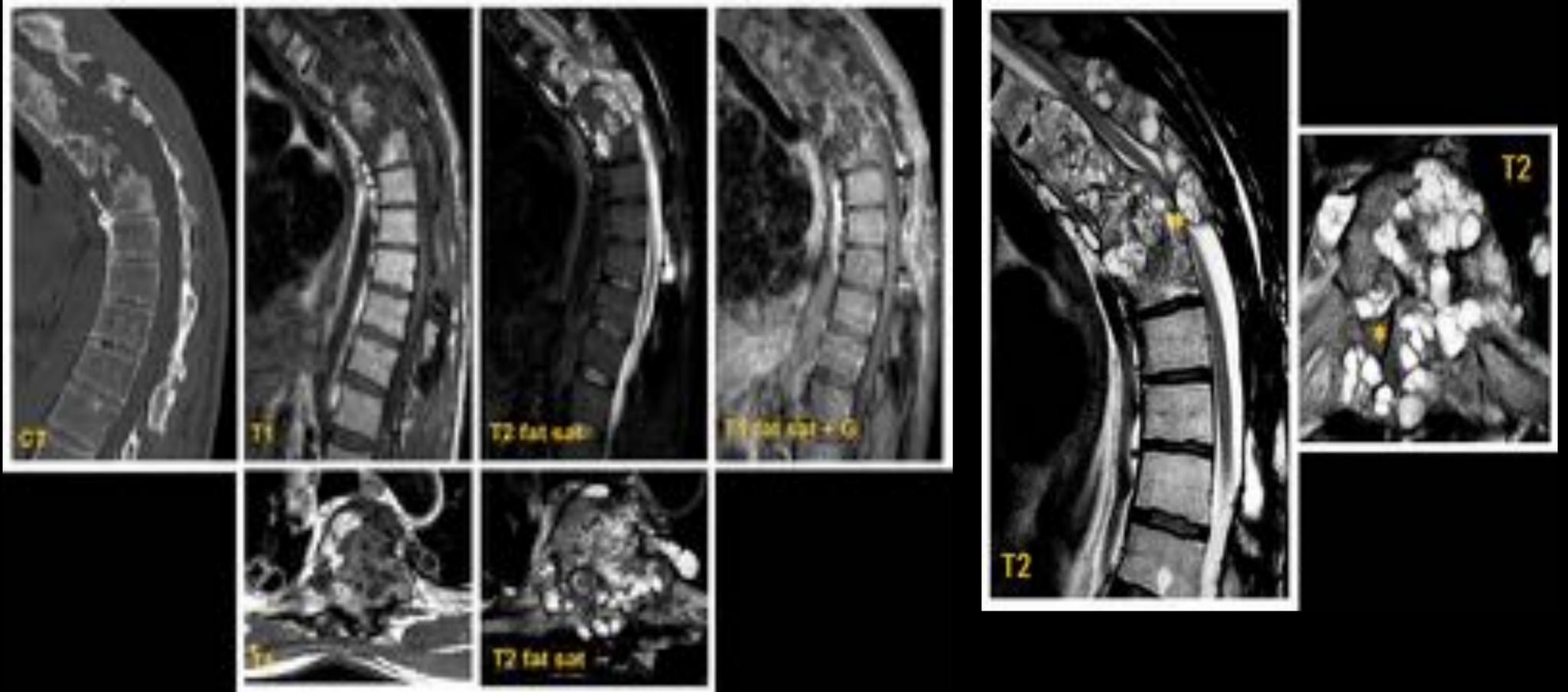
La RM mostrada es una secuencia T1 con saturación grasa post-contraste donde se identifican "skipping lesions" en la columna torácica que consisten en abscesos en múltiples niveles discales con preservación de las vértebras interpuestas

La biopsia vertebral dio el diagnóstico: *Blastoschizomyces capitatus*



Espondilodiscitis no piogénica

Echinococcus granulosus



Afectación costal típica (flecha roja)

Hombre de 70 años con dolor dorsal y en hombro derecho

La TC muestra extensas erosiones líticas en vértebras torácicas altas con destrucción de hueso y disco intervertebral

La RM muestra lesiones quísticas multiloculadas con realce periférico, que afectan a los cuerpos vertebrales y elementos posteriores de la columna torácica superior. Se extienden a la vertiente izquierda del canal raquídeo y causan compresión de la médula espinal (*)



Pitfalls

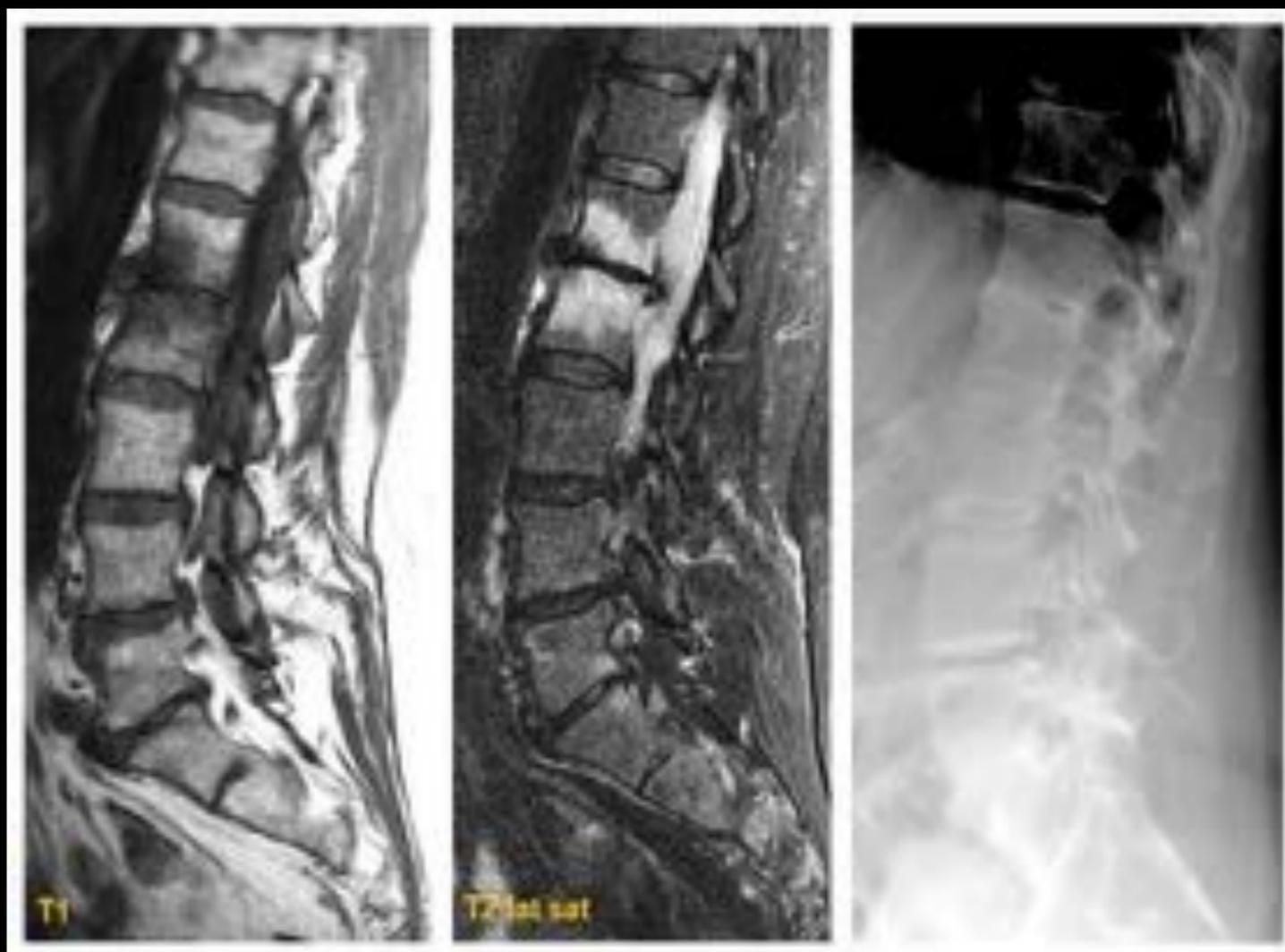
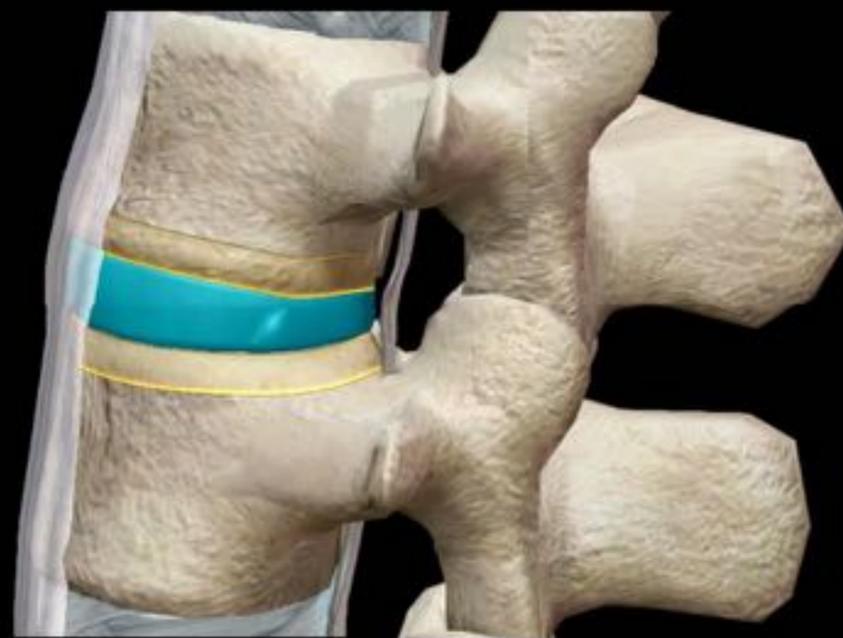
- Cambios Modic tipo 1
- Nódulo de Schmorl agudo
- Hernia discal aguda
- Lesión de Romanus
- Lesión de Andersson



Pitfalls

Modic tipo 1

Transformación de la médula ósea hematopoyética de los platillos vertebrales en tejido fibrovascular reactivo



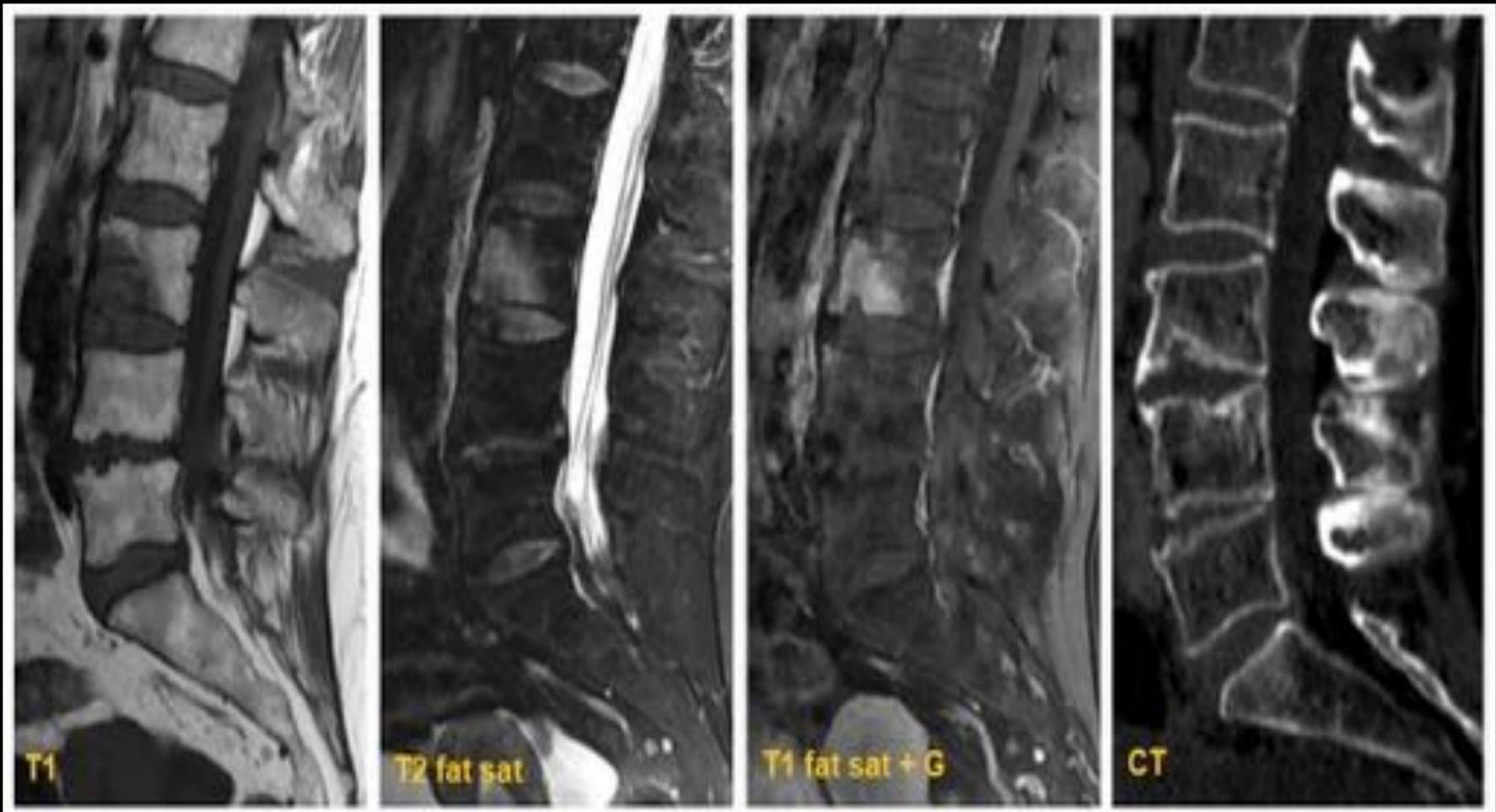
Los cambios Modic tipo 1 pueden simular una espondilodiscitis debido a la existencia de edema en los platillos vertebrales. Estos cambios se producen adyacentes a un disco intervertebral degenerado que suele ser hipointenso en T2 aunque los discos muy degenerados puede ser hiperintensos (incluso isointensos al líquido en algunos casos), y ocasionalmente pueden realzar



Pitfalls

Nódulo de Schmorl agudo

Hernia intravertebral del núcleo pulposo rodeada de hueso medular edematoso (agudo) o escleroso (crónico)



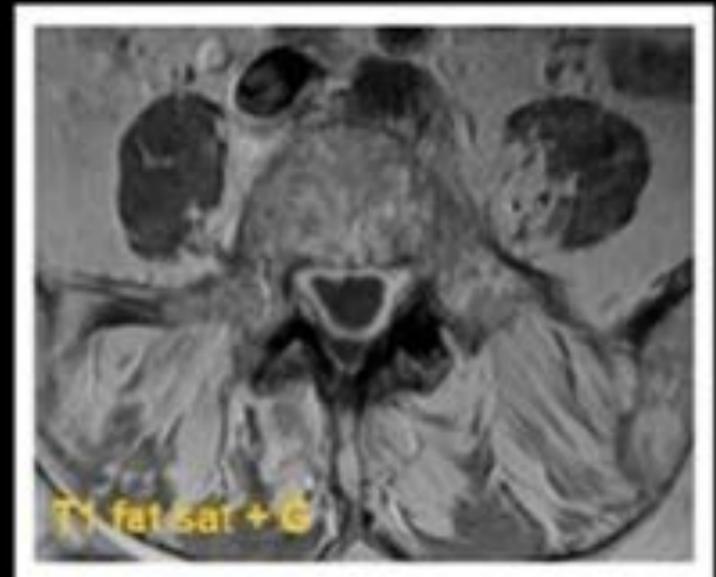
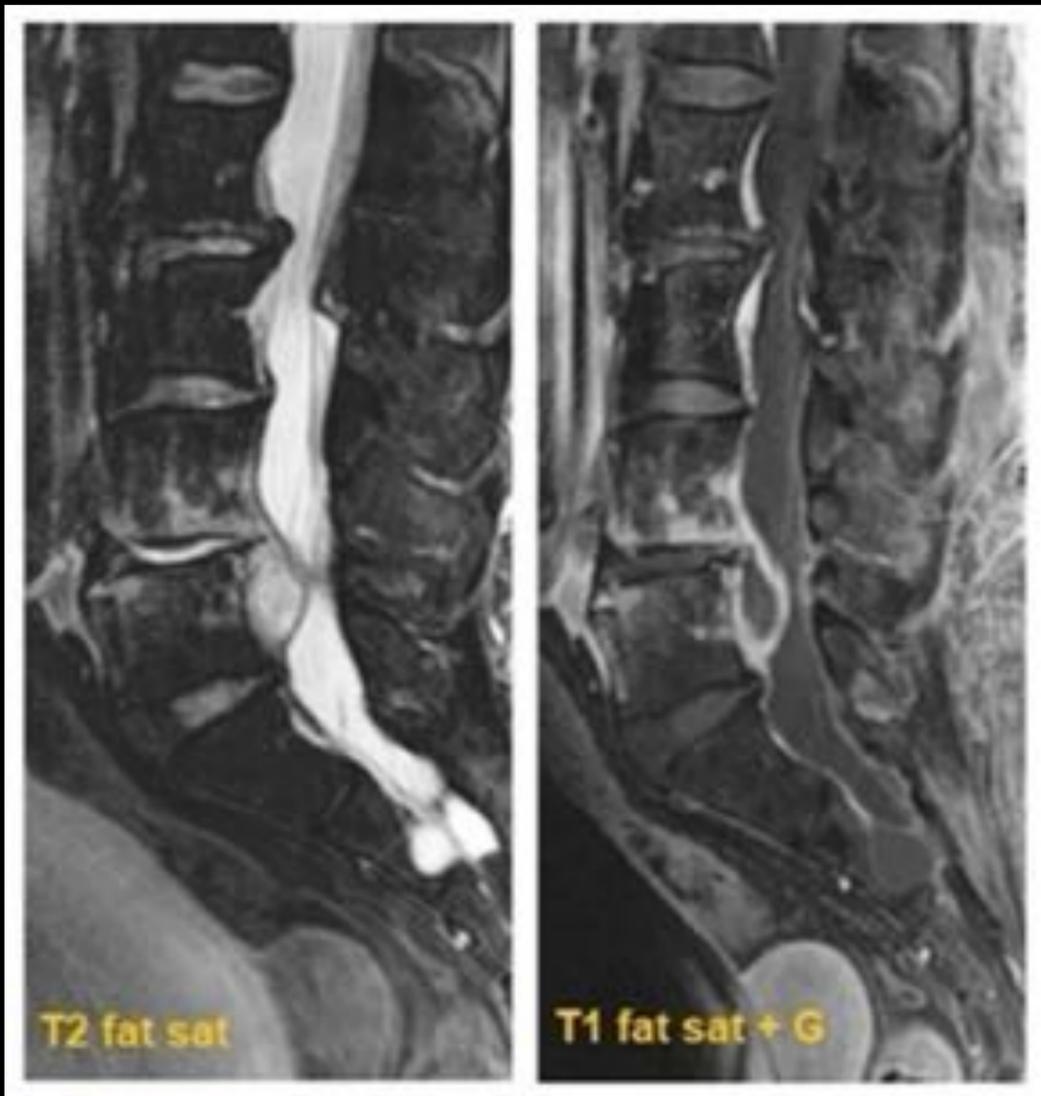
En los nódulos de Schmorl agudos puede haber edema y realce en el platillo vertebral que rodea al disco herniado, simulando una espondilodiscitis. Por lo general, los nódulos de Schmorl se localizan en el tercio medio del platillo vertebral en la columna dorsal inferior o lumbar inferior



Pitfalls

Hernia discal aguda

Desplazamiento del disco focal más allá de los límites del espacio del disco intervertebral. La localización más frecuente es la columna lumbar



Las hernias son isointensas al disco en T1 (o hipointensas si están calcificadas), mientras que en T2 pueden presentar una señal variable según su cronología. Si está hidratada (aguda) presenta señal alta mientras que si está deshidratada (crónica) presenta señal baja. Tras la administración de contraste intravenoso podemos apreciar realce de la periferia de la hernia por la presencia de tejido inflamatorio periférico

También se pueden observar cambios Modic tipo 1 asociados



Pitfalls

Lesión de Romanus

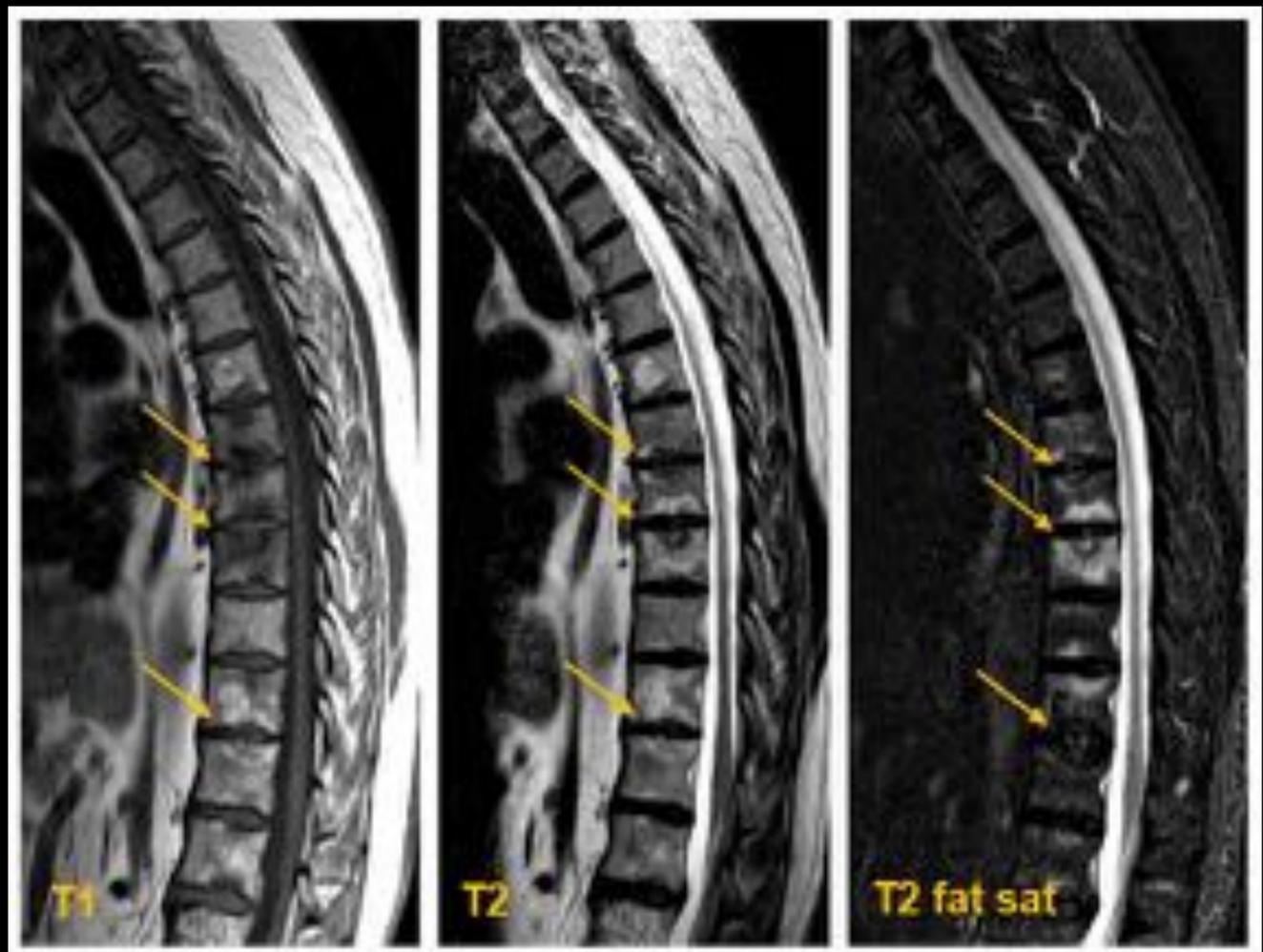


La lesión de Romanus o “esquina brillante” se caracteriza por la existencia de edema de médula ósea en el margen anterior del platillo vertebral, junto a la inserción del anillo fibroso. Ocurre en etapas tempranas de la espondilitis anquilosante



Pitfalls

Lesión de Andersson



La lesión de Andersson, espondilodiscitis reumática o espondilodiscitis no infecciosa se caracteriza por la existencia de edema de la médula ósea en una o ambas mitades vertebrales, muchas veces de forma hemisférica. Ocurre en etapas tardías de la espondilitis anquilosante



Conclusiones

El radiólogo debe conocer los hallazgos claves para el diagnóstico de una infección vertebral así como los simuladores más frecuentes. Además en algunos casos es una pieza clave para establecer el diagnóstico etiológico gracias a la realización de biopsias

Referencias

Diehn FE. Imaging of spine infection. *Radiol Clin North Am.* 2012 Jul;50(4):777-98. doi: 10.1016/j.rcl.2012.04.001. PMID: 22643395

Tali ET, Oner AY, Koc AM. Pyogenic spinal infections. *Neuroimaging Clin N Am.* 2015 May;25(2):193-208. doi: 10.1016/j.nic.2015.01.003. PMID: 25952173

DeSanto J, Ross JS. Spine infection/inflammation. *Radiol Clin North Am.* 2011 Jan;49(1):105-27. doi: 10.1016/j.rcl.2010.07.018. PMID: 21111132

Lury K, Smith JK, Castillo M. Imaging of spinal infections. *Semin Roentgenol.* 2006 Oct;41(4):363-79. doi: 10.1053/j.ro.2006.07.008. PMID: 17010695

Duarte RM, Vaccaro AR. Spinal infection: state of the art and management algorithm. *Eur Spine J.* 2013 Dec;22(12):2787-99. doi: 10.1007/s00586-013-2850-1. Epub 2013 Jun 12. PMID: 23756630

McNamara AL, Dickerson EC, Gomez-Hassan DM, Cinti SK, Srinivasan A. Yield of Image-Guided Needle Biopsy for Infectious Discitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2017 Oct;38(10):2021-2027. doi: 10.3174/ajnr.A5337. Epub 2017 Sep 7. PMID: 28882866

Gouliouris T, Aliyu SH, Brown NM. Spondylodiscitis: update on diagnosis and management. *J Antimicrob Chemother.* 2010 Nov;65 Suppl 3:iii11-24. doi: 10.1093/jac/dkq303

Skaf GS, Kanafani ZA, Araj GF, Kanj SS. Non-pyogenic infections of the spine. *Int J Antimicrob Agents.* 2010 Aug;36(2):99-105. doi: 10.1016/j.ijantimicag.2010.03.023. Epub 2010 May 21. PMID: 20494559

Chelli Bouaziz M, Ladeb MF, Chakroun M, Chaabane S. Spinal brucellosis: a review. *Skeletal Radiol.* 2008 Sep;37(9):785-90. doi: 10.1007/s00256-007-0371-x. Epub 2007 Oct 26. PMID: 17962938

Pedrosa I, Saíz A, Arrazola J, Ferreirós J, Pedrosa CS. Hydatid disease: radiologic and pathologic features and complications. *Radiographics.* 2000 May-Jun;20(3):795-817. doi: 10.1148/radiographics.20.3.g00ma06795. PMID: 10835129

Hong SH, Choi JY, Lee JW, Kim NR, Choi JA, Kang HS. MR imaging assessment of the spine: infection or an imitation? *Radiographics.* 2009 Mar-Apr;29(2):599-612. doi: 10.1148/rg.292085137. PMID: 19325068

Wu HT, Morrison WB, Schweitzer ME. Edematous Schmorl's nodes on thoracolumbar MR imaging: characteristic patterns and changes over time. *Skeletal Radiol.* 2006 Apr;35(4):212-9. doi: 10.1007/s00256-005-0068-y. Epub 2006 Feb 10. PMID: 16470395