

DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE FRACTURAS VERTEBRALES: HERRAMIENTAS DE IMAGEN Y SU IMPORTANCIA CLÍNICA



Alicia de Fuenmayor Icardo¹, David Abolafia Hurtado¹, Elena Belloch Ramos¹, Eva Llopis San Juan¹, Victoria Higueras Guerrero¹, Raúl Mut Pons¹, Sergio Colomer Rosell¹, Romina Malutan¹

¹Hospital Universitario de la Ribera (Alzira, Valencia).

OBJETIVO DOCENTE

- Revisar la anatomía normal y vascularización de la columna vertebral para una mejor comprensión de las fracturas de la misma.
- Evaluar los hallazgos radiológicos de las fracturas vertebrales.
- Exponer las diferentes técnicas diagnósticas en el estudio de la columna vertebral: Radiografía Simple (Rx), Tomografía Computarizada (TC) y Resonancia Magnética (RM).
- Destacar la RM como técnica para diferenciar los signos radiológicos típicamente benignos de los patológicos por sus características morfológicas, de realce, celularidad e intensidad de señal (IS).

REVISIÓN DEL TEMA

INTRODUCCIÓN

El dolor de espalda, sobre todo lumbar es una de las causas más frecuentes de consulta médica.

Es de suma importancia conocer los signos de alarma que indican la necesidad de realizar un estudio de imagen.



Aproximadamente un 80% de la población adulta sufrirá un cuadro de lumbalgia en su vida y en la mayoría de los casos será autolimitado.

En pacientes ancianos y/o con tumor primario conocido, determinar si una fractura aguda de un cuerpo vertebral (<2 meses) es de origen tumoral u osteoporótico es un gran reto diagnóstico.

La fractura osteoporótica es la causa más común en pacientes ancianos.

La columna vertebral es un lugar frecuente de afectación metastásica.

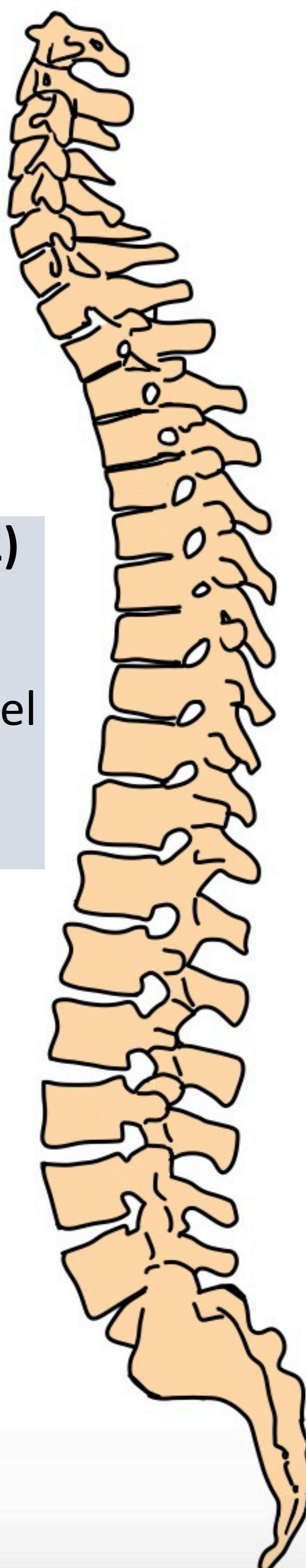
REVISIÓN DEL TEMA

ANATOMÍA

El radiólogo debe conocer la anatomía de cada segmento vertebral y sus peculiaridades, así como realizar una correcta correlación con las imágenes.

COLUMNA DORSAL (D1-D12)

- Curva cifótica.
- Raíces nerviosas salen bajo el pedículo de la vértebra correspondiente.



COLUMNA CERVICAL (C1-C7)

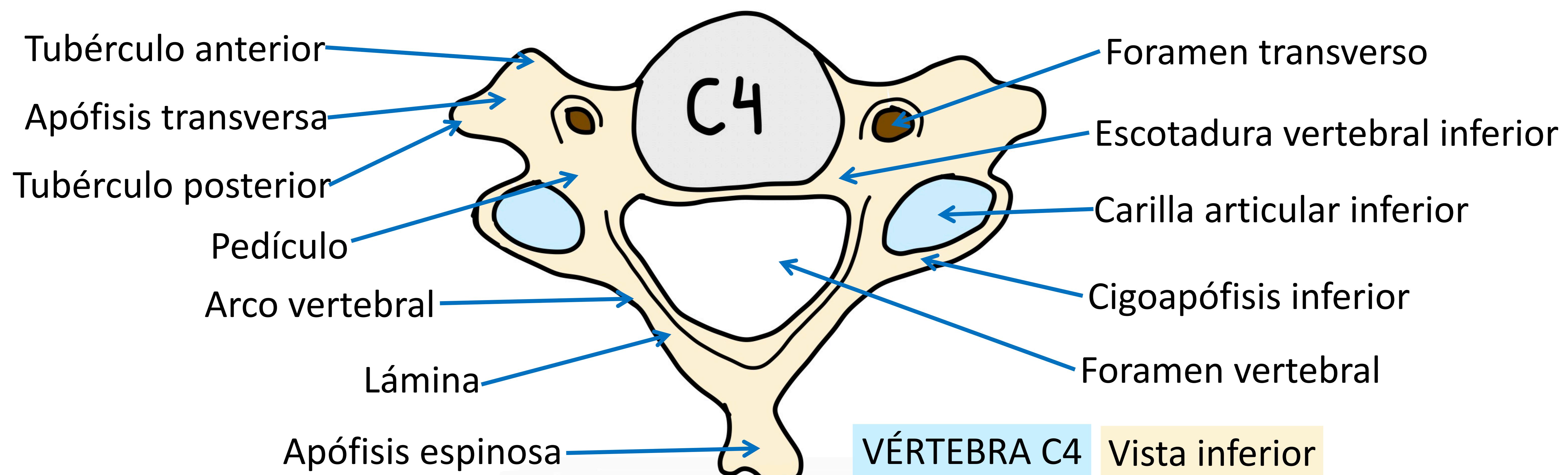
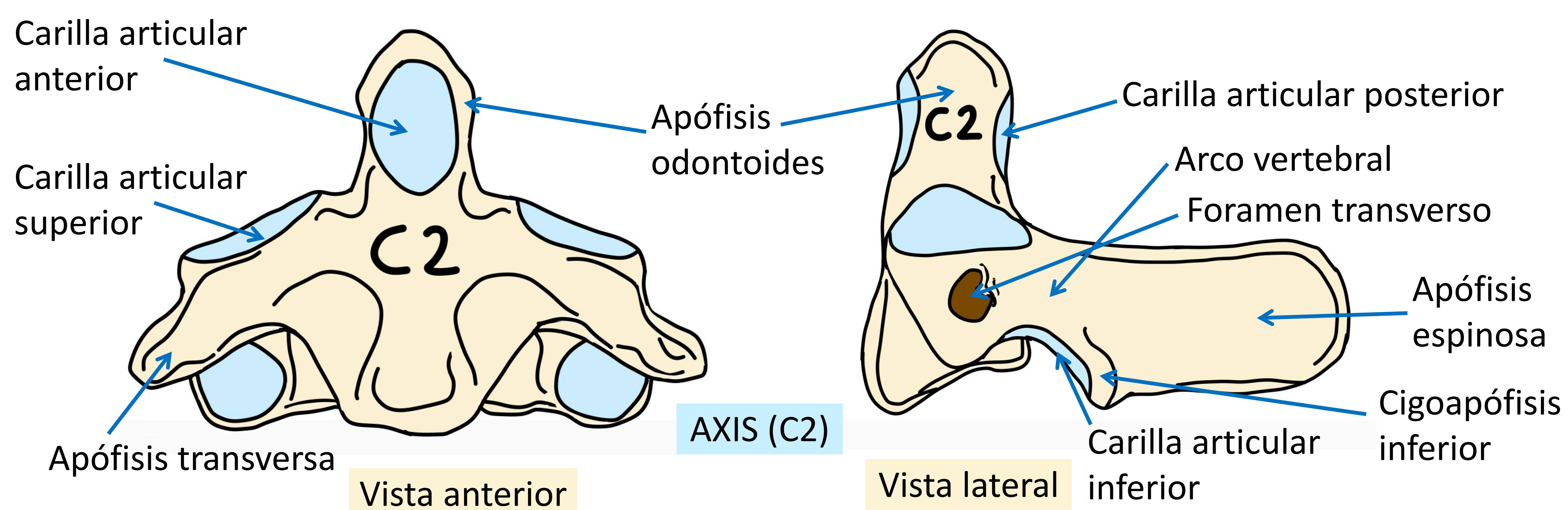
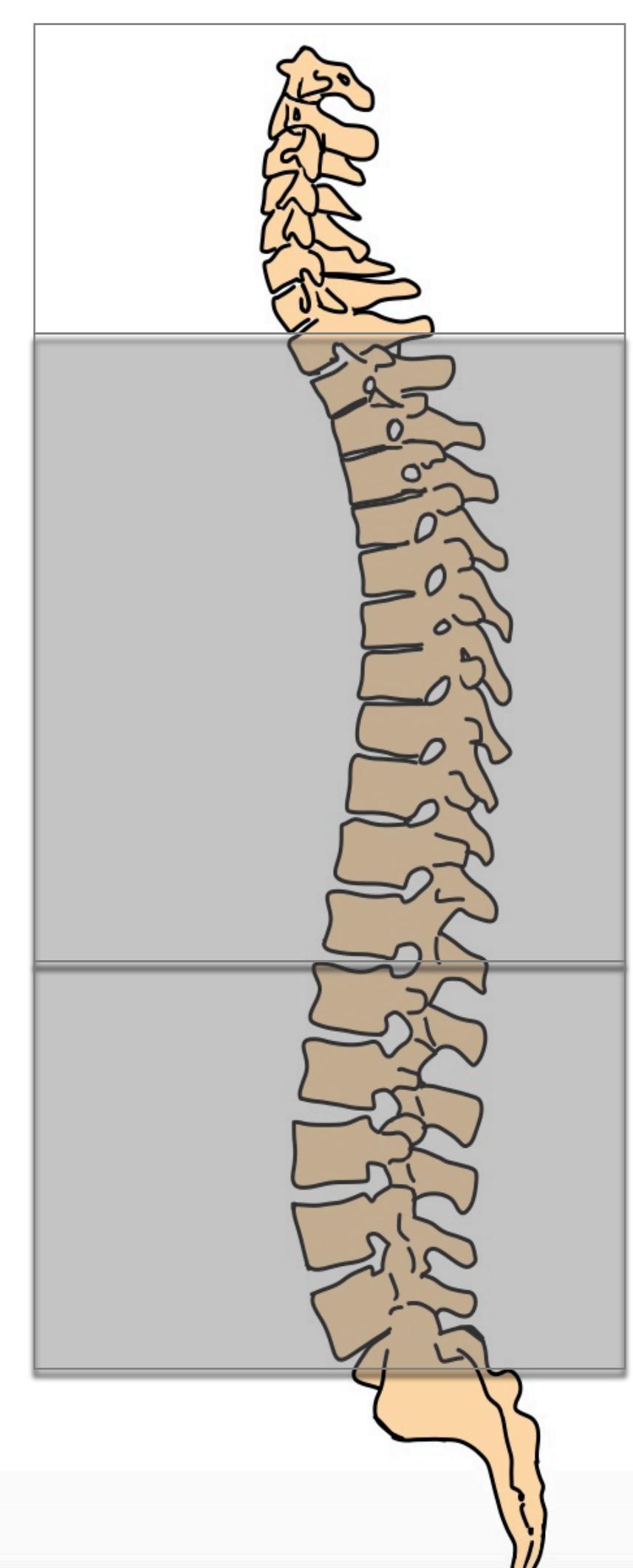
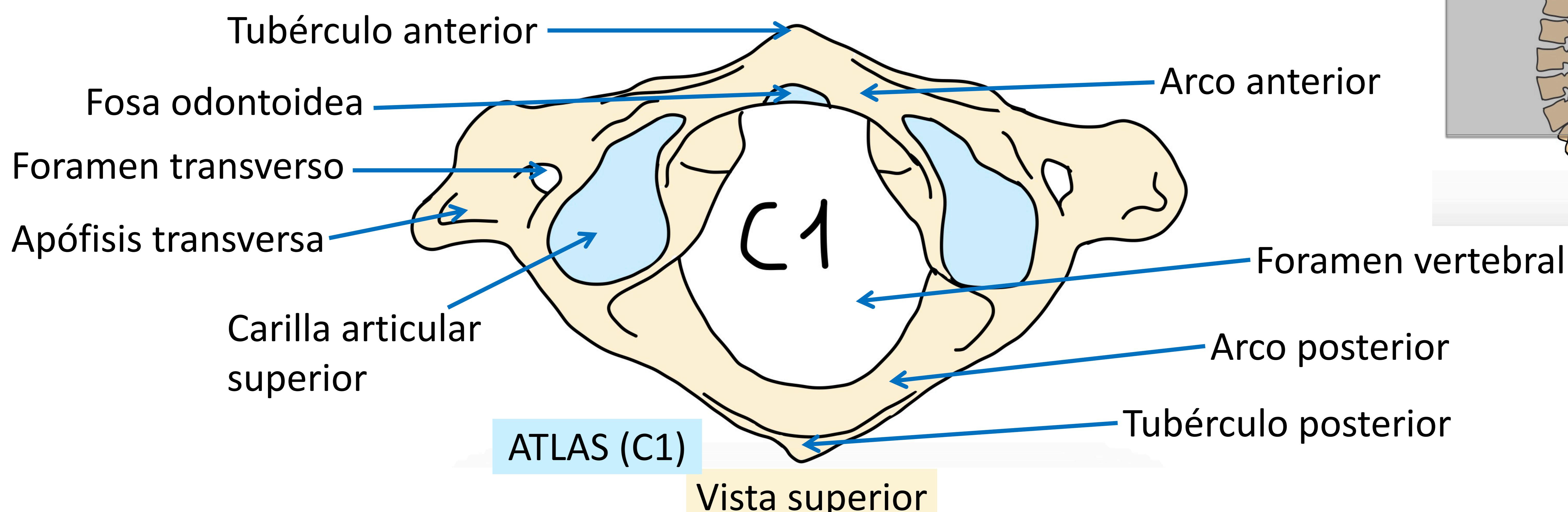
- Curva lordótica.
- Atlas (C1): está formada por dos arcos y carece de cuerpo.
- Axis (C2): tiene la apófisis odontoides, que en su base hay una sincondrosis de baja IS en todas las secuencias (no confundir con fractura) y en su ápex un acúmulo graso.
- Raíces nerviosas salen por las foráminas, encima del nivel del cuerpo vertebral correspondiente.

COLUMNA LUMBAR (L1-L5)

- Curva lordótica.
- Raíces nerviosas salen bajo el pedículo de la vértebra correspondiente.
- Cono medular: en nivel L1, con IS intermedia en T1 y T2.
- Raíces cola caballo: IS intermedia en T1 y T2.

REVISIÓN DEL TEMA ANATOMÍA

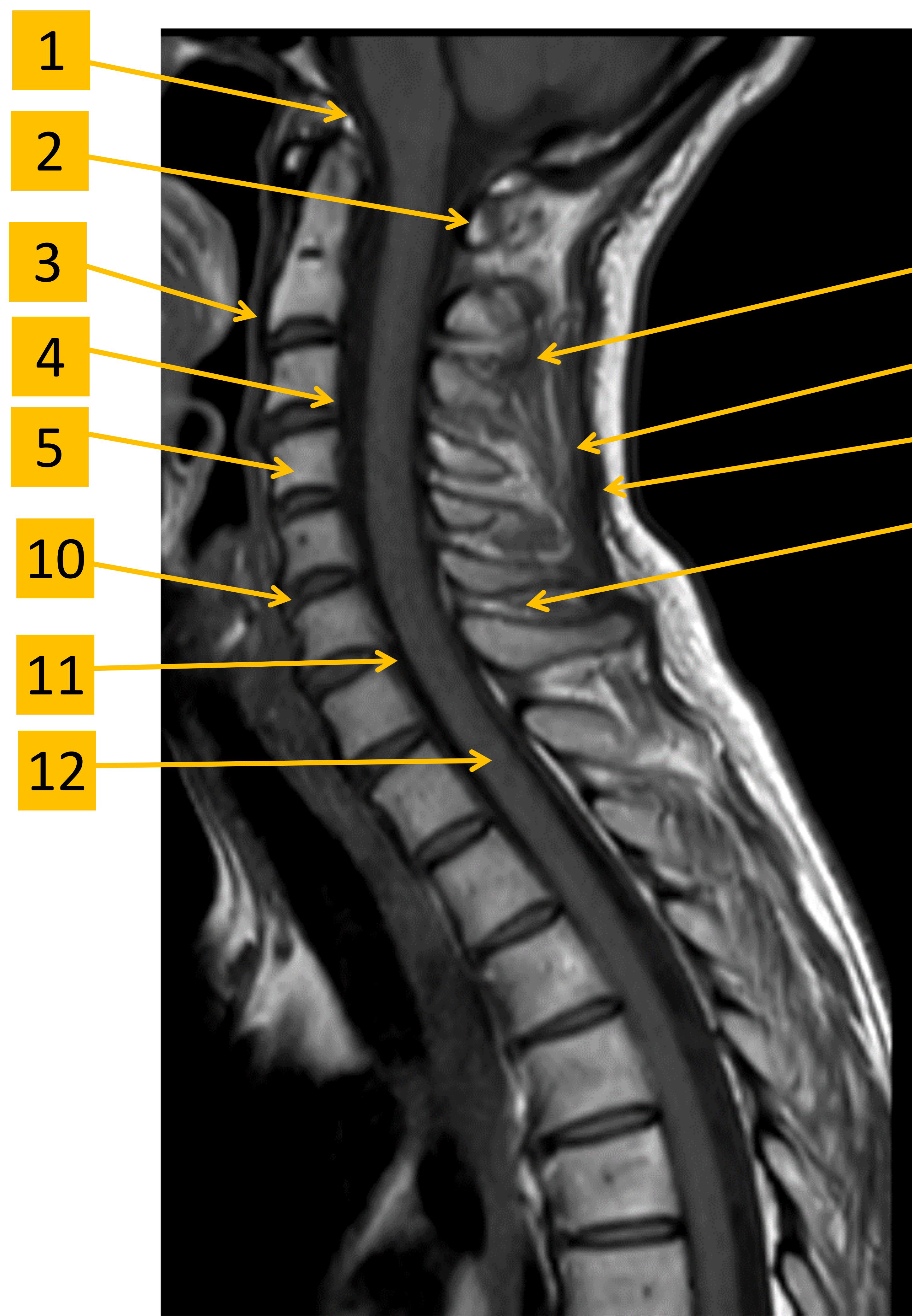
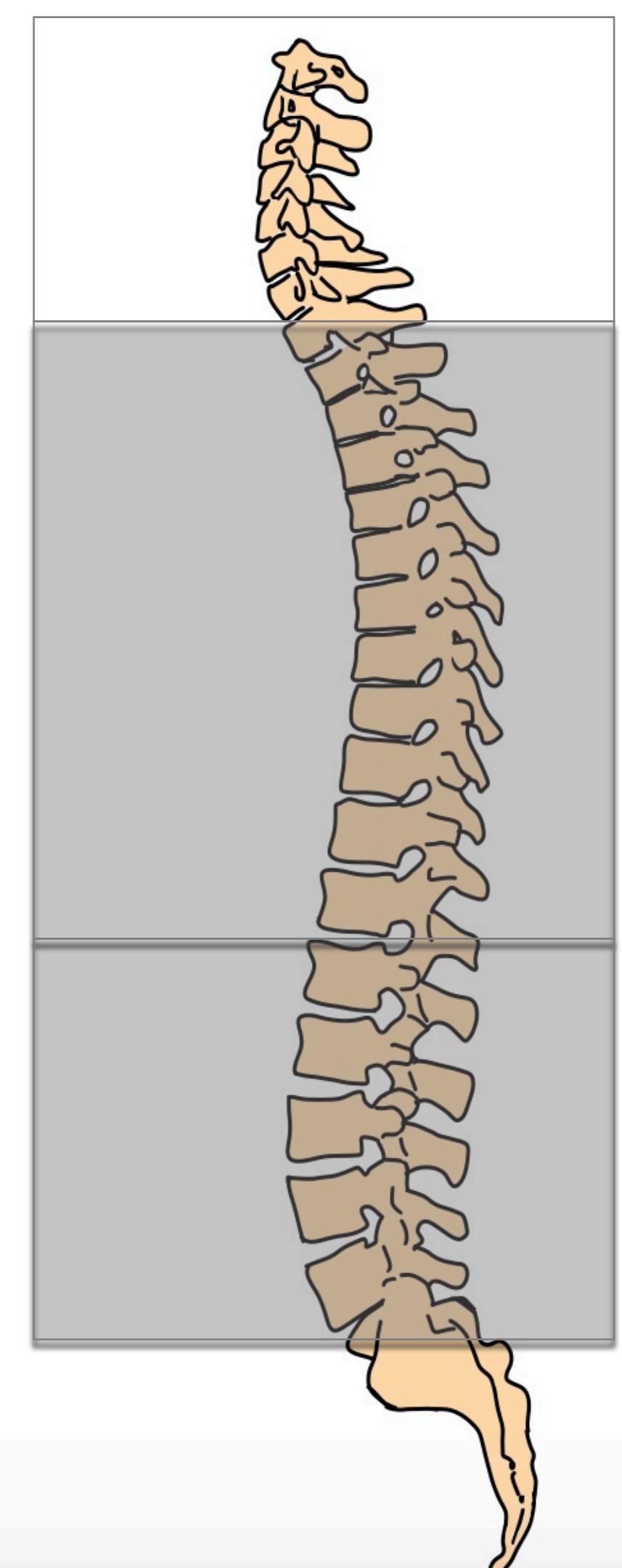
Anatomía de la columna CERVICAL



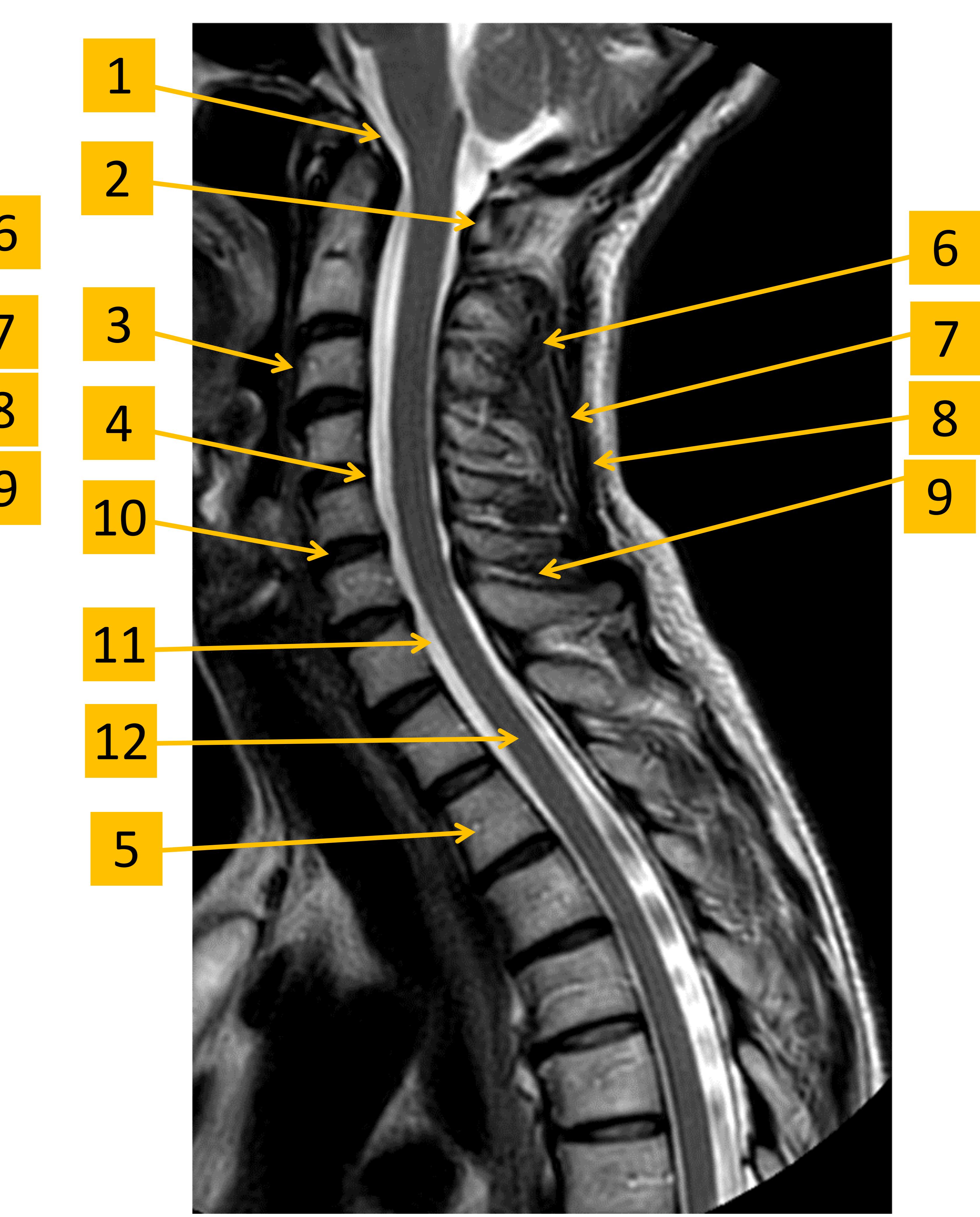
REVISIÓN DEL TEMA

ANATOMÍA

Anatomía en RM de la columna CERVICAL
(secuencias T1 y T2)



Columna cervical. Sagital T1.



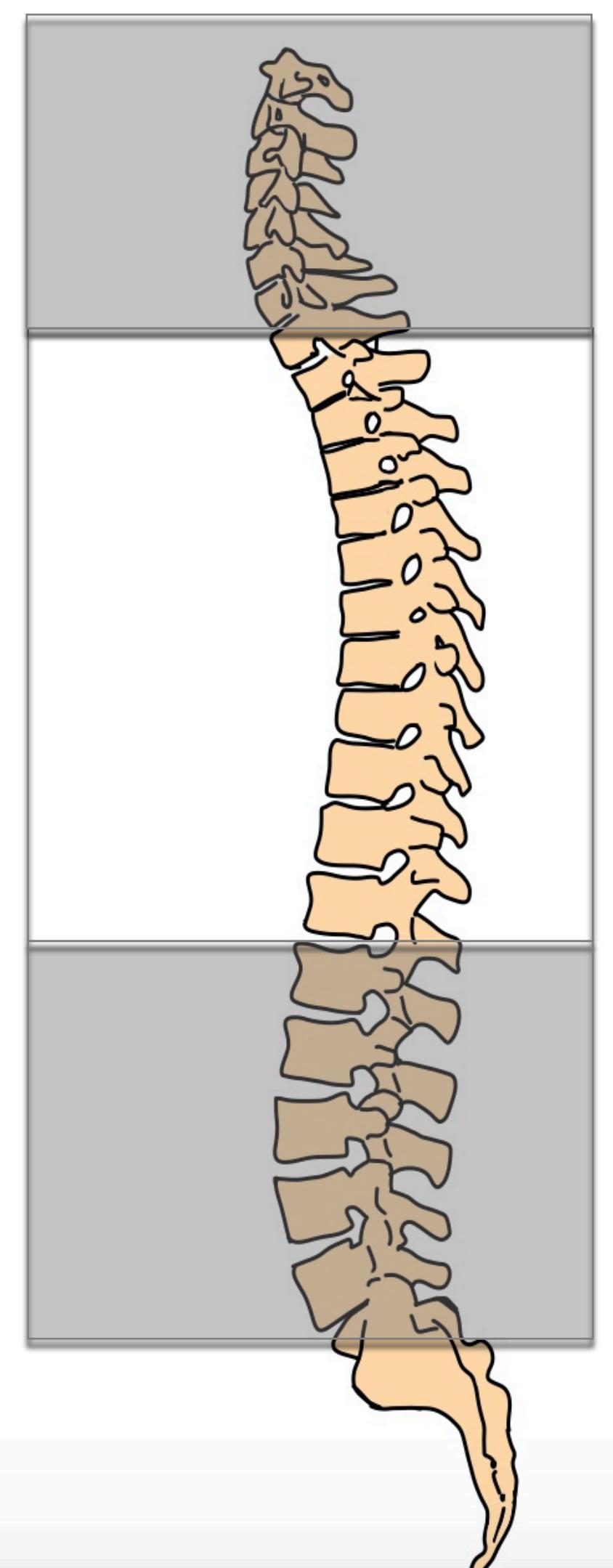
Columna cervical. Sagital T2.

1. Membrana tectoria; 2. Arco posterior atlas; 3. Ligamento longitudinal anterior; 4. Ligamento longitudinal posterior; 5. Cuerpo vertebral; 6. Ligamentos supraespinales; 7. Ligamento nucal; 8. Fascia cervical; 9. Ligamentos interespinales; 10. Disco intervertebral; 11. Espacio leptomeníngeo; 12. Cordón medular.

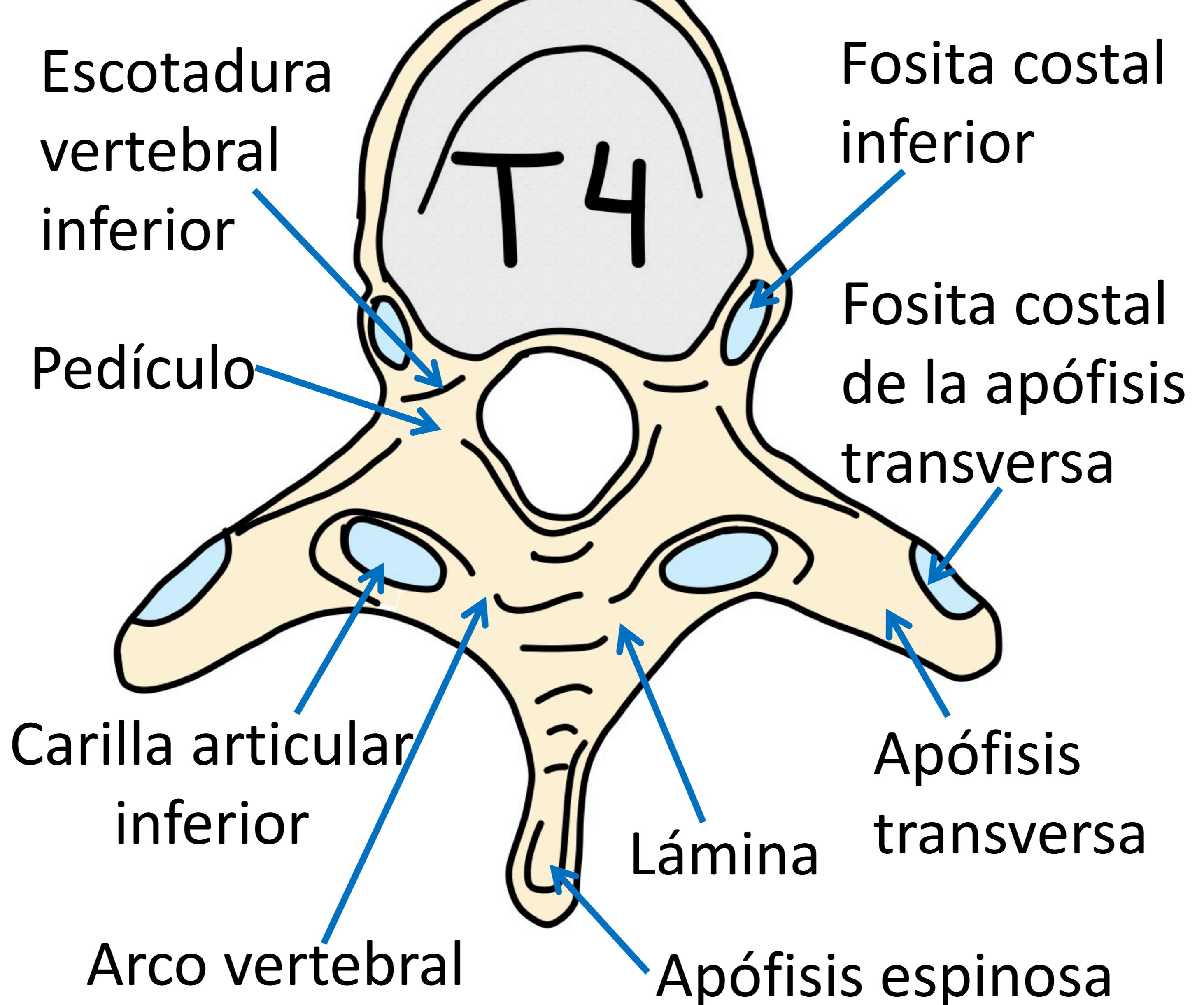
REVISIÓN DEL TEMA

ANATOMÍA

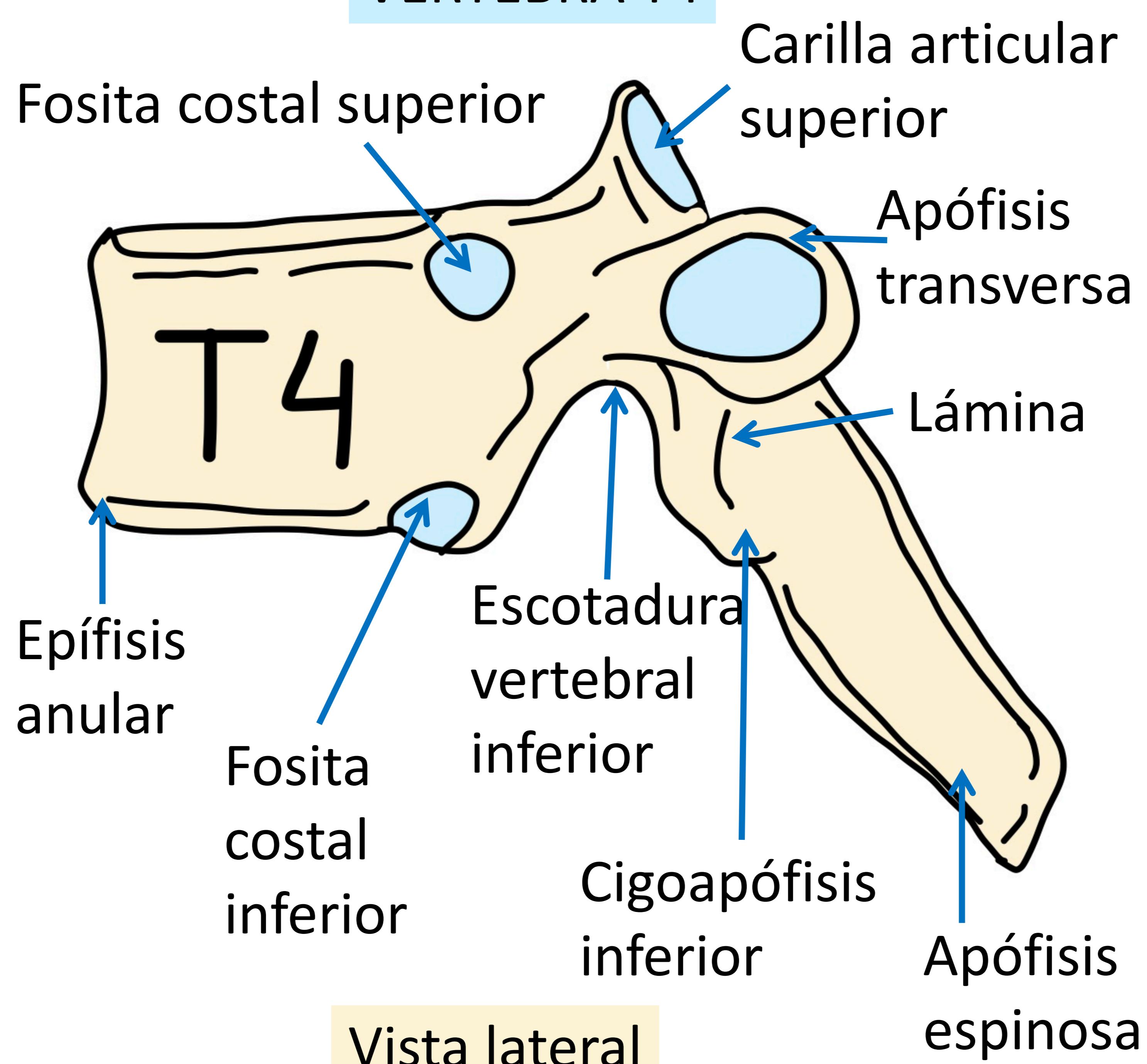
Anatomía de la columna DORSAL



Vista inferior



VÉRTEBRA T4



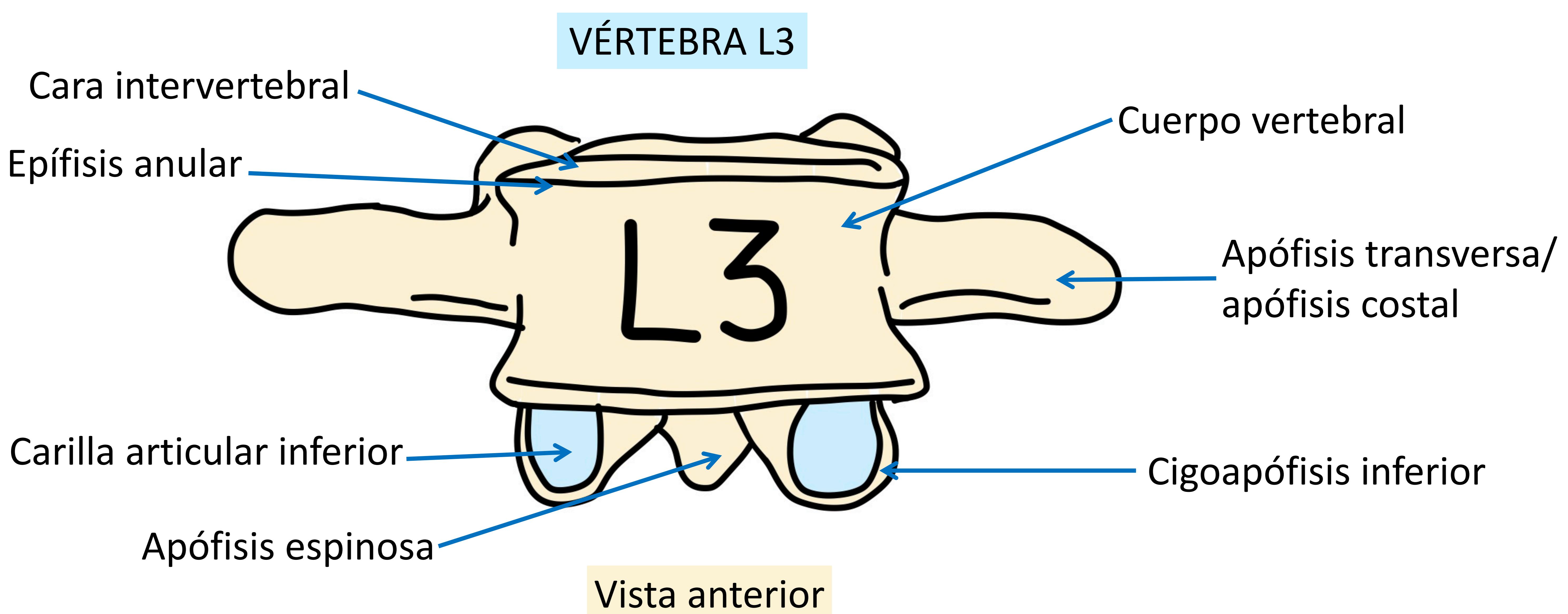
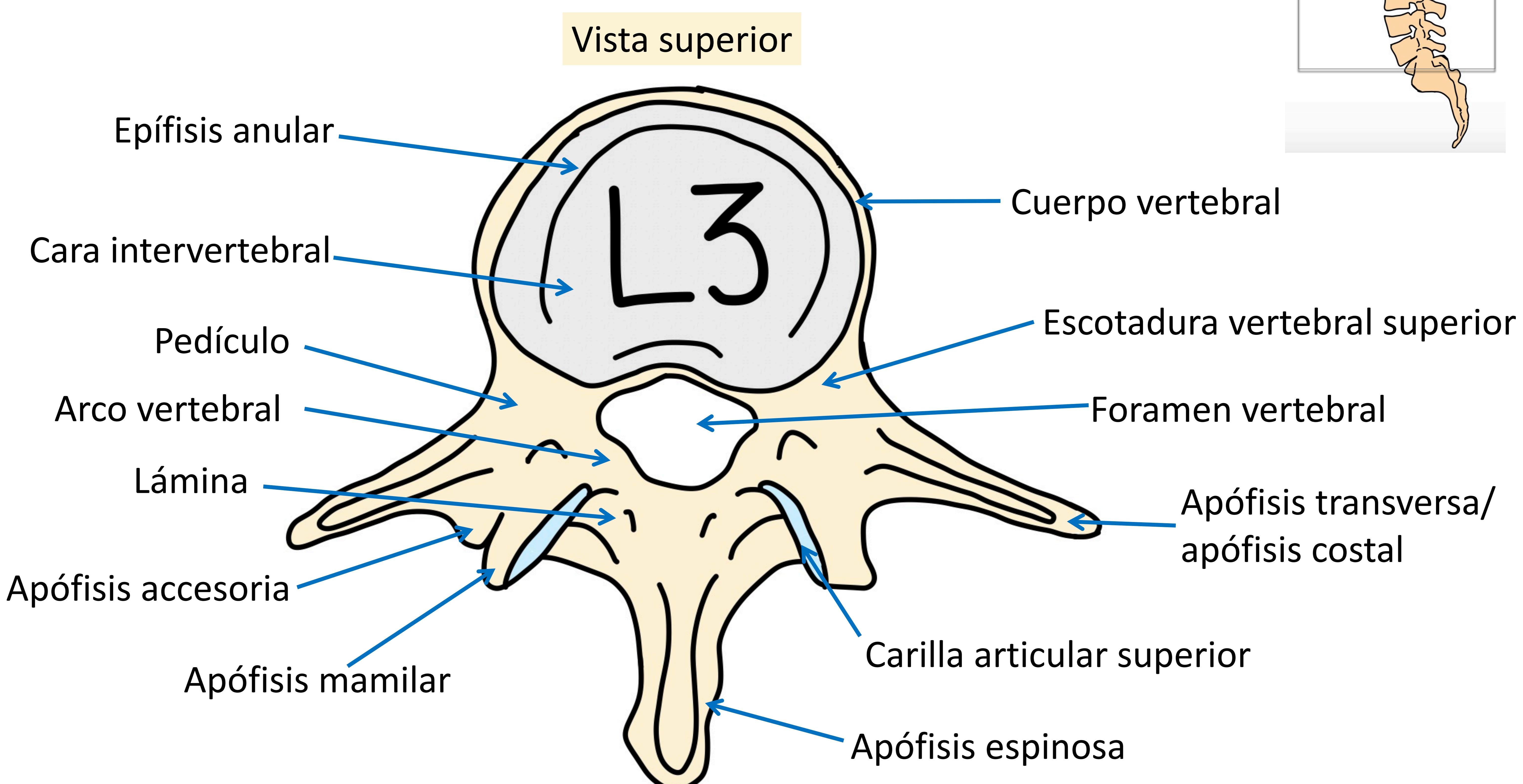
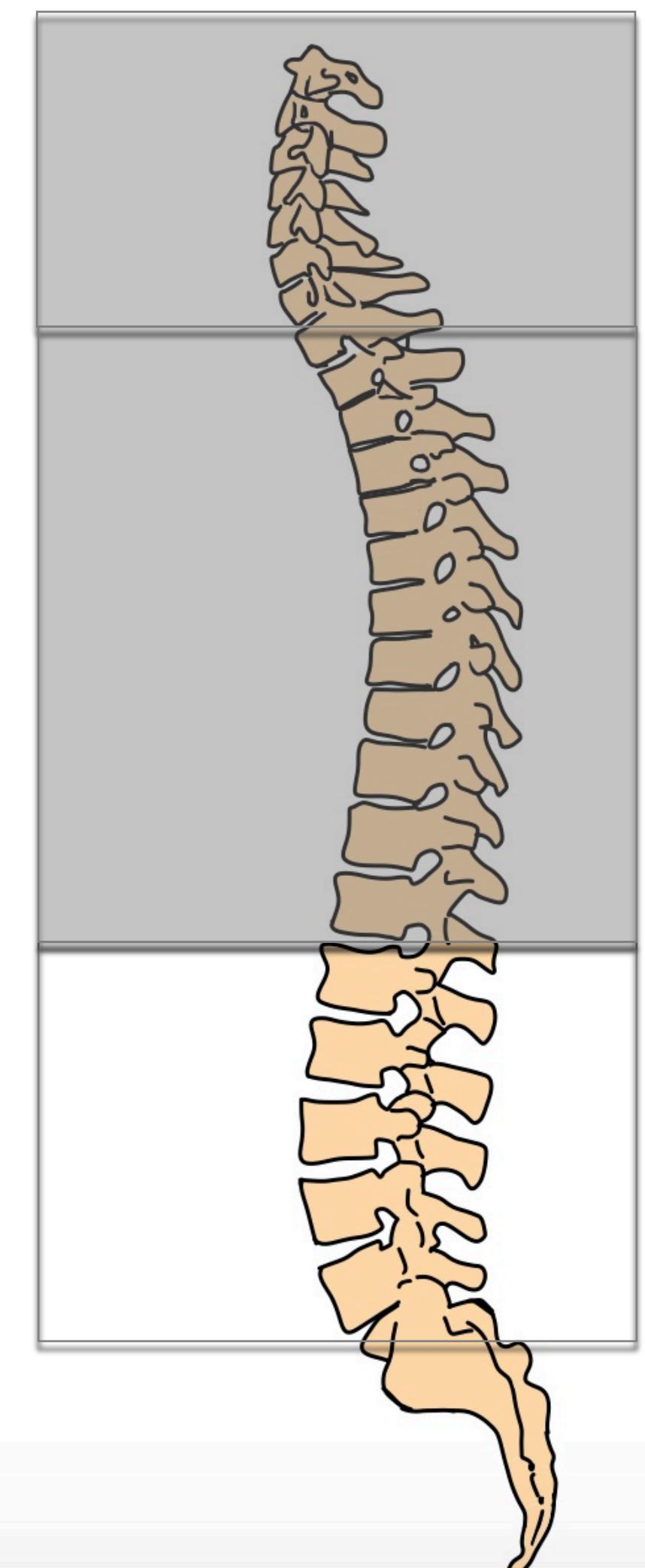
Columna dorsal. Sagital T1.



Columna dorsal. Sagital T2.

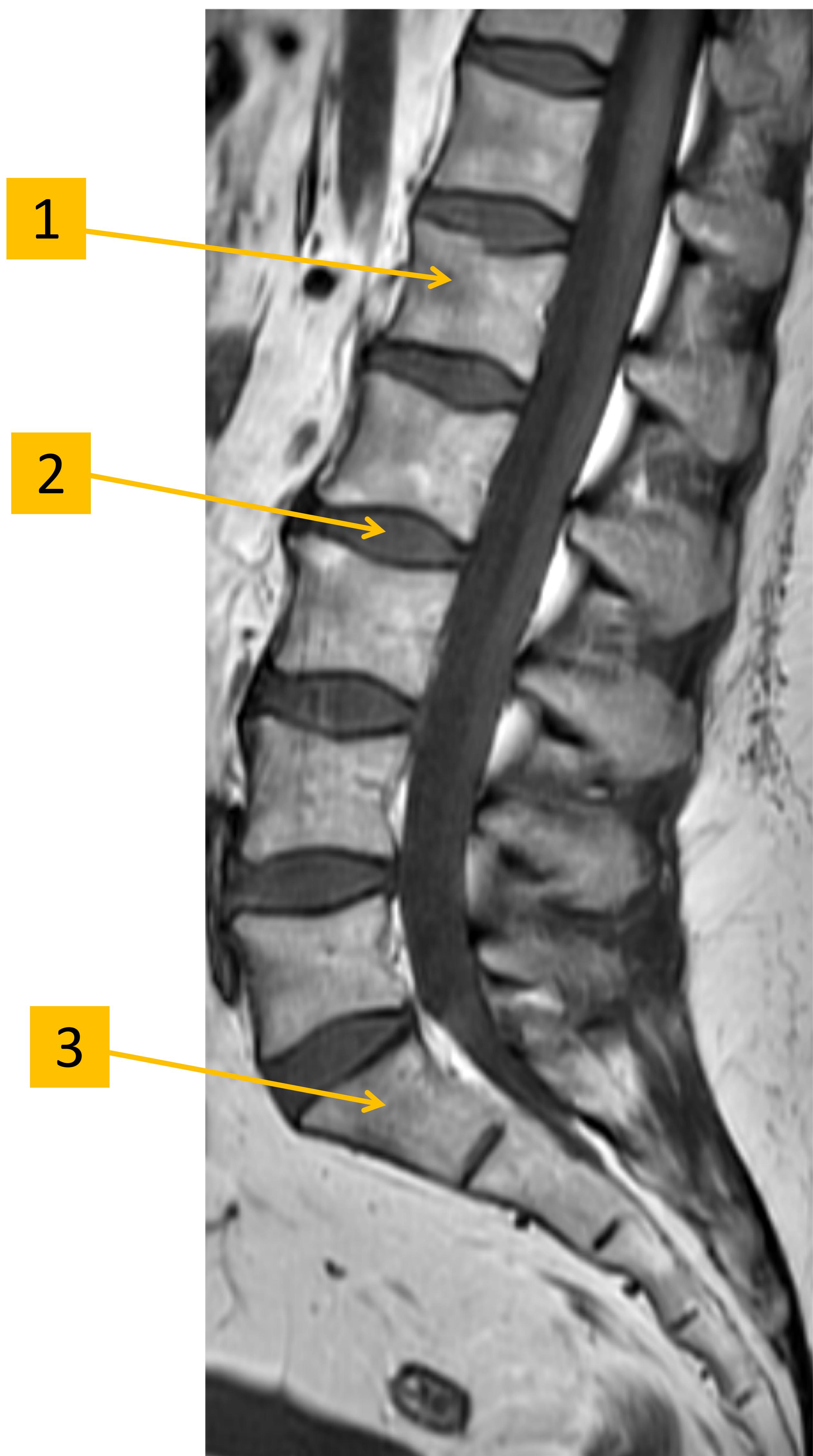
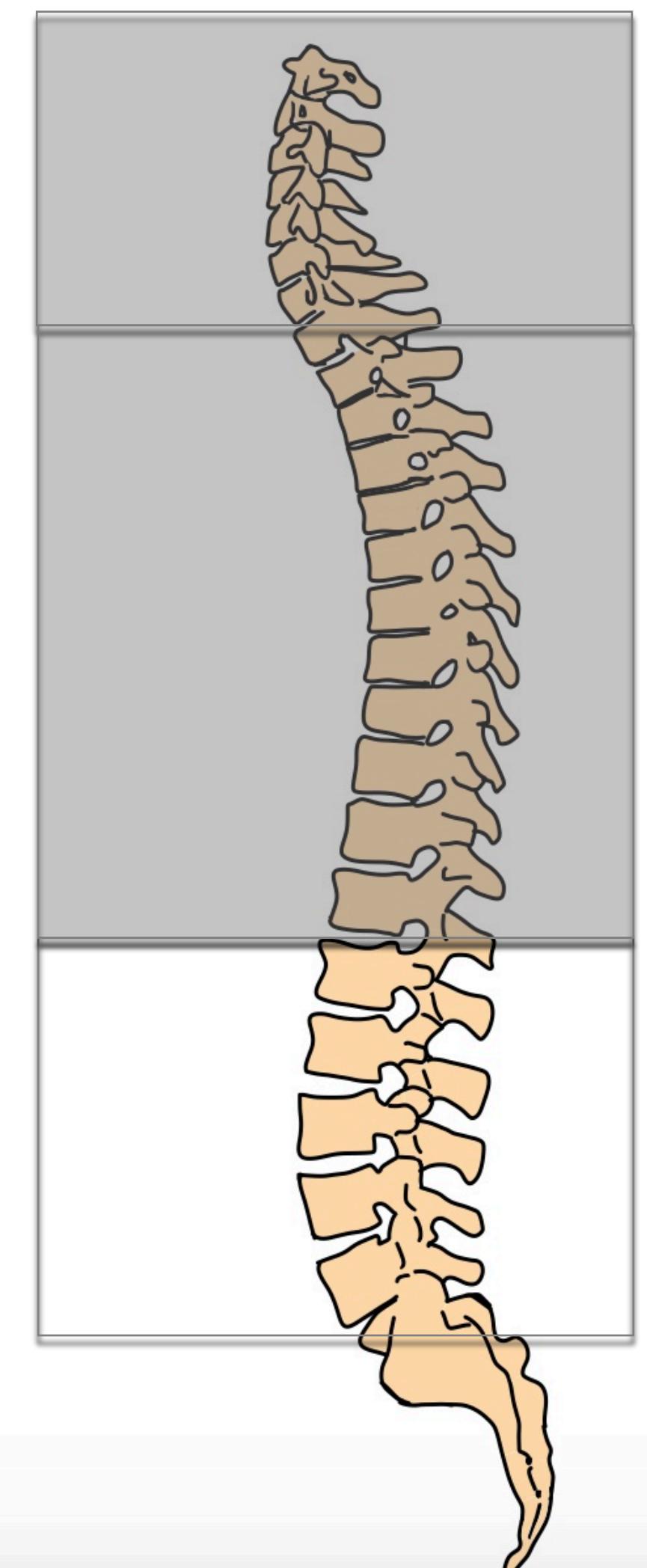
REVISIÓN DEL TEMA ANATOMÍA

Anatomía de la columna LUMBAR



REVISIÓN DEL TEMA ANATOMÍA

Anatomía en RM de la columna LUMBAR
(secuencias T1 y T2)



Columna lumbar. Sagital T1.



Columna lumbar. Sagital T2.

1. Cuerpo vertebral; 2. Disco intervertebral; 3. Base del sacro; 4. Cordón medular; 5. Cono medular; 6. Ligamentos amarillos; 7. Cola de caballo.

REVISIÓN DEL TEMA ANATOMÍA

Vascularización columna vertebral

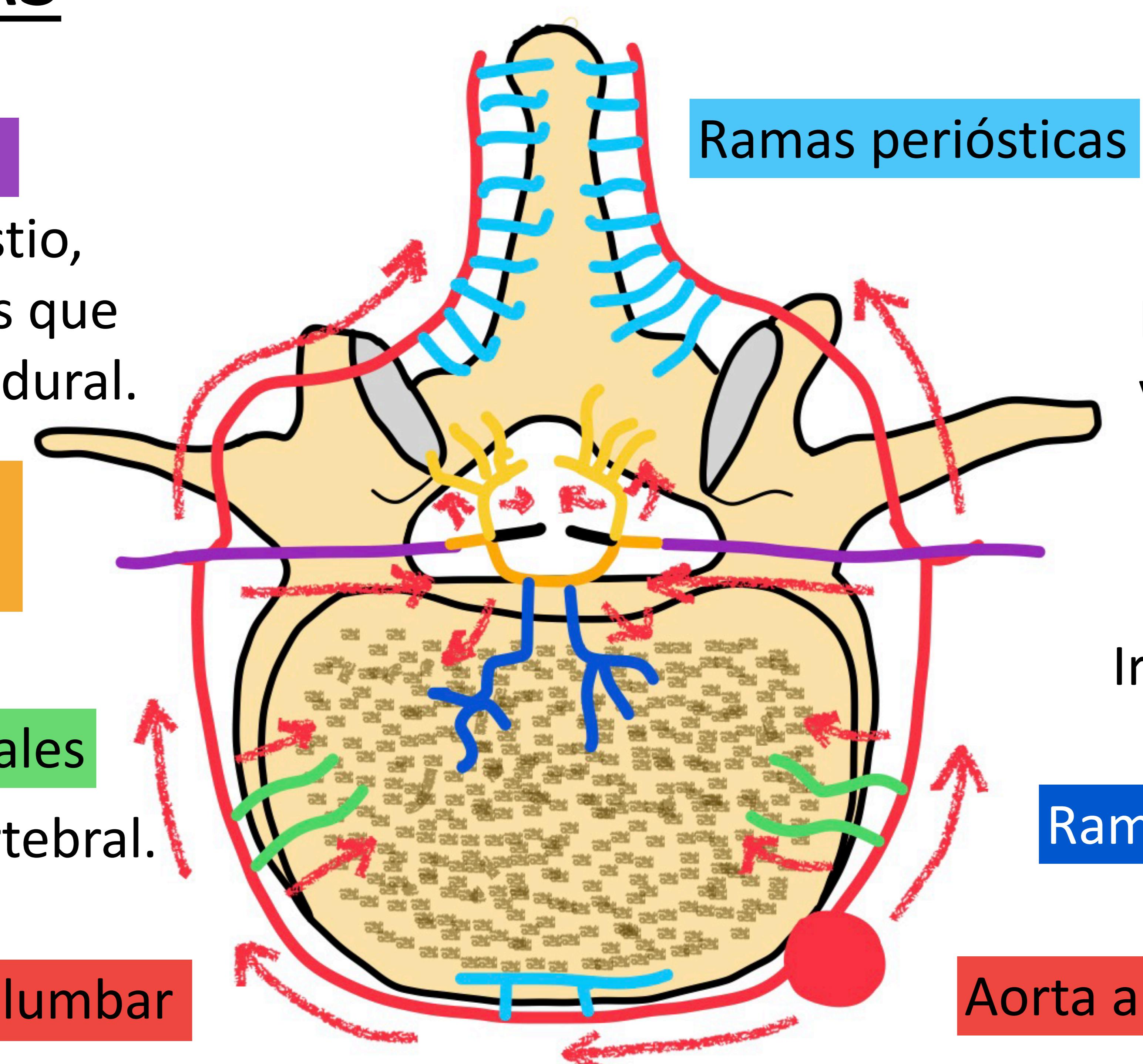
ARTERIAS

Rama espinal
Irrigan huesos, periostio, ligamentos, meninges que rodean el espacio epidural.

Rama anterior del conducto vertebral

Ramas centrales
Irrigan el cuerpo vertebral.

Arteria lumbar



Ramas periósticas

Rama posterior del conducto vertebral

Irrigan estructuras del arco vertebral y músculos del dorso.

Rama radicular o segmentaria

Irrigan el tejido nervioso.

Ramas nutricias

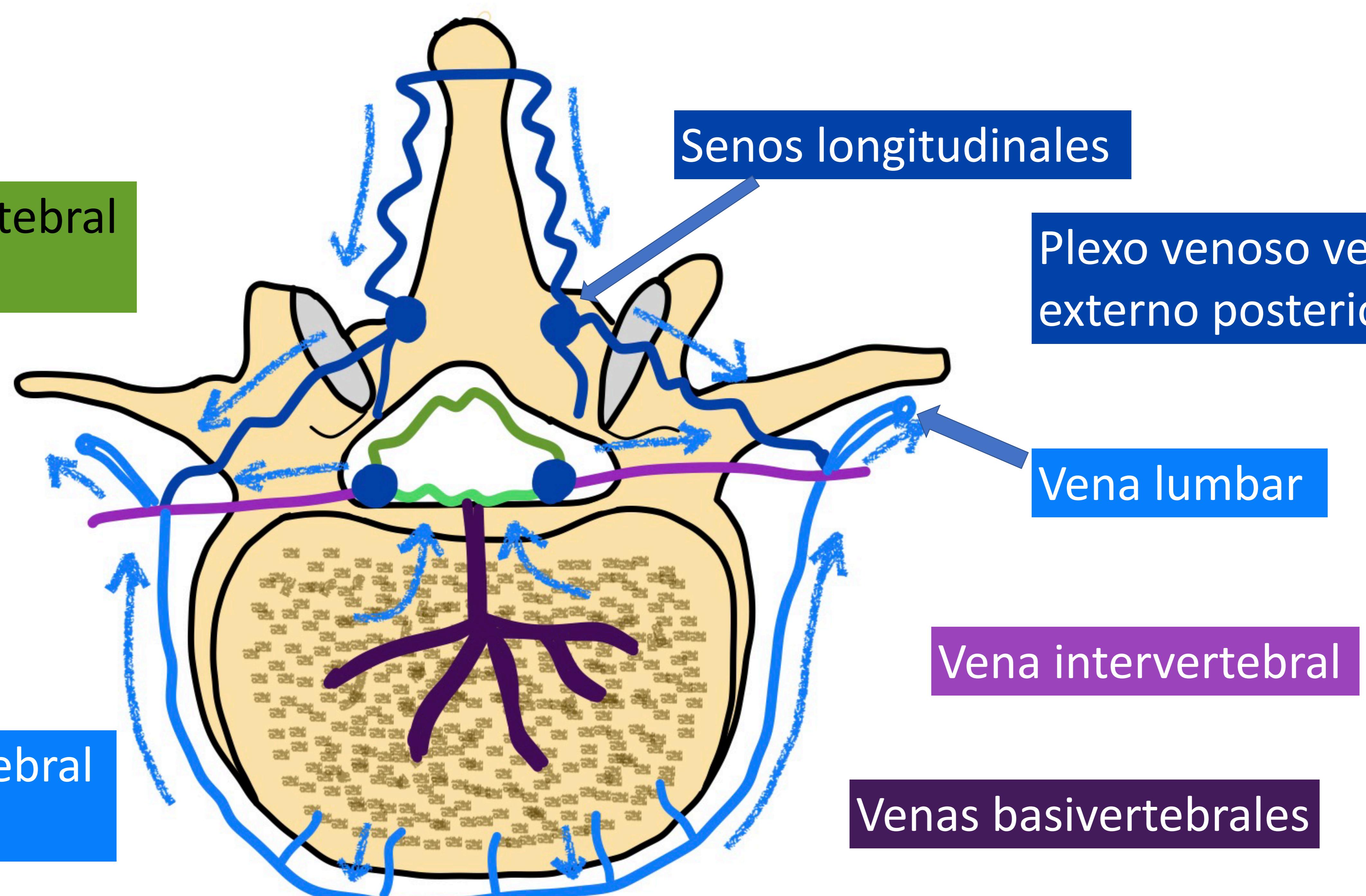
Aorta abdominal

VENAS

Plexo venoso vertebral interno posterior

Plexo venoso vertebral interno anterior

Plexo venoso vertebral externo anterior



Senos longitudinales

Plexo venoso vertebral externo posterior

Vena lumbar

Vena intervertebral

Venas basivertebrales

REVISIÓN DEL TEMA

ANATOMÍA

INTENSIDADES DE SEÑAL EN RM

T1

Hiperintensa:

- Grasa.
- Médula ósea amarilla.

Intermedia:

- Líquido.
- Músculo.
- Cordón medular.
- Médula ósea roja.
- Tumor.

Hipointensa:

- LCR.
- Aire.
- Hueso cortical.
- Tejido fibroso.
- Ligamentos y tendones.
- Calcificaciones.

T2

Hiperintensa:

- LCR.
- Núcleo pulposo normal.
- Edema.
- Quistes.
- Tumor.

Intermedia:

- Grasa.
- Músculo.
- Núcleo pulposo deshidratado.

Hipointensa:

- Aire.
- Hueso cortical.
- Tejido fibroso.
- Ligamentos y tendones.
- Calcificaciones.

REVISIÓN DEL TEMA

SIGNOS DE ALARMA O *RED FLAGS*

Red flags en el dolor raquídeo que indican la necesidad de realizar un estudio radiológico.

SOSPECHA DE FRACTURA VERTEBRAL:

- Fractura por compresión en >50 años, sobre todo mujeres.
- Osteoporosis.
- Accidente grave o traumatismo.
- Traumatismo leve o ausente.
- Tratamiento con corticoides.
- Adicciones: drogas y alcohol, por mayor riesgo de caídas, fracturas e infección.
- Sospecha clínica de espondilitis anquilosante.

REVISIÓN DEL TEMA

PRUEBAS DIAGNÓSTICAS



RADIOGRAFÍA SIMPLE

- Primera prueba diagnóstica.
- Proyección AP y lateral.



TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

Útil en la valoración de:

- Cuerpo vertebral: trazos de fractura, grado de conminución, fragmentos que ocupan el canal medular.
- Elementos óseos posteriores.
- Masas de partes blandas.
- Estabilidad.



RESONANCIA MAGNÉTICA

- Útil en el diagnóstico diferencial de fracturas osteoporóticas y patológicas.
- Técnica más sensible para detectar alteraciones en la médula ósea en sus secuencias morfológicas (T1 y T2 DIXON) y funcionales (secuencias de difusión).
- Las secuencias morfológicas más útiles: secuencias potenciadas en T1, supresión grasa, secuencias con contraste y secuencias en fase y fuera de fase (in-out of phase).



REVISIÓN DEL TEMA

FRACTURAS VERTEBRALES

Las fracturas vertebrales se clasifican según su **ETIOLOGÍA** en:

- 1. Traumatismo:** causa más frecuente en <50 años.
- 2. Microtraumatismos de repetición:** de estrés.
- 3. Osteoporosis.**
- 4. Infiltración neoplásica:**

-**Metástasis:** la columna vertebral es lugar de metástasis del 10-15% de neoplasias.

-**Tumor primario óseo o enfermedades linfoproliferativas** (mieloma múltiple, linfoma).

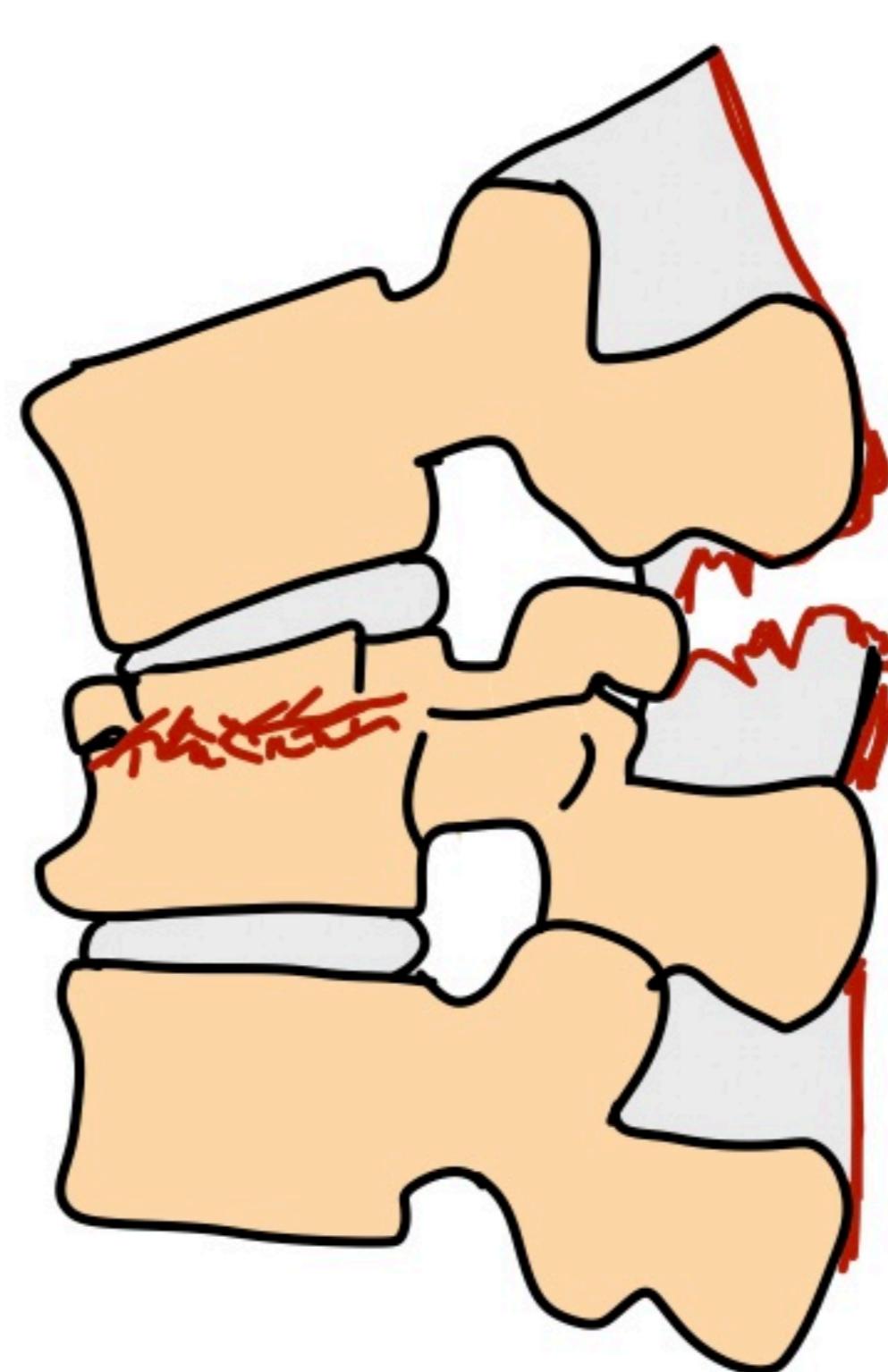
Según la **MORFOLOGÍA** de la fractura se clasifican en:



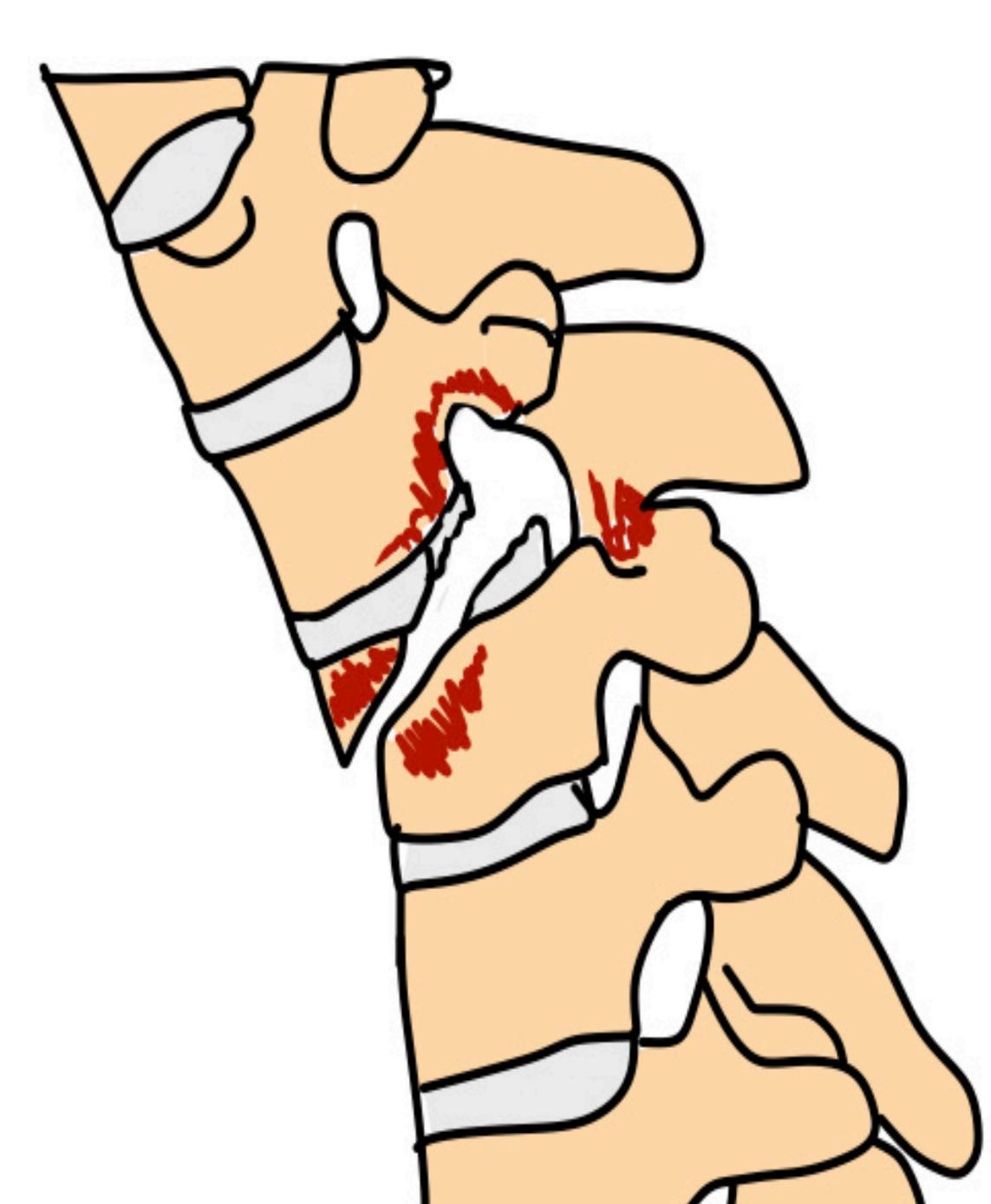
Fractura por compresión



Fractura por estallido



Fractura por flexión-distracción



Fractura por luxación



REVISIÓN DEL TEMA FRACTURAS TRAUMÁTICAS



- Tras sufrir traumatismos de alta energía.
- Con la RM valoramos las posibles lesiones **medulares** y **ligamentarias** (importante el complejo ligamentario posterior), que puede ser indicativo de cirugía.
- Imprescindible la valoración de lesiones medulares: (T2 y/o T2*)
 1. Hemorragia cordón: peor pronóstico (hipointensidad).
 2. Edema cordón: mejor pronóstico (hiperintensidad).
 3. Contusión/pequeña hemorragia + edema: pronóstico intermedio.

AOSpine-TLICS: sistema de clasificación de fracturas (0-8 puntos).

1. >5 ptos: cirugía.
2. Puntúa: morfología de la fractura y estado neurológico
3. Tipos:

A (0-5)

Fractura por compresión
(sin afectar CLP).

- A0: menor, fracturas no estructurales.
- A1: compresión en cuña.
- A2: fractura dividida.
- A3: estallido incompleto.
- A4: estallido completo.

B (5-7)

Fractura por distracción.

- B1: fractura de Chance/rotura de banda de tensión transósea.
- B2: rotura de banda de tensión posterior.
- B3: hiperextensión.

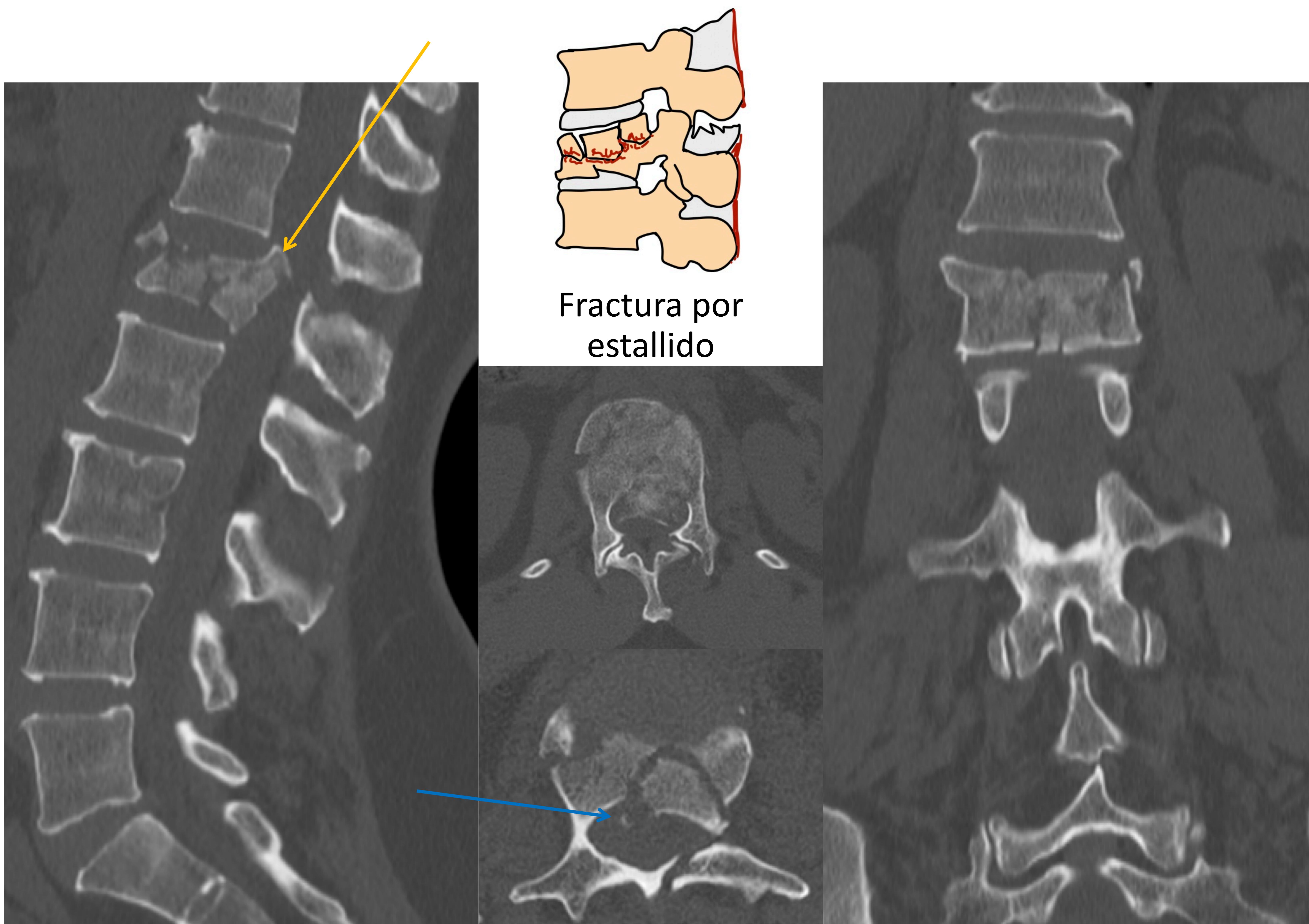
C (8)

Fractura-luxación.

- C: dislocación/desplazamiento.

REVISIÓN DEL TEMA

FRACTURAS TRAUMÁTICAS



Fractura por
estallido

TC MPR (sagital, axial y coronal): Accidente de tráfico. Fractura por estallido de L1 con moderda pérdida de altura con múltiples trazos que afectan al muro anterior, medio y posterior, marcada retropulsión del muro posterior (flecha amarilla) con fragmento intracanal (flecha azul).

REVISIÓN DEL TEMA FRACTURAS TRAUMÁTICAS



RM sagital T1.



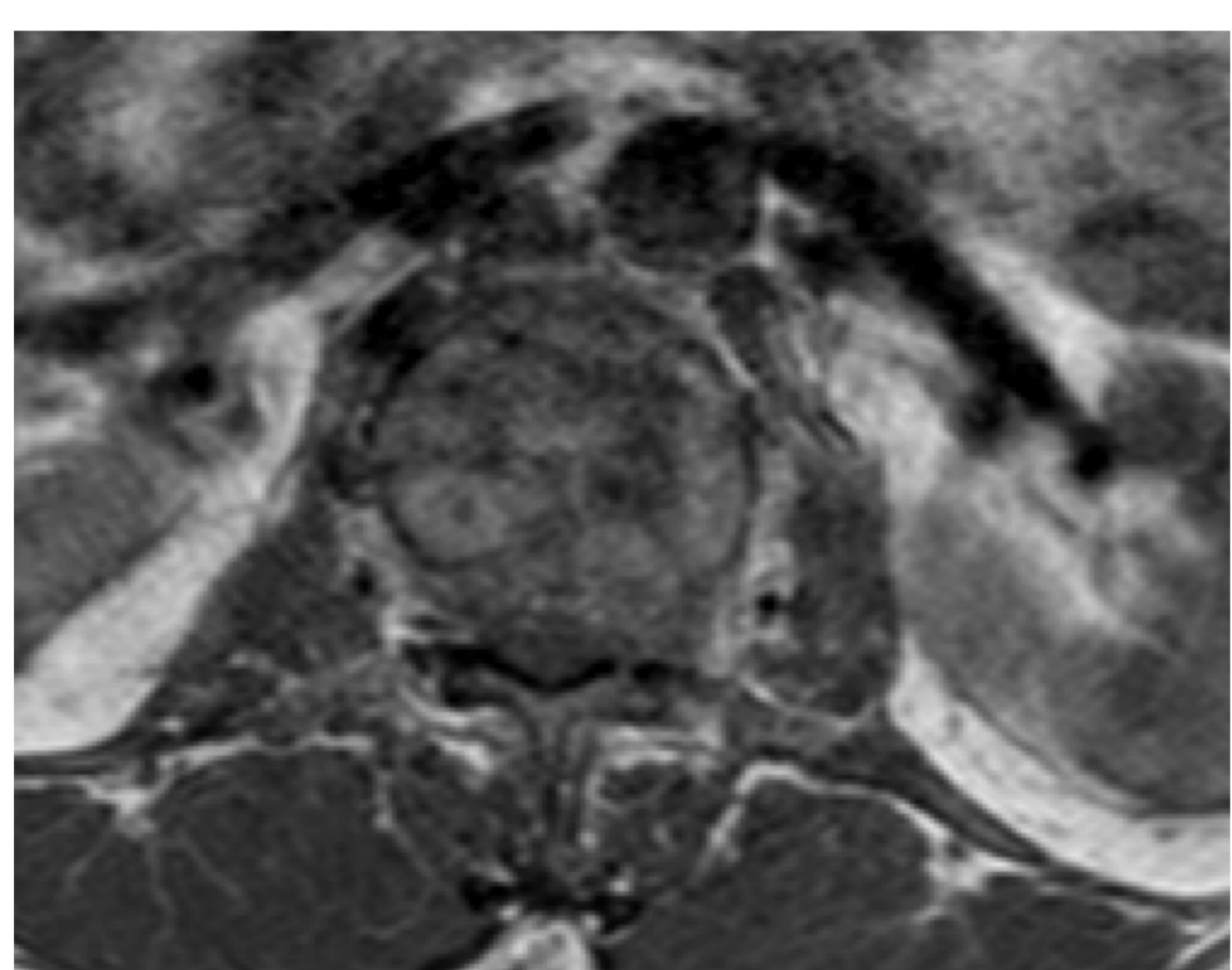
Fractura por
estallido



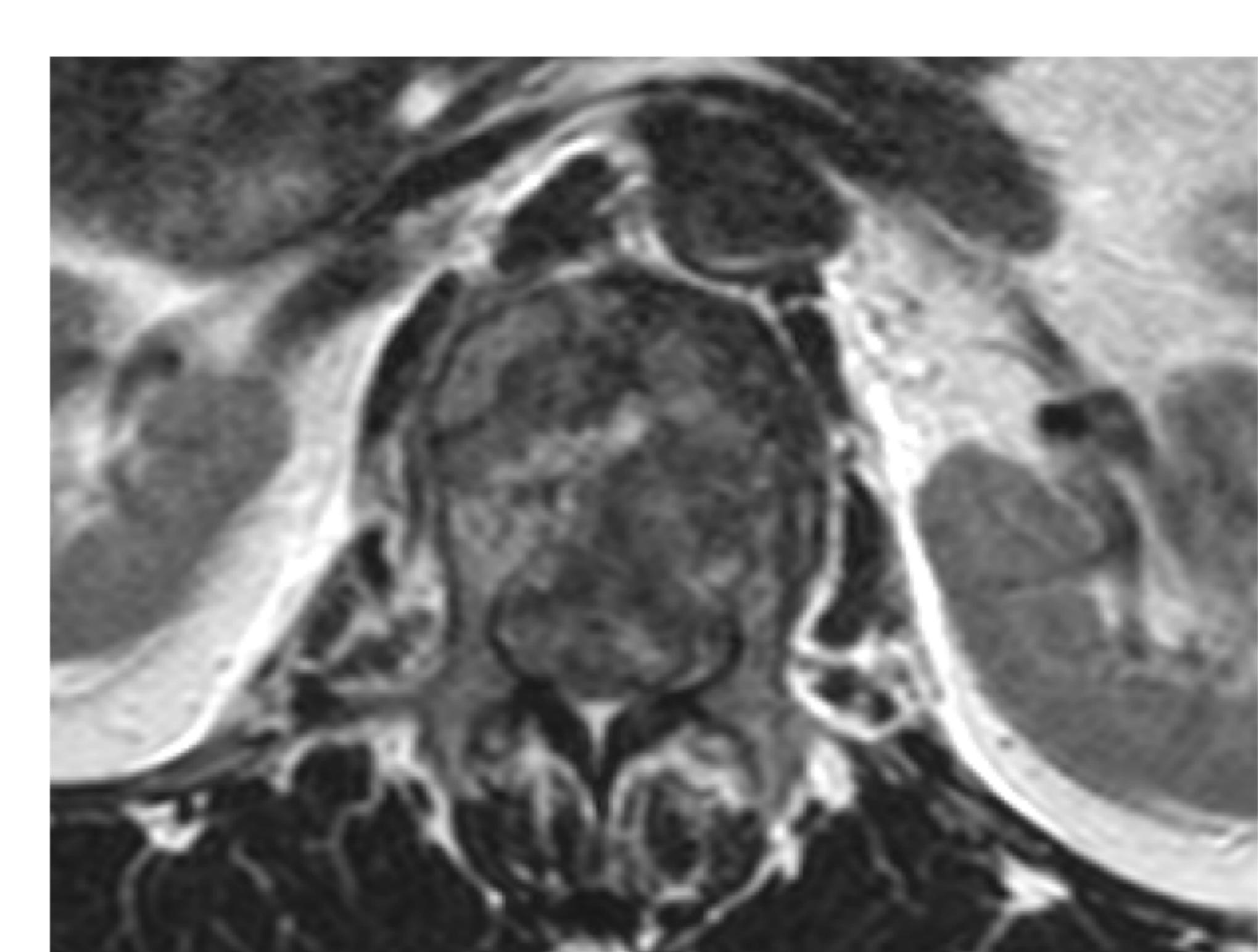
RM sagital STIR.



RM sagital T2.



RM secuencia T1.

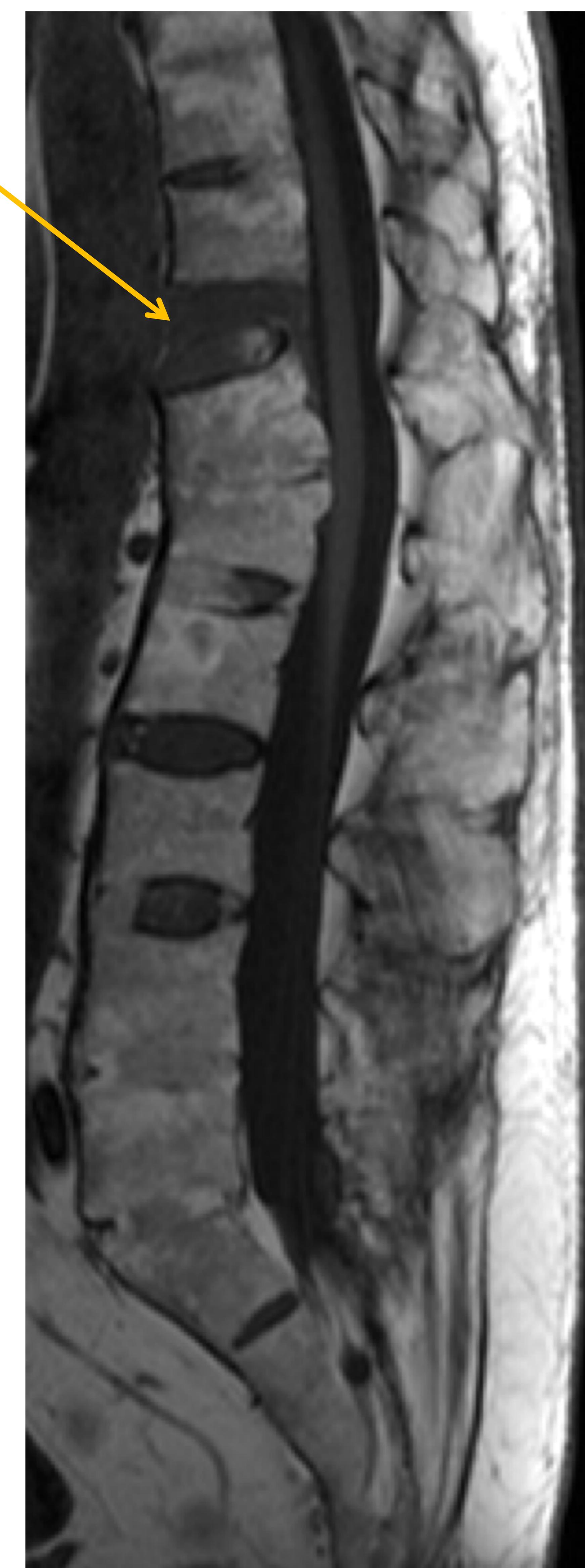


RM secuencia T2.

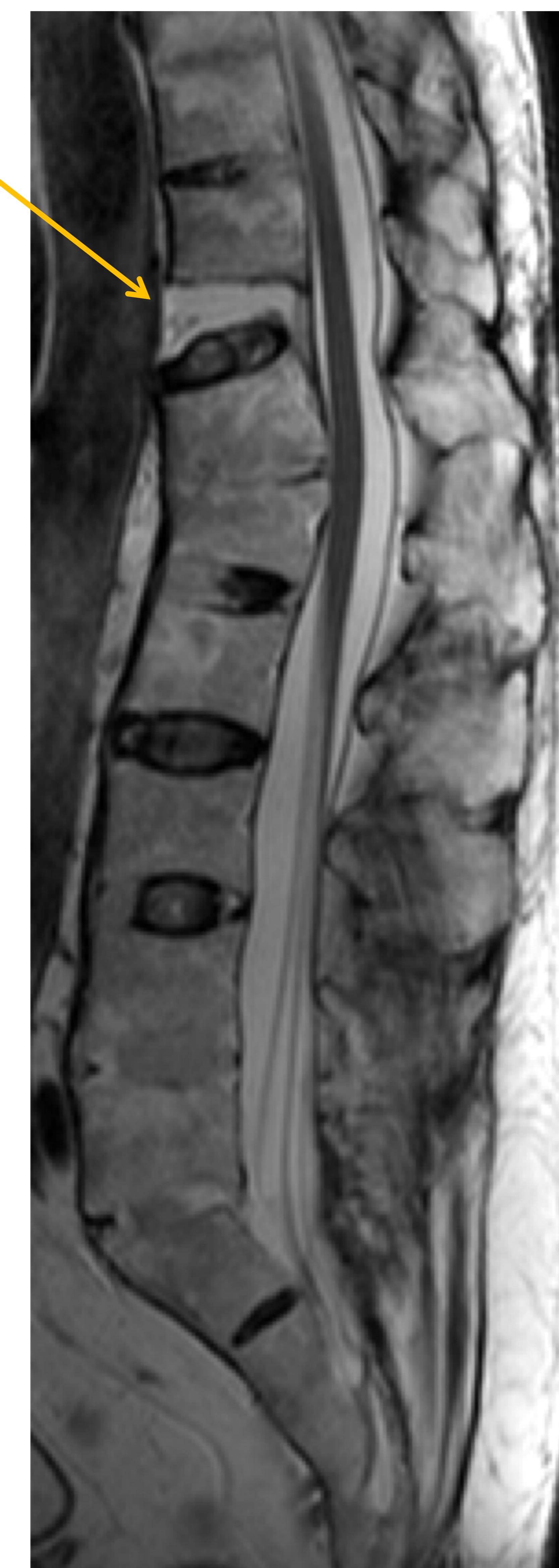
Fractura estallido de L1 con hematoma epidural anterior (flecha amarilla),
fragmento óseo intracanal y estenosis de canal.

REVISIÓN DEL TEMA

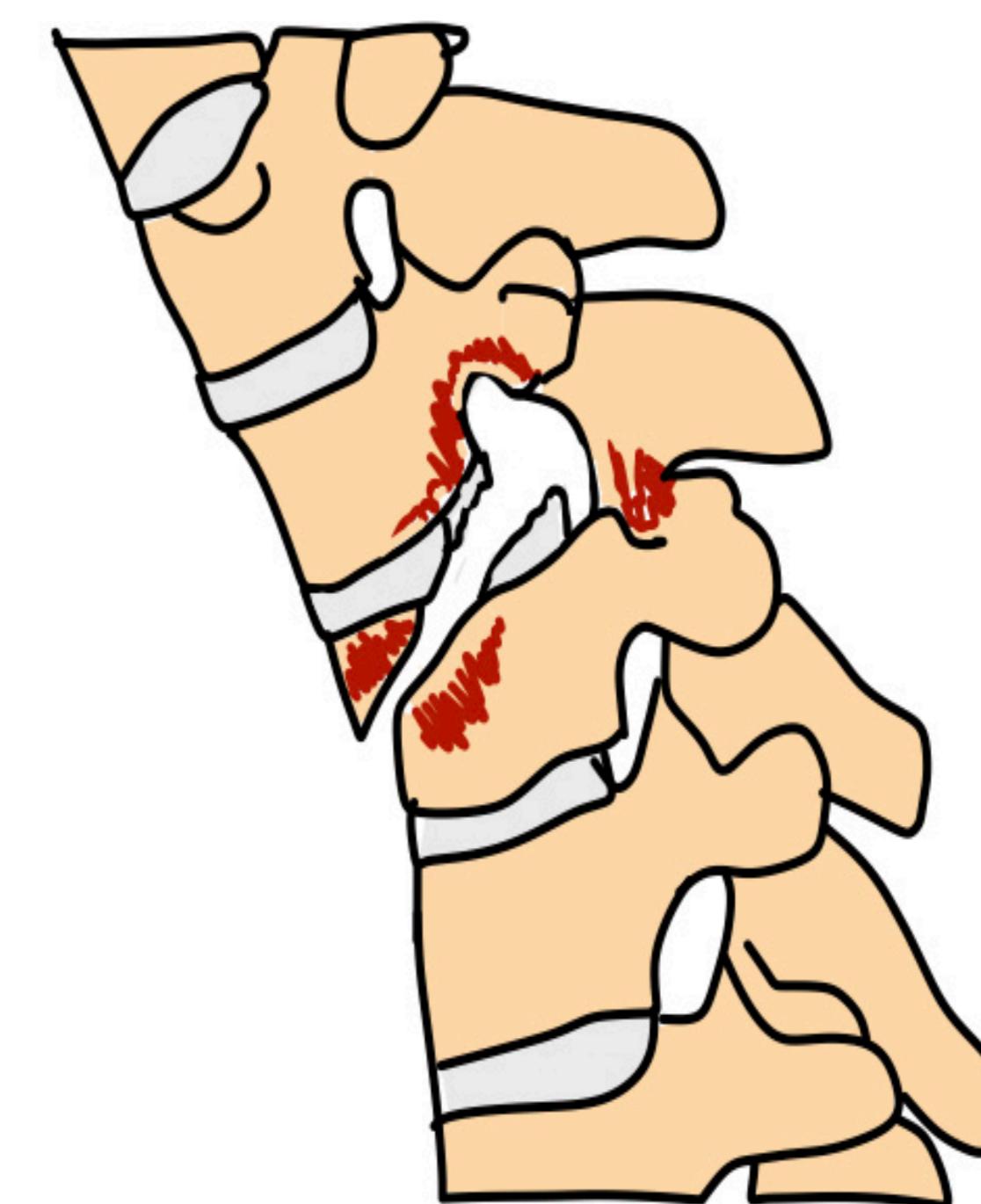
FRACTURAS TRAUMÁTICAS



RM sagital T1.



RM sagital T2.



Fractura por
luxación

Columna rígida: FACTOR DE RIESGO DE FRACTURA VERTEBRAL!!!

Espondilitis anquilopoyética:
-Fusión cuerpos vertebrales.
-Fusión vertebral con sindesmofitos en el ligamento común posterior y anterior.

Fractura en extensión con cizallamiento y bostezo a través de la unión discovertebral de D11-D12, en paciente con espondilitis anquilopoyética avanzada. Se extiende a los elementos posteriores del ligamento interespinoso con luxación inferior de la faceta articular.

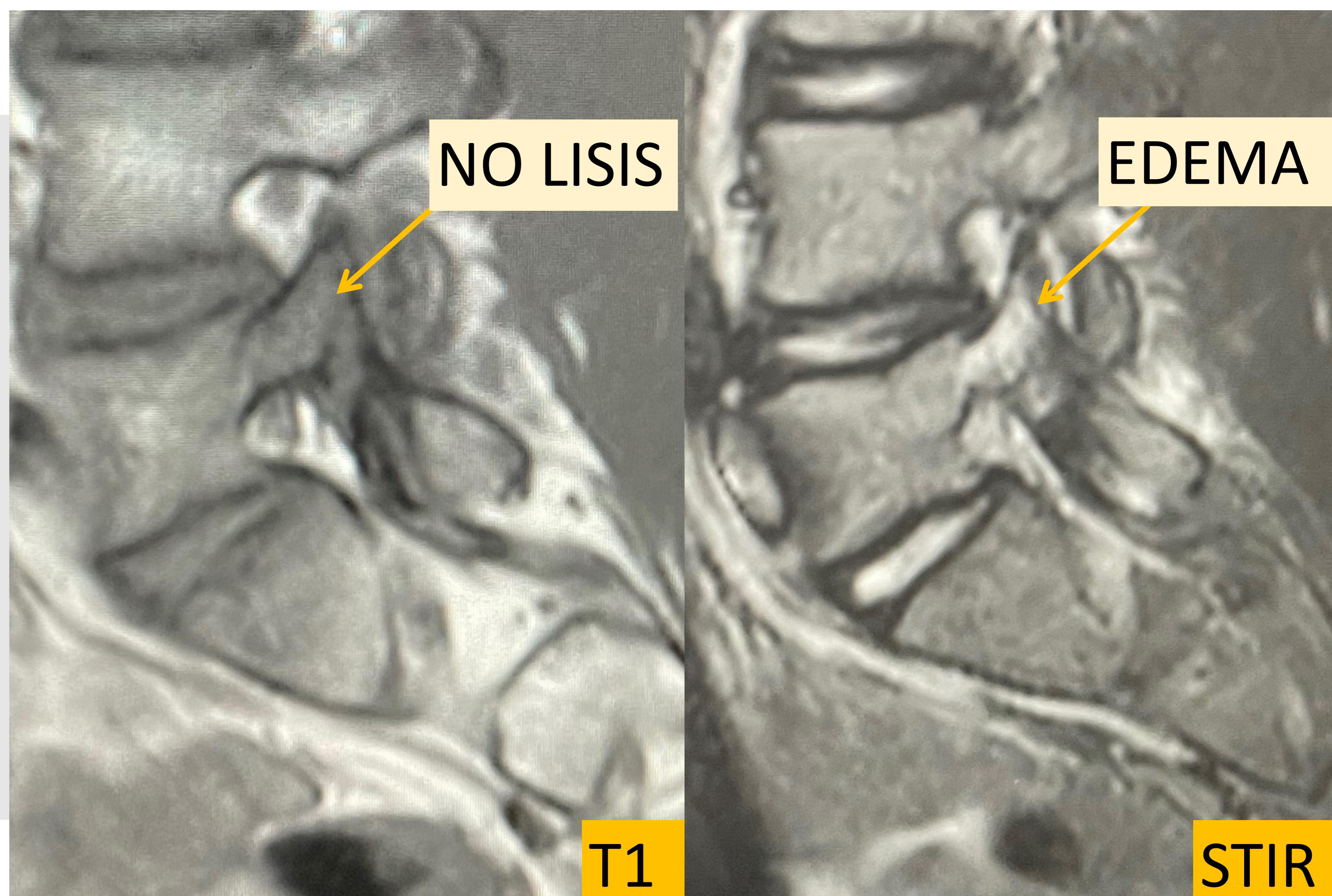
REVISIÓN DEL TEMA FRACTURAS DE ESTRÉS



- Por microtraumatismos de repetición, actividades con hiperextensión (danza, fútbol americano, gimnasia, halterofilia...)
- Afectan a cualquier parte de la columna vertebral, pero las más representativas afectan al arco posterior (istmos y pars interarticularis).
- Para su detección es útil la RM y es importante en pacientes jóvenes para un manejo precoz y su posterior curación.
- En secuencias sensibles al líquido (T2, STIR) se estudia el grado de edema, que se asocia con la gravedad de la fractura por esfuerzo.

Estadios patológicos de
HOLLENBERG:

1. Edema sin lisis.
2. Edema con lisis parcial.
3. Edema con lisis completa.
4. Lisis completa sin edema (crónico).

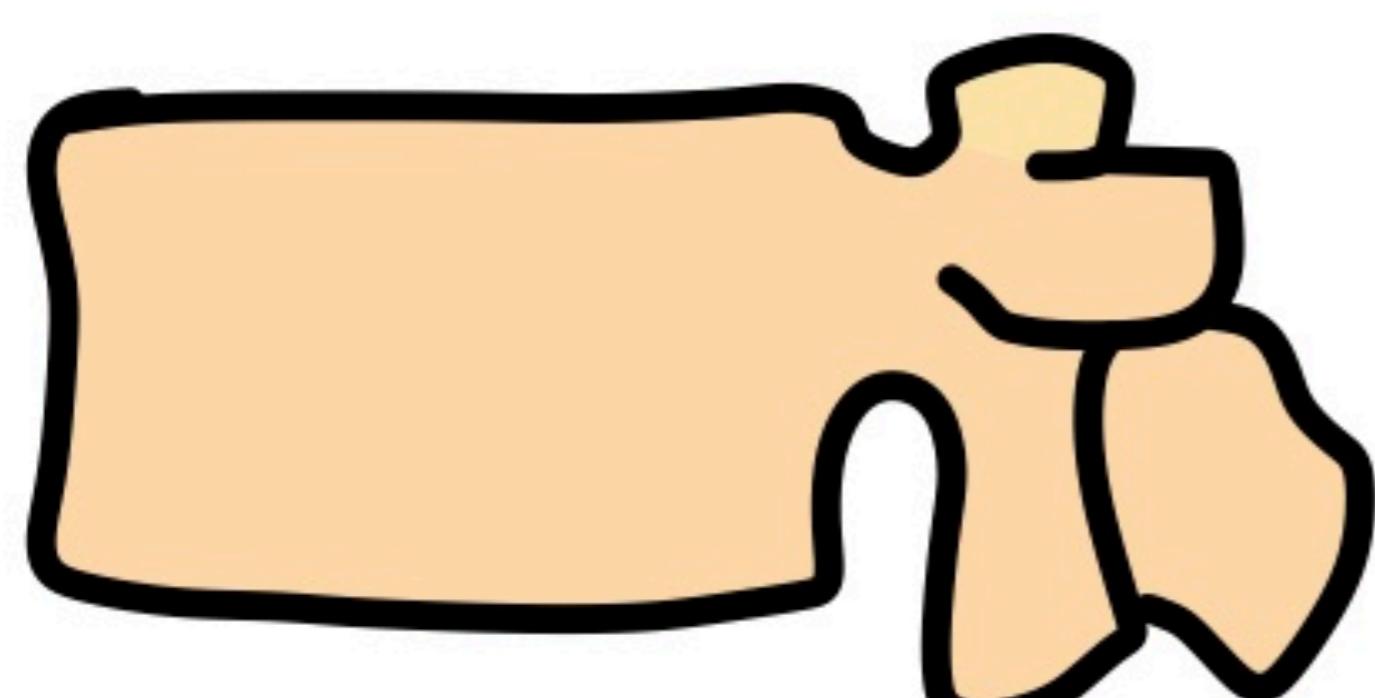


Estadio patológico de Hollenberg 1.

REVISIÓN DEL TEMA FRACTURAS OSTEOPORÓTICAS

- En la osteoporosis las fracturas vertebrales son las más frecuentes.
- Se suelen llamar fracturas por compresión osteoporóticas, porque normalmente se fracturan por compresión axial.
- Son fracturas espontáneas o por traumatismo de baja energía.
- Se utiliza la clasificación de **GENANT** en las fracturas osteoporóticas:

NORMAL (grado 0)

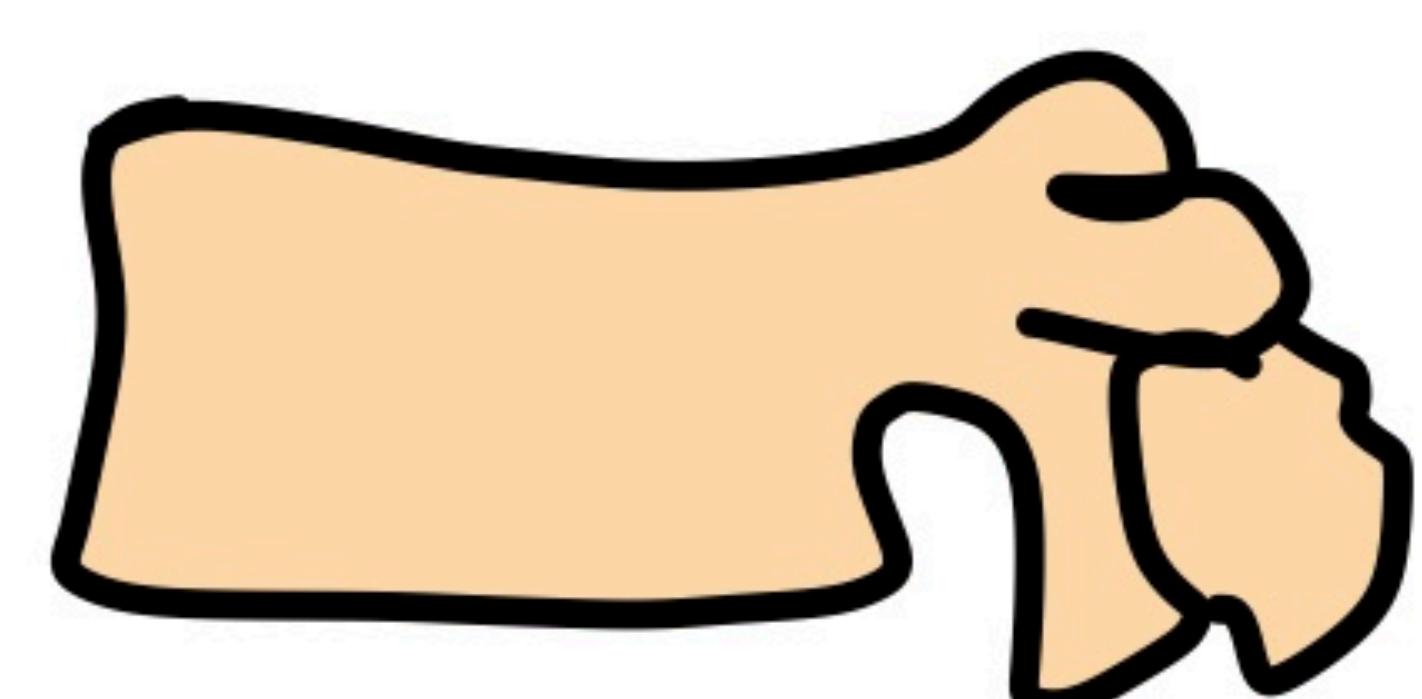
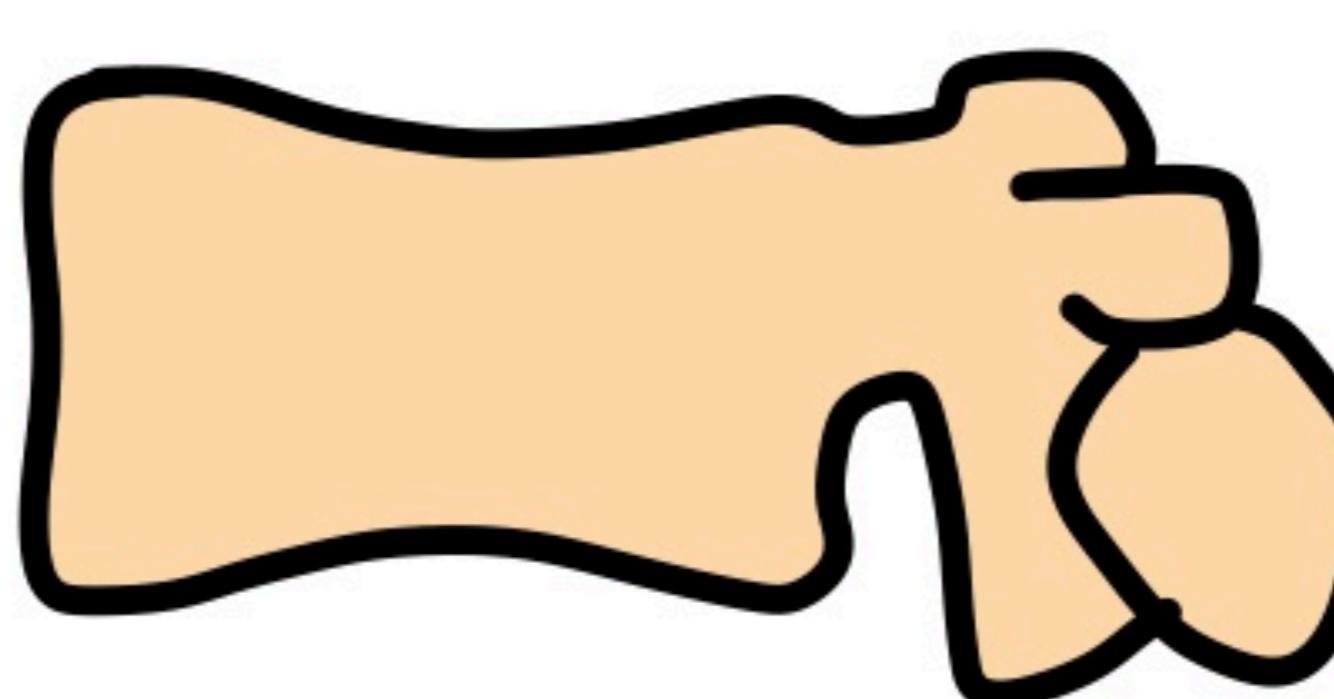
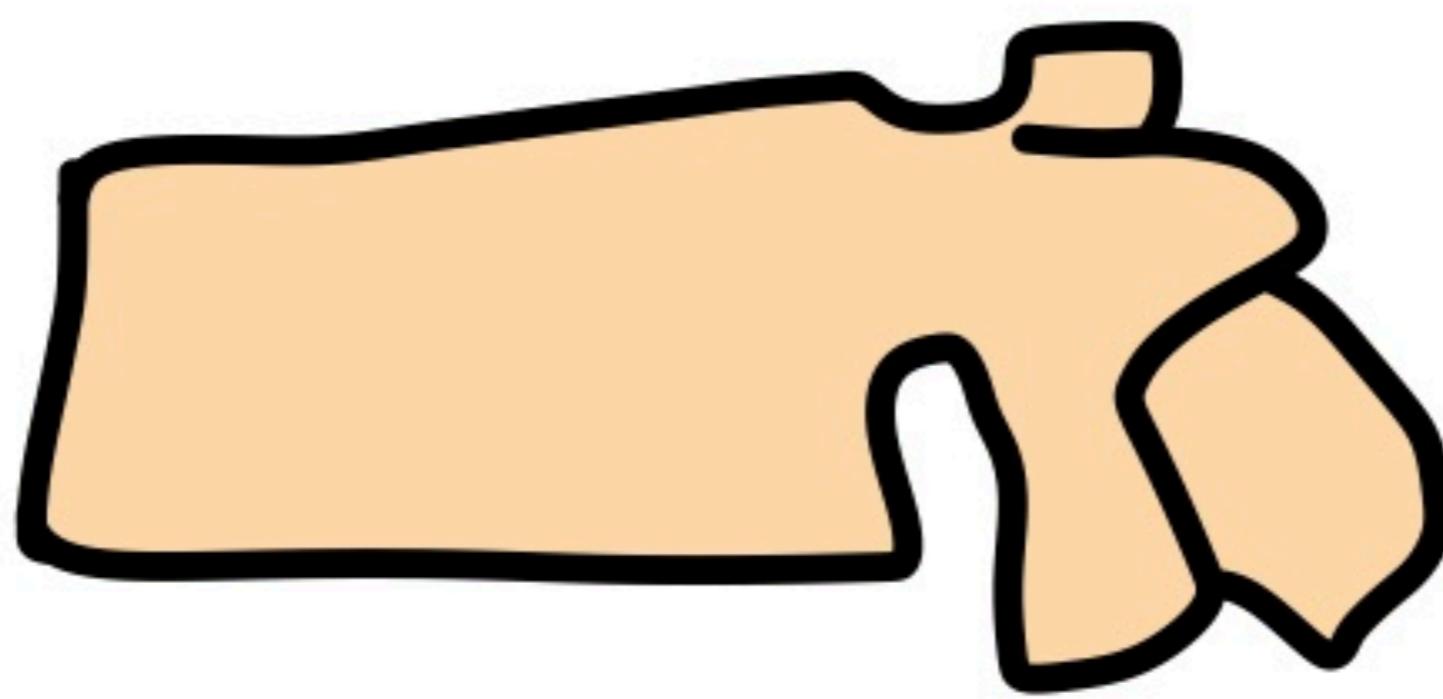


FRACTURA
CUÑA

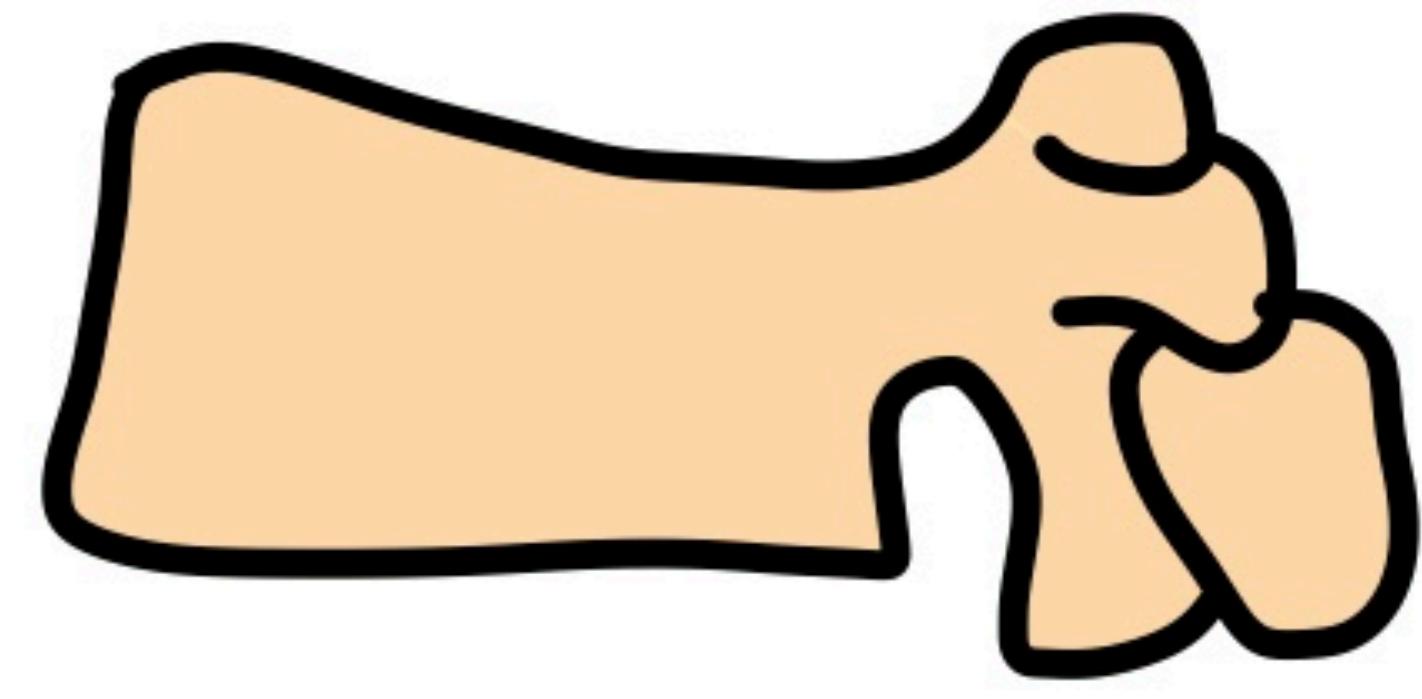
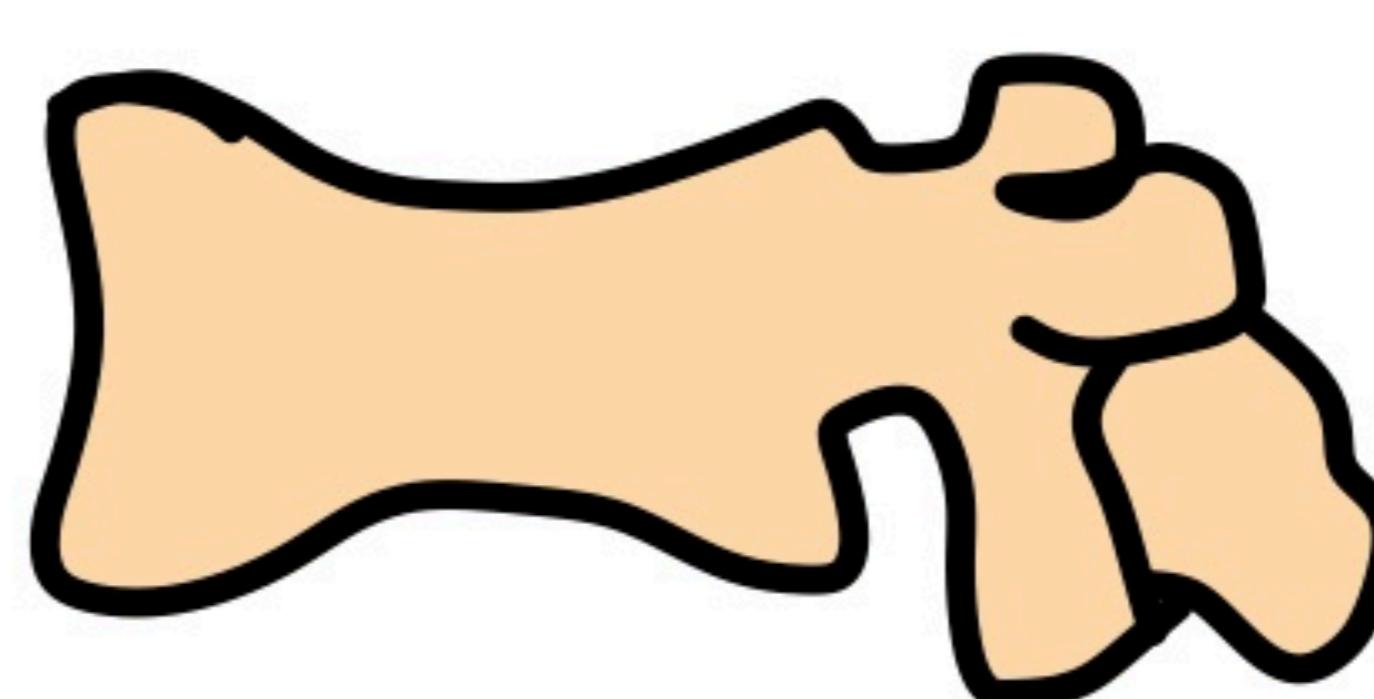
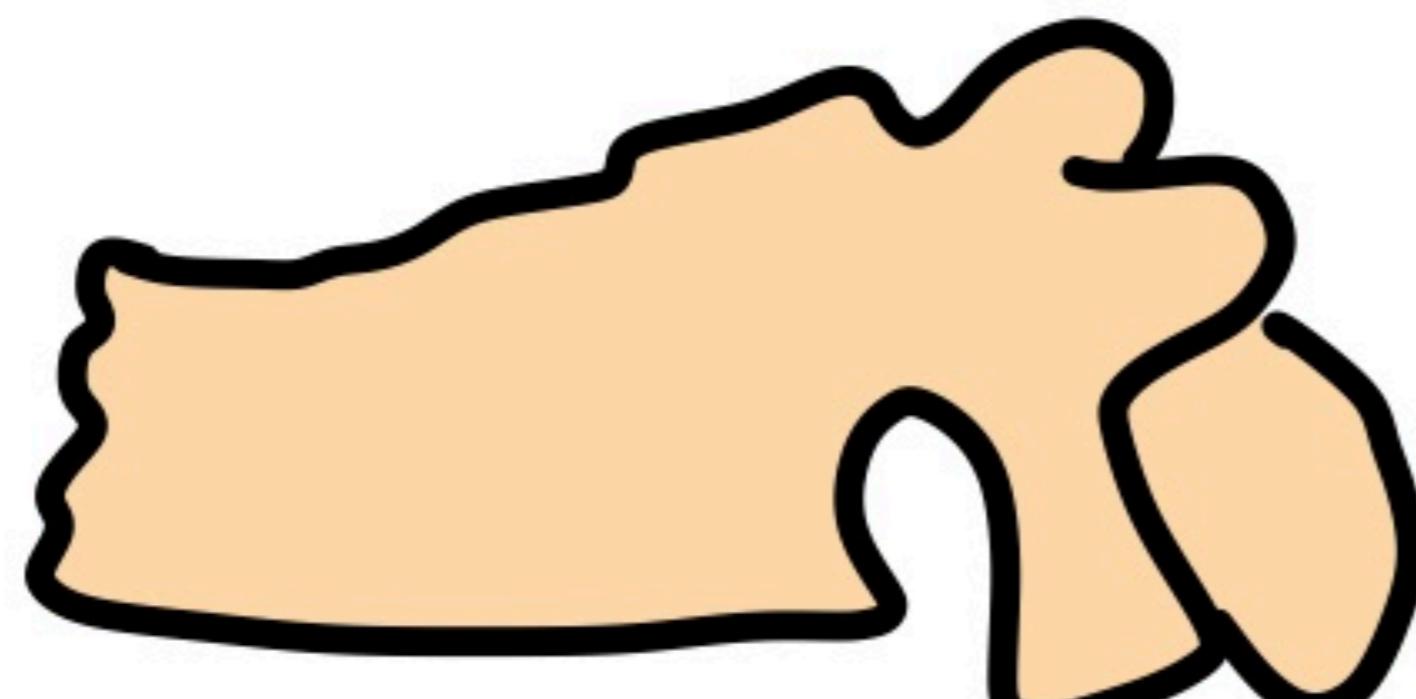
FRACTURA
BICÓNCAVA

FRACTURA
APLASTAMIENTO

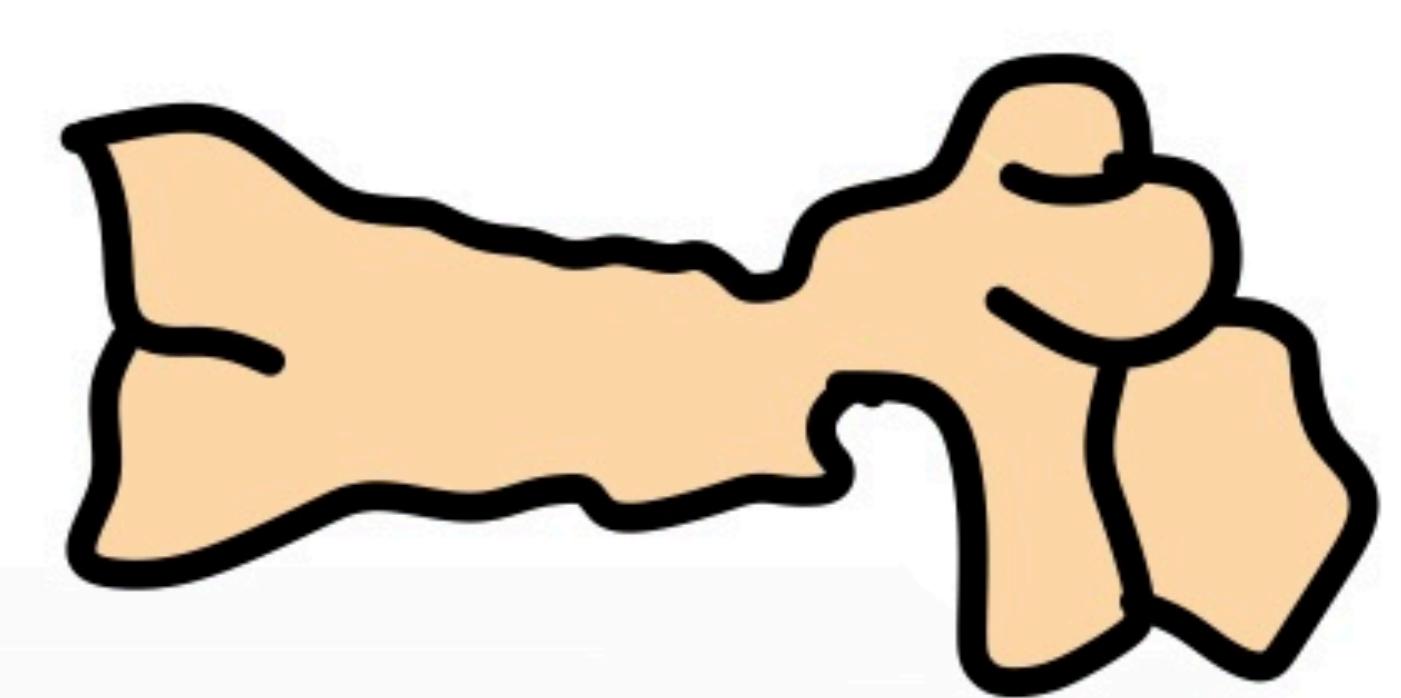
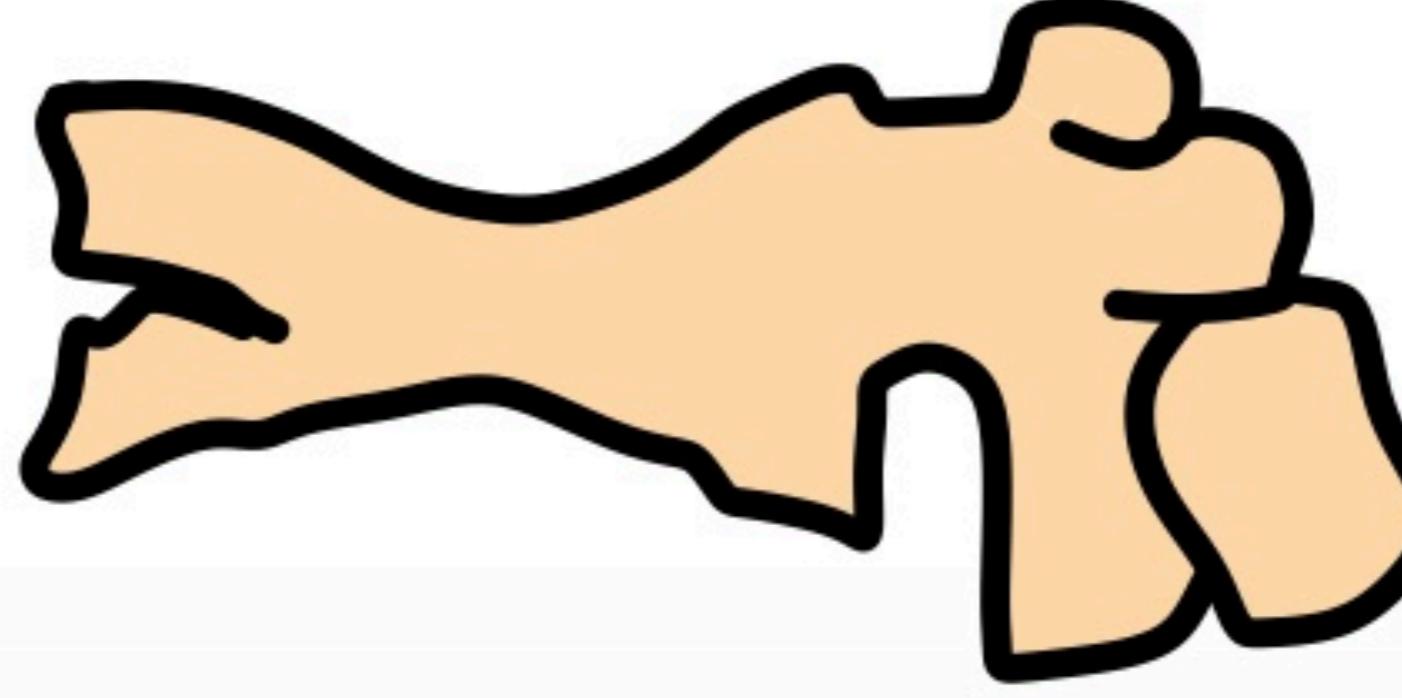
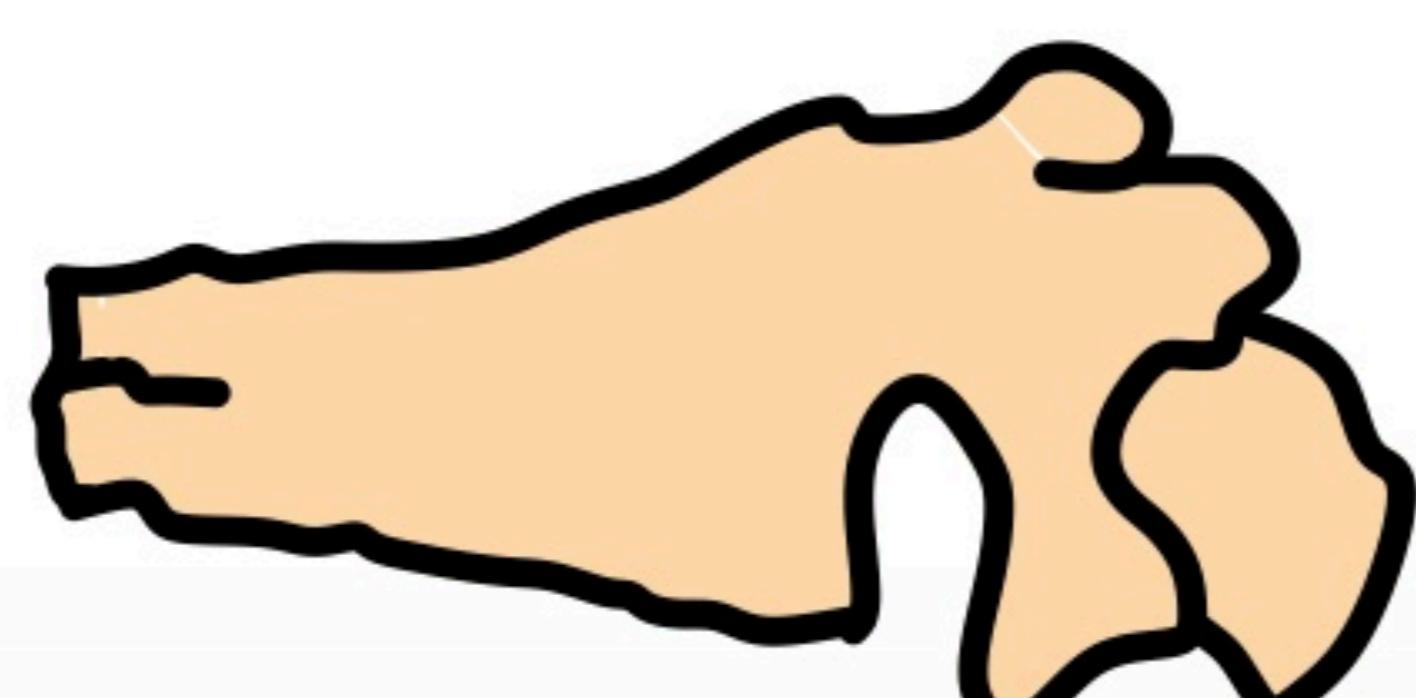
Fractura **LEVE**
(grado 1): 20-25%



Fractura **MODERADA**
(grado 2): 26-40%

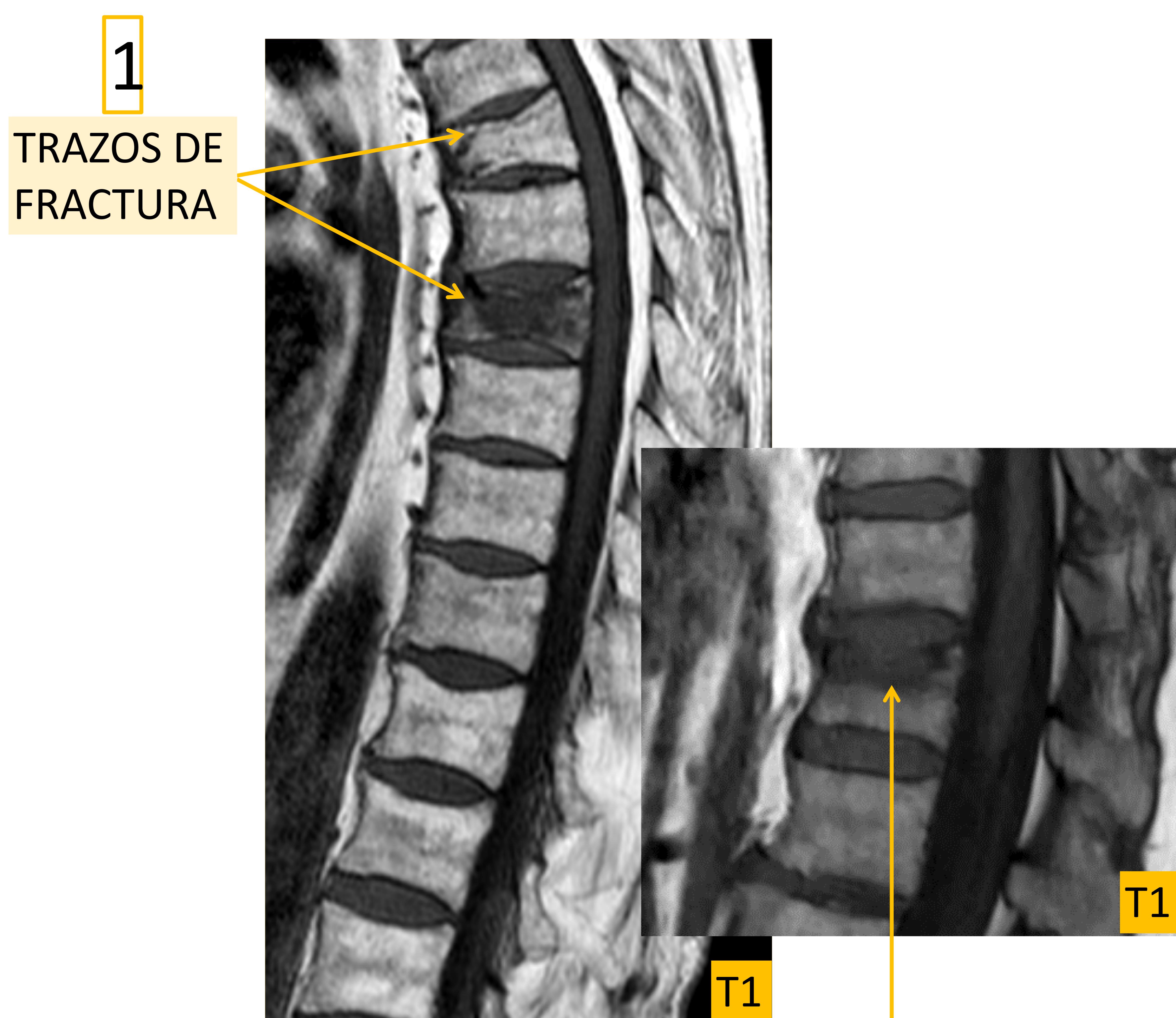


Fractura **SEVERA**
(grado 3): > 40%



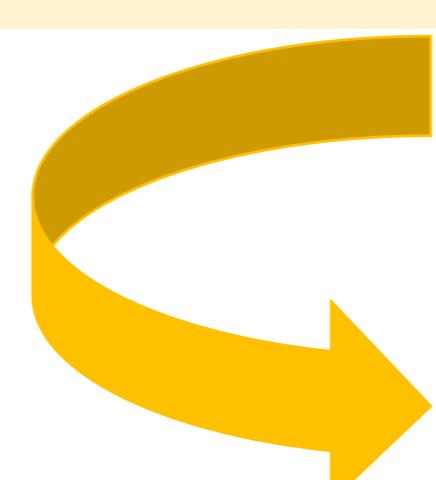
REVISIÓN DEL TEMA FRACTURAS OSTEOPORÓTICAS

Signos radiológicos



1
TRAZOS DE
FRACTURA

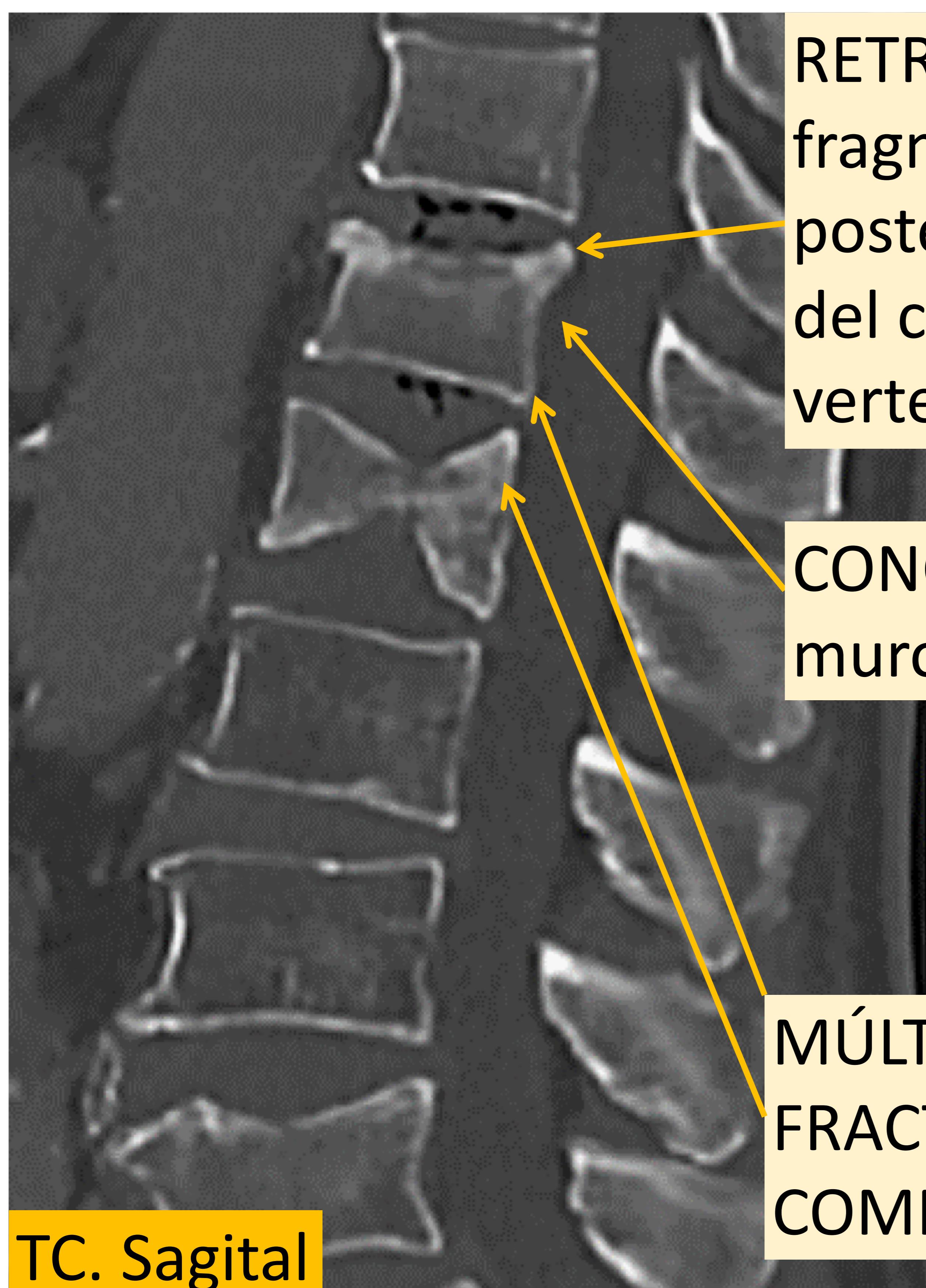
2 SEÑAL T1 DE LA MÉDULA ÓSEA (MO):
-Aguda: hipointensidad (irregular o en
bandas) por edema.
-Crónica: conserva MO normal.



Normalización de la señal
de la MO en 3-12 meses.

REVISIÓN DEL TEMA FRACTURAS OSTEOPORÓTICAS

Signos radiológicos



RETROPAULSIÓN del
fragmento
posterosuperior
del cuerpo
vertebral afectado

3

CONCAVIDAD
muro posterior

4

MÚLTIPLES
FRACTURAS POR
COMPRESIÓN

5

TC. Sagital



SPIR+gad

CAPTACIÓN DE
CONTRASTE:
homogénea

6

7 RESPETA LA CORTICAL



Signo más controvertido, ya que tanto benignas como malignas pueden afectar a múltiples vértebras:
- Fracturas osteoporóticas: fracturas en distinto estadio evolutivo, agudas y crónicas.

REVISIÓN DEL TEMA FRACTURAS OSTEOPORÓTICAS

Signos radiológicos



8

FLUID SIGN: líquido intravertebral (flechas)

- No masa de partes blandas.
- No suele afectar los elementos posteriores.

REVISIÓN DEL TEMA

FRACTURAS OSTEOPORÓTICAS

DIXON

Permite un estudio cuantitativo y cualitativo de la composición de la médula ósea.



EN FASE
(in phase)

FUERA DE FASE
(out of phase)

SÓLO GRASA

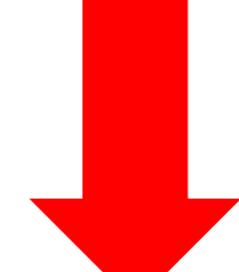
SÓLO AGUA

IS grasa + IS agua

IS grasa - IS agua

9

Caída de señal de > 20% en secuencias fuera de fase = BENIGNO.



Debido a la presencia de grasa y agua en la médula ósea normal.

REVISIÓN DEL TEMA

FRACTURAS OSTEOPORÓTICAS

DIXON

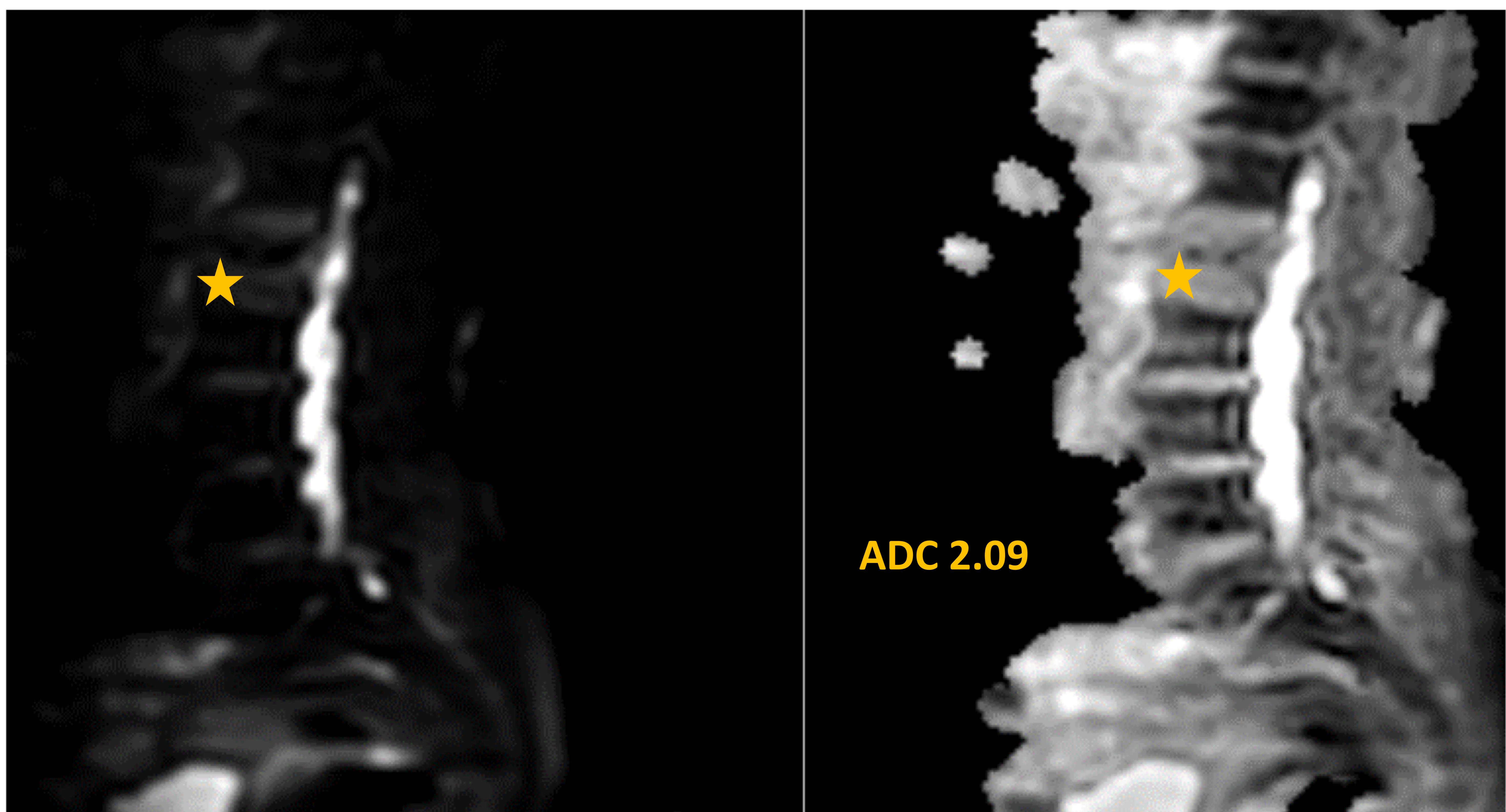
PITFALLS:

- La RT puede alterar parámetros y dar como benigna una lesión maligna.
- Una fractura compresiva maligna puede contener algo de grasa (si volumen de hueso fracturado > volumen del tumor).
- Algunas fracturas benignas pueden no contener grasa suficiente que se sature en secuencia fuera de fase.
- Hemangiomas atípicos: pueden tener una baja caída de la IS en secuencias fuera de fase pese a ser una lesión benigna.

REVISIÓN DEL TEMA

FRACTURAS OSTEOPORÓTICAS

DIFUSIÓN (DWI) y ADC



10

CAÍDA LEVE DEL ADC (DIFUSIÓN): valores **ALTOS** de ADC orientan más a características osteoporóticas.

REVISIÓN DEL TEMA FRACTURAS PATOLÓGICAS

Las fracturas patológicas secundarias a lesiones vertebrales son el principal diagnóstico diferencial de la fractura vertebral osteoporótica, pues también se producen de forma espontánea o tras un traumatismo de baja energía.

Las lesiones pueden ser:

- Metástasis.
- Enfermedades linfoproliferativas: mieloma múltiple, linfoma.
- Tumor primario de columna: hemangioma, tumor células gigantes.
- Pseudotumor: quiste óseo aneurismático.

REVISIÓN DEL TEMA FRACTURAS PATOLÓGICAS

Signos radiológicos



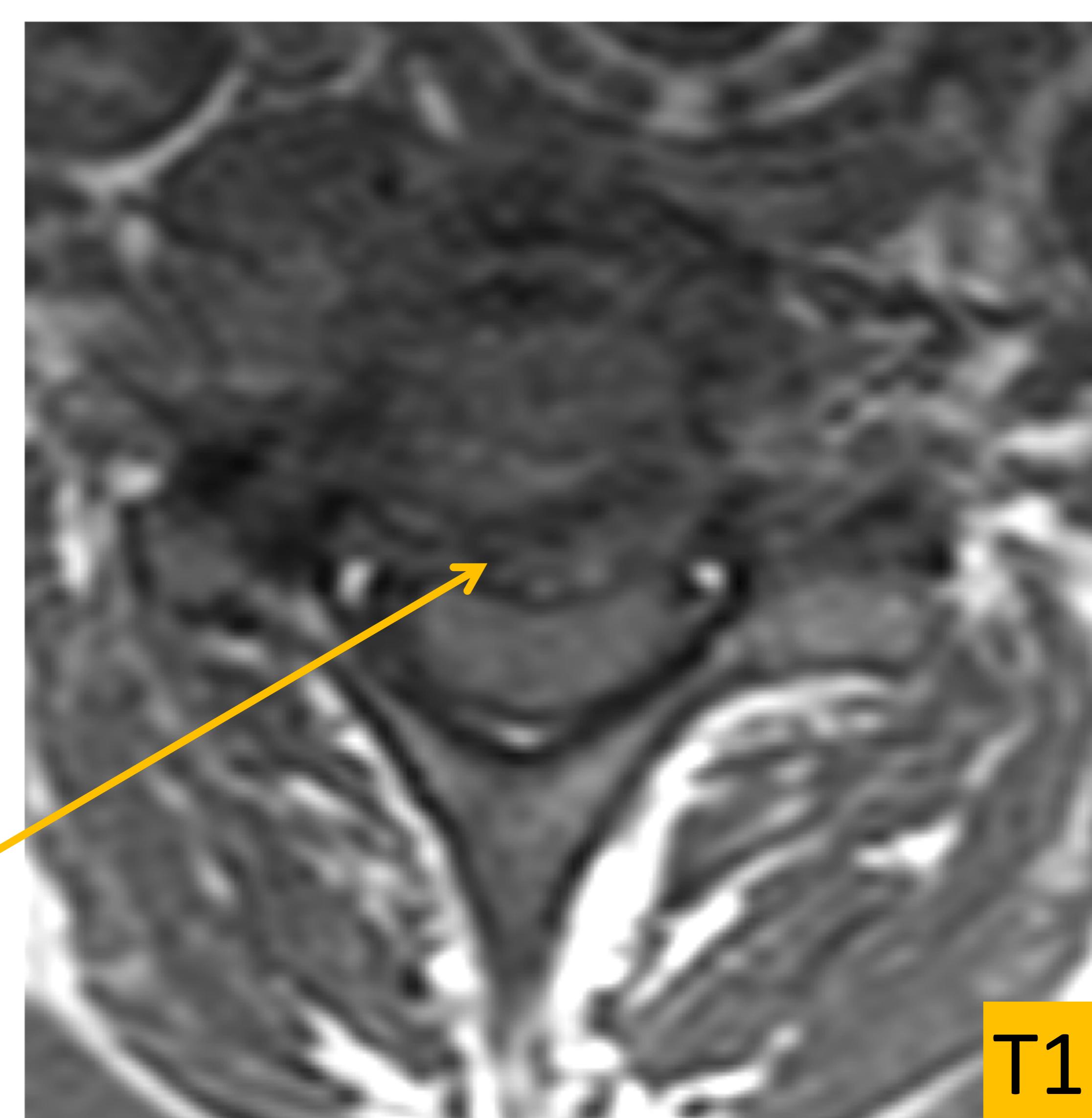
T1



T2

CONVEXIDAD
muro posterior **2**

1 SEÑAL T1 DE LA MÉDULA ÓSEA:
Completa sustitución de la IS normal
de la MO.



T1

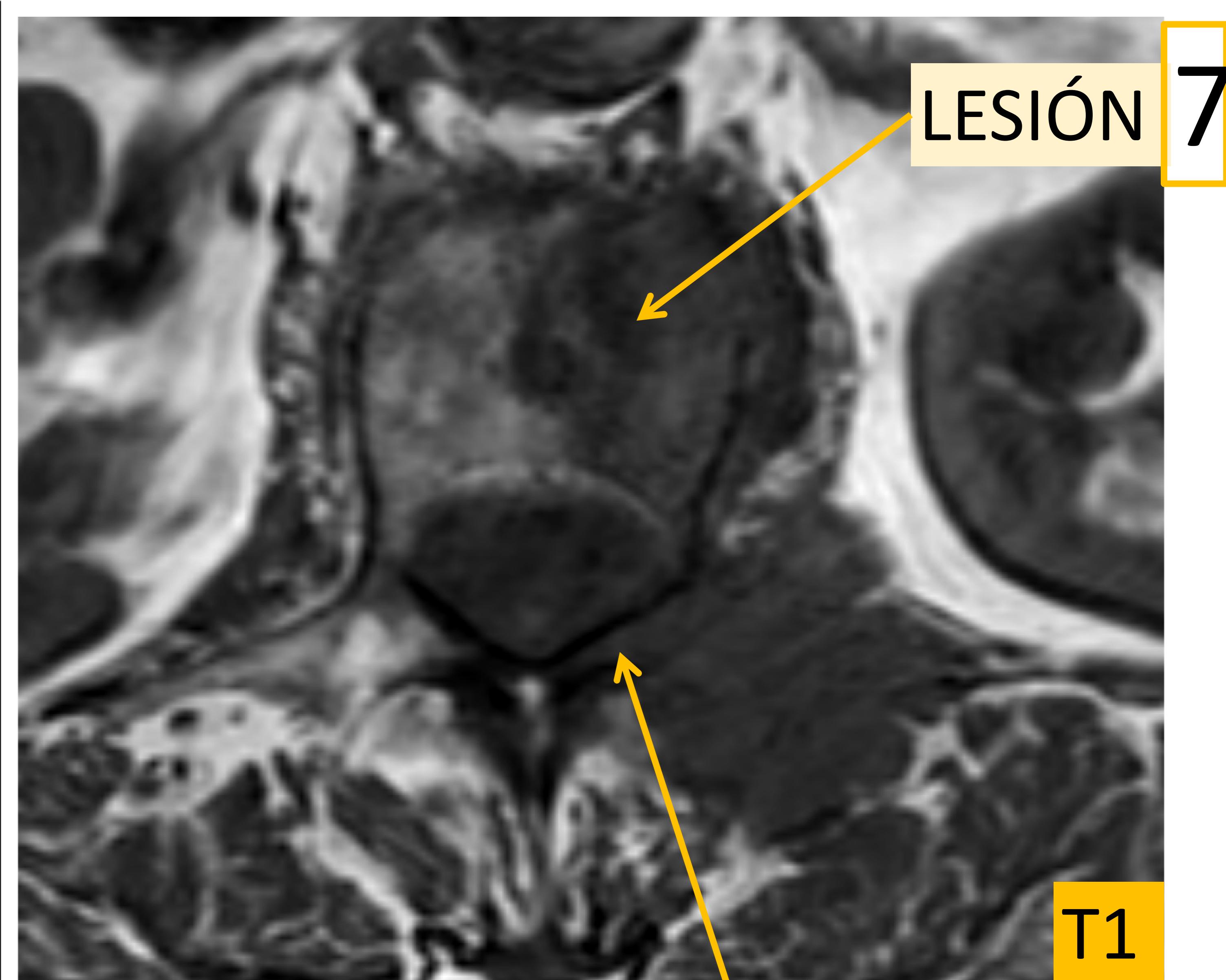
3 ROTURA DE LA CORTICAL Y
AFECTACIÓN DEL MARGEN
POST DEL CUERPO VERTEBRAL

REVISIÓN DEL TEMA FRACTURAS PATOLÓGICAS

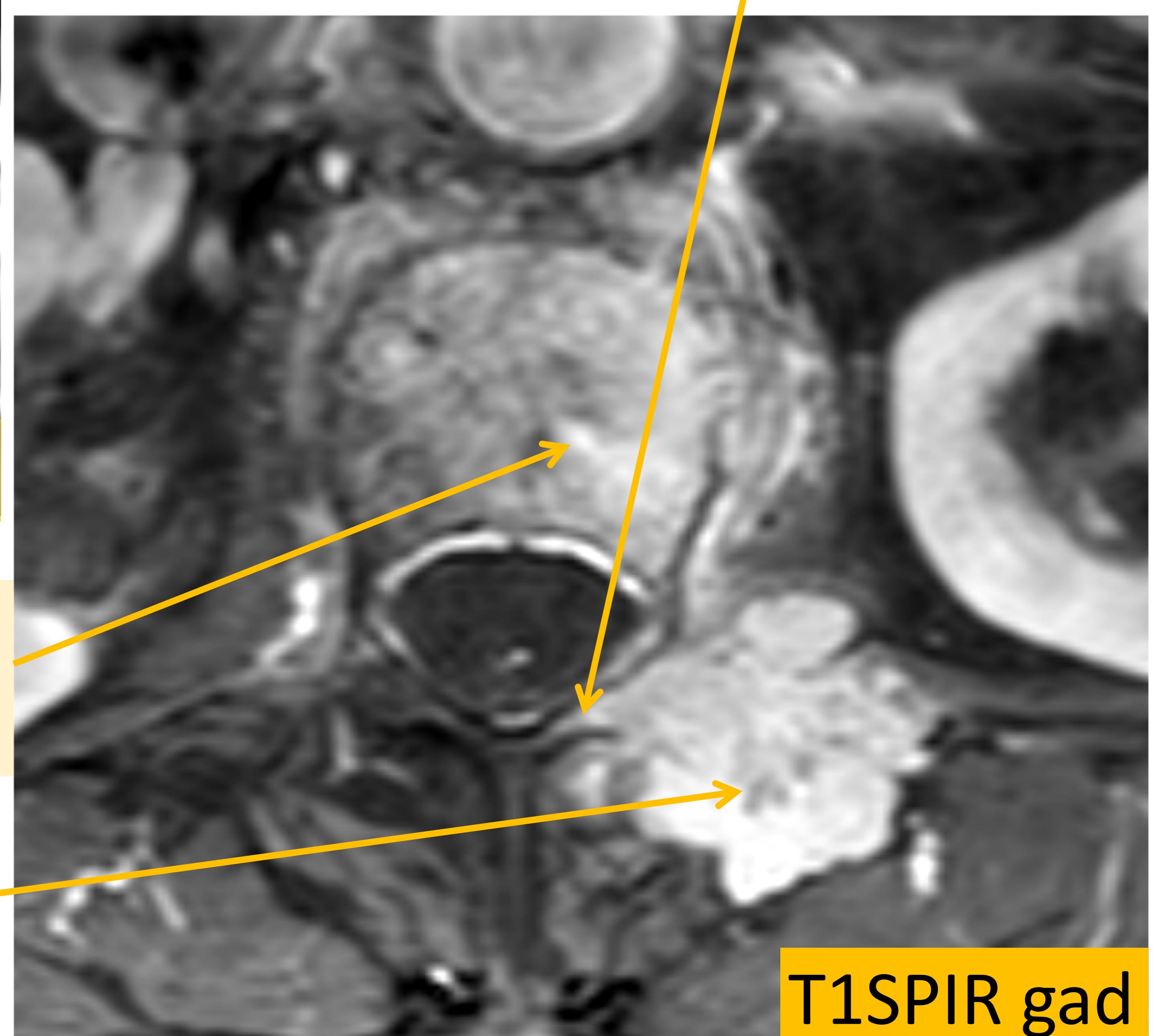
Signos radiológicos



4 MASA DE PARTES BLANDAS



6 AFECTACIÓN DE
ELEMENTOS POSTERIORES



5 CAPTACIÓN DE CONTRASTE:
heterogéneo o focal de la lesión

REVISIÓN DEL TEMA FRACTURAS PATOLÓGICAS

Signos radiológicos



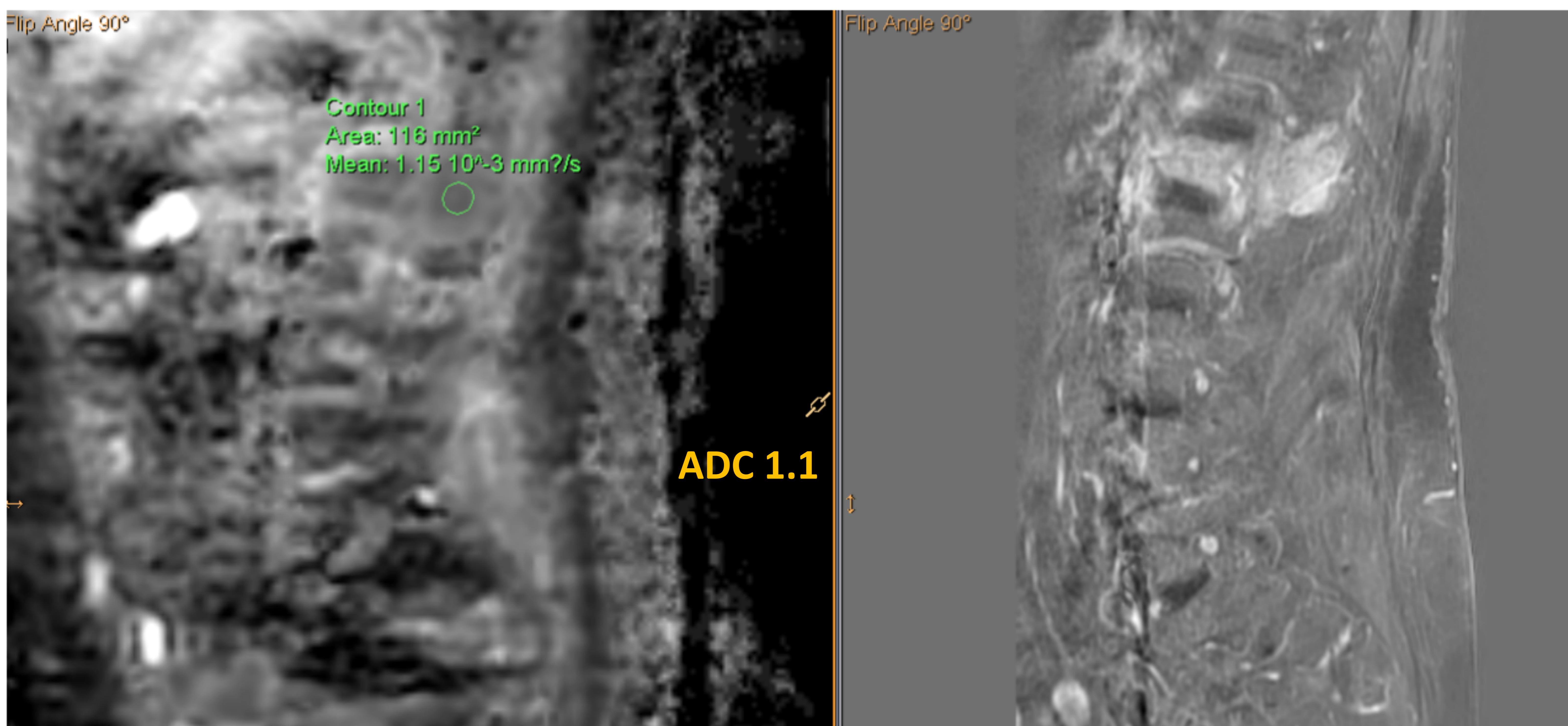
8 MÚLTIPLES METÁSTASIS

Signo más controvertido, ya que tanto benignas como malignas pueden afectar a múltiples vértebras.

REVISIÓN DEL TEMA

FRACTURAS PATOLÓGICAS

DIFUSIÓN (DWI) y ADC



9 IMPORTANTE CAÍDA DEL ADC (DIFUSIÓN): valores **BAJOS** de ADC orientan a lesión patológica.

- Importante realizar una valoración cuantitativa.
- Necesario un mapeo cuantitativo del ADC para eliminar el efecto T2 de la difusión y mejorar la distinción entre fractura benigna y maligna.
- A mayor celularidad (metástasis) menor ADC.

REVISIÓN DEL TEMA

FRACTURAS PATOLÓGICAS

SINS (Spine Instability Neoplastic Score)

- Válido solo para fracturas patológicas.
- Clasificación para evaluar fácilmente el grado de inestabilidad espinal y mejorar la comunicación entre médicos.
- Consta de ítems que cuantifican el grado de riesgo de inestabilidad espinal:
 - Localización.
 - Alivio del dolor con el decúbito y/o dolor con el movimiento/carga de la columna.
 - Lesión ósea.
 - Alineación radiográfica de la columna.
 - Colapso del cuerpo vertebral.
 - Implicación posterolateral de los elementos posteriores.

RESUMEN

FRACTURAS OSTEOPORÓTICAS

RM: morfología

- No suele afectar elementos posteriores.
- Concavidad y retropulsión del muro posterior.
- Fracturas osteoporóticas en otros niveles.

RM: intensidad de señal (IS) y realce

- IS de la médula ósea conservada.
- Márgenes regulares.
- Línea horizontal hipointensa (T1/T2).
- Signo del fluido (líquido o aire intravertebral).
- Realce de contraste normal en relación a vértebras adyacentes.

RM: difusión

No restringe en difusión.

RM: en fase-fuera de fase

- Caída de señal >20% en secuencias fuera de fase.

TC:

- Retropulsión del muro posterior.
- Líneas de fractura.
- Fenómeno de vacío intravertebral.
- No masa de partes blandas.

PET

- SUV de 2DE por debajo del SUV hepático.

FRACTURAS PATOLÓGICAS

RM: morfología

- Afectación de elementos posteriores.
- Masa de partes blandas epidural o paravertebral.
- Convexidad/abombamiento del muro posterior.
- Metástasis en otras vértebras.

RM: intensidad de señal (IS) y realce

- Completa sustitución de la IS normal de la MO o lesión focal redondeada.
- Márgenes irregulares.
- Realce de contraste aumentado en relación a vértebras adyacentes.

RM: difusión

Restringe en difusión.

RM: en fase-fuera de fase

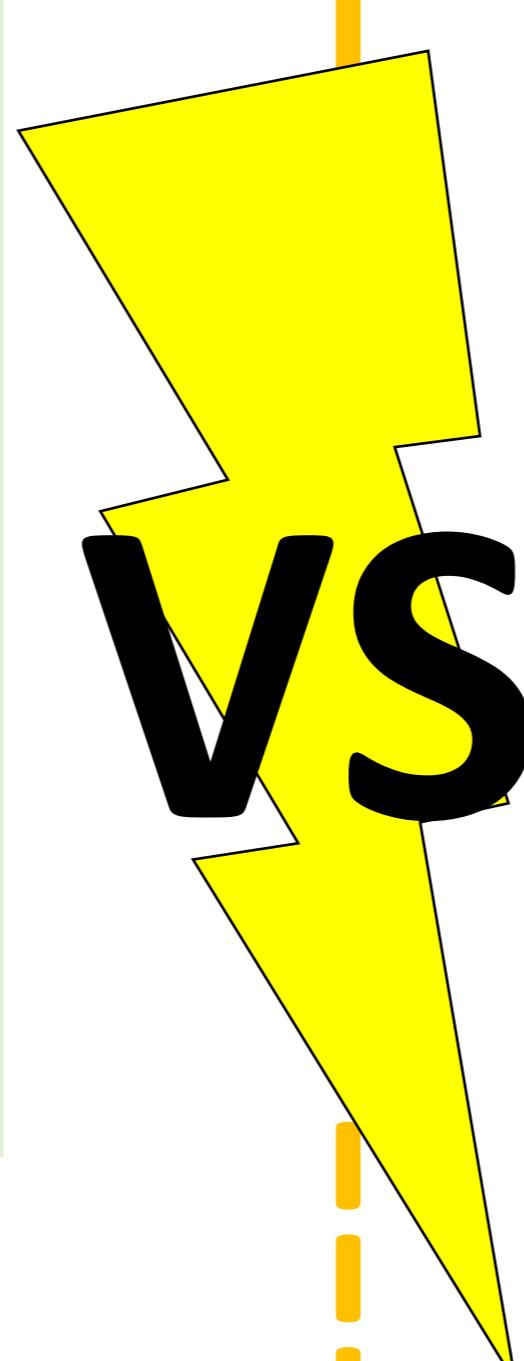
- Caída de señal <20% en secuencias fuera de fase.

TC:

- Destrucción ósea
- Masa de partes blandas epidural o paravertebral.

PET

- SUV >3-4.7 o 2DE por encima del SUV hepático.



CONCLUSIONES

- Las técnicas de imagen avanzadas permiten discernir con alto nivel de confianza entre fractura vertebral por compresión benigna y maligna.
- La TC proporciona información sobre la integridad ósea y los márgenes óseos, así como también de los elementos óseos posteriores.
- Debido a su mayor resolución espacial, la RM permite caracterizar con alto nivel de confianza la naturaleza de una fractura y valorar la afectación medular y lesión de elementos estabilizadores de la columna.
- Ante un cuerpo vertebral con morfología expansiva, borde convexo, presencia de masa de partes blandas y reemplazo de médula ósea con intensidad de señal anormal que se extiende a elementos posteriores, pensaremos en fractura patológica.
- Una fractura de tipo benigno presenta bandas hipointensas en T1/T2, señal normal de la médula ósea y afectación de múltiples vértebras.
- Conocer los signos radiológicos predictivos de malignidad y diferenciarlos de aquellos benignos es esencial para su diagnóstico y para poder proporcionar el tratamiento adecuado a cada paciente.

REFERENCIAS

- Mauch JT, Carr CM, Cloft H, Diehn FE. Review of the Imaging Features of Benign Osteoporotic and Malignant Vertebral Compression Fractures. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2018 Sep;39(9):1584-1592.
- Yamato M, Nishimura G, Kuramochi E, et al.. MR appearance at different ages of osteoporotic compression fractures of the vertebrae. *Radiat Med* 1998;16:329–34
- Kaplan PA, Orton DF, Asleson RJ. Osteoporosis with vertebral compression fractures, retropulsed fragments, and neurologic compromise. *Radiology* 1987;165:533–35
- Porter BA, Shields AF, Olson DO. Magnetic resonance imaging of bone marrow disorders. *Radiol Clin North Am* 1986;24:269–89.
- Cuénod CA, Laredo JD, Chevret S, et al.. Acute vertebral collapse due to osteoporosis or malignancy: appearance on unenhanced and gadolinium-enhanced MR images. *Radiology* 1996;199:541–49
- Moulopoulos LA, Yoshimitsu K, Johnston DA, et al.. MR prediction of benign and malignant vertebral compression fractures. *J Magn Reson Imaging* 1996;6:667–74
- Van Vucht N et al. The Dixon technique for MRI of the bone marrow. *Skeletal Radiology*. 2019; 48: 1861-1874.
- Fisher CG, DiPaola CP, Ryken TC, Bilsky MH, Shaffrey CI, Berven SH, et al. A novel classification system for spinal instability in neoplastic disease: an evidence-based approach and expert consensus from the Spine Oncology Study Group. *Spine* 2010; 35:E1221-9.