



FRACTURAS CERVICALES: DEL ATLAS A LA PROMINENTE

Papel del angio-TC en su evaluación
inicial.

Anna Oliva Ortiz¹, Xavier Molina Arcas¹, Elda Balliu Collgros¹, Isabel Peláez Hernández¹, Ana María Quiles Granado¹, Salvador Pedraza Gutiérrez¹

¹Hospital de Girona Dr Josep Trueta, Girona.

Objetivo Docente:

1. Revisar los tipos de fracturas cervicales, diferenciando las que afectan las vértebras C1, C2 y al resto de vértebras cervicales (C3-C7)
2. Recordar las principales complicaciones que se pueden asociar a las fracturas vertebrales
3. Revisar el protocolo de imagen recomendado

Revisión del tema:

La columna cervical se diferencia del resto de segmentos vertebrales en varios aspectos morfológicos, funcionales y de relevancia clínica:

- Se trata del segmento vertebral más móvil, presentando consecuentemente mayor frecuencia de fracturas que el resto de la columna vertebral (hasta el 55% del total de las fracturas vertebrales).
- Las diferencias estructurales y biomecánicas existentes entre el atlas (C1), el axis (C2) y el resto de vértebras cervicales (C3-C7) hacen que las fracturas que afectan a cada una de ellas se clasifiquen de forma diferencial
- La íntima relación con las arterias vertebrales, al pasar por los forámenes transversos, puede ser causa de lesión vascular asociada al traumatismo vertebral
- Las lesiones medulares cervicales ocasionan severos déficits funcionales e incluso, en los segmentos más craneales, pueden ser letales por afectación de la inervación diafragmática.

Revisión del tema:

Técnicas de estudio:

La evaluación inicial del traumatismo cervical se suele realizar mediante tomografía computarizada (TC), incluida en la mayoría de centros dentro del protocolo de politrauma.

El estudio TC es rápido, disponible en la mayoría de centros y permite una óptima valoración de las estructuras óseas, a la vez que valoración de las estructuras viscerales del cuello.

En nuestro centro realizamos un estudio **angio-TC cervical** conjuntamente con el resto de estudio tóraco-abdominal (con administración 120ml de contraste iodado endovenoso, inyectado a 2.5 ml/segundo, con un retraso en la adquisición de las imágenes de 50 segundos desde el inicio de la inyección). A partir de dicha adquisición realizamos una reconstrucción ósea con menor field of view para optimizar la visualización de las estructuras óseas. Dicho estudio nos permite evaluar las estructuras vasculares del cuello, cuyas lesiones son de otro modo infradiagnosticadas, con el consecuente retraso diagnóstico y la posibilidad de lesiones cerebrales secundarias.

La resonancia magnética (RM) habitualmente se reserva para una evaluación en segundo tiempo de las estructuras ligamentarias cervicales, herniaciones discales, hematomas intraraquídeos (epidurales o subdurales) y de las lesiones medulares.

	Fracturas	Lesiones ligamentarias	Lesión medular	Hematoma epidural / subdural	Lesión vascular	Estructuras viscerales
TC	+++	+	-	+/-	-	+
Angio-TC	+++	+	-	+/-	++	++
RM	+	+++	+++	+++	++	+/-

Tabla resumen del potencial diagnóstico y sensibilidad de las distintas técnicas de imagen sobre las diversas posibles lesiones cervicales traumáticas

Revisión del tema:

Los principales objetivos de la valoración inicial son :

- definir si son lesiones inestables. Son indicadores de inestabilidad:
 - Aumento o disminución de la altura del espacio intervertebral
 - Aumento de la distancia interespinosa
 - Ensanchamiento interfacetario
 - Compresión vertebral >25%
 - Afectación de más de una columna vertebral

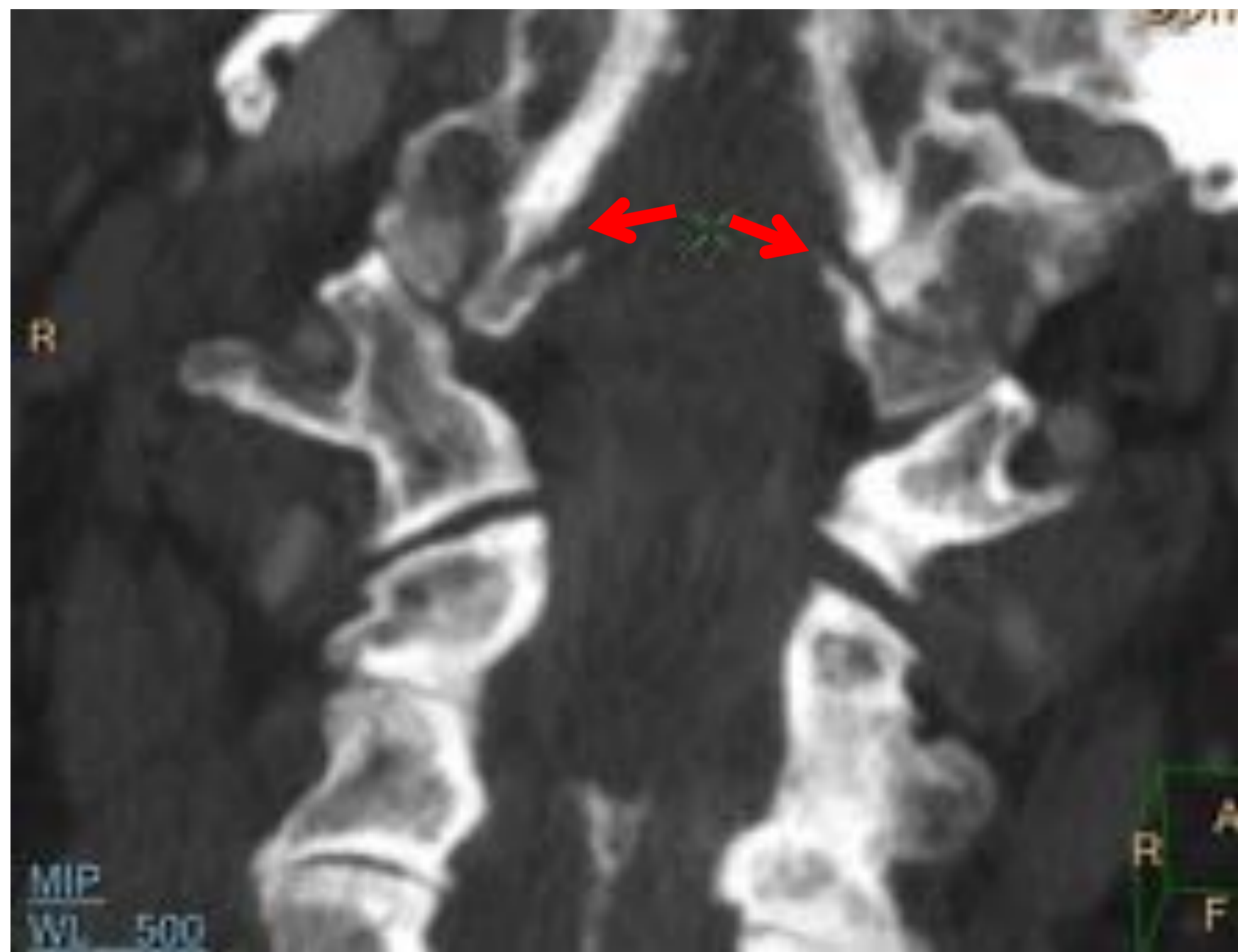

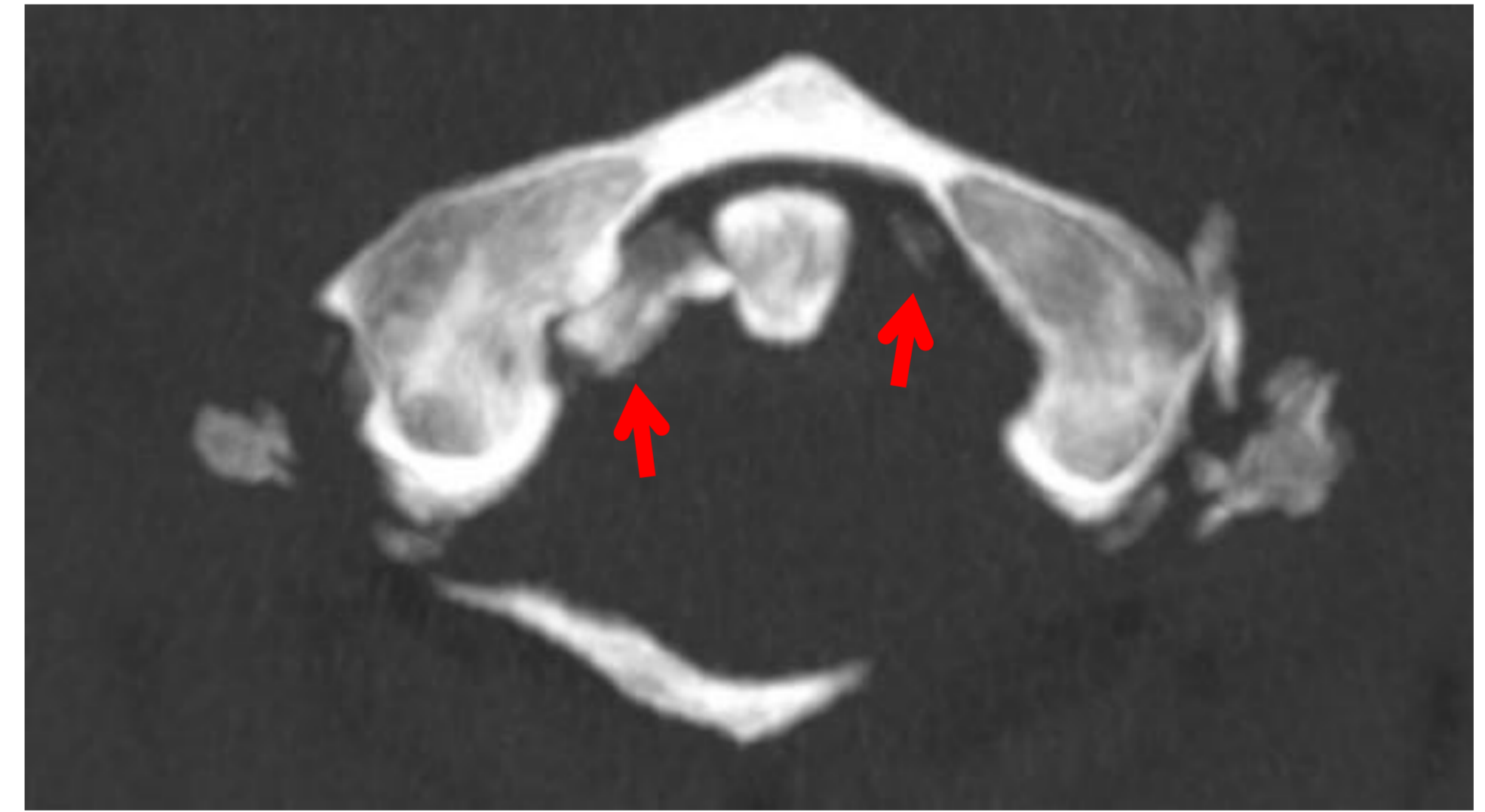
- descartar lesiones asociadas (67%):
 - Lesión vascular asociada: especialmente en fracturas cervicales altas, con subluxación o con afectación de foramen transverso
 - Fracturas de base de cráneo
 - Fracturas faciales
 - Fracturas costales o esternal

Revisión del tema:

FRACTURAS DE CÓNDILOS OCCIPITALES:

Se producen en traumatismos de alta energía. Se asocian a fracturas faciales, cervicales y disección carotídea.

Clasificación de Anderson y Montesano:

Tipo I	Conminuta, impactada, sin desplazamiento	Por compresión axial	
Tipo II	Por extensión de fractura de la base del cráneo	Por TCE directo	
Tipo III (75%)	Avulsión de ligamentos alares INESTABLE	Por rotación + inclinación lateral forzada	

Pueden ser uni o bilaterales. Así mismo, puede extenderse el trazo de fractura por el margen anterior del foramen magno (ringlike).

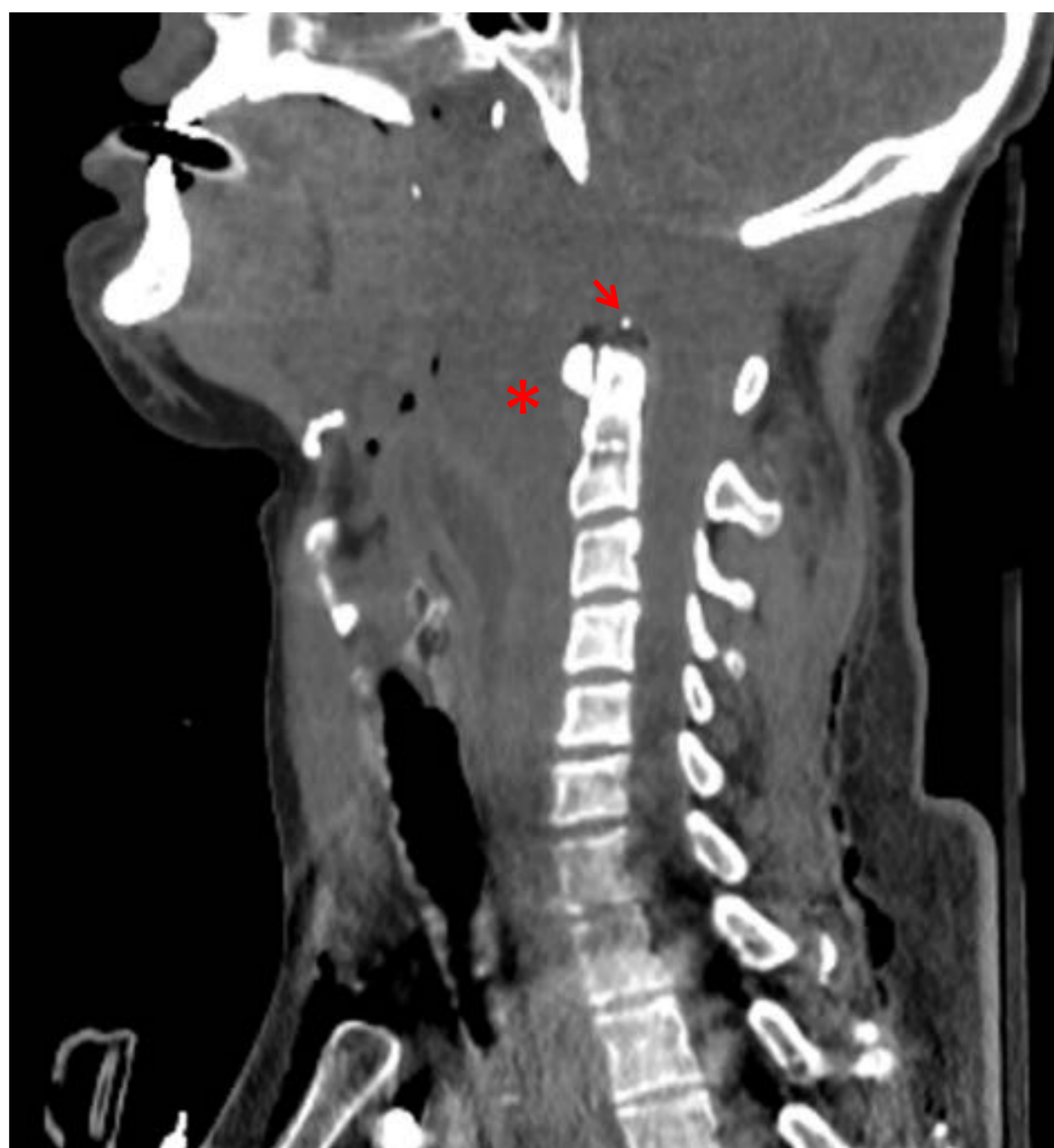
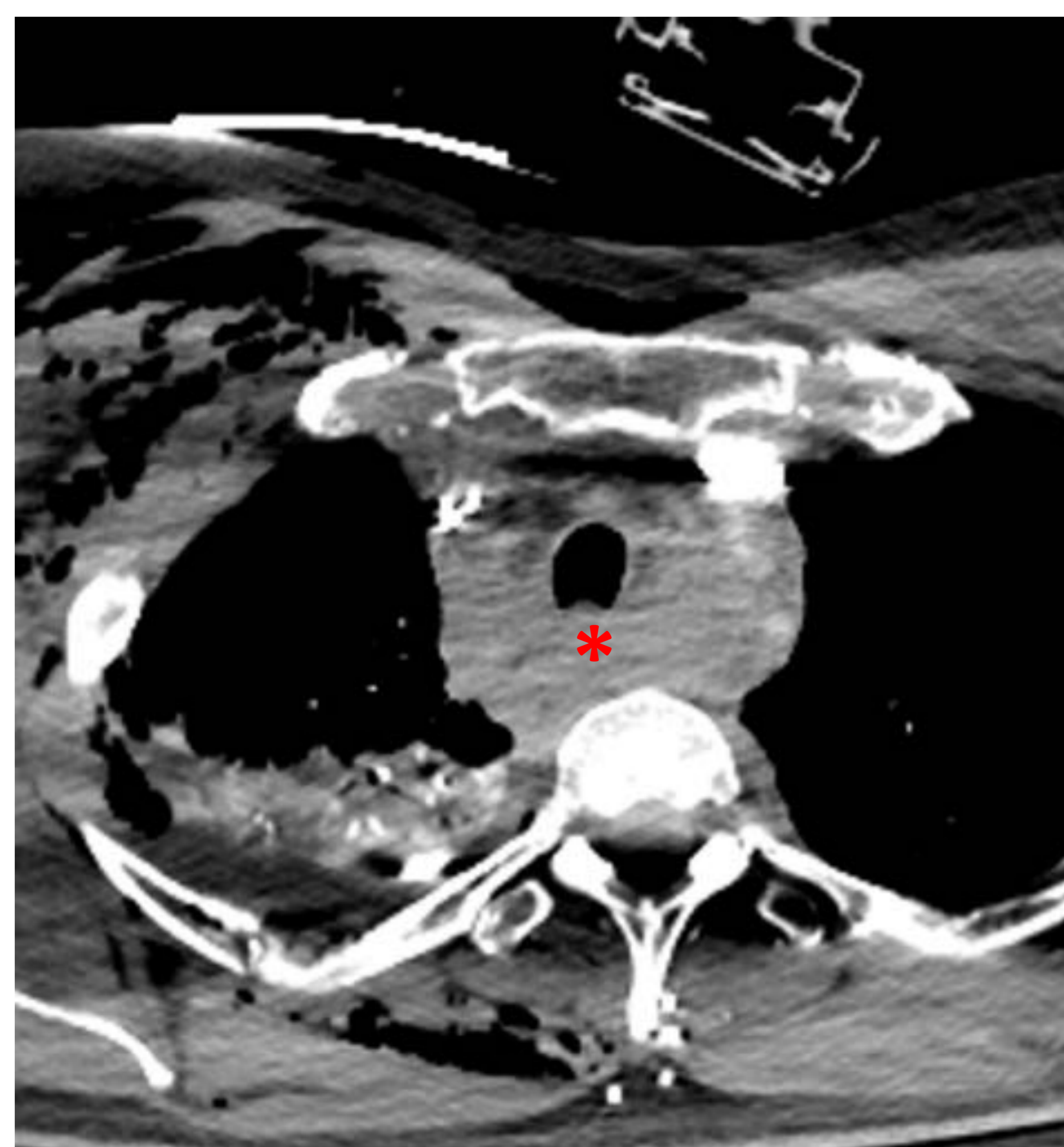
El tipo I y III pueden tener similar aspecto TC, haciendo falta un estudio RM para valorar la integridad de los ligamentos alares.

Revisión del tema:

UNIÓN CRANEOCERVICAL:

1.- DISOCIACIÓN COMPLETA

Lesión con elevada mortalidad e **INESTABLE** por definición. Presenta lesión completa del complejo ligamentario craneocervical, con separación de ambas articulaciones del atlas con los cóndilos occipitales.



Disociación craneocervical con separación de 26mm (flecha de doble punta), asociado a pequeños fragmentos óseos (flechas cortas) por arrancamiento de las inserciones ligamentarias y gran hematomaprevertebral (*) que desciende hasta mediastino. El paciente había sufrido accidente de moto, con posterior paro cardiorespiratorio de repetición.

Revisión del tema:

UNIÓN CRANEOCERVICAL:

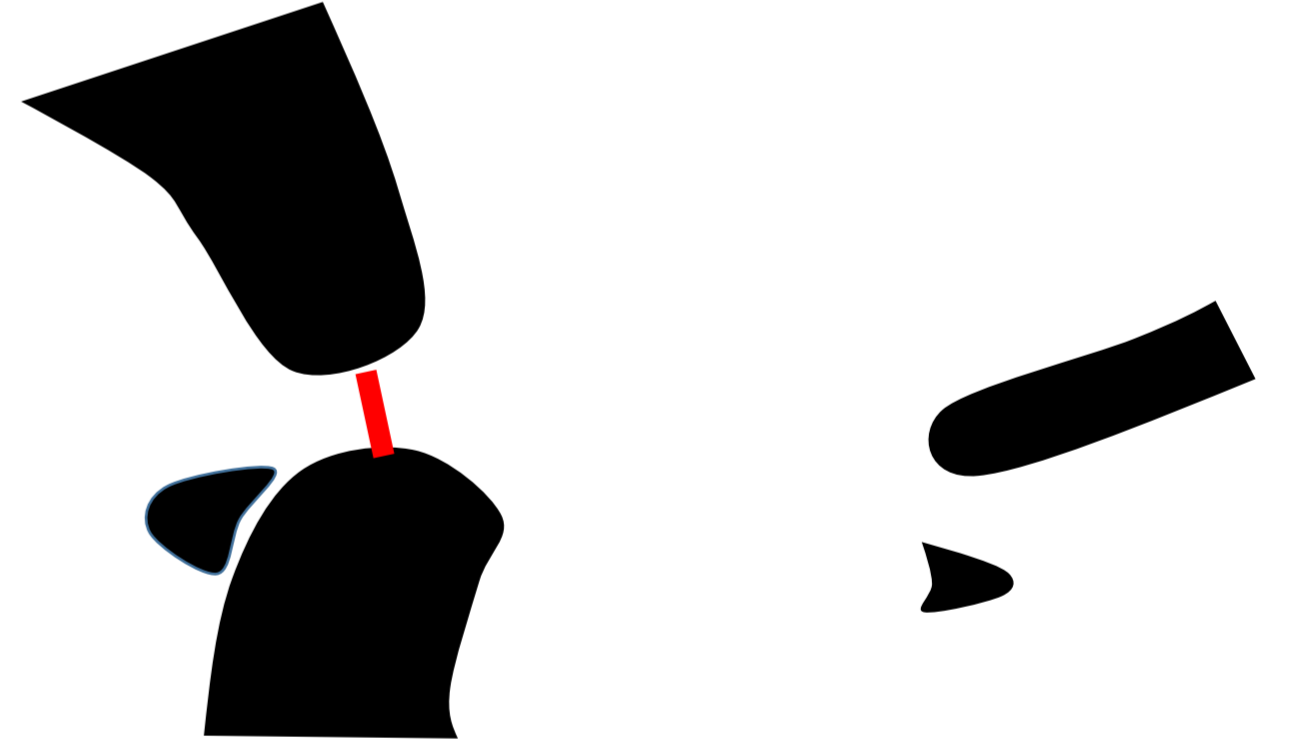
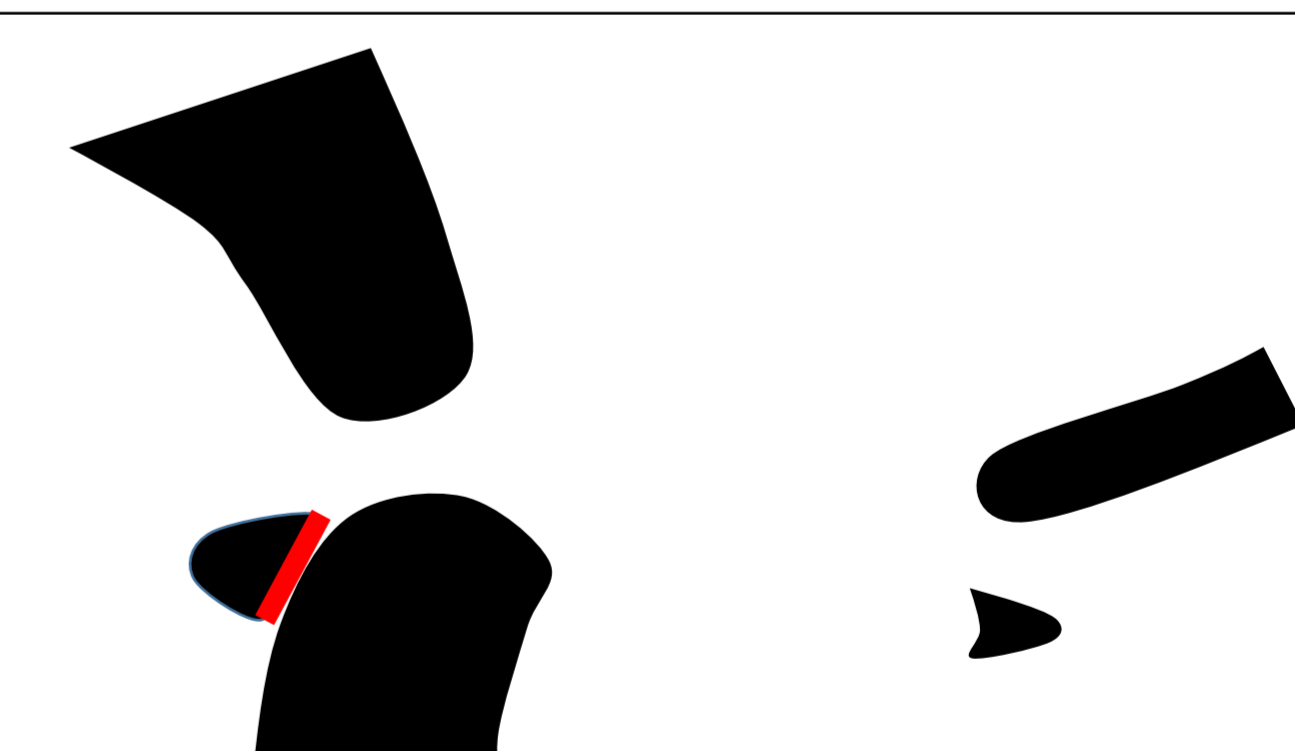
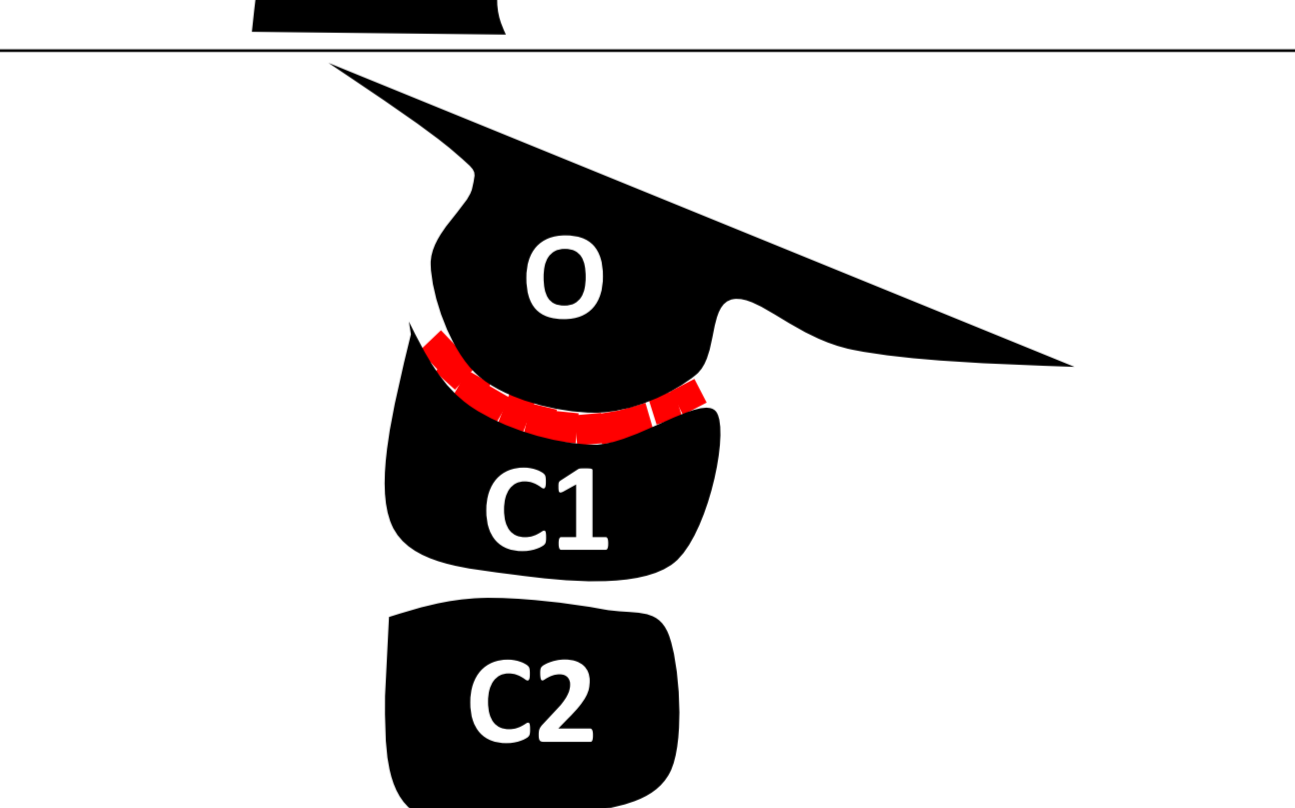
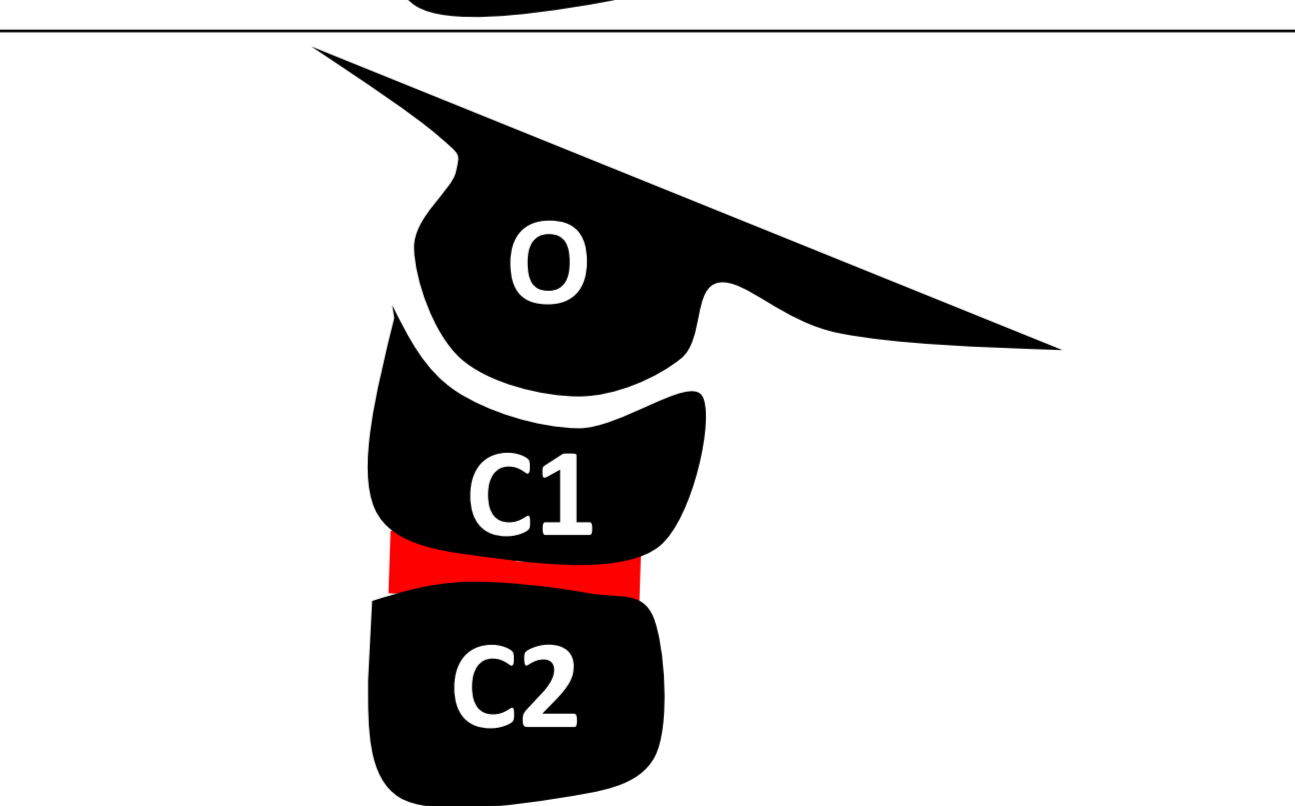
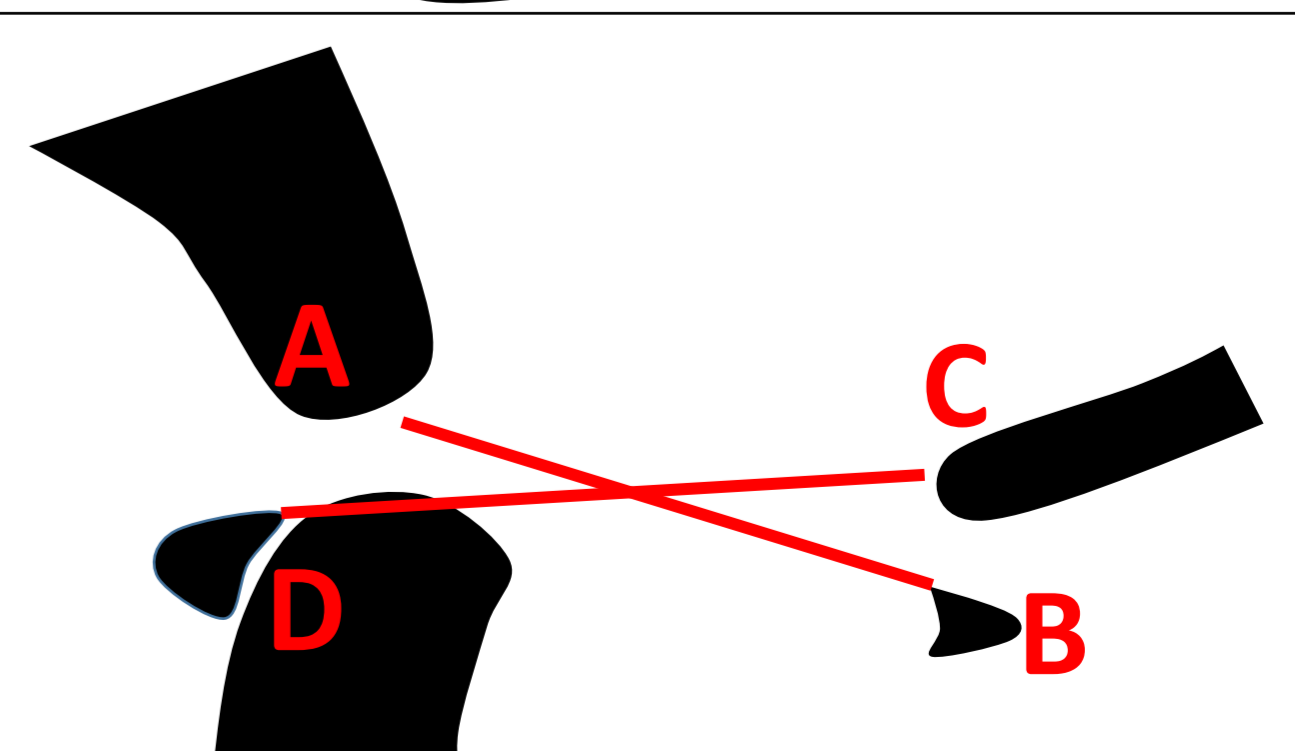
2.- SUBLUXACIÓN/DISTRACCIÓN

TIPO I: lesiones aisladas atlantoaxiales (C1-C2)

TIPO II: Lesiones combinadas occipito-atlanto-axiales (C0-C1-C2)

Esta lesión puede ser sutil y pasar fácilmente desapercibida, motivo por el cual es importante valorarlas sistemáticamente, especialmente en accidentes de alta energía.

Se han descrito varios indicadores cuantitativos validados por TC. Éstos son sensibles pero no específicos, lo que requiere demostrar posteriormente la lesión capsular mediante RM.

Intervalo basion to dens	Distancia entre el margen anterior del orificio magno y la punta del diente de C2	Normal <8.5-9.5 mm	
Intervalo atlanto-dental	Distancia entre el margen posterior del arco de C1 y la cara anterior del diente de C2	Normal <2mm En caso de lesión se acompaña del V-sign (apertura de la interlínea en su margen superior)	
Intervalo atlanto-occipital	Distancia entre superficies articulares de cóndilos y atlas	Normal <2.5 mm	
Intervalo atlanto-axial	Distancia entre superficies articulares de atlas y axis	Normal 2.6-4mm en plano medio sagital	
Powers Ratio	Distancia basion-arco posterior/distancia borde posterior de orificio magno-arco anterior	Normal <1	

Revisión del tema:

ATLAS (C1)

El atlas se conforma de un arco anterior y un arco posterior unidos por las masas laterales, que se articulan con los cóndilos occipitales cranealmente y con las superficies articulares de C2 caudalmente.

Sus fracturas se dividen en:

Tipo I	Fractura aislada del arco anterior
Tipo II	Fractura aislada del arco posterior
Tipo III (de Jefferson) INESTABLE	Fractura del arco anterior y posterior (pueden ser 2, 3 o 4 trazos de fractura)
Tipo IV	Fractura conminuta de las masas laterales <i>Puede asociar lesión de foramen transverso y arteria vertebral</i>



La fractura de Jefferson se asocia a:

- 50% otras fracturas cervicales
- 33% fractura de C2
- 25-50% fractura craneal
- Lesiones de las arterias vertebrales
- Raramente lesión de cordón medular (no condiciona estenosis de canal)

Fractura de Jefferson por 3 puntos (flechas)

Mientras las fracturas tipo I y II pueden tener manejo conservador, la fractura de Jefferson comporta rotura del anillo óseo con posible separación entre fragmentos, poniendo en riesgo la estabilidad cráneo-cervical y las arterias vertebrales.

Revisión del tema:

AXIS (C2)

1. Fracturas del diente del axis

Tradicionalmente clasificadas por Anderson y D'Alonzo según la altura del trazo de fractura

Tipo I Afecta el ápice (craneal al fascículo transversal del ligamento cruciforme)

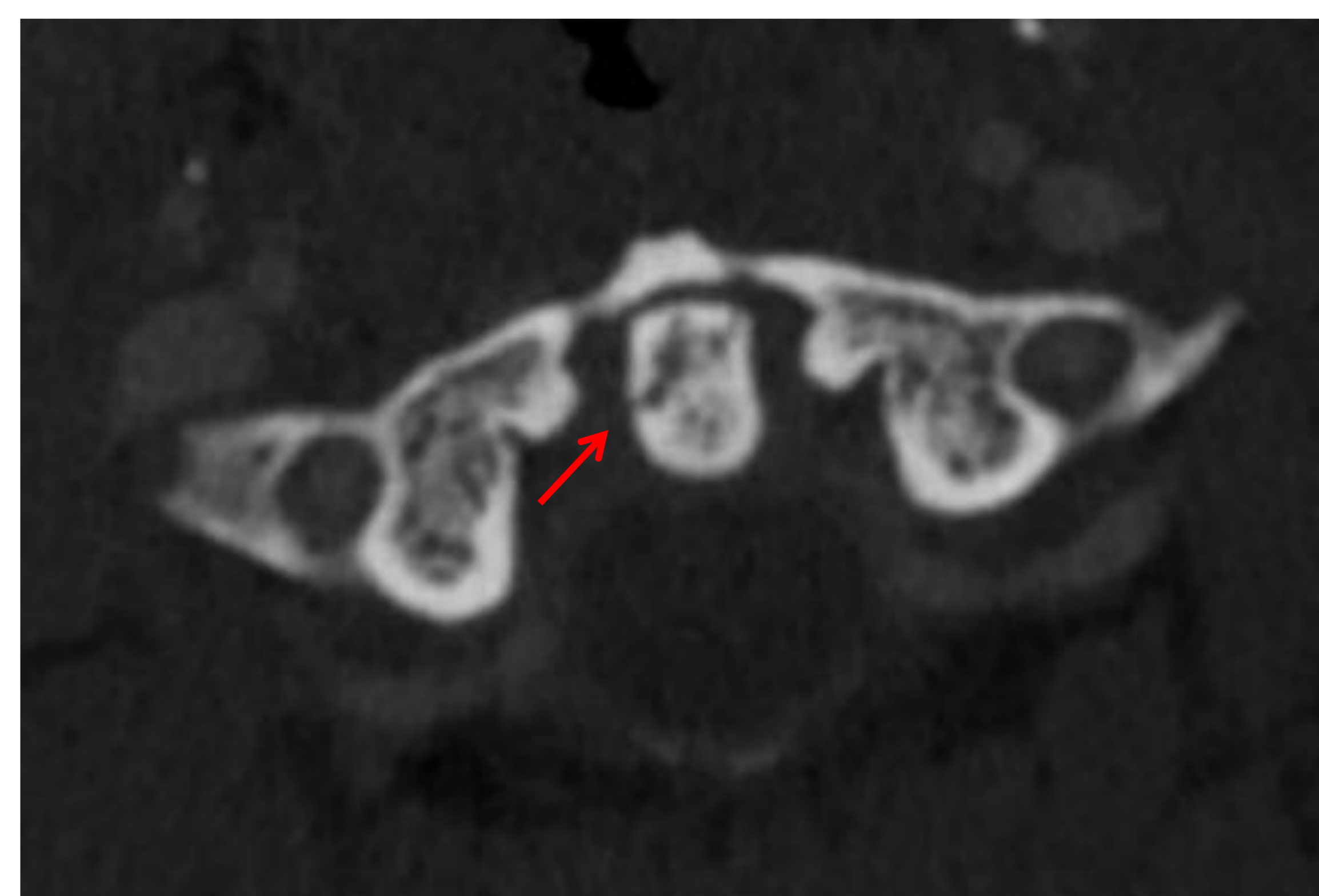
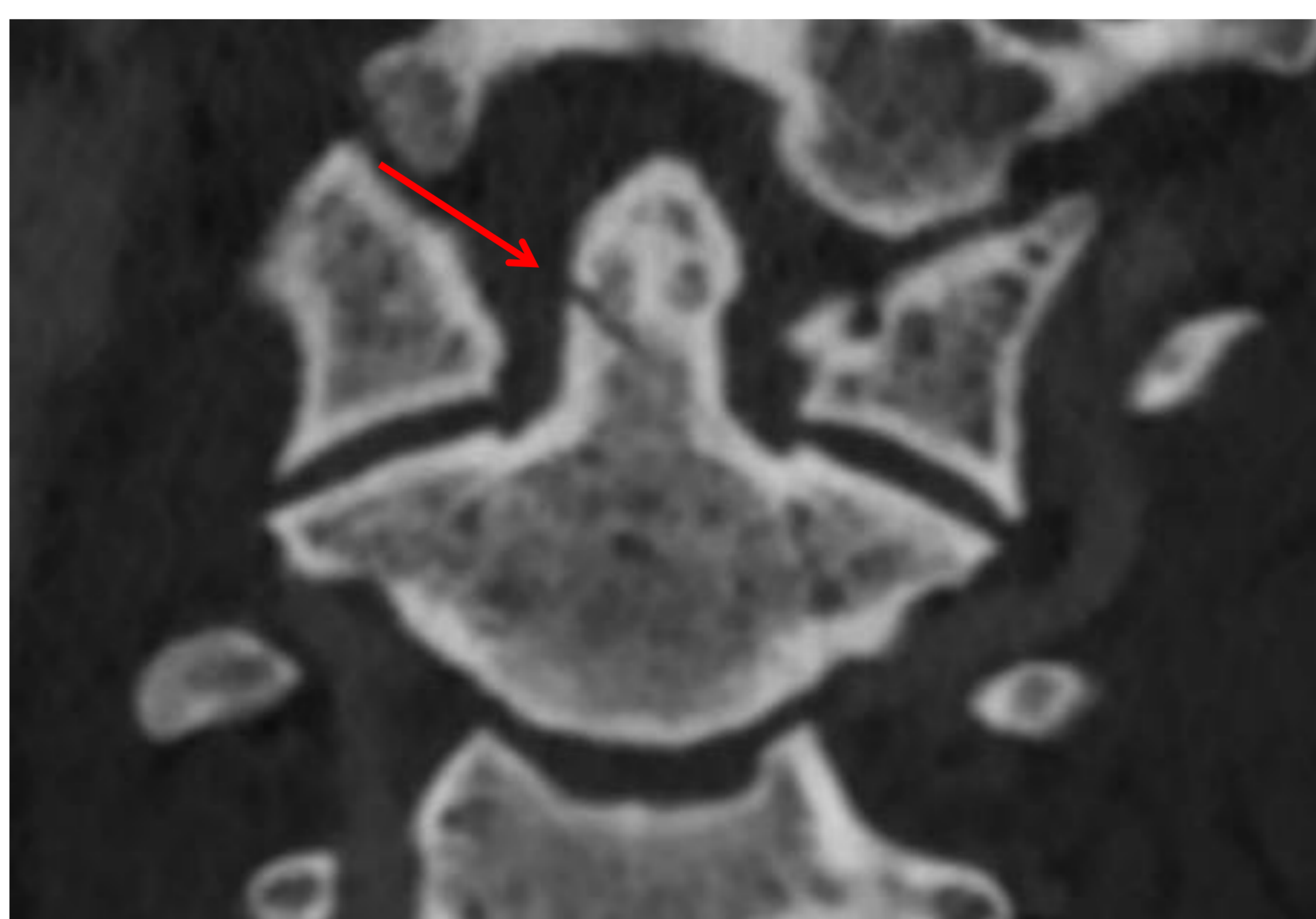
Tipo II
INESTABLE Por la base de la odontoides (caudal a la porción transversal del ligamento cruciforme). La más frecuente.

Riesgo de pseudoartrosis

Tipo III Por la unión de la odontoides al cuerpo y con extensión a las masas laterales.

Inestables cuando son desplazadas

Sin embargo, la clasificación de Anderson es sólo morfológica y no predice el grado de inestabilidad ni de pseudoartrosis (ver clasificación de Roy-Camille en siguiente diapositiva).



Fractura tipo II de Anderson (tipo I de Roy-Camille). Si bien las fracturas tipo II se consideran inestables, este caso no presenta desplazamiento ni otros hallazgos que sugieran mayor riesgo de complicaciones o pseudoartrosis

Revisión del tema:

AXIS (C2)

1. Fracturas del diente del axis

La clasificación de Roy-Camille se basa en la dirección del trazo de fractura y tiene impacto en la decisión terapéutica

Tipo I	Trazo oblicuo anterior. La odontoides se desplaza anteriormente.
Tipo II INESTABLE	Trazo oblicuo posterior. La odontoides se desplaza posteriormente. <i>Riesgo de lesión medular</i>
Tipo III	Trazo horizontal. Puede desplazarse anterior o posteriormente. <i>Inestables cuando son desplazadas</i>



Fractura tipo III de Anderson - tipo II de Roy-Camille: el trazo oblicuo posterior condiciona retropulsión de la odontoides, asociada a lesión medular por compresión del cordón

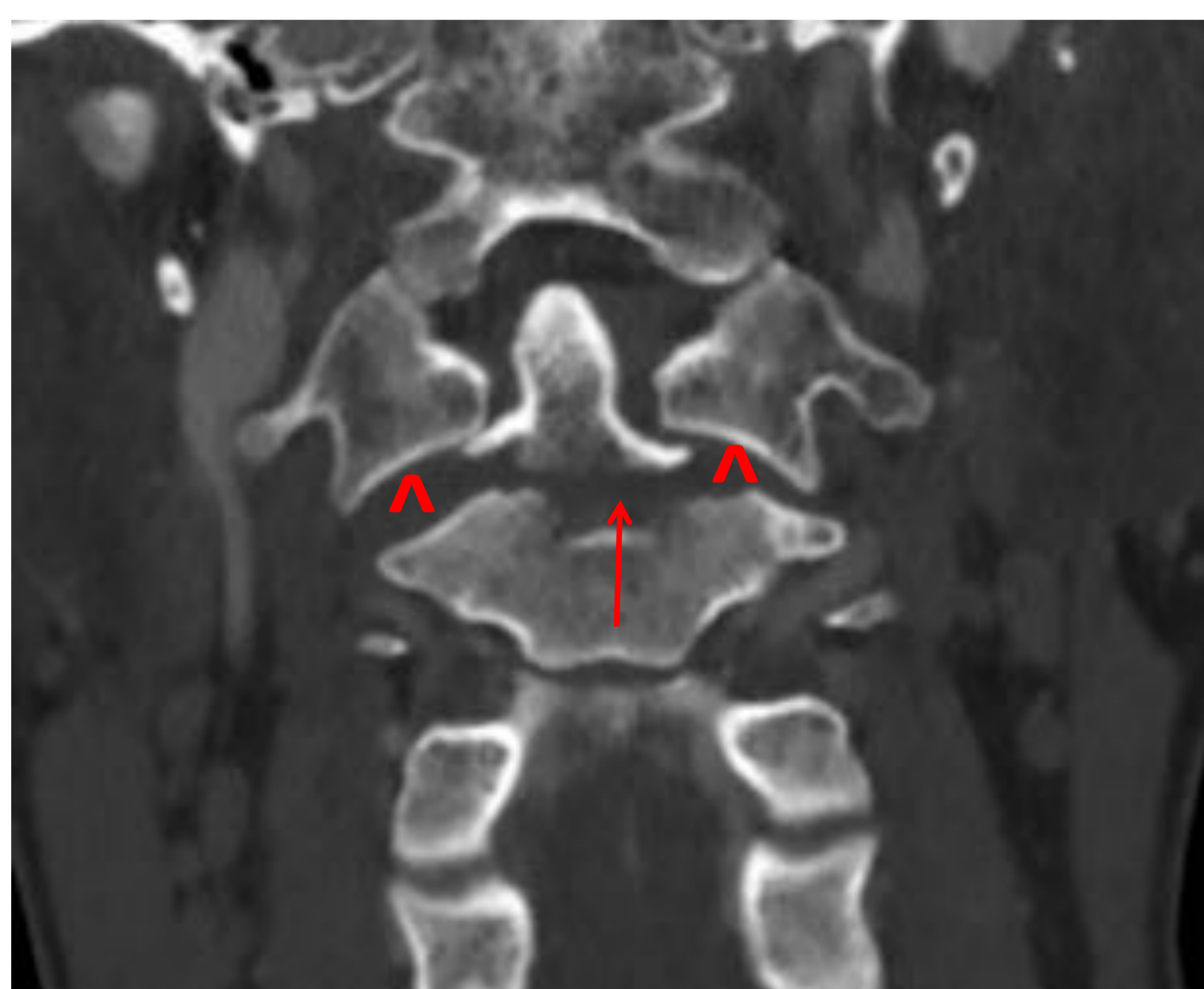
Revisión del tema:

AXIS (C2)

1. Fracturas del diente del axis

La clasificación de Roy-Camille se basa en la dirección del trazo de fractura y tiene impacto en la decisión terapéutica

Tipo I	Trazo oblicuo anterior. La odontoides se desplaza anteriormente.
Tipo II INESTABLE	Trazo oblicuo posterior. La odontoides se desplaza posteriormente. <i>Riesgo de lesión medular</i>
Tipo III	Trazo horizontal. Puede desplazarse anterior o posteriormente. <i>Inestables cuando son desplazadas</i>



Fractura tipo III de Anderson - tipo III de Roy-Camille (flechas): cursa con desplazamiento anterior de la odontoides (anterolistesis) y se asocia a ensanchamiento del espacio interespinoso (*) y de ambas articulaciones interapofisarias (^), signos indirectos de lesiones ligamentarias posteriores y cápsulo-ligamentarias articulares bilaterales, indicativas de inestabilidad.

Revisión del tema:

AXIS (C2)

2.- Fractura de la pars interarticularis (de Hangman)

Fractura que afecta la pars interarticularis de forma bilateral, asociando posible espondilolistesis anterior C2 sobre C3.

Contrariamente a su nombre, no suele ocurrir en casos de ahorcamiento sino en accidentes de alta energía con hiperextensión.

Es importante descartar afectación de los orificios transversos y arterias vertebrales.



Fractura de Hangman (flechas) con leve anterolistesis (+). Existe afectación de orificios transversos bilaterales (*), con riesgo de lesión arterial

Existe la clasificación de Levine y Edward, si bien es poco utilizada:

- Tipo I Listesis <3mm, sin desviación angular
- Tipo II Con trazo vertical. Listesis >3mm, con desviación angular (por rotura del lig longitudinal posterior)
- Tipo IIa Por trazo horizontal u oblicuo. Listesis <3mm, con desviación angular.
- Tipo III Con luxación facetaria bilateral

Revisión del tema:

AXIS (C2)

3.- Fracturas del cuerpo de C2

El cuerpo de C2 puede verse afectado por fracturas de forma similar al resto del segmento cervical subaxial.

Los posibles trazos de fractura son múltiples, debiendo describirse el plano y la orientación del mismo (transversal, sagital, coronal, oblicuo...). El grado de inestabilidad se establecerá de forma similar a las fracturas de odontoides: con mayor riesgo en los trazos oblicuos posteriores y según el grado de retropulsión.

Debe observarse detenidamente si existe extensión a los orificios transversos (con riesgo de lesión vascular) o a las pars interarticularis (comportamiento tipo fractura de Hangman).



Fracturas del cuerpo de C2 con distintos trazos de fractura. En caso de extensión foraminal (c) deben valorarse las estructuras vasculares.

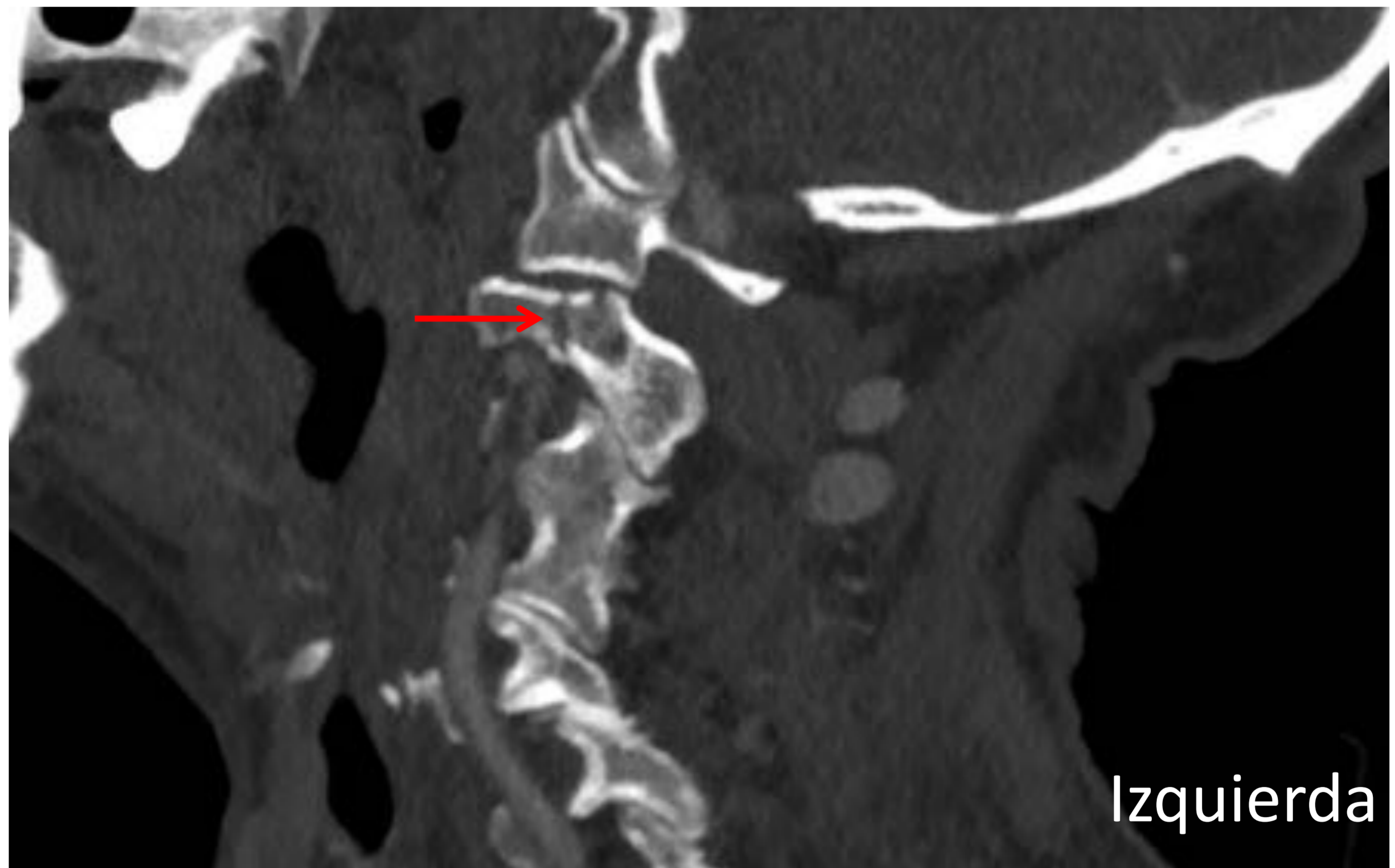
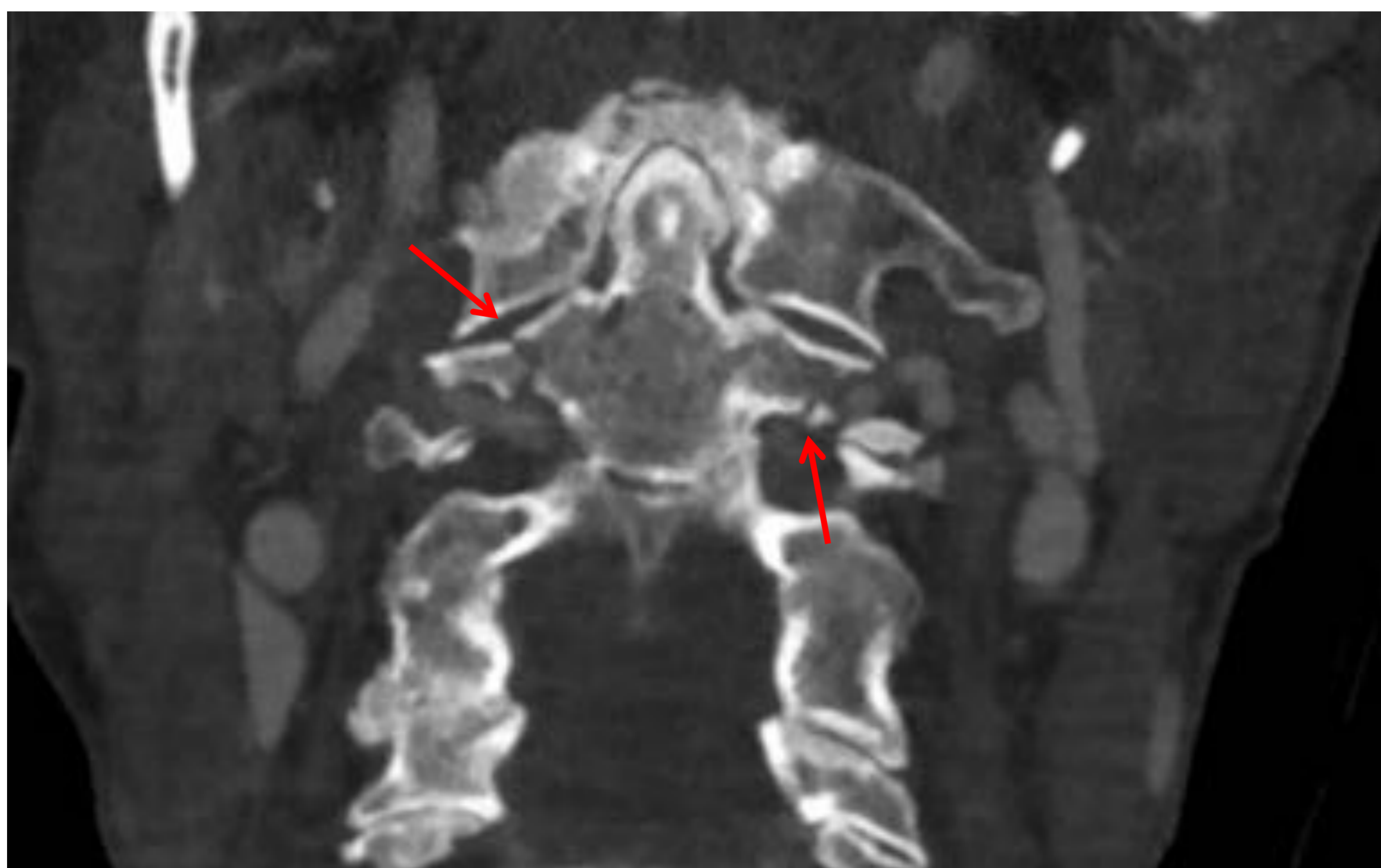
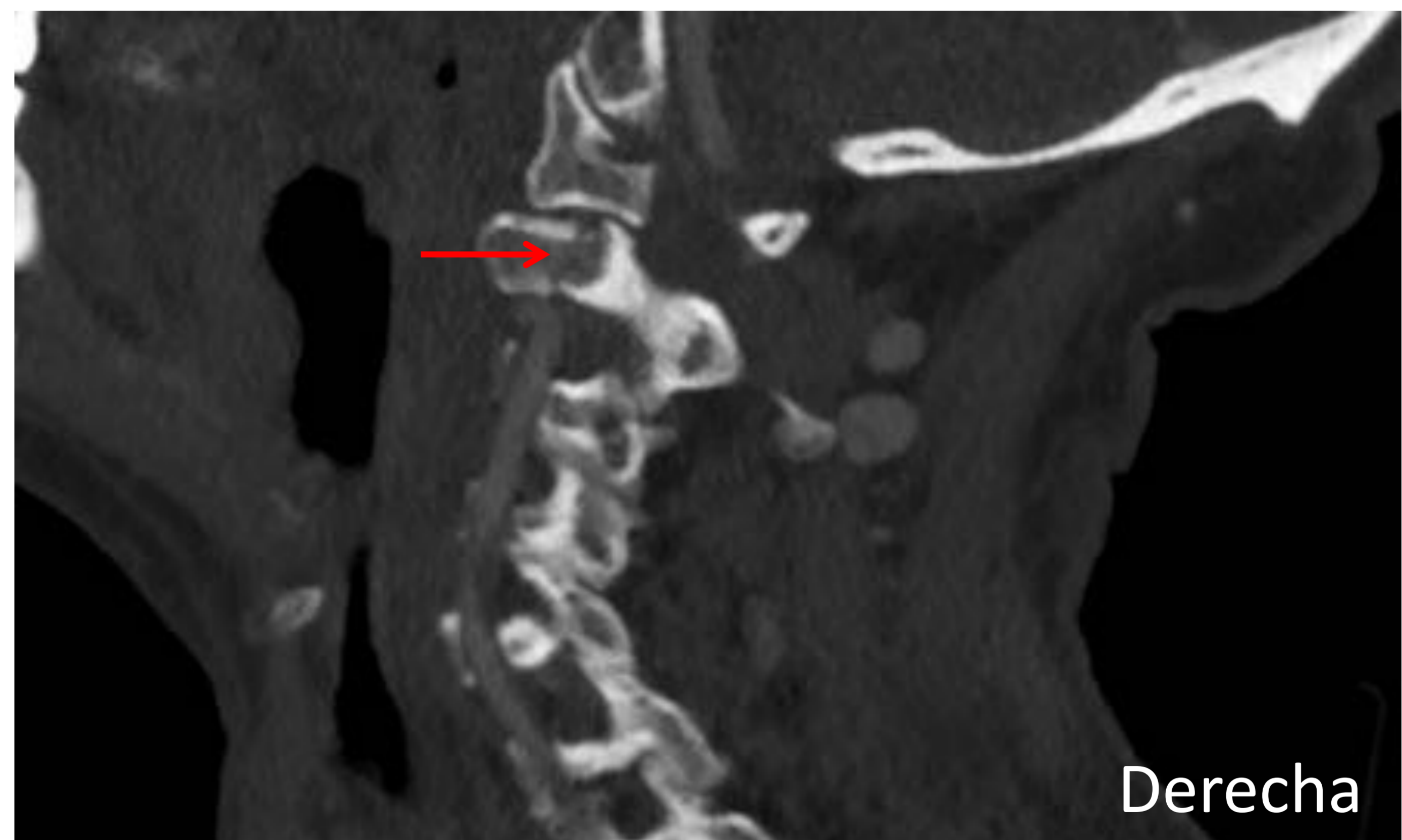
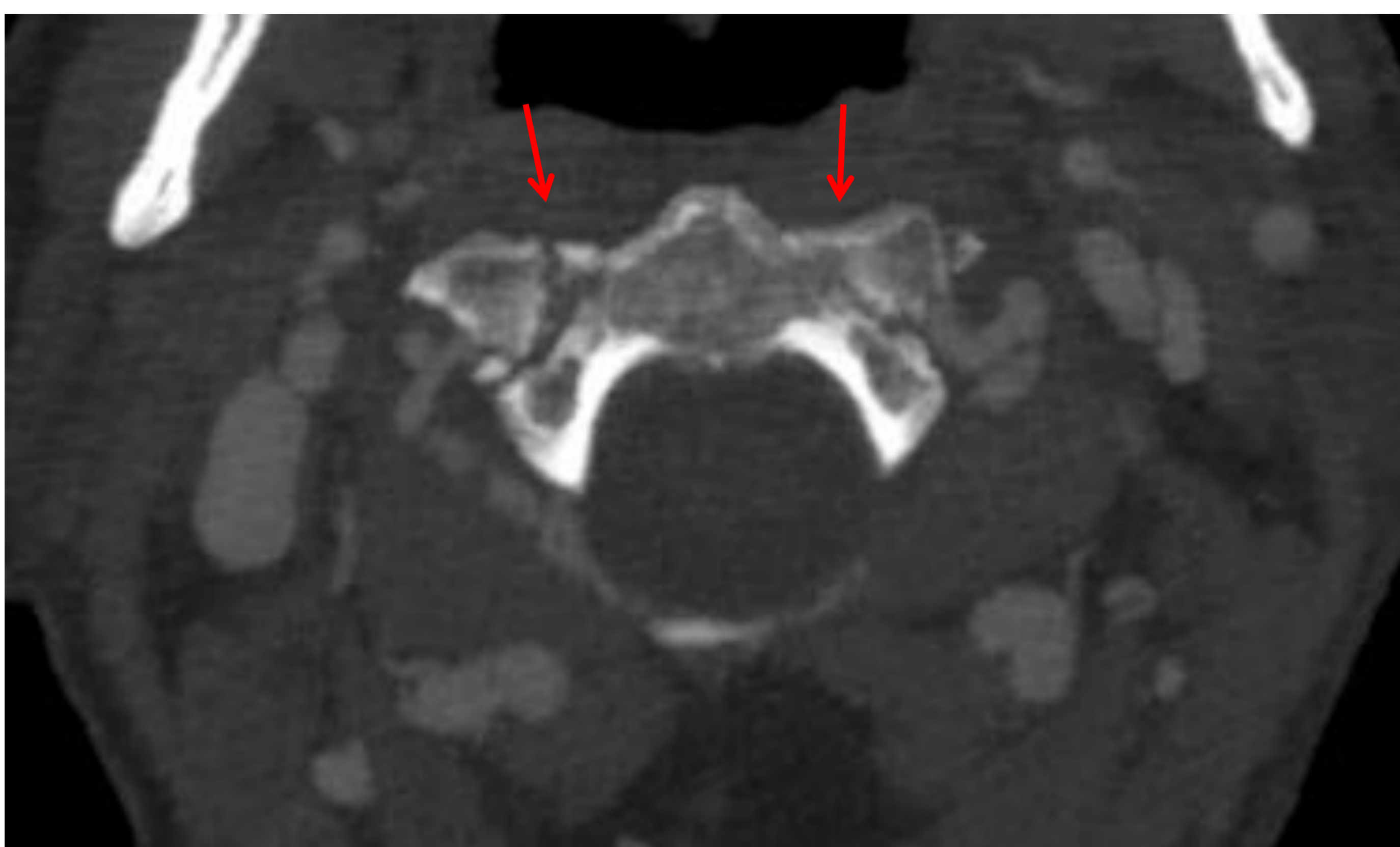
También pueden observarse fracturas – avulsiones del margen anteroinferior del cuerpo vertebral (fractura en lágrima), con ruptura del ligamento longitudinal anterior y ensanchamiento del espacio interdiscal anterior. (Las fracturas en lágrima se discutirán entre las fracturas del segmento C3-C7).

Revisión del tema:

AXIS (C2)

4.- Fracturas de las masas laterales de C2

Se producen por mecanismo de compresión axial. Pueden ser estables, a menos que cursen con desplazamiento. Si se extienden a forámenes transversos, puede asociar lesión vascular.



Fractura de las masas laterales de C2, no desplazadas. No se aprecia lesión vascular asociada.

Revisión del tema:

FRACTURAS CERVICALES C3-C7

Las fracturas de la columna subaxial son prácticamente equivalentes a las de la columna dorsal y lumbar.

Fracturas **INESTABLES**:

- Fractura tipo burst
- Fractura-luxación
- Fracturas en lágrima por hiperflexión
- Fractura pediculolaminar o pilar flotante

Fracturas **PARCIALMENTES ESTABLES**:

- Fracturas en lágrima por hiperextensión

Fracturas **ESTABLES**:

- Fractura de apófisis espinosa (clay-shoveler)
- Fractura de apófisis transversa
- Fractura de apófisis articular

Revisión del tema:

FRACTURAS CERVICALES C3-C7

- Fractura tipo burst

INESTABLE

Ocurre por compresión axial, como las fracturas de Jefferson. Se trata de una fractura conminuta del cuerpo con retropulsión de fragmentos al canal vertebral, con riesgo de **lesión medular** asociada. Puede haber lesión de elementos óseos posteriores.



Fractura tipo burst de C7. Se aprecia la conminución del cuerpo vertebral (a) y la retropulsión de muro posterior (b). Este caso cursó sin lesión medular asociada.

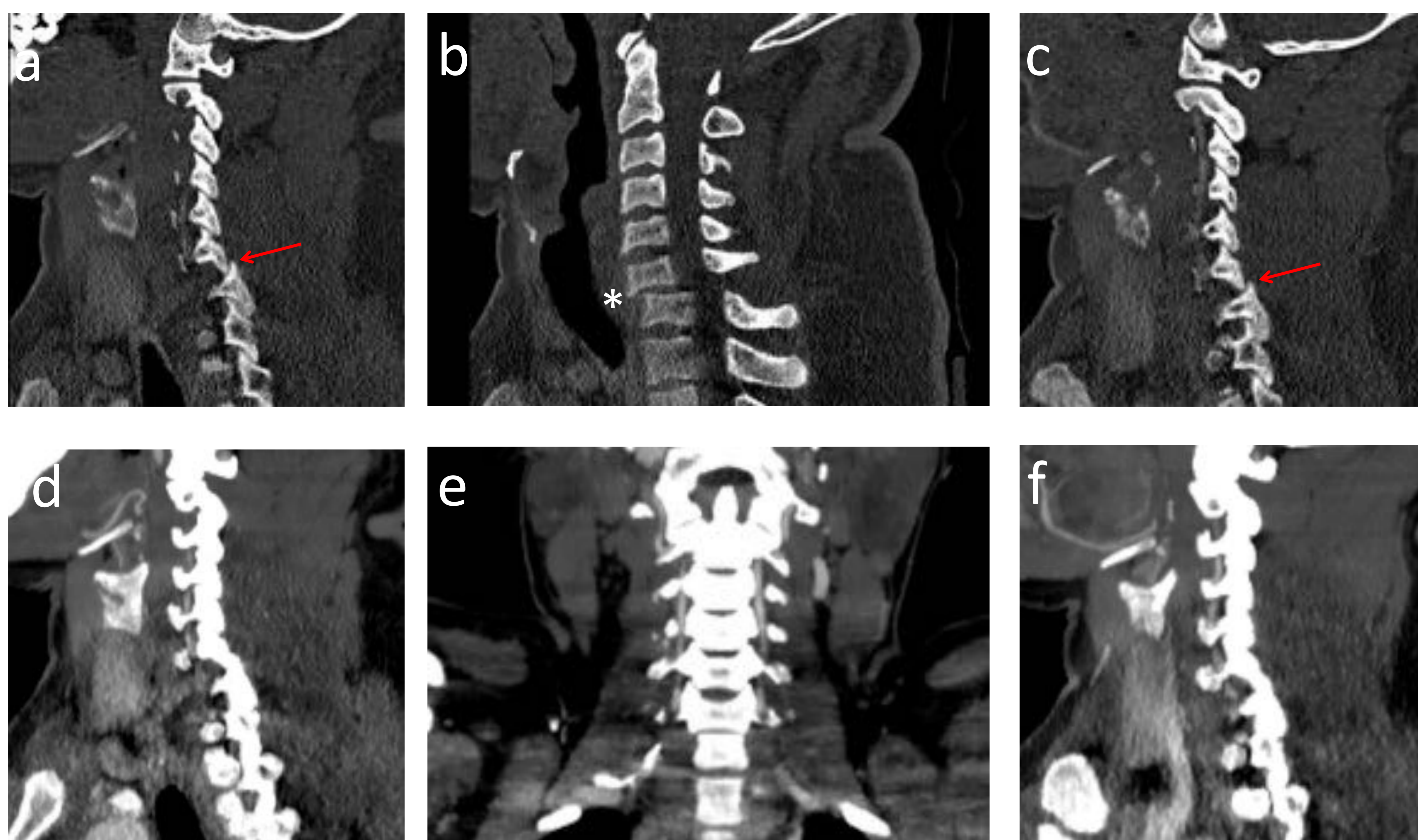
Revisión del tema:

FRACTURAS CERVICALES C3-C7

- Fractura-luxación

INESTABLE

Pueden existir luxaciones facetarias uni o bilaterales, asociadas a fracturas de los cuerpos vertebrales o a lesiones del complejo discal intervertebral.



Fractura-luxación bilateral C6-C7.

En (b) se observa alteración de la altura del espacio intervertebral con anterolistesis y angulación cifótica focal (*), secundaria a la luxación facetaria bilateral (a y c, flechas). En las luxaciones facetarias es imperativo valorar el estado de las arterias vertebrales, que aquí (d, e, f) se aprecian de calibre irregular y con flujo filiforme, aunque posteriormente no se objetivaron disecciones ni otras lesiones de las mismas. Cursó con lesión medular asociada.

Revisión del tema:

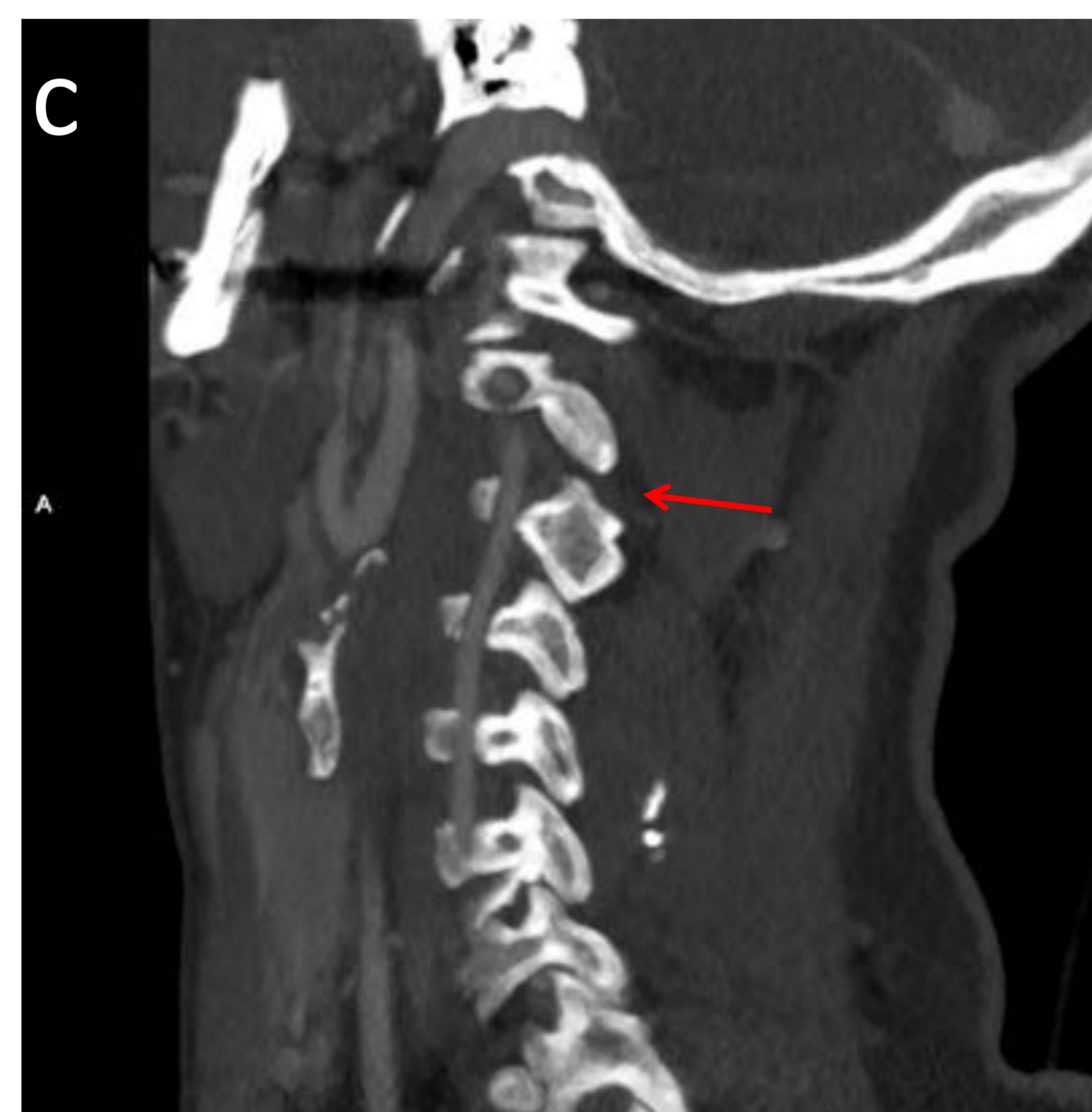
FRACTURAS CERVICALES C3-C7

- Luxación y subluxación facetaria unilateral

Son lesiones menos graves que las anteriores que pueden ocurrir sin fractura. Se asocian a una actitud escoliótica. A menudo se consigue una reducción cerrada que permite manejo conservador.

Requiere descartar lesión vascular de la arteria vertebral.

Ocasionalmente también existirá luxación bilateral sin fractura.



Subluxación unilateral izquierda C2 sobre C3 (flecha en c). Si bien la actitud escoliótica secundaria condiciona distensión del complejo discoligamentario (asterisco en b), no se identificó ruptura del mismo. Tampoco cursó con lesión de estructuras vasculares (a y c).

Revisión del tema:

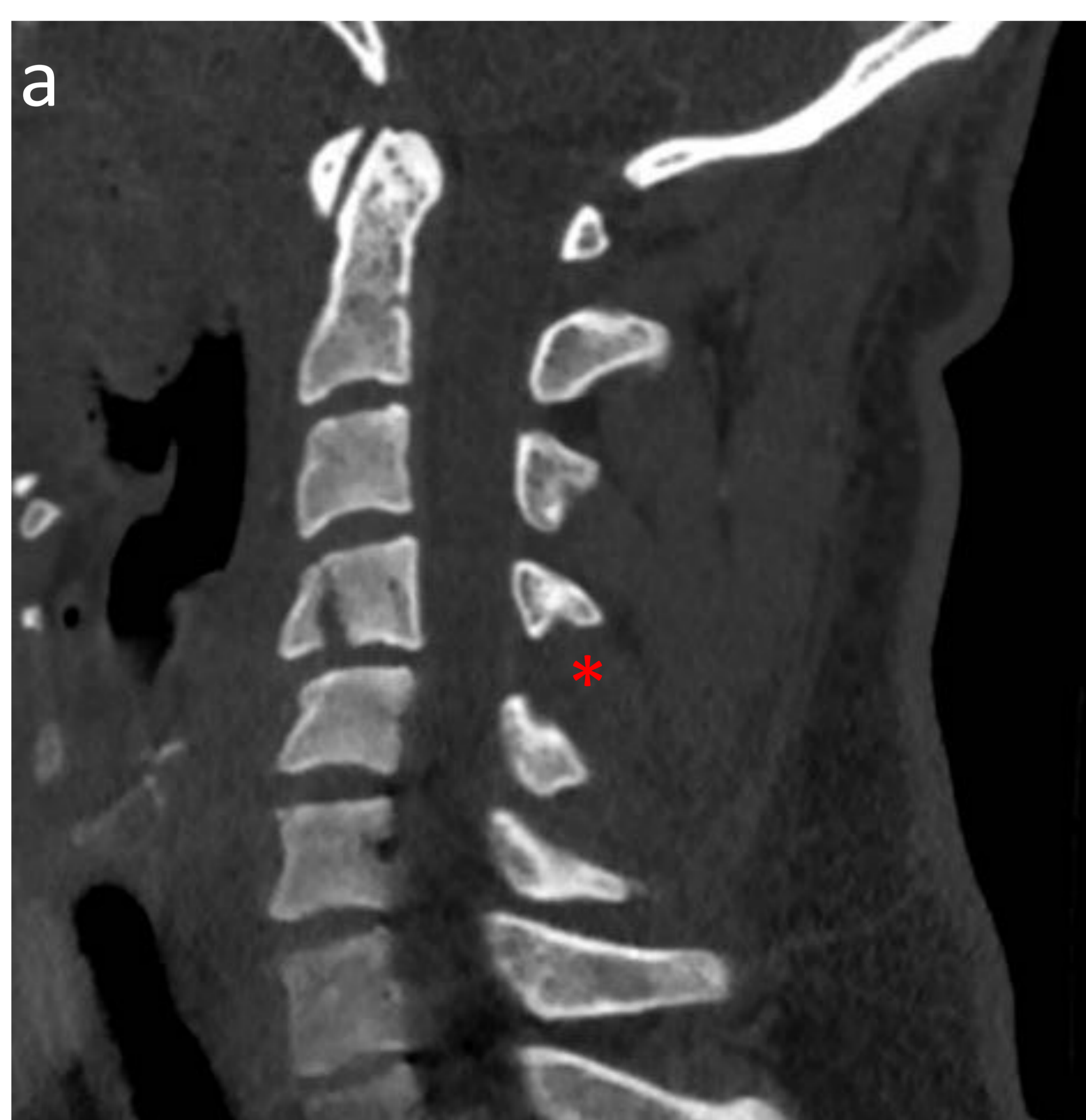
FRACTURAS CERVICALES C3-C7

- Fracturas en lágrima por hiperflexión

Se trata de severas lesiones por hiperflexión, con compresión de la columna anterior, generando un fragmento triangular anteroinferior, con trazo de fractura transversal que transcurre adyacente a la plataforma vertebral inferior y lesión del complejo ligamentario posterior, con aumento de la distancia interespinosa y angulación cifótica asociada. Es altamente **INESTABLE**

Puede cursar con **lesión vascular y medular**.

Es muy importante hacer el diagnóstico diferencial con la fractura en lágrima por hiperextensión, dado que ésta es menos grave y puede generar un fragmento óseo anteroinferior de aspecto muy similar.



Fractura en lágrima por hiperflexión de C4. Varios hallazgos ayudan a diferenciarla de la fractura en lágrima por hiperextensión: en (a) se observa cifosis focal con aumento del espacio interespinoso (*); en (b) se aprecia aumento de la distancia interfacetaria (flecha) como signo indirecto de lesión del complejo cápsulo-ligamentario.

Revisión del tema:

FRACTURAS CERVICALES C3-C7

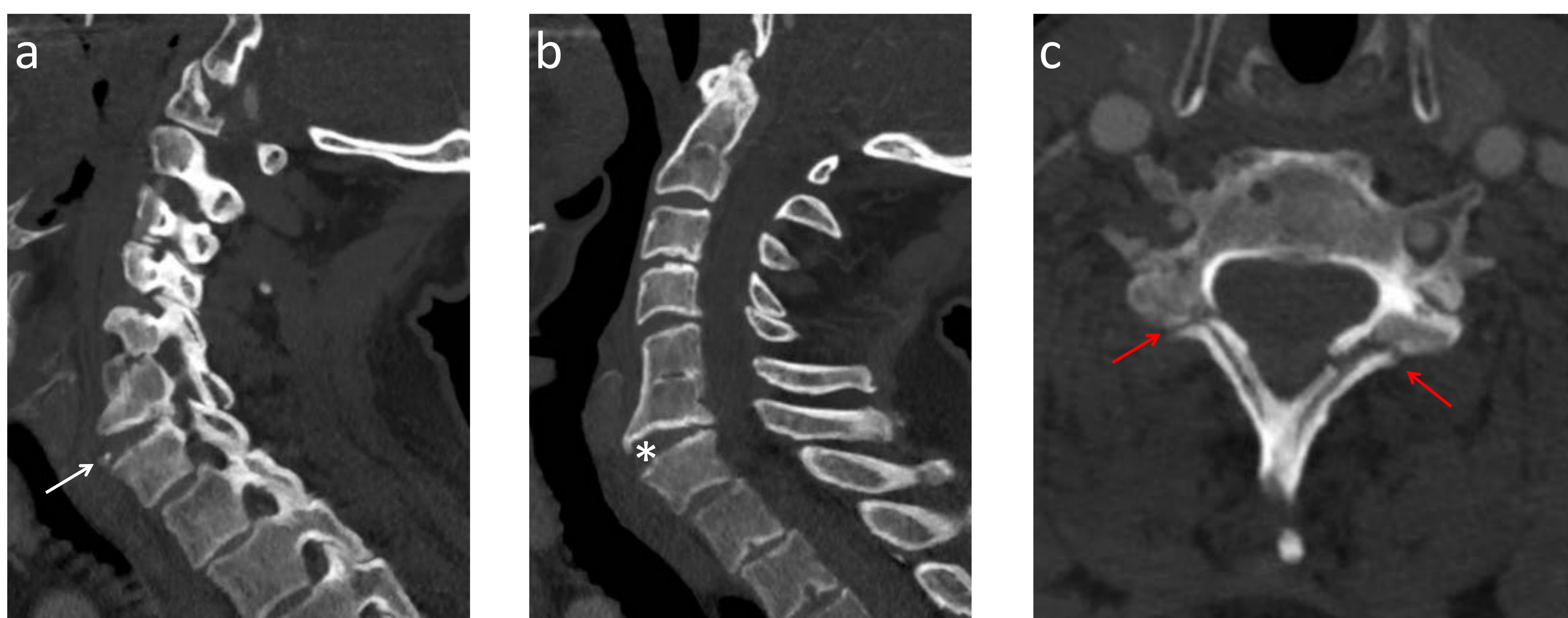
- Fracturas en lágrima por hiperextensión

En este caso se trata de un mecanismo de hiperextensión que lesiona el margen anteroinferior del cuerpo vertebral (se debe hacer diagnóstico diferencial con su equivalente por hiperflexión) y el disco intervertebral.

En lesiones de alta energía se asocian lesiones de elementos posteriores.

Puede cursar con **lesión medular**.

Ésta lesión es **ESTABLE** en flexión e **INESTABLE** en extensión.



Fractura en lágrima por hiperextensión de C6. Se observa un claro ensanchamiento anterior del disco intervertebral (*), con un pequeño fragmento óseo triangular (flecha blanca) que corresponde al margen anteroinferior de C6. Se asocia a fractura de elementos posteriores (flechas rojas).

Revisión del tema:

FRACTURAS CERVICALES C3-C7

-Fractura pedículo-laminar o pilar flotante

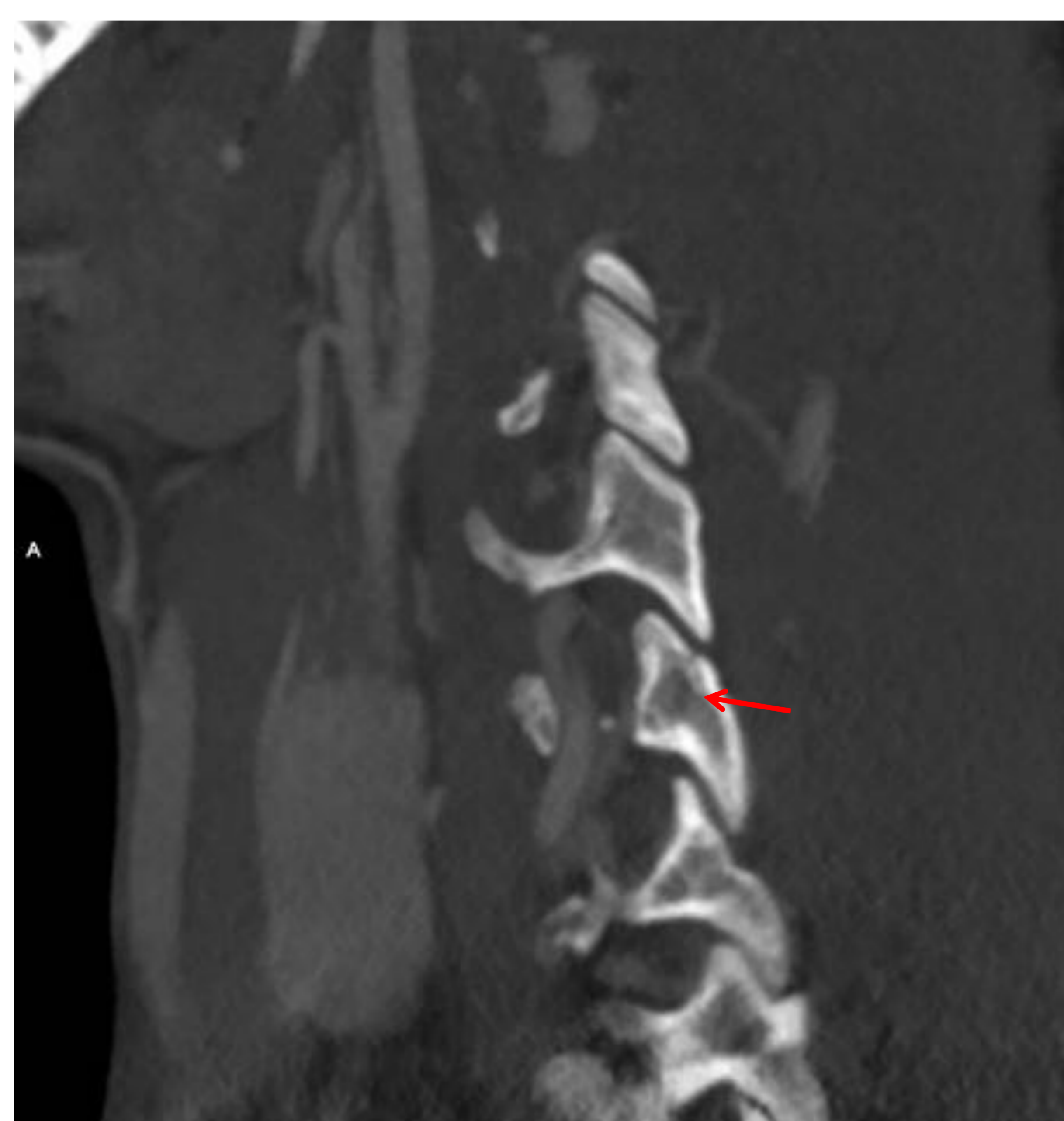
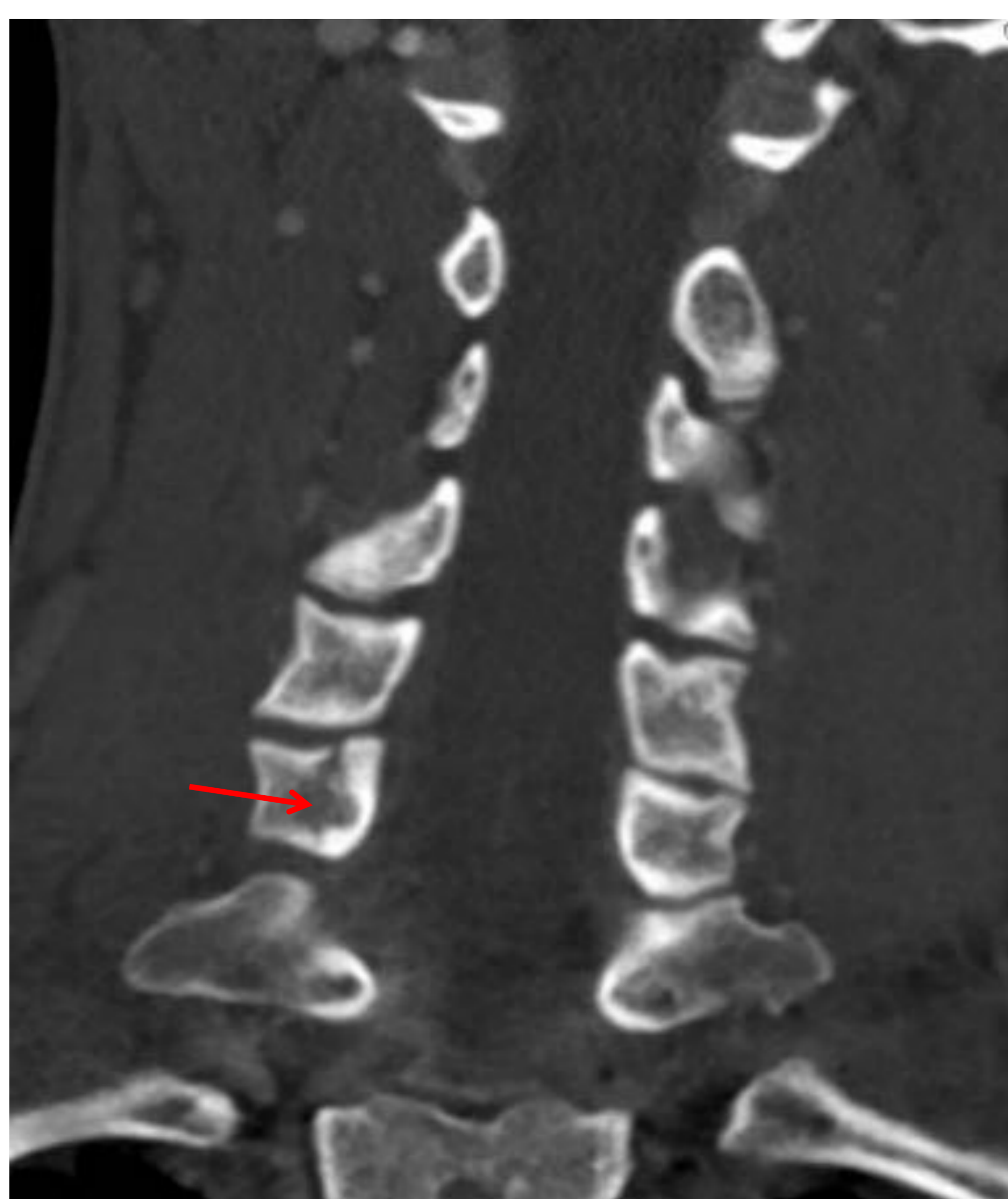
Existe un amplio rango de fracturas que afectan las columnas articulares.

Las más graves son las fracturas pedículo-laminares, en las que hay desconexión del pilar articular del resto de la vértebra (pilar flotante).

Estas fracturas son **INESTABLES**.

-Fracturas del pilar articular

Las fracturas que asientan en el propio pilar articular pueden tener grados variables de inestabilidad, dependiendo de si hay desplazamiento o pérdida de altura que altere la estática de la columna.



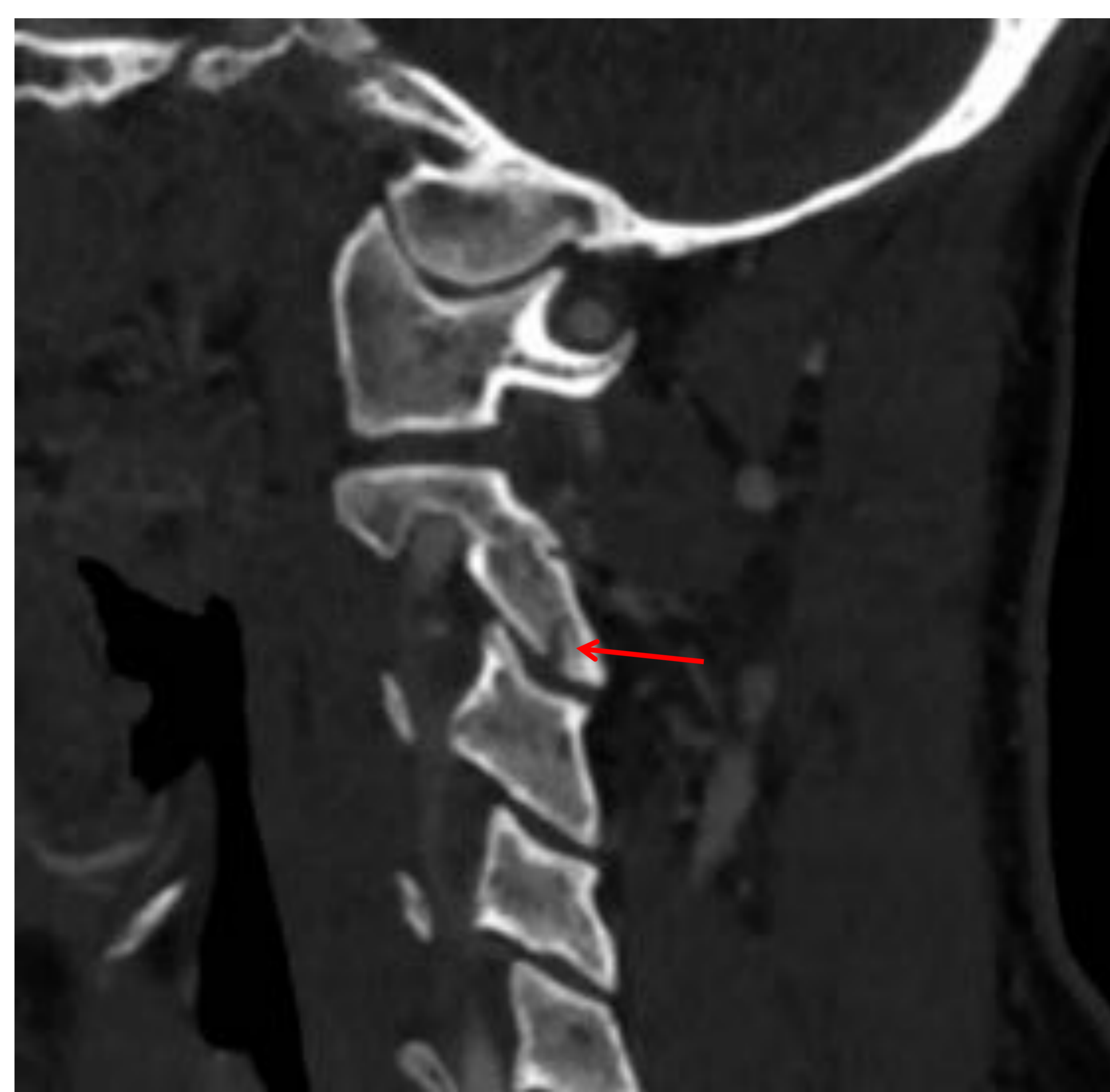
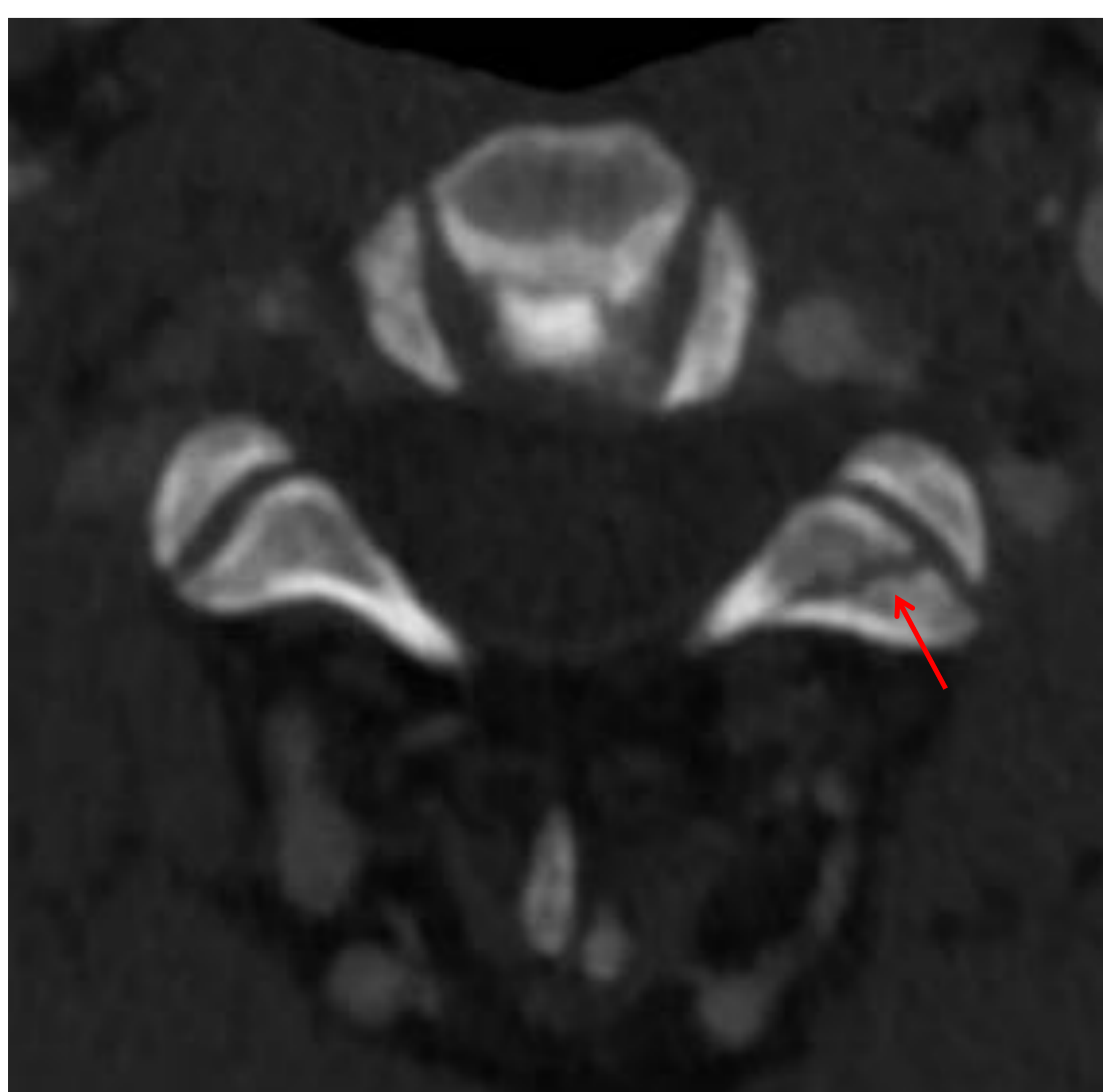
Fractura no desplazada del pilar articular C6 derecho (flechas). Se asocia a leve aumento del espacio articular de las interapofisarias superior e inferior, pero sin subluxación ni otros datos que sugieran inestabilidad.

Revisión del tema:

FRACTURAS CERVICALES C3-C7

-Fractura de apófisis articular

El grado más leve dentro de las fracturas del pilar articular son las que afectan únicamente una apófisis articular, más frecuentemente la inferior. Éstas serán normalmente **ESTABLES**, a menos que ocurran en un contexto de luxación facetaria.



Fractura de la apófisis articular inferior de C2 (flechas). No hay desplazamiento ni signos de inestabilidad.

Revisión del tema:

FRACTURAS CERVICALES C3-C7

- Otras fracturas con afectación de las tres columnas vertebrales

Existen algunos trazos de fractura que morfológicamente se asemejan a las fracturas de Chance del segmento dorsolumbar y también se ocasionan por mecanismo de hiperflexión, si bien en el segmento cervical no se utilice esta nomenclatura.

En estos casos recomendamos hacer una descripción detallada o hacer el símil con la fractura de Chance, pues se trata igualmente de lesiones **INESTABLES**.



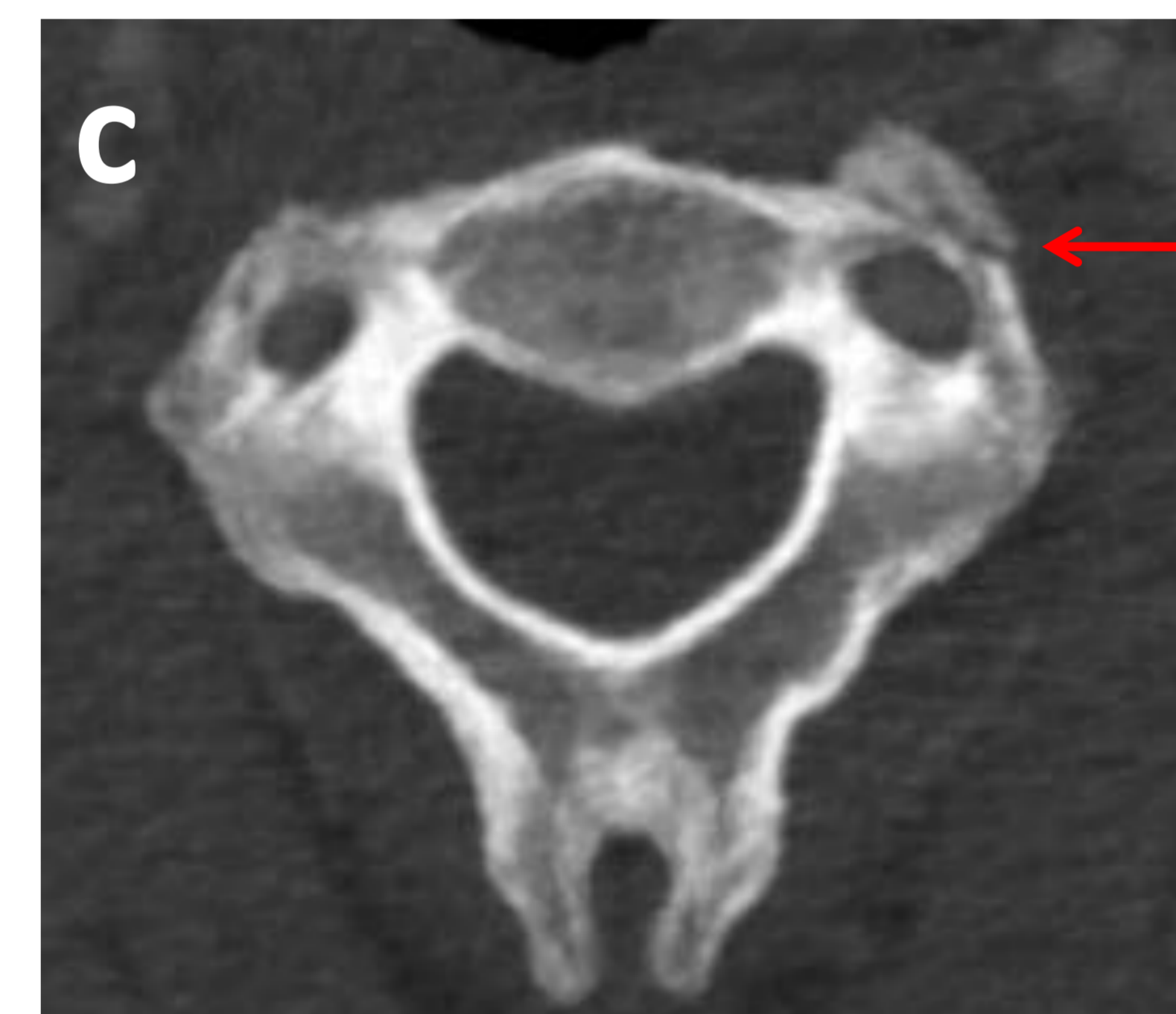
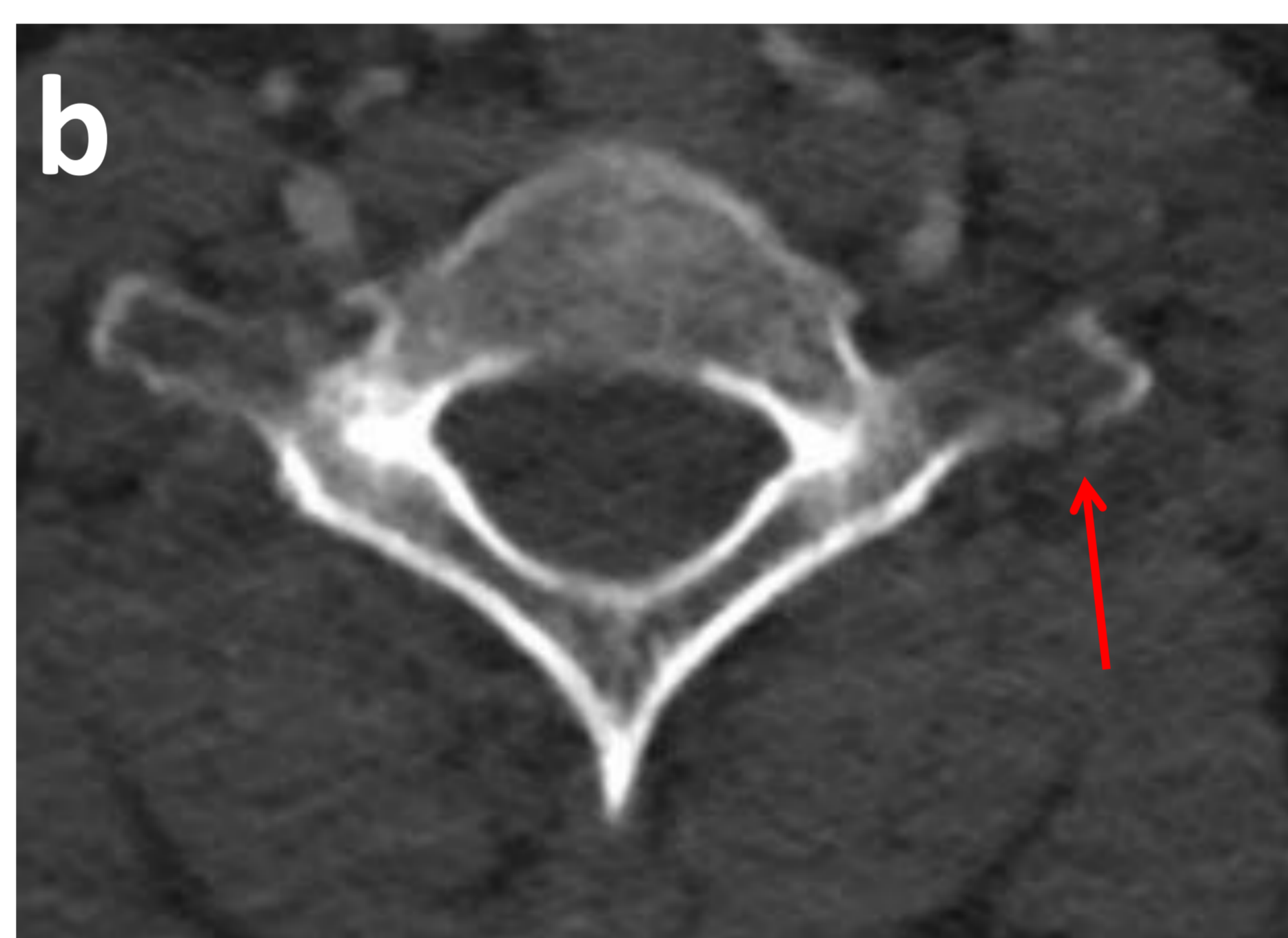
Trazo de fractura que se extiende por el margen anterosuperior de D1, disco intervertebral C7-D1 y pars interarticularis C7 bilateral. Obsérvese el aumento del espacio interespinoso C6-C7 (*), indicativo de lesión ligamentaria. Se asociaba a fractura de manubrio esternal. El conjunto de hallazgos son indicativos de inestabilidad, con riesgo de lesión medular y vascular.

Revisión del tema:

FRACTURAS CERVICALES C3-C7

-Fractura de apófisis transversa.

Estas fracturas son **ESTABLES** por definición. Sin embargo, debemos recordar que en el segmento cervical la arteria vertebral transcurre por el orificio transverso, siendo mandatorio evaluar posibles **lesiones vasculares** asociadas.



- (a) Fractura de apófisis transversa derecha C4 con afectación foraminal, si bien este caso no presentaba lesión vascular asociada.
- (b) fractura de apófisis transversa izquierda de C7 observando como la arteria vertebral no transcurre por el orificio transverso de la misma: normalmente la arteria vertebral entra a los orificios transversos en C6, si bien existen variantes dónde se introduce más craneal.
- (c) fractura del margen anterior de la apófisis transversa izquierda de C2 sin afectación del foramen transverso.

Revisión del tema:

FRACTURAS CERVICALES C3-C7

-Fractura de apófisis espinosa (clay-shoveler).

Las fracturas de apófisis espinosas se dan en las vértebras más bajas (normalmente C7) por accidentes de tráfico, contracción muscular repentina o por traumatismo directo. Son **ESTABLES** a menos que se asocien a lesiones ligamentosas por hiperflexión. No suelen asociar complicaciones.



Fractura de la apófisis espinosa de C7. La vértebra prominente debe su nombre a la apófisis espinosa, que es más larga que el resto de apófisis espinosas cervicales y se encuentra en una posición horizontal respecto sus equivalentes dorsales. Estas características y los fuertes anclajes musculares y ligamentosos que recaen sobre ella la hacen susceptible a este tipo de fracturas.

Revisión del tema:

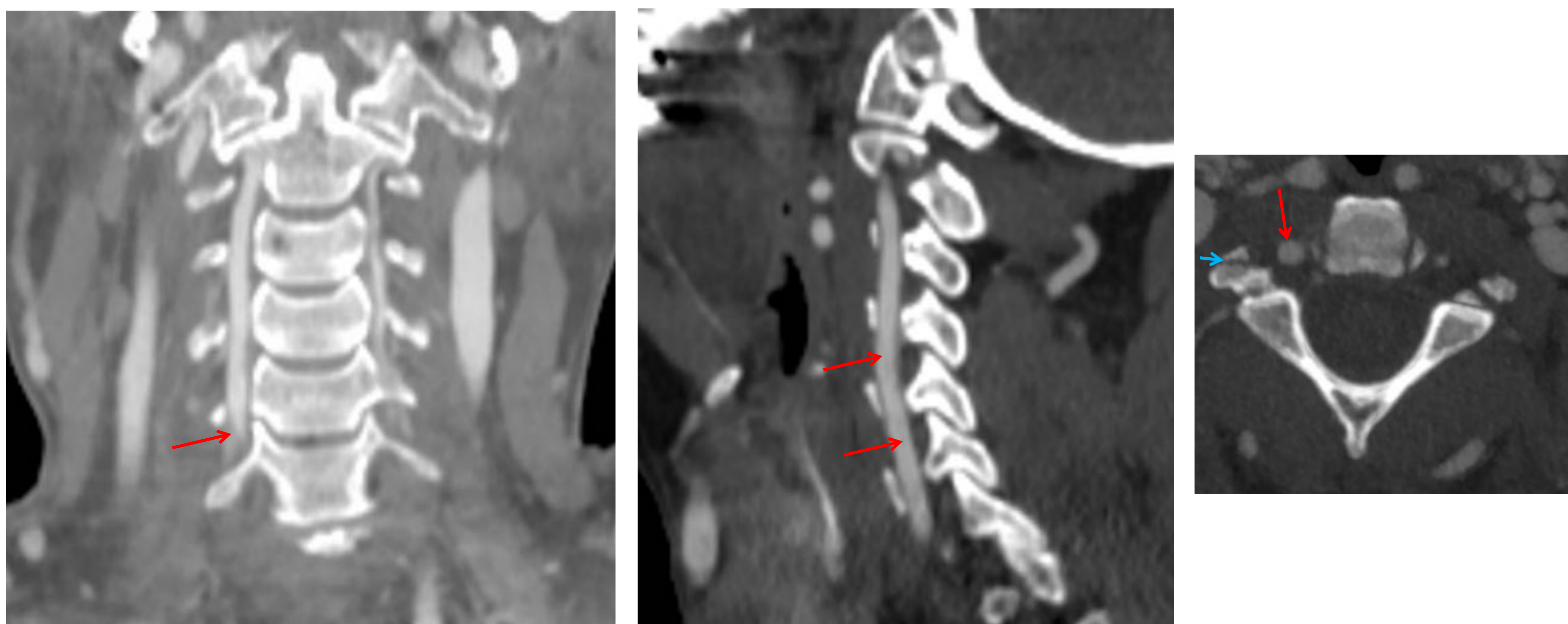
COMPLICACIONES VASCULARES

-Disección de la arteria vertebral.

Debemos descartar lesiones de las arterias vertebrales especialmente en las lesiones cervicales inestables, aquellas con sospecha de lesión ligamentaria y en las fracturas que afecten los orificios transversos.

Sin embargo, recordar que puede existir lesión vascular sin lesión vertebral asociada.

El estudio contrastado es imprescindible para la valoración vascular. No realizar el mismo en el momento inicial puede derivar en retrasos o omisiones diagnósticas con potencial repercusión isquémica cerebral.



Fractura de la apófisis transversa de C6 (flecha azul en c) con defecto de repleción lineal en la arteria vertebral (flechas rojas) que se extiende cranealmente hasta C2, compatible con disección.

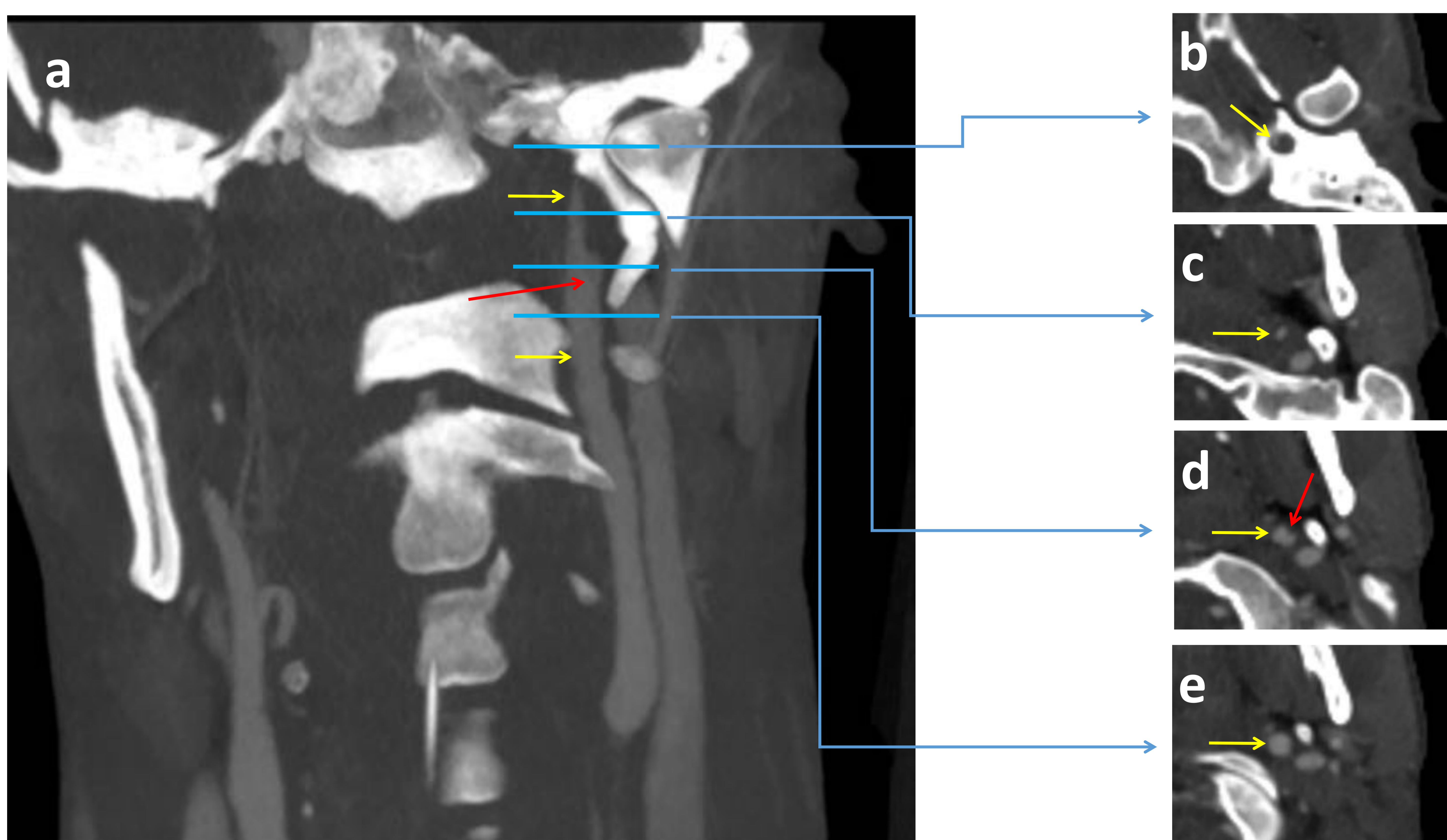
Revisión del tema:

COMPLICACIONES VASCULARES

-Disección de la arteria carótida.

Al igual que la arteria vertebral, puede existir disección de la arteria carótida.

Puede existir lesión vascular sin lesión vertebral asociada, por lo que es de vital importancia valorar las estructuras vasculares en todo paciente politraumático y con especial atención a los impactos de alta energía sobre cabeza y cuello.



Paciente con traumatismo craneal grave. En el estudio TC de cuello con contraste (a) se aprecia la arteria carótida interna (flechas amarillas) con un defecto de repleción inicialmente lineal (flecha roja) y posteriormente con disminución de su calibre (b, c) por disección y oclusión/trombosis de la luz falsa. Fue tratado endovascularmente, pudiendo así prevenir la progresión de la disección y la evolución a accidente isquémico cerebral.

Conclusiones:

- El conocimiento de los tipos de fracturas que afectan la columna cervical es de relevante importancia en la decisión de tomar un manejo conservador o quirúrgico y para ayudar a prevenir las importantes complicaciones que se pueden derivar de las mismas.
- La valoración cervical mediante angio-TC evita el retraso diagnóstico de lesiones vasculares de vital importancia clínica.

Bibliografía:

1. van Den Hauwe L, Sundgren PC, Flanders AE. Spinal Trauma and Spinal Cord Injury (SCI). 2020 Feb 15. In: Hodler J, Kubik-Huch RA, von Schulthess GK, editors. Diseases of the Brain, Head and Neck, Spine 2020–2023: Diagnostic Imaging. Cham (CH): Springer; 2020. Chapter 19.
2. Sliker CW, Mirvis SE, Shanmuganathan K. Assessing cervical spine stability in obtunded blunt trauma patients: review of medical literature. *Radiology*. 2005;234 (3): 733-9.
3. Muratsu H, Doita M, Yanagi T et-al. Cerebellar infarction resulting from vertebral artery occlusion associated with a Jefferson fracture. *J Spinal Disord Tech*. 2005;18 (3): 293-6.
4. Lockwood MM, Smith GA, Tanenbaum J, Lubelski D, Seicean A, Pace J, Benzel EC, Mroz TE, Steinmetz MP. Screening via CT angiogram after traumatic cervical spine fractures: narrowing imaging to improve cost effectiveness. Experience of a Level I trauma center. *J Neurosurg Spine*. 2016 Mar;24(3):490-5.
5. Fassett DR, Dailey AT, Vaccaro AR. Vertebral artery injuries associated with cervical spine injuries: a review of the literature. *J Spinal Disord Tech*. 2008 Jun;21(4):252-8.
6. Verat LM, Pedraza-Gutiérrez S, Castellanos J, Capellades J, Casamitjana J, Rovira-Cañellas A. Vertebral Artery Occlusion after cervical spine trauma. *SPINE* 2000;25 (9):1171-1177,
7. Pedraza S, Balsera B, Baguena M, Grivé E, Garnacho A, Rovira A. Lesión postraumática de la arteria carótida. Valoración del diagnóstico clínico-radiológico. *Rev Neurol* 2000;31:1007-12