

# LESIONES TRAUMÁTICAS ARTERIALES DE LA EXTREMIDADES: LO QUE NECESITAS SABER PARA TRIUNFAR EN LA GUARDIA

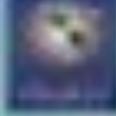
Zhao Hui Chen Zhou, Elena Martínez Chamorro,  
Laín Ibáñez Sanz, Susana Borrueal Nacenta, Raquel  
Sanz de Lucas, Alfonso Escobar Villar

Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid



## OBJETIVOS DOCENTES:

- Repasar la anatomía arterial normal de las extremidades superiores e inferiores.
- Explicar el protocolo y la técnica de la angiografía-TC (angio-TC) en el trauma vascular de las extremidades.
- Describir e ilustrar los hallazgos radiológicos de las lesiones arteriales de las extremidades de los pacientes traumáticos.
- Conocer los potenciales errores a la hora de interpretar un estudio de angiografía-TC de las extremidades.



# INTRODUCCIÓN

El traumatismo es la **causa principal de muerte en pacientes menores de 45 años** y la tercera causa de muerte de forma general. Hasta el **1%** de los pacientes traumáticos presentan **afectación vascular**, siendo lo más frecuente la afectación en las extremidades.

La **angiografía-TC (angio-TC)** de extremidades se ha convertido en la **técnica de elección** porque es rápida, costo-efectiva, y no invasiva, que ha reemplazado a la angiografía por sustracción digital (DSA).

Permite una **rápida detección y caracterización** de las lesiones arteriales traumáticas. Los metaanálisis han mostrado una **alta sensibilidad y especificidad** de hasta 96,2% y 99,2%, respectivamente, en la detección de lesiones arteriales clínicamente significativas.

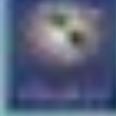
# INTRODUCCIÓN

Otras técnicas como la *ecografía Doppler* y la *angiografía por RM* también permiten evaluar las lesiones traumáticas arteriales, pero con limitaciones sustanciales que las hacen *poco adecuadas para su uso en el contexto urgente*.

Normalmente con una inspección visual y examen físico suele ser suficiente para tener la sospecha clínica de lesión arterial traumática. Los signos clínicos de lesión vascular se pueden dividir en:

| Signos duros o de certeza   | Signos blandos o de sospecha   |
|---|--|
| Ausencia de pulsos<br>Hematoma creciente o pulsátil<br>Soplo o frémito<br>Evidencia de isquemia del miembro | Pulsos distales disminuidos<br>Hematoma estable<br>Frialdad del miembro<br>Cambio de color |

**Tabla 1.** Signos clínicos de sospecha de lesión arterial.



# INTRODUCCIÓN

La presencia de los **signos duros** está asociado a **lesión vascular significativa** en casi el **100%** de los pacientes y requieren exploración **quirúrgica**, mientras que en los casos de signos blandos requieren pruebas de imagen adicional para confirmar la lesión vascular.

Sin embargo, algunos autores sugieren que en los casos de signos duros también es necesario realizar *pruebas de imagen*, si el paciente está estable, puesto que *disminuye* la *ambigüedad diagnóstica*, el número de procedimientos invasivos innecesarios y proporciona un **mapa vascular** para los radiólogos intervencionistas o cirujanos vasculares.

# PROTOCOLO DE ESTUDIO

## Parámetros técnicos:

- 120 kVp
- 200-300 mAs
- Espesor detector: 0,6 mm
- Espesor de sección: 0,75 mm.
- Intervalo de reconstrucción: 0,5 mm.

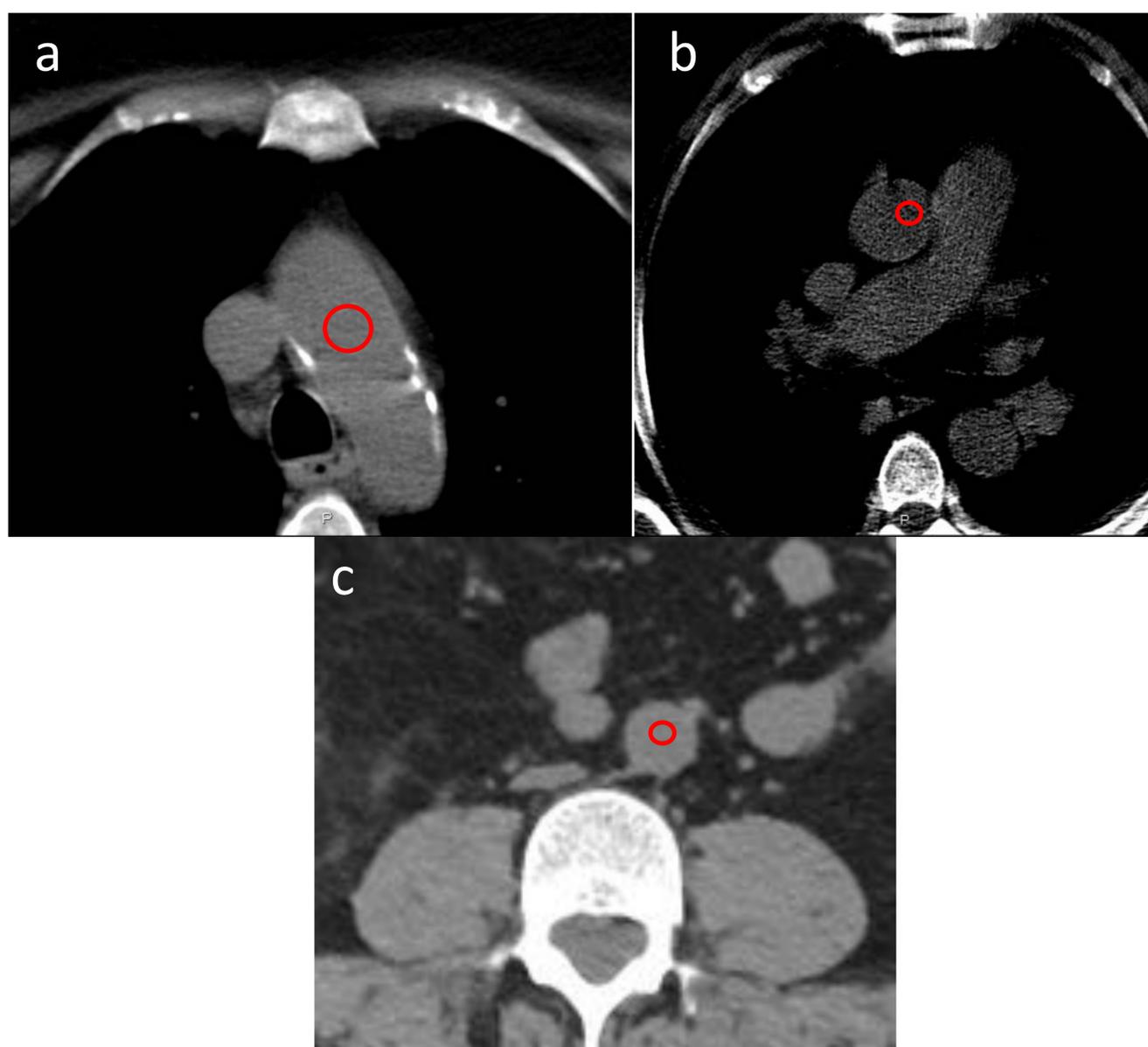


**Fig 1.** Posicionamiento ideal de las extremidades en caso de poder colaborar. A) Estudio del miembro superior con el brazo elevado encima de la cabeza. B) Estudio del miembro inferior con el paciente en decúbito supino.

- **Retirar los objetos metálicos** previo a la realización del estudio.
- Posicionar el área de interés tan cerca como sea posible del isocentro de la TC (Fig 1):
  - En los casos de trauma de **miembros superiores**:
    - Lo ideal: **brazos por encima de la cabeza.**
    - **Brazos cruzados encima del abdomen.**
  - En casos de trauma de miembros inferiores, ambas extremidades inferiores se escanean sincrónicamente en decúbito supino.

# PROTOCOLO DE ESTUDIO

- Vía venosa periférica con aguja de 18-20G.
- Entre 100-120 mL de CIV a 4 cc/s de 350 mg/dL seguido de un bolo de suero salino.
- Modo detección automática de bolo de CIV con umbral de 100 UH. El ROI se coloca en:
  - Cayado aórtico/Aorta ascendente si estudio de MMSS o si además se realiza estudio toracoabdominopélvico.
  - Aorta abdominal previa a la bifurcación si se estudia los MMII.



**Fig 2.** Imágenes que muestran donde deberían estar colocados los ROIs, en cayado aórtico (a), aorta ascendente (b) o aorta abdominal previa a la bifurcación aortoiliaca (c).

# ANATOMÍA ARTERIAL DE LOS MIEMBROS SUPERIORES

La anatomía arterial de los miembros superiores comienza en la **arteria subclavia**. Aunque existen múltiples variantes anatómicas en el origen de los troncos supra-aórticos, en la configuración más frecuente: la arteria subclavia derecha se origina del tronco braquiocefálico y, en el lado izquierdo, se origina directamente del cayado aórtico (tras la salida de la arteria carótida común izquierda) (Fig 3).

Algunas de las variantes más frecuentes en el origen de los TSA son: arco bovino (origen común del tronco braquiocefálico y de la arteria carótida común izquierda) (Fig 4) y la arteria subclavia derecha aberrante (Fig 5).

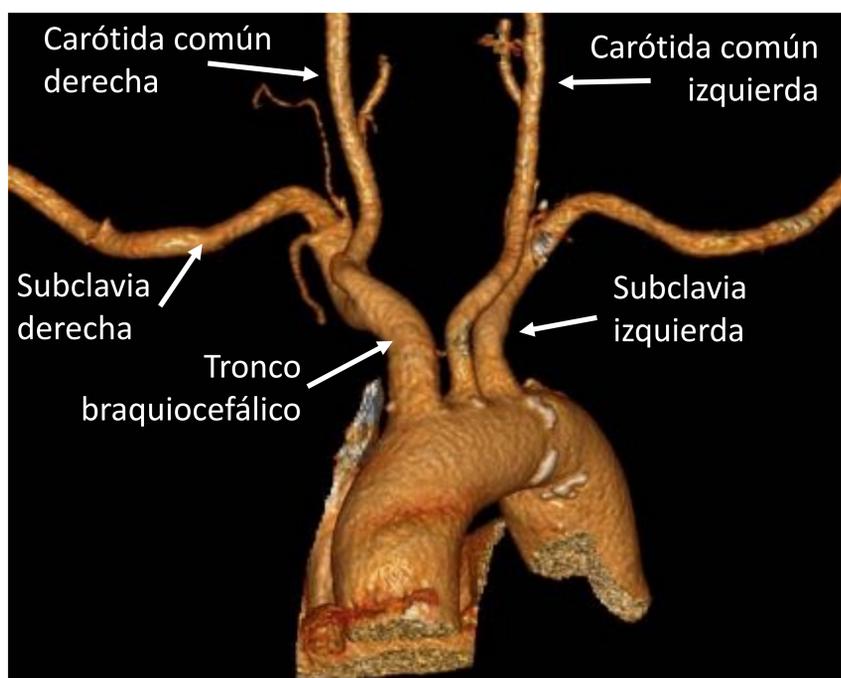


Fig 3. Reconstructión volumétrica que muestra la disposición más frecuente en la salida de los TSA.

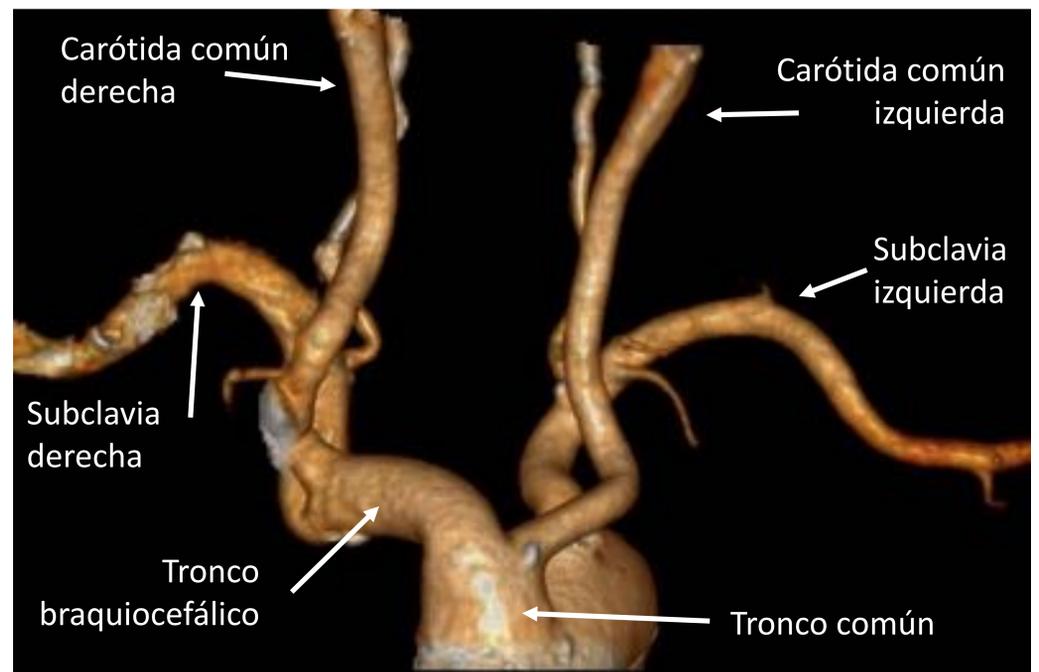


Fig 4. Reconstructión volumétrica que muestra el origen común del tronco braquiocefálico derecho y de la ACC izquierda.

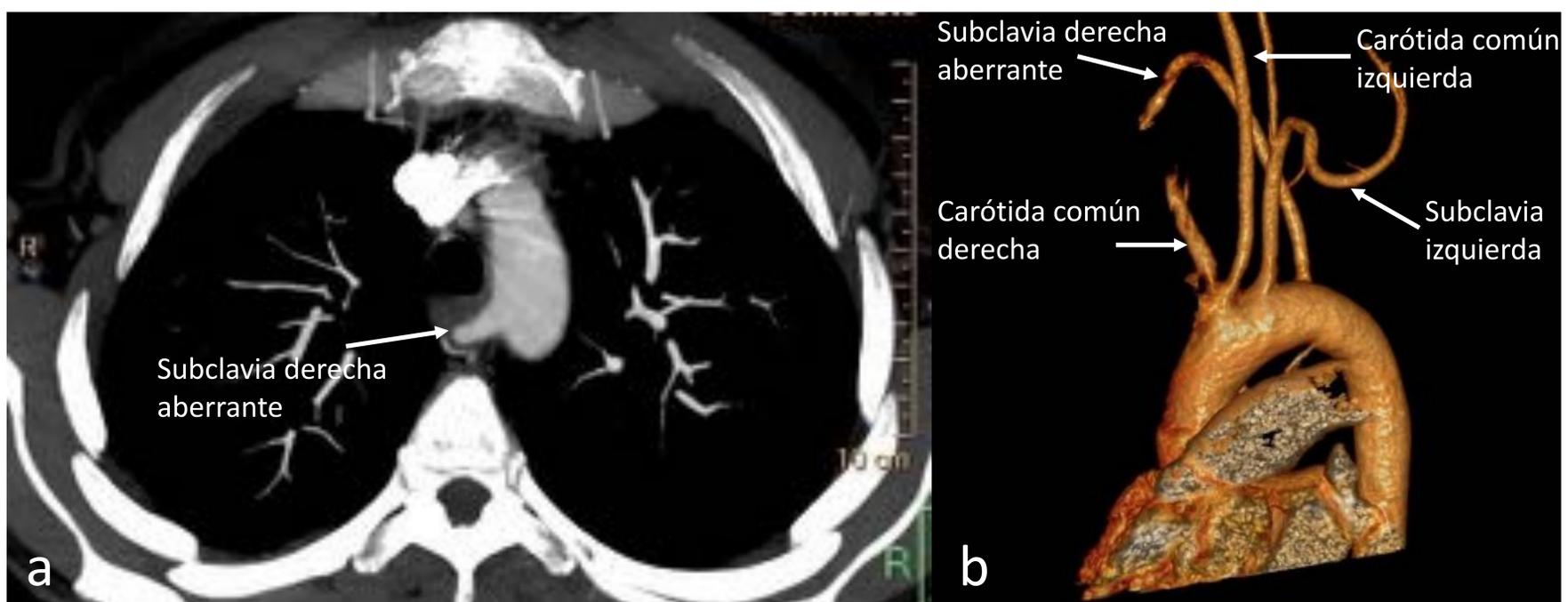


Fig 5 . Reconstructión axial (a) y volumétrica (b) que muestran una arteria subclavia derecha con trayecto aberrante con origen en el cayado aórtico posterior a la salida de la subclavia izquierda y recorrido retrotraqueal.

# ANATOMÍA ARTERIAL DE LOS MIEMBROS SUPERIORES

Pasado el borde lateral de la primera costilla, la **arteria subclavia** pasa a ser la **arteria axilar**, que discurre profunda al músculo pectoral menor. La **arteria braquial o humeral** comienza en el margen inferior del tendón del redondo mayor y discurre por el aspecto medial del brazo.

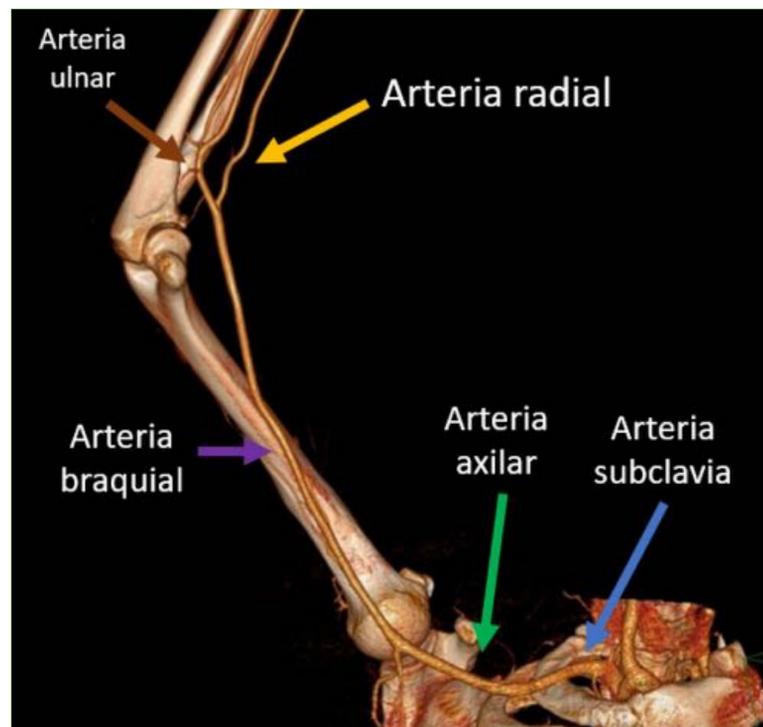


Fig 6. Reconstrucción tridimensional que muestra la anatomía arterial normal de los MMSS.

En la fosa antecubital, la arteria braquial típicamente se bifurca en las **arterias radial y ulnar**. La arteria interósea común se origina de la arteria ulnar proximal.

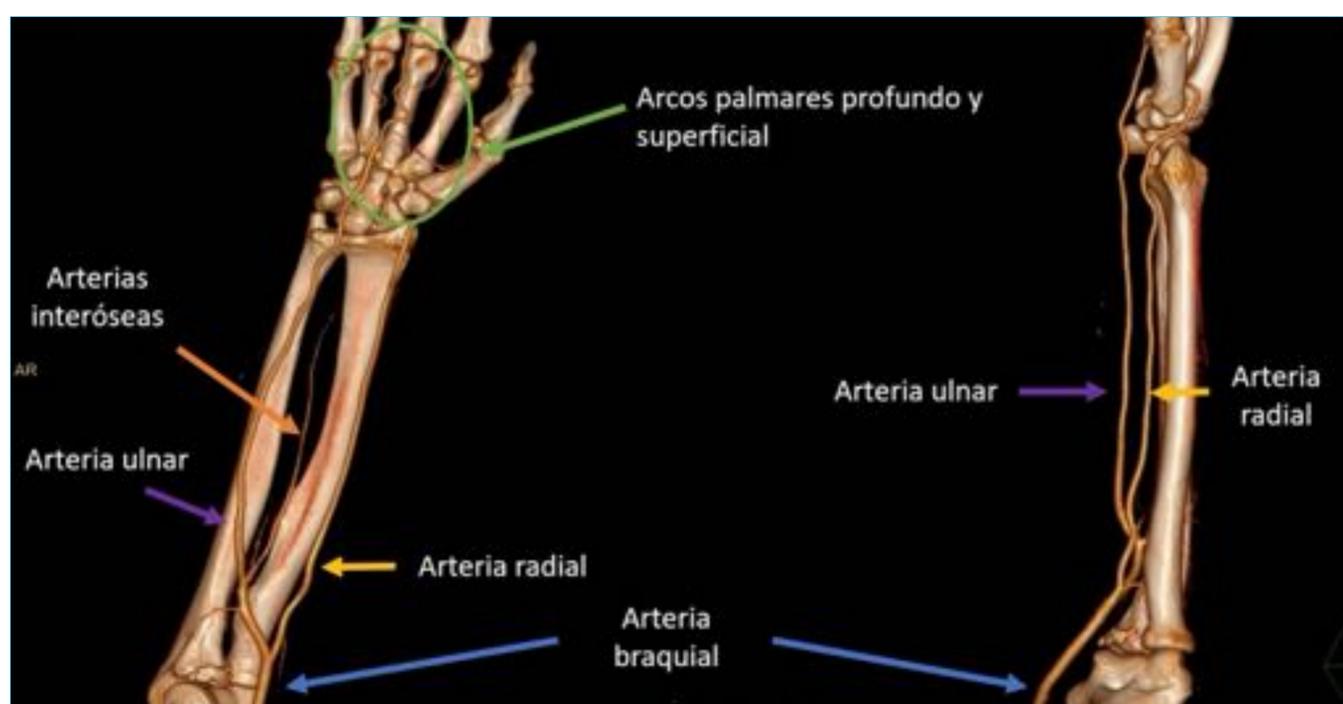


Fig 7. Reconstrucción tridimensional que muestra la anatomía arterial normal de los MMSS.

# ANATOMÍA ARTERIAL DE LOS MIEMBROS INFERIORES

La **aorta abdominal** se divide en las arterias ilíacas comunes que dan lugar a las **arterias ilíacas externas e internas** (o hipogástricas).

Después de pasar por el *ligamento inguinal*, la **arteria ilíaca externa** pasa a llamarse **arteria femoral común** que posteriormente se divide en **arteria femoral superficial** y **arteria femoral profunda**.

La arteria femoral superficial desciende por el compartimento anterior del muslo y pasa al compartimento posterior por el *canal aductor o de Hunter*, donde pasa a llamarse **arteria poplítea**.

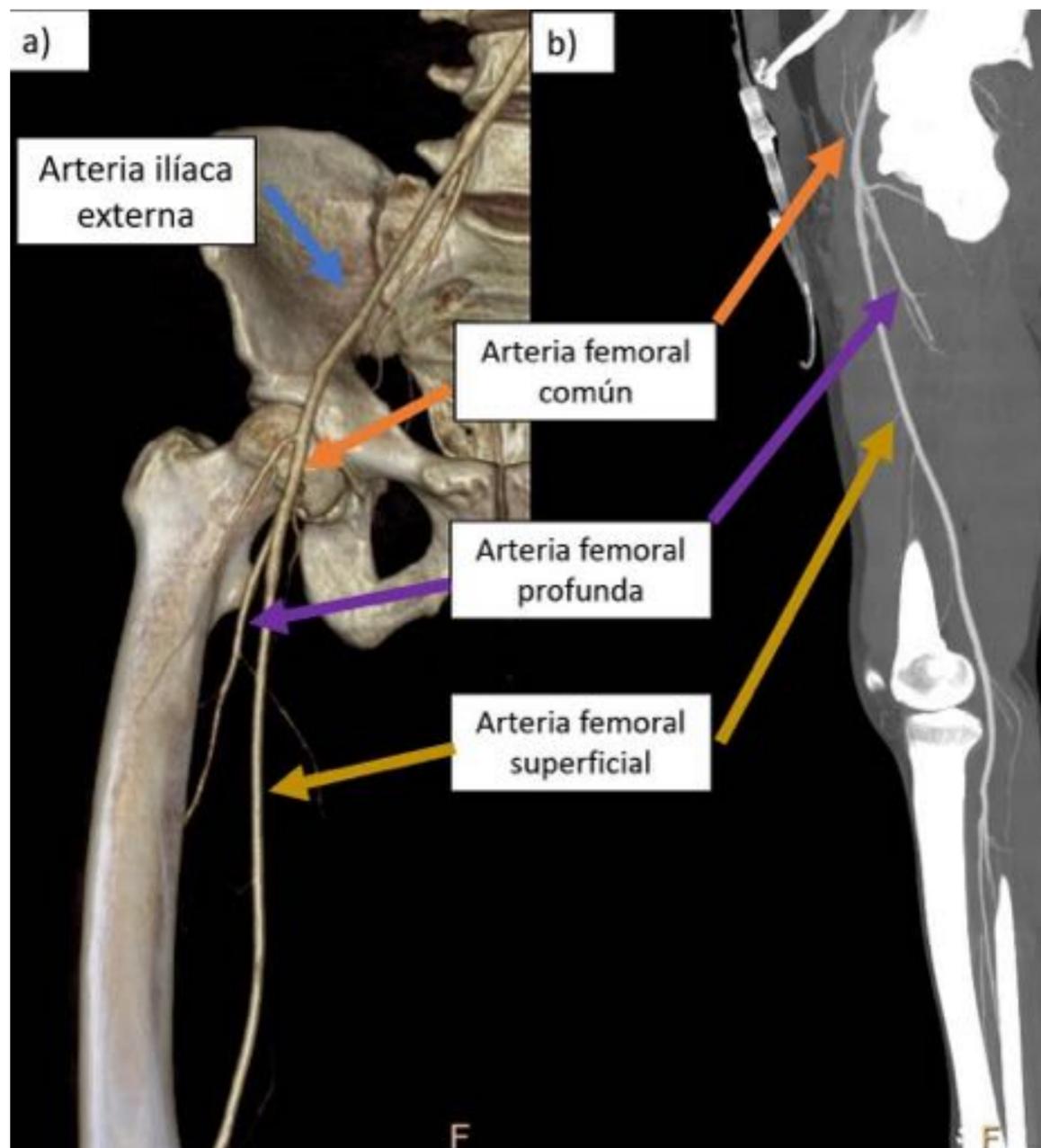


Fig 8. Reconstrucción tridimensional (a) y reconstrucción de máxima intensidad en plano sagital (b) que muestran la anatomía arterial normal de los MMII.

# ANATOMÍA ARTERIAL DE LOS MIEMBROS INFERIORES

Se distinguen 3 segmentos en la **arteria poplítea**:

- **P1**: desde el canal aductor hasta el polo superior de la rótula.
- **P2**: desde el polo superior de la rótula hasta la articulación femorotibial.
- **P3**: desde la articulación femorotibial hasta el origen de la arteria tibial anterior.

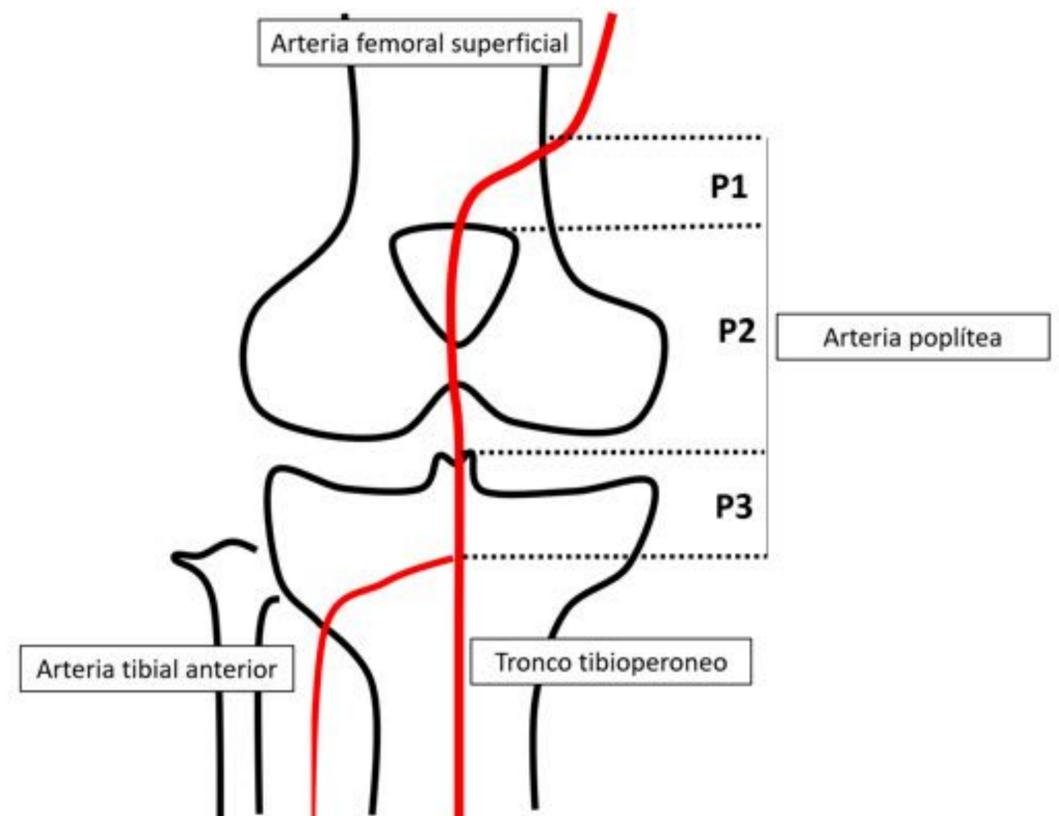


Fig 9. Representación esquemática de los segmentos de la arteria poplítea.

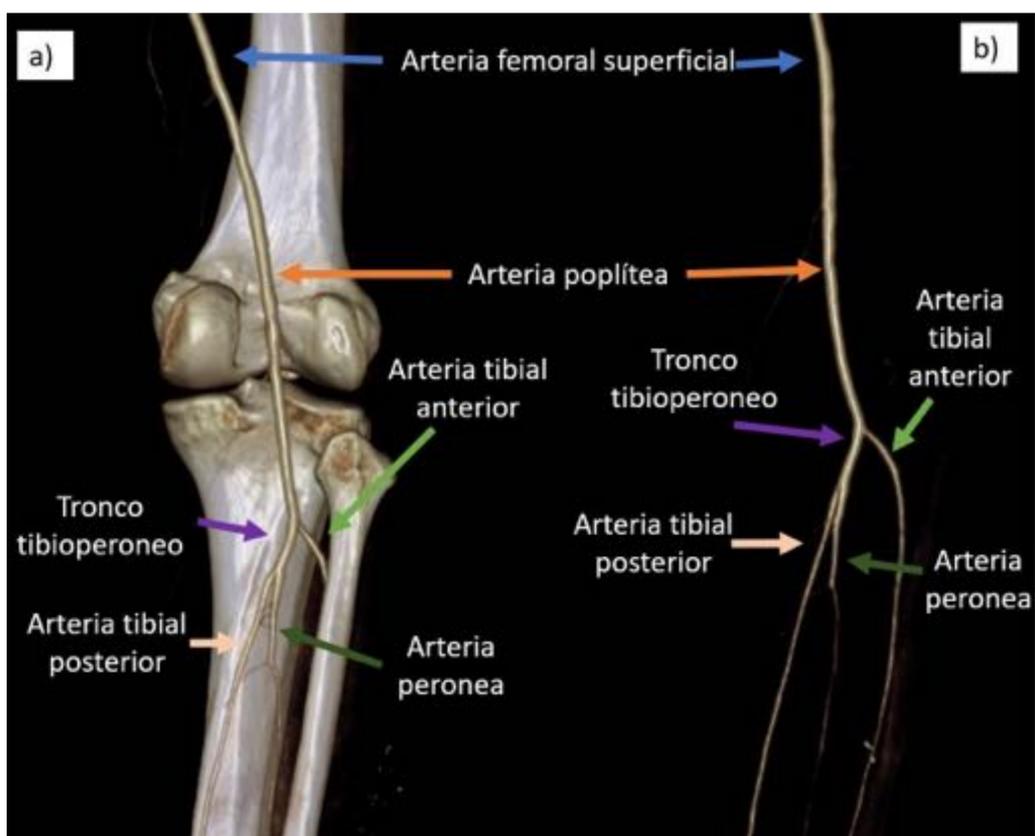


Fig 10. Reconstrucción volumétrica que muestra la anatomía arterial de los MMII a nivel del hueco poplíteo.

Debajo de la rodilla, la arteria poplítea típicamente se divide en **arteria tibial anterior y tronco tibioperoneo**.

El tronco tibioperoneo se divide en **arteria tibial posterior** medialmente y **arteria peronea** lateralmente.

En el tobillo, la arteria tibial anterior se convierte en la **arteria pedía dorsal**, que nutre el dorso del pie, y la arteria tibial posterior da lugar al **arco plantar**.

## HALLAZGOS TC DE LESIÓN ARTERIAL DE EXTREMIDADES

Hay que hacer una primera valoración de las imágenes axiales fuente obtenidas, que permite hacernos una idea rápida de las estructuras vasculares y de la posibilidad de lesión vascular existente.

Es importante analizar las imágenes en **múltiples planos (MPR)** con **reconstrucciones MIP** que permite una mejor y completa caracterización de las lesiones vasculares.

Además, las reconstrucciones MIP y volumétricas ayudan a crear un **mapa vascular útil** para el radiólogo intervencionista y cirujano vascular.

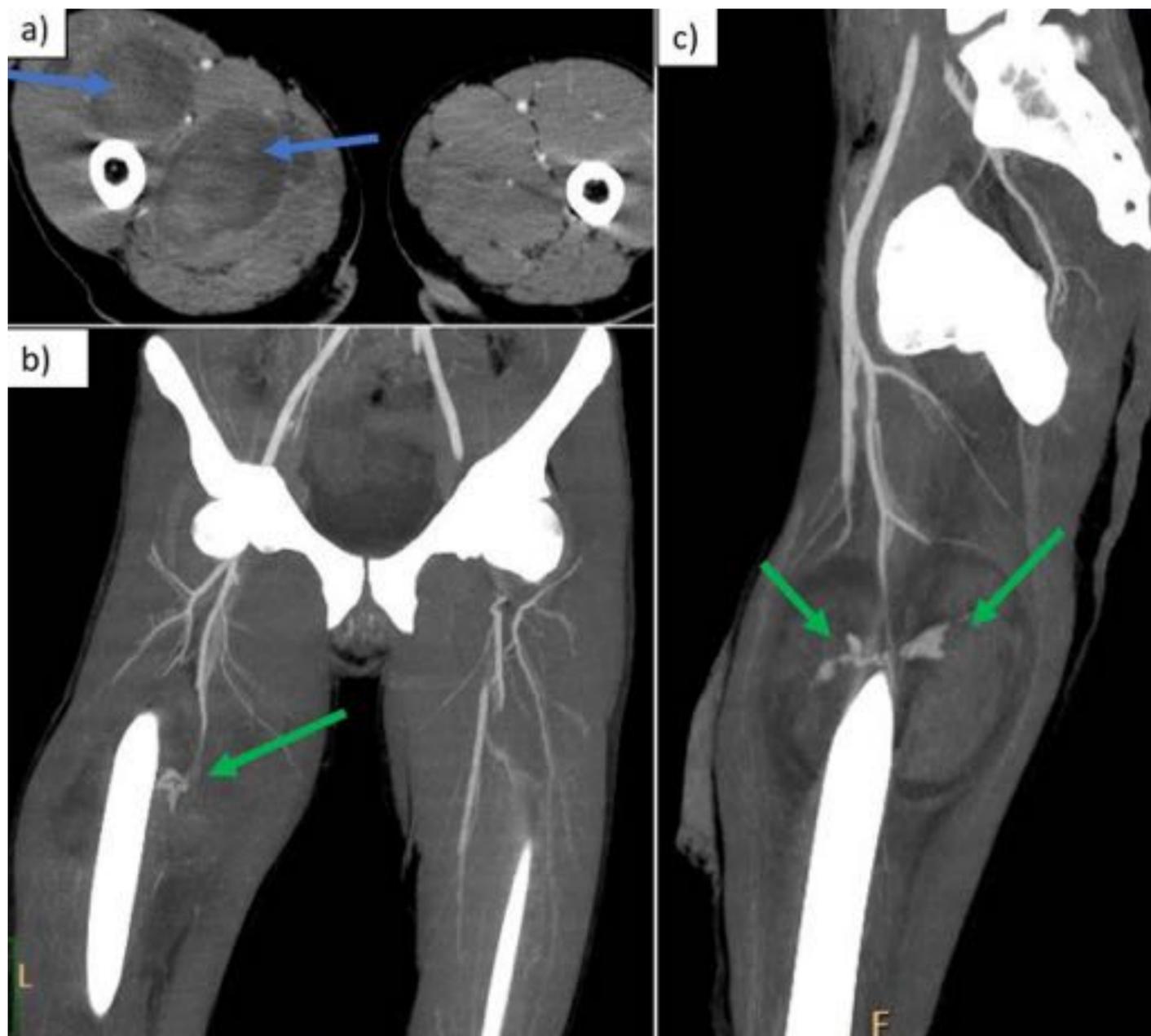
| Signos directos       | Signos indirectos |
|-----------------------|-------------------|
| Sangrado activo       | Hematoma          |
| Pseudoaneurisma       | Vasoespamo        |
| Oclusión              |                   |
| Lesión intimal        |                   |
| Fístula arteriovenosa |                   |

**Tabla 2.** Signos tomográficos de lesión vascular.

## HALLAZGOS TC DE LESIÓN ARTERIAL DE EXTREMIDADES

### *Sangrado activo*

Radiológicamente, se identifica **extravasación extraluminal** de contraste, que generalmente tiene una morfología **irregular**, en las partes blandas adyacentes o en el interior de un hematoma y que **aumenta en las fases sucesivas** (venoso o tardía).



**Fig 11.** Trauma penetrante en muslo derecho hace 20 días en varón de 19 años. Angio-TC en el plano axial (a), coronal (b) y sagital (c) de los miembros inferiores que demuestra hematoma (flechas azules) en los músculos de los compartimentos anterior y medial del muslo derecho con extravasación de contraste (flechas verdes) compatible con sangrado activo dependiente de ramas de la arteria femoral profunda.

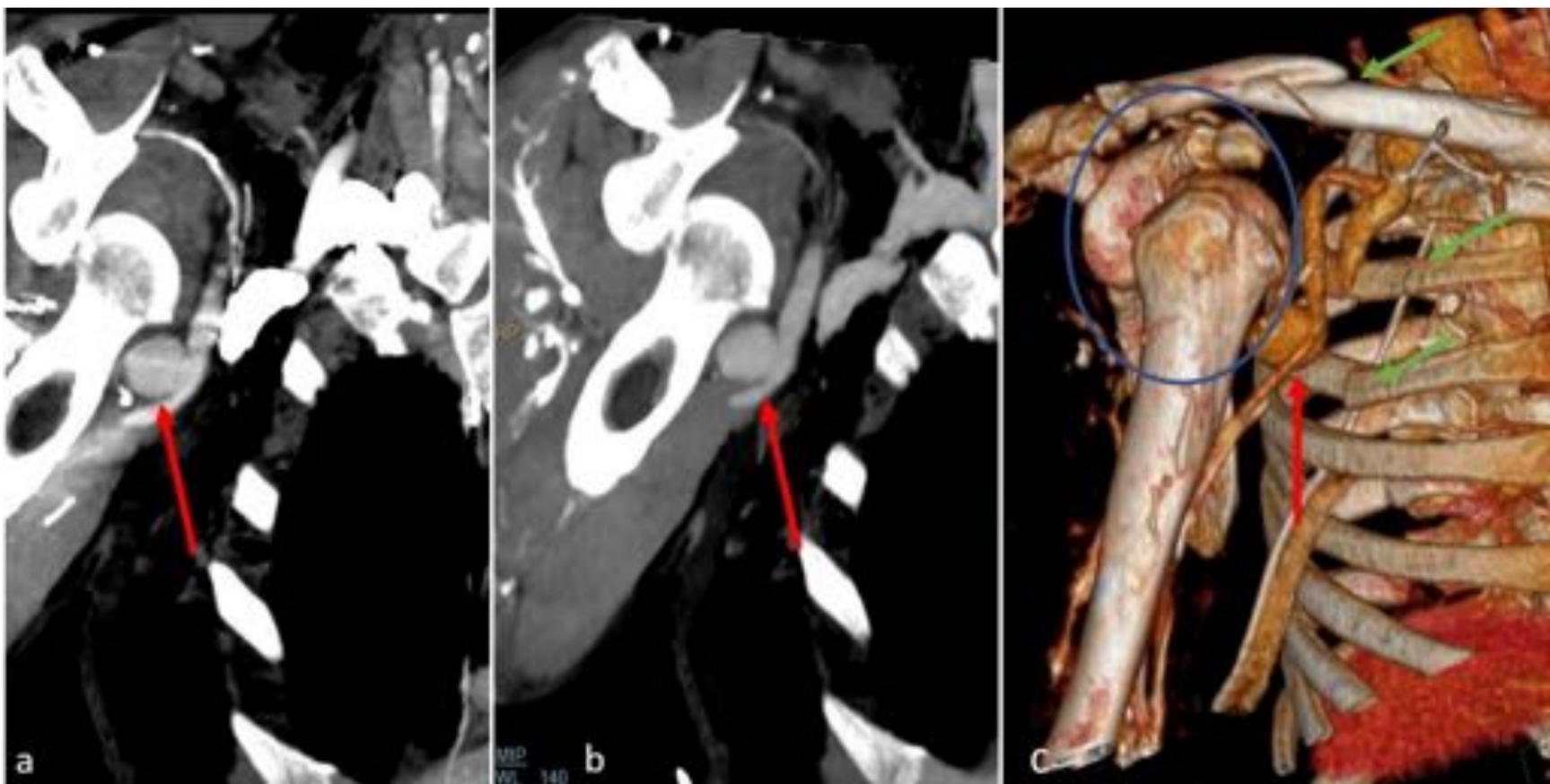
## HALLAZGOS TC DE LESIÓN ARTERIAL DE EXTREMIDADES

### *Pseudoaneurisma*

Un **pseudoaneurisma traumático** es una evaginación focal de una pared arterial en la que todas las capas de la pared del vaso no permanecen intactas.

Se manifiesta como una extravasación de contraste de **morfología redondeada** que se comunica con la luz de la arteria adyacente.

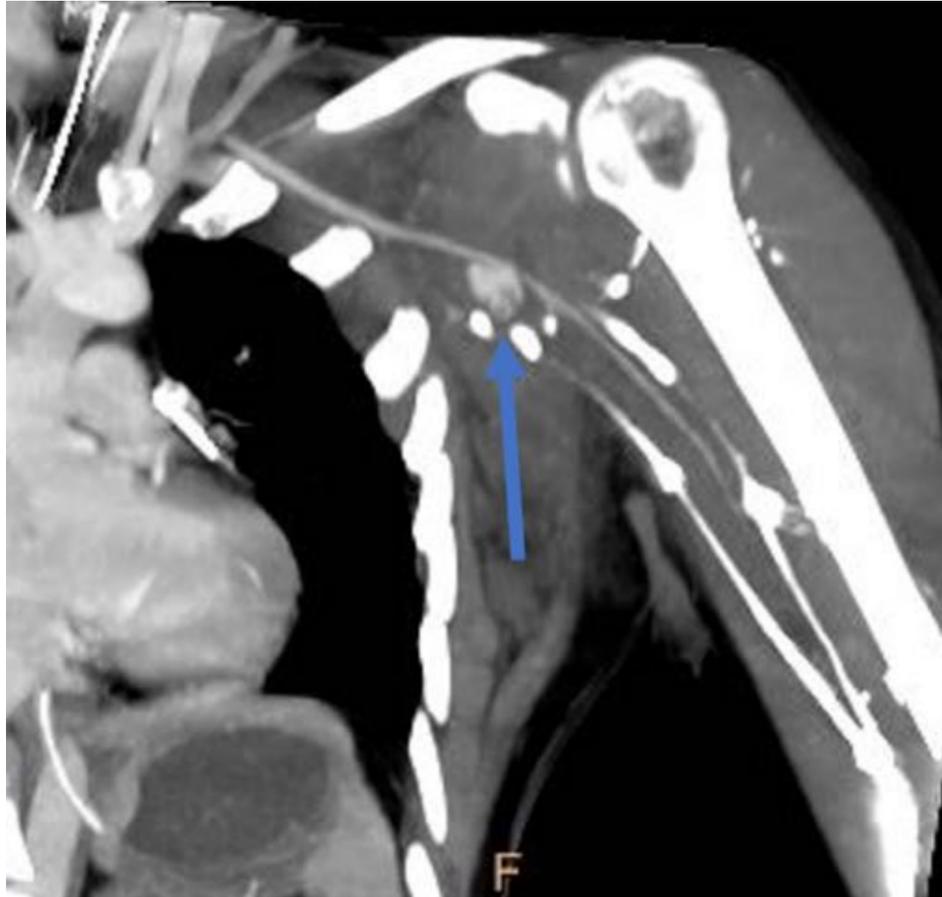
Una manera de distinguirlo radiológicamente del sangrado activo es porque muestra el mismo comportamiento que las arterias y **no aumenta en las fases sucesivas**.



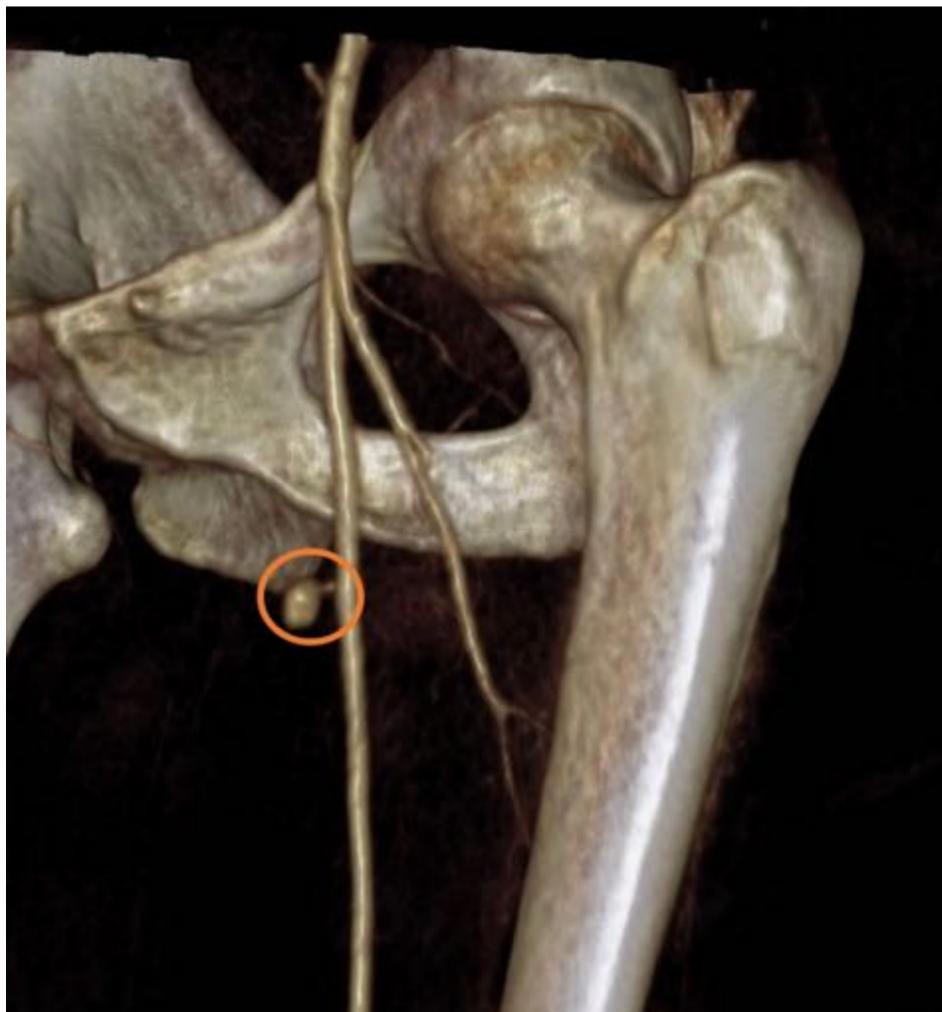
**Fig 12.** Angio-TC de miembros superiores con reconstrucción coronal en fases arterial (a) y venosa (b) y reconstrucción volumétrica (c) que muestran extravasación de contraste con morfología redondeada (**flecha roja**) que no aumenta en la fase venosa compatible con pseudoaneurisma dependiente de la arteria axilar en el contexto de luxación anterior de hombro (**círculo azul**). El paciente tenía también fractura de clavícula y de costillas derechas (**flechas verdes**).

# HALLAZGOS TC DE LESIÓN ARTERIAL DE EXTREMIDADES

## *Pseudoaneurisma*



**Fig 13.** Reconstrucción coronal MIP que muestra pseudoaneurisma dependiente de la arteria axilar (**flecha azul**).

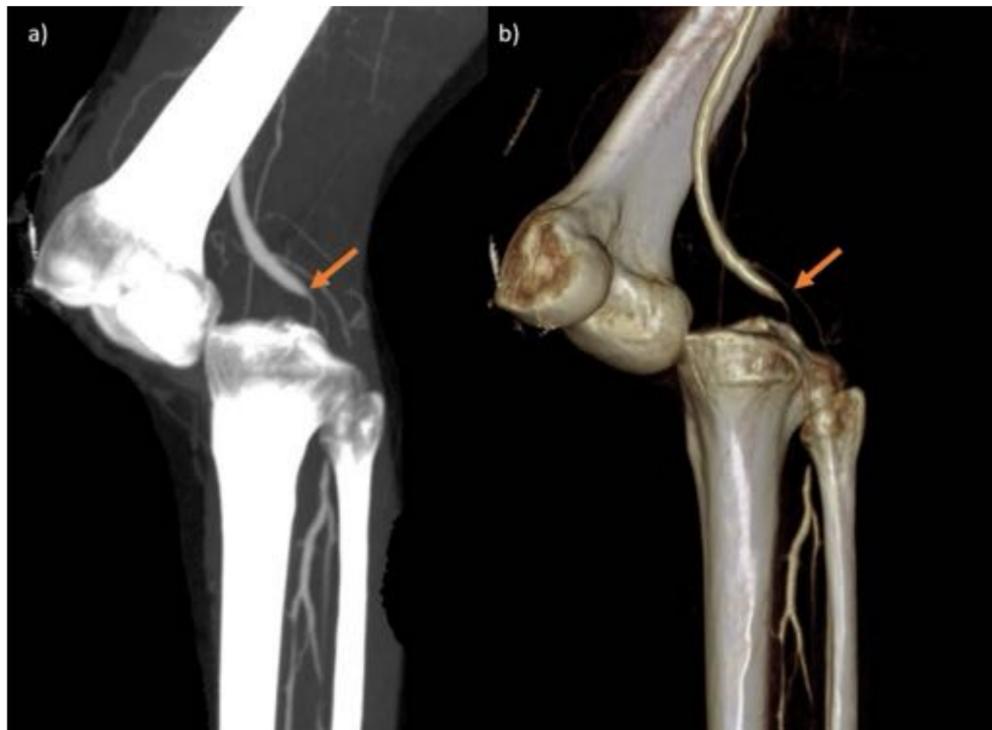


**Fig 14.** Reconstrucción volumétrica que muestra pseudoaneurisma dependiente de la arteria femoral superficial (**flecha naranja**).

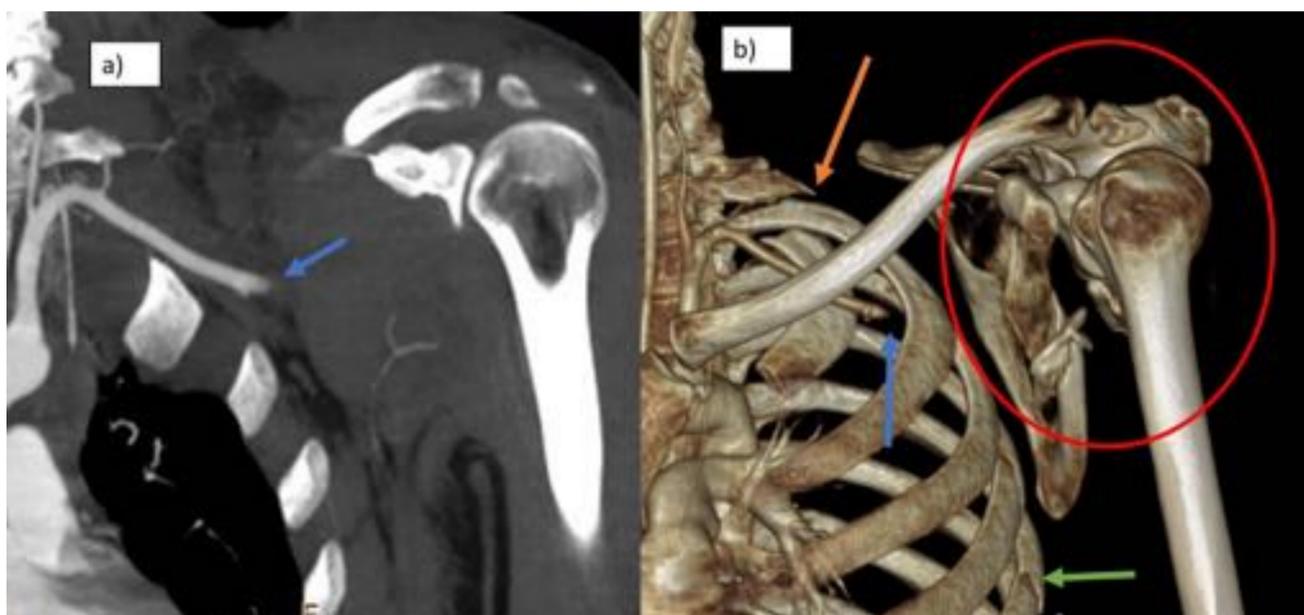
# HALLAZGOS TC DE LESIÓN ARTERIAL DE EXTREMIDADES

## *Oclusión*

La oclusión de un vaso representa diferentes procesos patológicos que incluye **trombosis, sección o lesión intimal**. Se visualiza como una **interrupción en el flujo** de la sangre contrastada en una arteria con o sin repermeabilización distal.



**Fig 15.** Reconstrucción coronal MIP (a) y volumétrica (b) que muestra oclusión del segmento P2 (**flecha naranja**) de la arteria poplítea en el contexto de luxación posterior de rodilla por accidente de tráfico en un paciente de 47 años.



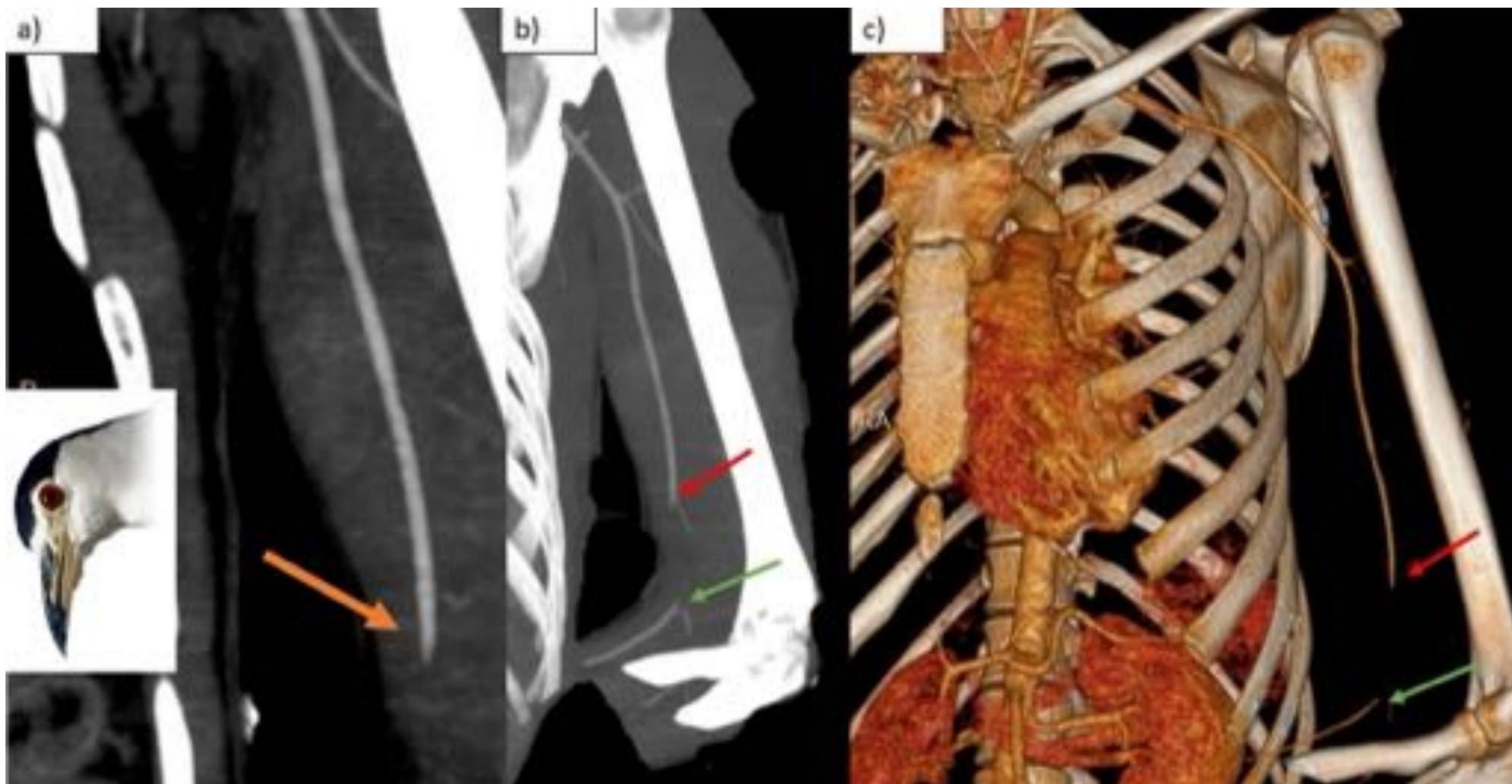
**Fig 16.** Reconstrucción coronal MIP (a) y volumétrica (b) que muestra oclusión de la arteria axilar (**flecha azul**) sin repermeabilización distal. En la cirugía, se comprobó que la arteria estaba seccionada. También tenía una fractura conminuta del cuerpo de la escápula con diástasis de la articulación acromioclavicular (**círculo rojo**), fractura de la primera costilla (**flecha naranja**) y de la cuarta costilla (**flecha verde**).

## HALLAZGOS TC DE LESIÓN ARTERIAL DE EXTREMIDADES

### *Oclusión*

Existen signos que nos pueden ayudar a diferenciar el proceso patológico subyacente, como el signo del “pico”, que indica **trombosis**. El **signo del “pico”** se define como hipodensidad en forma de cuña en el segmento ocluido.

En casos de sección, se puede observa una mala alineación de los segmentos proximal y distal de la arteria seccionada.



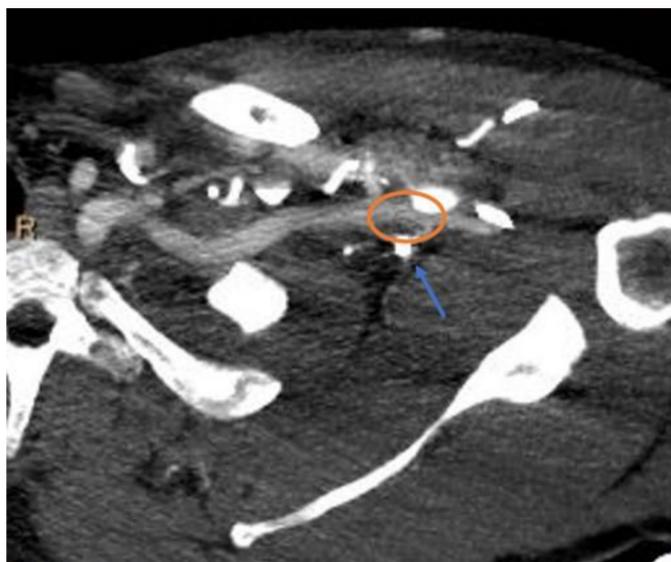
**Fig 17.** Luxación de codo izquierdo reducido tras accidente de tráfico en varón de 35 años con sospecha de lesión vascular asociada. Reconstrucciones coronales MIP (a y b) y volumétrica (c) que muestran oclusión de la arteria braquial (**flecha roja**) con el signo del pico (**flecha naranja**) en la unión de la porciones media/distal con repermeabilización distal (**flechas verdes**), compatible con trombosis.

## HALLAZGOS TC DE LESIÓN ARTERIAL DE EXTREMIDADES

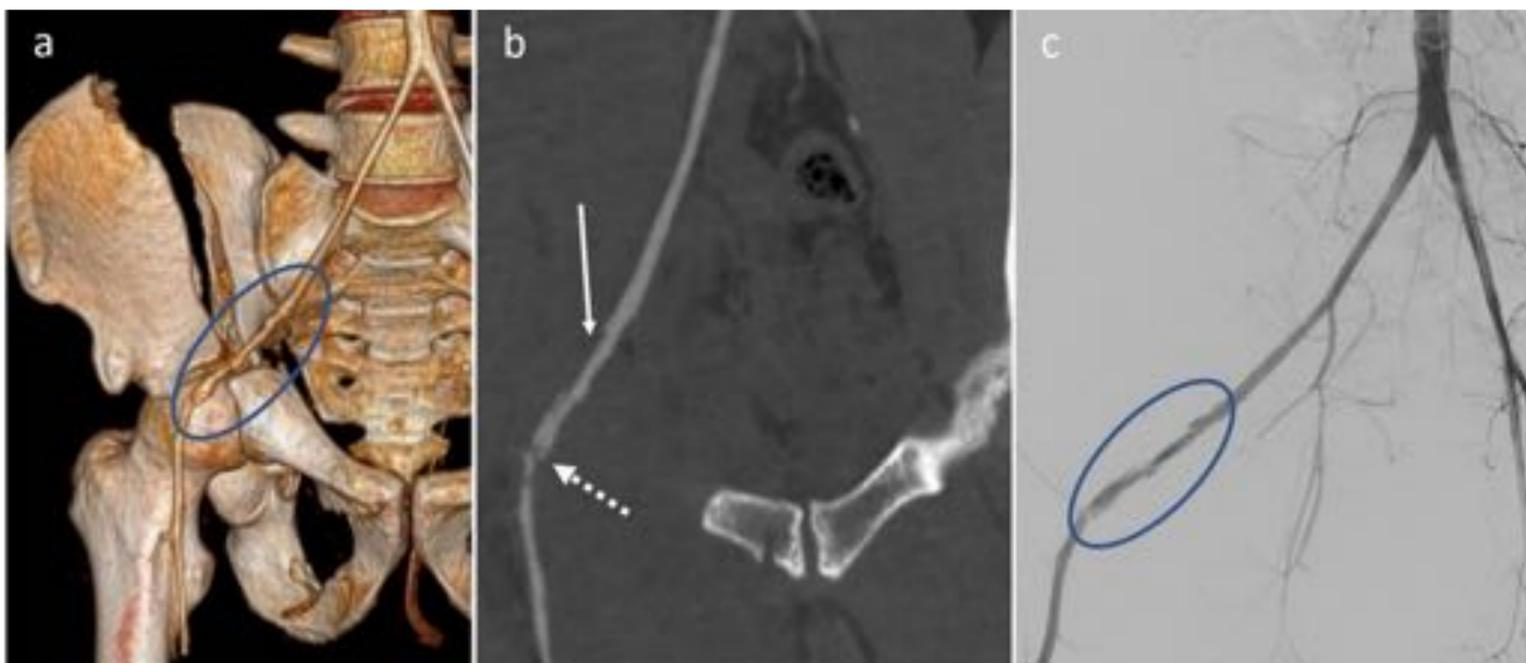
### *Lesión intimal o disección*

Las lesiones intimales son secundarias a daño en la capa más interna de la pared arterial.

Radiológicamente, se puede observar como un **flap** intimal o **hematoma intramural**, e incluso en los casos más grave como una **oclusión** de la luz arterial.



**Fig 18.** Herida por arma de fuego en el miembro superior izquierdo con restos de balín adyacente a la arteria axilar (**flecha azul**) con pequeña lesión intimal en la arteria consistente en hematoma intramural (**círculo naranja**).



**Fig 19.** Accidente de tráfico en varón de 54 años. Reconstrucción volumétrica (a), MIP coronal (b) e imagen angiográfica (c) que muestran irregularidad de la pared arterial de la arteria íliaca externa y femoral superficial (**círculo azul y flecha blanca**) con flap intimal (flecha en puntos), compatible con disección.

## HALLAZGOS TC DE LESIÓN ARTERIAL DE EXTREMIDADES

### ***Fístula arteriovenosa:***

La fístula arteriovenosa ocurre cuando existe una comunicación directa entre la arteria y la vena. En la angiografía-TC se puede llegar a visualizar esa comunicación directa.

El hallazgo radiológico más importante que nos debe hacer sospechar la existencia de una fístula arteriovenosa es la **opacificación temprana de las venas en la fase arterial**.



**Fig 20.** Trauma penetrante en el muslo derecho en mujer de 31 años con masa pulsátil en el sitio de la herida. Reconstrucción en plano axial (a) y MIP sagital (b) que muestran realce precoz de la vena femoral derecha en fase arterial comparada con la contralateral (**flechas verdes**) y pseudoaneurisma de la arteria femoral (**flecha azul**).

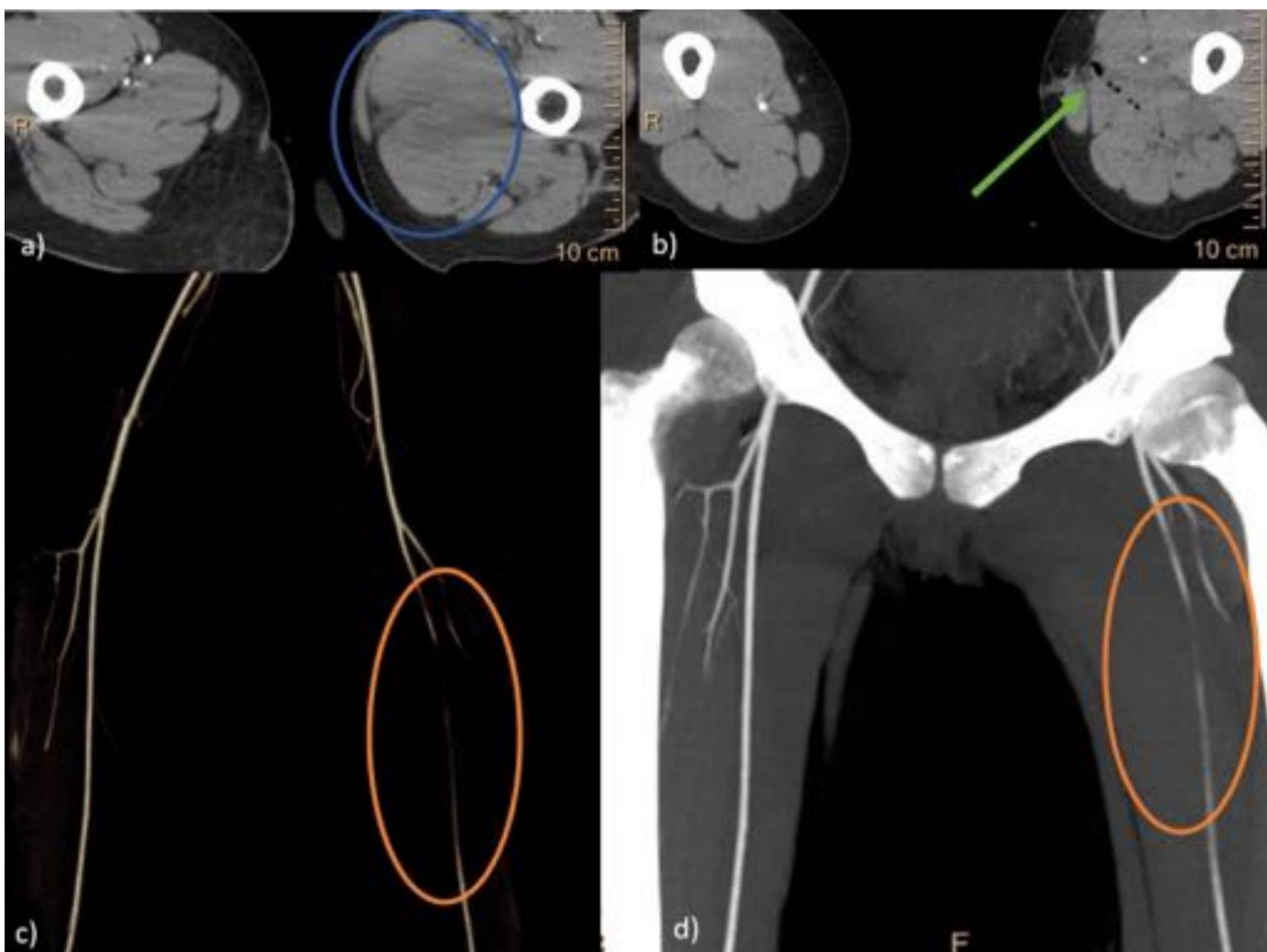
## HALLAZGOS TC DE LESIÓN ARTERIAL DE EXTREMIDADES

### ***Hematoma:***

Es una colección de sangre sin realce de contraste, que se localiza fuera de la luz arterial.

### ***Vasoespasm***

Se puede visualizar como un estrechamiento difuso de un segmento de la arteria o como irregularidad del contorno de la luz arterial.



**Fig 21.** Trauma penetrante en el muslo izquierdo en varón de 50 años. Reconstrucciones axiales (a y b) que muestran engrosamiento de musculatura adductora izquierda (**flecha azul**) compatible con hematoma y enfisema muscular y subcutáneo en el trayecto de la herida (**flecha verde**). Reconstrucciones volumétrica (c) y coronal MIP (d) que muestran estrechamiento difuso de la arteria femoral superficial izquierda (**círculo naranja**) compatible con vasoespasm.

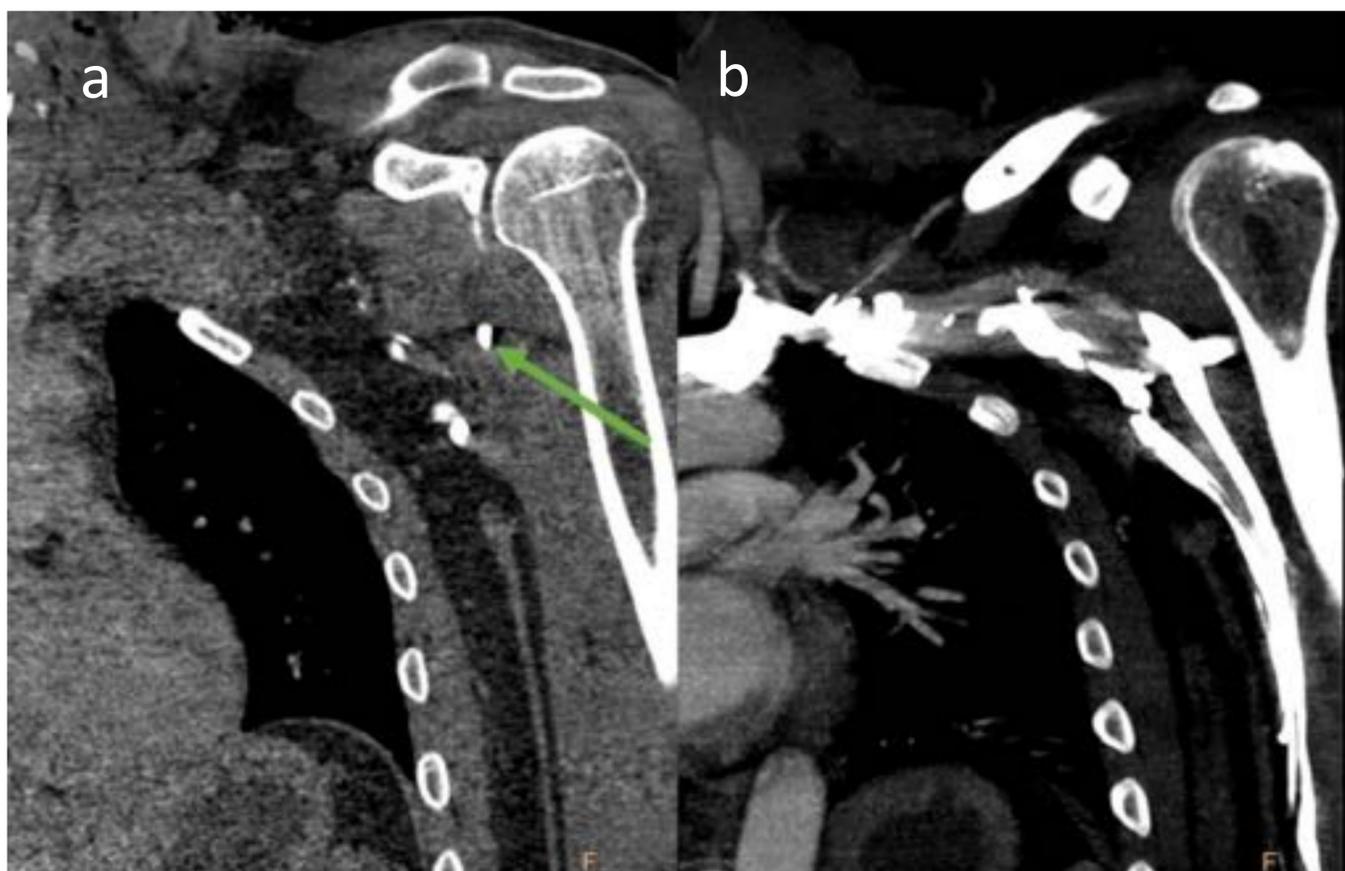


## ERRORES POTENCIALES EN LA INTERPRETACIÓN DE LA ANGIOGRAFÍA-TC

- **Inadecuada opacificación de la luz arterial** que puede ser por discrepancia entre el tiempo de escaneo del escáner y el bolo de contraste o por tiempos inadecuados en la adquisición de la imagen.
- **Artefactos de movimiento** debido a movimientos del paciente durante la realización del estudio que disminuye la calidad del estudio.
- **Los artefactos por endurecimiento del haz** debido a los implantes metálicos o cuerpos extraños puede hacer que un estudio no sea interpretable. Además, estos artefactos pueden potencialmente crear pseudolesiones u ocultar lesiones sutiles.

## ERRORES POTENCIALES EN LA INTERPRETACIÓN DE LA ANGIOGRAFÍA-TC

- En casos de trauma de **miembros superiores**, es **importante preguntar** por el lado donde se sospeche la lesión porque la inyección de **contraste debe hacerse por el brazo contralateral** ya que la columna de contraste produce artefactos de endurecimiento del haz que dificulten la visualización correcta de las arterias.



**Fig 22.** Varón de 48 años traído al hospital por herida de arma fuego. Reconstrucción coronal (a) que muestra material radio-opaco (**flecha verde**) en el hueco axilar compatible con restos de balín. En la imagen b que es una reconstrucción coronal podemos ver como la columna de contraste intravenoso impide la adecuada valoración de las arterias.



## CONCLUSIONES

- La **angiografía-TC** es la **técnica de elección** en la valoración de **las lesiones traumáticas arteriales de las extremidades** debido a su *alta sensibilidad y especificidad* para identificar y caracterizar lesiones vasculares.
- La identificación de lesiones arteriales es esencial para **prevenir complicaciones vasculares** y ayudar en el manejo de los pacientes.
- Los pacientes con una angiografía-CT negativa para lesiones vasculares no requieren exploración quirúrgica, lo que apoya la utilidad de la angiografía-CT para excluir lesiones vasculares clínicamente relevantes.



# BIBLIOGRAFÍA

1. Refky Nicola, Don Kawakyu-O'Connor, Mariano Scalgione. Imaging of Vascular Injuries of the Extremities. *Semin Musculoskelet Radiol* 2017;21:336–348.
2. Charles G Colip, Varun Gorantla, Christina A LeBdis, Jorge A Soto, Stephan W Anderson. Extremity CTA for penetrating trauma: 10-year experience using a 64-detector row CT scanner. *Emerg Radiol* 2017 Jun;24(3):223-232.
3. Mandip S. Gakhal and Kamyar A. Sartip. CT Angiography Signs of Lower Extremity Vascular Trauma. *AJR Am J Roentgenol* 2009 Jul;193(1): W49-57.
4. Michelle M Miller-Thomas, O Clark West, Alan M Cohen. Diagnosing Traumatic Arterial Injury in the Extremities with CT Angiography: Pearls and Pitfalls. *Radiographics* 2005 Oct;25 Suppl 1:S133-42.
5. Michael Rieger, Ammar Mallouhi, Thomas Tauscher, Martin Lutz, Werner R Jaschke. Traumatic Arterial Injuries of the Extremities: Initial Evaluation with MDCT Angiography. *AJR Am J Roentgenol.* 2006 Mar;186(3):656-64.