

RM CON SECUENCIAS 3D-SANGRE NEGRA SIN Y CON CONTRASTE

Usos y limitaciones en la evaluación de la patología vascular cerebral

Ana Luz Rus Vaquero¹, Pilar Piñero González de la Peña¹,
Rafael Félix Ocete¹, Fátima Ramos Solís¹, Juan Jurado
Serrano¹, Ricardo Alcántara¹, Elena Fajardo¹

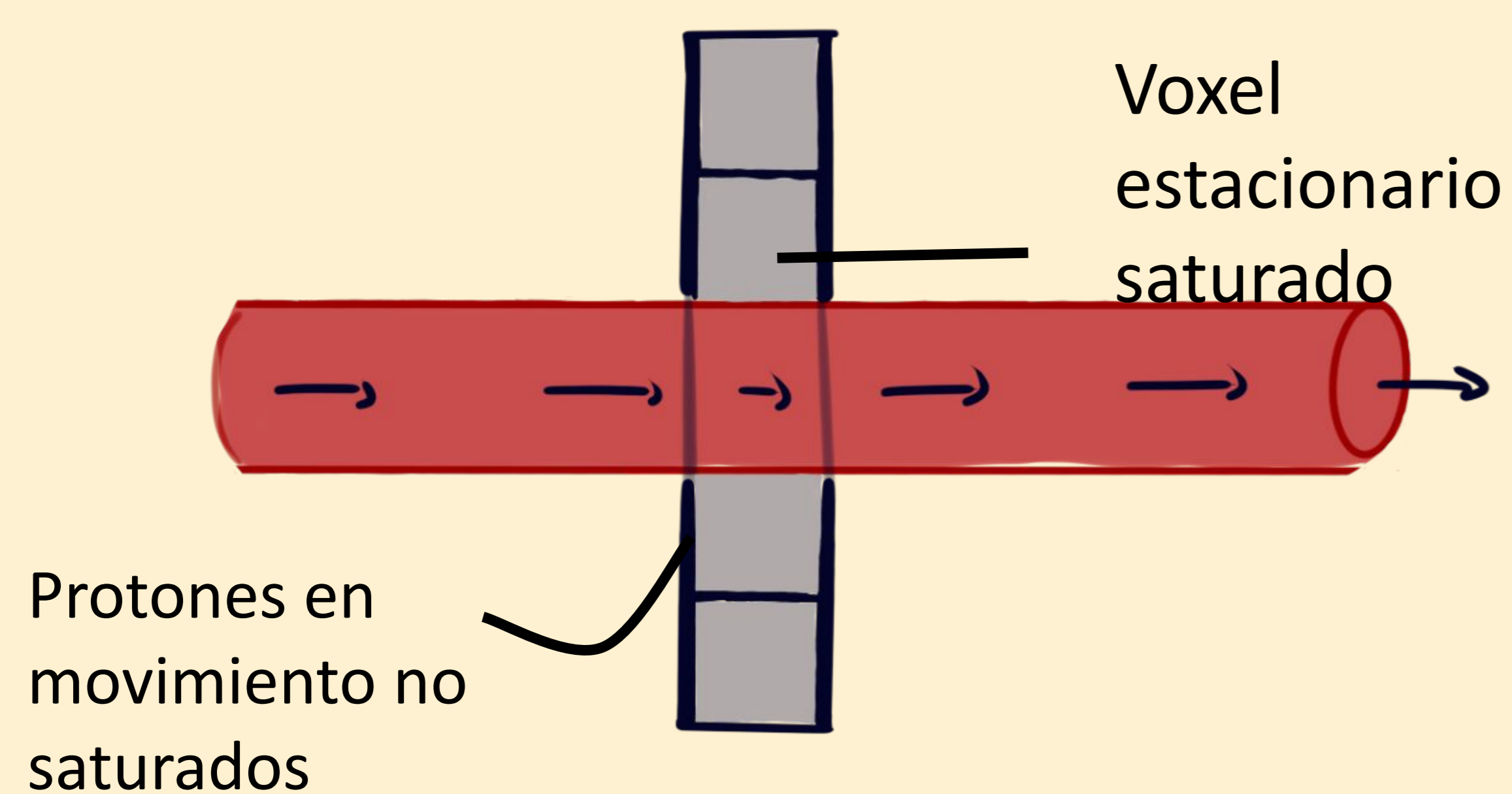
¹Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla

Objetivo docente:

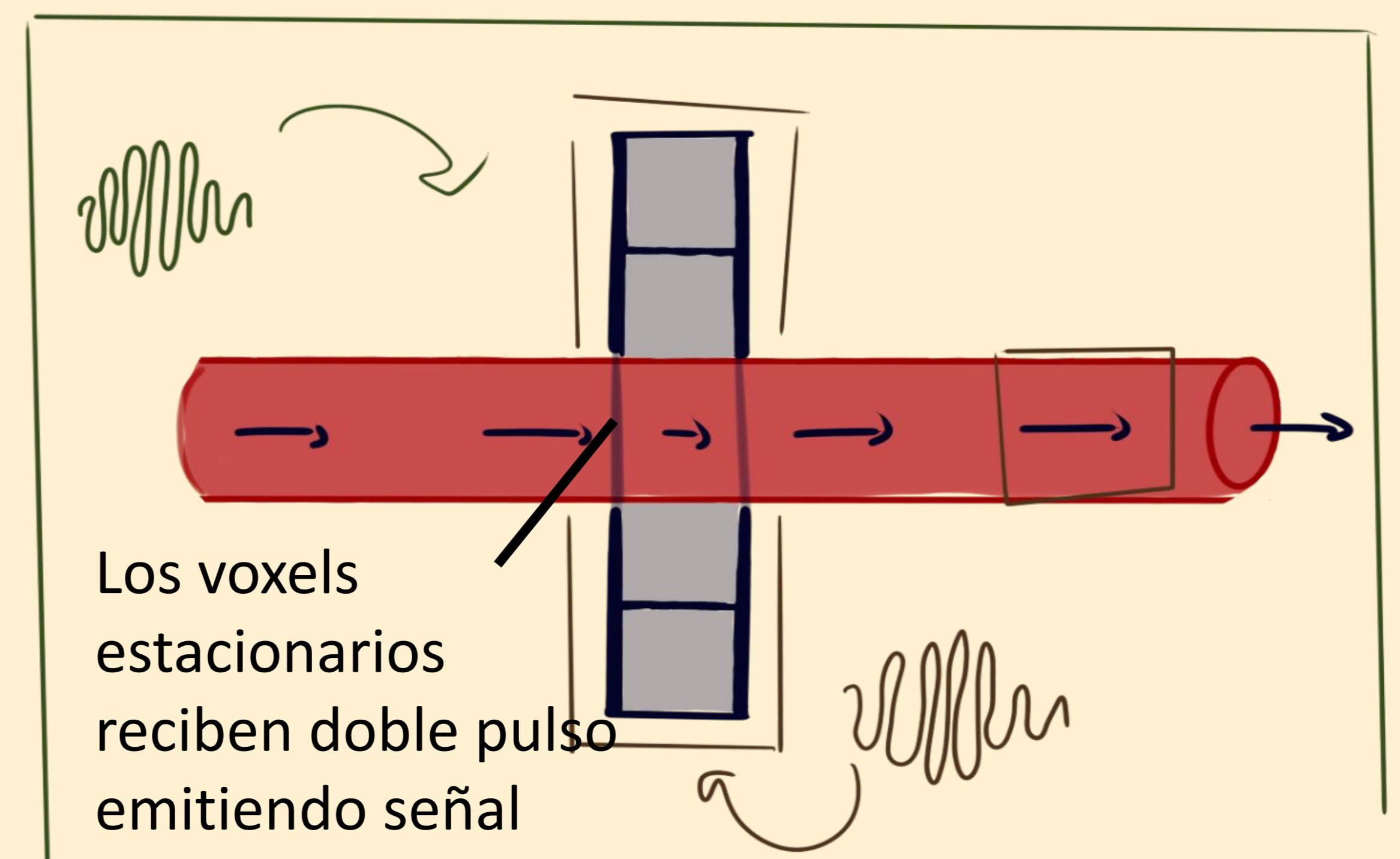
- Mostrar los fundamentos físicos básicos de las secuencias 3D-sangre negra en la RM cerebral.
- Evaluar sus principales ventajas y limitaciones en el estudio de la patología vascular del SNC frente a las técnicas diagnósticas hasta ahora disponibles.
- Describir los principales hallazgos en la vasculitis del SNC y su diagnóstico diferencial con el resto de patologías vasculares en base a una revisión de casos en nuestro hospital.

Revisión del tema: Fundamentos básicos

Angio-RM

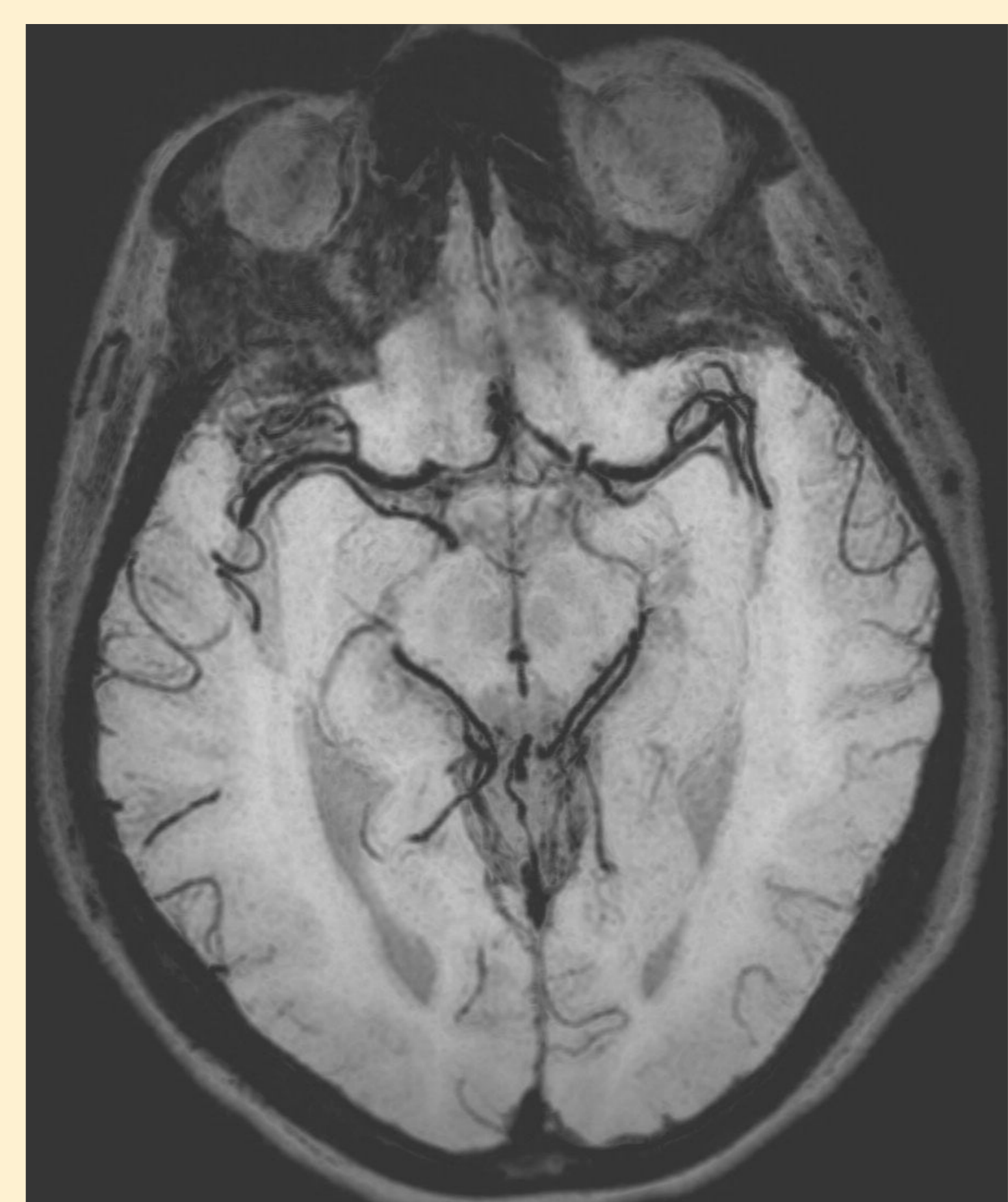


Sangre negra



En las secuencias angiográficas clásicas el objetivo es potenciar la señal de la sangre basándose en el fenómeno del realce de flujo. La señal de los tejidos que rodean los vasos (estacionarios) se suprime por la aplicación de TR cortos que saturan su señal. Los **protones de la sangre** por el flujo **no están saturados** durante su paso por el corte mostrando **alta señal**.

Las técnicas de sangre negra se basan en la pérdida de señal que presentan los protones móviles. Para producir una señal, los protones deben recibir un pulso de excitación y otro de refase de 180 grados. Los protones estacionarios reciben ambos, mientras que **los protones móviles (la sangre)** que han abandonado el corte antes del pulso de refase, **no emiten señal** [1-3].



Revisión del tema: Fundamentos básicos

Para caracterizar el estado de la pared vascular en patologías vasculares tanto extra como intracraneales se requieren secuencias que permitan[2-3]:

- Gran resolución espacial
- Posibilidad de valorar múltiples vasos
- Anulación de la señal de la sangre
- Valorar la captación de la pared

Secuencias 3D y 2D

"Black-Blood"

T1 sin y con Gd

Métodos de saturación de la sangre

PRESATURACIÓN	DEFASE INTRAVOXEL	DOBLE INVERSIÓN RECUPERACIÓN
Se aplica un pulso de radiofrecuencia antes de la adquisición de la señal para saturar la sangre que fluye en una dirección específica	Tras aplicar un pulso de radiofrecuencia los protones dentro de los vasos experimentan un desfase de frecuencia con respecto al resto debido al flujo sanguíneo	Se utilizan dos pulsos de radiofrecuencia y diferentes tiempos de recuperación para invertir la magnetización de la sangre y anularla en la imagen
-Buena relación SNR -Tiempo de adquisición corto -Dificultad en la valoración de estructuras vasculares pequeñas	-Sensible a la velocidad de flujo -Buena resolución espacial -Más lenta que la presaturación	-La de mejor resolución espacial y de contraste de tejidos -La más susceptible a artefactos de movimiento -Larga adquisición

Tabla 1. Principales características de los diferentes métodos para conseguir secuencias con anulación de la sangre.

3D	<p>Amplia cobertura anatómica Mejor visualización de toda la circunferencia vascular Mejor capacidad para demostrar realces leptomeníngeos o parenquimatosos Menor tiempo de adquisición</p>
2D	<p>Mayor resolución espacial (0,4 mm voxel) Mejor SNR (señal-ruido) Mayor tiempo Información focal</p>

Tabla 2 Ventajas y limitaciones de la adquisición en 2D y 3D

Revisión del tema: Fundamentos técnicos

Protocolo recomendado en el estudio de pared vascular (VW-MRI)[2]

Tipo de secuencia	Características	Contraste	Hallazgos
T1 o DP	Alta resolución espacial Multiplanar y 3D Protocolo sangre negra Saturación de LCR	Antes y después de gadolinio intravenoso	Permite valorar la captación de la pared vascular
T2	Alta resolución espacial 3D o 2D (en caso de interés concreto en una estructura vascular)		Adicional Recomendada para el estudio de aterosclerosis
Angio-RM	El estudio de la luz vascular complementa la valoración de la pared Reconstrucciones MIP	Secuencias sin contraste (TOF) Secuencias tras administración de gadolinio	Zonas de estrechamiento o dilatación de la luz vascular

Actualmente la secuencia más utilizada es una secuencia 3D-VFA-FSE con presaturación de la sangre [2].

(VFA) Variable flip angle: Debido al recorrido multiplanar de la vasculatura intracraneal se utilizan diferentes ángulos de flip lo que ayuda a obtener mejor resolución en vasos más distales.

De acuerdo a las secuencias referidas, los dos parámetros más relevantes para diferenciar entre las diferentes patologías son la excentricidad de la afectación de la pared y la presencia y morfología del realce:

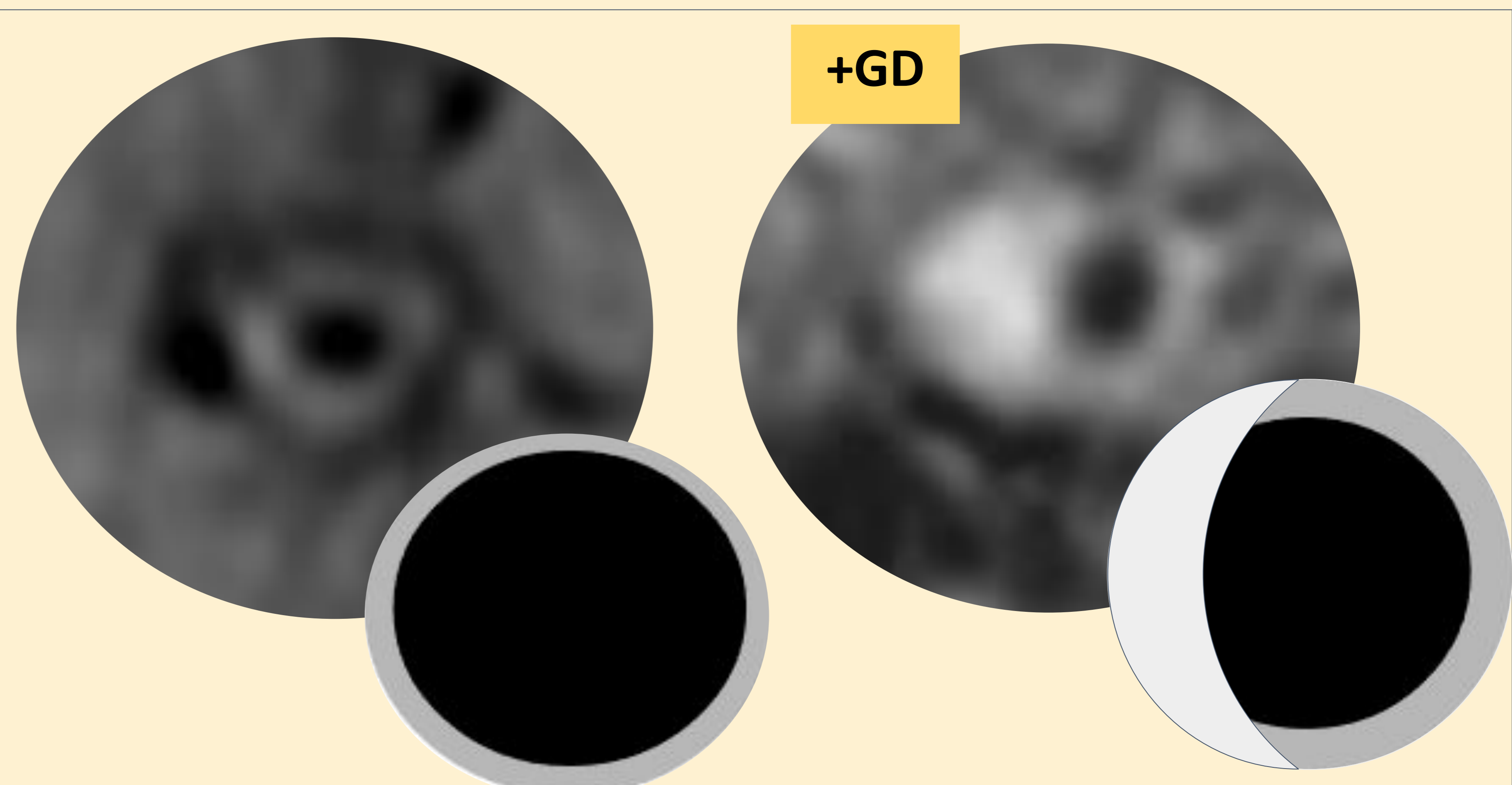
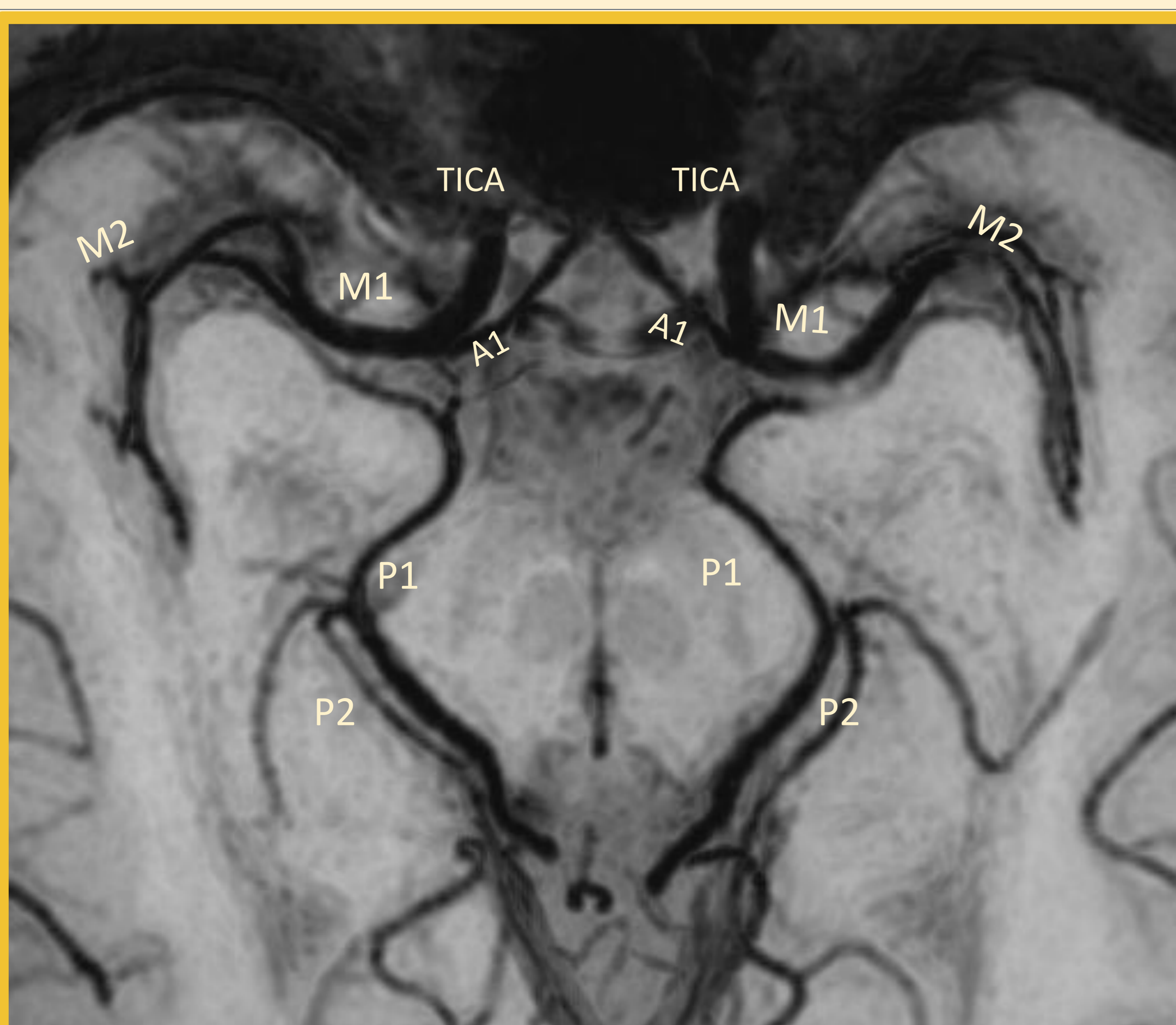


Figura 1. Corte axial angulado de secuencia sangre negra sin contraste en fase MIN donde se visualiza el polígono de Willis. TICA: arteria carótida terminal; A1: segmento A1 de la arteria cerebral anterior; M1 y M2: segmentos de la arteria cerebral media; P1 y P2: segmentos de la ACP.

Revisión del tema: Vasculitis primaria del SNC

La vasculitis es una condición inflamatoria sistémica que afecta a la pared de los vasos sanguíneos. La afectación del SNC puede producirse de forma más frecuente **secundaria a una vasculitis sistémica**, con afectación de diferentes estructuras vasculares tanto de gran, mediano como pequeño calibre (Tabla 3) o afectar de **forma primaria como órgano único al SNC** para el que se acuña el término de vasculitis primaria del SNC (VPSNC) [2,5-6].

La **VPSNC** es una vasculitis granulomatosa de células gigantes, que afecta a vasos intraparenquimatosos, leptomeníngeos, y/o de la médula espinal (pequeño calibre) en ausencia de vasculitis sistémica [6].

Los **hallazgos clínico-analíticos son inespecíficos** [5,6] con síntomas sistémicos como fiebre y neurológicos como cefalea o alteraciones cognitivas. La vasculitis del SNC es una causa, aunque rara, de ictus en población joven.

A nivel de imagen, el diagnóstico de la vasculitis del SNC, especialmente la VPSNC, es complejo. La biopsia cerebral y las técnicas de imagen disponibles (angio-TC, angiografía, RM) no siempre coinciden [2]. Debido a estas limitaciones, ya en 1992, **el grupo de Calabrese** propuso la aplicación aunada de una serie de criterios clínicos, analíticos y en imagen para el diagnóstico de la VPSNC (Tabla 4).

Tipos de vasculitis y estructuras vasculares del SNC a las que afectan


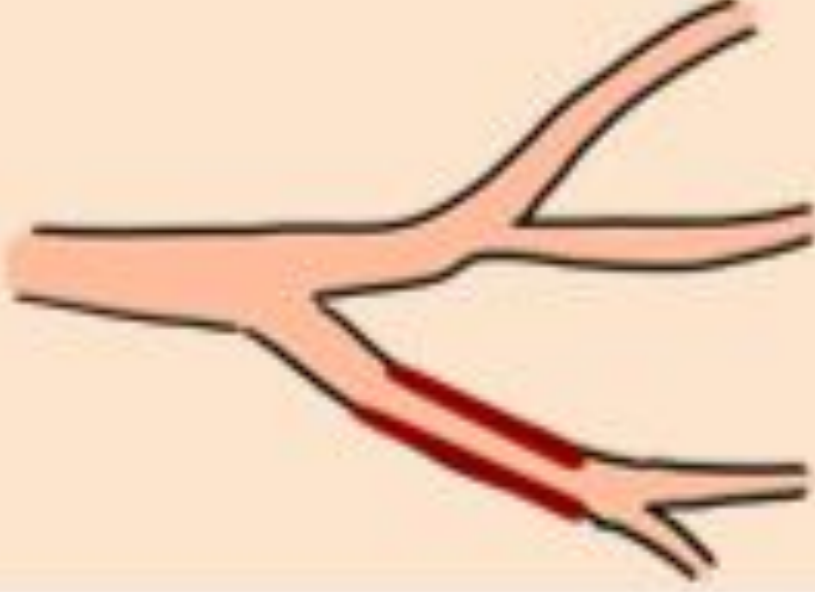

Vasculitis de gran vaso 	Arteritis de Takayasu	ACCs
	Arteritis de células gigantes	Arteria temporal
Vasculitis de mediano vaso 	Panarteritis nodosa	ACIs
	Enfermedad de Kawasaki	ACIs/ACEs, AVs, ramas proximales PW
Vasculitis de pequeño vaso 	Granulomatosis eosinofílica con poliangeítis	Microvasculatura
	Behcet	
	Granulomatosis con poliangeítis	

Tabla 3. ACCs (arterias carótidas comunes), ACIs (arterias carótidas internas), ACEs (arterias carótidas externas), AVs (arterias vertebrales), PW (polígono de Willis).

TABLE 6
DIAGNOSTIC CRITERIA FOR PACNS

True PACNS

Definite disease: leptomeningeal, cerebral cortex, or spinal cord biopsy demonstrating primary angiitis (with or without granulomatous features) and exclusion of the conditions listed in Tables 1 and 5.

Possible disease: cerebral angiogram demonstrating the classical findings of arteritis, including segmental narrowing, ectasia, or beading and headaches or multifocal neurologic dysfunction present for more than 3 months and CSF analysis demonstrating elevated cell and protein levels and exclusion of the conditions listed in Tables 1 and 5.

BACNS

Cerebral angiogram demonstrating the classical findings of arteritis, including segmental narrowing, ectasia, or beading and acute presentation of a focal or multifocal neurologic deficit and relatively normal CSF cell and protein levels and exclusion of the conditions in Tables 1 and 5.

Varieties of uncertain pathogenesis

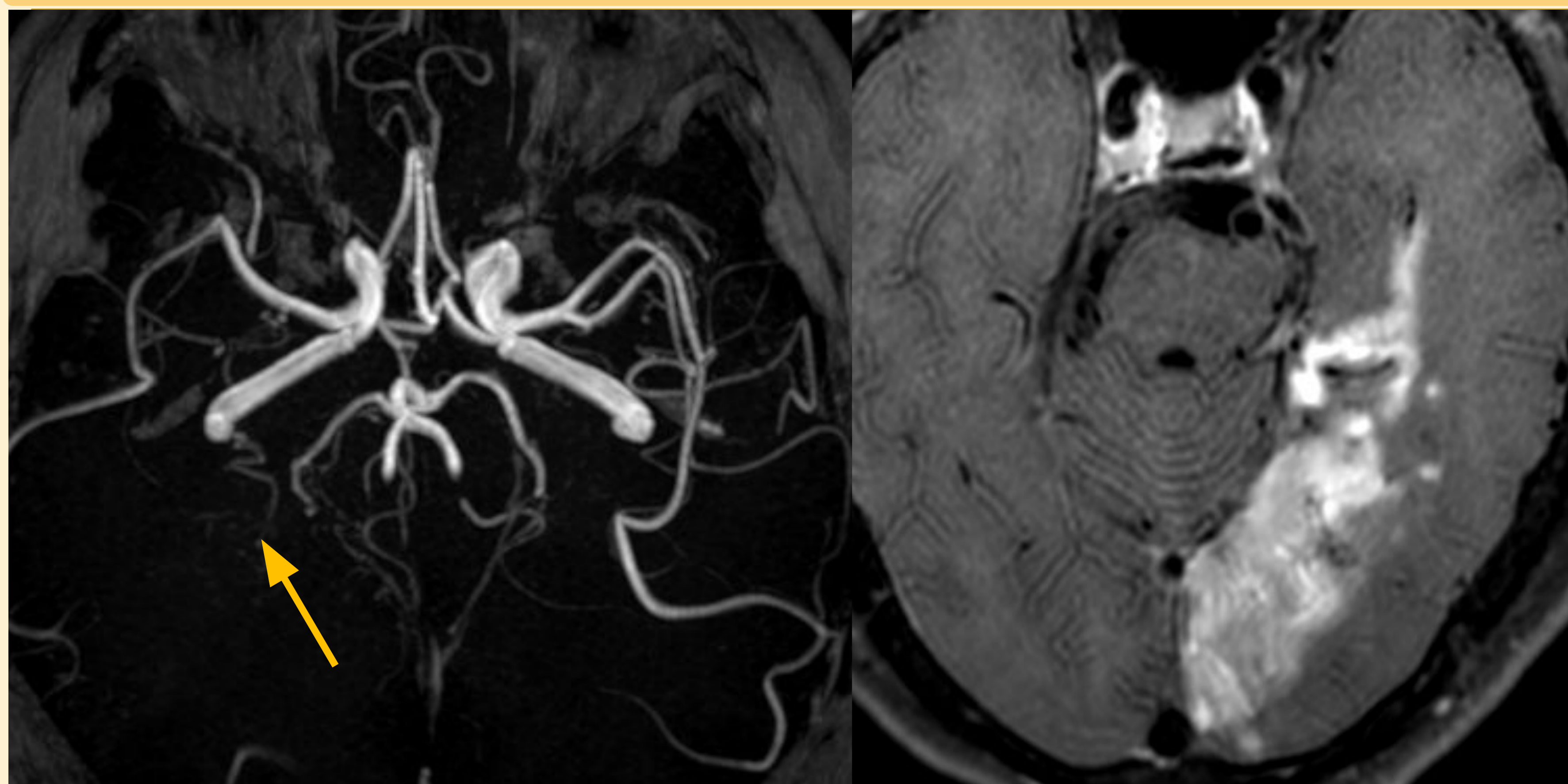
Postpartum cerebral angiopathy
Cerebral amyloid angiopathy
Granulomatous angiitis of the CNS
CNS angiitis associated with immunosuppressive illness

Tabla 4. Criterios Calabrese para el diagnóstico de la VPSNC. Calabrese LH, et al. 1992.

Revisión del tema: Vasculitis primaria del SNC

CT

- Permite valorar afectación hemorrágica de manera precoz.
- Según el grado de afectación pueden verse hipodensidades parcheadas en relación con afectación isquémica.
- **Angio-TC:** Da información sobre la **luz vascular**:
 - Segmentos alternos de estenosis con otros normales o dilatados
 - Permite valorar la presencia de aneurismas
- **Perfusión:** Disminución del flujo sanguíneo cerebral (\downarrow CBF), aumento del tiempo de tránsito medio (\uparrow TTM), sin caída de volumen.



RM

- Cambios glióticos/isquémicos bilaterales en secuencias ponderadas en T2.
- Hipointensidades puntiformes en relación a microsangrados en secuencias de susceptibilidad.
- Realce leptomeníngeo y parenquimatoso tras la administración de gadolinio.
- **Angio-RM:** Información sobre la luz vascular con patrón similar al descrito en angioTC

Angiografía

- **Técnica de elección** (sólo positiva en un 35%)[2].
- **Patrón vasculítico:**
 - Estenosis segmentarias multifocales y dilataciones post-estenóticas, con apariencia de “collar de cuentas”.
 - Estenosis segmentarias únicas en más de un vaso.
 - Vaciamiento arterial retardado
 - De forma menos frecuente, oclusiones, microaneurismas, patrón flebítico.

Este patrón **no es específico** y puede encontrarse principalmente en la **enfermedad aterosclerótica**, donde la diferencia radica en el tipo de afectación de la pared vascular.



Figura 2. Angiografía con sustracción digital en paciente con diagnóstico de vasculitis donde se observa un patrón vasculítico con múltiples estenosis segmentarias (flechas amarilla) con dilataciones fusiformes post estenóticas (flechas rojas)

Revisión del tema: Vasculitis primaria del SNC

Estudio de la pared vascular

En la vasculitis la inflamación condiciona un aumento de la permeabilidad del endotelio, lo que permite la fuga de contraste desde la luz hacia la pared arterial junto con una proliferación de los vasa vasorum que condiciona un **realce concéntrico de la pared del vaso** [1].

Hallazgos en la imagen: Afectación multifocal, **realce vívido y concéntrico** de la pared vascular de las arterias intracraneales con **estenosis luminal asociada y engrosamiento de la pared** [1-5] La excentricidad en el realce puede ocurrir en una minoría de casos (7%) [2]. El realce periadventicial es menos frecuente y se ha relacionado con casos de vasculitis infecciosa (virus de varicela zoster) [2].

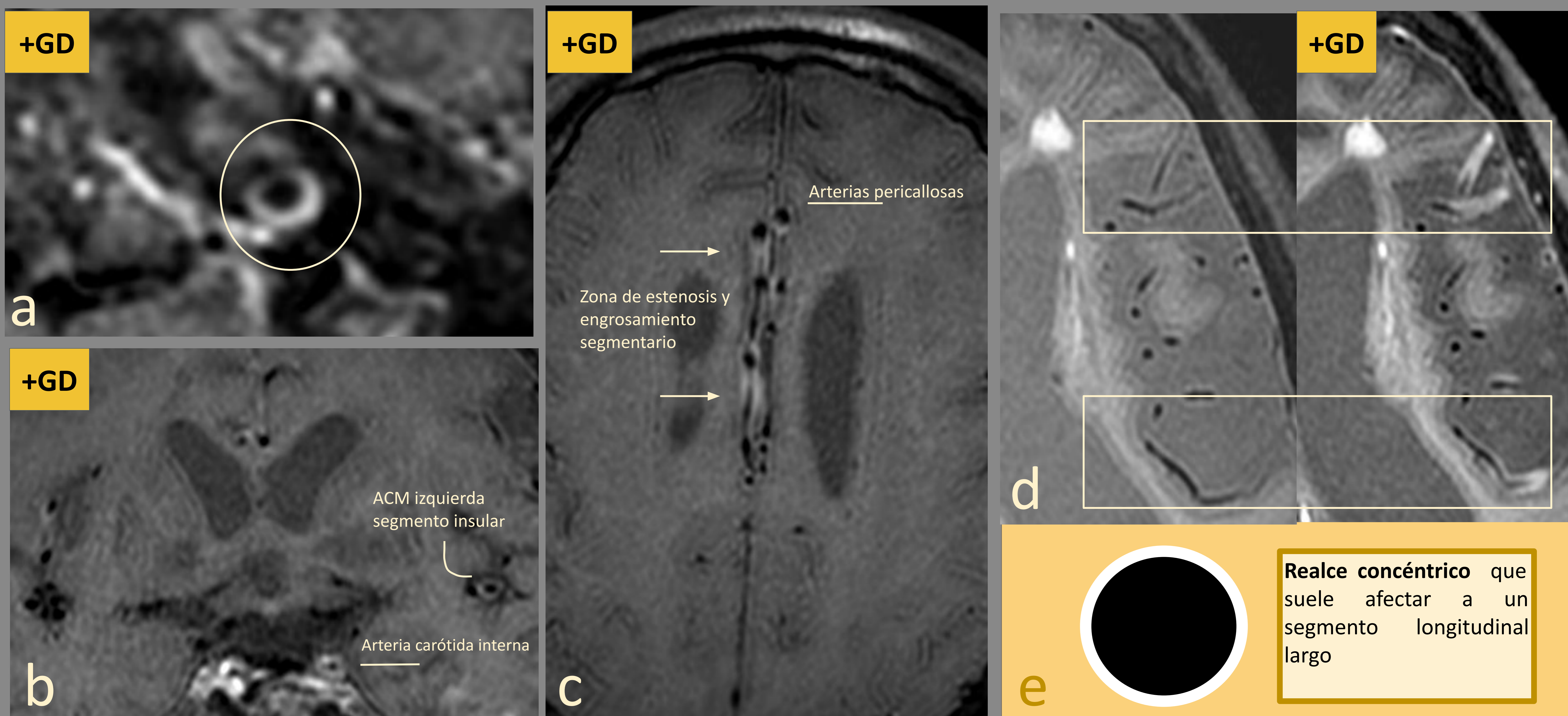


Figura 3. (a-d) Secuencias sangre negra de varios pacientes con sospecha de vasculitis donde se evidencia realce concéntrico a nivel de la arterias afectadas junto con disminución segmentaria de su calibre. **(e)** La vasculitis se caracteriza por un realce completo de la circunferencia del vaso debido a los cambios inflamatorios difusos de los vasos afectados.



Mujer de 45 años, ingresa en Mayo de 2022 en NRL por cuadros focales autolimitados de alteración en la emisión del lenguaje de minutos de duración.

Figura 4. (a,b) Corte coronal y sagital de Angio-TC realizado en urgencias donde se visualiza **disminución difusa de calibre de la ACI**, **estenosis crítica de la TICA** y de los segmentos **proximales A1 y M1** del lado izquierdo. Prominencia focal del calibre M1 posterior a la estenosis.

(c) Corte axial de secuencia FLAIR realizada durante el ingreso donde se observan **pequeños focos de hiperintensidad parcheada** en sustancia blanca periventricular, sin otras alteraciones.

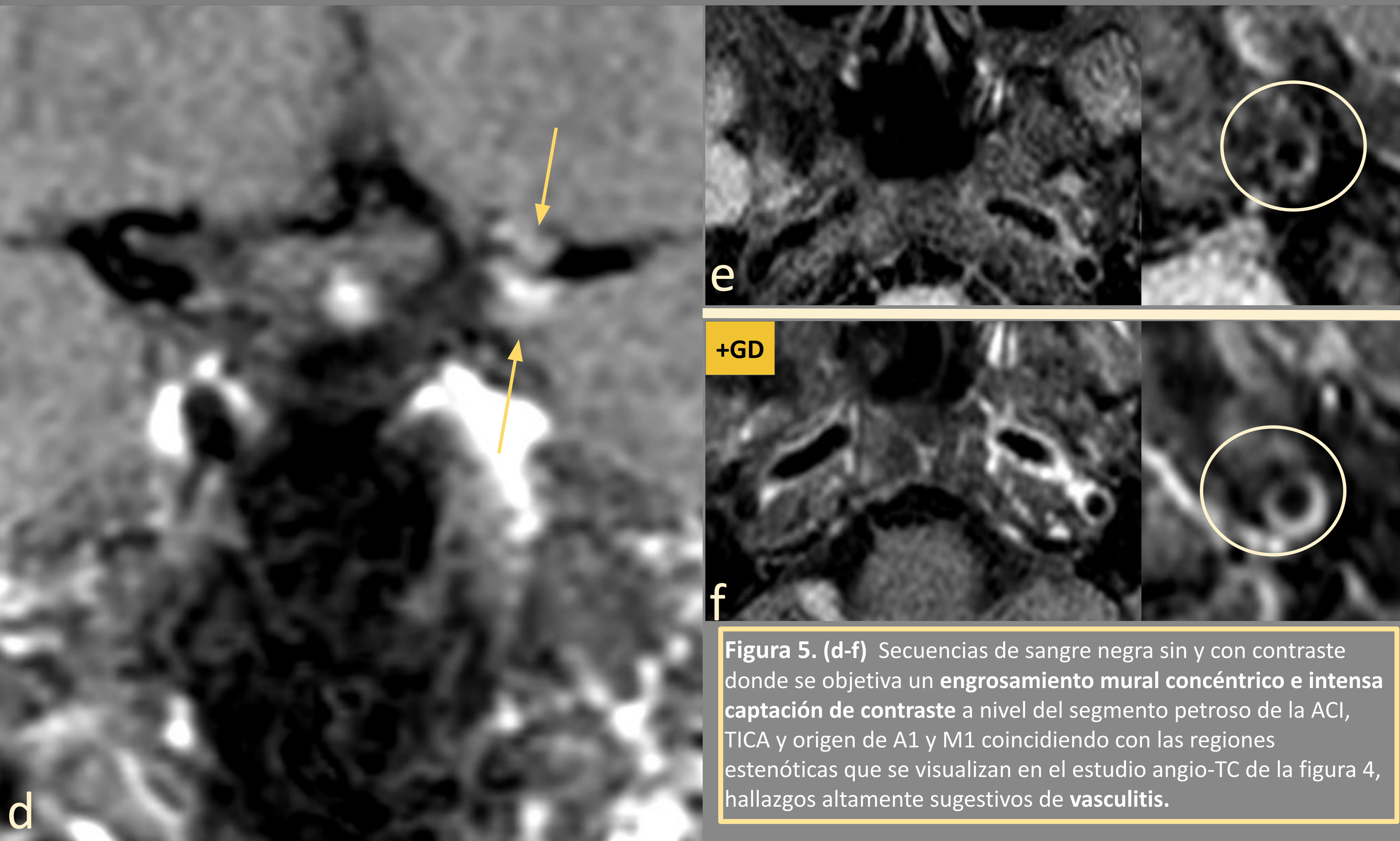


Figura 5. (d-f) Secuencias de sangre negra sin y con contraste donde se objetiva un **engrosamiento mural concéntrico e intensa captación de contraste** a nivel del segmento petroso de la ACI, TICA y origen de A1 y M1 coincidiendo con las regiones estenóticas que se visualizan en el estudio angio-TC de la figura 4, hallazgos altamente sugestivos de **vasculitis**.

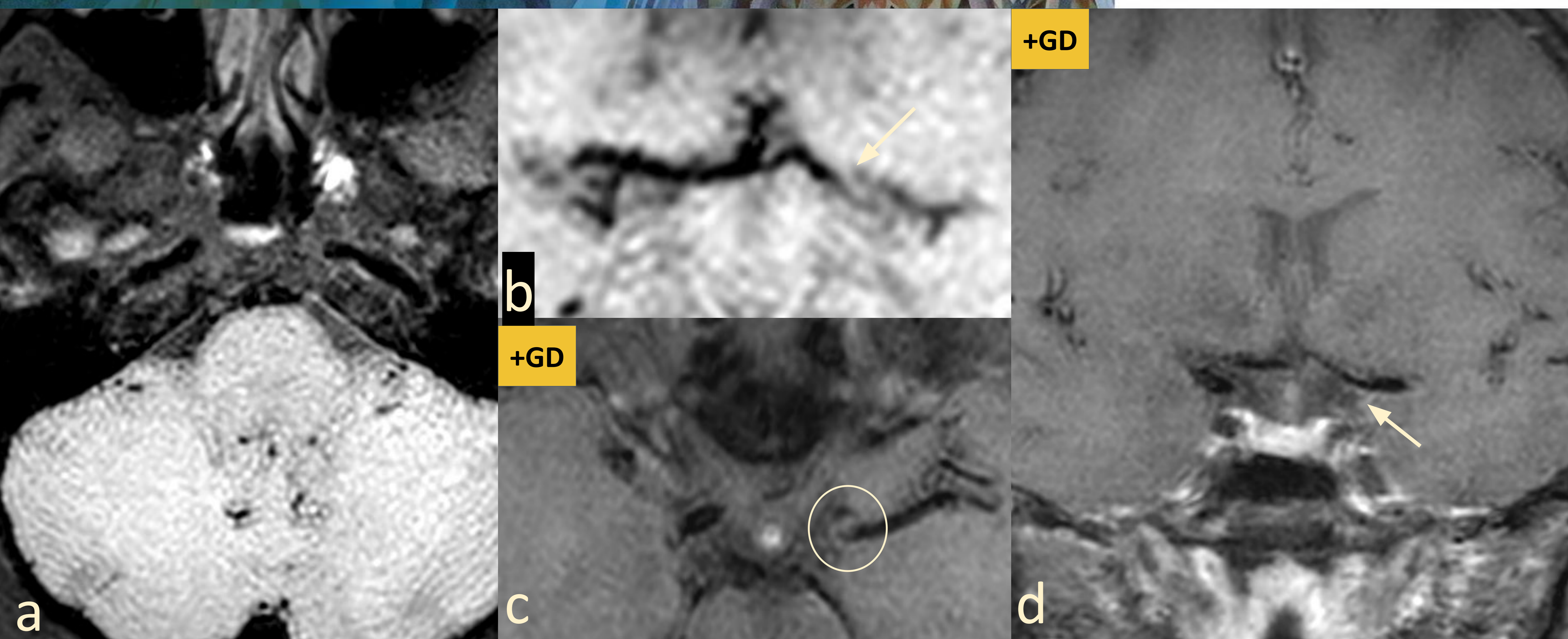


Figura 5. (a-d) Control tras cinco meses de tratamiento con corticoides. Se reconoce una significativa disminución del grosor y grado de captación de la pared vascular a nivel de la ACI en su porción petrosa. (b) Se mantiene leve estenosis a nivel de la ACI supraclinoidea. (c-d) Se observa reducción significativa de la captación en los orígenes de la ACA y ACM.

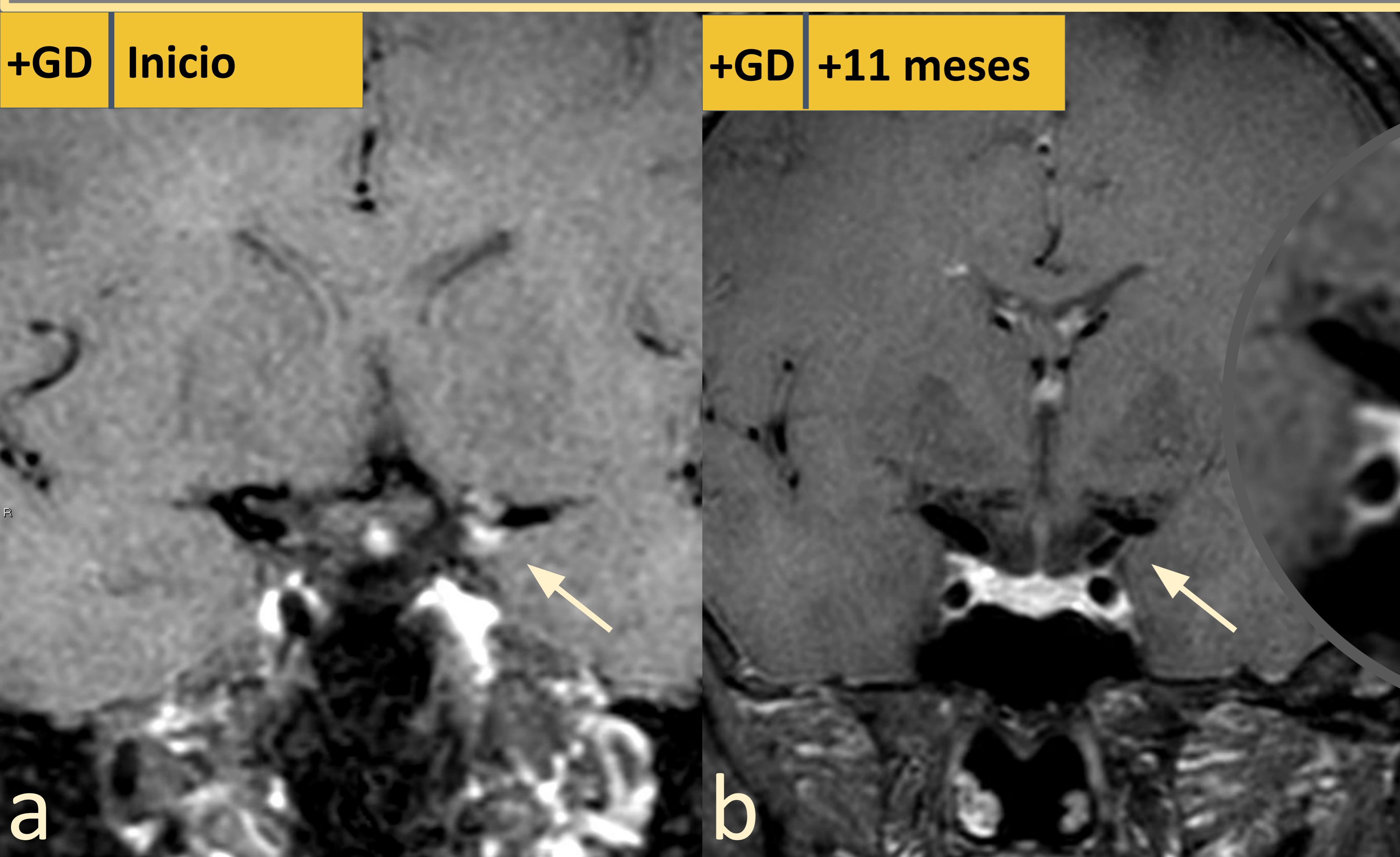


Figura 5. Imagen comparativa de la ACI al inicio del episodio (a) y control a los 11 meses tras tratamiento con corticoides (b) donde se comprueba normalización de ACI izquierda con mínima captación y estenosis residual.

- A diferencia de los estudios para la luz vascular, la secuencia sangre negra aporta información durante el seguimiento y permite valorar la **respuesta al tratamiento** donde se observa una **disminución progresiva del engrosamiento y captación de la pared** [1].
- Además, la secuencia negra aporta información importante en el diagnóstico diferencial con enfermedades vasculares estenóticas, principalmente con el **síndrome de vasoconstricción reversible** y la **aterosclerosis** [1-5].
- En el **síndrome de vasoconstricción reversible** el engrosamiento suele ser leve y característicamente **no existe realce de pared** tras la administración de contraste [2-3,5].
- **Se ha visto como limitación principal que el realce de la pared vascular es significativamente menor en los vasos más distales probablemente debido a que la resolución espacial no es suficiente para evaluar de forma precisa arterias/arteriolas muy pequeño calibre** [5].

Revisión del tema: Aterosclerosis

- El grado de estenosis vascular ha sido históricamente considerado como el principal factor determinante del riesgo de evento isquémico agudo. No obstante, diferentes grupos han demostrado que las **características intrínsecas de la placa** tienen una asociación independiente con el riesgo de ictus, demostrando la necesidad de completar los estudios de luz vascular con estudios que permitan la valoración propia de la pared arterial [1-4,7].
- Los **marcadores de vulnerabilidad** de la placa son: la presencia de **hemorragia intraplaca**, la **irregularidad y ulceración** de su superficie, el desarrollo de un **core lipídico** junto con una **capa fibrosa fina** entre la luz y dicho core [1-2,7].
- Debido a la limitación de la resolución espacial, no todas las placas ateroscleróticas intracraneales muestran todos sus componentes siendo más común que se observe un **engrosamiento focal excéntrico** que en las secuencias T2, muy útiles en esta patología, se muestra hiperintensa [1-5,7].
- Además, se evidencia que la **administración de gadolinio mejora la discriminación entre los diferentes componentes de la placa** (Figura 6), siendo el factor que más reduce la variabilidad interobservador [7].

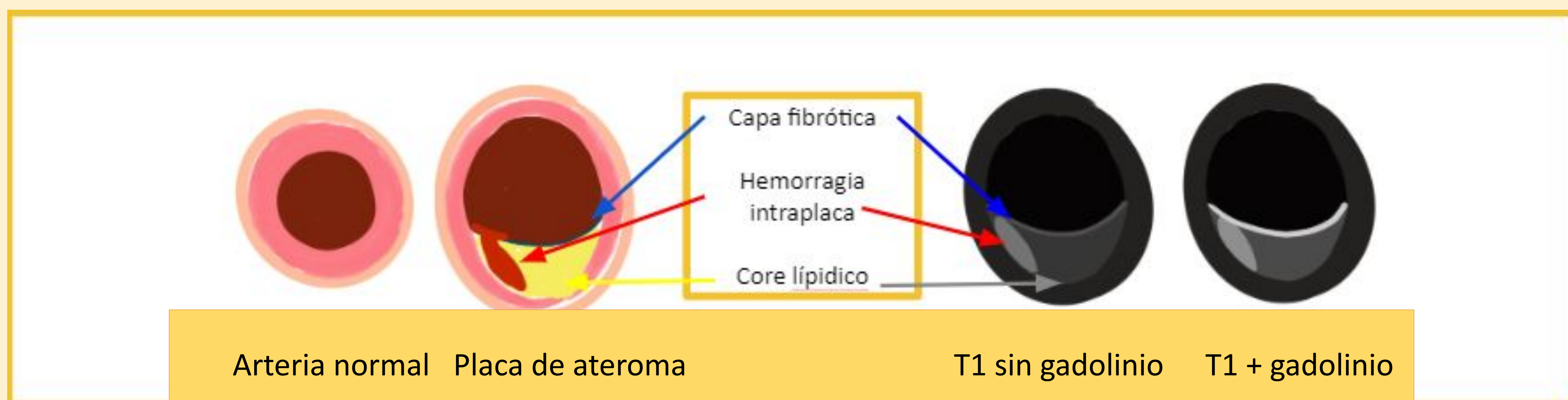


Figura 6. Ilustración donde se representa las diferencias entre una arteria normal y una placa de ateroma distinguiendo sus diferentes componentes (izquierda) y su traducción en las secuencias sangre negra sin y con contraste (derecha)

Capa fibrosa	Hiperintensa en secuencias T2 Hipointensa en T1 Intenso realce en T1 + Gd
Hemorragia intraplaca	Área de alta señal en secuencias T1 sin y con gadolinio
Core lipídico	Señal hipointensa en secuencias T1 y T2 sin mostrar realce tras la administración de gadolinio

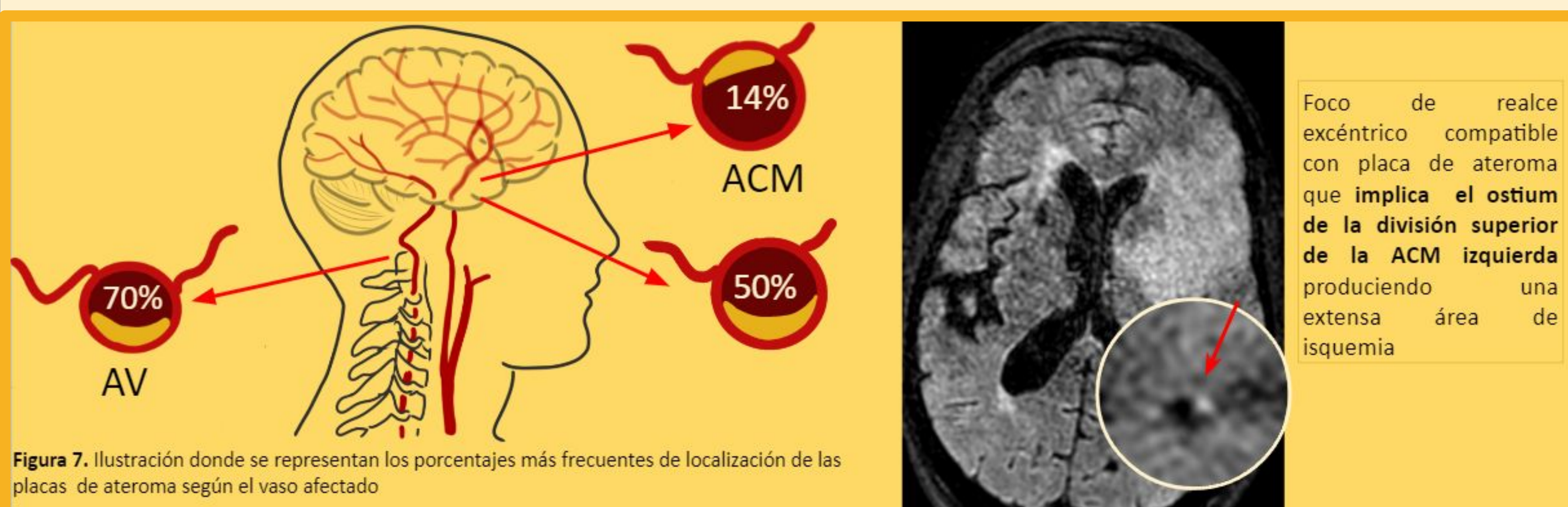
Tabla 5. Características en imagen de los diferentes componentes de la placa de ateroma.

Revisión del tema: Aterosclerosis

- Las principales aplicaciones de las secuencias sangre negra en el estudio de la aterosclerosis son:

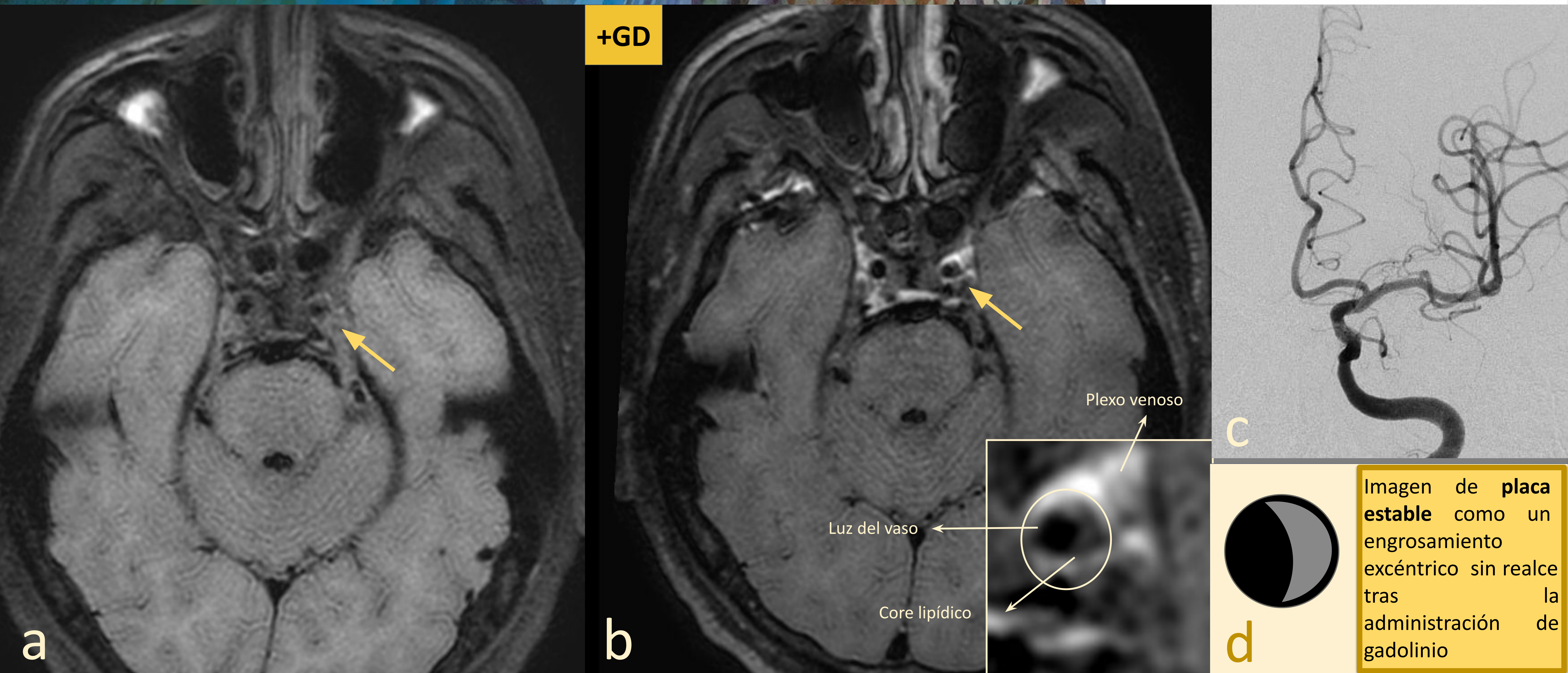
Determinación de la actividad de la placa^[1-2,7]:

- Realce:** La presencia de realce en una placa aterosclerótica refleja inflamación y neovascularización y es un signo de placa sintomática, existiendo una relación directa entre el grado de realce y el riesgo de evento isquémico. Además, **el realce de la placa representa un factor pronóstico independiente para la recurrencia de ictus** [2]. Se distinguen dos tipos: **Realce excéntrico difuso**, generalmente en vasos más distales, o **en capa**, visible de forma más frecuente en vasos extracraneales e intracraneales proximales, sin que esto responda a diferencias clínicas o de composición de la placa, **sino a una diferencia de resolución espacial** para valorar vasos de diferente calibre [2,5].
- Hemorragia:** Es uno de los signos que más se asocia a vulnerabilidad de la placa. Se define como **área de alta señal en el interior de la placa en secuencias sin y con contraste**, con una intensidad mayor al 150% de la señal de la sustancia gris adyacente [2].
- Ulceración:** Se consideran erosiones en la pared de > 1 mm, solo determinables a nivel de la vasculatura extracraneal por la **limitación de la resolución espacial en los equipos actuales**.



Localización de la placa^[1]: Las secuencias sangre negra permiten determinar la localización de la placa de ateroma en relación a la circunferencia del vaso así como su relación con los ostia de las ramas.

Valoración del grado de estenosis^[1]: Los estudios de pared vascular presentan una mejor resolución a la hora de valorar el grado de estenosis que el angioTC y la angio-RM teniendo una similar sensibilidad y especificidad que la angiografía, considerada como la técnica gold estándar. Las placas sintomáticas suelen presentar mayor grosor que las no sintomáticas.



+GD

Plexo venoso

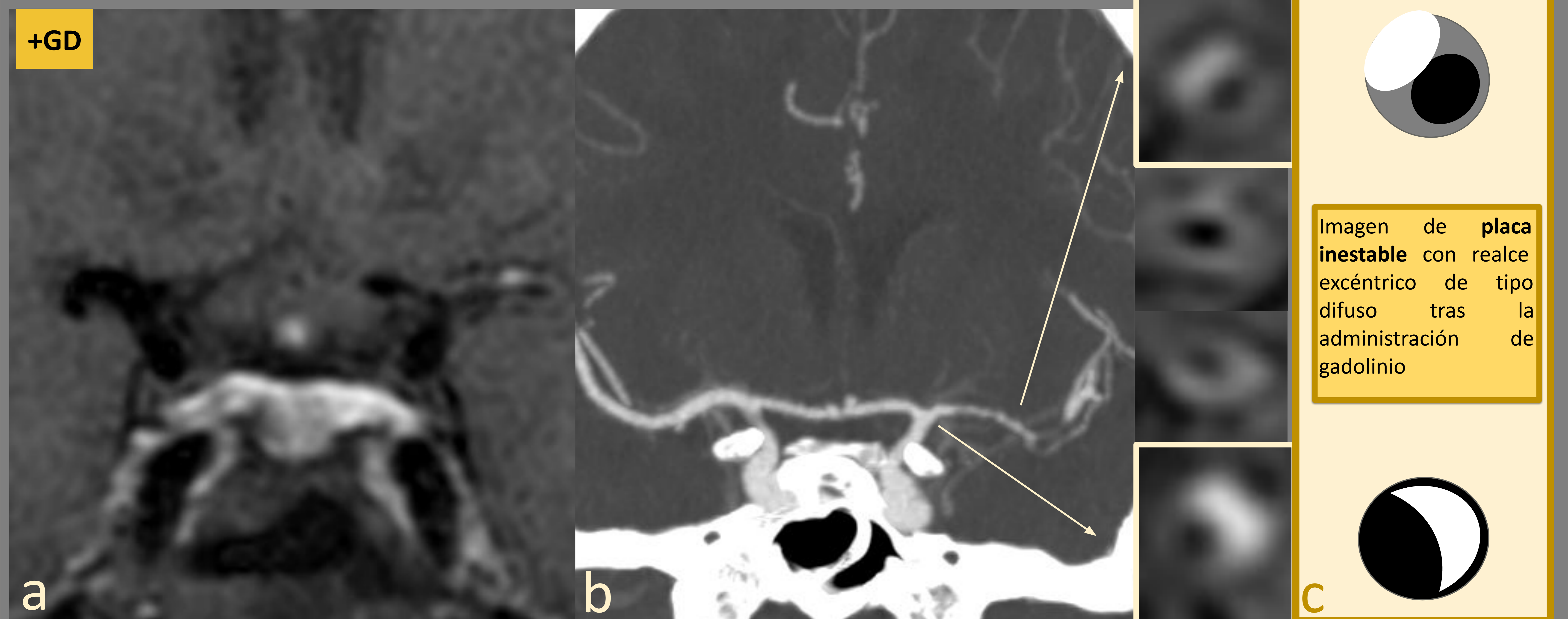
Luz del vaso

Core lipídico

Imagen de **placa estable** como un engrosamiento excéntrico sin realce tras la administración de gadolinio

Figura 8. Paciente joven en estudio por sospecha de VPSNC por lesiones isquémicas de pequeño vaso de repetición visualizadas en RM. (a,b) Secuencias sangre negra y (c) arteriografía sin hallazgos para vasculitis donde únicamente se visualiza placa de ateroma que condiciona leve estenosis de la luz del segmento cavernoso de la ACI izquierda. **La ausencia de realce tras la administración de gadolinio indica placa de bajo riesgo.**

No siempre es fácil...



+GD

Imagen de **placa inestable** con realce excéntrico de tipo difuso tras la administración de gadolinio

Figura 9. Varón de 58 años que acude a urgencias por episodio de afasia transitoria con recuperación progresiva. En el estudio angio-TC (b) se visualiza estenosis crítica del segmento M1 y M2 proximal izquierdos, de aspecto marcadamente irregular y arrosariado con posterior repermeabilidad en resto de M2 y ramas más distales.

Secuencia sangre negra con contraste (a) que muestra dos focos de marcada hipercaptación mural focal, asimétrica y excéntrica en segmento proximal de M1 y M2 compatibles con placas de ateroma sintomáticas. No obstante, en el segmento de ACM dispuesto entre los dos focos descritos se aprecia un realce mural difuso y concéntrico con estenosis asociada siendo un patrón más típico de vasculitis.

Revisión del tema: Disección arterial

- Afecta fundamentalmente a los segmentos distales de las arterias cervicales (ambas AVs y ACIs). A nivel de la circulación anterior el segmento **supraclinoideo** de la ACI es el vaso sanguíneo más afectado, mientras que la causa más frecuente de disección arterial intracraneal es la extensión de una disección que ocurre en la porción distal del territorio vertebral [2].
- La disección puede producirse tanto tras un **desgarro en la íntima** que permite la entrada de sangre arterial y crea un falso plano de separación (mecanismo más frecuente) como por una **rotura espontánea de los vasa vasorum** generando un hematoma mural que ocluye la luz [3,8].
- Los hallazgos típicos con las técnicas de imagen actuales se basan en alteraciones en la luz vascular visualizando una dilatación fusiforme del calibre del vaso junto con segmentos estenóticos de morfología irregular que se extienden longitudinalmente y/o como una imagen de oclusión del vaso con posterior permeabilidad distal (**Figura 10**). Estos hallazgos suelen variar a lo largo del tiempo en las sucesivas pruebas de imagen [1-4,8].
- La potencial utilidad de las secuencias sangre negra 3D es la capacidad de visualizar y caracterizar el **hematoma mural**. Este se visualiza hasta en un 86% de los casos como un engrosamiento excéntrico de la pared arterial con **alta señal en las secuencias T1 sin contraste** [2]. También puede llegar a visualizarse, de forma más variable, una hiperintensidad curvilínea correspondiente con el flap intimal que condiciona una imagen de doble luz negra (47%) [2]. Además, en segmentos posteriores a la disección puede observarse un **aumento de la intensidad de señal periadventicial** debido a la respuesta inflamatoria circundante [1-4,8].

Figura 10. Mujer de 40 años que en el post-parto inmediato presenta cefalea asociada a crisis hipertensiva. Se realiza TC sin contraste donde se observa HSA grado Fisher I.



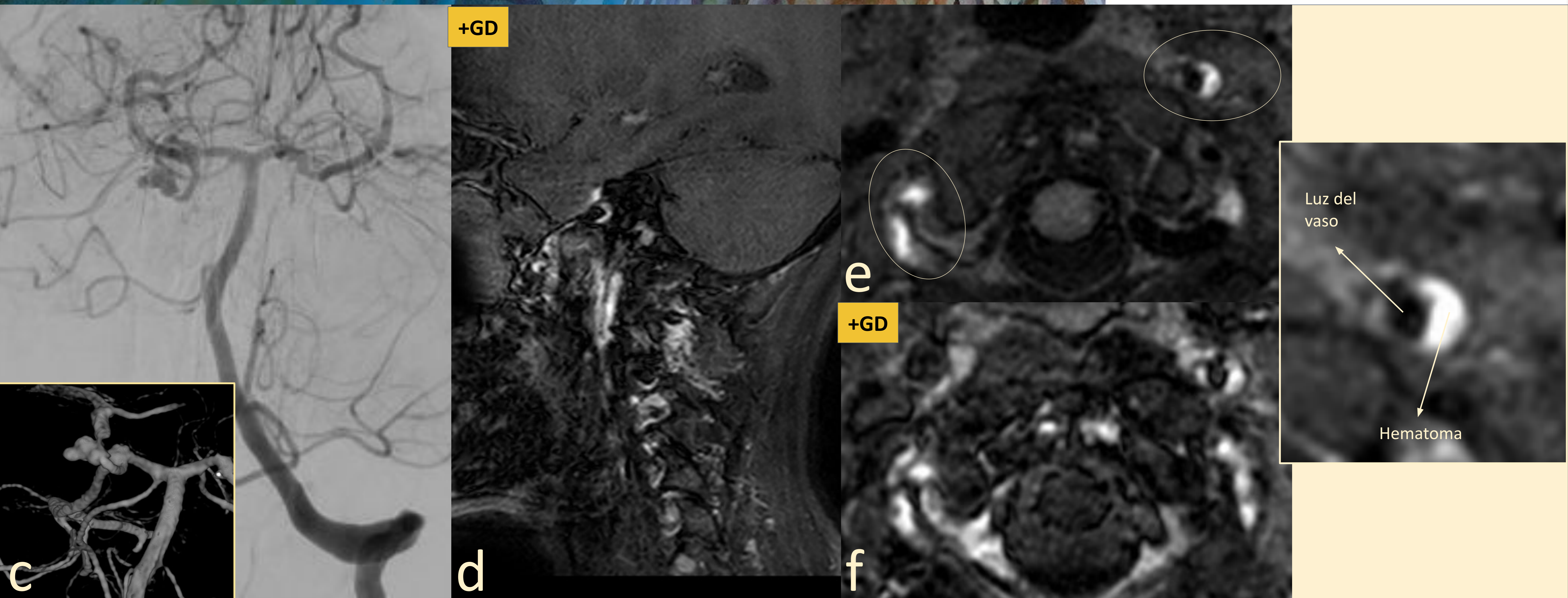
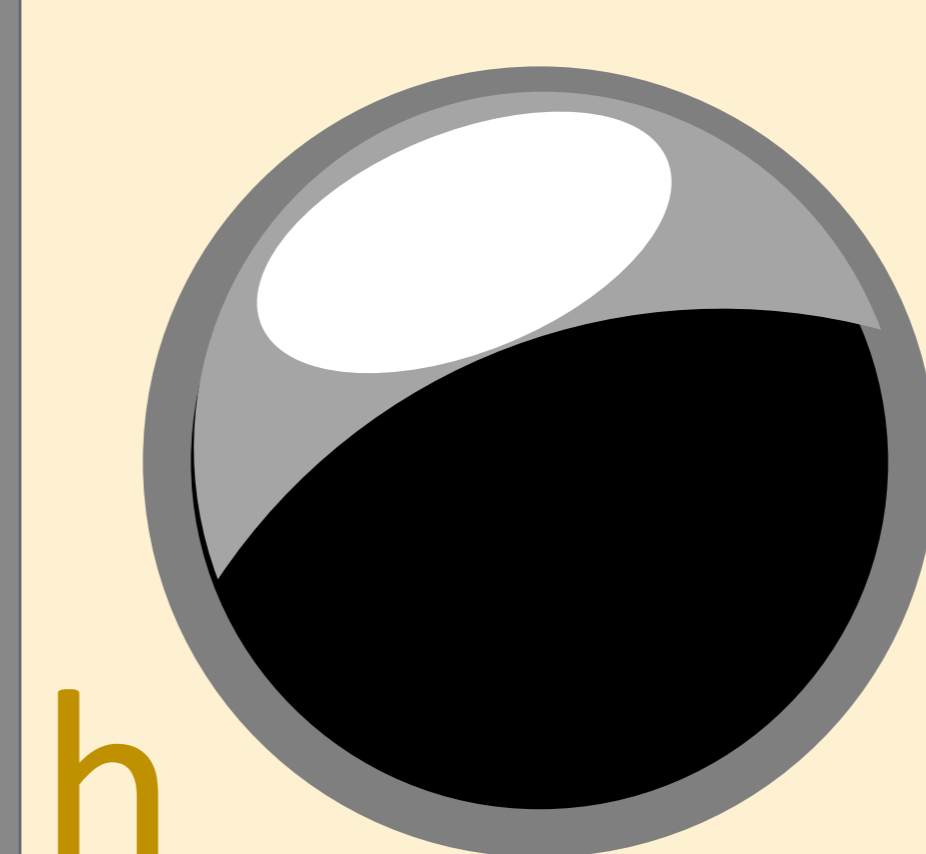


Figura 11. (a) Focos de HSA en los surcos de la convexidad frontoparietal bilaterales. (b) Angiografía que muestra disección de todo el trayecto cervical de ambas ACIs con estenosis grave de su luz, aneurisma parcialmente trombosado en ACI izquierda y disección de los segmentos V2-V3 de ambas AVs con estenosis crítica de AV derecha. (c) Aneurisma fusiforme polilobulado en ACP derecha. (e) Imagen axial de RM sangre negra sin contraste donde se visualiza una **hiperintensidad periférica compatible con hematoma mural** a nivel de la ACI izquierda y AV derecha. (d y f) Tras la administración de gadolinio se observa captación de contraste por probables cambios inflamatorios de los vasa vasorum de los vasos afectados.



Figura 12. (a) Angio-TC mostrando estenosis crítica del segmento cervical de la ACI izquierda. (b y c) secuencias sangre negra sin contraste donde se visualiza un engrosamiento asimétrico y aumento de la señal compatible con el hematoma mural (f). Al igual que con otros tipos de hemorragia, la señal de la sangre intramural evoluciona con el tiempo. Se observa captación de contraste periadventicial tanto en el segmento afecto como en la ACI intrapetrosa en relación a cambios inflamatorios secundarios (e)



Engrosamiento excéntrico que suele presentar morfología de media-luna hiperintenso en la secuencia sin contraste. Visualización de pequeña lámina de captación de contraste correspondiente al flap intimal

Revisión del tema: Aneurisma

Las secuencias sangre negra permiten:

- Valorar el potencial **riesgo de rotura del saco aneurismático** [1-3,9]: Los cambios inflamatorios en la pared del aneurisma son un importante marcador del crecimiento del mismo y se asocian a alto riesgo de rotura. El realce de la pared traduce infiltración macrofágica, neovascularización y vasculopatía de los vasa vasorum.
 - Se describen dos tipos de realce, **realce focal** asociado a cambios ateroscleróticos y **realce circunferencial** que presenta una mayor asociación al riesgo de rotura.
- Muchos autores muestran un interés en el **grosor de la pared aneurismática** [9], independientemente de su realce, como marcador de aneurisma de alto riesgo. Sin embargo se debe tener en cuenta que **el grosor de la pared del aneurisma sacular se sobreestima por efecto de volumen parcial debido a las resoluciones espaciales alcanzables con las máquinas actuales**.
- **Confirmar o descartar rotura del aneurisma como posible origen del sangrado subaracnoideo** [1-3,9]: Aunque se tiene más experiencia con la afectación vascular isquémica que con la HSA, existen estudios que han demostrado la asociación entre un **fuerte realce en la periferia del saco aneurismático y el antecedente de rotura reciente**, siendo un marcador de utilidad para identificar el origen del sangrado en pacientes que presentan múltiples aneurismas u otras patologías concomitantes que condicionen sangrado en el espacio subaracnoideo.

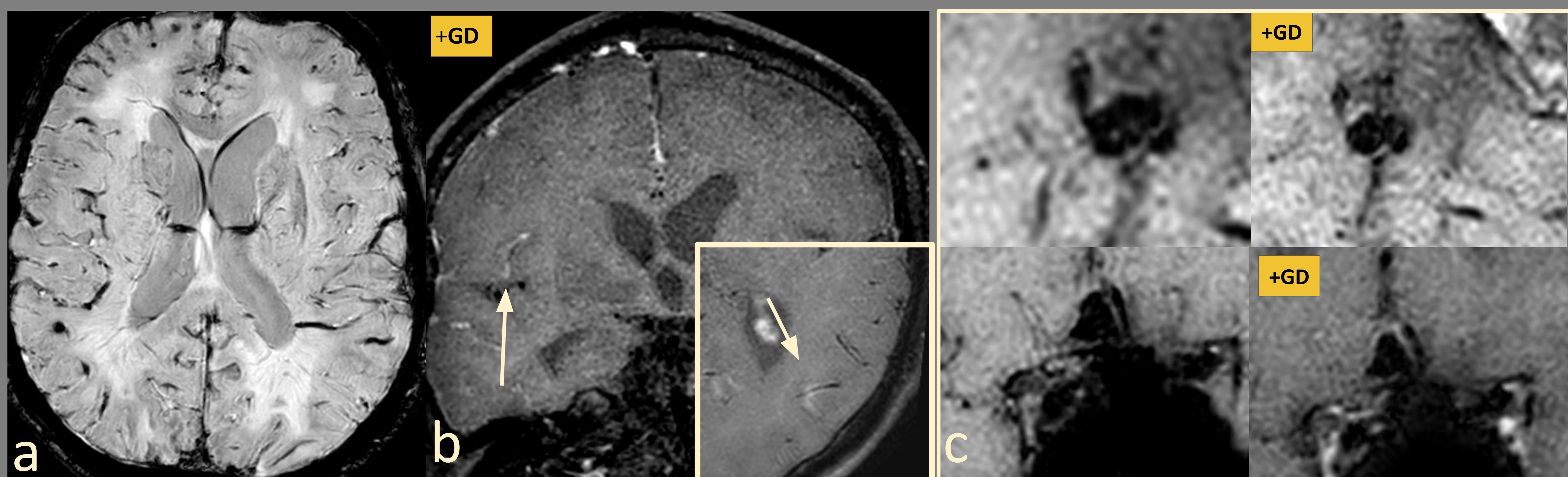
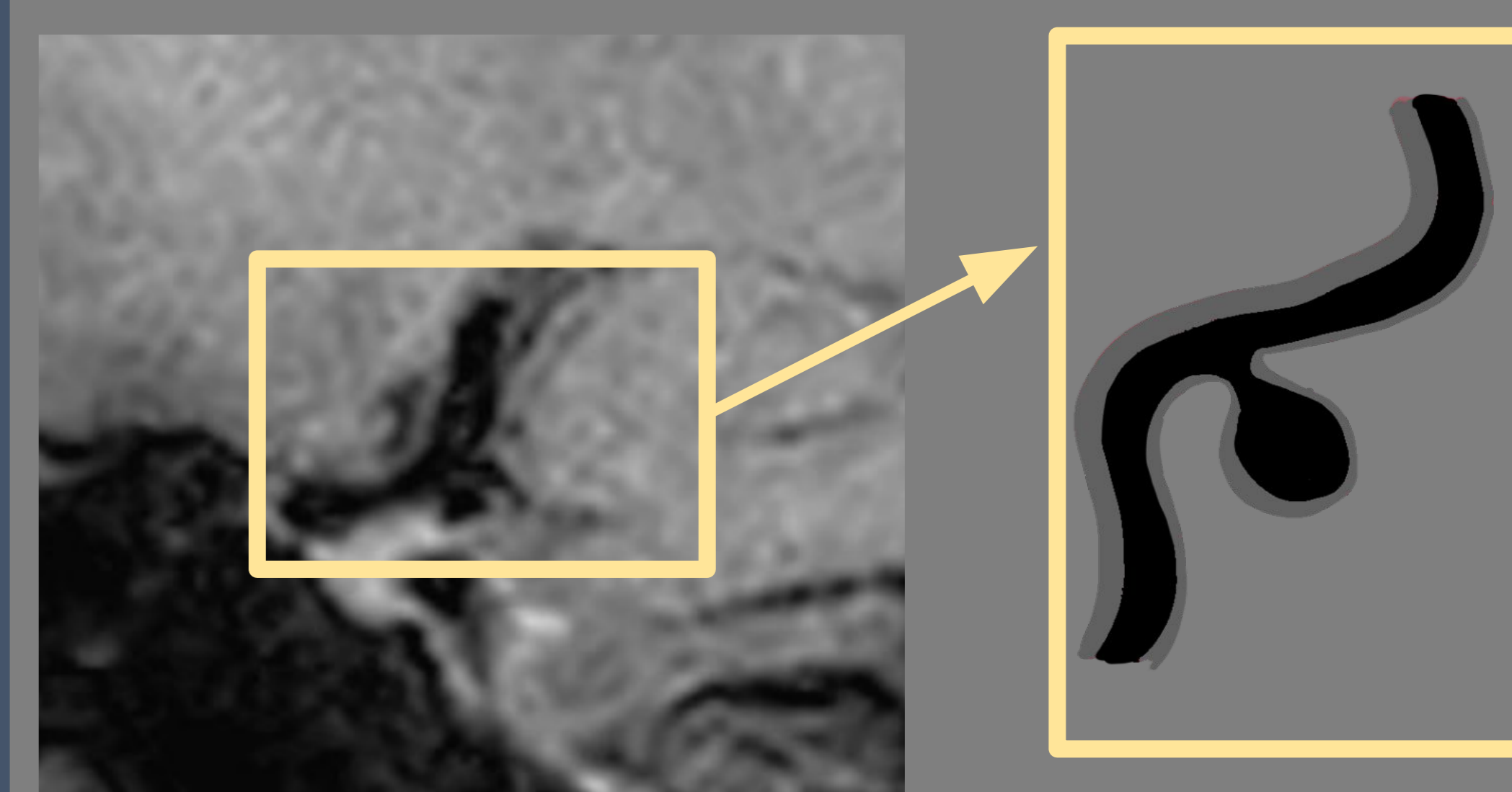
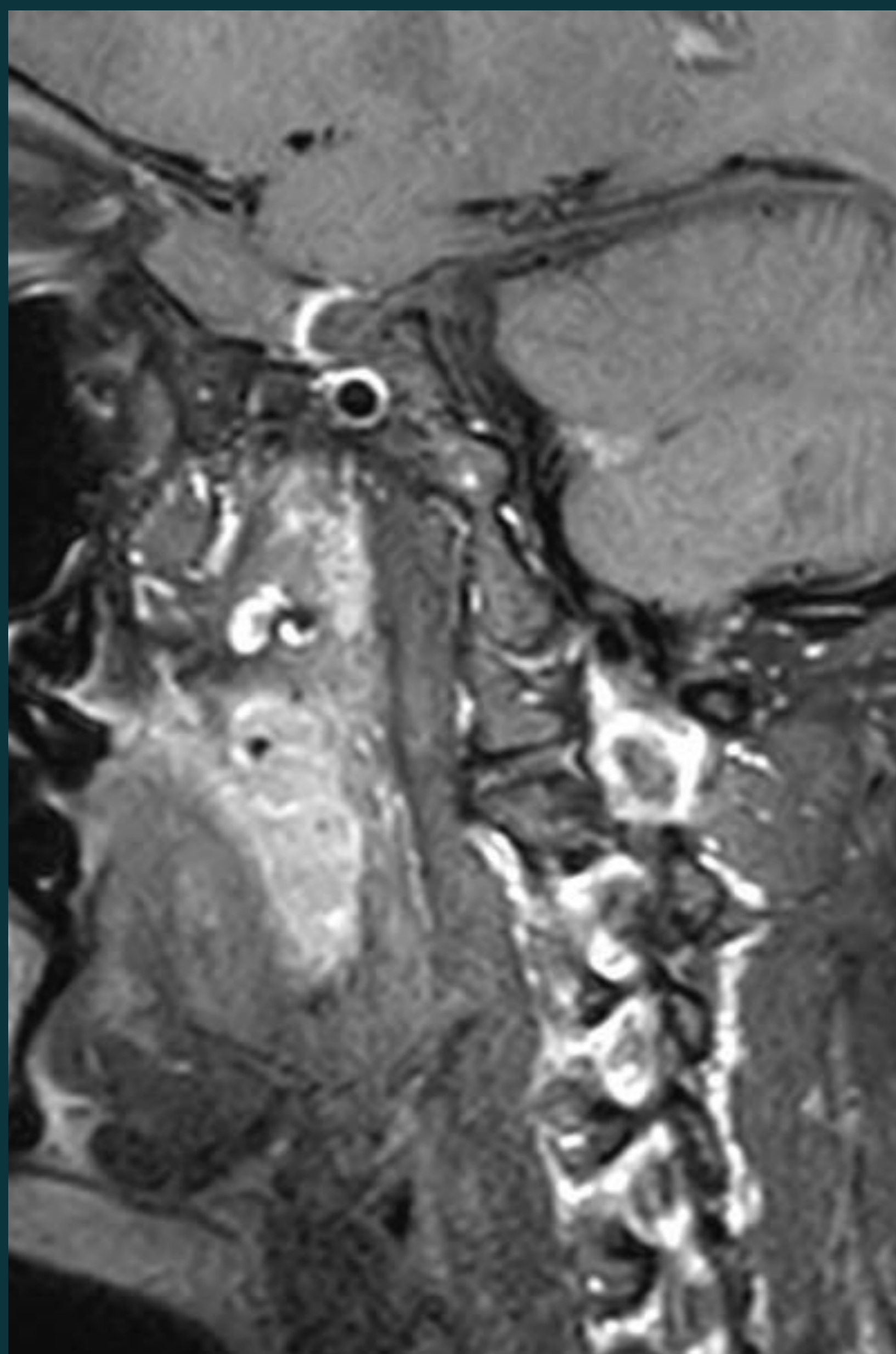


Figura 13. Paciente varón que en TC de urgencias se diagnóstica de HSA Fisher I. Se solicita RM sangre negra para valorar origen del sangrado.

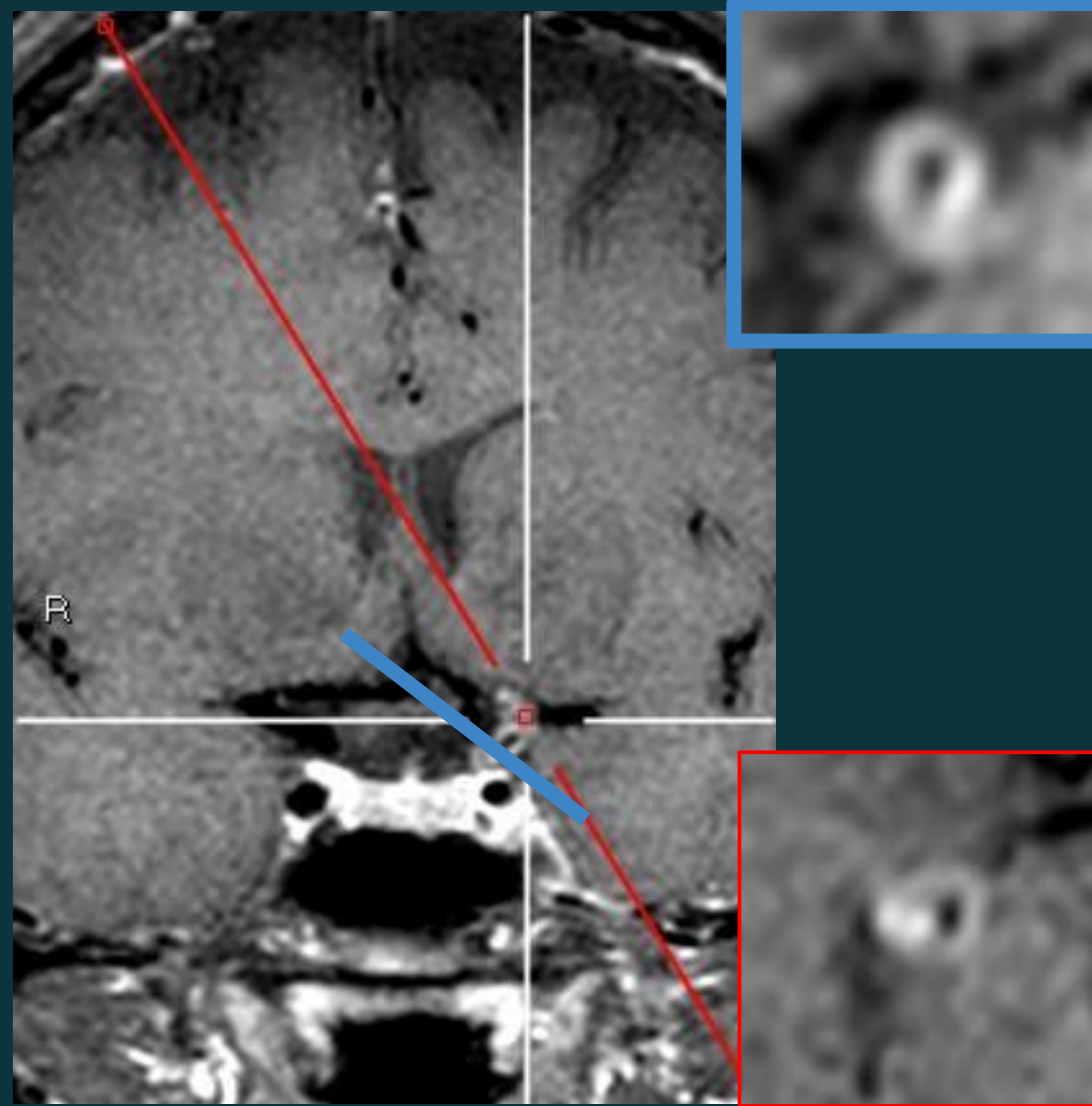
(a y b) Se observa patrón de realce extraaxial (paquimeníngeo y leptomeníngeo). Coincidiendo con las zonas de mayor carga de realce leptomeníngeo se observan vasos piales de pequeño calibre con realce mural circunferencial. (c) No se demuestra realce de los contornos murales del aneurisma que indique inflamación mural asociada. Estos hallazgos eran compatibles con una **angiopatía amiloide inflamatoria** como origen del sangrado.



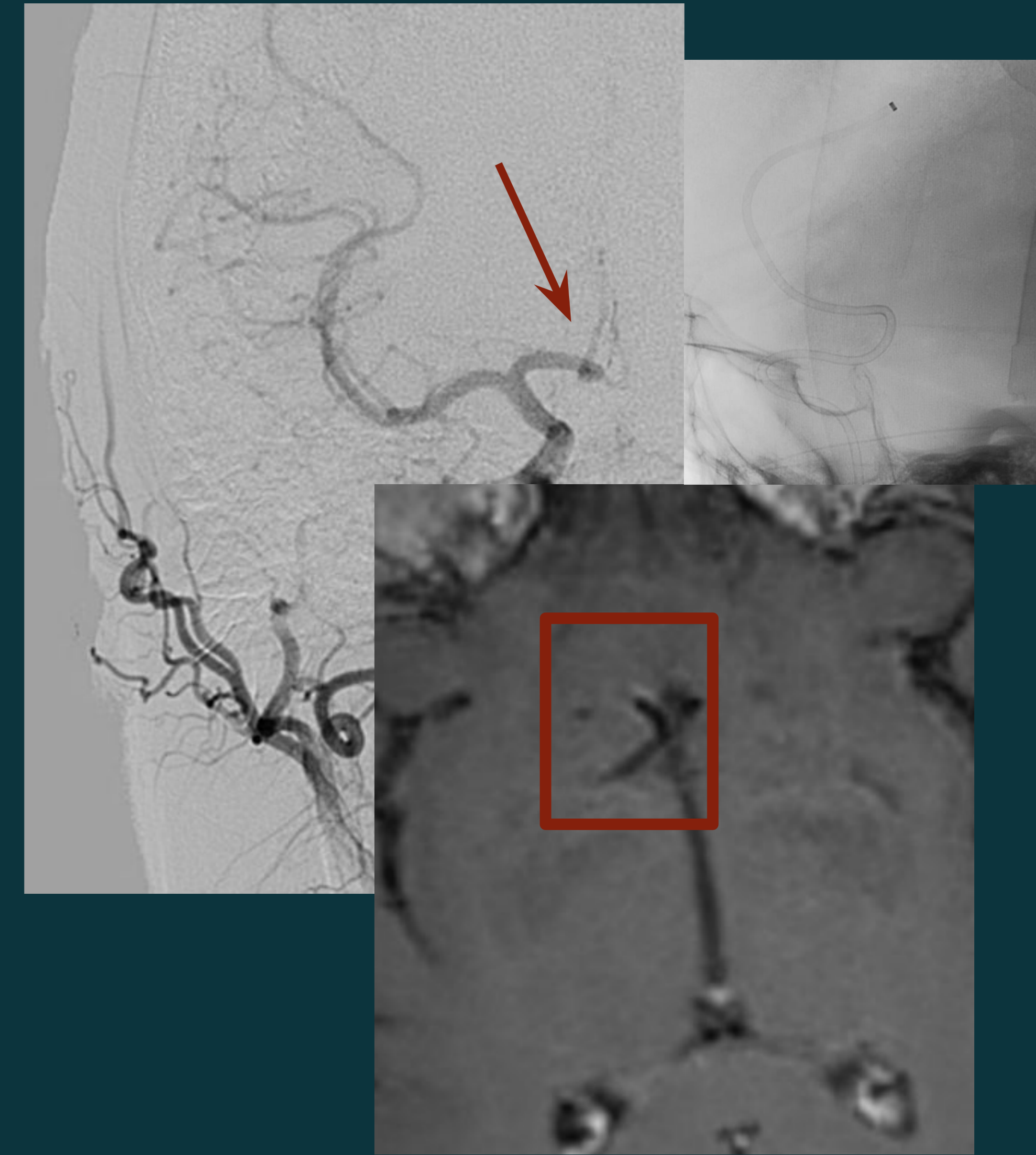
Revisión del tema: Pitfalls



Vasa vasorum



Factores técnicos de la secuencia



Cambios post-trombectomía

- **Vasa vasorum:** La presencia de vasa vasorum es más patente a nivel de los **vasos extracraneales**, mientras que en la **vasculatura intracraneal su desarrollo suele indicar patología**. El realce de los vasa vasorum puede ser intenso de forma fisiológica en los segmentos de ambas ACI y AAVV que atravesan la duramadre y su aparición está relacionada con la **edad** y el desarrollo de la **arteriosclerosis** [1-2,5].
- **Plexo venoso:** Es común visualizar un **realce homogéneo y circunferencial** en el **segmento intrapetroso de la ACI** sin que se deba confundir con patología ya que se trata de una ingurgitación del plexo venoso en este tramo [1-2,5].
- **Factores técnicos y adquisición de la imagen:** La principal limitación en los estudios de pared vascular es la **resolución espacial alcanzable con los equipos actuales (1,5T y 3T)** donde somos capaces de alcanzar una adquisición de corte máxima de **0,8 mm por voxel**. Además, es importante la adquisición en 3D y multiplanar para obtener planos ortogonales a la circunferencia del vaso y así evitar obtener **falsas imágenes de excentricidad**.
- **Realce leptomeníngeo:** El realce leptomeníngeo puede interpretarse erróneamente como inflamación perivascular [1,5].
- **Cambios post-trombectomía:** La trombectomía mecánica puede provocar un **engrosamiento y realce concéntrico** de la pared del vaso tratado imitando al patrón típico de la vasculitis [1].
- **Artefacto de flujo lento:** La presencia de flujo lento en los vasos más distales puede provocar una **supresión incompleta de la señal** en la periferia de la luz simulando engrosamiento de la pared vascular y/o realce de la misma [1-2,5].
- **Realce focal en aneurismas parcialmente trombosados:** Al igual que un hematoma intramural en el caso de la disección, en un aneurisma parcialmente trombosado también puede observarse un intenso engrosamiento y realce excéntrico en el saco aneurismático que no debemos confundir con un realce de la pared [9].

Aneurisma intracraneal

Realce de las paredes del saco aneurismático asociado al riesgo de rotura y rotura reciente.



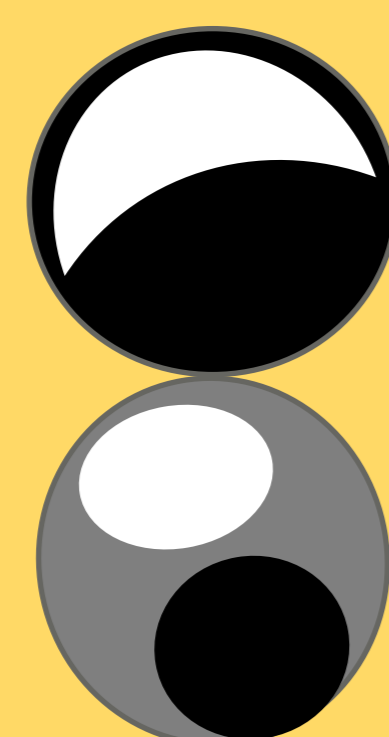
Vasculitis

Presencia de realce concéntrico asociado a estenosis



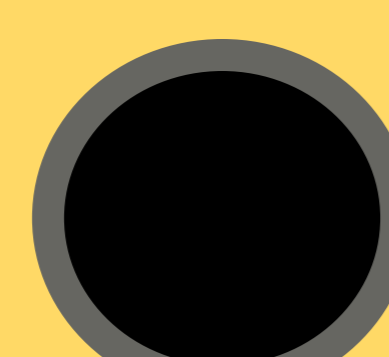
Ateroesclerosis

Presencia de realce focal excéntrico de forma difusa o en capa



Síndrome de vasoconstricción reversible

Estenosis con discreto engrosamiento mural concéntrico sin realce

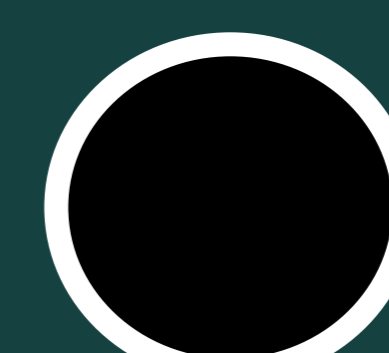


Disección arterial

Engrosamiento excéntrico en semiluna con alta señal en las secuencias sin contraste. Hiperintensidad lineal en relación a flap intimal

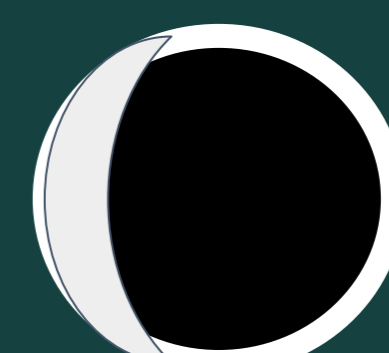


Vasa vasorum



Normal en vasos extracraneales. Asociado a la edad y arteriosclerosis

Artefacto por flujo lento



Condiciona una falta completa de supresión de flujo, lo que puede dar un a falsa imagen de engrosamiento y realce

Realce leptomeníngeo

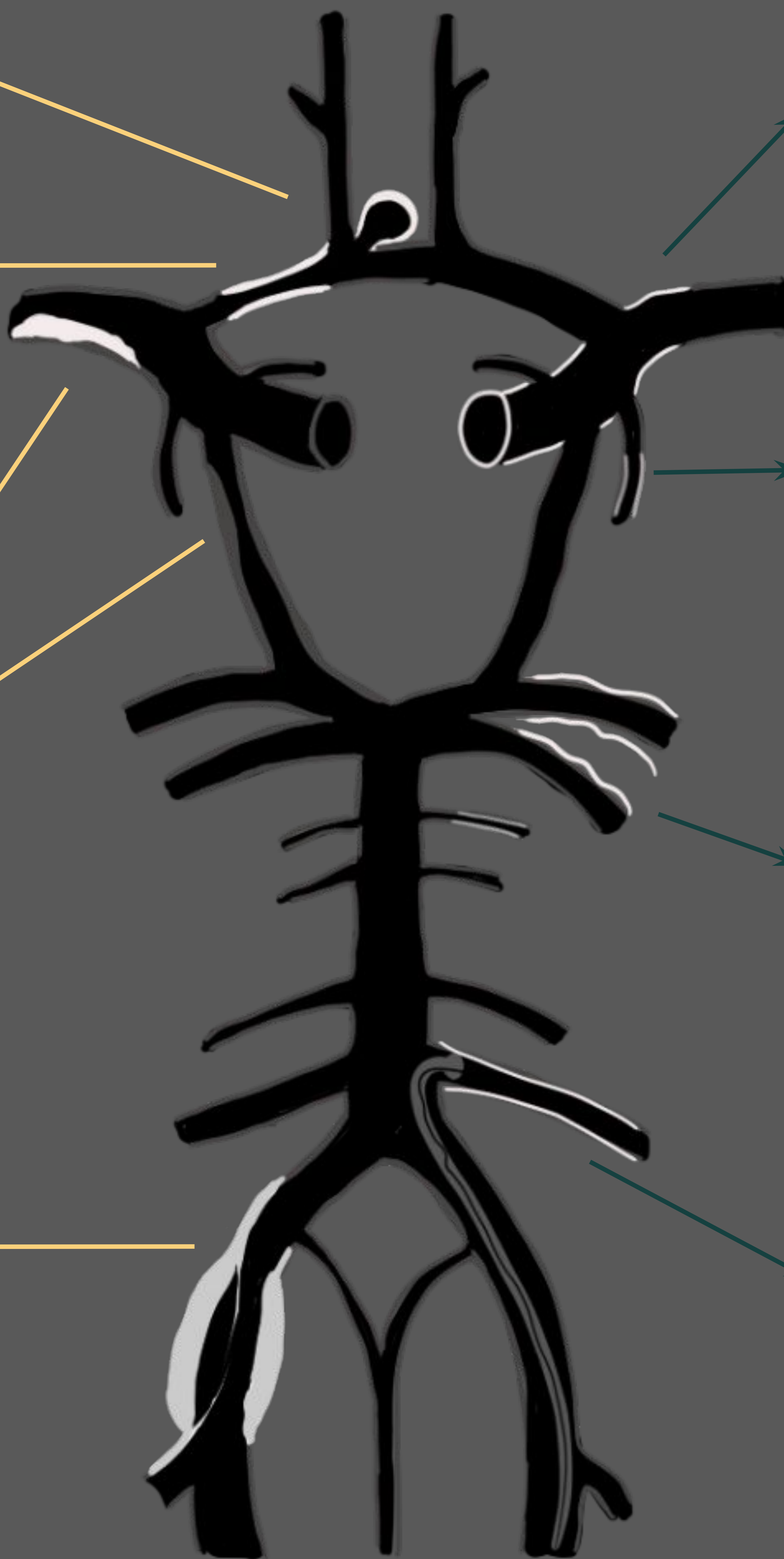


Hiperintensidades lineales en surcos de la convexidad que pueden simular cambios inflamatorios perivasculares

Cambios post-trombectomía



Engrosamiento y realce concéntrico de la pared del vaso tratado imitando al patrón típico de la vasculitis



Conclusiones:

- La secuencia de sangre negra en RM está en auge para el estudio de la patología vascular intracraneal y en particular para la vasculitis. Su capacidad para suprimir la señal de la sangre intravascular, su diseño 3D y su potenciación T1 la convierten en una secuencia especialmente eficaz para delimitar la pared vascular y obtener información sobre su grado de engrosamiento o inflamación.
- Para una correcta valoración de la pared, el protocolo de estudio debe incluir secuencias T1 o DP e ir acompañado de un estudio de luz vascular. Las secuencias T2 pueden ser adicionales, aportando importante información en el estudio de la placa de ateroma.
- El estudio de pared vascular ofrece un gran potencial en el diagnóstico diferencial entre patología vascular estenótica, como la ateroesclerosis, el síndrome de vasoconstricción reversible o la disección arterial y aporta información pronóstica en el caso de los aneurismas.
- La principal limitación en los estudios con secuencia sangre negra reside en la resolución espacial que podemos alcanzar con los equipos actuales de 1,5T y 3T donde se adquiere un grosor máximo de corte de 0,8 mm por voxel para valorar estructuras que muchas veces presentan un calibre inferior a esta resolución máxima alcanzable.

Bibliografía:

1. Mandell DM, Brooks MM-B, Crawley AP, et al. 2017. Intracranial Vessel Wall MRI: Principles and Expert Consensus Recommendations of the American Society of Neuroradiology. *AJNR Am J Neuroradiol* 38(2): 218-229. doi: 10.3174/ajnr.A4893.
2. Mazzacane F, Mazzoleni V, Scola E, et al. Vessel Wall Magnetic Resonance Imaging in Cerebrovascular Diseases. *Diagnostics*. 2022; 12(2):258.
3. Lindenholz A, van der Kolk AG, Zwanenburg JJM, Hendrikse J. The Use and Pitfalls of Intracranial Vessel Wall Imaging: How We Do It. *Radiology*. 2017;286(1):224-232. doi: 10.1148/radiol.2017162096
4. Ertl-Wagner B, Wolf S, Kasper CA, et al. High-resolution Compressed-sensing T1 Black-blood MRI: A New Multipurpose Sequence in Vascular Neuroimaging? *Clin Neuroradiol*. 2021;31(1):207-216. doi: 10.1007/s00062-019-00867-0.
5. Patzig M, Forbrig R, Küpper C, et al. Diagnosis and follow-up evaluation of central nervous system vasculitis: an evaluation of vessel-wall MRI findings. *J Neurol*. 2022;269(2):982-996. doi: 10.1007/s00415-021-10683-7.
6. Abdel-Razek AA, Alvarez H, Castillo M, et al. Imaging spectrum of CNS vasculitis. *Radiographics*. 2014;34(4):873-894. doi: 10.1148/rg.344135028.
7. Wasserman BA, Doubal FN, Mackey AJ, et al. MRI measurements of carotid plaque components in the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study: methods, reliability and descriptive statistics. *J Magn Reson Imaging*. 2010;31(2):406-415. doi: 10.1002/jmri.22043.
8. Hunter MA, Santosh C, Teasdale E, Forbes KP. High-resolution double inversion recovery black-blood imaging of cervical artery dissection using 3T MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2012 Dec;33(11):E133-7. doi: 10.3174/ajnr.A2599.
9. Samaniego EA, Roa JA, Hasan D. Vessel wall imaging in intracranial aneurysms. *J NeuroIntervent Surg*. 2019;11:1105-1112. doi: 10.1136/neurintsurg-2019-014938.