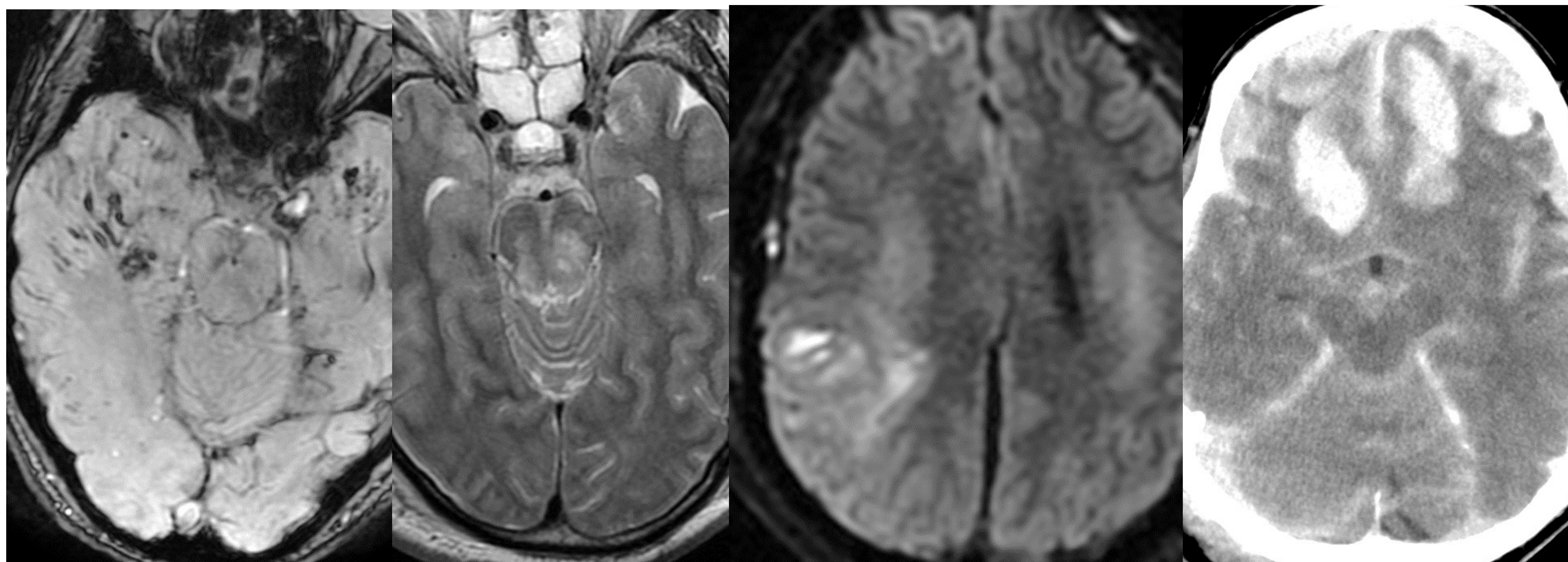


Actualización en traumatismo craneoencefálico grave: hallazgos de imagen e implicaciones pronósticas



A. Hilario Barrio, E. Salvador Álvarez, A. Cárdenas del Carré,
J. Romero Coronado, C. Lechuga Vázquez, Z.H. Chen Zhou,
A. Martínez de Aragón Calvo, A. Ramos González

Hospital Universitario 12 de Octubre
Madrid

Objetivo docente

Describir en TC y RM los principales tipos de lesiones traumáticas primarias y secundarias, y su relación con el pronóstico

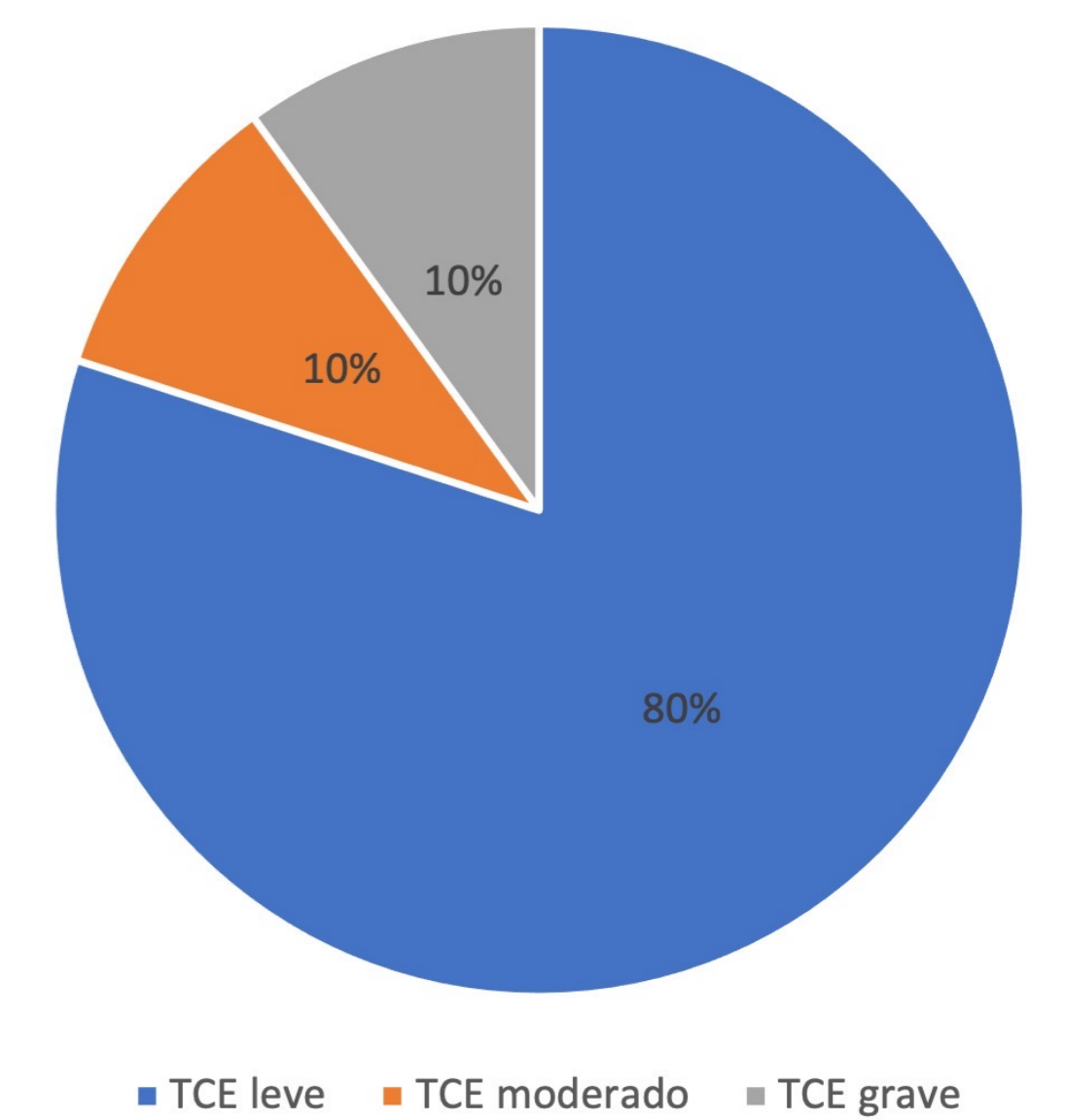
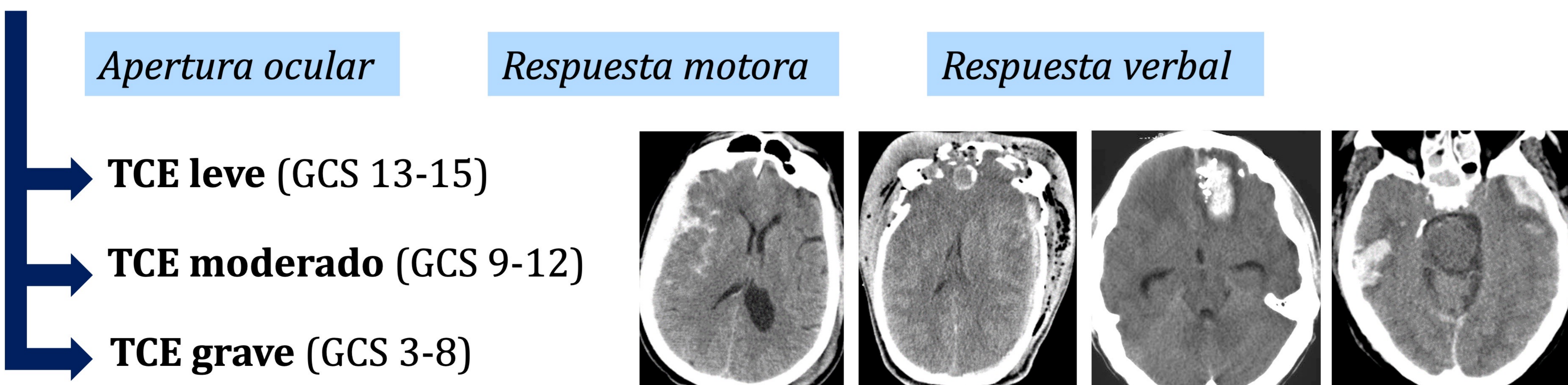
Revisión del tema

Epidemiología

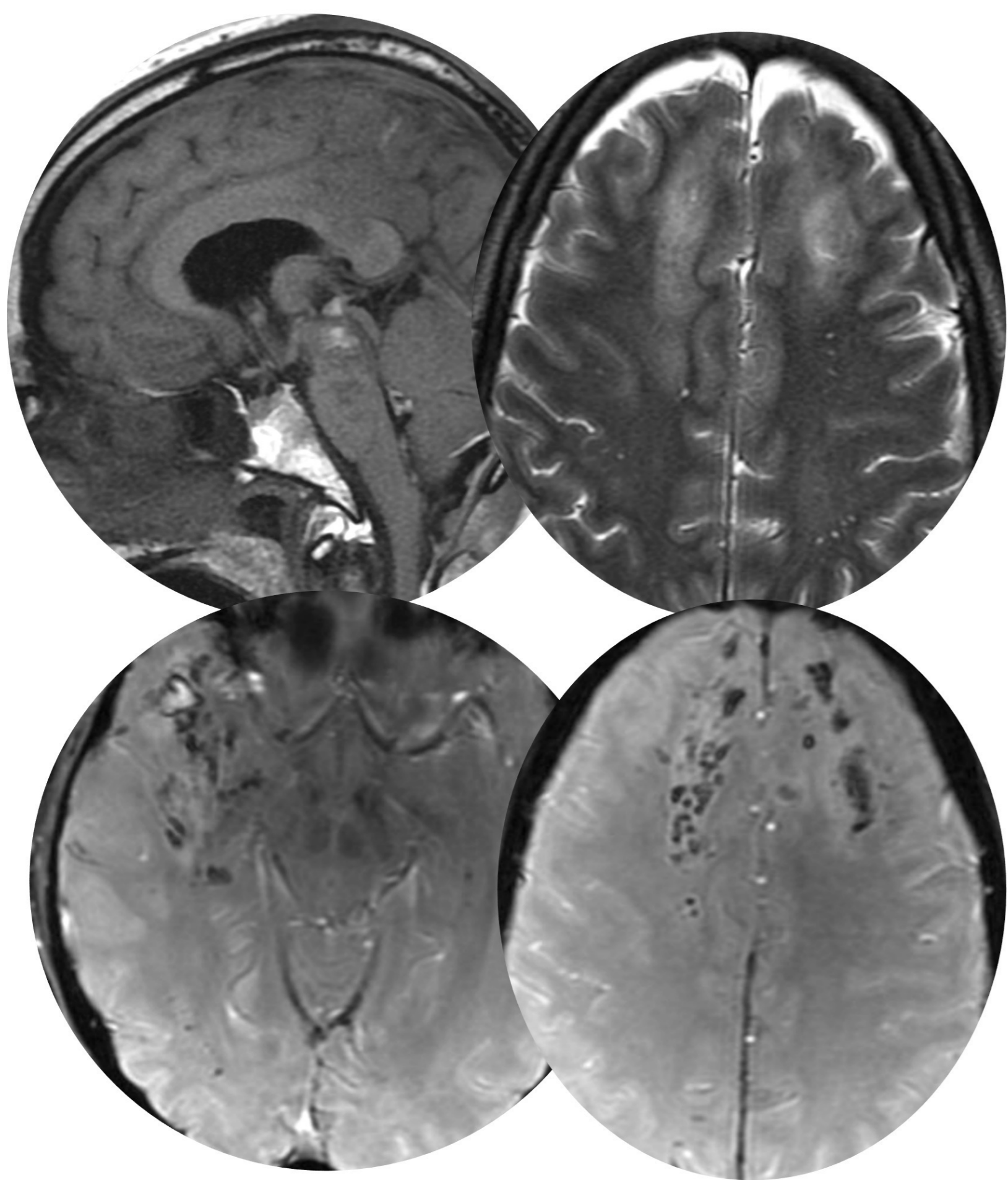
Severidad del trauma. Clasificación Escala Coma Glasgow (GCS)

Principal causa de morbilidad adultos jóvenes

Varones >> Mujeres



Fisiopatología

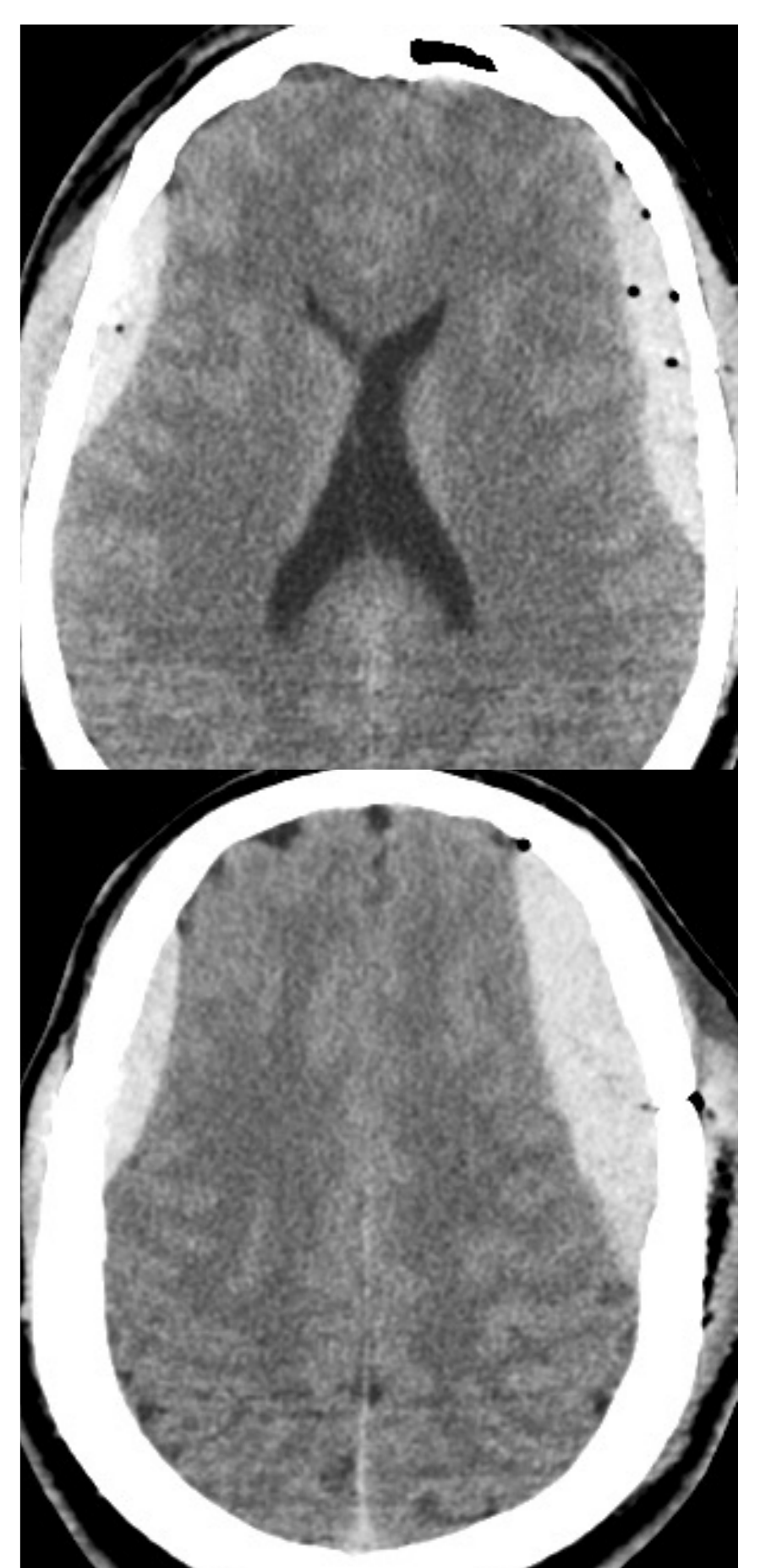


- Activación del complemento
Inflamación y liberación radicales libres
- Edema cerebral
Hipoxia e isquemia
Alteración del metabolismo
Vasoespasmos
Hipertensión intracraneal
- Muerte celular
- Excitotoxicidad
- Rotura Barrera Hematoencefálica
- Incremento de los niveles de glutamato
- Disfunción mitocondrial
Alteración en el metabolismo de la glucosa

Edad	0-17 años	15-44 años	>55 años
Mecanismo lesional	Caídas	Accidentes de tráfico	Caídas

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) 2019

- Primera fase tras TCE:** daño inicial ocurre como resultado directo del trauma
- Segunda fase:** múltiples procesos neuropatológicos, con una duración de días a semanas, tras el traumatismo inicial

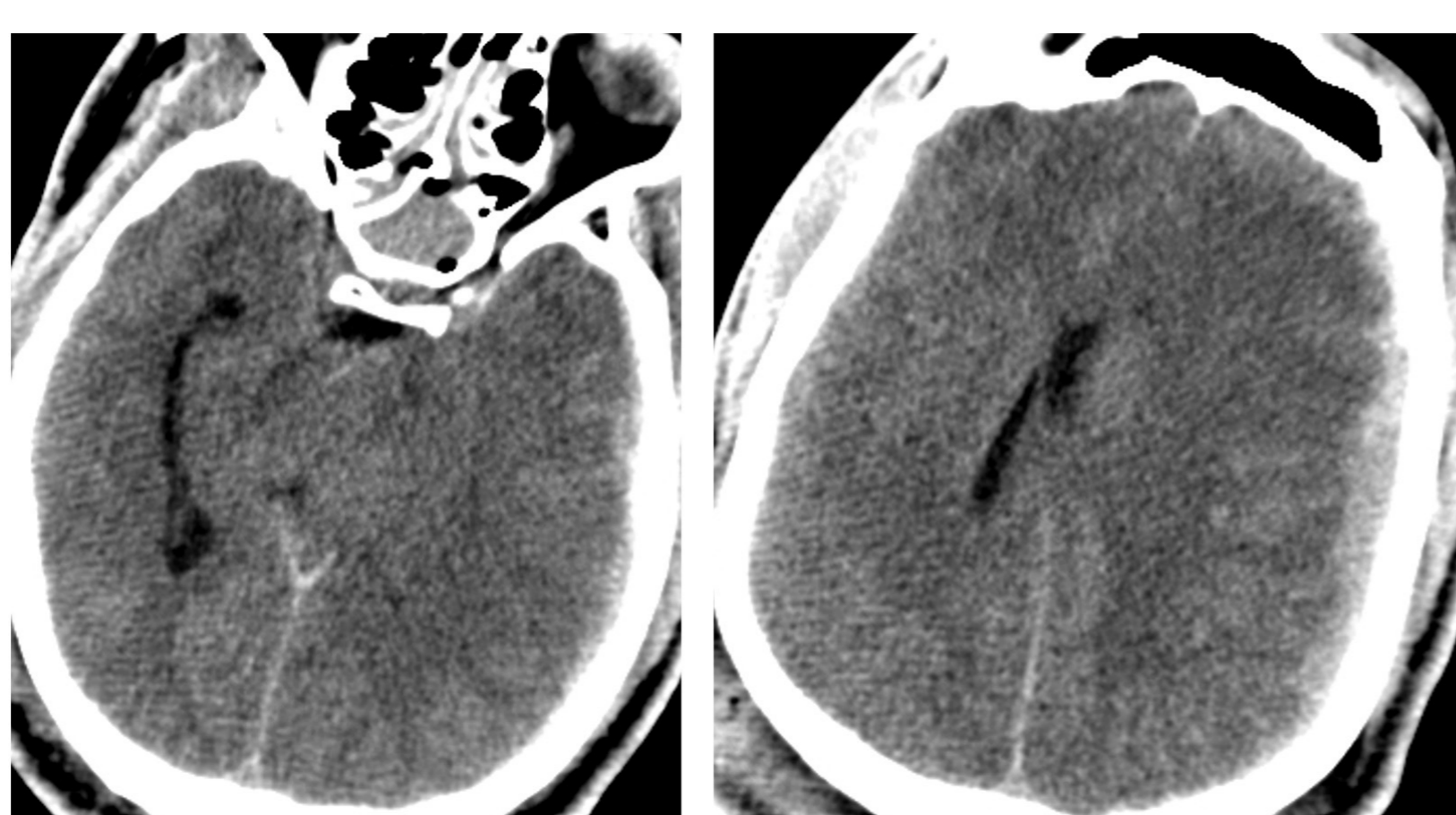


Recomendaciones TCE grave y moderado

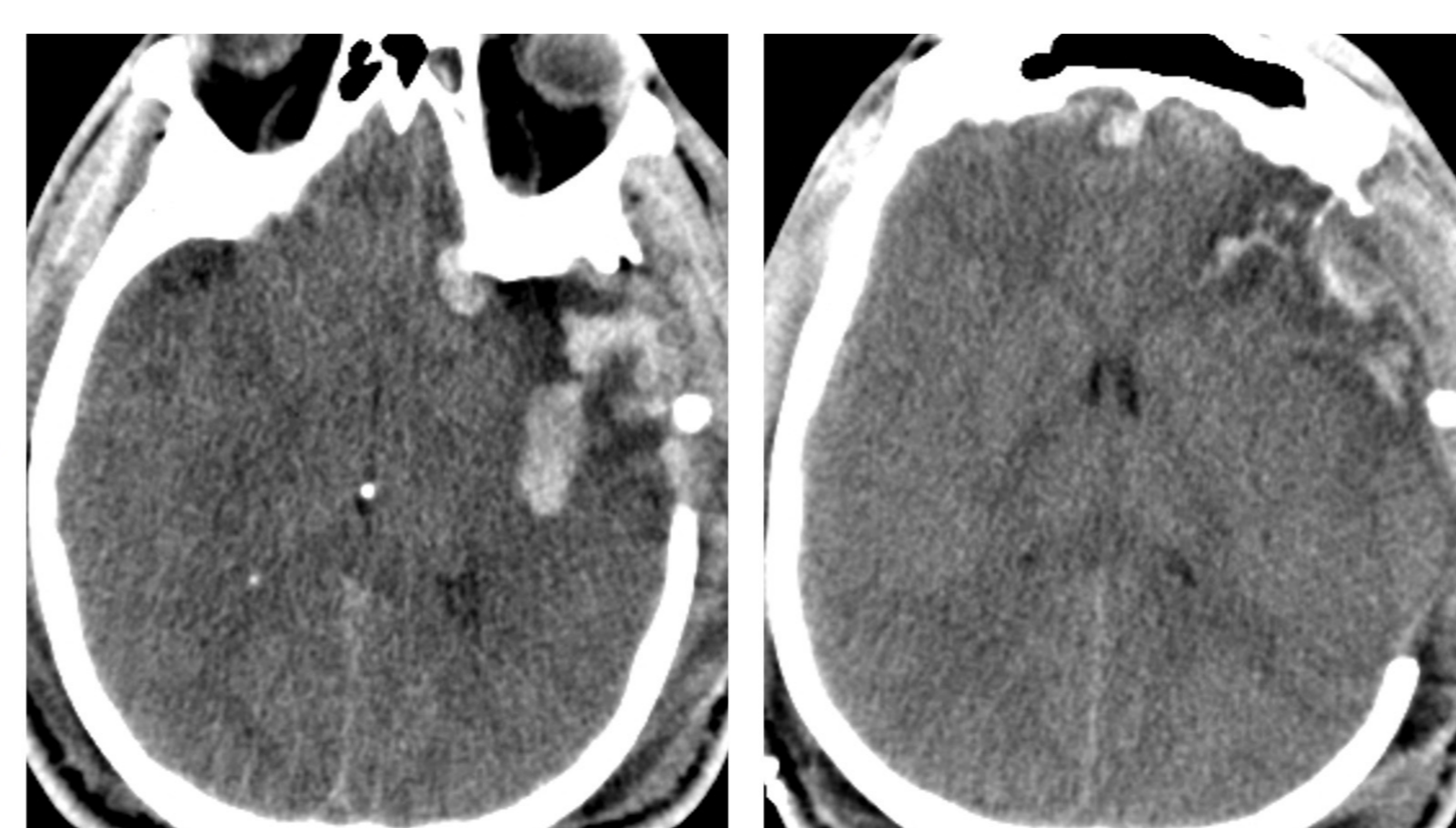
Debe realizarse TC craneal a todos los pacientes con GCS <13

Manejo quirúrgico; objetivo prevenir lesiones secundarias

Recomendación Clase I



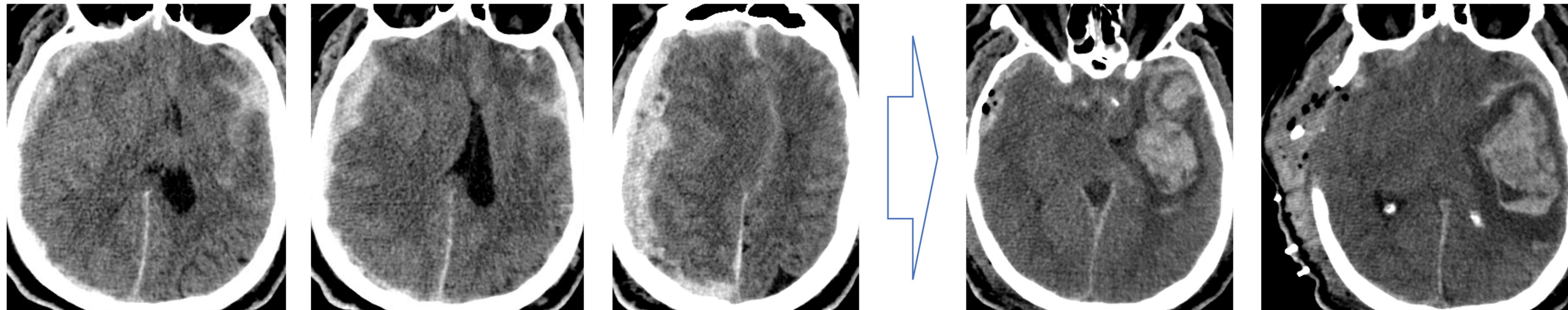
Qx hematoma subdural convexidad izquierda



>50% cambios en TC
(espontáneamente o tras cirugía)
Cambios importantes en **1^{as} 48 horas**

TC de control seriados de rutina
Mejor correlación con pronóstico que TC inicial

Factores asociados al crecimiento de la hemorragia cerebral traumática



TC de control tras craneotomía descompresiva

- Volumen inicial <5cc
- Compresión cisternal
- Craneotomía descompresiva
- Edad avanzada
- Caída como mecanismo lesional
- Múltiples hemorragias
- Hipoxia

Valor pronóstico TC inicial en TCE grave

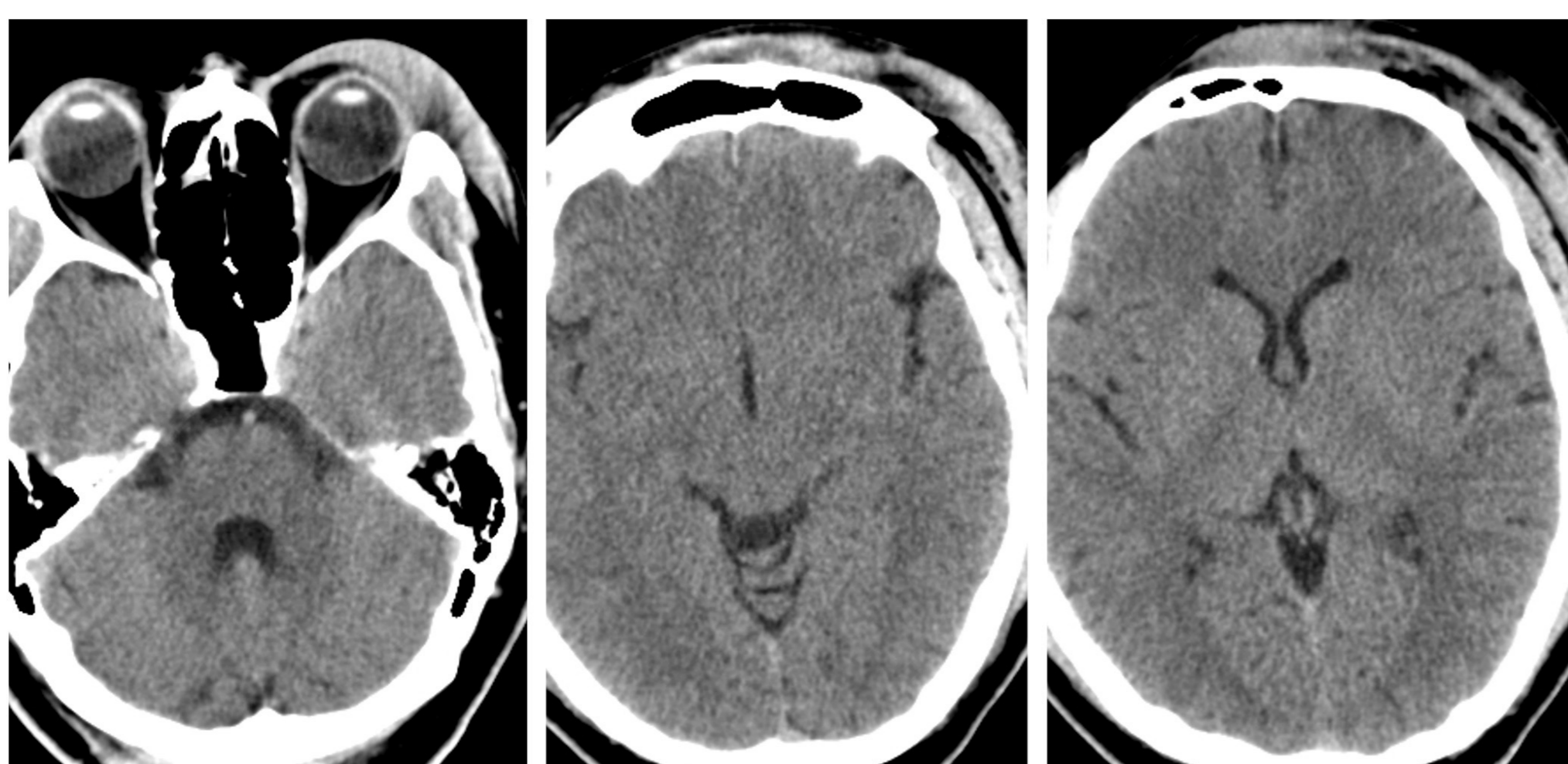
Clasificación de Marshall o TCDB

Predice mortalidad a los 6 meses

Identifica a los pacientes con mayor riesgo de desarrollo de HTIC y establece el pronóstico de los enfermos en cuanto al riesgo de muerte, buena o mala evolución, pero NO realiza una determinación pronostica más específica

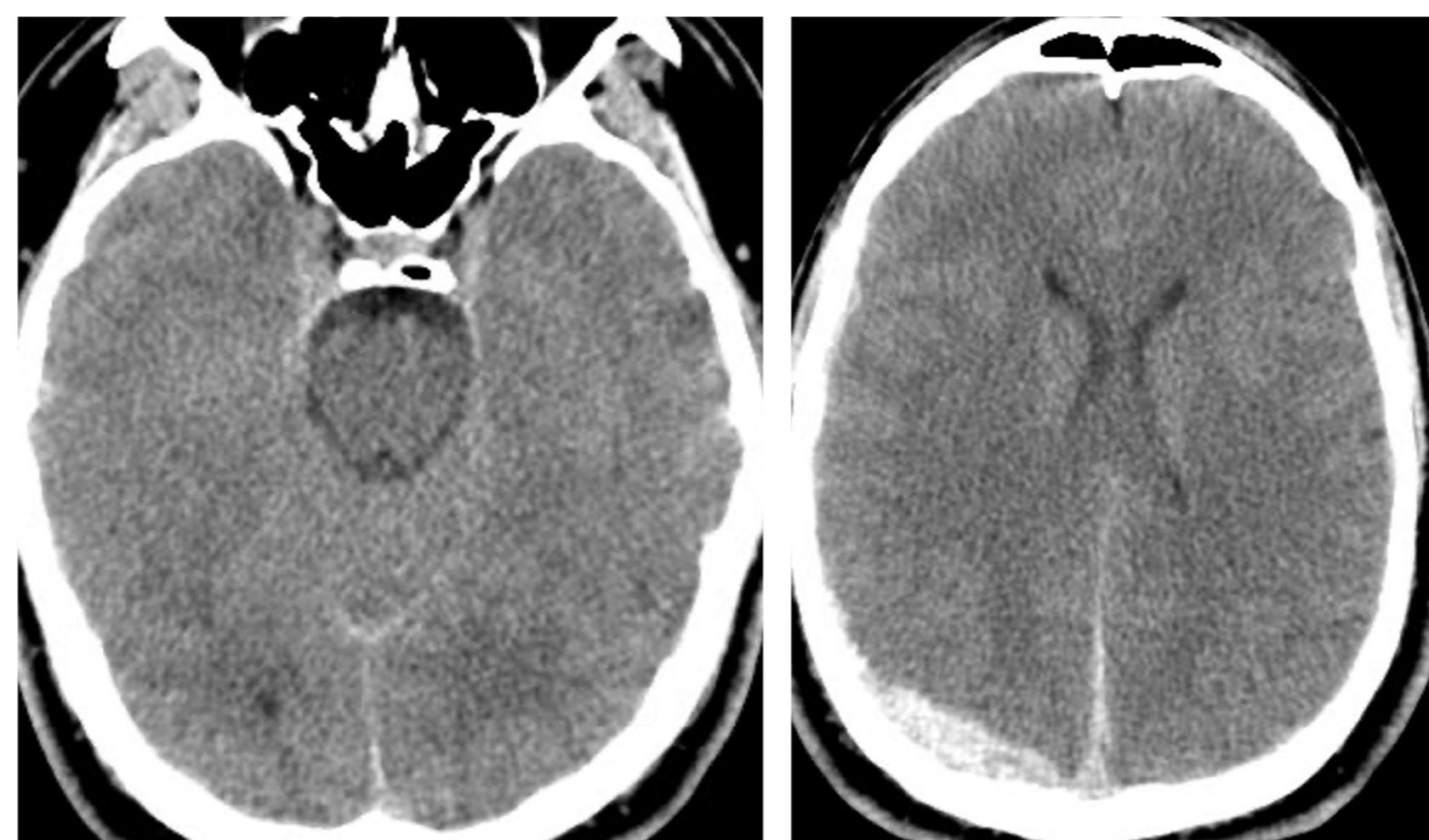
Lesión difusa tipo I

TC normal. NO lesiones visibles



Lesión difusa tipo II

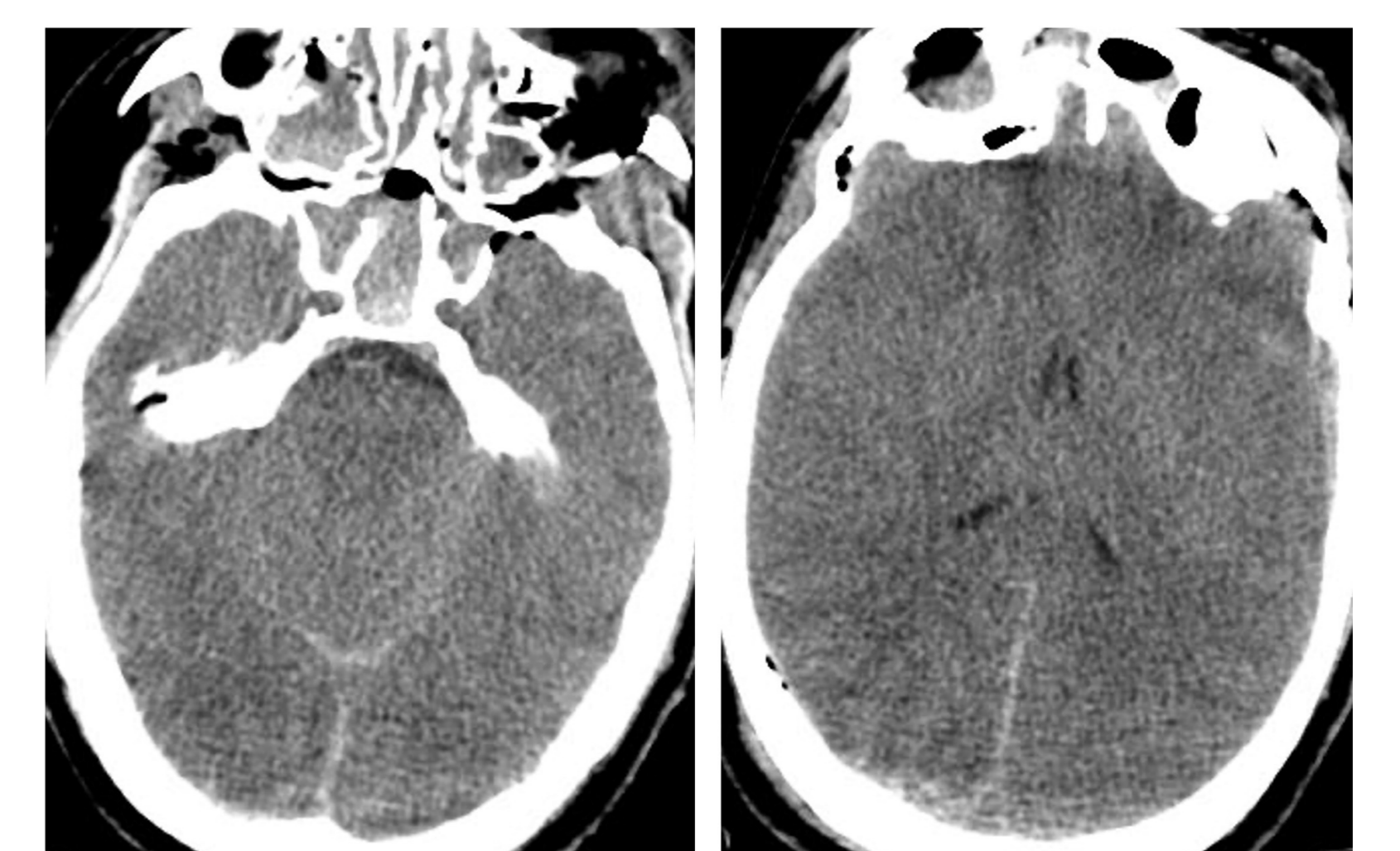
TC patológico; cisternas visibles
Desplazamiento de línea media 0-5mm
NO lesión de densidad alta o intermedia >25cc



Lesión difusa tipo III Swelling

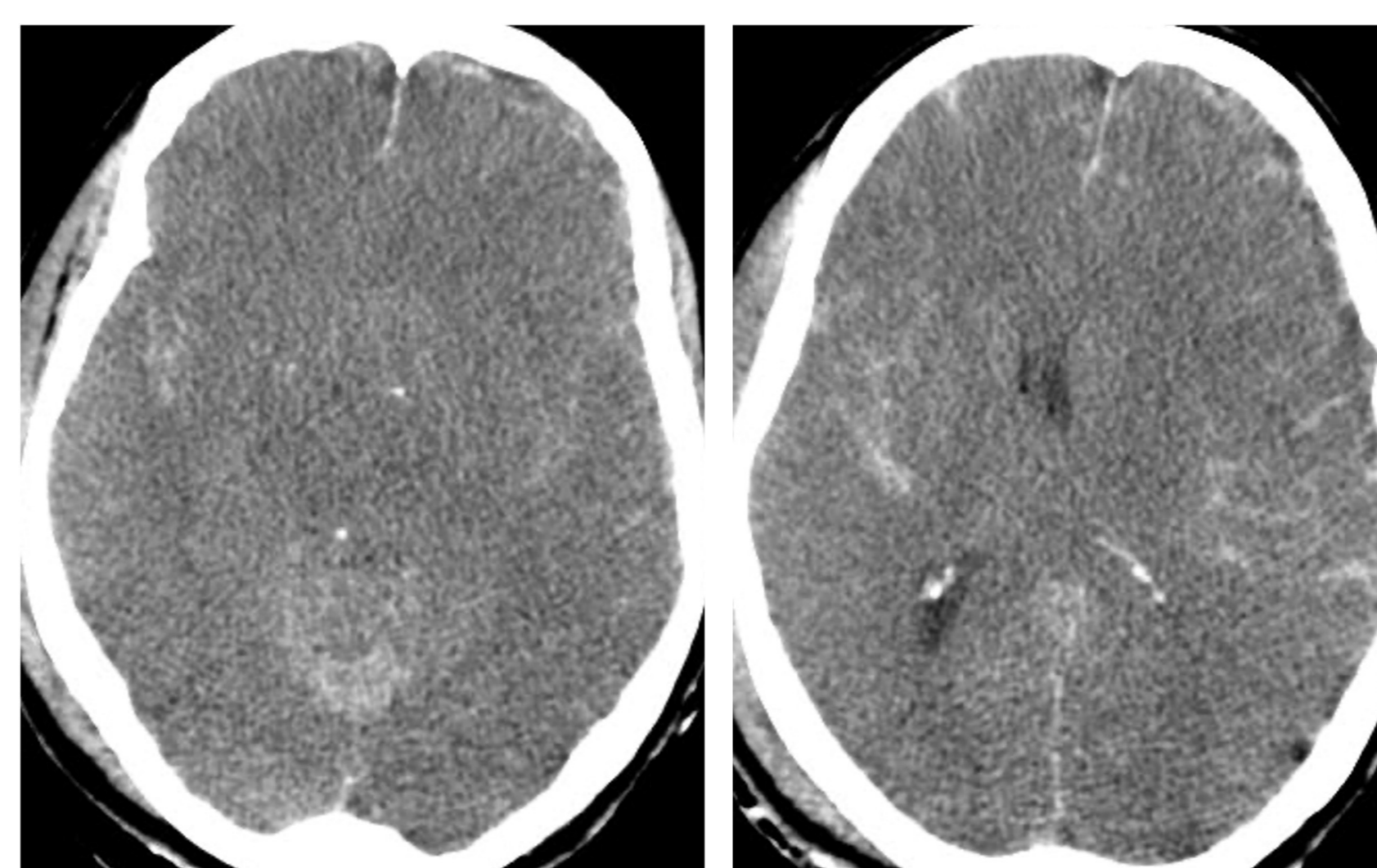
Cisternas comprimidas o ausentes

Desplazamiento de línea media 0-5 mm
NO lesión de densidad alta o intermedia >25 cc



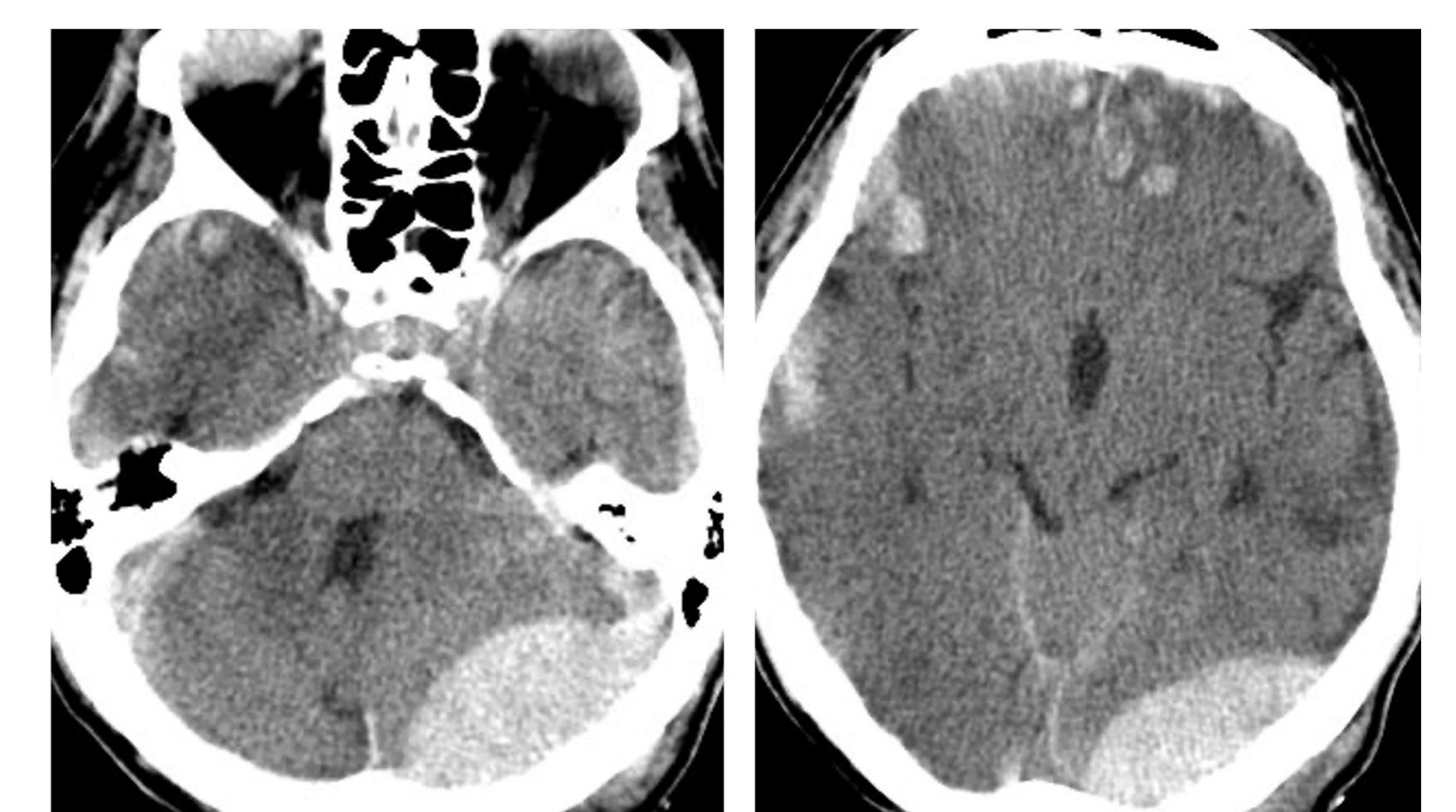
Lesión difusa tipo IV Swelling con desplazamiento

Cisternas comprimidas o ausentes
Desplazamiento de línea media >5mm
NO lesión de densidad alta o intermedia >25cc



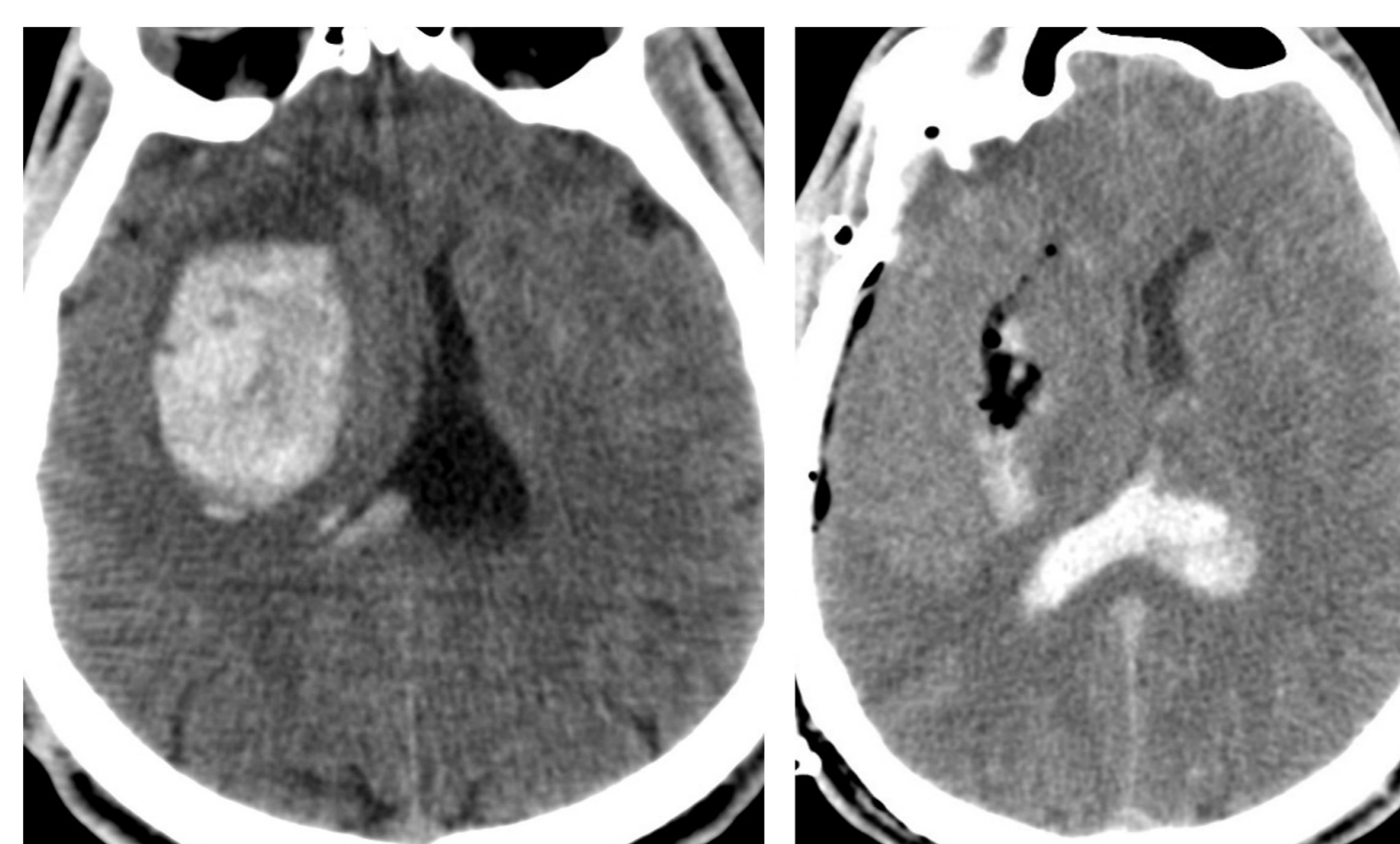
Lesión ocupante de espacio no drenada tipo VI

Lesión densidad alta o intermedia >25 cc
NO drenada quirúrgicamente



Lesión ocupante de espacio drenada tipo V

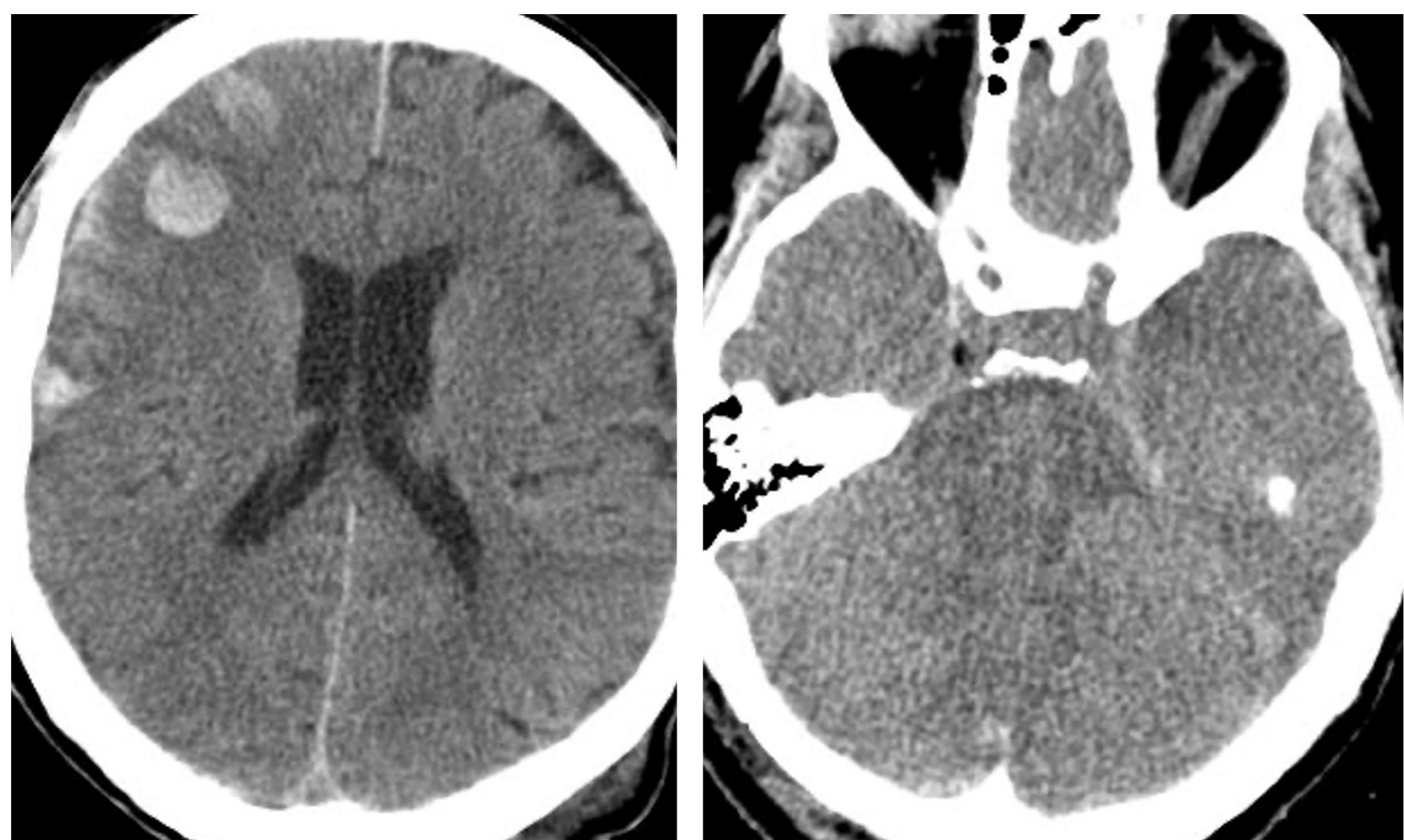
Cualquier lesión con densidad alta o intermedia >25 cc drenada quirúrgicamente



La clasificación de Marshall predice mortalidad a los 6 meses, pero no evalúa la hemorragia subaracnoidea (HSA) ni proporciona criterios de indicación quirúrgica

PROBLEMAS DE LA CLASIFICACIÓN DE MARSHALL (TCDB)

- NO describe el tipo de lesión
- NO evalúa HSA
- NO aporta un claro criterio en la indicación quirúrgica



Ambas clasificaciones empleadas para determinar el pronóstico en TCE grave

La clasificación de Rotterdam incluye la hemorragia intraventricular y la HSA, pero las lesiones hemorrágicas con efecto de masa se limitan al hematoma epidural

ROTTERDAM CT SCORE PARA EL TBI

En 2005 surge la clasificación de Rotterdam, que incluye la hemorragia subaracnoidea e intraventricular a los factores pronósticos previos de efecto de masa y desplazamiento de línea media

Cisternas basales

- 0: normal
- 1: comprimidas
- 2: ausentes

Desplazamiento línea media

- 0: ≤5 mm
- 1: >5 mm

Hematoma epidural

- 0: presente
- 1: ausente

Hemorragia intraventricular o HSA traumática

- 0: ausente
- 1: presente

Score 1: 0%

Score 2: 7%

Score 3: 16%

Score 4: 26%

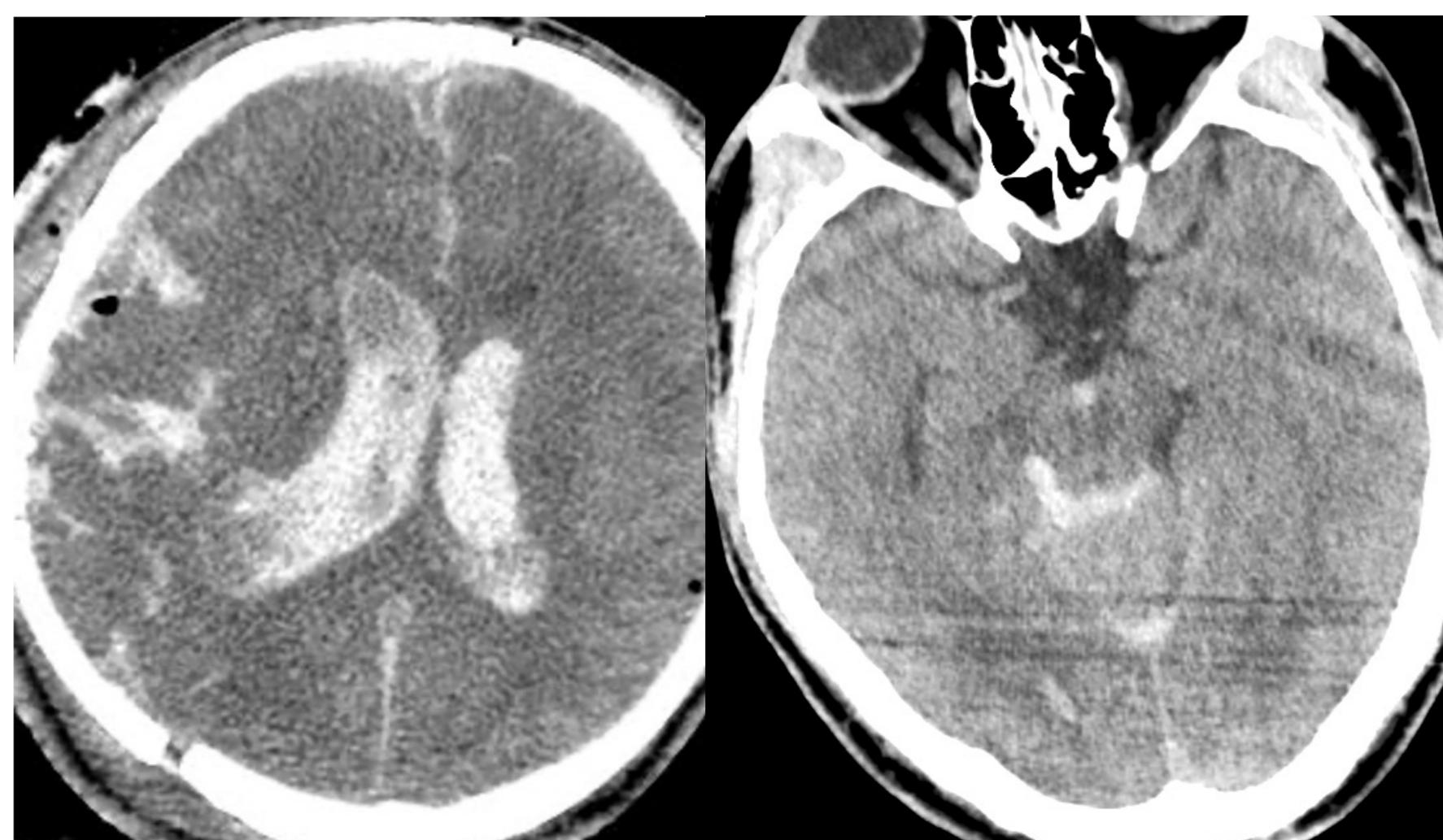
Score 5: 53%

Score 6: 61%

A mayor puntuación mayor probabilidad de muerte

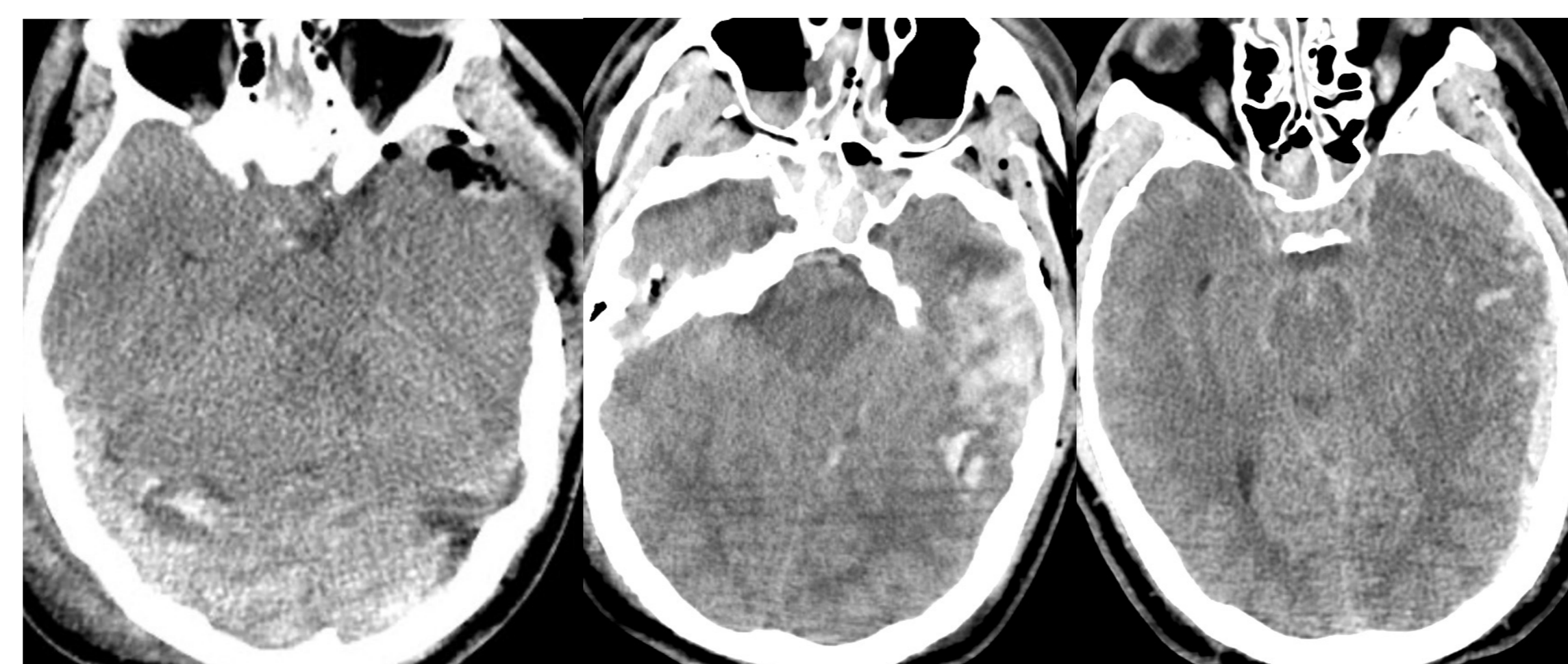
HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA

Indicador con valor predictivo independiente que duplica la probabilidad de muerte



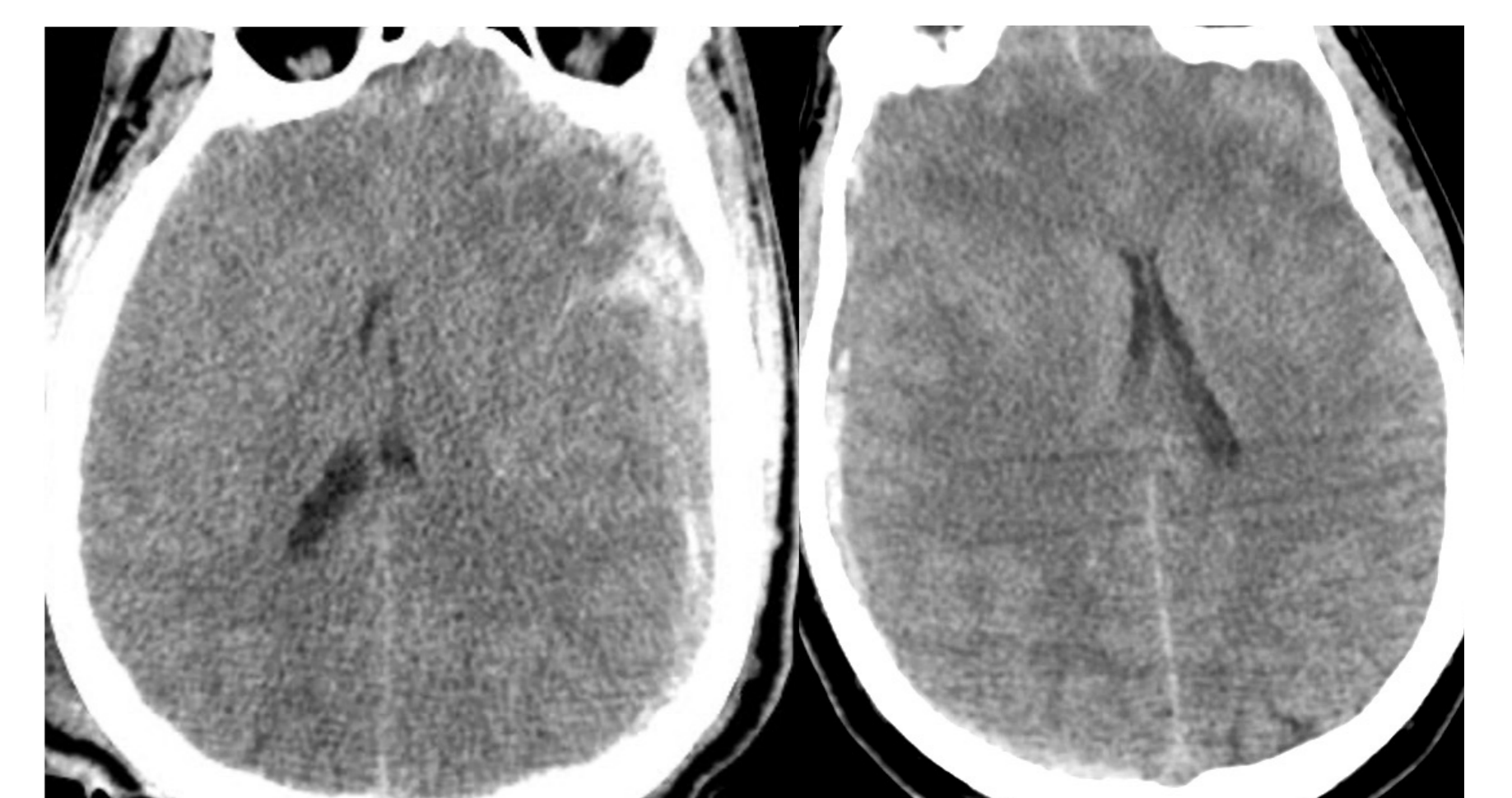
ESTADO DE LAS CISTERNAS BASALES

Comprimidas o no visibles
Mal resultado clínico
Multiplica x3 HTIC
x2 Mortalidad

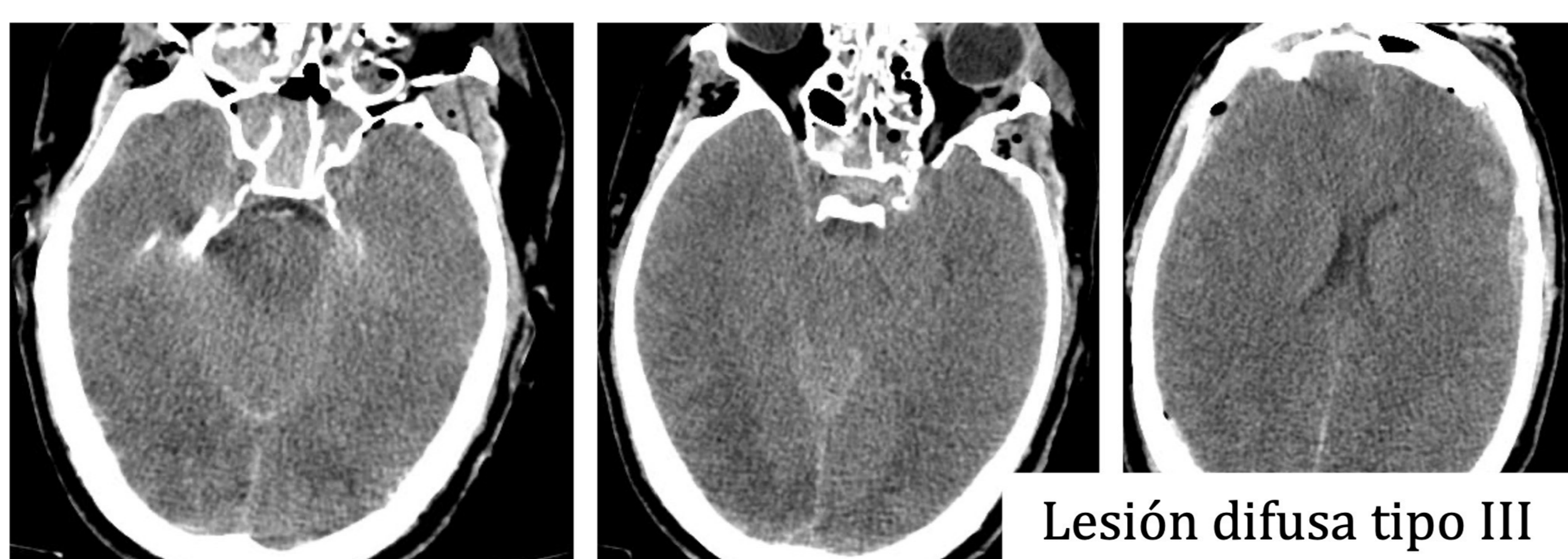


DESPLAZAMIENTO DE LÍNEA MEDIA

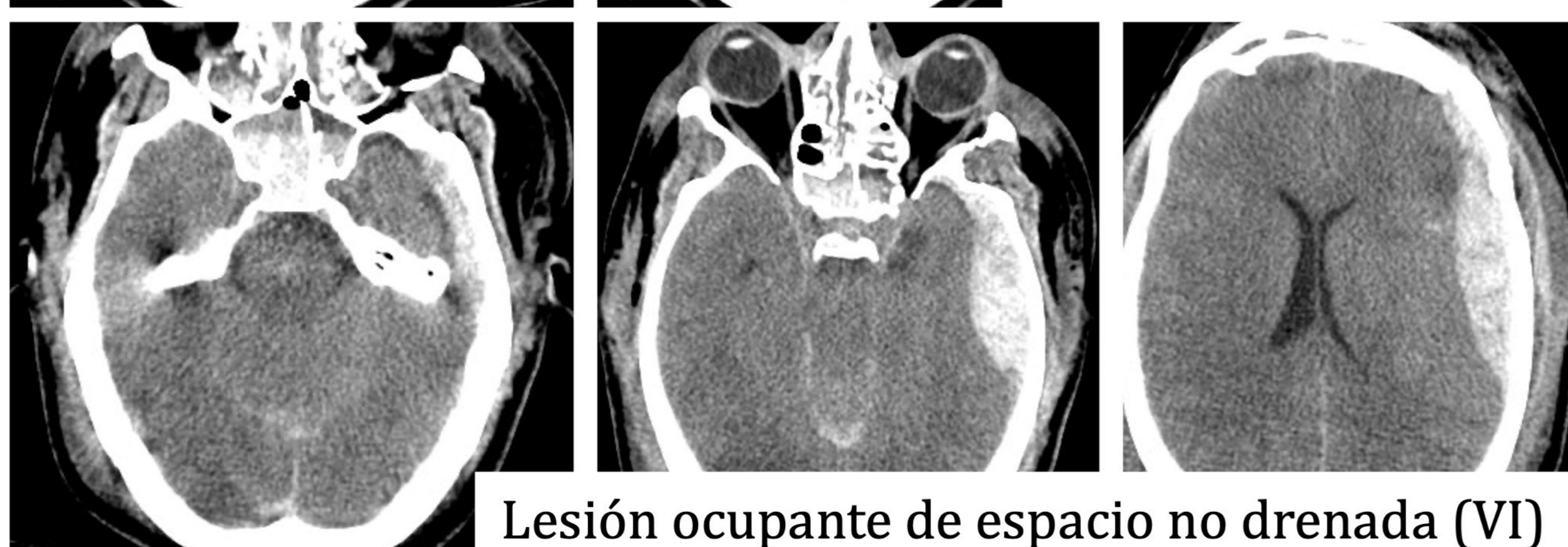
Relación inversa con el pronóstico
Indicador de HTIC
Daño neurológico por cono de presión



Aprox. 20% de pacientes con **lesión difusa tipo II, III o IV** van a desarrollar cambios en TC de control

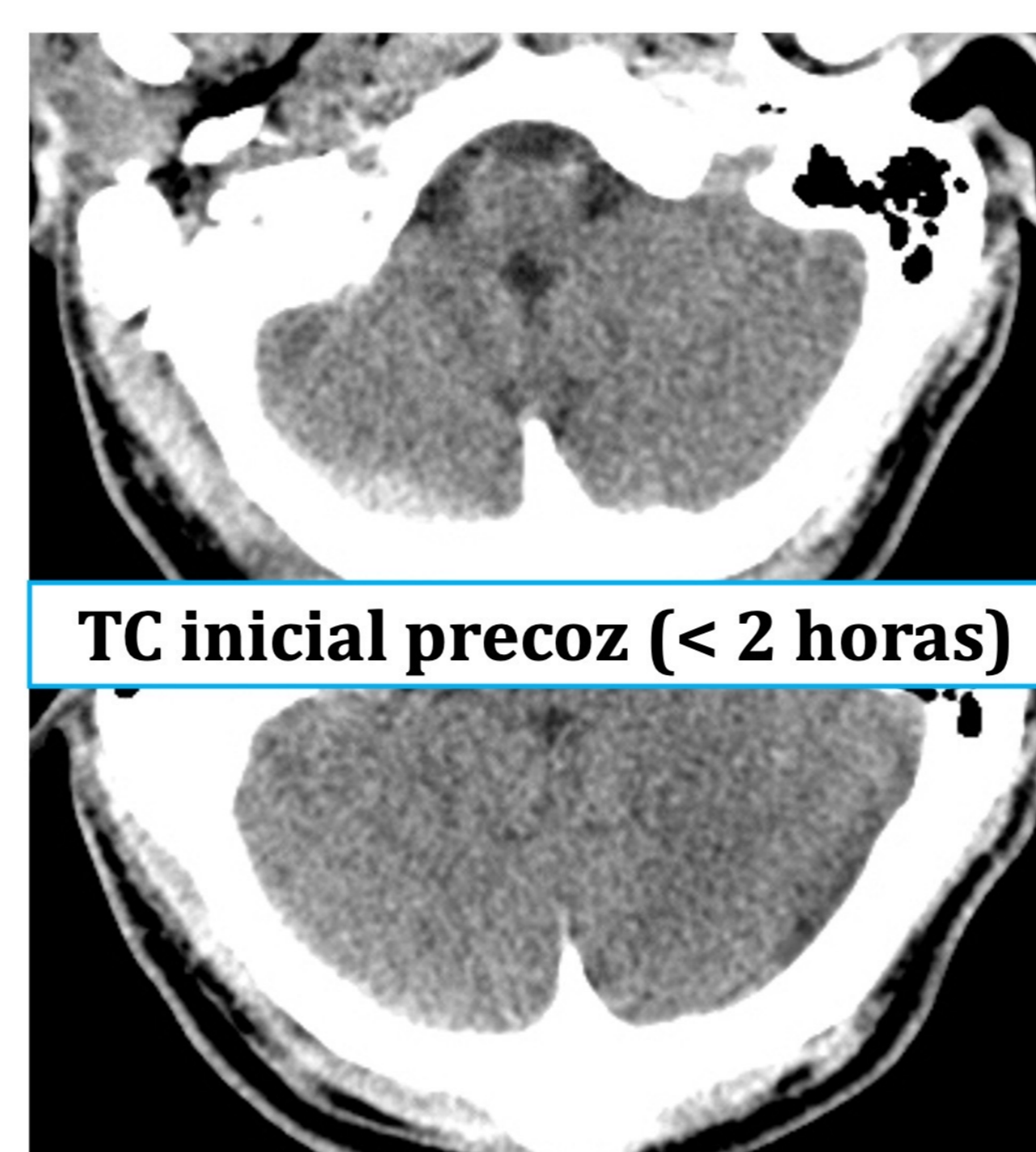


Lesión difusa tipo III

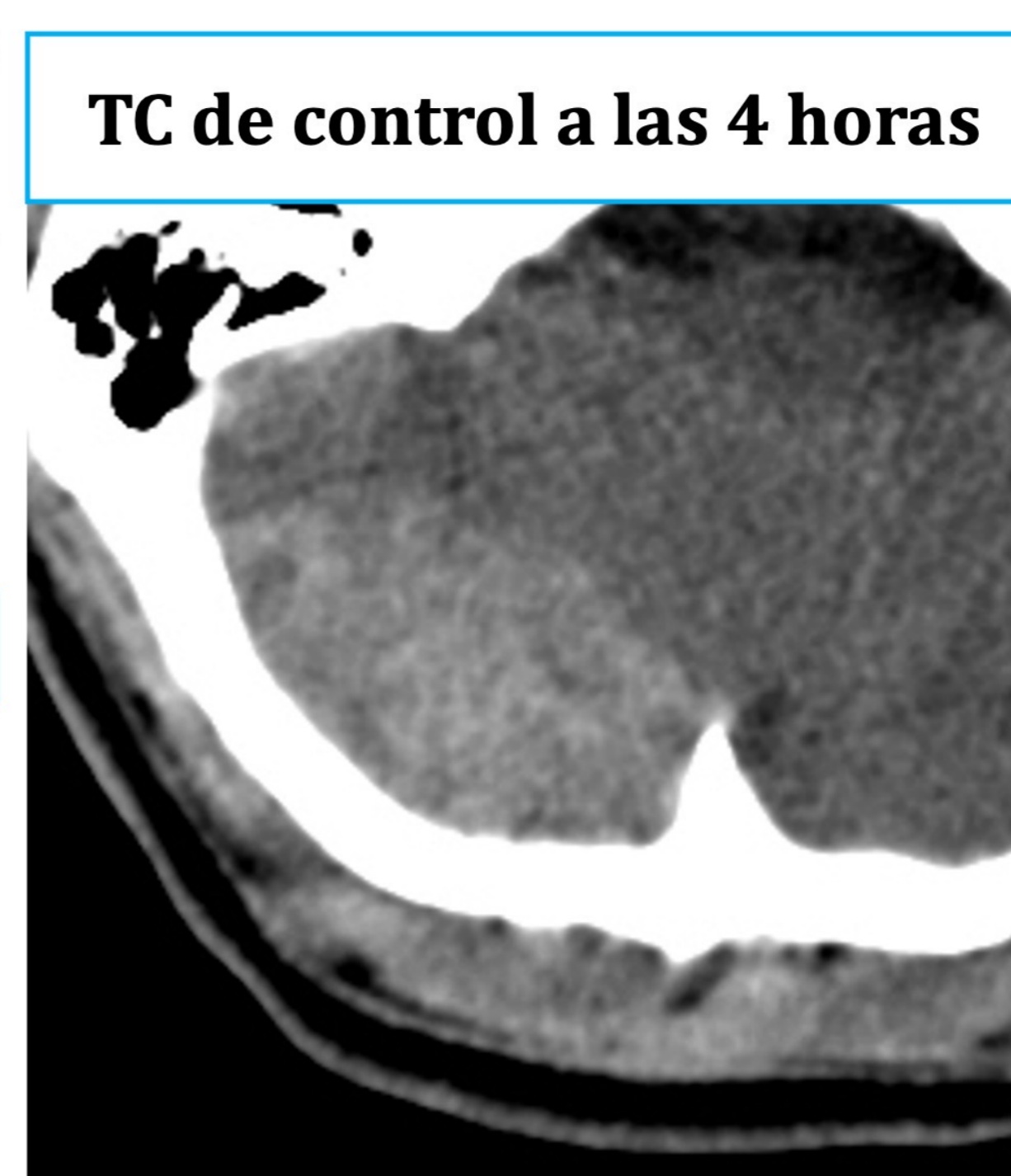


Lesión ocupante de espacio no drenada (VI)

Progresión de la lesión normalmente sucede entre **6-9 horas tras el TCE** y es mayor si la TC inicial se realiza en las **2 primeras horas**



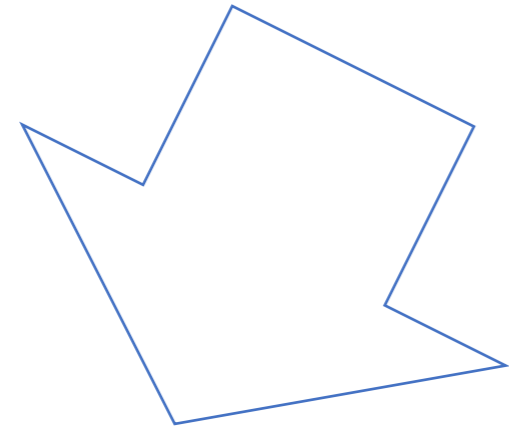
TC inicial precoz (< 2 horas)



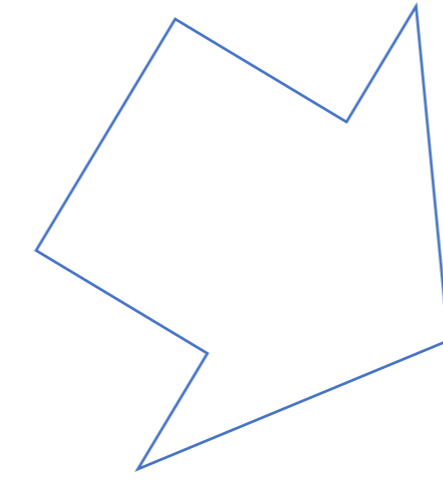
TC de control a las 4 horas

Si la primera **TC es muy precoz** (dentro de las 2 primeras horas tras el TCE): **REPETIR TC EN LAS SIGUIENTES 6 HORAS** (sobre todo si alteraciones en la coagulación)

¿Cuándo sospechar una lesión vascular?

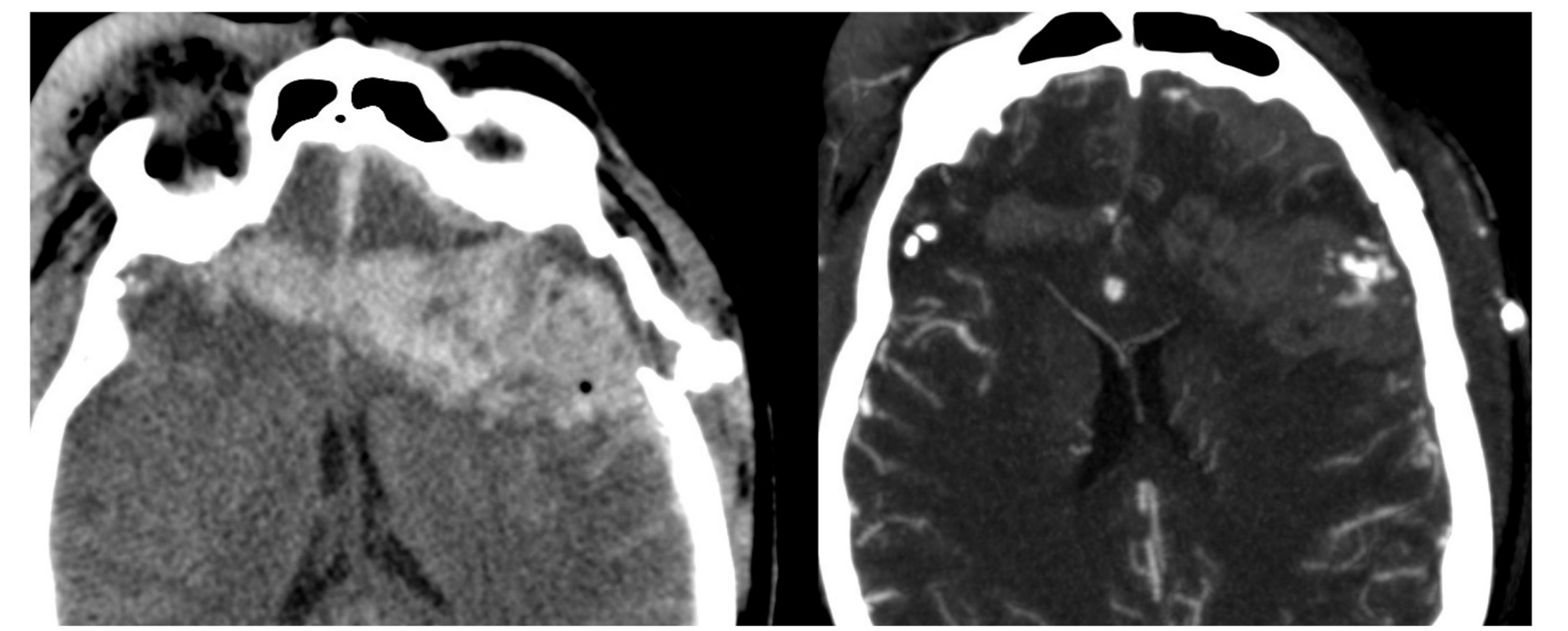
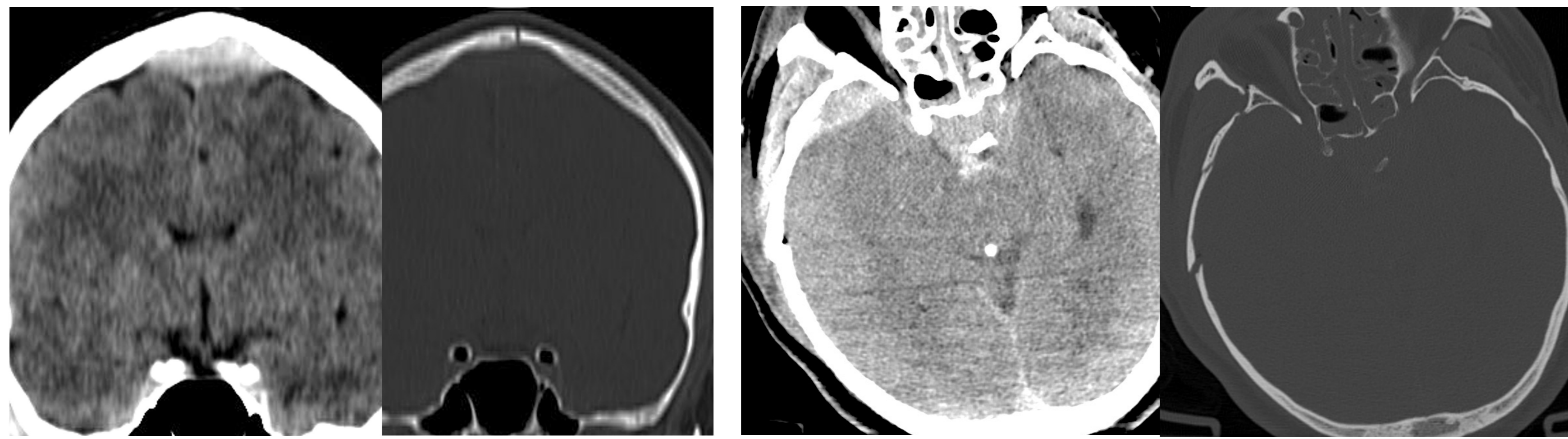


Angio-TC
Angio-RM



- Trauma penetrante
- Línea de fractura que atraviesa el canal carotídeo
- Vasoespasmo post-traumático
- Déficit neurológico no explicable por pruebas de imagen convencionales
- Patrón de hemorragia atípico para TCE

Fractura que atraviesa senos derales (trombosis o hematomas epidurales de origen venoso)

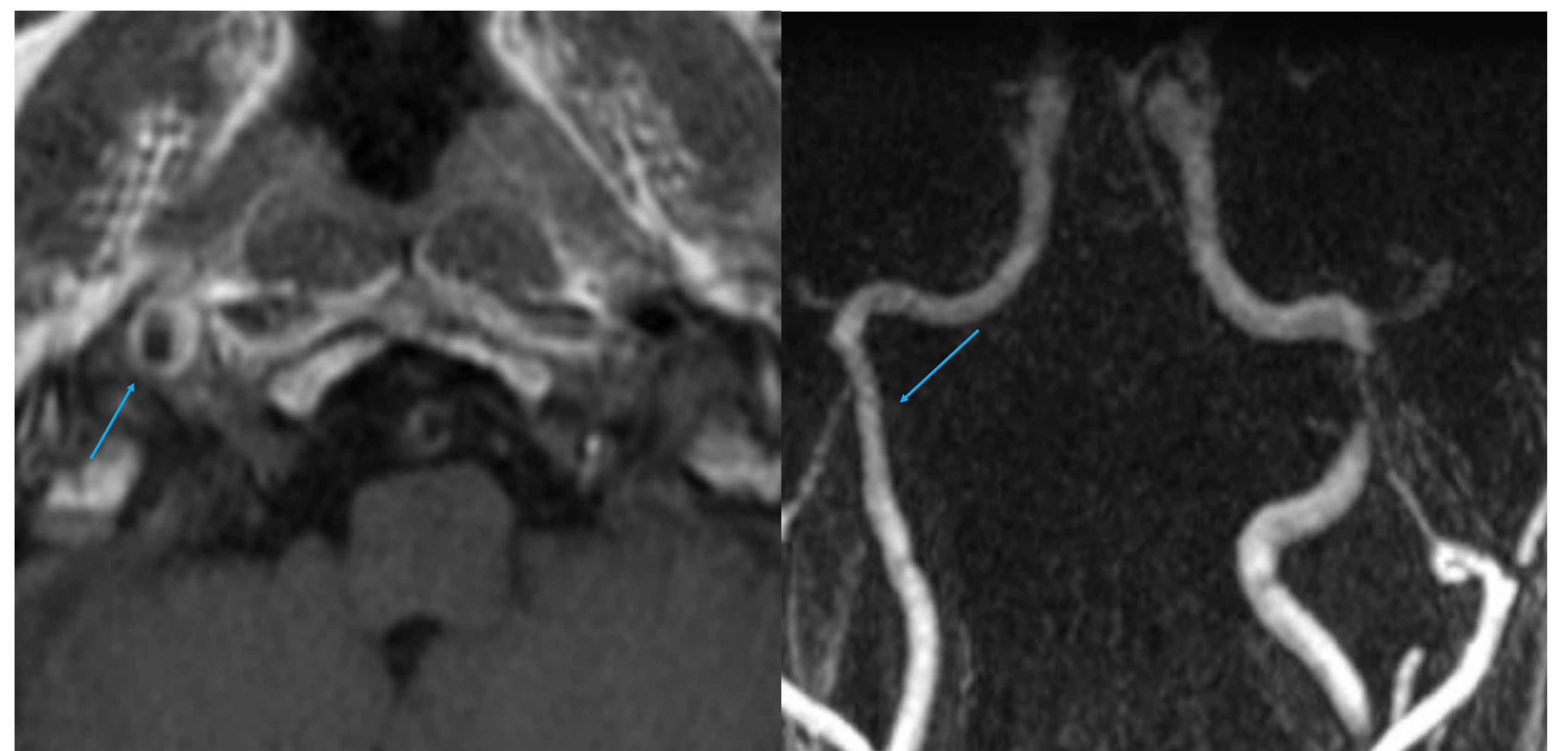


Tipos de lesiones vasculares traumáticas Poco frecuentes, 0,8-1.7%

• **Diseción arterial craneocervical**

Fractura atraviesa la base craneal

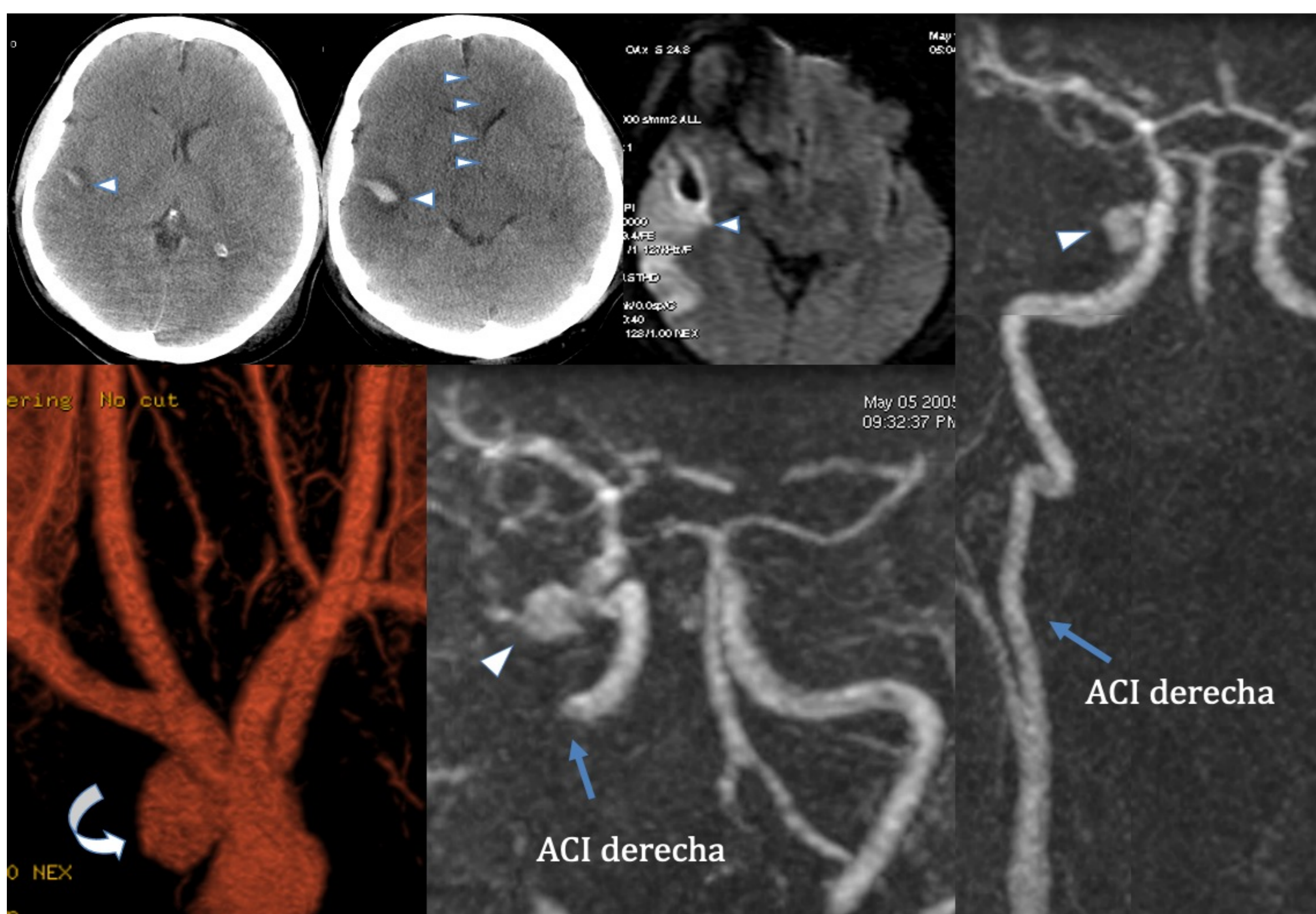
1. Segmento cervical de ACI** (inmediatamente por debajo del canal petroso)
2. Segmento V3 de las Arterias vertebrales (C1-C2)
3. Disecciones traumáticas intracraneales: segmento V4 de Arterias vertebrales



Diseción de la Arteria carótida interna derecha con hematoma intramural. Hematoma subintimal en el segmento cervical de la ACI derecha. La ANGIO-RM dinámica con contraste muestra una reducción del calibre arterial secundaria a la disección carotídea

• **Pseudoaneurisma**

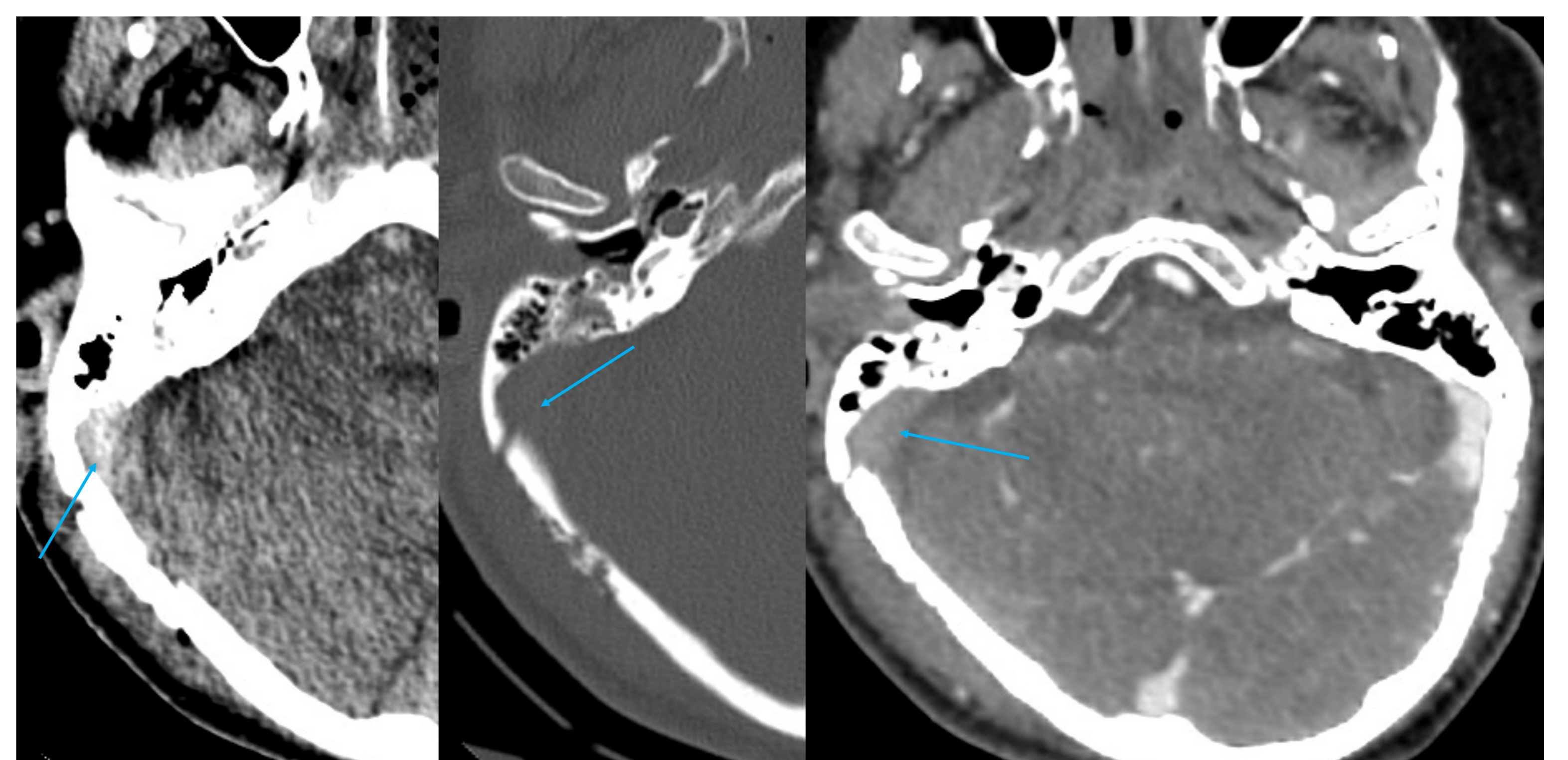
1º A. vertebral y 2º A. cerebral anterior



Pseudoaneurisma de la Arteria carótida interna derecha con infarto venoso La TC sin contraste muestra un borramiento de surcos en la convexidad derecha con hemorragia y desplazamiento de la línea media; corresponde a un infarto hemorrágico en la secuencia de difusión. La ANGIO-RM dinámica con contraste muestra 2 pseudoaneurismas traumáticos en ACI y tronco braquiocefálico derechos.

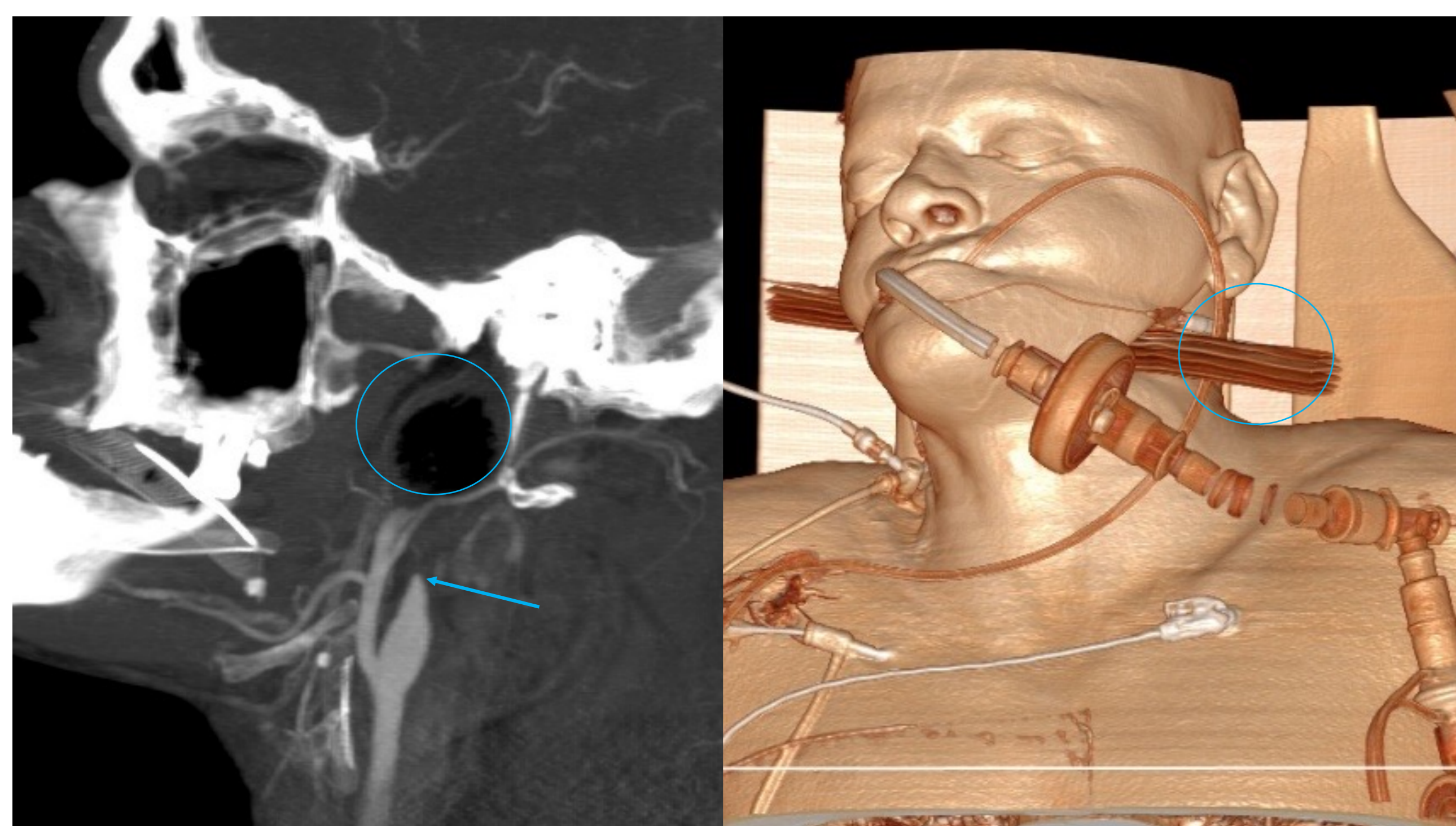
• **Trombosis venosa**

Fractura atraviesa un seno dural o el bulbo de la yugular)



Fractura del peñasco con trombosis del seno sigmoide derecho. Hiperdensidad del seno dural en TC sin contraste. ANGIO-TC intracraneal con defecto de repleción compatible con trombosis del seno sigmoide derecho 2ª a fractura no desplazada del peñasco

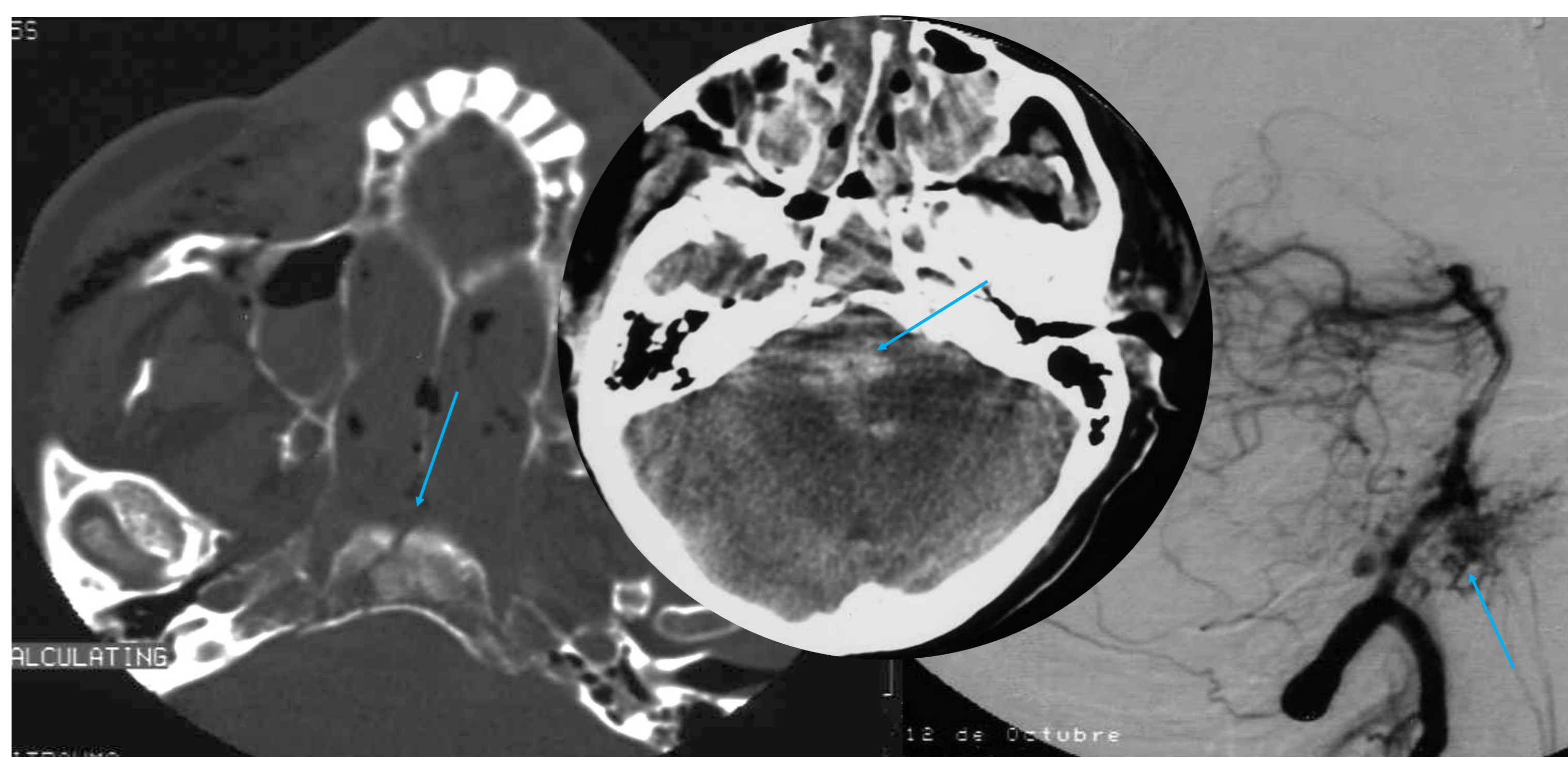
• **Oclusión vascular**



Oclusión traumática de ACI derecha

Estrechamiento y oclusión distal de la arteria carótida interna secundaria a un cuerpo extraño de madera que atraviesa el cuello del paciente

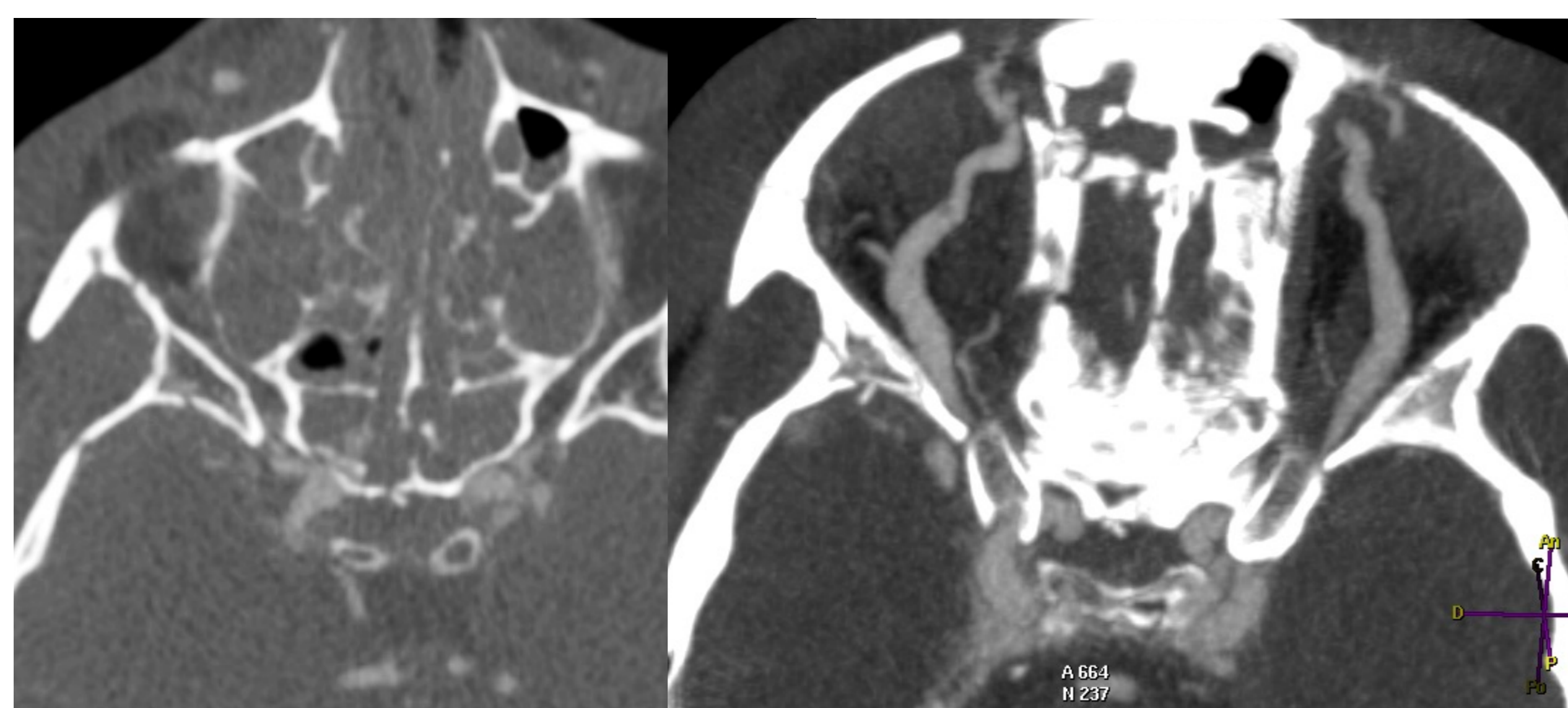
• **Extravasación aguda**



Hemorragia subaracnoidea secundaria a rotura de la Arteria vertebral derecha

Fractura compleja facial y de base del cráneo con hemorragia subaracnoidea en fosa posterior secundaria a rotura traumática de la arteria vertebral derecha con extravasado de contraste en la angiografía por sustracción digital

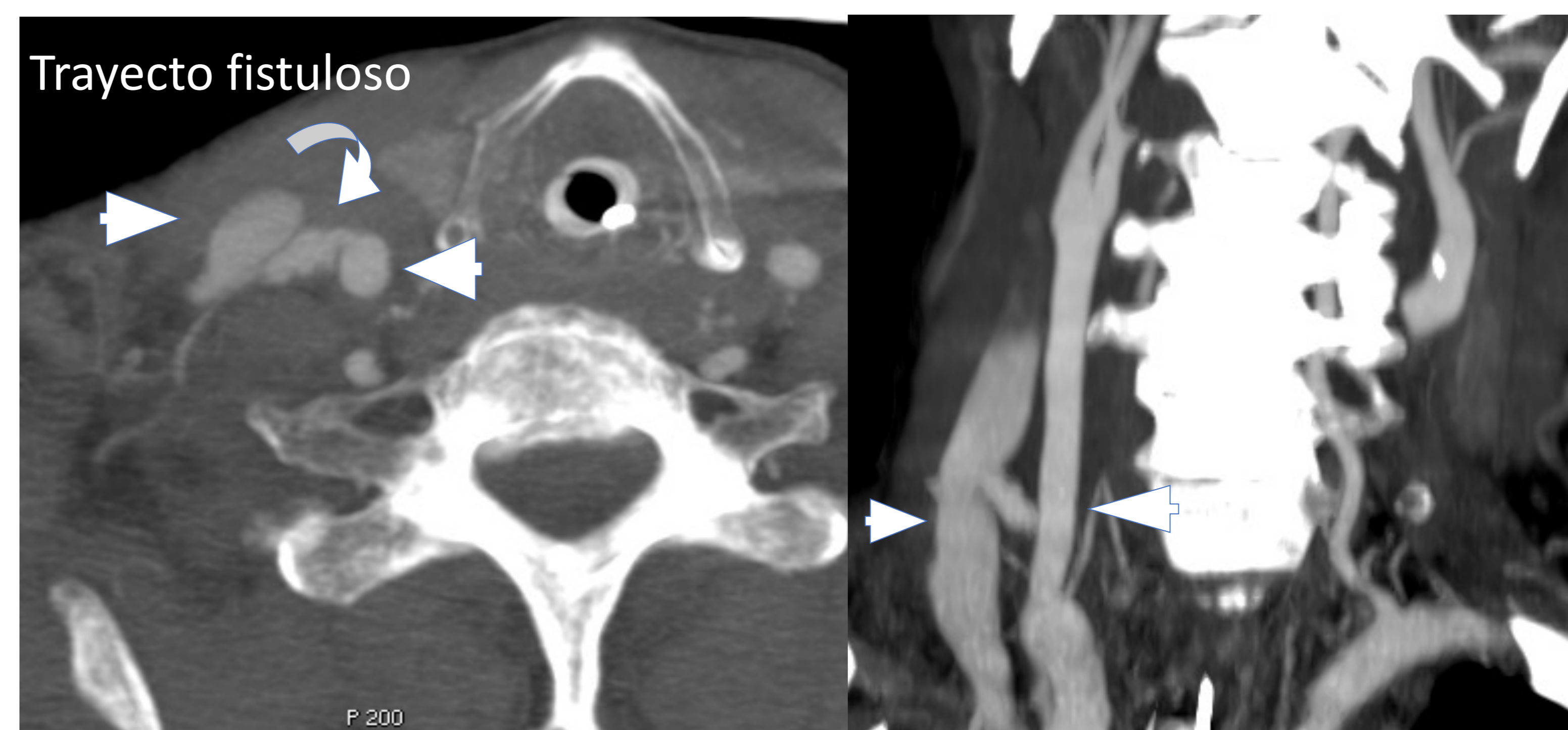
• **Fístula carótido-cavernosa**



Fístula carótido-cavernosa traumática

Fractura facial compleja con dilatación de ambas venas oftálmicas superiores secundaria a fístula carótido-cavernosa traumática bilateral

• **Fístula arteriovenosa**



Fístula arteriovenosa traumática

Traumatismo penetrante con trayecto fistuloso que conecta la vena yugular con la arteria carótida común. La fístula carótido-yugular es una conexión anormal entre la arteria carótida y/o sus ramas y la vena yugular

Lesiones traumáticas primarias

Hematoma epidural

Origen arterial 90-95% Región del pterion y fosa craneal media

Origen venoso 5-10%

- Temporal anterior 2º lesión del plexo esfenoparietal
- Vértex 2º a lesión del SLS
- Fosa posterior
- Menos frecuente retroclival 2º a lesión plexo venoso basilar en fracturas de clivus



Hematoma subdural

Rotura venas puente

Lesión traumática de la aracnoides: acumulación LCR en espacio subdural

HIGROMA SUBDURAL

A los 9 días tras el TCE

- Hematomas con nivel hematocrito en coagulopatías
- Componente mixto en subdurales 2º mezcla de LCR y hemorragia
- Hipodensidad central (signo del remolino) en hemorragia activa



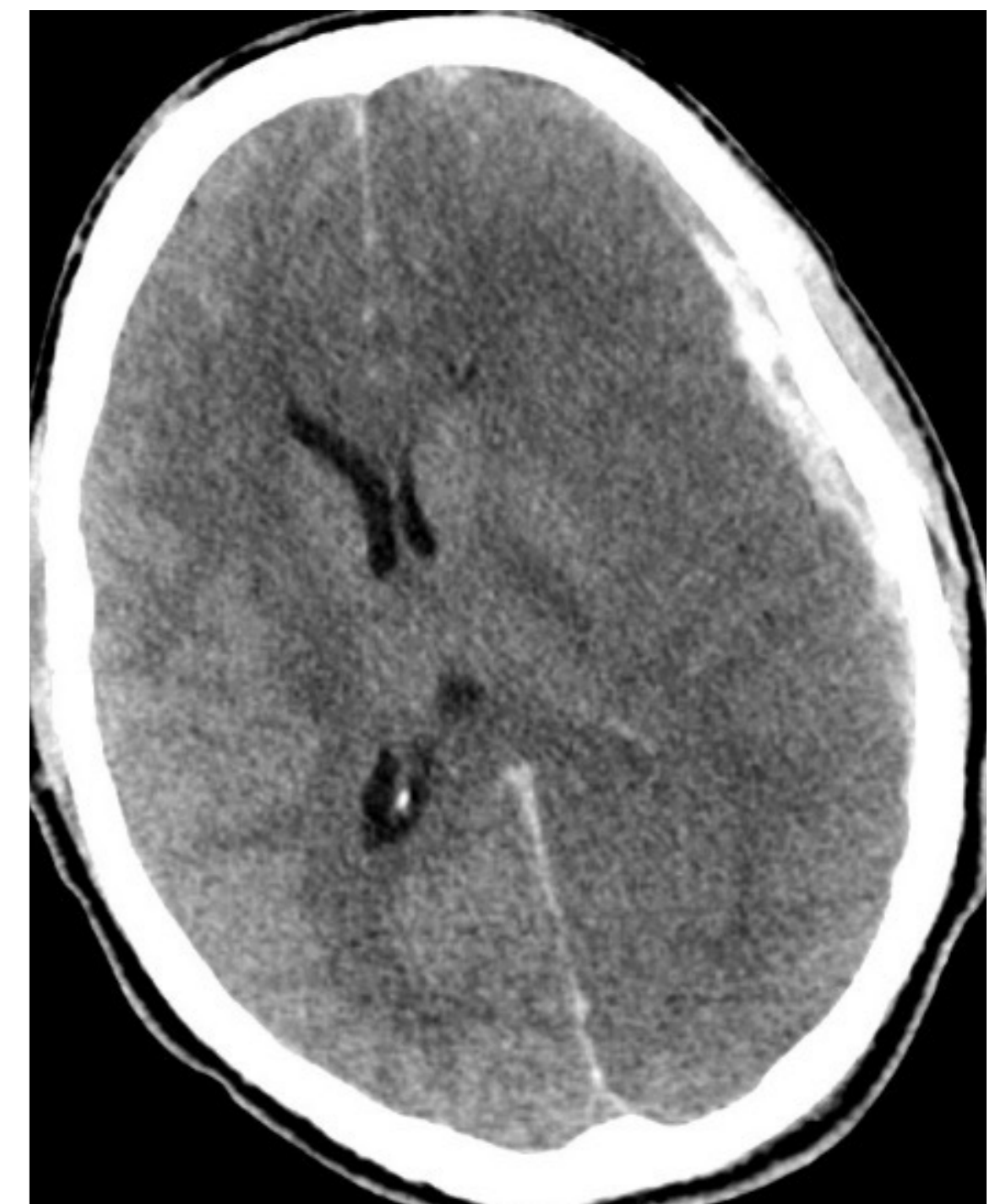
Swelling asociado a hematomas subdurales en pacientes jóvenes

Sistema trigeminal relación entre las hemorragias subdurales laminares, especialmente en jóvenes, y la inflamación del parénquima cerebral subyacente

Fibras nerviosas originadas en células ganglionares del trigémino 1º sensores en TCE
A través de inervación colateral de vasos sanguíneos (intracraneales y duros) son capaces de provocar respuesta vasoactiva e inflamación cerebral

Swelling que no respeta territorios arteriales ni venosos

No afectación de la fosa posterior ni de la sustancia gris profunda



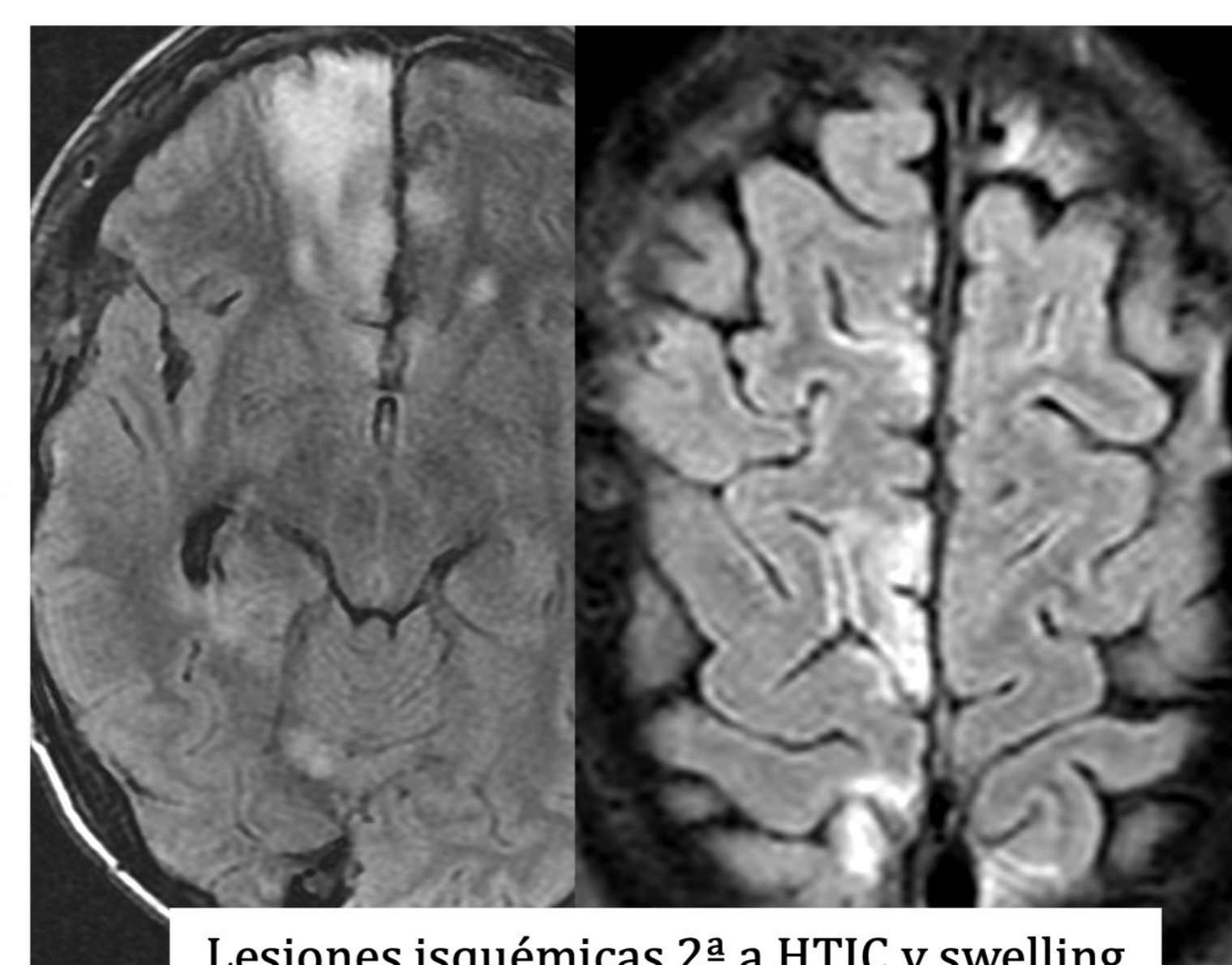
Varón de 16 años
Politraumatismo



7 días
PIC alta



Craniectomía
descompresiva



Lesiones isquémicas 2ª a HTIC y swelling

Hemorragia subaracnoidea

Secundaria a rotura de venas corticales o 2ª a contusiones hemorrágicas
Localización más frecuente: surcos de la convexidad



HSA en cisternas interpeduncular o perimesencefálica
Lesión traumática del tronco cerebral

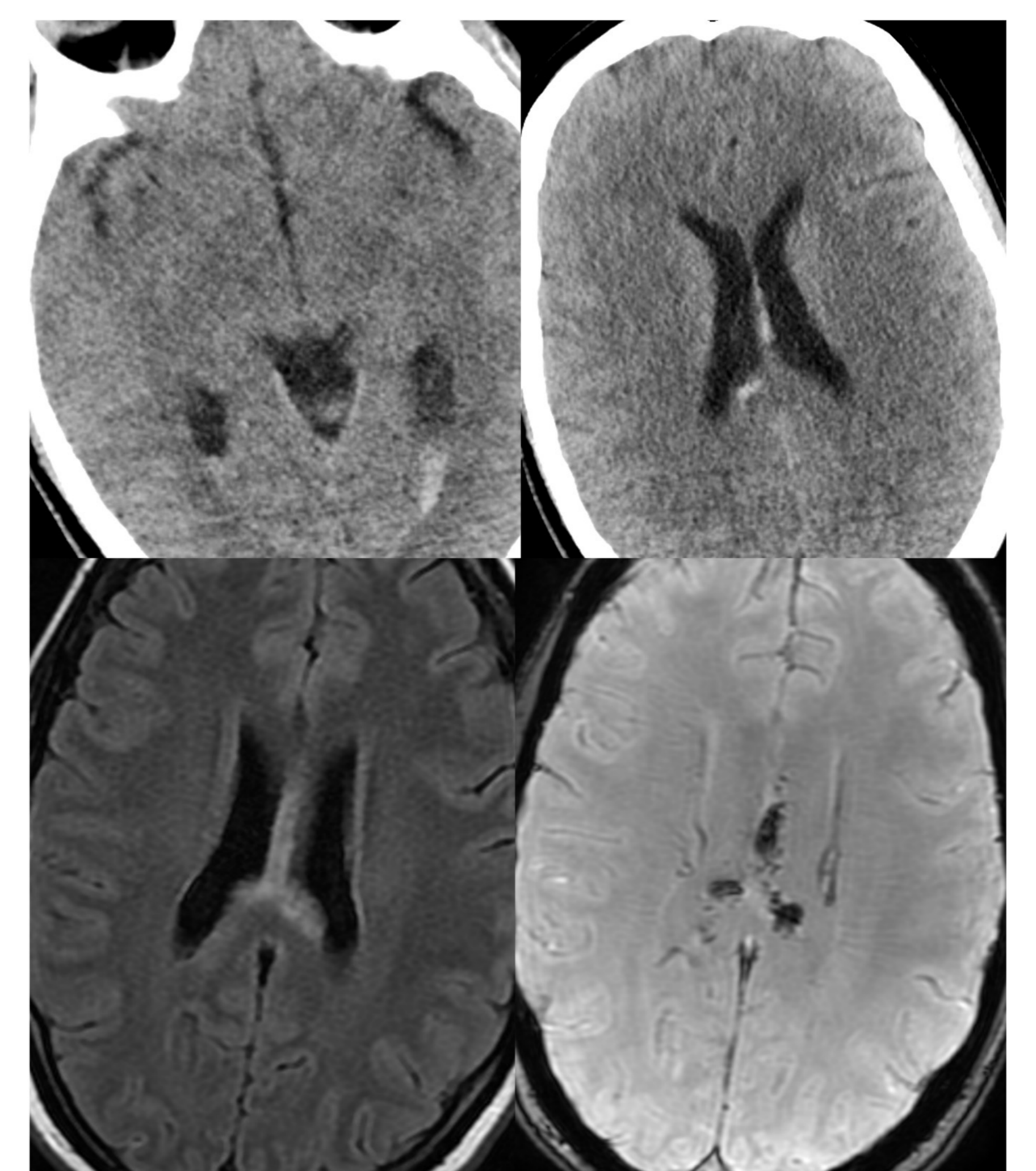
Hemorragia intraventricular (2ª a redistribución de HSA, extensión hematoma parenquimatoso o **lesión venas subependimarias**)

↓

MARCADOR DE LESIÓN AXONAL DIFUSA

↑

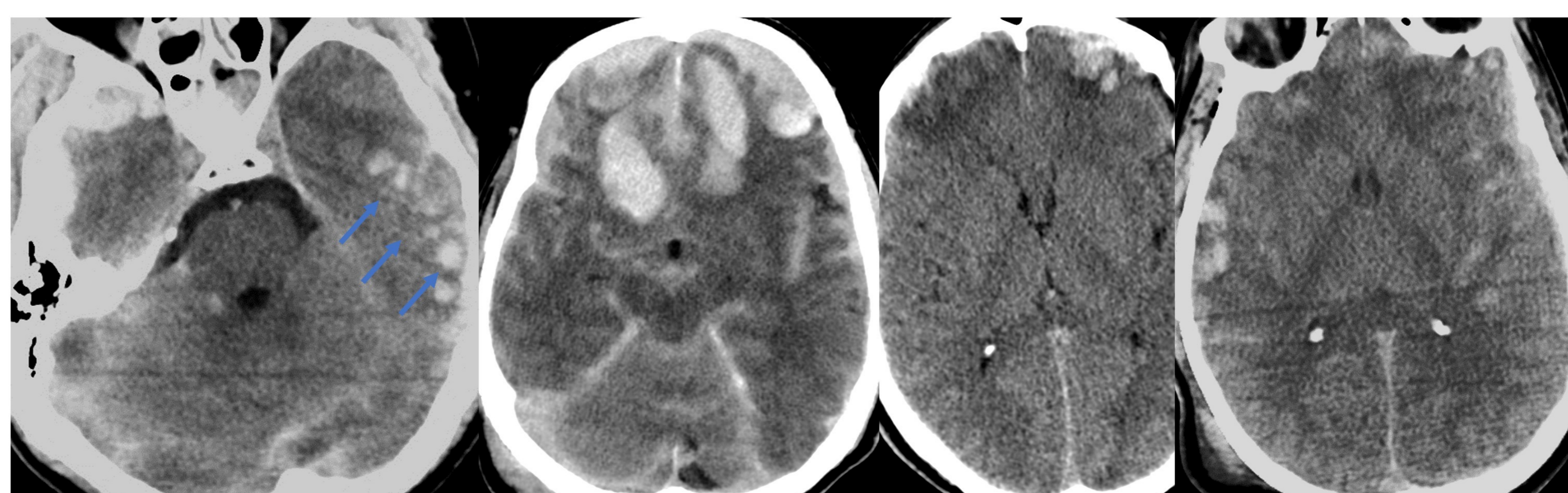
HSA en línea media
(cisura interhemisférica o perimesencefálica)
TC inicial



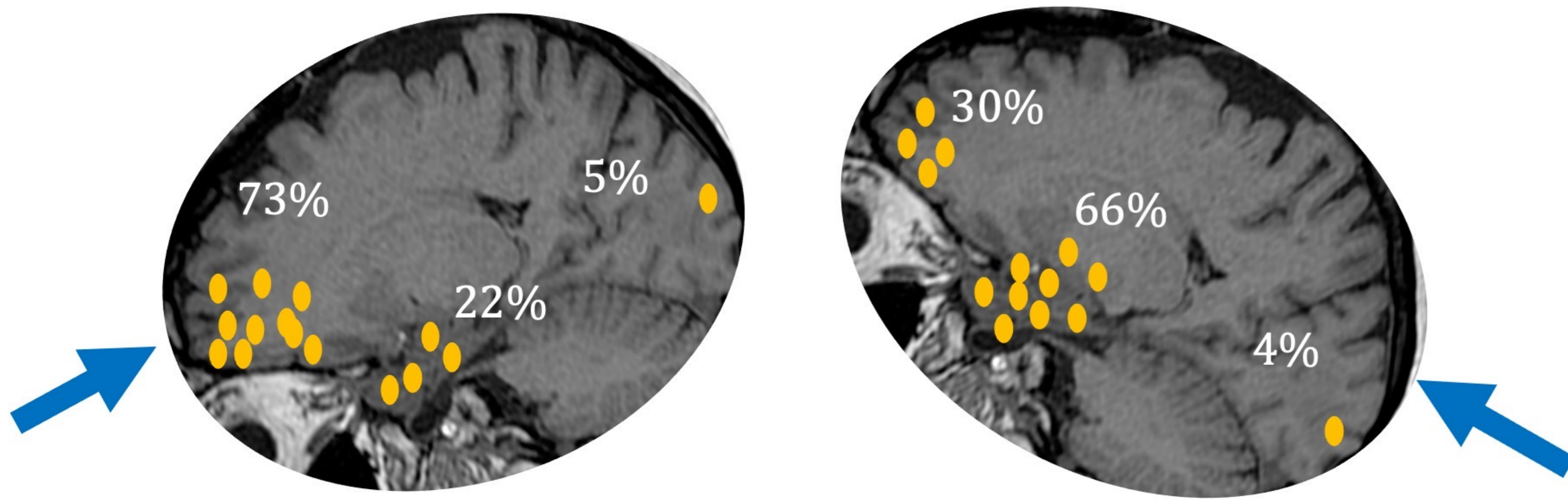
Riesgo de vasoespasmo: TCE grave: 30-40%;
7-10 días tras el trauma

Contusiones corticales

Lesión traumática intraparenquimatosa más frecuente
Secundaria a impacto contra el diploe, la hoz y el tentorio



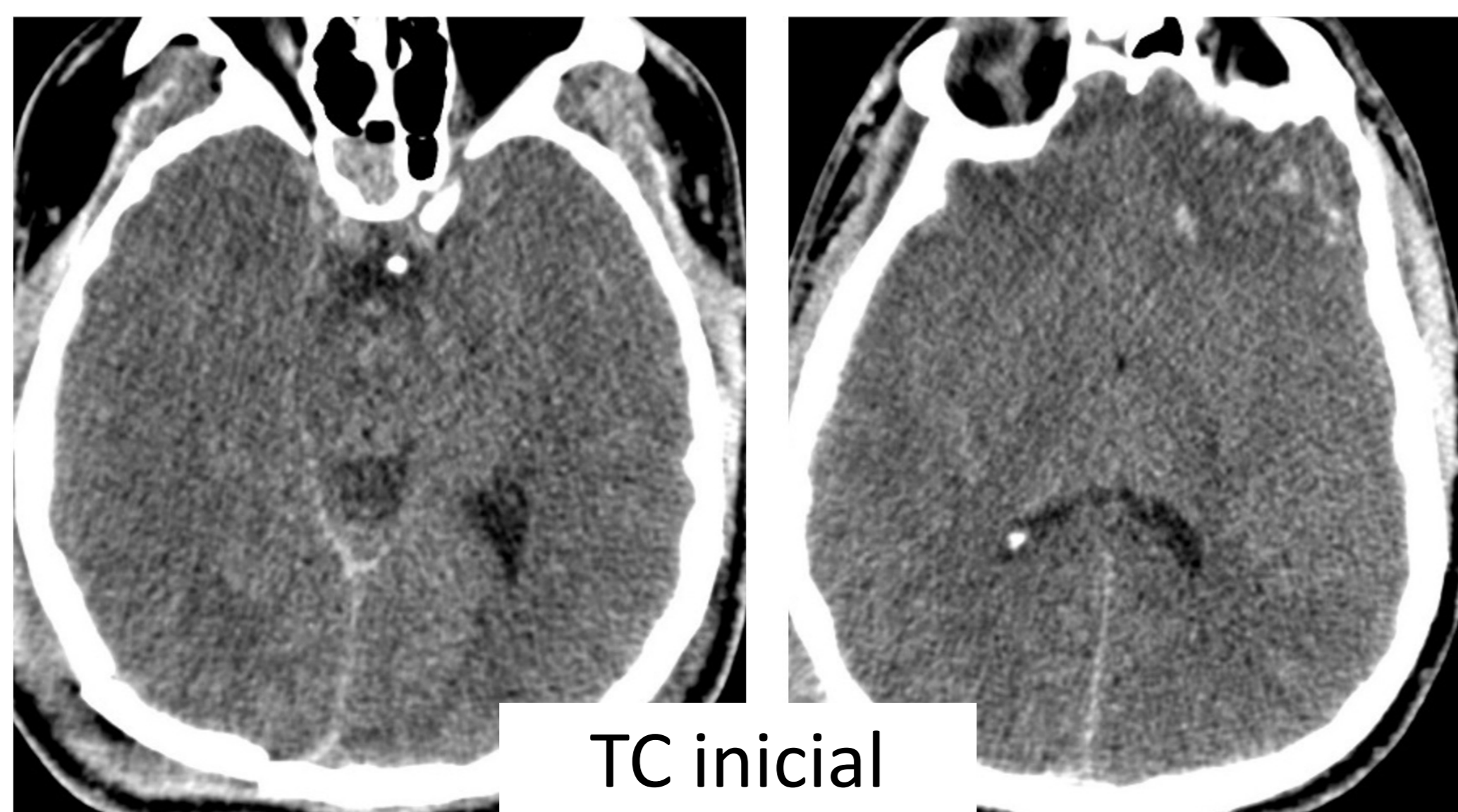
Superficie cortical
Lóbulos temporales, región perisilviana y orbitofrontal



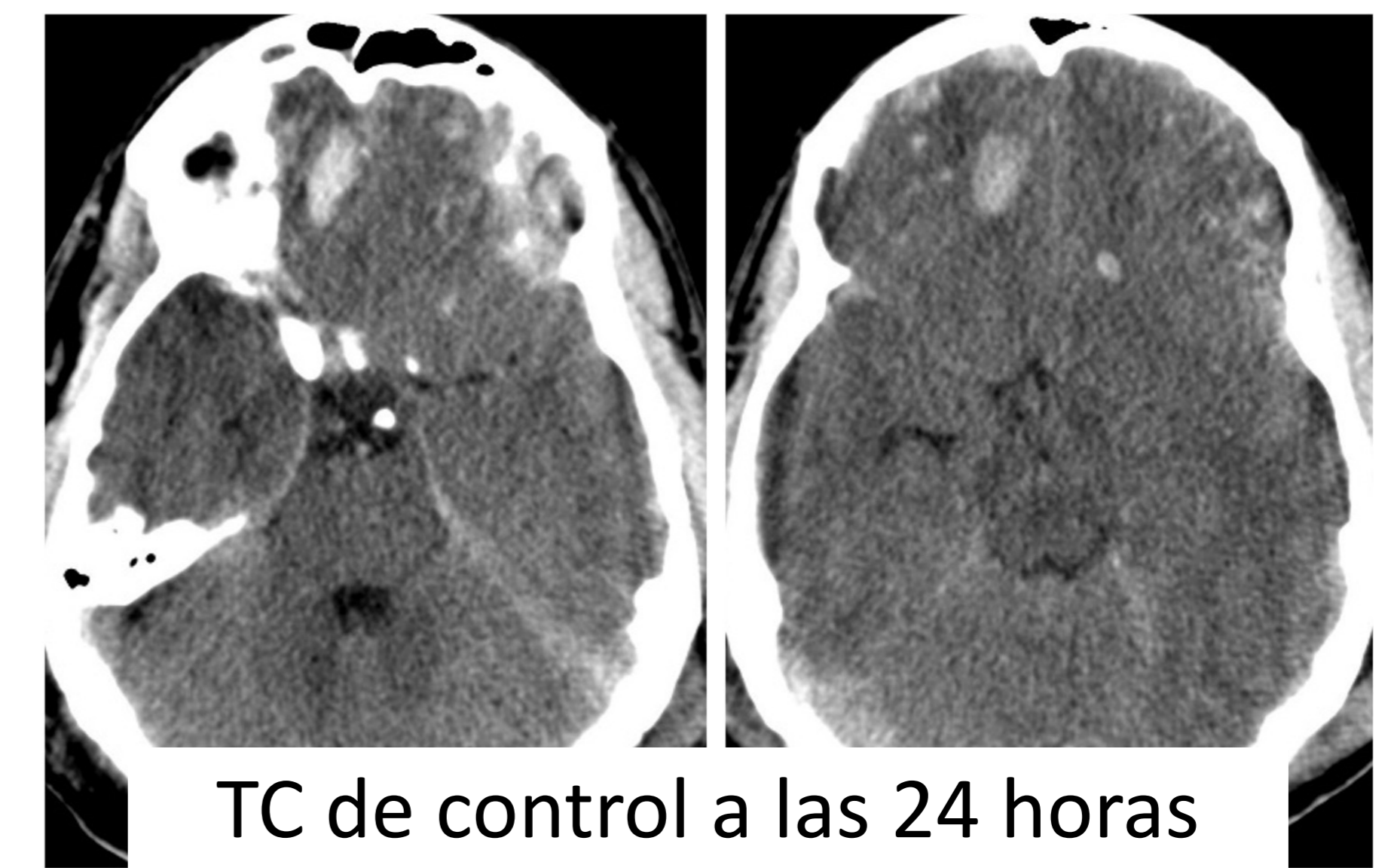
Relación entre el lugar del impacto y la localización de la hemorragia intracraneal en pacientes con TCE moderado y severo

- ✓ **Lesión tipo "golpe":** hemorragias en lóbulos frontales por impactos anteriores
- ✓ **Lesión por "contragolpe":** hematomas temporales asociados a impactos posteriores

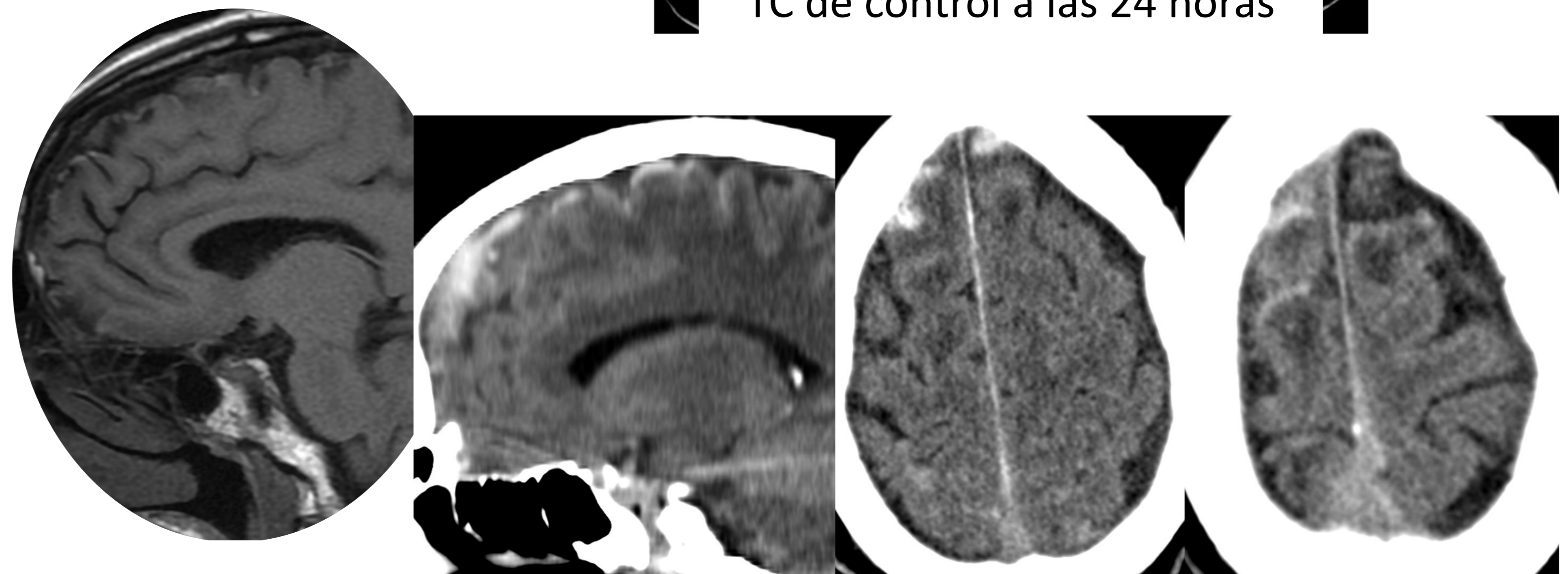
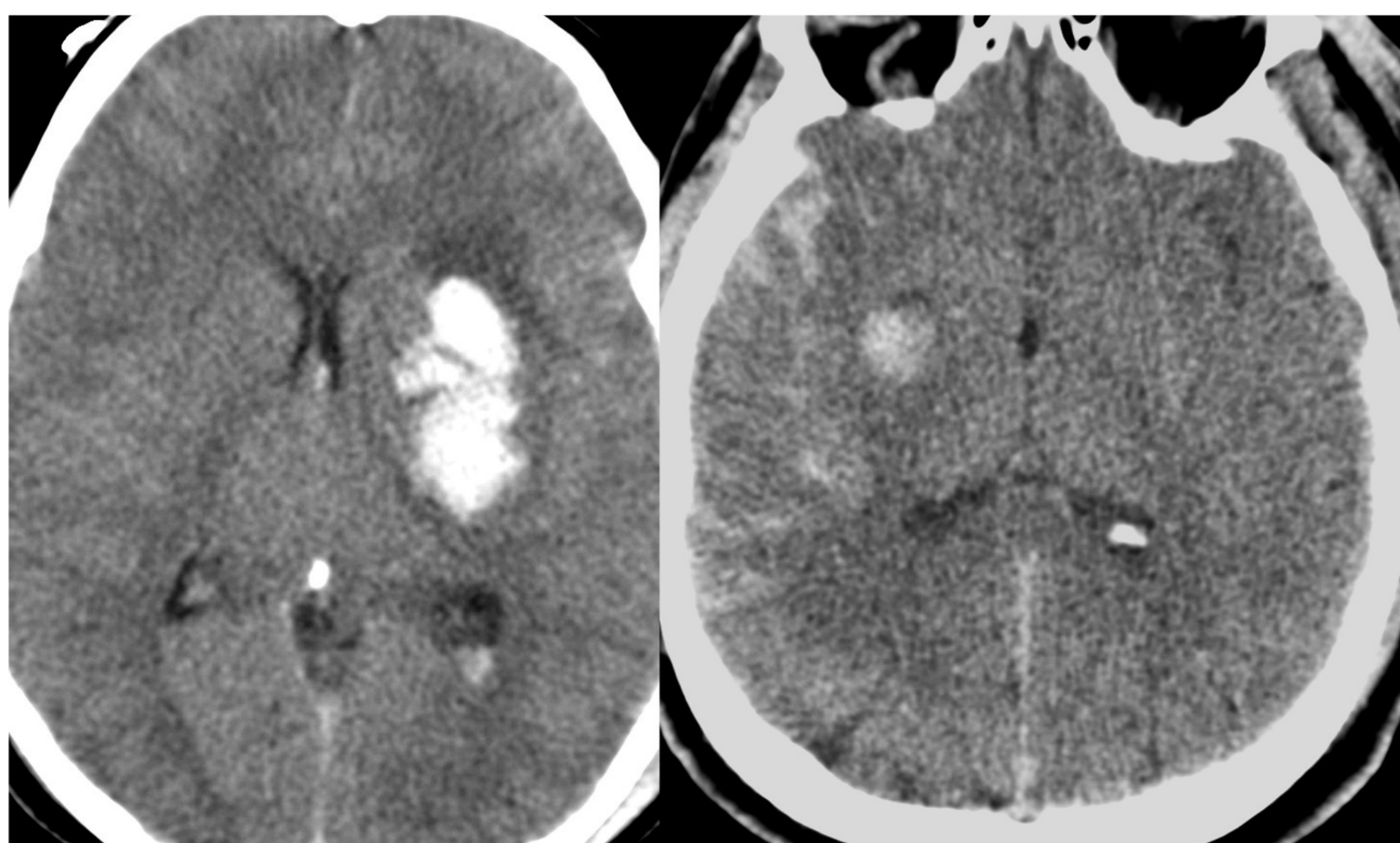
Lesiones por contragolpe factor de riesgo independiente de progresión de la hemorragia intracraneal traumática



Hasta el 75% progresión de las contusiones en las primeras 24-48 horas



En traumas de alta energía se pueden producir laceraciones cerebrales que afectan a la sustancia blanca profunda y ganglios basales
CONTUSIONES INTERMEDIAS



CONTUSIONES POR DESLIZAMIENTO

Contusiones que afectan a la superficie cortical superior de los hemisferios cerebrales

Sustancia blanca subcortical
Más frecuente anterior (región frontotemporal)

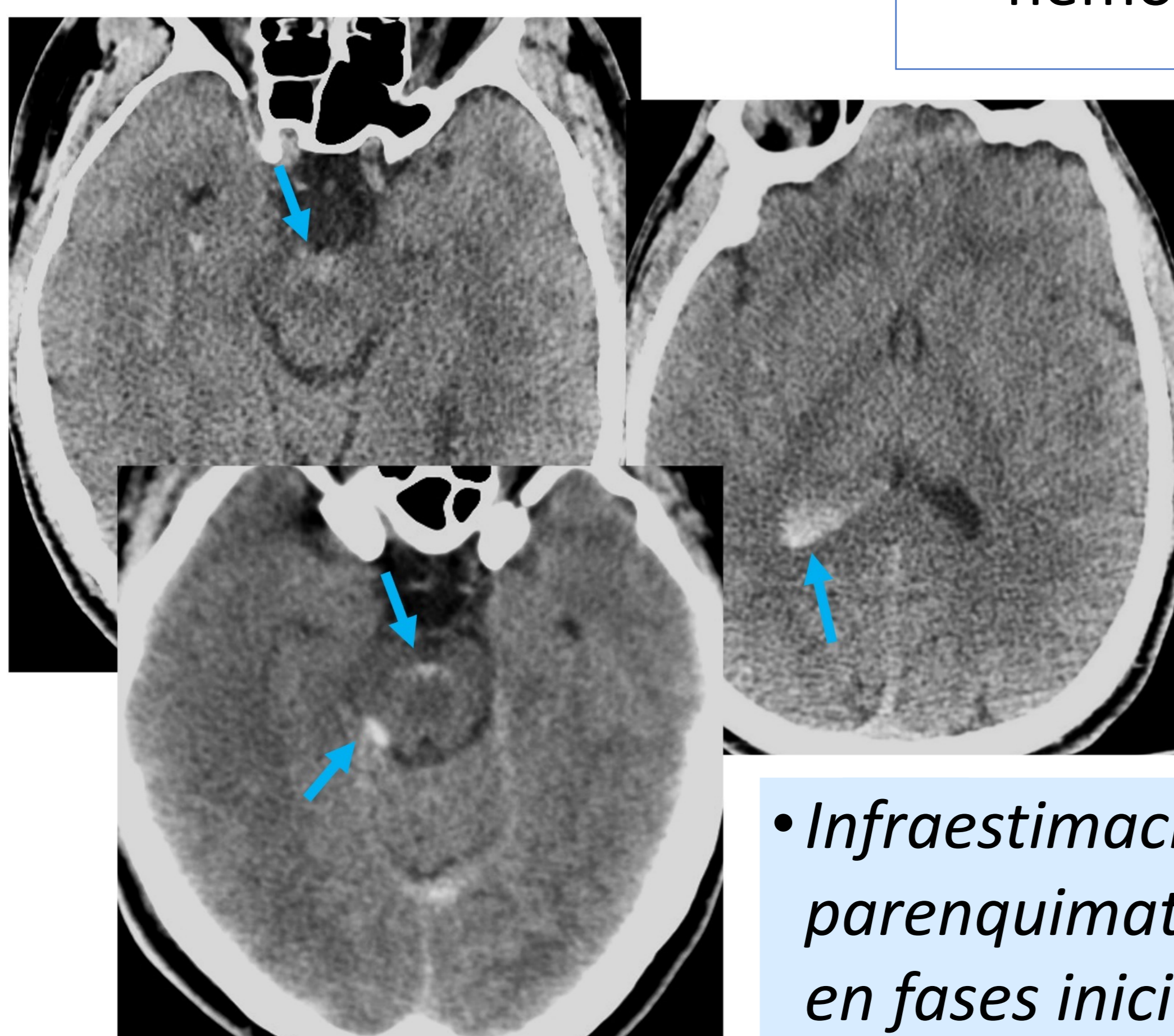
Lesión axonal difusa

Hemorrágica, no hemorrágica o ambas

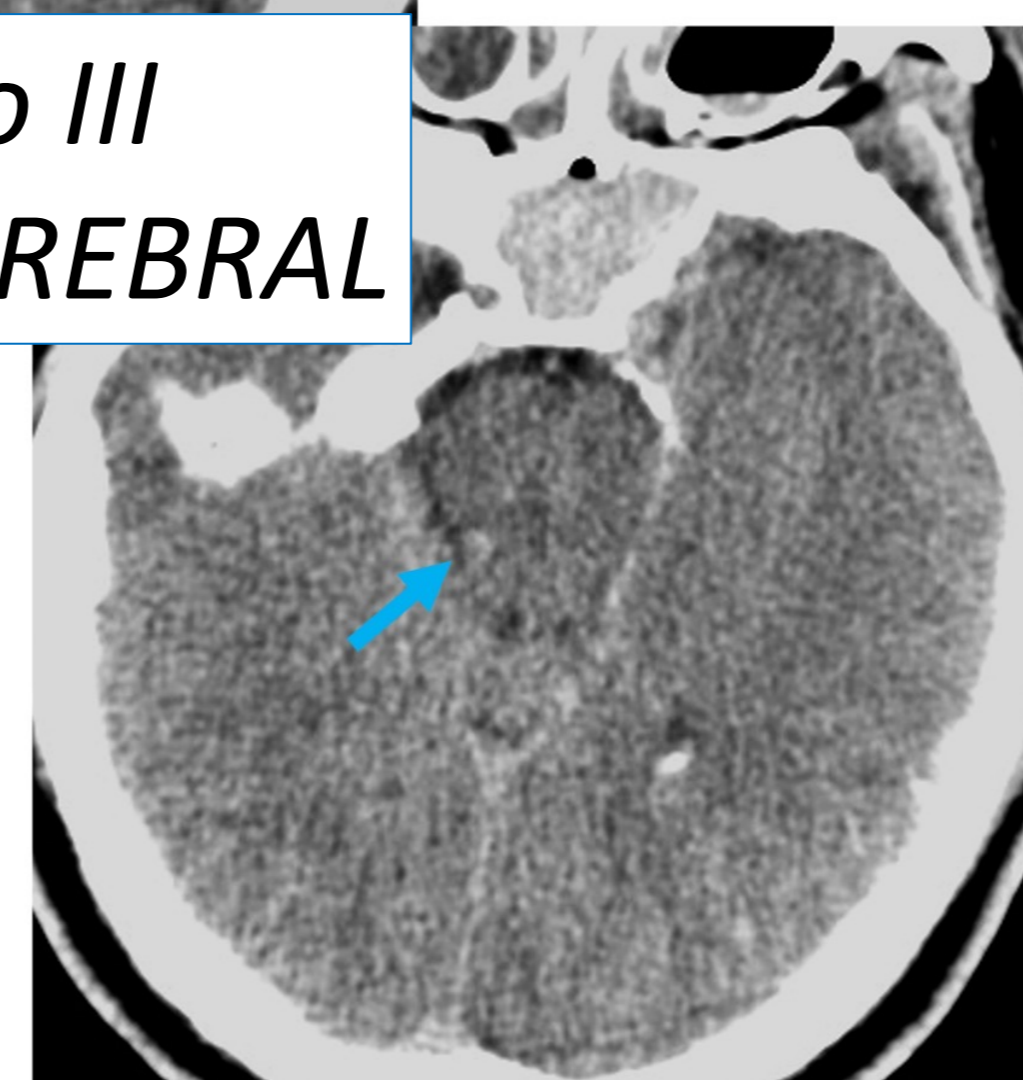
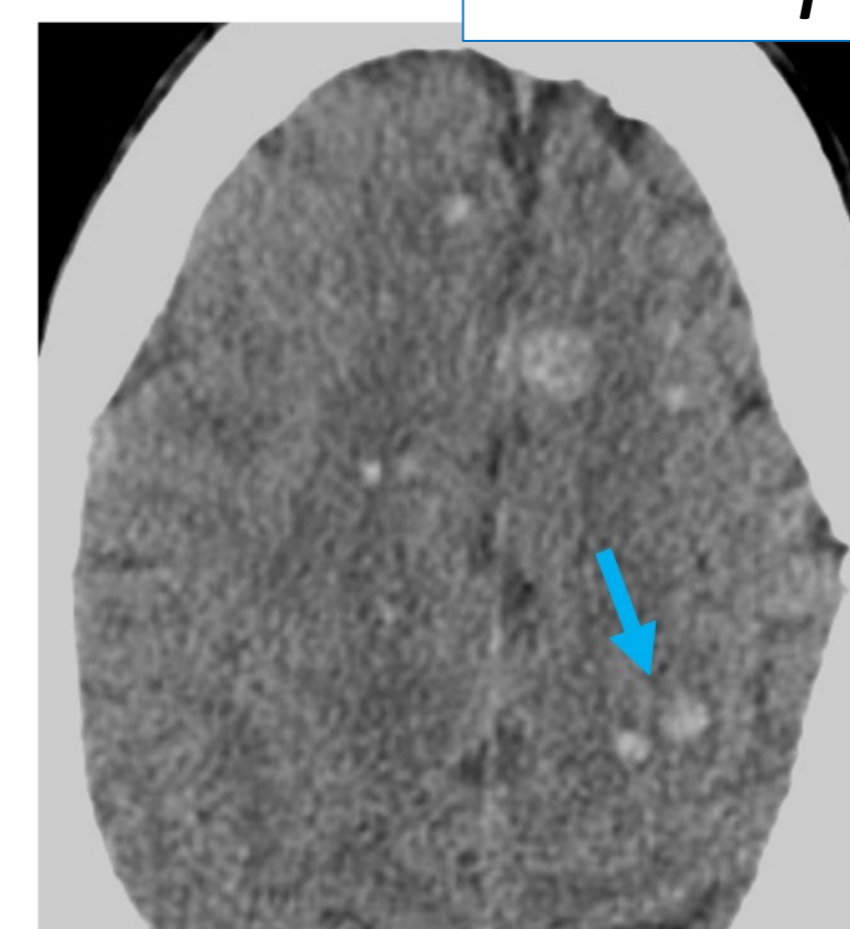
DAI tipo I LOBAR

DAI tipo II CUERPO CALLOSO

DAI tipo III TRONCO CEREBRAL



Signos indirectos DAI



Esplenio y cuerpo posterior del cuerpo calloso
Región dorsolateral de la unión mesencéfalo-protuberancial

- **Infraestimación contusiones parenquimatosas de pequeño tamaño o en fases iniciales**
- **Limitación para DAI y lesiones no hemorrágicas**

Limitaciones del TC

- **Limitación para la valoración de cambios isquémicos 2º a edema e hipertensión intracraneal**

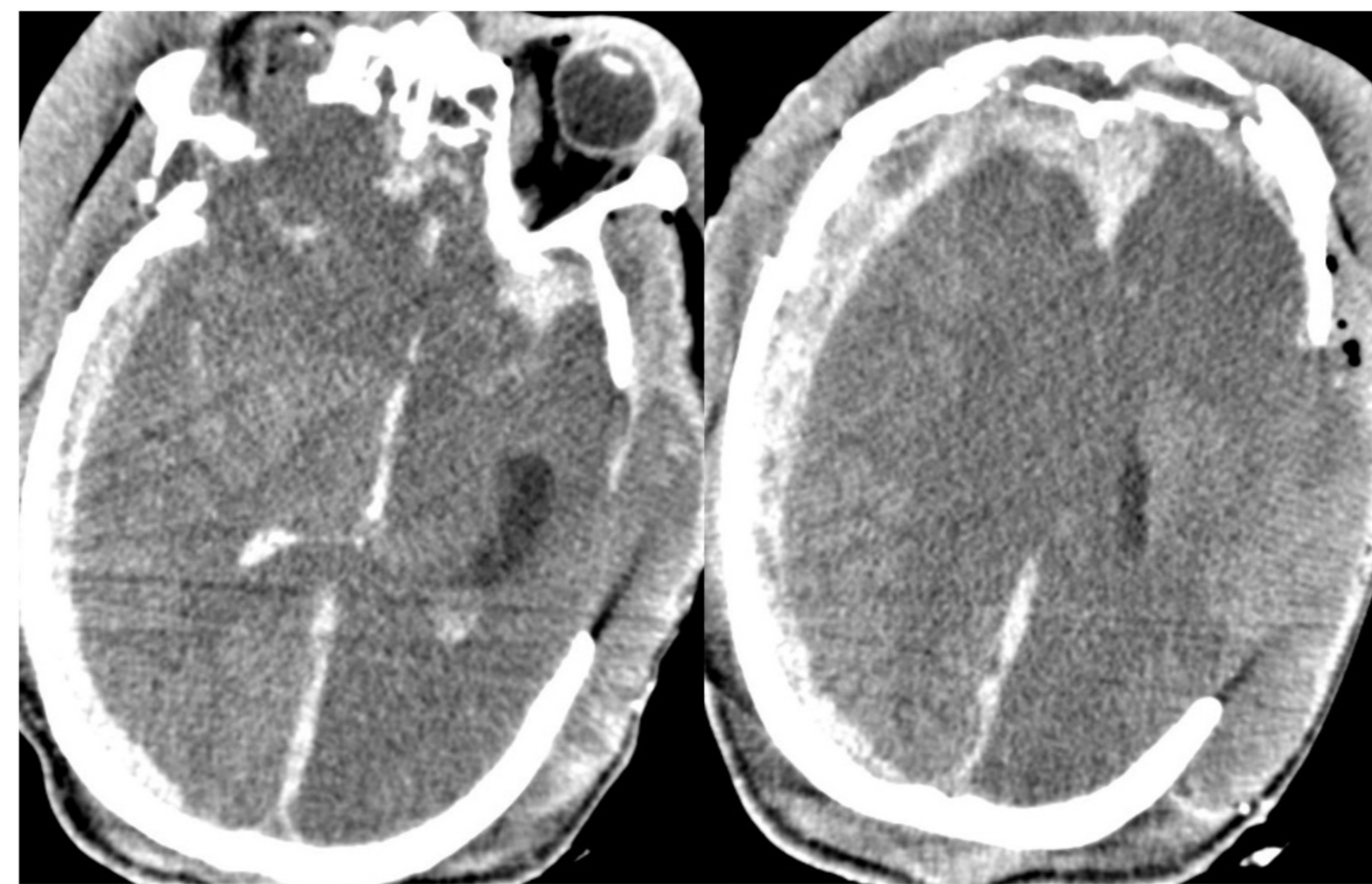
Lesiones traumáticas secundarias

Edema cerebral difuso

Mecanismos que conllevan edema vasogénico y edema citotóxico
Incremento de la permeabilidad

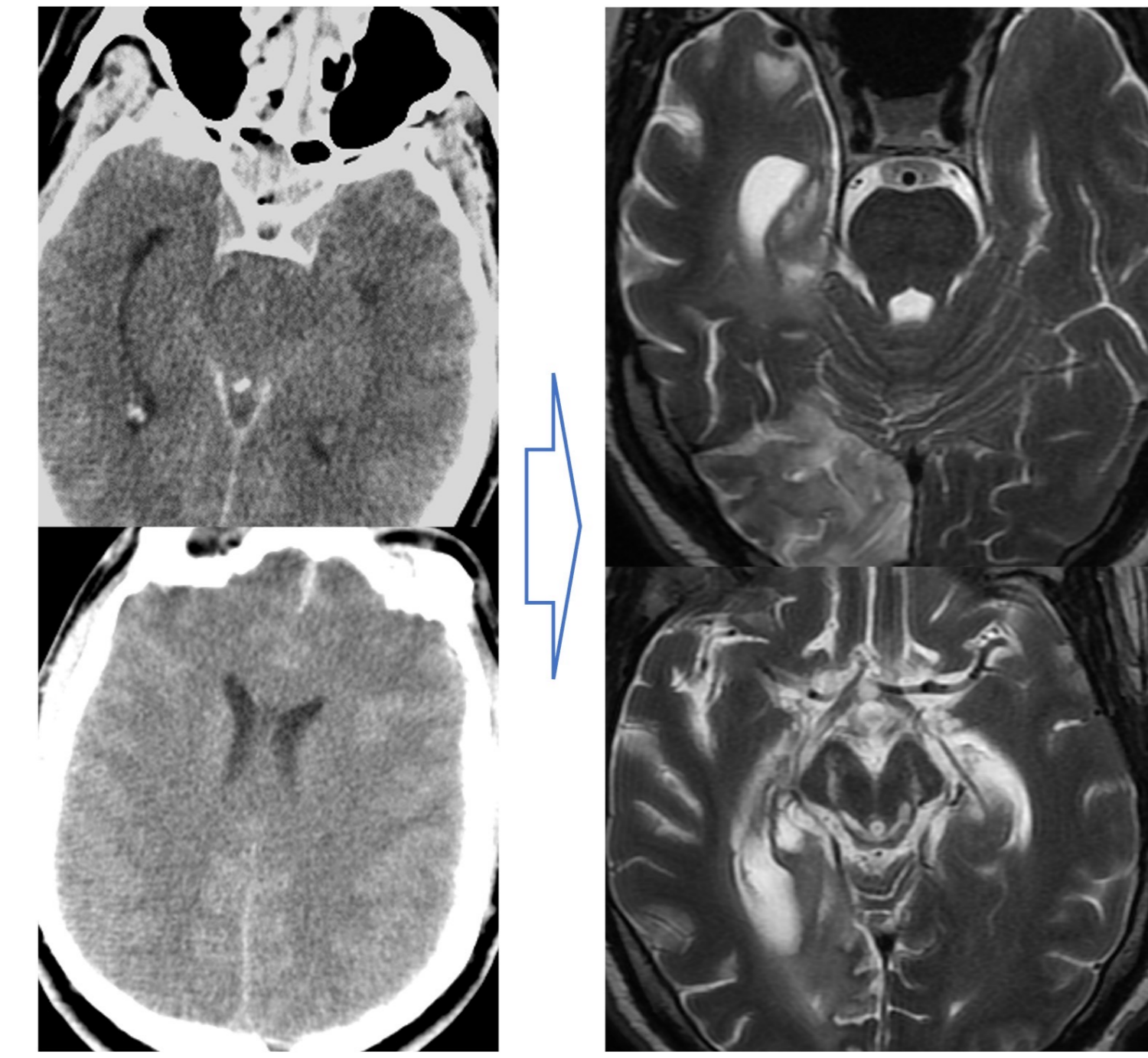
Aumento de presión intracraneal y disminución de perfusión cerebral

Isquemia/infarto del parénquima cerebral



Encefalopatía traumática crónica

Enfermedad neurodegenerativa con depósito de proteína Tau fosforilada a nivel cortical, en la profundidad de los surcos, con afectación neural y glial, y no limitada a capas superficiales del córtex

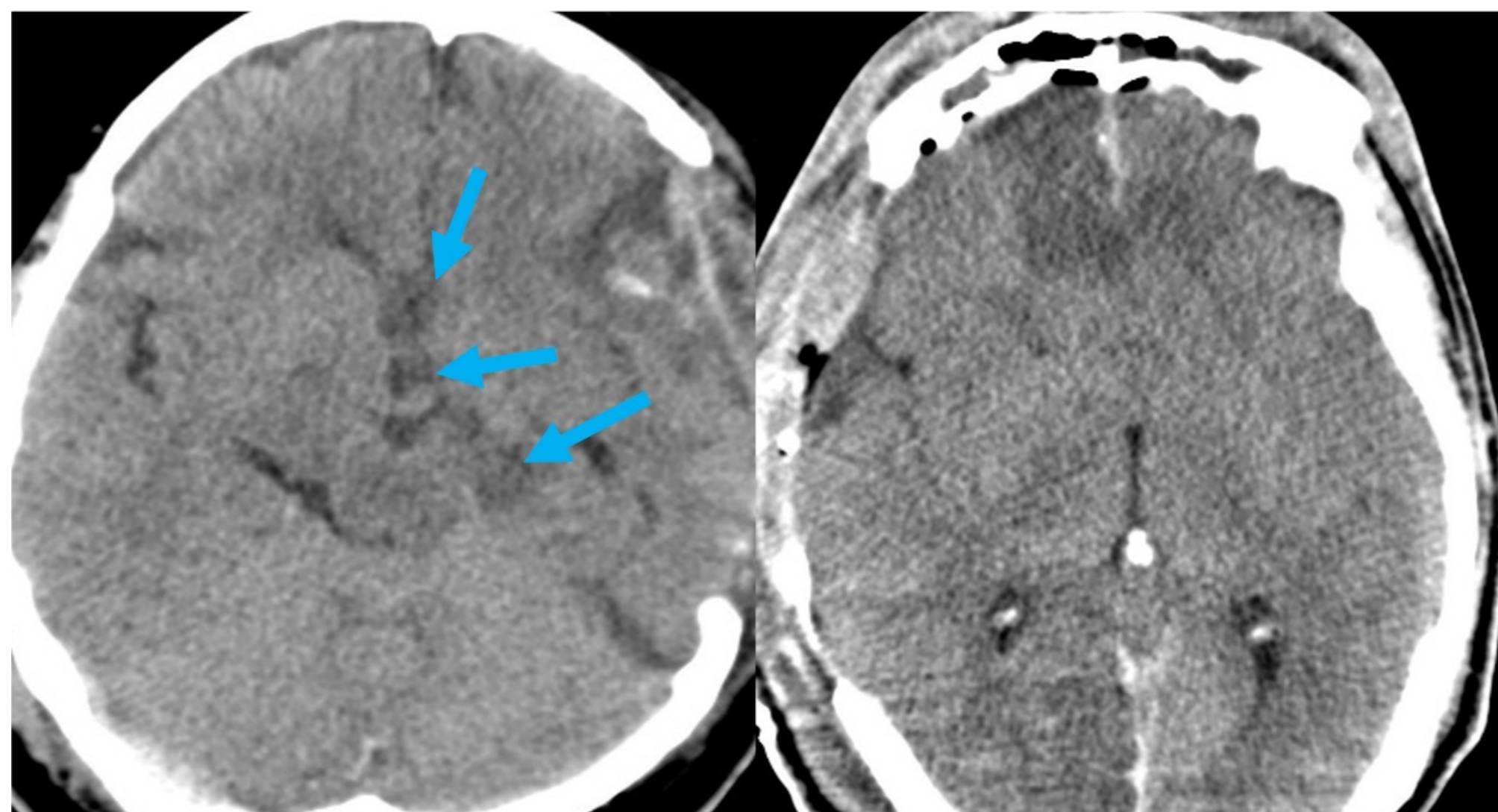


Implicación del sistema glinfático en la neurodegeneración asociada al trauma craneal

Lesiones secundarias a herniación cerebral

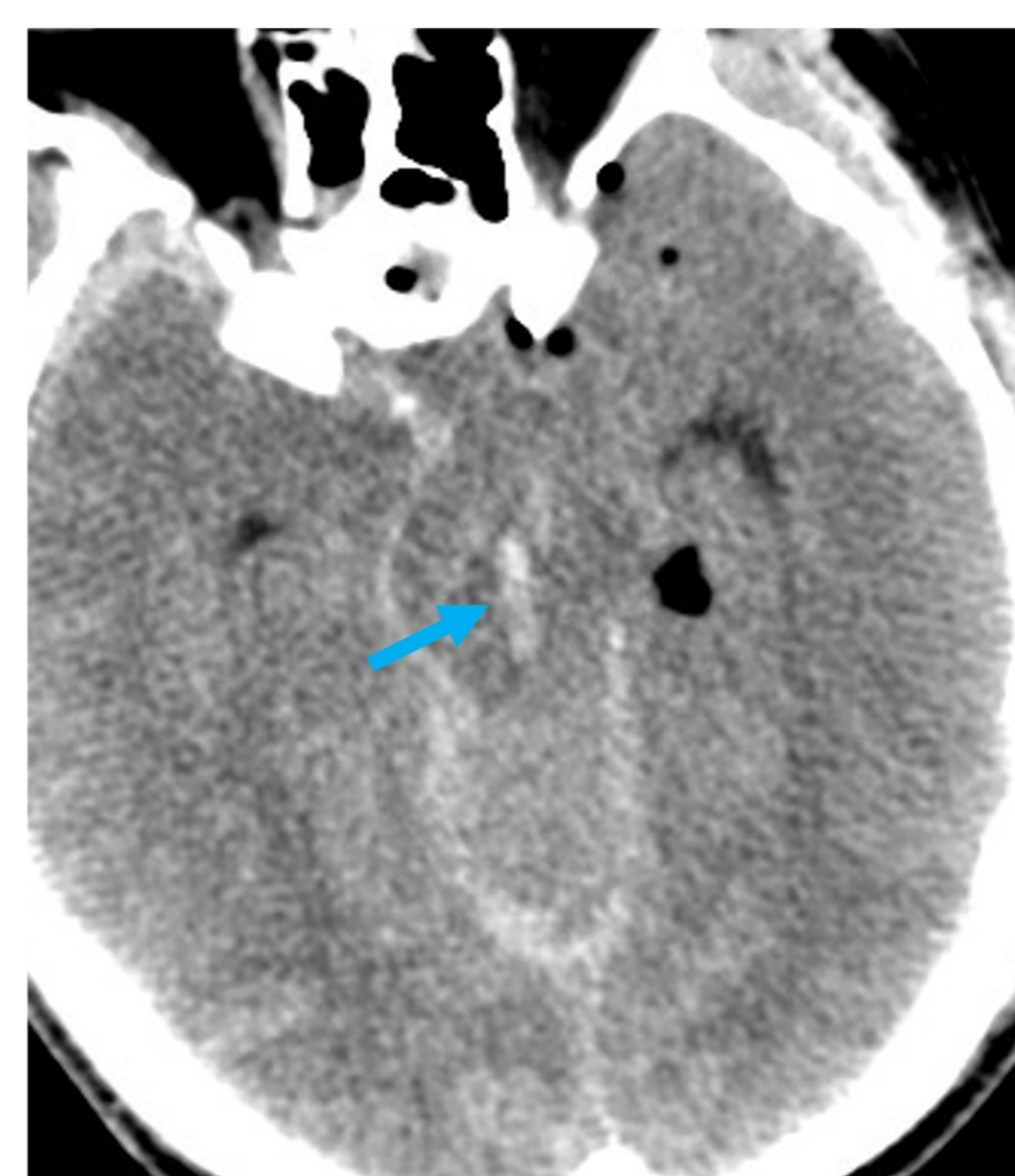
Lesiones isquémicas

- Herniación subfalcina: **Infarto ACA**
- Herniación transtentorial descendente asimétrica o unilateral: **Infarto ACP**
- Herniación transtentorial descendente bilateral: **Infartos hipotalámicos y GGBB**
- Severa herniación amigdal: **Infarto PICA**



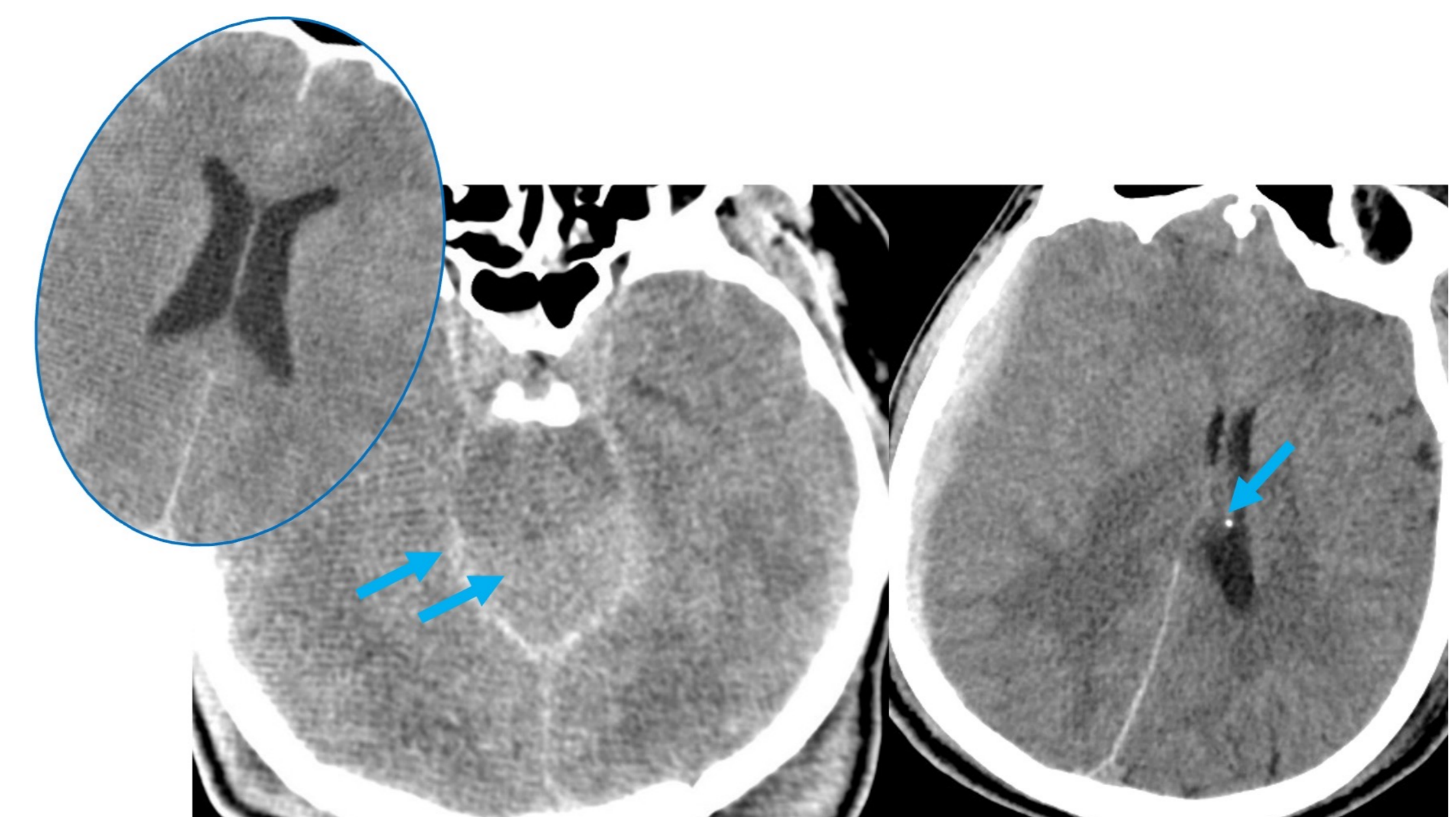
Hemorragia

Hemorragias de Duret asociadas a herniación transtentorial descendente



Hidrocefalia

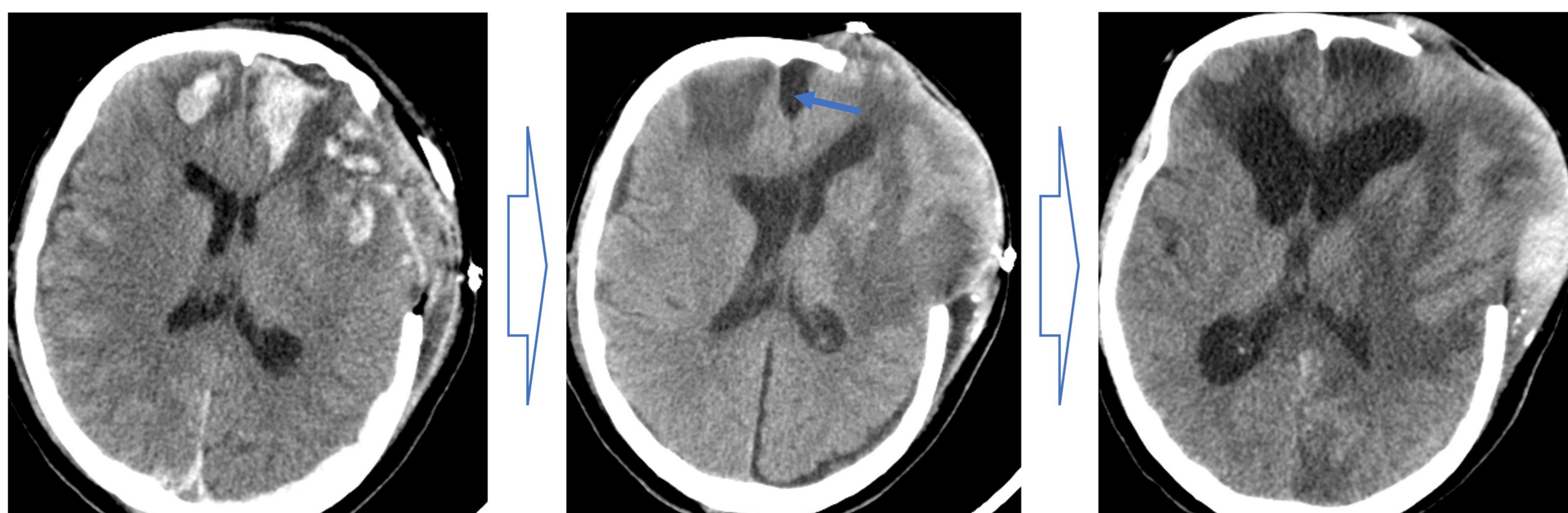
- **Unilateral** afectando al ventrículo lateral: 2ª a herniación subfalcina
- Herniación transtentorial descendente: **compromiso acueductal**
- Herniación amigdal: **compromiso a nivel IV ventrículo**



En la evolución del traumatismo craneoencefálico ...

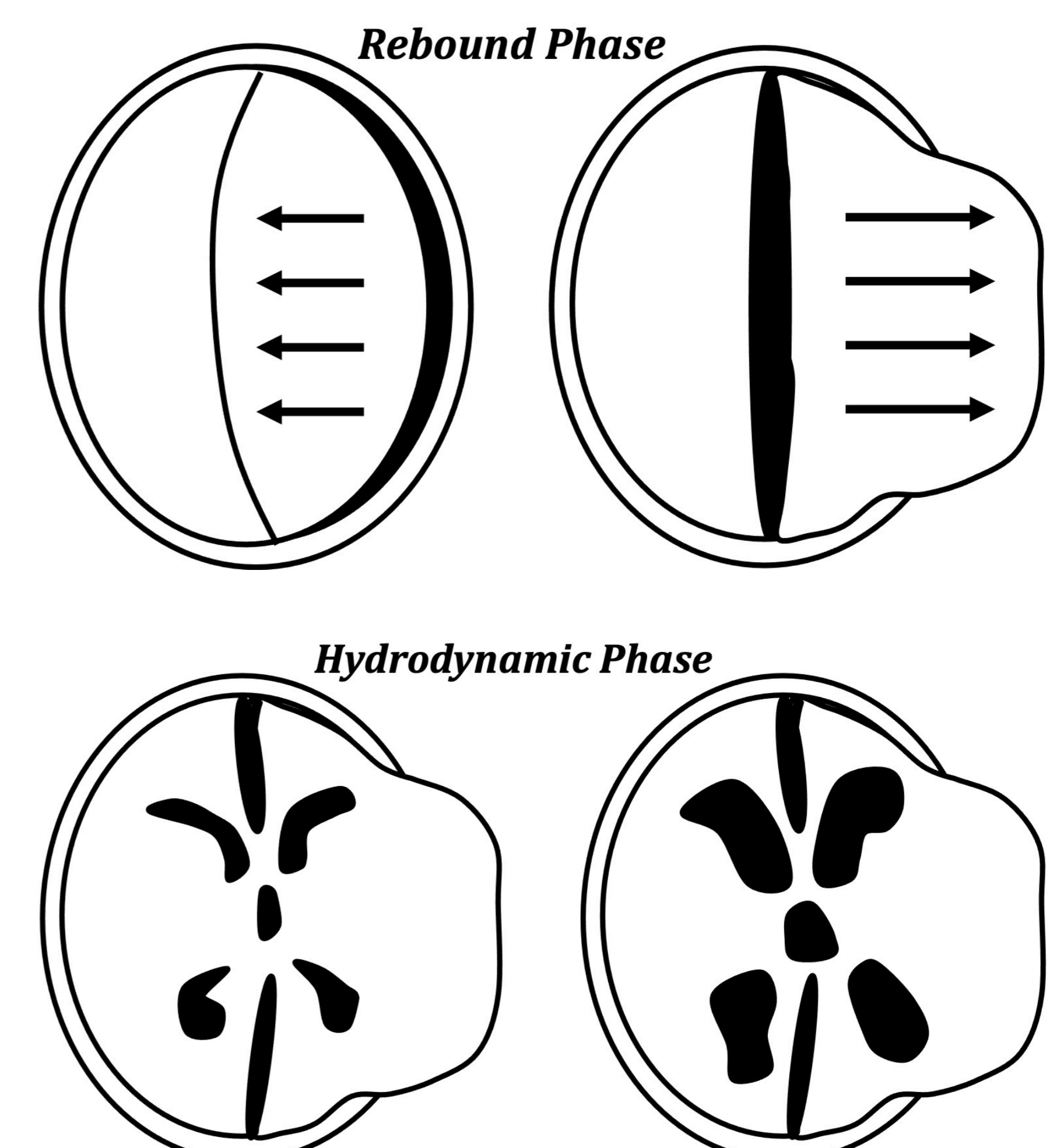
Higroma interhemisférico

Signo de distorsión de circulación LCR



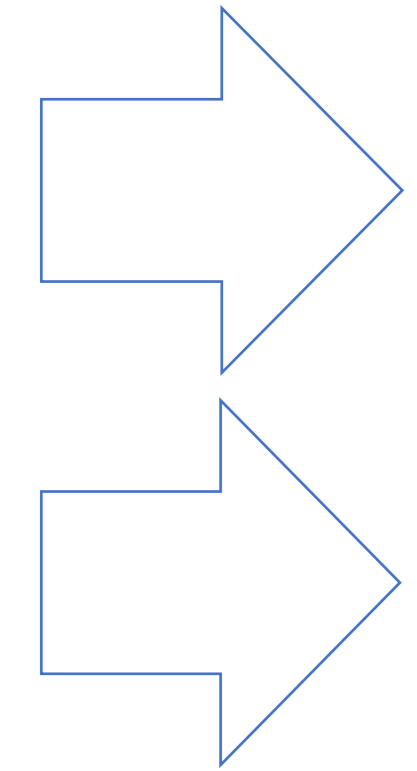
Signo radiológico del desarrollo de hidrocefalia en los 6 primeros meses tras la craniectomía descompresiva

Alteración en el sistema de presiones debido a craniectomía, con alteración en la circulación del LCR



¿Cuáles son las indicaciones de RM en el traumatismo craneoencefálico?

NO tiene VALOR en el manejo del paciente (tto qx dirigido por TC)



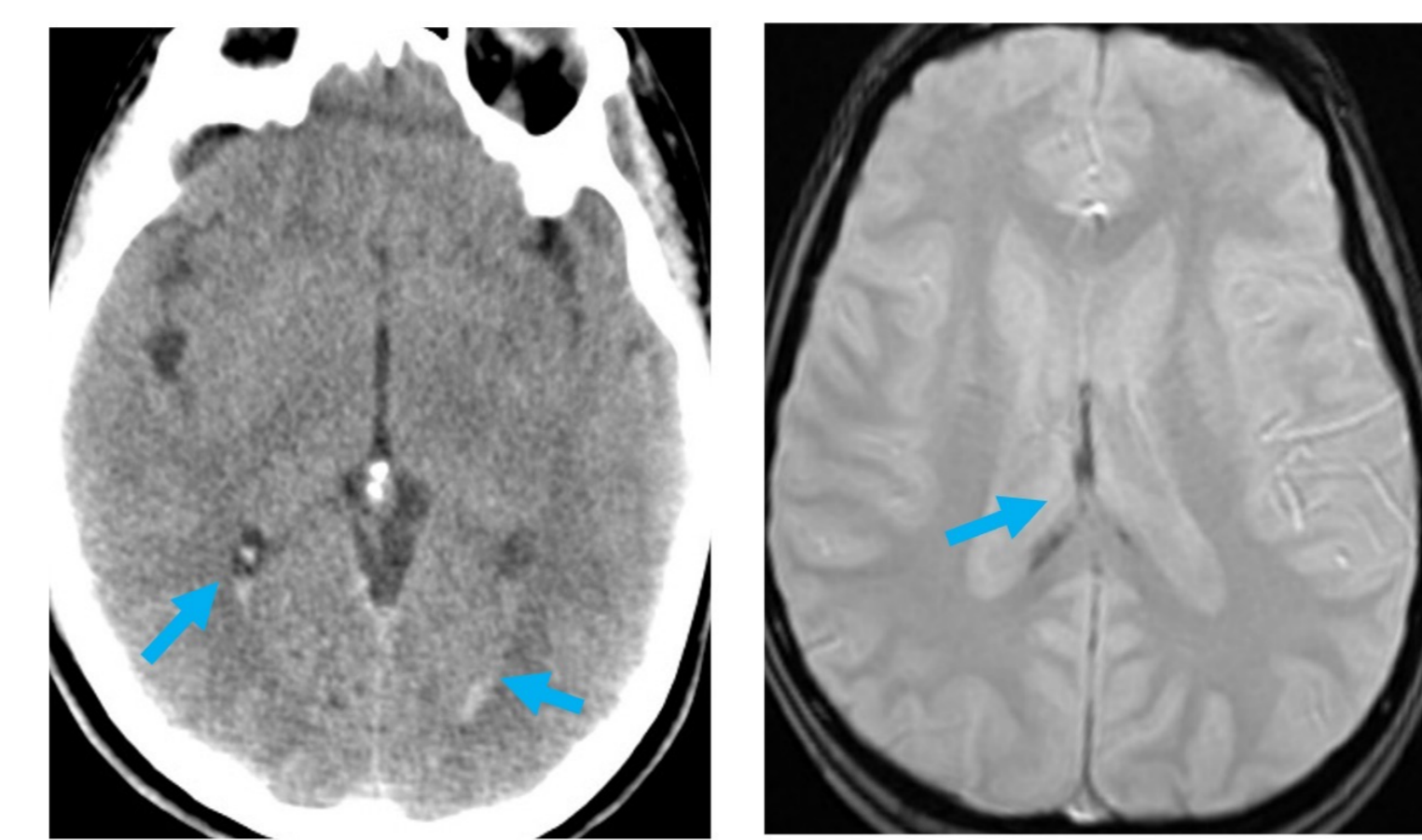
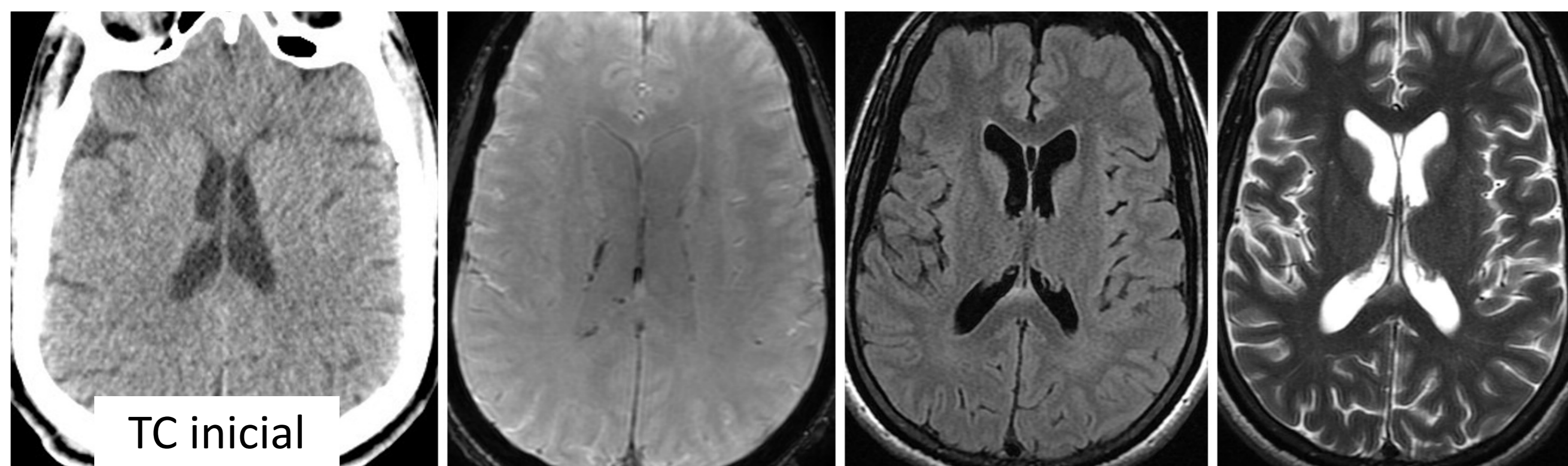
En los **TRAUMAS LEVES** **NO** indicado realizar estudios de RM

En **TODOS** los pacientes con **TCE MODERADO y SEVERO** es aconsejable realizar un estudio de RM craneal (estable desde el punto de vista neurológico y hemodinámico)

Recomendación Clase I

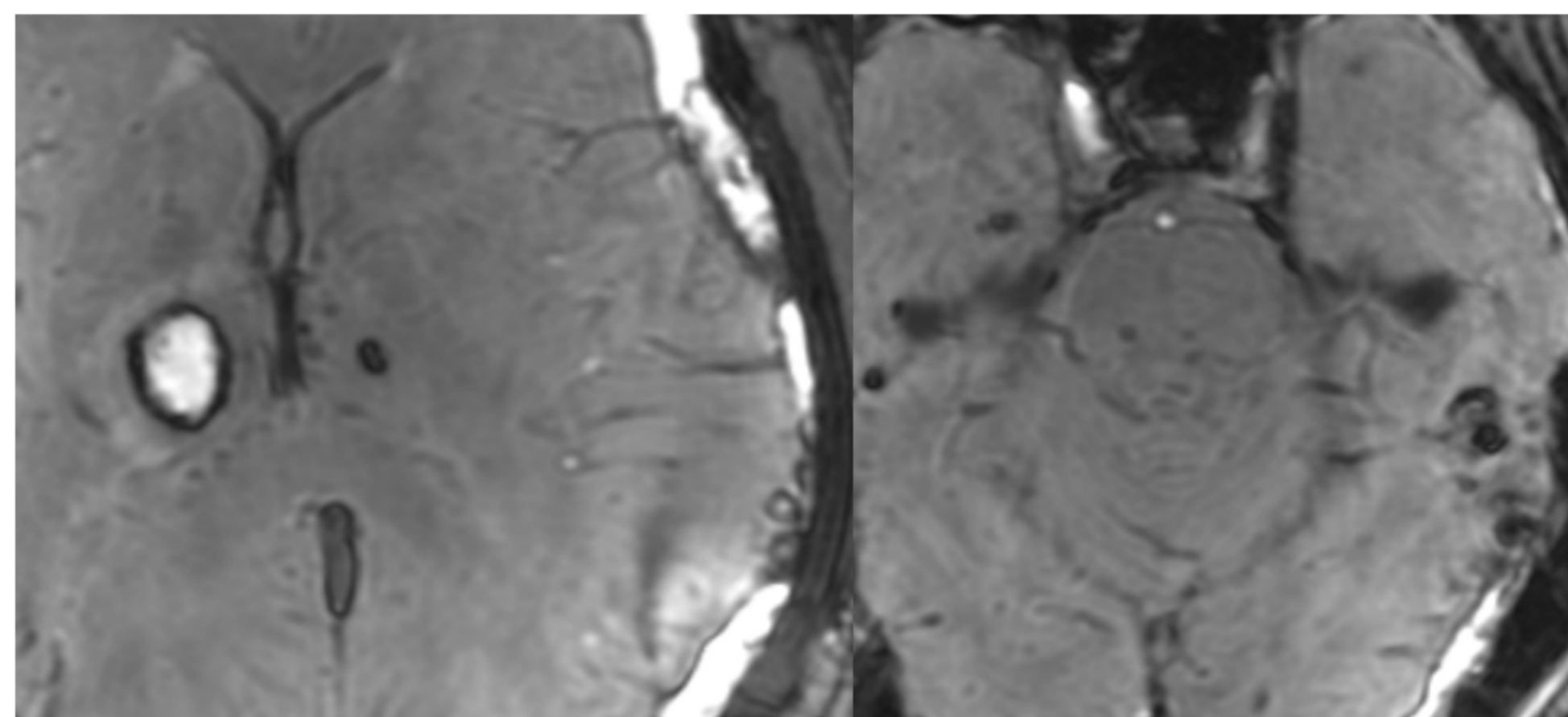
TC no explique la situación clínica (déficit neurológico focal o estados prolongados de pérdida de conciencia)

Signos indirectos de DAI (hemorragia intraventricular)



VALOR PRONÓSTICO (identificación **DAI** y **lesiones del tronco cerebral**)

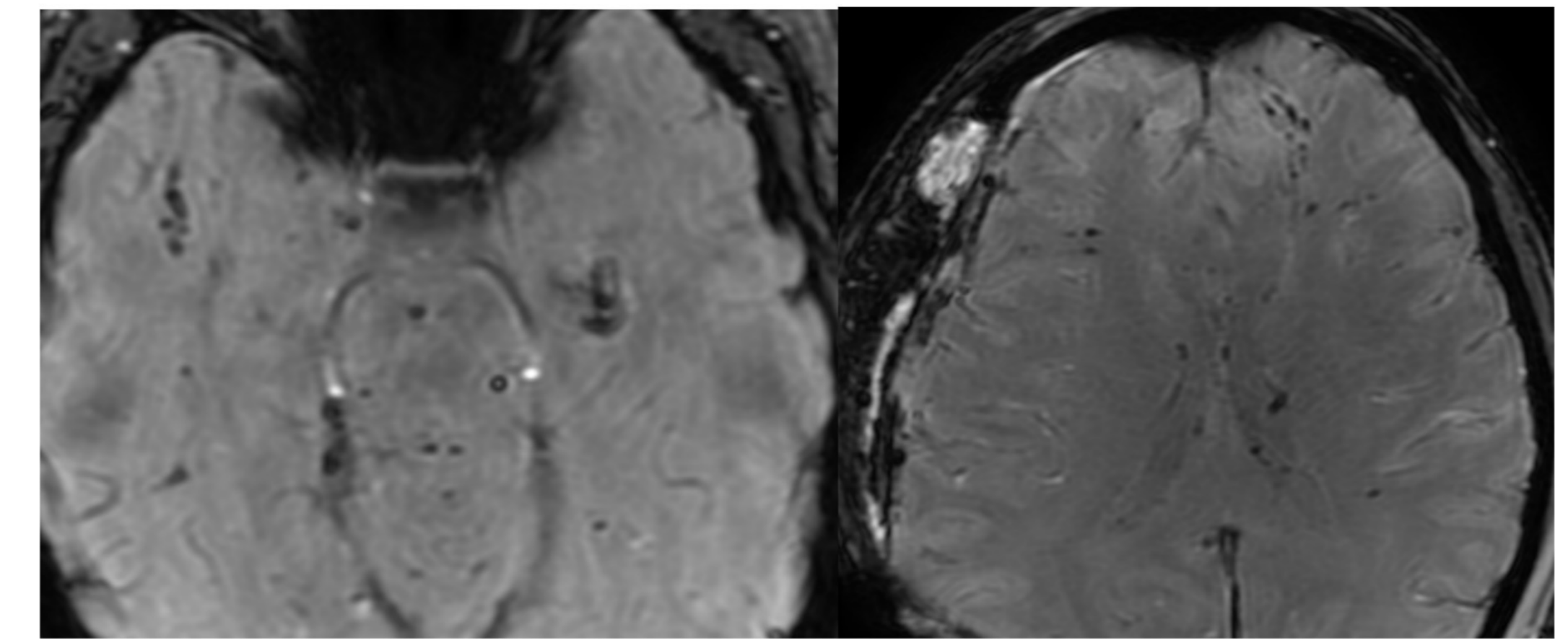
¿Cuándo y cómo debemos realizar la RM en el TCE?



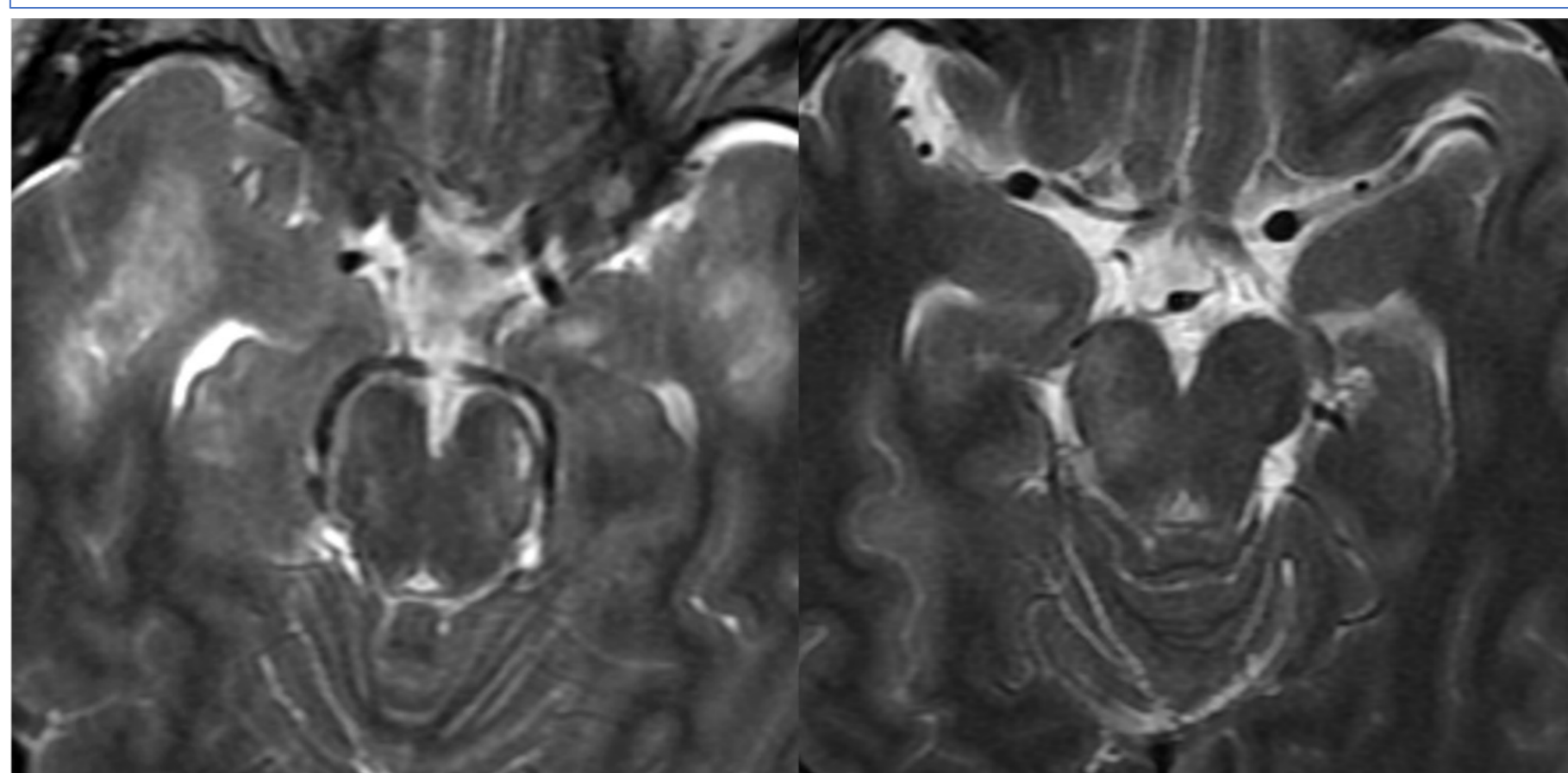
Durante las **2 primeras semanas** tras el TCE

FASE SUBAGUDA

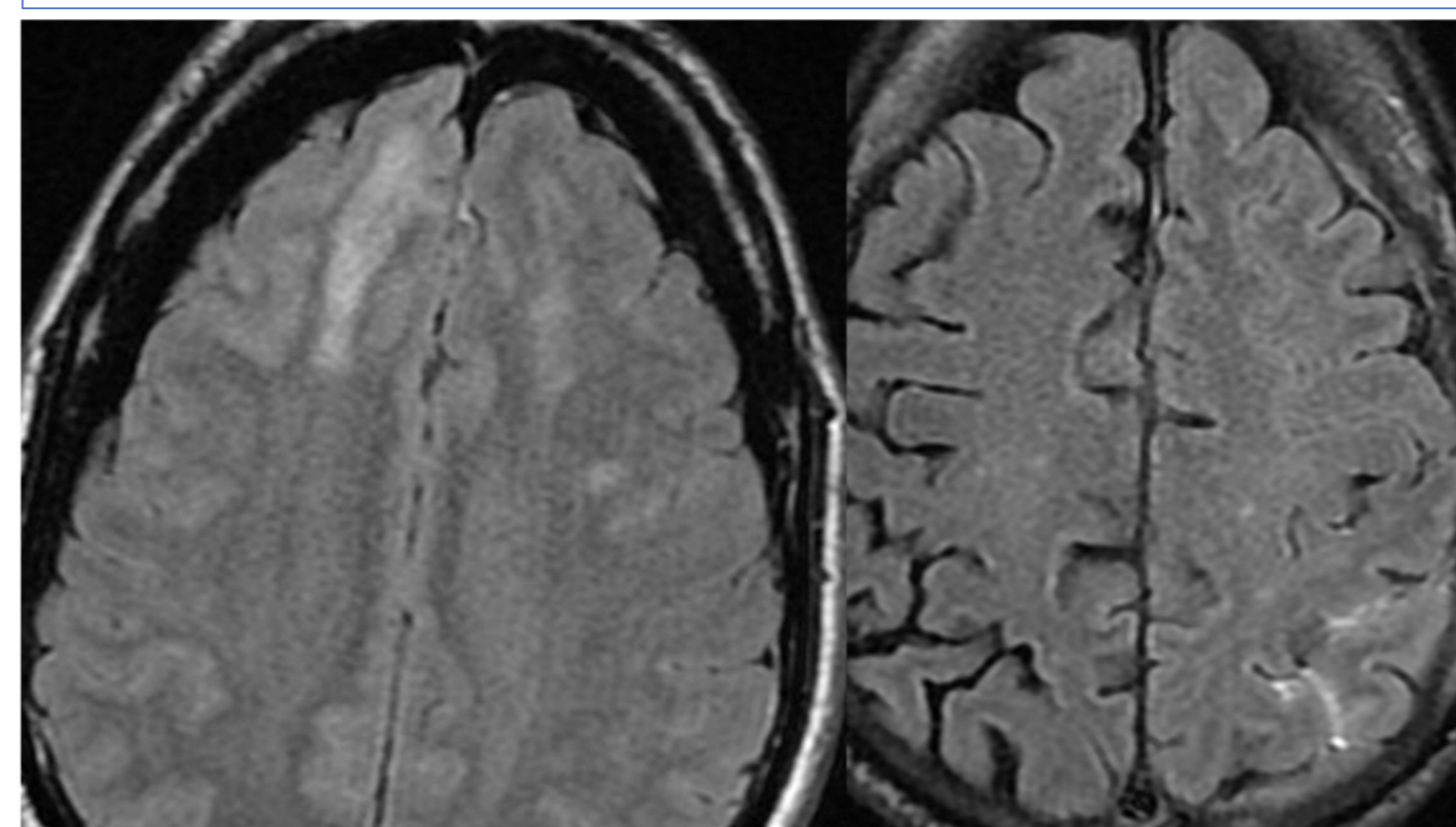
Edema asociado a zonas de disrupción axonal (DAI)



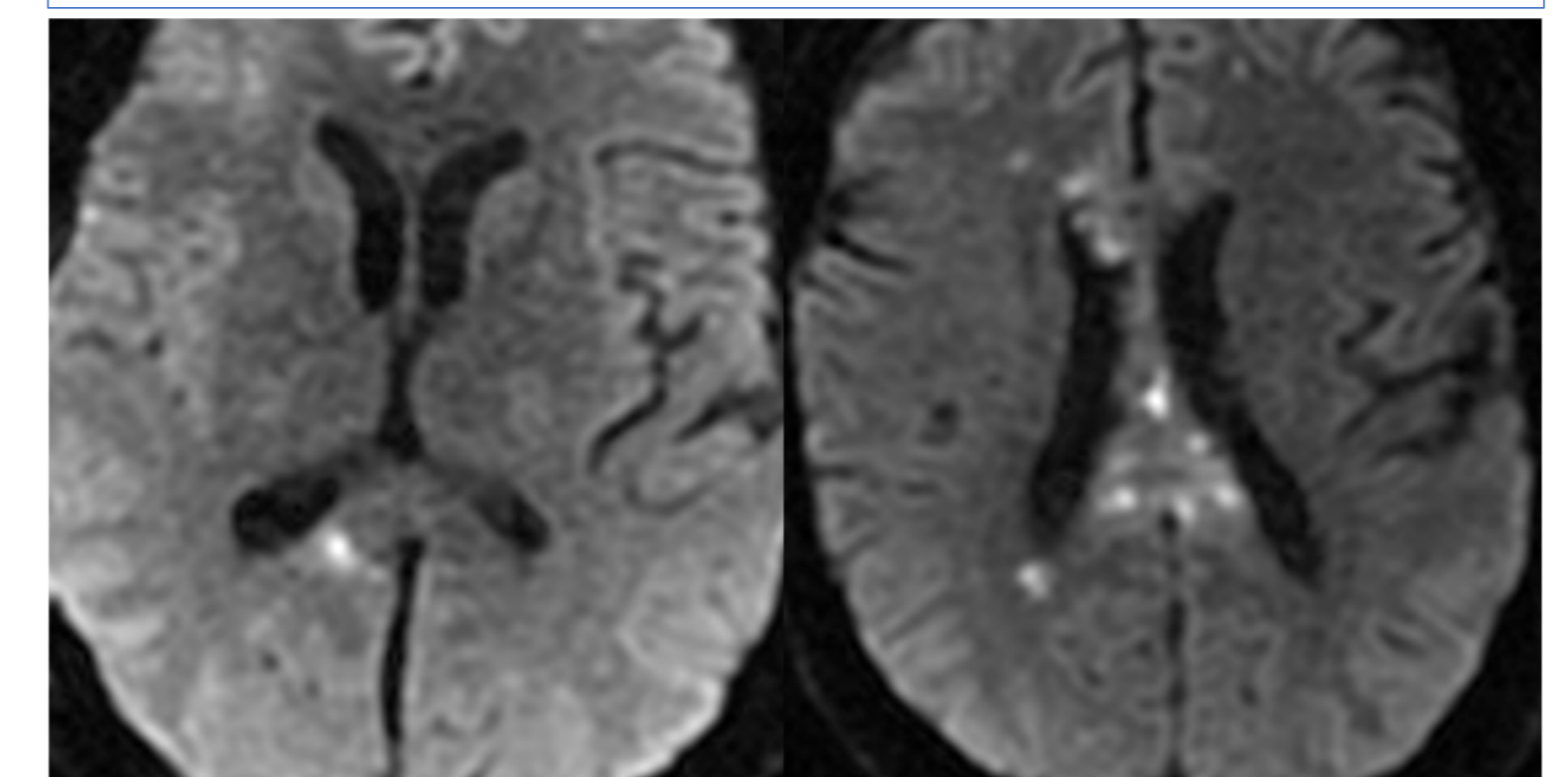
Alto valor pronóstico
SECUENCIA T2
Detecta mejor las lesiones de fosa posterior



SECUENCIA FLAIR
DAI hemisférico a nivel subcortical y HSA



SECUENCIA DE DIFUSIÓN
Especialmente útil en lesiones axonales no hemorrágicas

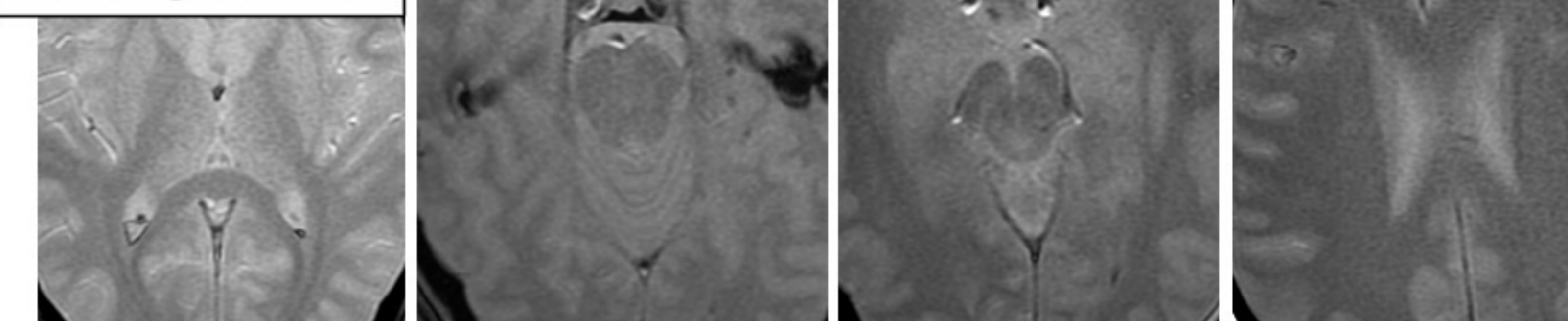


La lesión axonal difusa se acompaña frecuentemente de pequeños desgarramientos tisulares acompañados de microhemorragias

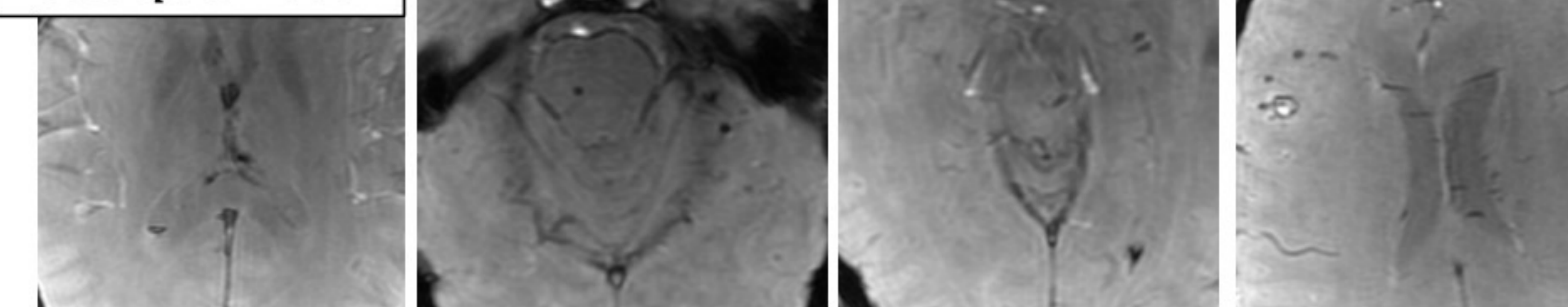
Secuencia SWI más sensible que T2*

Secuencias **SWI** o **T2*** **IMPRESINDIBLES EN TCE**

Eco de gradiente



Susceptibilidad

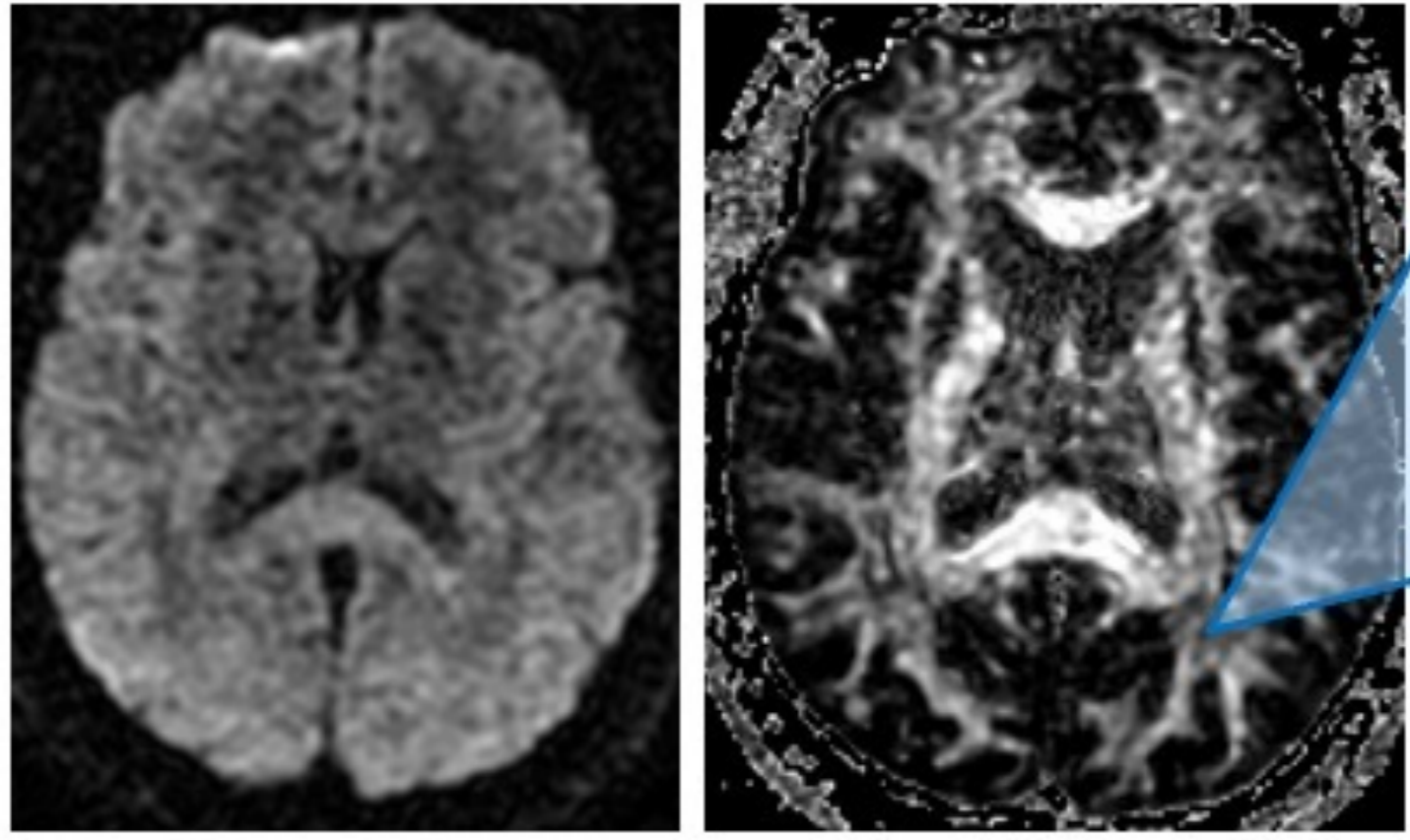


Asociación de **LESIÓN AXONAL DIFUSA** con **PEOR PRONÓSTICO**
Relación con GCS inicial y mecanismo lesional

Hallazgos de RM craneal realizada en fase subaguda **aumentan el valor pronóstico** de los modelos descritos en el **TCE moderado y grave**

Papel de las secuencias avanzadas en el traumatismo craneoencefálico

Tensor de difusión

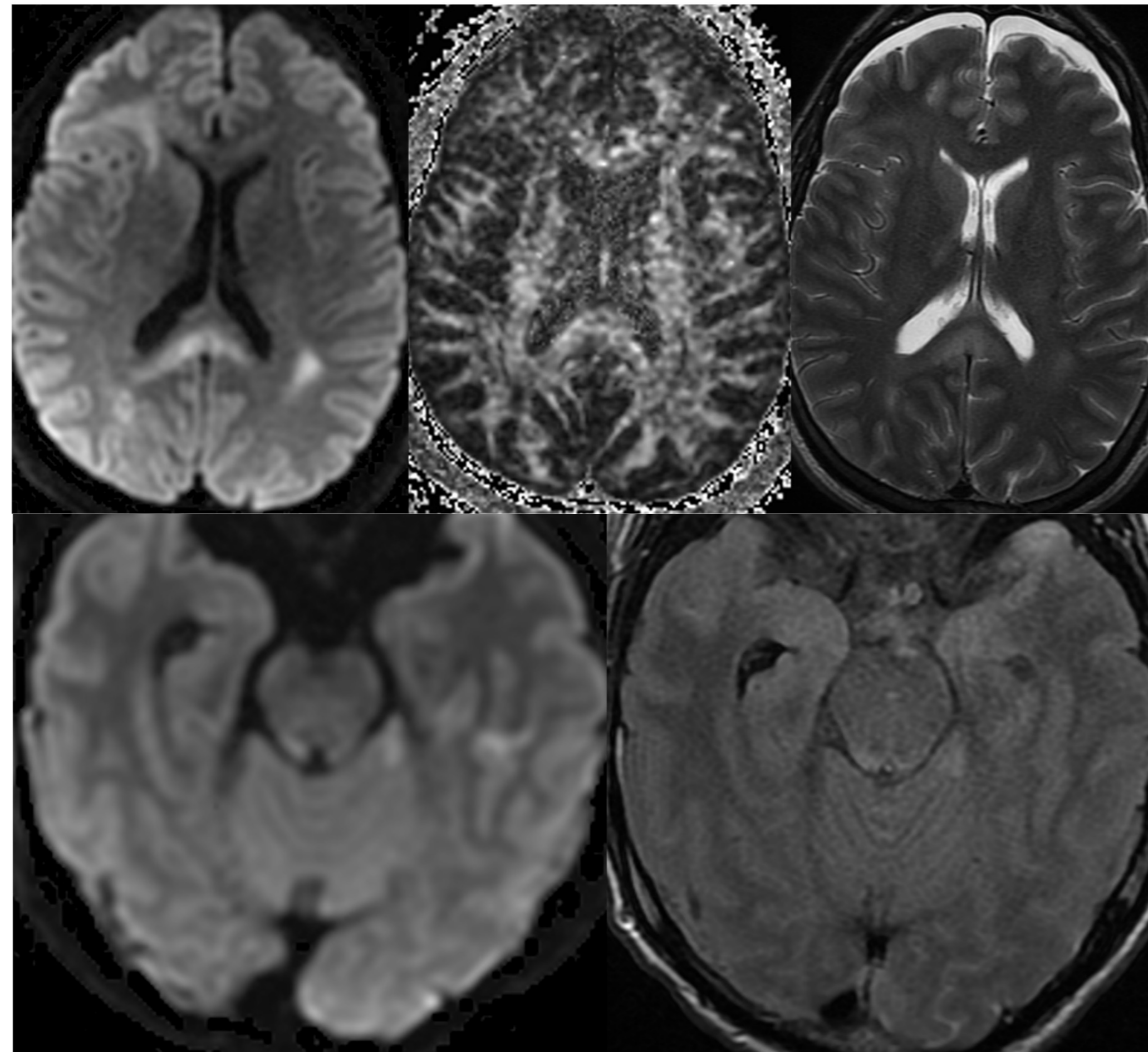


Sensible a la detección de lesión axonal microestructural asociada al TCE
Descenso integridad sustancia blanca

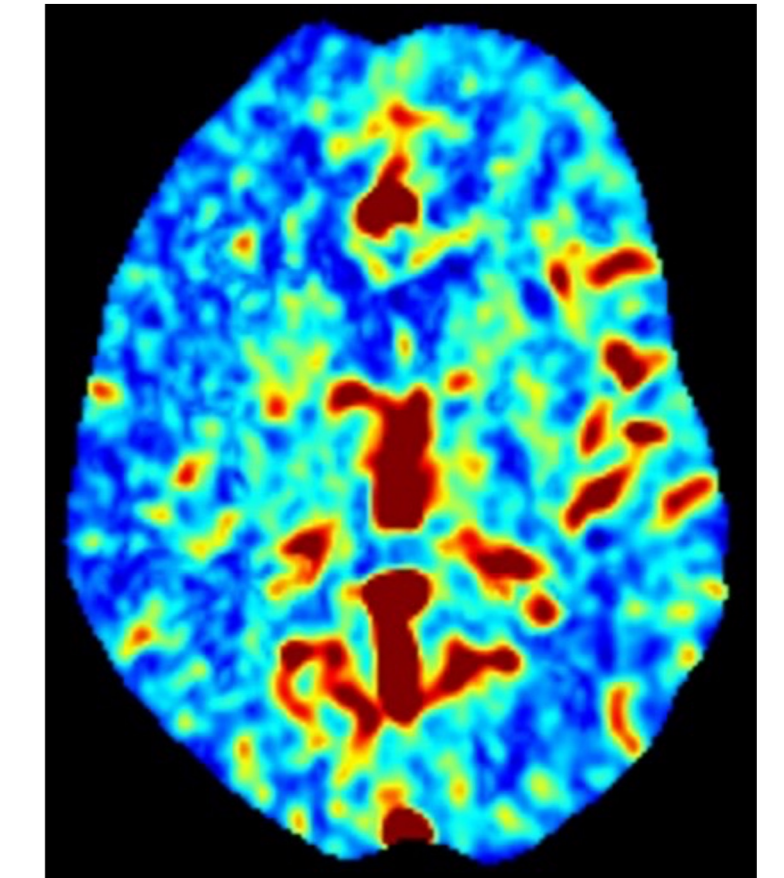
↑ Difusividad media
↓ Anisotropía fraccionada

Estudios investigación

- Dificil interpretación a nivel individual
- Alta variabilidad
- No existen criterios definidos de normalidad y anormalidad
- Técnicamente dependiente
- Post-proceso limitado



RM/TC perfusión



CBF

1. Mayor sensibilidad detección contusiones corticales
2. Identificar hipoperfusión: asociación a **peor pronóstico**

No se recomienda de rutina

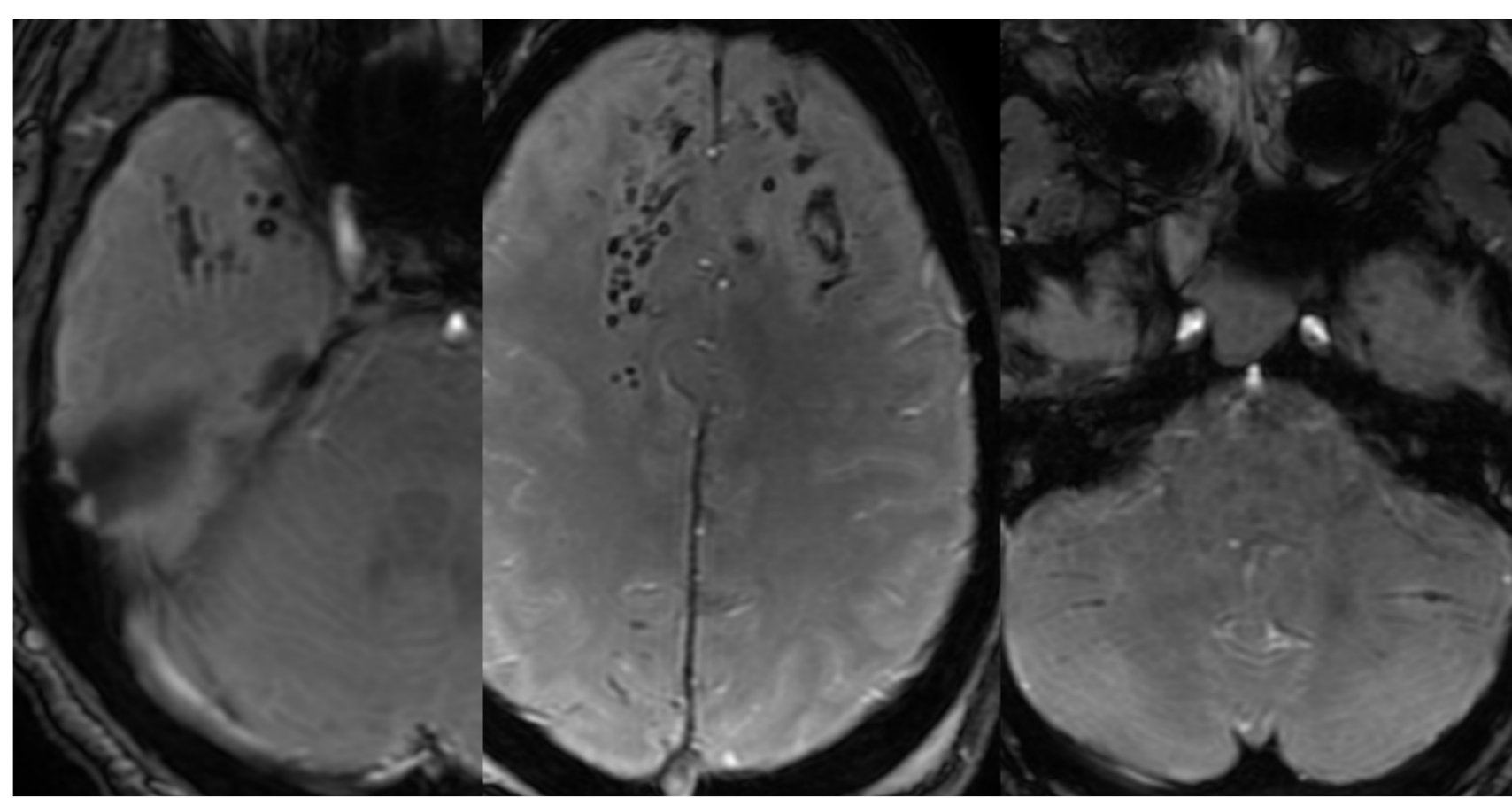
Lesión axonal difusa

Hemorrágica, no hemorrágica o ambas

Gradación en función de la severidad (**Gentry**)
Mayor morbimortalidad que lesiones extraaxiales

Relación entre puntuación en GCS y número de microhemorragias de lesión axonal difusa

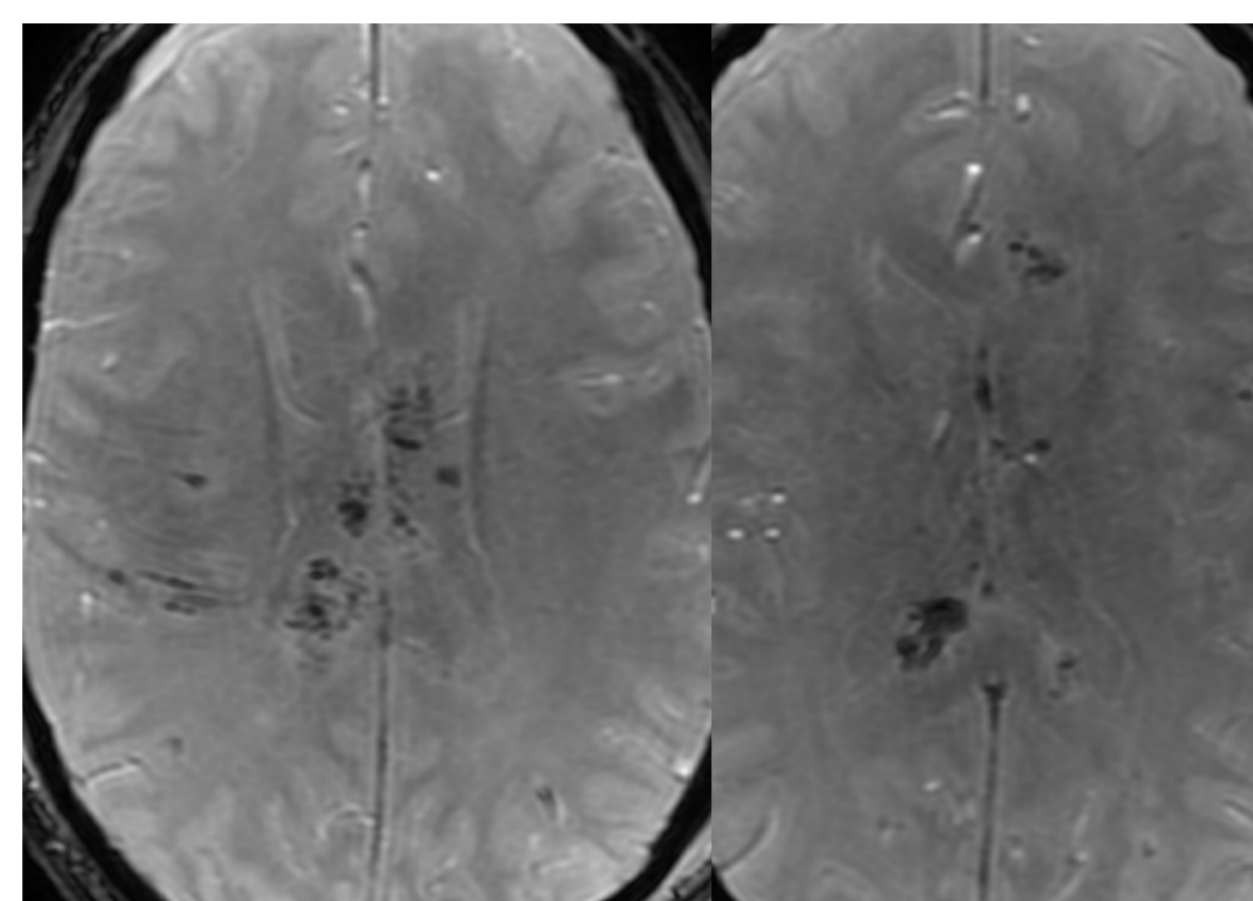
DAI tipo I



SUSTANCIA BLANCA LOBAR
CEREBELO

Lóbulos frontales y temporales (anterior)
Sustancia blanca del cerebelo

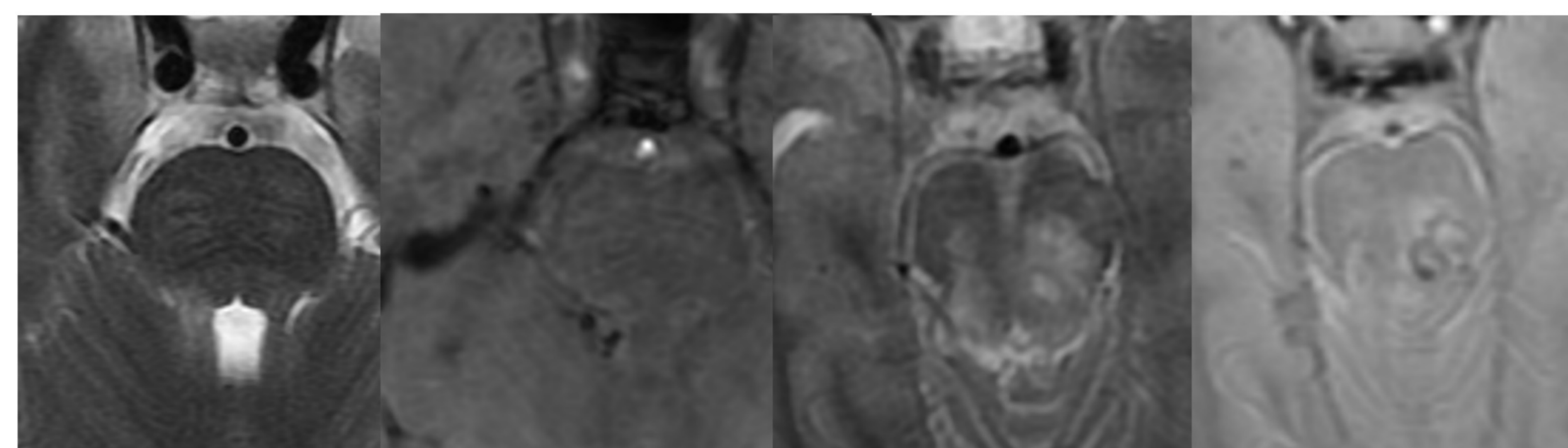
DAI tipo II



CUERPO CALLOSO

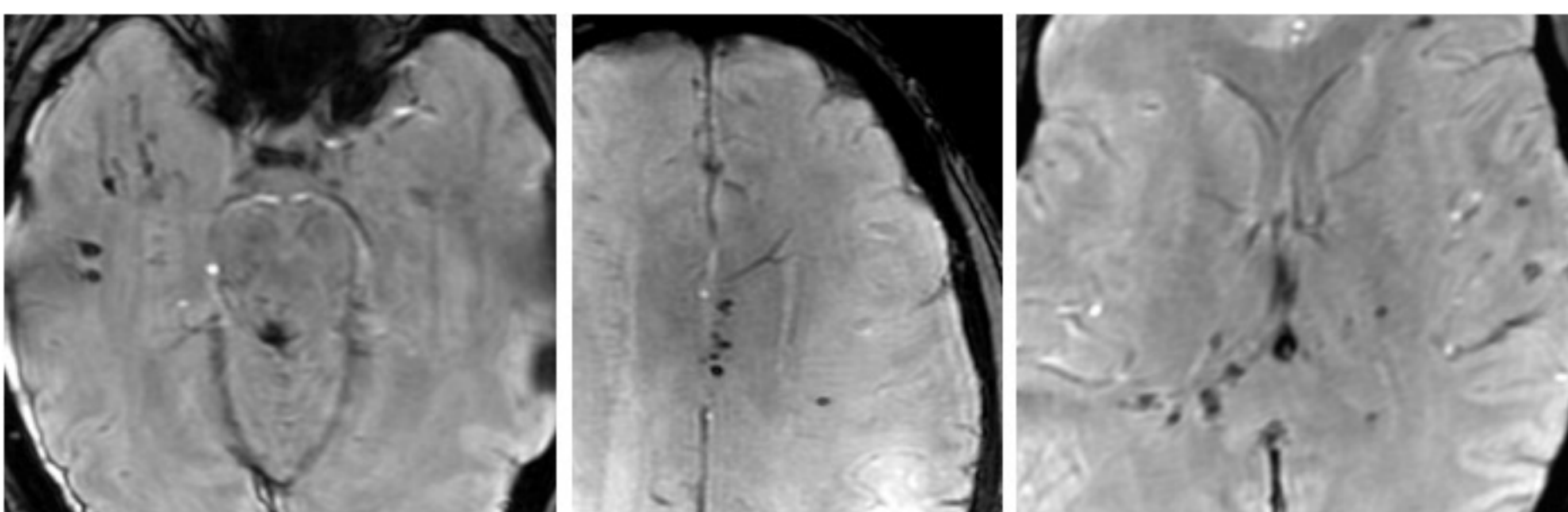
Esplenio y cuerpo posterior
Estructuras línea media

DAI tipo III



TRONCO CEREBRAL

Región dorsolateral de la unión mesencéfalo-protuberancial
Pedúnculos cerebelosos



Relación entre la **profundidad del daño traumático intracraneal** y el **pronóstico a 6 meses** medido mediante diferentes escalas

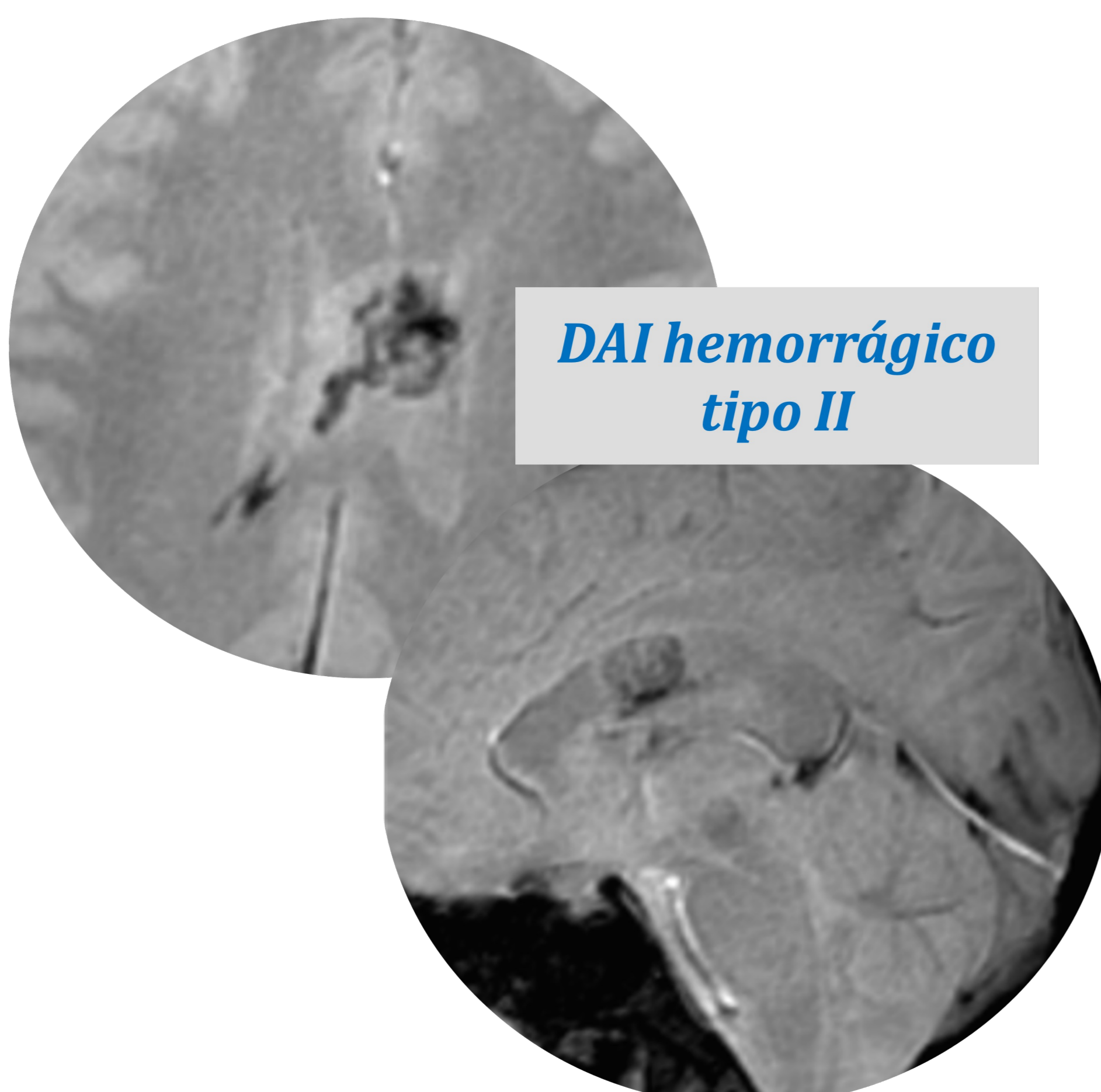
- ✓ La afectación por DAI del cuerpo calloso se asocia con **peor pronóstico** (trauma de alta energía)
- ✓ **Localización más frecuente esplenio** (**peor pronóstico** por su asociación con lesiones del dorso del tronco cerebral; modelo Ommaya Gennarelli)
- ✓ A **mayor extensión** de la lesión del cuerpo calloso **peor pronóstico** (volumen lesional)
- ✓ No diferencias entre lesiones hemorrágicas y no hemorrágicas

DAI tipo II

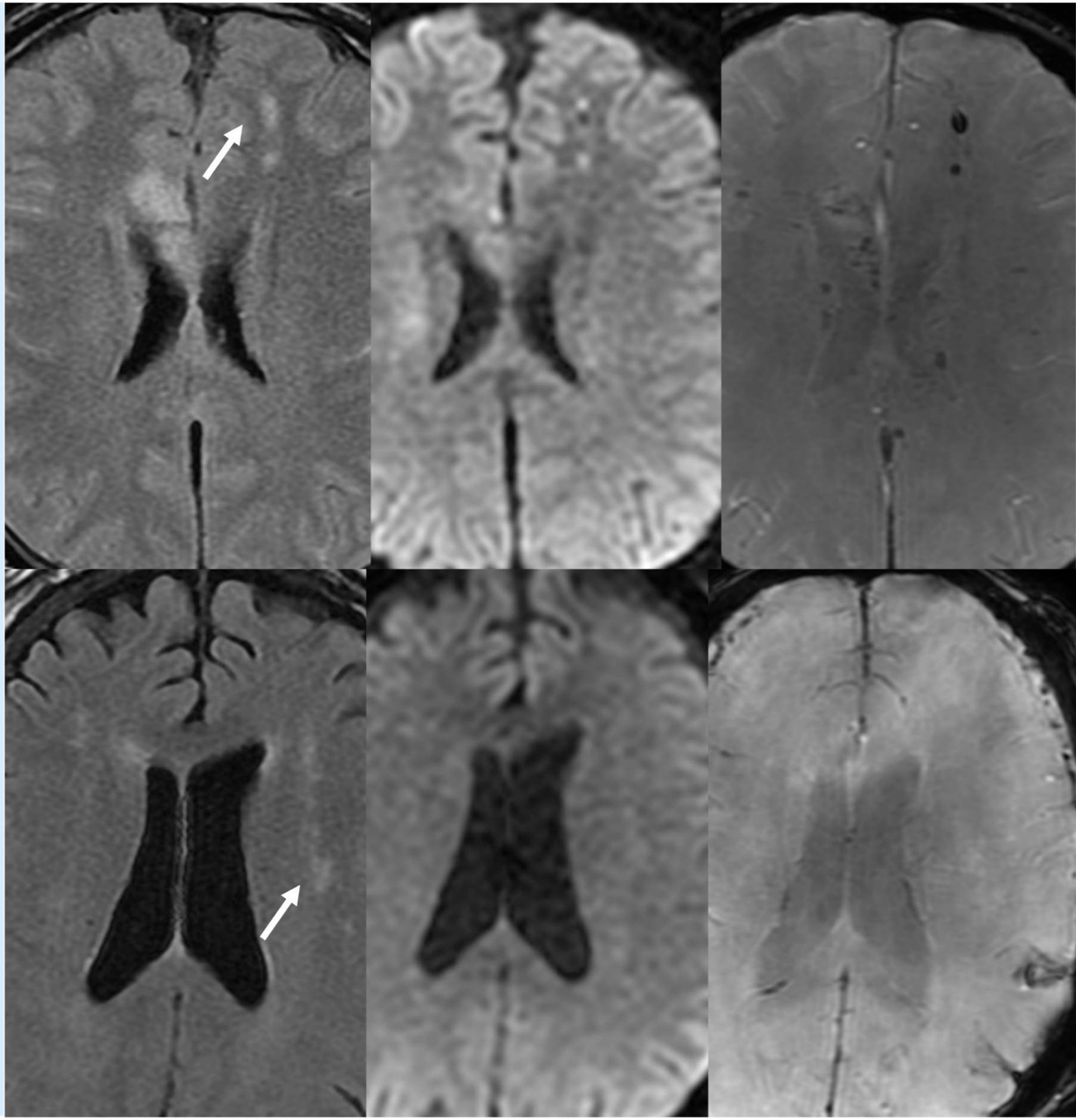
Pronóstico depende de:

- ✓ **Localización**
- ✓ **Volumen lesional**

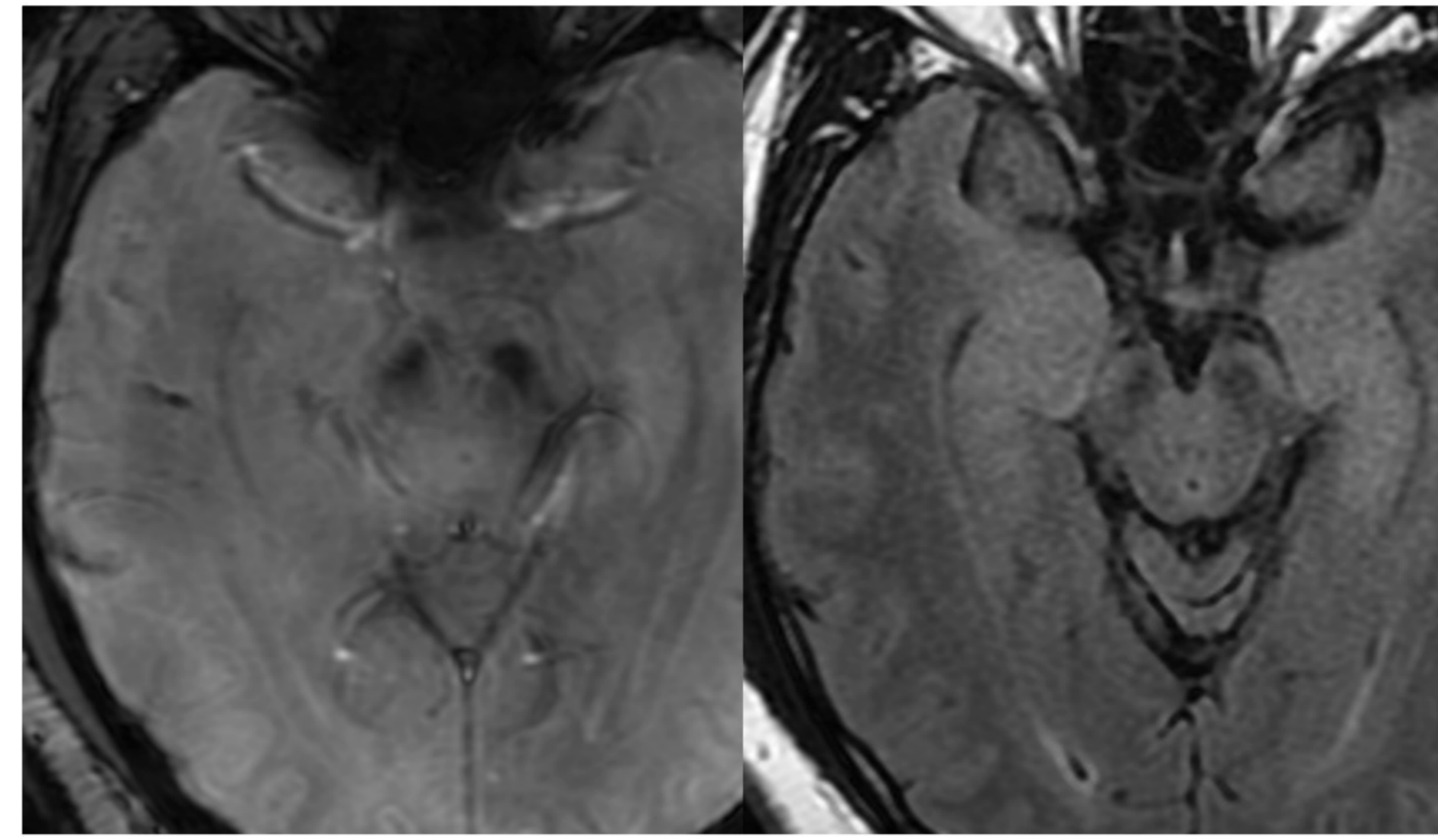
DAI hemorrágico tipo II



Lesiones hiperintensas focales, inespecíficas (difícil DD), a menos que muestren restricción en DWI o microhemorragia aguda



Mejoras técnicas RM
Lesiones de disrupción axonal de menor extensión y asociadas a traumas más leves



¿Cuál es el futuro en el trauma craneal?

Nueva clasificación de DAI basada en los hallazgos de RM que tenga una mejor correlación pronóstica

Especialmente en relación a grados I y II

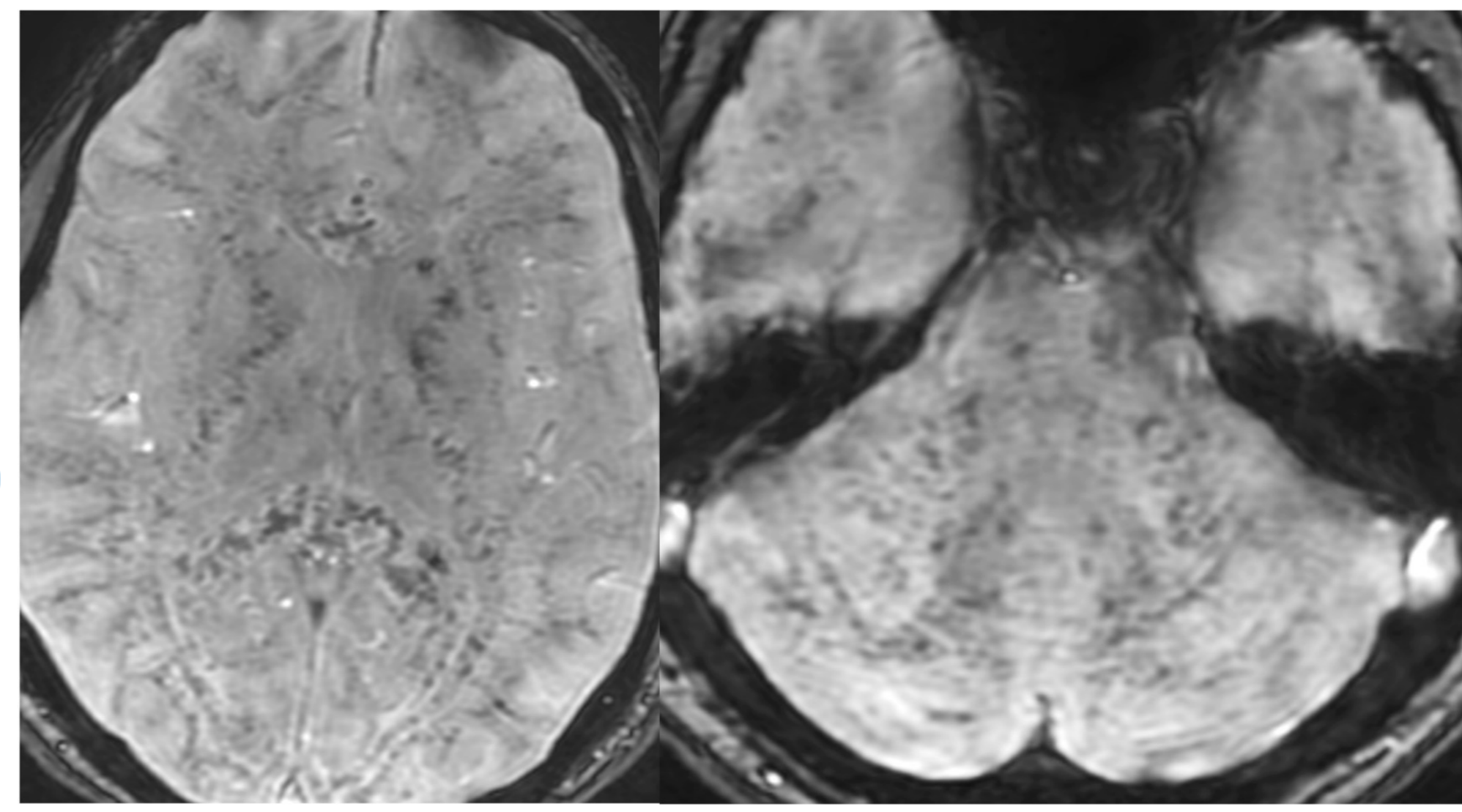
Diagnóstico diferencial entre lesión axonal difusa y embolia grasa

Embolia grasa

Fractura de huesos largos extremidades; incidencia 0.9-2.2%
Asociación con lesiones traumáticas primarias y secundarias

Pequeños infartos hemorrágicos??
Émbolos de grasa que ocluyen las arteriolas de pequeño tamaño y producen rotura vascular

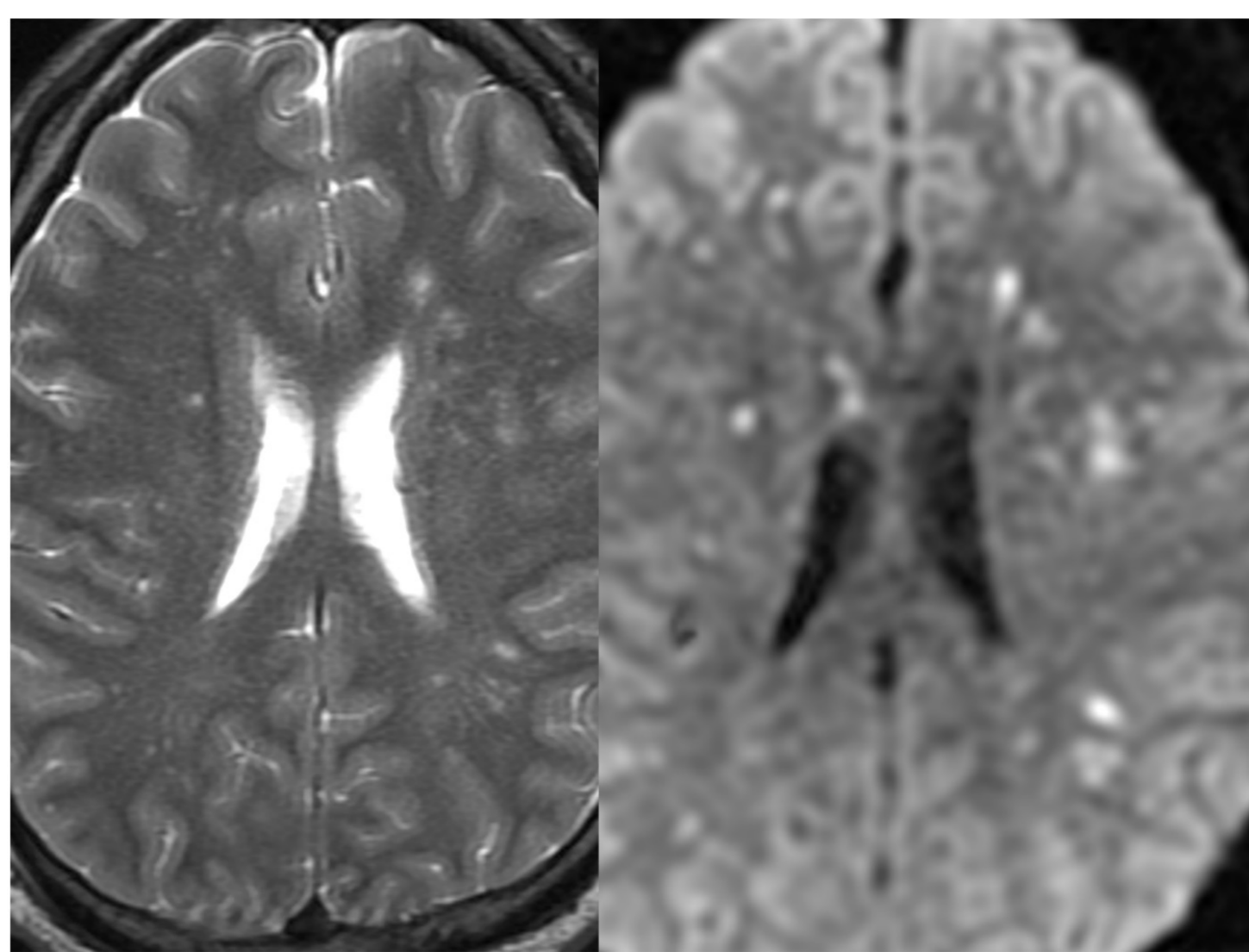
12-72 horas



Innumerables microhemorragias de muy pequeño tamaño y morfología redondeada distribuidas difusamente en **sustancia gris y sustancia blanca**

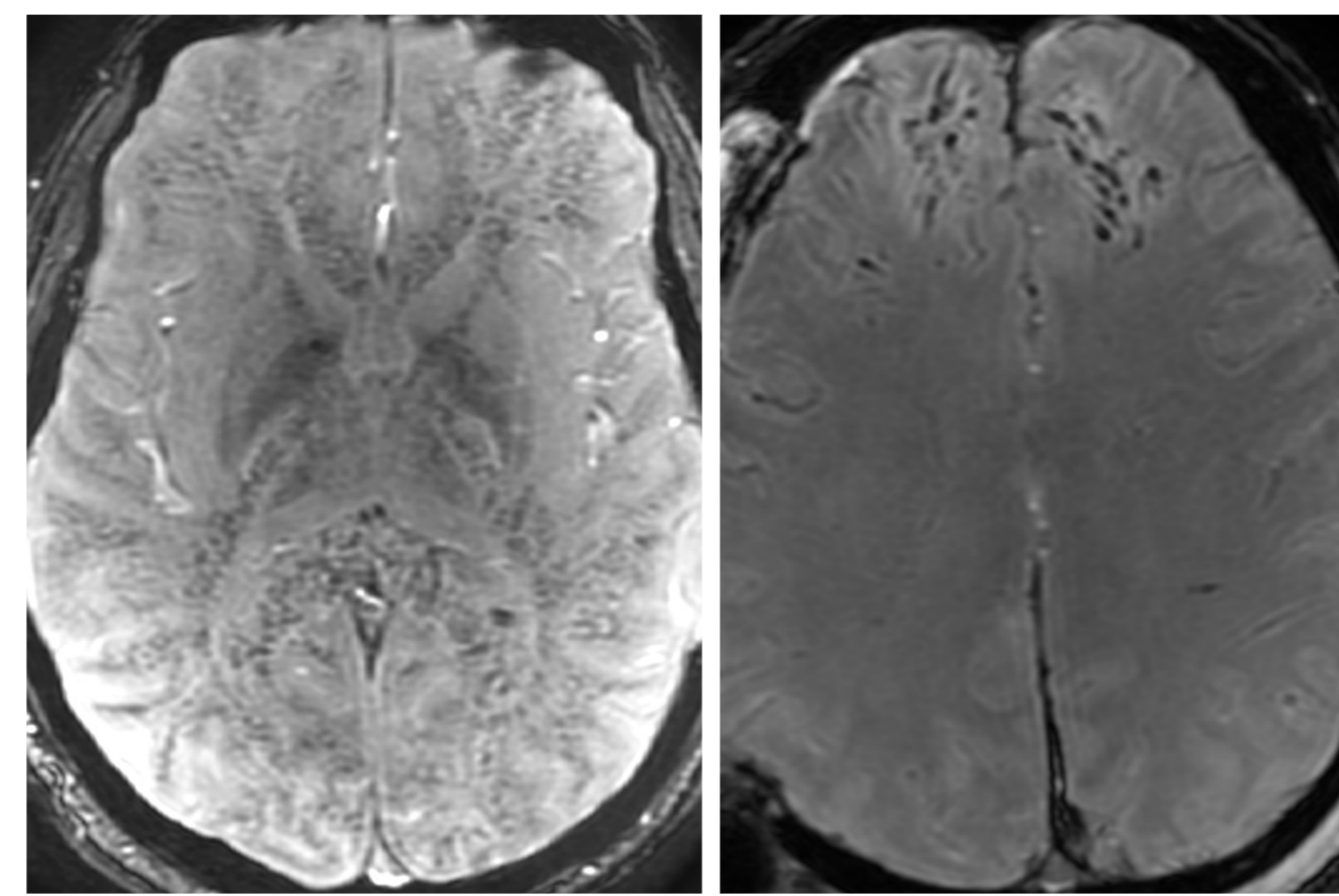
Mejor pronóstico que DAI

Patrón dinámico de embolia grasa en función del tiempo



Áreas parcheadas de edema citotóxico ("starfield pattern")
Patrón tipo 1

FASE AGUDA



Embolia grasa Lesión axonal difusa

Hemorragias lineales o de mayor tamaño asociadas a DAI

Áreas focales (DAI) vs áreas confluentes (embolia grasa) de restricción en difusión

Áreas confluentes de edema citotóxico en sustancia blanca

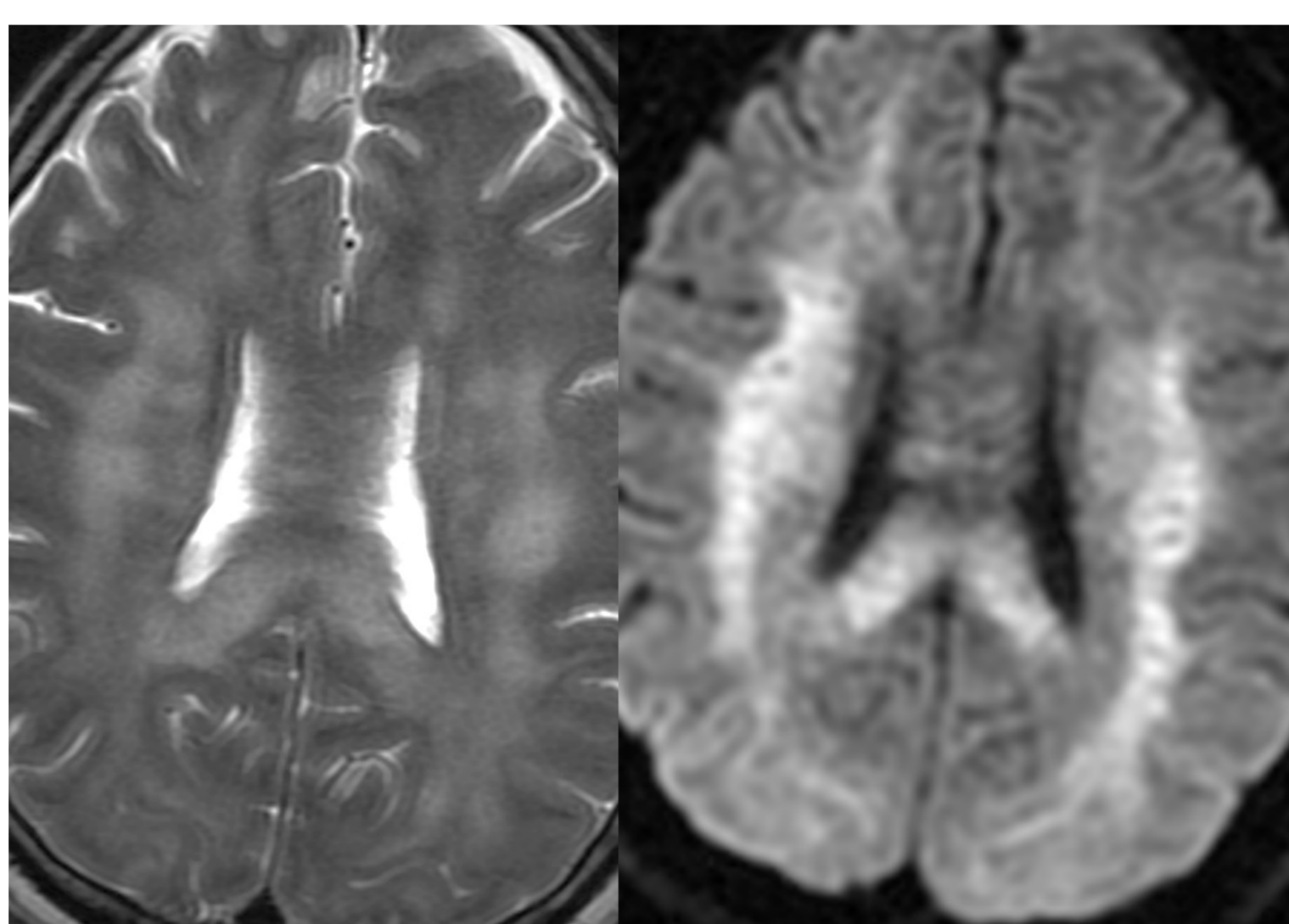
Áreas de edema vasogénico que pueden realzar

Infartos lacunares y necrosis

Hemorragias petequiales de muy pequeño tamaño y localización perivascular. Se localizan en la sustancia blanca en un mismo patrón de afectación que las áreas confluentes de edema citotóxico. Afectación más extensa de la sustancia blanca incluyendo el tálamo y los ganglios basales

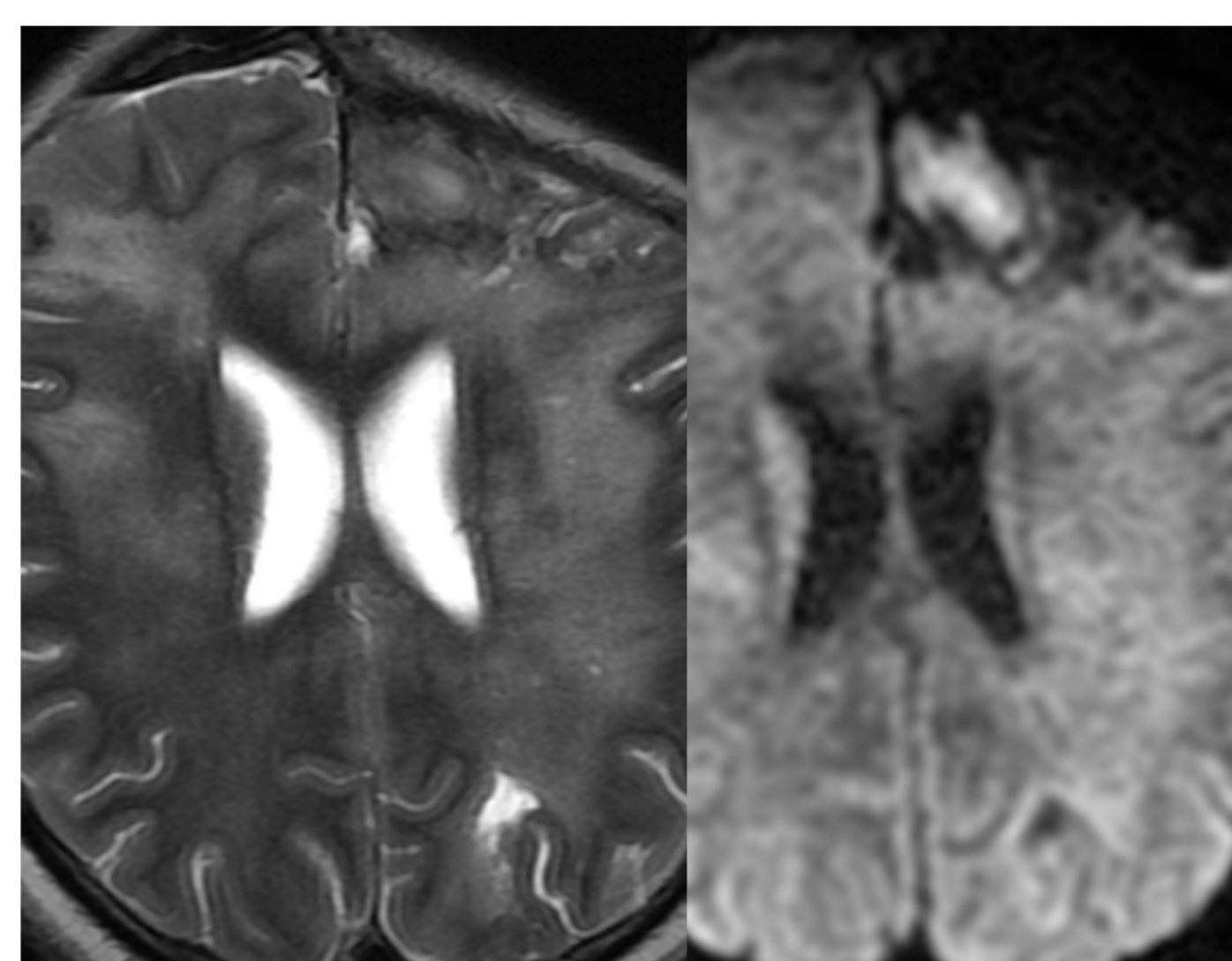
Patrón tipo 3

Patrón tipo 2C

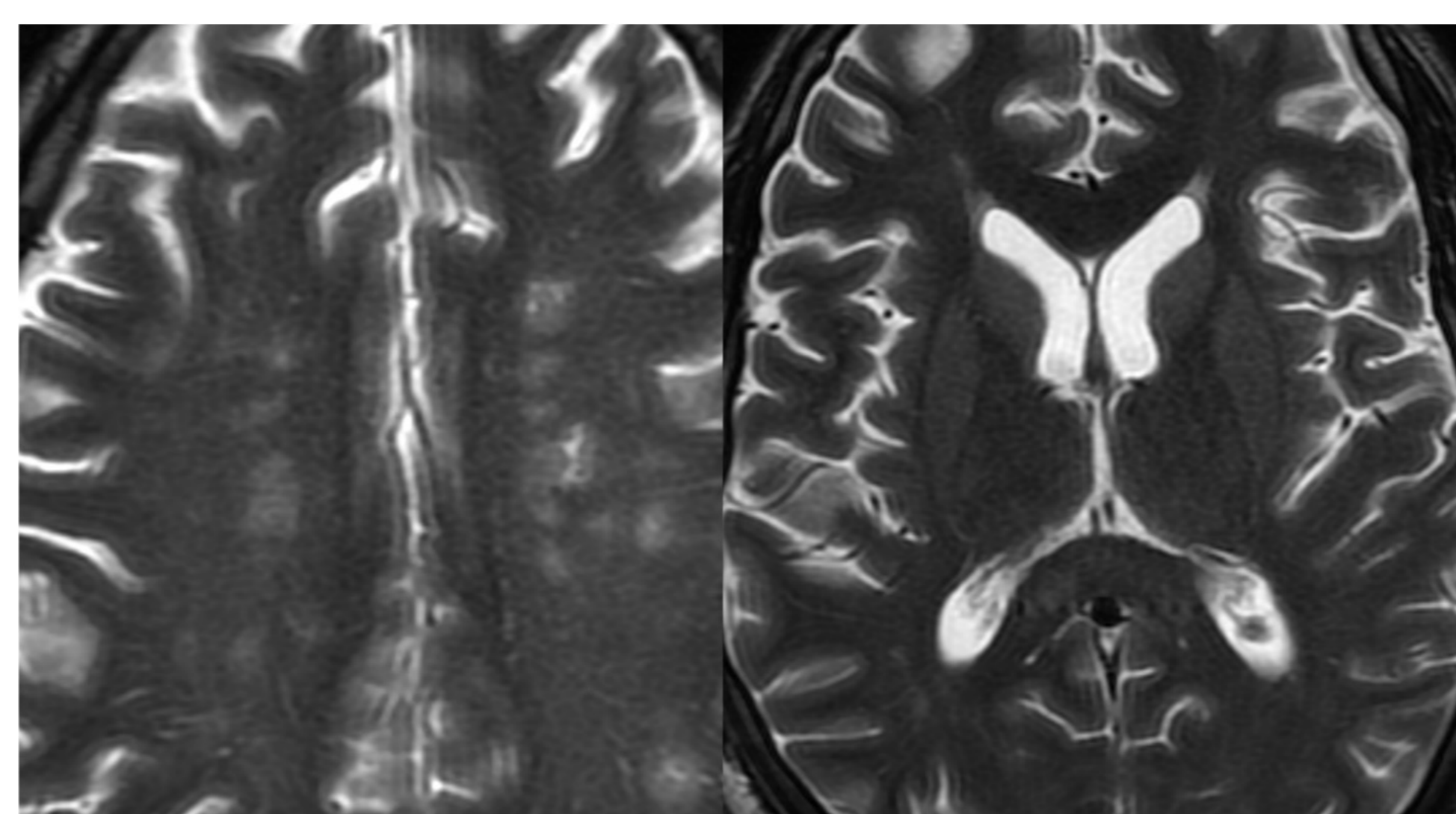


Patrón tipo 2A

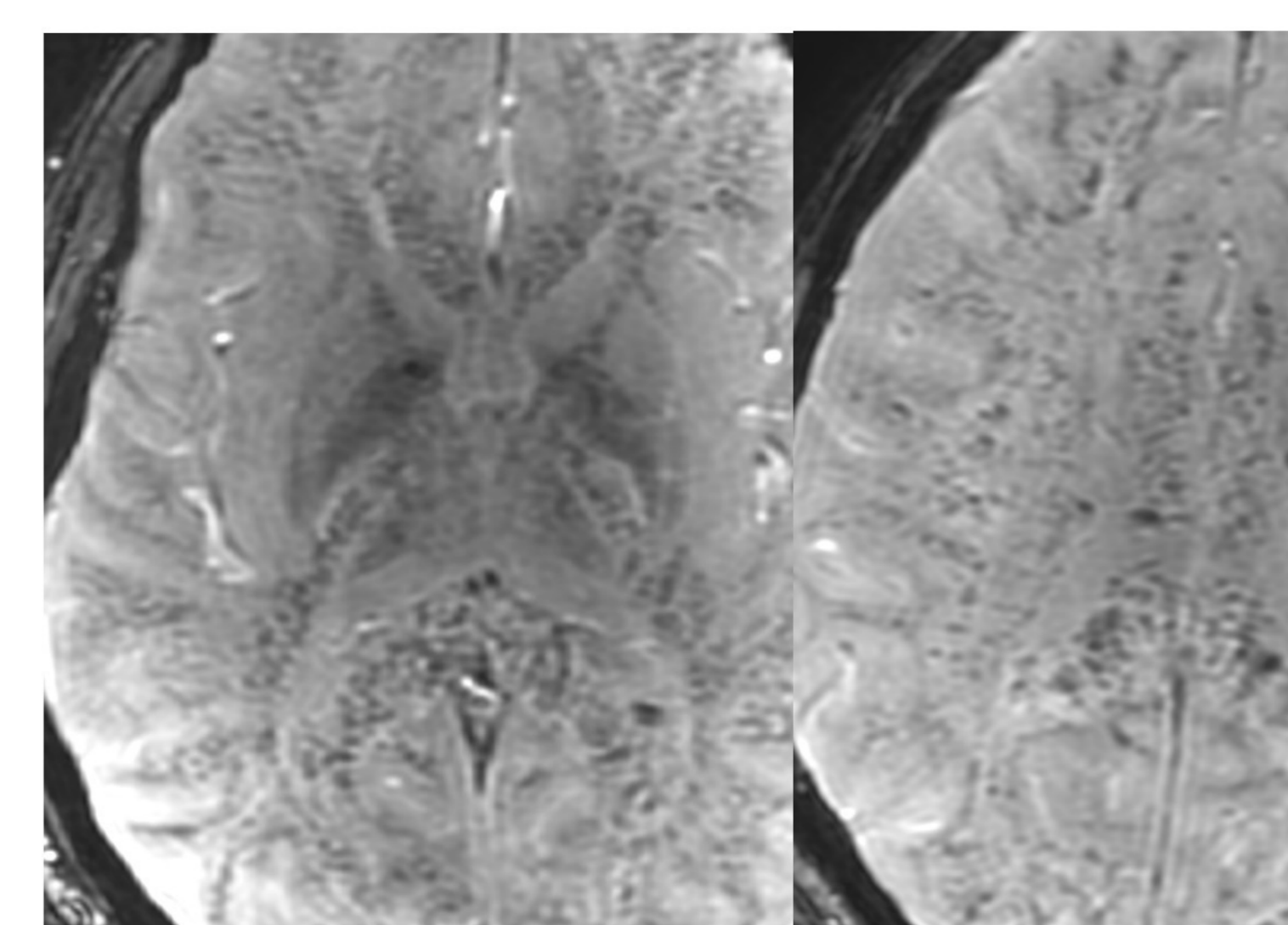
FASE SUBAGUDA



Patrón tipo 2B



FASE CRÓNICA

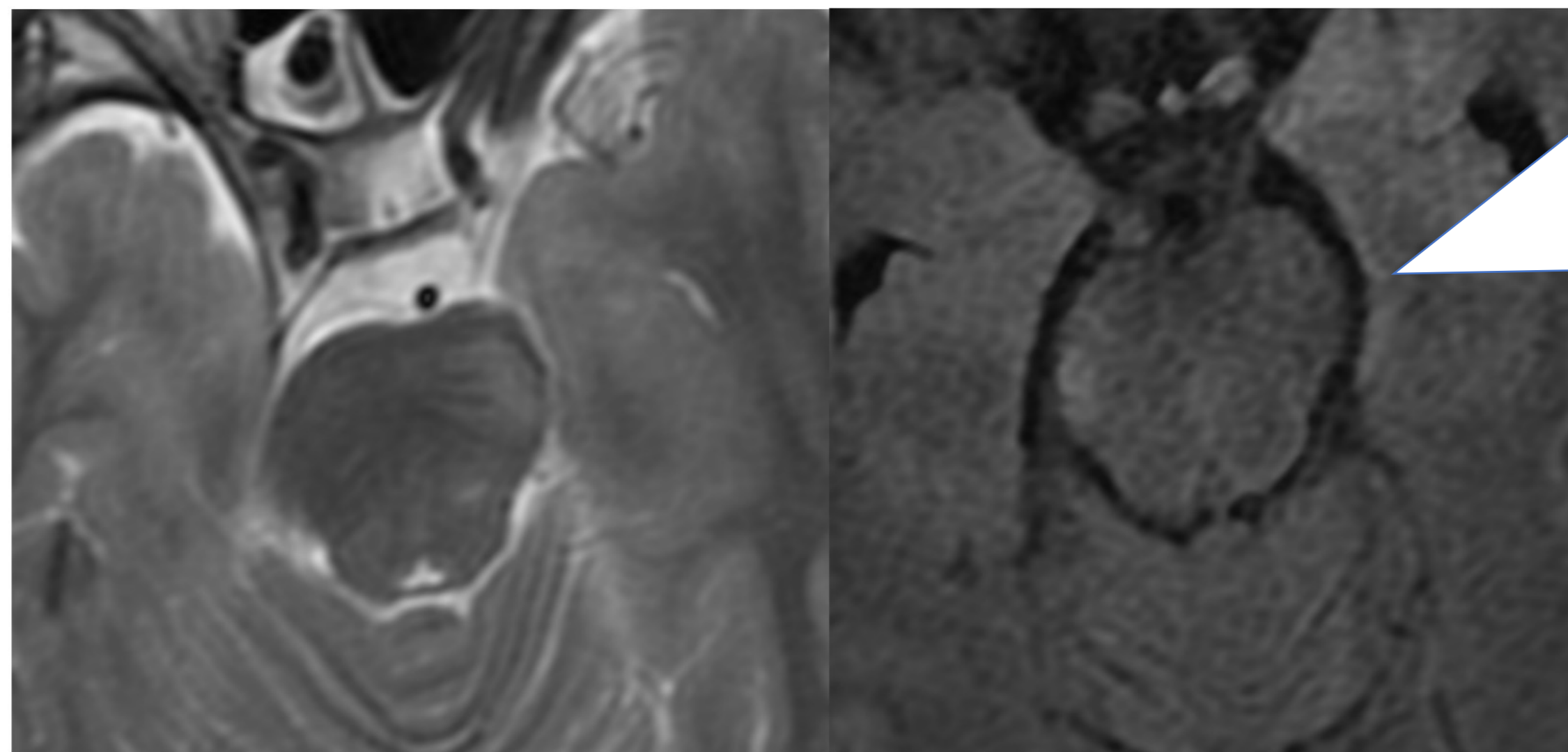


COMÚN A TODAS LAS FASES

Lesiones traumáticas del tronco cerebral

Lesiones primarias

Laceración superficial directa o contusión



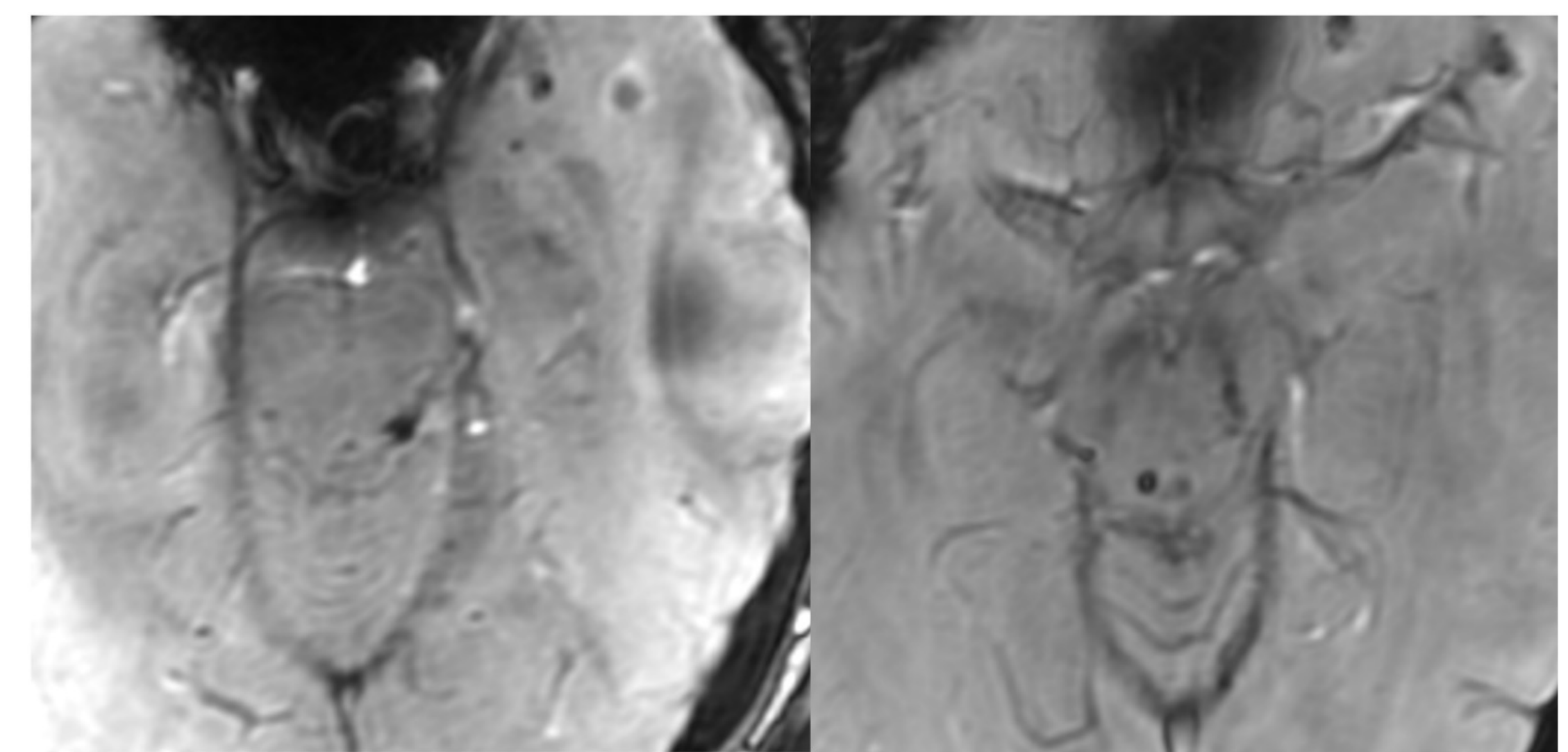
Secuencias T2

Impacto directo contra el tentorio
Contra la incisura tentorial lateral
Comienza en la superficie del tronco cerebral

Mayoría no hemorrágicas

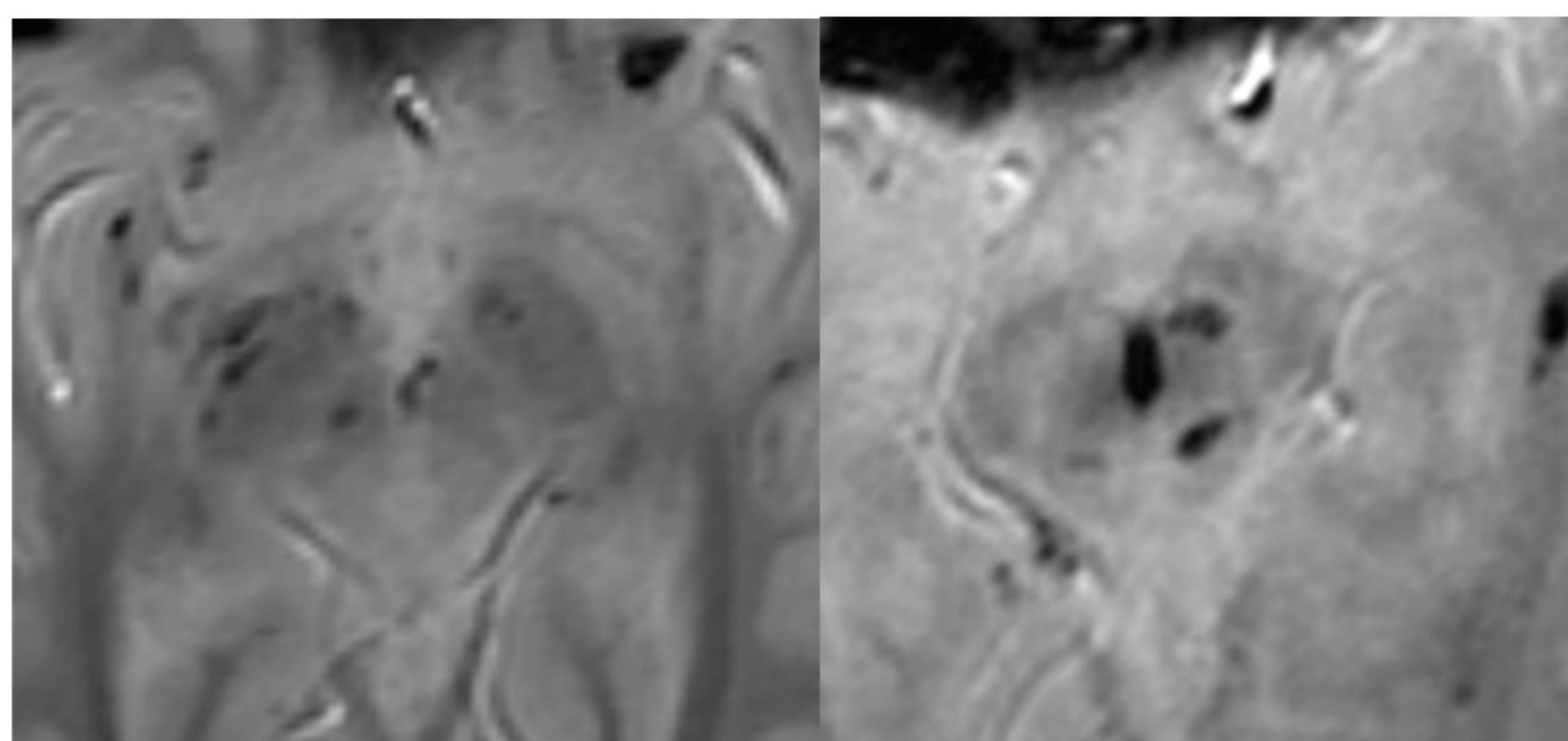
Secuencia SWI

Lesión axonal difusa

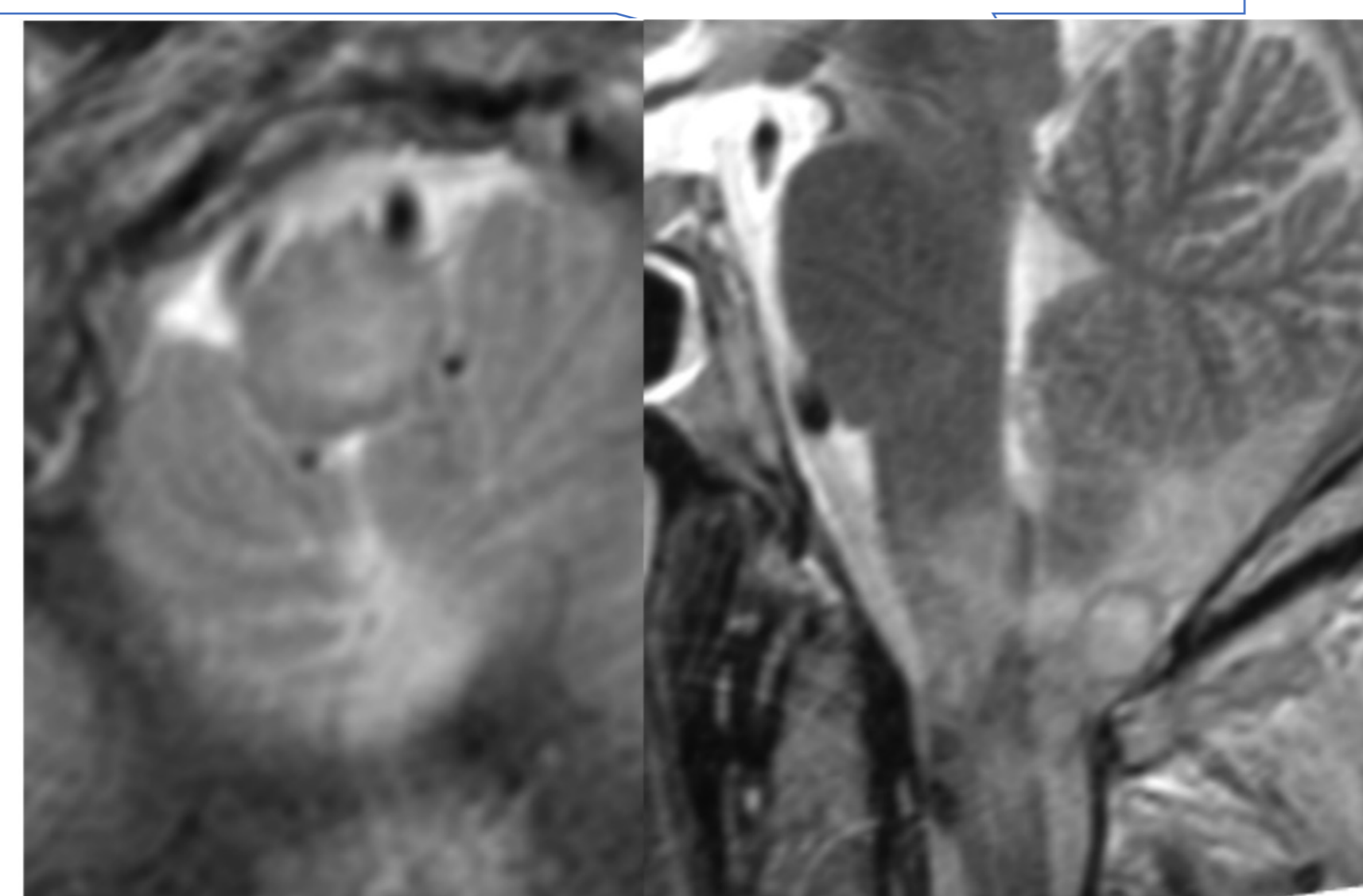


Próximas a la región del tectum y sustancia gris periacueductal

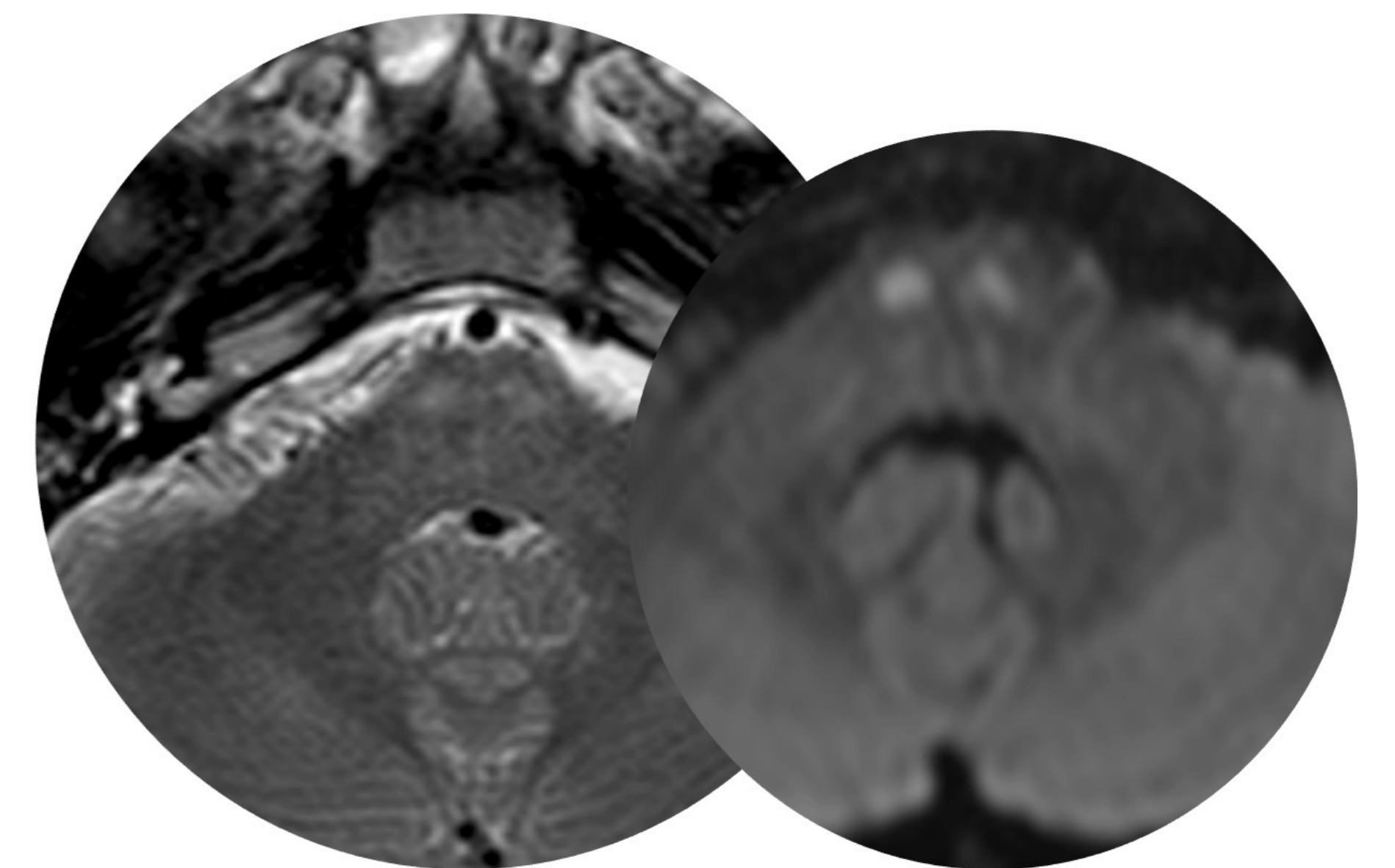
Hemorragias petequiales múltiples



Lesiones completas o incompletas

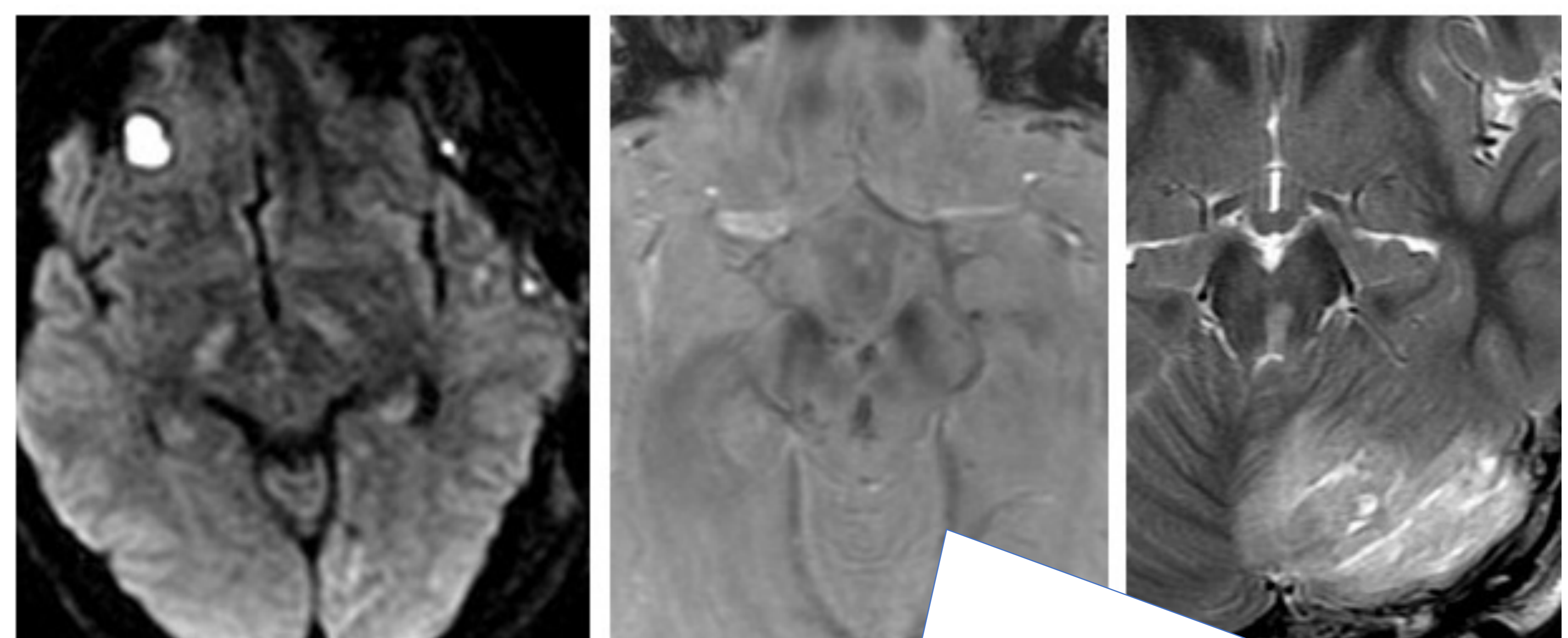


Disrupción pontomedular



Lesiones secundarias

- Hemorragia de Duret
- Infartos focales por compromiso vascular
- Compresión, desplazamiento, deformidad
- Necrosis secundaria a herniación transtentorial
- Lesión difusa hipóxico-isquémica



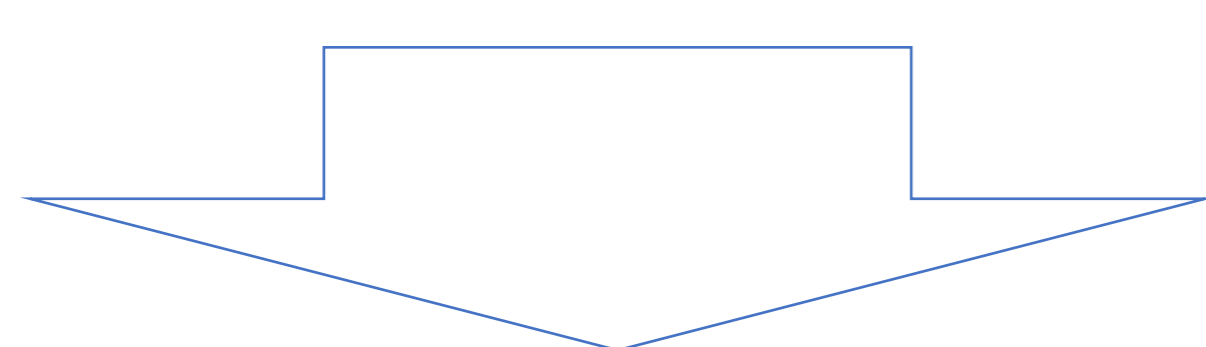
Hemorragias Duret

Distribución AP en región central pontina
Secundaria a herniación transtentorial descendente

Lesiones del tronco cerebral

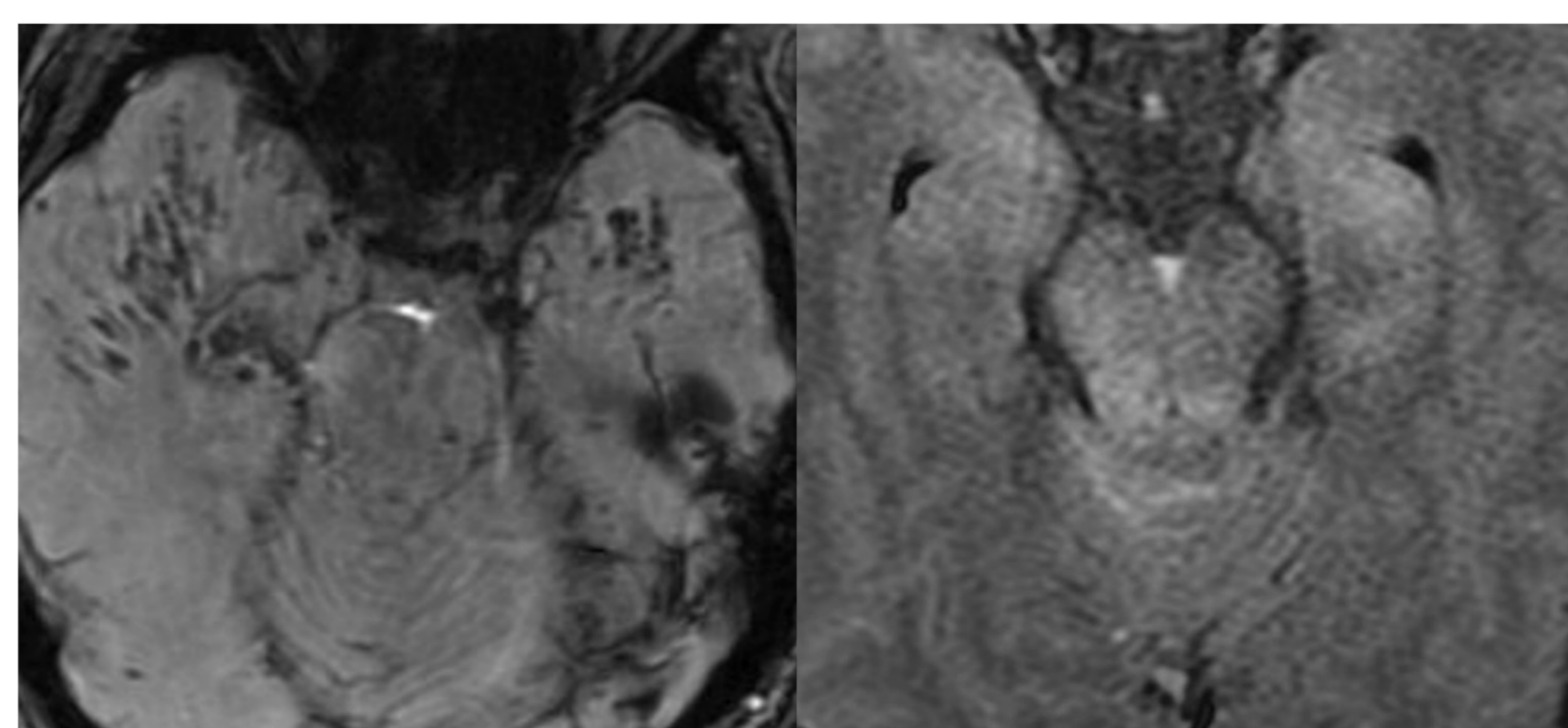
Tradicionalmente asociadas a mal pronóstico
Menor probabilidad de recuperación de estado vegetativo persistente

MODELO OMMAYA-GENARELLI

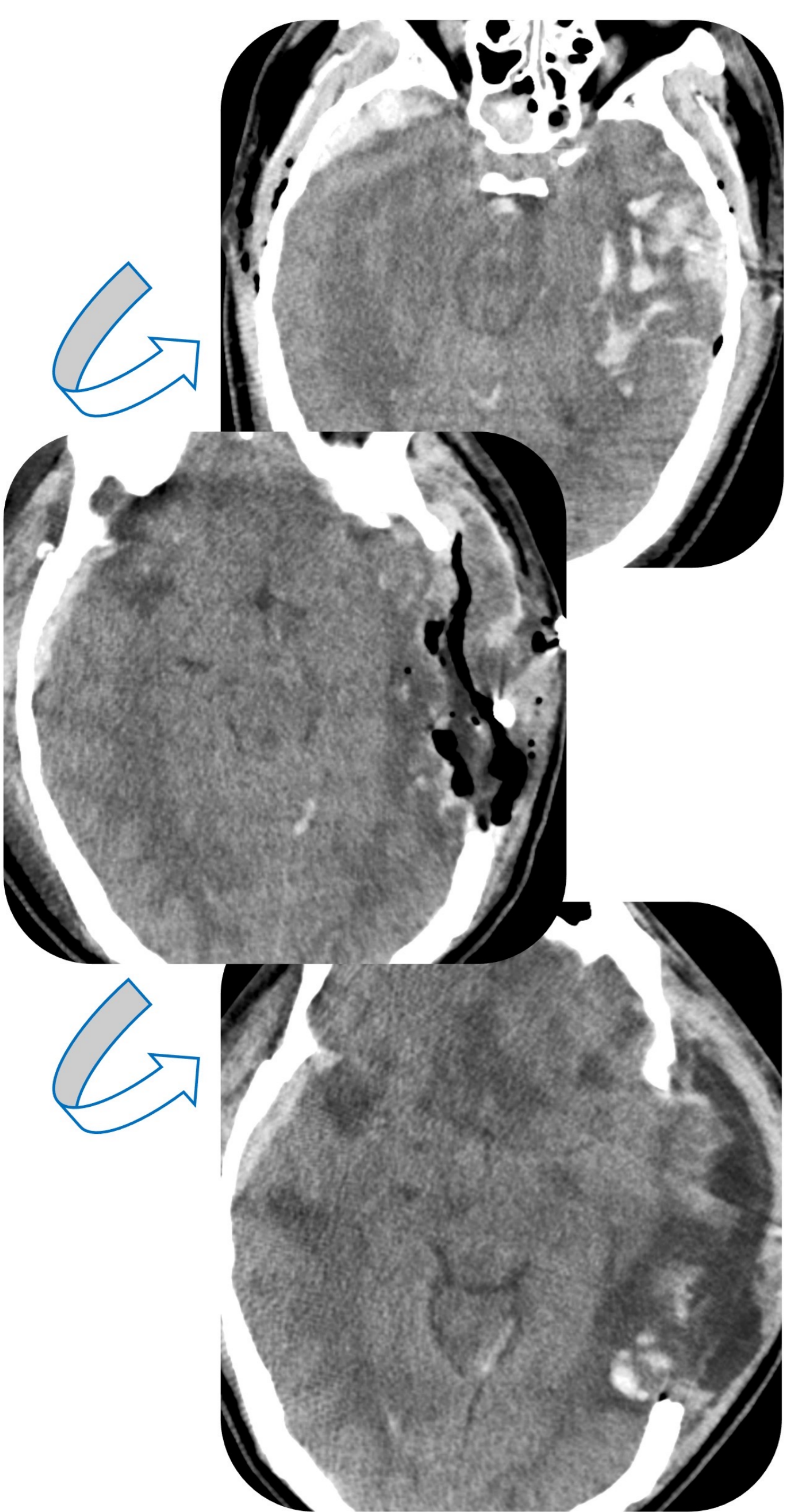


No todos los pacientes evolucionan desfavorablemente

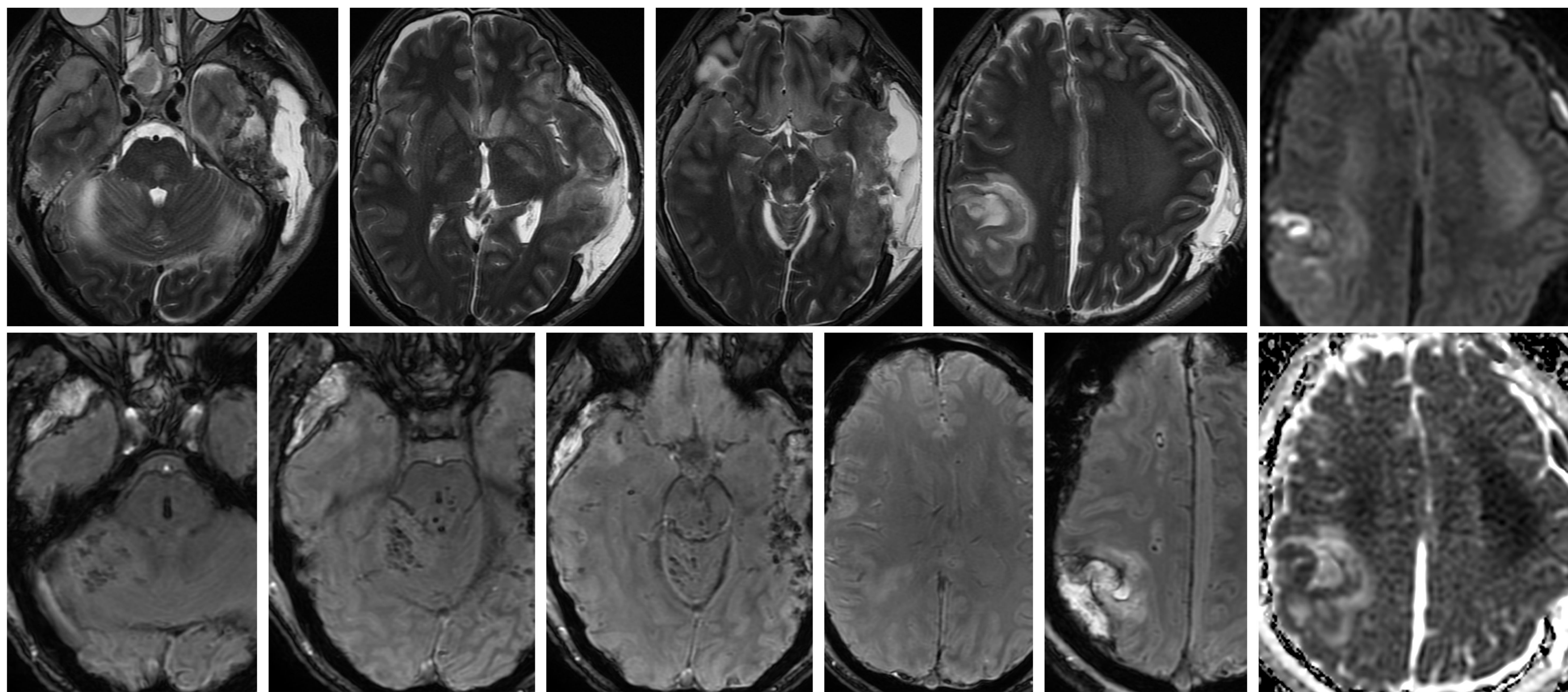
Pronóstico depende del tipo de lesión



- Hemorrágicas**
- Bilateral**
- Posterior**



En la valoración por imagen del TCE pueden coexistir lesiones traumáticas primarias y secundarias, por lo que es importante valorar conjuntamente los hallazgos de TC y RM



*Lesiones traumáticas 1ª y 2ª del tronco cerebral con DAI tipo 3, hemorragias petequiales múltiples y hemorragia de Duret 2ª a herniación transtentorial descendente
Signos de encefalopatía hipóxico-isquémica con afectación de ganglios basales y de la sustancia blanca de los centros semioviales (leucoencefalopatía post-anóxica)*

Conclusiones

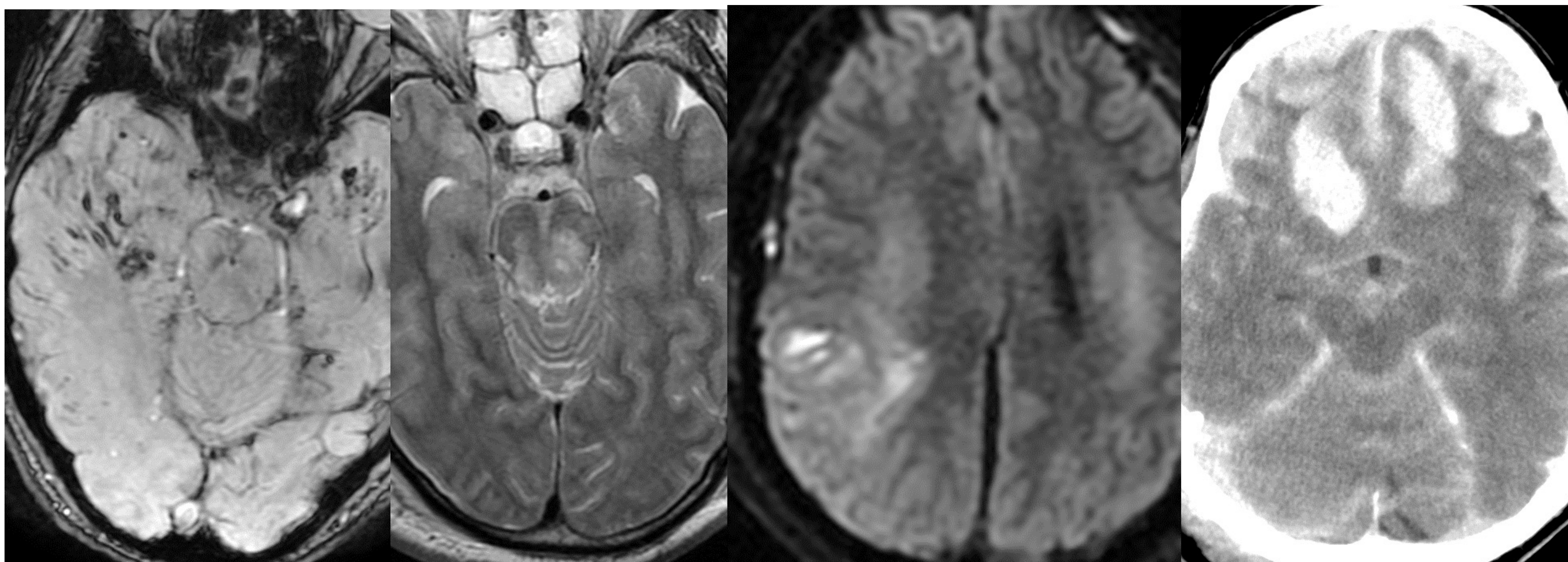
La RM tiene valor pronóstico en el TCE grave

El pronóstico a largo plazo de las lesiones del cuerpo calloso y del tronco cerebral depende de su localización, del volumen lesional y de la presencia de microhemorragias

Referencias bibliográficas

1. Sriyook A, Gupta R. Imaging of Head Trauma: Pearls and Pitfalls. Radiol Clin North Am. 2023 May;61(3):535-549.
2. Diouf A, Machnowska M. Conventional MR Imaging in Trauma Management in Adults. Neuroimaging Clin N Am. 2023 May;33(2):235-249.
3. Van der Eerden AW, van den Heuvel TLA, Maas MC, Vart P, Vos PE, Platel B, et al. The radiological interpretation of possible microbleeds after moderate or severe traumatic brain injury: a longitudinal study. Neuroradiology. 2022 Jun;64(6):1145-1156.
4. Guarnizo A, Chung HS, Chakraborty S. Subcallosal haemorrhage as a sign of diffuse axonal injury in patients with traumatic brain injury. Clin Radiol. 2021 Mar;76(3):237.e15-237.e21.
5. Elkbuli A, Shaikh S, McKenney K, Shanahan H, McKenney M, McKenney K. Utility of the Marshall & Rotterdam Classification Scores in Predicting Outcomes in Trauma Patients. J Surg Res. 2021 Aug;264:194-198.
6. Bruggeman GF, Haitzma IK, Dirven CMF, Volovici V. Traumatic axonal injury (TAI): definitions, pathophysiology and imaging-a narrative review. Acta Neurochir (Wien). 2021 Jan;163(1):31-44.
7. Hilario A, Ramos A, Millan JM, Salvador E, Gomez PA, Cicuendez M, et al. Severe traumatic head injury: prognostic value of brain stem injuries detected at MRI. AJNR Am J Neuroradiol. 2012 Nov;33(10):1925-31.
8. Choi DJ, Guerra ES, Dundadamappa S. Imaging of Traumatic Injury to Neurovasculature. Semin Ultrasound CT MR. 2018 Aug;39(4):336-346.
9. Wang KK, Yang Z, Zhu T, Shi Y, Rubenstein R, Tyndall JA, et al. An update on diagnostic and prognostic biomarkers for traumatic brain injury. Expert Rev Mol Diagn. 2018 Feb;18(2):165-180.
10. Cicuendez M, Castaño-León A, Ramos A, Hilario A, Gómez PA, Lagares A. The added prognostic value of magnetic resonance imaging in traumatic brain injury: The importance of traumatic axonal injury when performing ordinal logistic regression. J Neuroradiol. 2019 Sep;46(5):299-306.

Actualización en traumatismo craneoencefálico grave: hallazgos de imagen e implicaciones pronósticas



A. Hilario Barrio, E. Salvador Álvarez, A. Cárdenas del Carré,
J. Romero Coronado, C. Lechuga Vázquez, Z.H. Chen Zhou,
A. Martínez de Aragón Calvo, A. Ramos González

Hospital Universitario 12 de Octubre
Madrid