

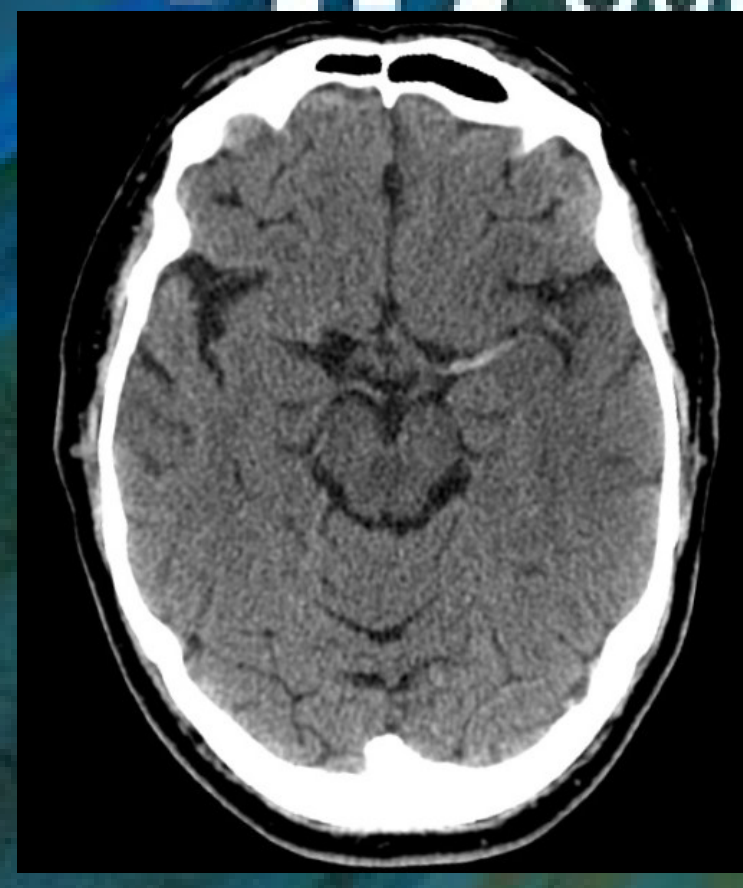
EL CODIGO ICTUS

UNA EMERGENCIA RADIOLOGICA

María Montserrat Duh¹, Anna Unghetti Rodriguez², Neus Torra Ferrer³, Miriam Staitie³, Marta Abadal Prades⁵, Sonia Casals⁶, María Teresa Fernandez Planas⁷, Ernest Palomeras⁸, Maripaz Medina⁹.
Consorci Sanitari del Maresme, Mataró.

OBJETIVO DOCENTE

- Describir los signos y síntomas que activan el Código Ictus.
- Describir brevemente la etiopatogenia del ictus.
- Describir las técnicas TC de imágenes más utilizadas en el diagnóstico del Código Ictus y su implicancia en la elección de los posibles tratamientos.



REVISION DEL TEMA:

INTRODUCCION:

El accidente cerebrovascular isquémico(AVC) es una emergencia que debe diagnosticarse y tratarse muy rápidamente, ya que cada minuto posterior al evento un paciente pierde en promedio 1,9 millones de neuronas, 13,8 mil millones de sinapsis y 12 kilómetros de axones. Cada hora en la que no se produce el tratamiento, el cerebro pierde tantas neuronas como en casi 3,6 años de envejecimiento normal.

El diagnóstico y tratamiento están estandarizados mundialmente y los Servicios de Radiología tiene un papel primordial en el ágil diagnóstico que determine una correcta y rápida decisión terapéutica. La premura en la instauración del tratamiento es uno de los factores pronósticos favorables en el tratamiento del evento isquémico agudo.

Tanto TC como RMN son métodos diagnósticos de elección en el diagnóstico del ICTUS, pero debido a la más limitada aplicabilidad y menor disponibilidad de la RMN en los centros de menor complejidad, el trabajo se centra en los protocolos utilizados en TC, método también elegido en Recomendaciones y Consensos de varias Sociedades de Radiología españolas (SERAM, SENR, SERAU) e internacionales.

MANIFESTACIONES CLINICAS:

La característica clínica clave es la repentina aparición de un déficit neurológico focal, cuyo examen muestra signos de afectación de uno o más territorios irrigados por arterias de la circulación cerebral anterior y-o posterior .

Usualmente, pueden agruparse en síndromes cerebrovasculares que permiten determinar el sitio del infarto, aunque no siempre es posible.

En la *TABLA 1* se describen los diferentes síndromes vasculares.

Tabla 1. Manifestaciones clínicas de síndromes vasculares.

Arteria principal	Estructuras anatómicas afectadas	Características clínicas
Cerebral anterior	Cara medial de la corteza frontal y temporal	Parálisis contralateral de la pierna. Déficit sensorial contralateral de la pierna
Cerebral media división superior	Cara lateral del lóbulo frontal, área de Broca	Hemiparesia y déficit sensorial contralateral que respeta la pierna. Afasia de Broca
Cerebral media división inferior	Cara lateral de los lóbulos parietal y temporal, giro post-central (áreas 3, 1, 2), área de Wernicke, cintillas ópticas, corteza visual macular	Déficit sensorial contralateral que afecta cara, mano y brazo. Afasia de Wernicke. Hemianopsia homónima contralateral
Carótida interna	Toda la corteza hemisférica incluyendo núcleos subcorticales y sustancia blanca, excepto lóbulo occipital, tálamo y cara medial del lóbulo temporal	Hemiparesia y déficit sensorial contralateral incluyendo la pierna. Hemianopsia homónima contralateral. Afasia global
Cerebral posterior	Corteza del lóbulo occipital, el lóbulo temporal medial y la región anterior del mesencéfalo	Hemianopsia homónima contralateral, agnosias visuales (afasia agnósica, prosopagnosia, alexia sin agrafia) y ceguera cortical cuando es bilateral. Oftalmoplejía Arteria cerebelosa anteroinferior. Ataxia cerebelosa ipsilateral sin síndrome de Horner, debilidad facial, parálisis de la mirada, sordera y acúfenos. Arteria cerebelosa superior. Similar al anterior, se agrega nistagmo o desviación oblicua de los ojos.
Basilar	Corteza del lóbulo occipital, el lóbulo temporal medial, tálamo y la región anterior del mesencéfalo, puente y médula oblonga	Coma y muerte de forma rápida. Oftalmoplejía con desviación de la mirada horizontal por parálisis de los nervios craneales III y VI. Hemiplejía o tetraplejía Síndrome de enclaustramiento
Cerebelosa posteroinferior	Cerebelo y puente	Síndrome medular lateral de Wallenberg: ataxia cerebelosa ipsilateral, síndrome de Horner, déficit sensorial facial para dolor y temperatura sin afección motora, nistagmo, náuseas, vómito, disfagia, disartria, hipo
Cerebelosa anteroinferior	Cerebelo y puente	Las mismas que la anterior, pero sin síndrome de Homer ni disfagia, disartria o hipo. Se agrega paresia facial, parálisis de la mirada, sordera. ACÚFENO
Cerebelosa superior	Cerebelo	Similar a la anterior, pero sin hipoacusia, afectación sensorial se extiende a tacto, vibración y posición
Lacunares		
Hemiparesia motora pura	Cápsula interna (brazo posterior) o protuberancia anular	Déficit motor unilateral en cara, brazo y pierna sin alteraciones sensitivas
Síndrome sensitivo puro	Núcleo ventral posterolateral del tálamo	Parestesias, hipostesia y déficit hemisensorial que involucra cara, brazo, tronco y pierna contralateral sin alteraciones motoras
Hemiparesia- atáxica	Brazo posterior de la cápsula interna o protuberancia anular	Hemiparesia que es más prominente en la pierna, así como incoordinación ipsilateral del brazo y la pierna
Disartria-mano torpe	Protuberancia anular	Debilidad facial, disartria, disfagia, debilidad y torpeza de la mano en el mismo lado del compromiso facial. No hay anomalías sensoriales.

Etiopatogenia del ictus

Clasificación etiopatogénica del ictus:

Los criterios más extendidos se basan en las clasificaciones TOAST (Trial Org-10172 Acute Stroke Treatment) y SSS-TOAST.

Describe 5 subtipos etiopatogénicos que precisarán distintas pautas en cuanto al tratamiento:

- Aterotrombótico por enfermedad de gran vaso,
- Cardioembólico,
- Lacunar por enfermedad de pequeño vaso
- Causa inhabitual (disección arterial, vasculitis, vasoespasmo, etc.)
- Etiología indeterminada o criptogénico después de un estudio adecuado.

Mecanismos de producción del ictus:

- Embólico (el más frecuente):
 - De etiología cardioembólica
 - De etiología aterotrombótica, por una embolia arterioarterial procedente de una placa ateromatosa)
- Trombosis por alteración de la pared del vaso
- Lipohialinosis, en el infarto lacunar
- Mecanismo hemodinámico, cuando se produce un infarto en territorios vasculares limítrofes por la hipoperfusión debida a una estenosis grave del territorio vascular afectado.

TECNICAS DE ESTUDIO TC:

- SIN CONTRASTE EV
- ANGIOTC INTRACRANEAL Y DE TSA
- ESTUDIO DE PERFUSION INTRACRANEAL

TC SIN CONTRASTE EV

Es la primera prueba a realizar.

Objetivos:

- Descartar ictus hemorrágico.
- Descartar otros diagnósticos: hemorrágica, neoplasia, infección, malformación vascular.
- Detectar signos tempranos de isquemia.
- Valorar extensión del proceso isquémico.

Signos de isquemia hiperaguda temprana (0 a 6 hs):

- Signo de del vaso hiperdenso: *ACM hiperdenso (FIG. 1)* y *dot sign* (descritos en M2 y arteria basilar. Puede ser el primer signo visible cuando está presente e indica presencia de trombo intrarterial).
- Pérdida de diferenciación sustancia blanca sustancia gris/borramiento de surcos de la convexidad.
- Ribete insular (pérdida de diferenciación cápsula externa y corteza).
- Hipodensidad de los núcleos de la base.

Signos de isquemia aguda tardía (6 a 24 hs):

- Área hipodensa que afecta sustancia gris y blanca, indica evolución de al menos 6 horas (*FIG. 5 TC SIMPLE*).



FIG. 1. Signo ACM
hiperdensa.

Case courtesy of Alexandra
Stanislavsky, Radiopaedia.org, rID:
19218

TC SIN CONTRASTE EV

-Valorar extensión del proceso isquémico, mediante la **escala ASPECTS** (Alberta Stroke Programme Early CT Score) (*FIG. 2*).

Es un sistema estandarizado de interpretación de los ictus isquémicos de la circulación anterior.

El análisis se realiza sobre dos cortes axiales de la TC:

El primero a nivel del tálamo y ganglios de la base (plano A).

El segundo adyacente al borde superior de los ganglios de la base, sin que se visualicen los mismos (plano B).

En los dos planos, el territorio de la arteria cerebral media se divide en 10 regiones, se otorga 1 punto a cada área.

M1: región cortical anterior de la ACM.

M2: región cortical lateral al ribete insular.

M3: región cortical posterior de la ACM

M4, M5, M6: región cortical anterior, lateral y posterior de la ACM, aproximadamente 2 cm por encima de M1, M2, M3, respectivamente.(Plano B)

M7: Núcleo lenticular

M8: Núcleo caudado

M9: cápsula interna

M10: ribete insular

Se sustrae un punto por cada región donde se aprecia cambio isquémico precoz (hipodensidad o efecto de masa local).

Una puntuación ASPECTS de 10 significa que el TAC es normal.

Una puntuación del ASPECTS inferior o igual a 7 se asocia a una morbilidad elevada y pronostica una mala recuperación funcional. **El riesgo de hemorragia intracerebral post terapia trombolítica es mayor si la puntuación es igual o menor de 7.**

ASPECTS 0 implica una afectación difusa de todo el territorio de la ACM.

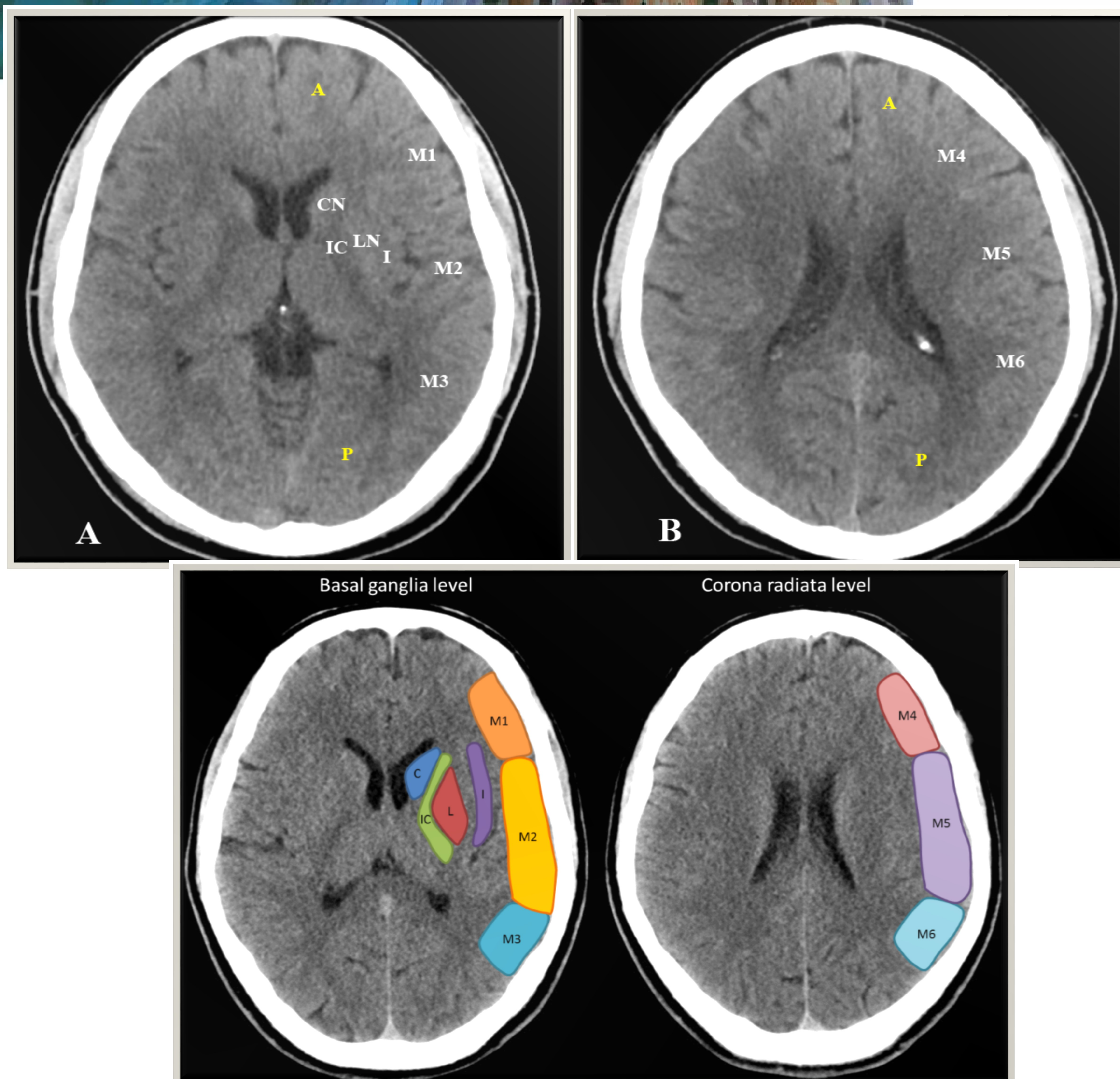


FIG. 2. ASPECTS

Dos cortes axiales TC:

A: a nivel del tálamo y ganglios de la base (plano A).

B: adyacente al borde superior de los ganglios de la base, sin que se visualicen los mismos (plano B).

El territorio ACM se divide en **10 regiones:**

M1 : región cortical anterior de la ACM.

M2 : región cortical lateral al ribete insular.

M3 : región cortical posterior de la ACM

M4, M5, M6 : región cortical anterior, lateral y posterior de la ACM, aproximadamente 2 cm por encima de M1, M2, M3, respectivamente.(Plano B)

M7 : Nucleo lenticular (LN)

M8 : Núcleo caudado (CN)

M9 : cápsula interna (IC)

M10: ribete insular (I)

ANGIOTC INTRACRANEAL Y DE TSA

Objetivos:

- Determinar existencia y localización de oclusión vascular
- Valorar anatomía del árbol vascular
- Valorar circulación colateral intracraneal
- Valoración de otras causas de ictus (disección, vasculitis, fístula dural).

Se puede realizar en una *sola fase (arterial)* o utilizar *técnica multifase*, en el cual luego de una primera fase arterial se realizan dos adquisiciones más, con un retardo de 8 segundos entre las tres fases.

El estudio multifase permite mejor caracterización de las colaterales, incrementa la sensibilidad de detección de trombos en ramas distales (M2-M3), la valoración de posibilidad de trombectomía mecánica en ventana extendida (entre 6 y 24 hs del inicio de los síntomas) y permite la valoración de drenaje venoso.

- Determinación de la existencia y localización de oclusión vascular y Valoración anatomía del árbol vascular: (FIG. 3,4,5)

Tiene una alta sensibilidad y especificidad (98%) en detección de trombos de grandes vasos. El estudio multifásico aumenta la sensibilidad en la detección de trombos de vasos de calibre medio (tipo M2).

- Valorar variantes anatómicas de vasos extra e intracraneales (kinks, placas ateromatosas y oclusiones de grandes vasos) y enfermedades (enfermedad aterosclerosis y disección) para probables accesos vasculares y elección de tratamientos endovasculares.

ANGIOTC INTRACRANEAL Y DE TSA

-Valoración de la circulación colateral intracraneal:

La colateralidad es la capacidad de suplir el volumen de irrigación cerebral perdido en un territorio a partir de otro mediante anastomosis con la circulación pial.

La valoración es semicuantitativa, se realiza de forma comparativa con respecto al hemisferio contralateral. Existen varias escalas descritas en la Literatura.

Una de las más utilizadas es la escala TAN (angioTC arterial una sola fase), valora territorio ACM:

- 0: no se aprecia circulación colateral.
- 1: se visualizan algunos vasos colaterales periféricos en el territorio isquémico.
- 2: irrigación completa del territorio isquémico por las colaterales.
- 3: flujo sanguíneo normal.

El estudio multifase permite mejor caracterización de las colaterales.

ANGIOTC: OCLUCION COMPLETA DE ACI INTRA Y EXTRACRANEAL IZQUIERDA.

FIG.3

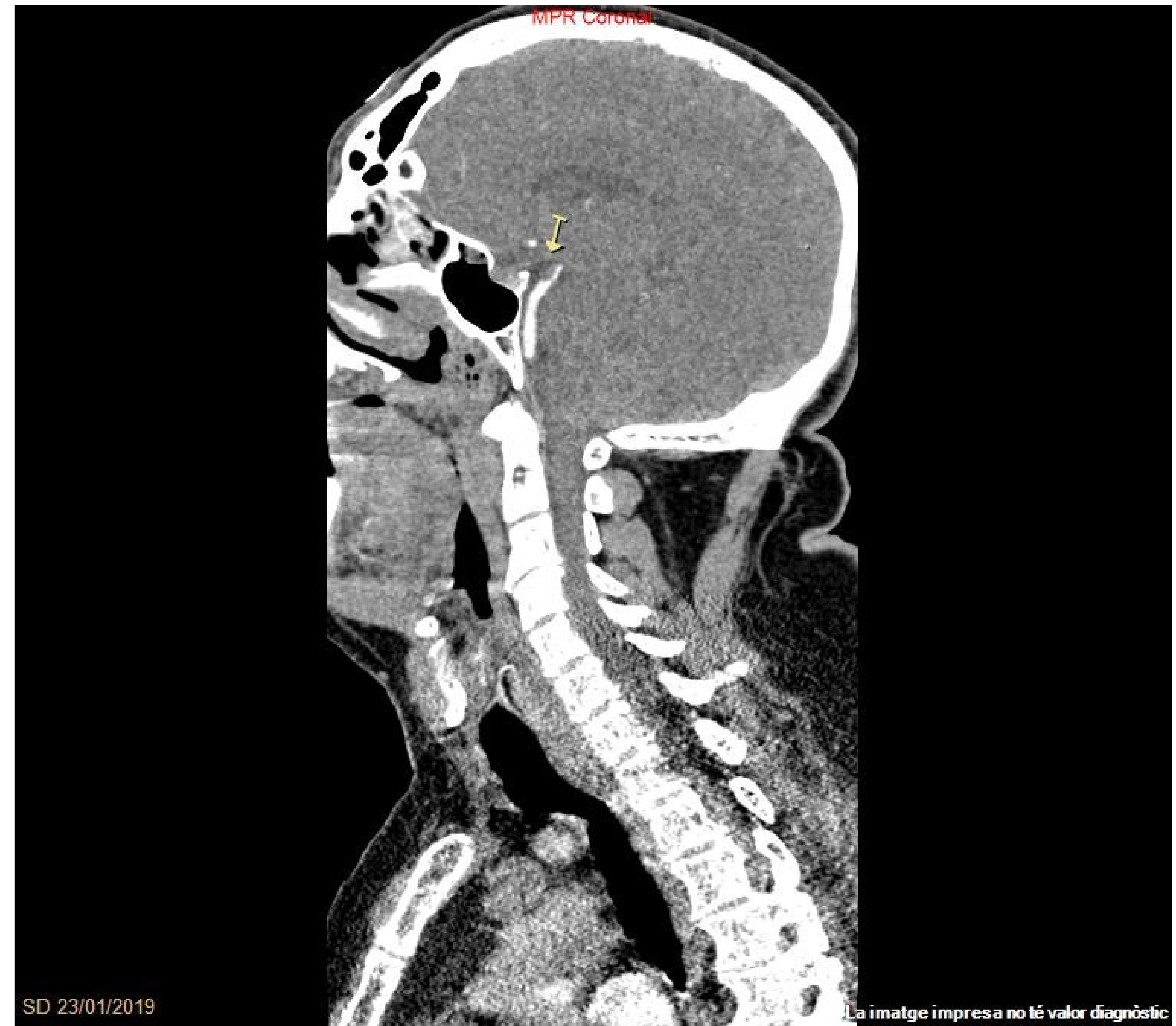
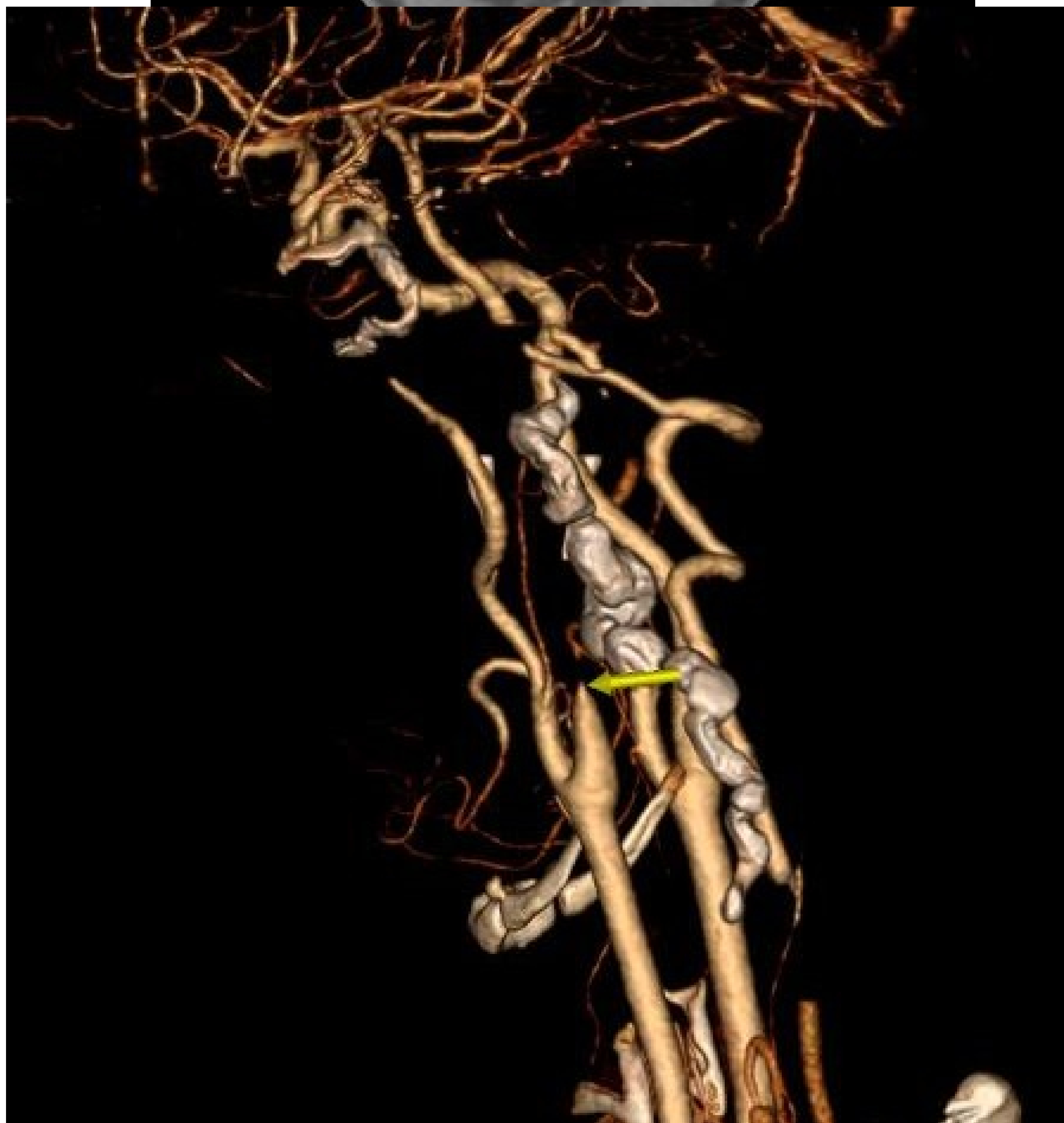
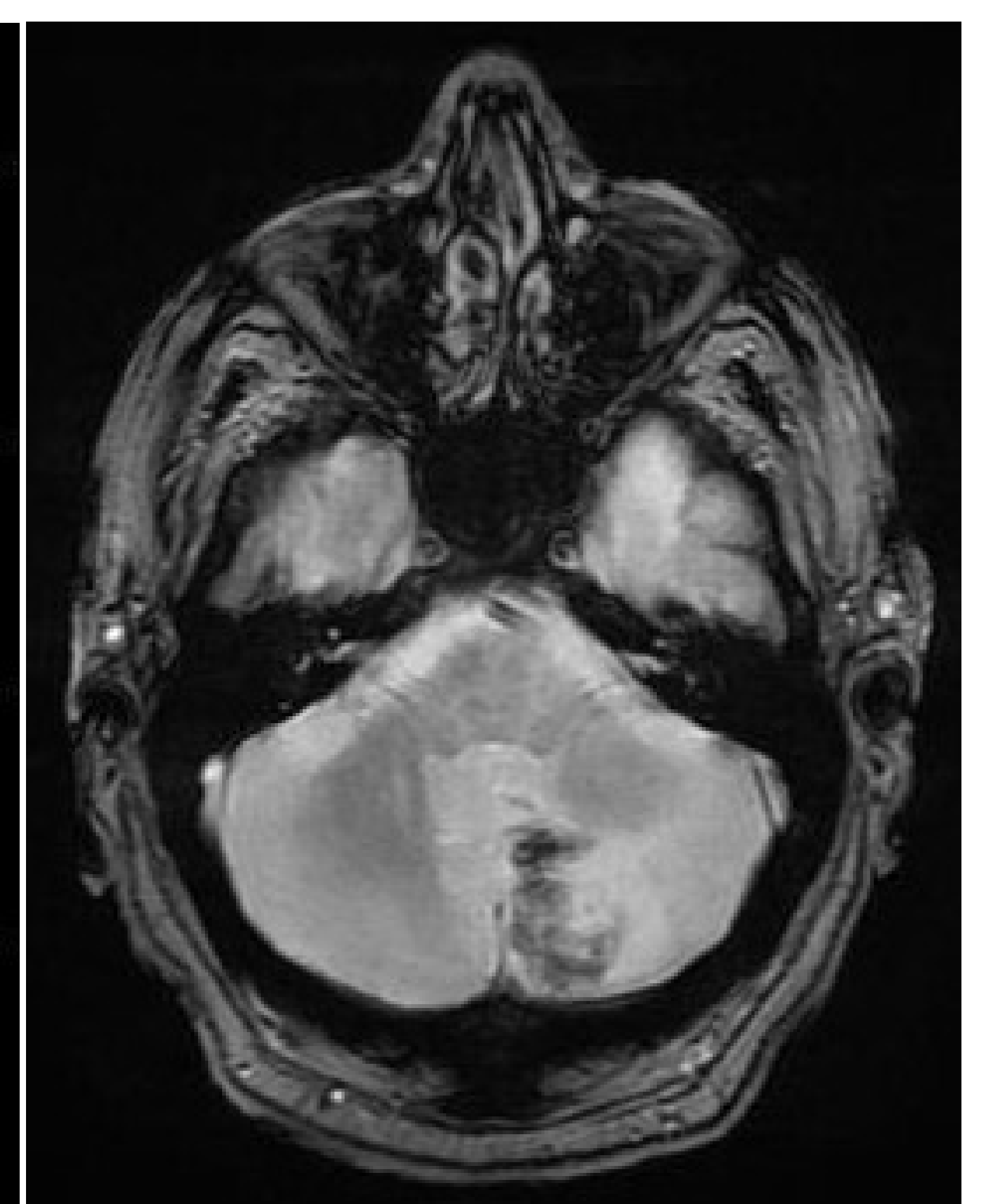
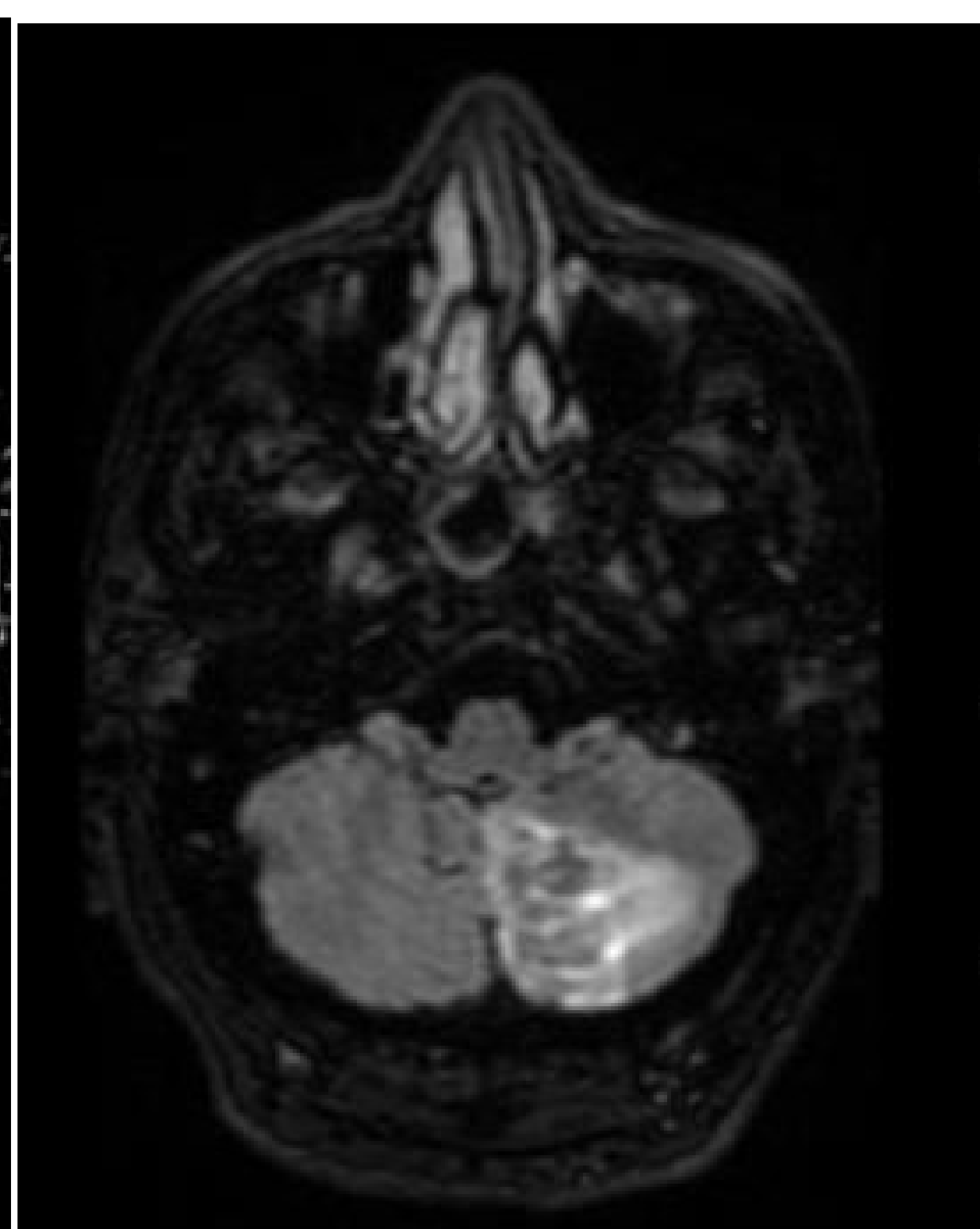
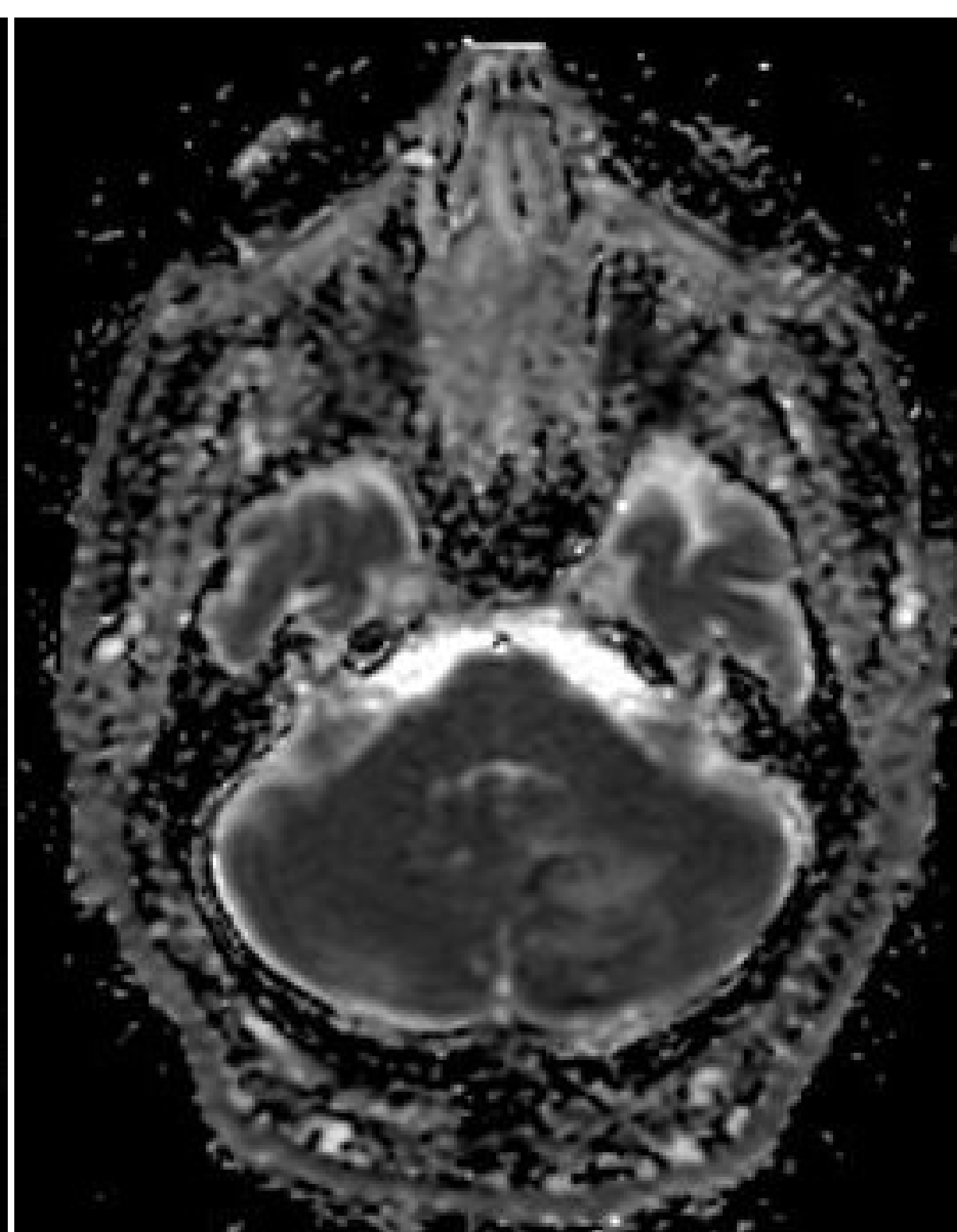
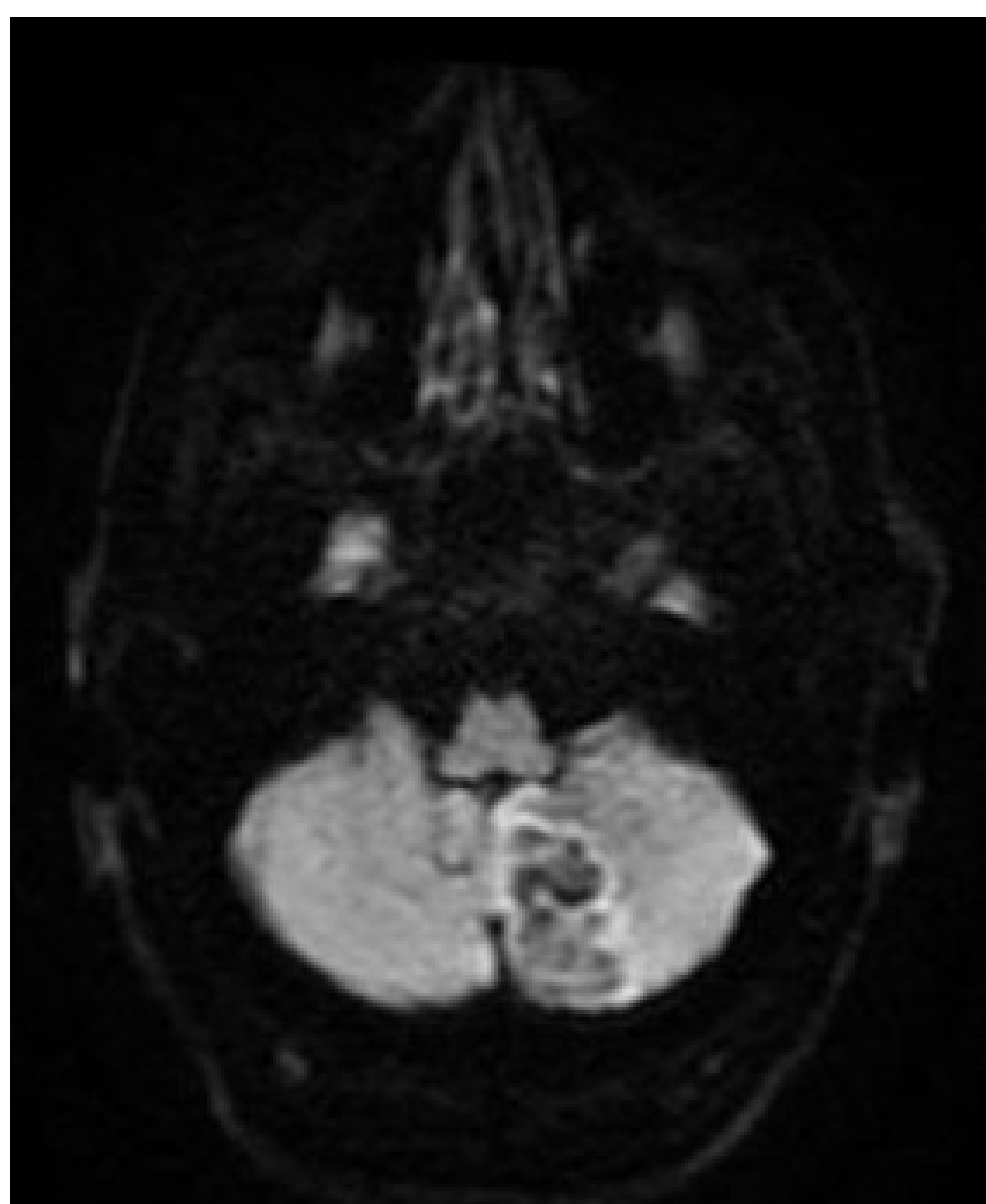
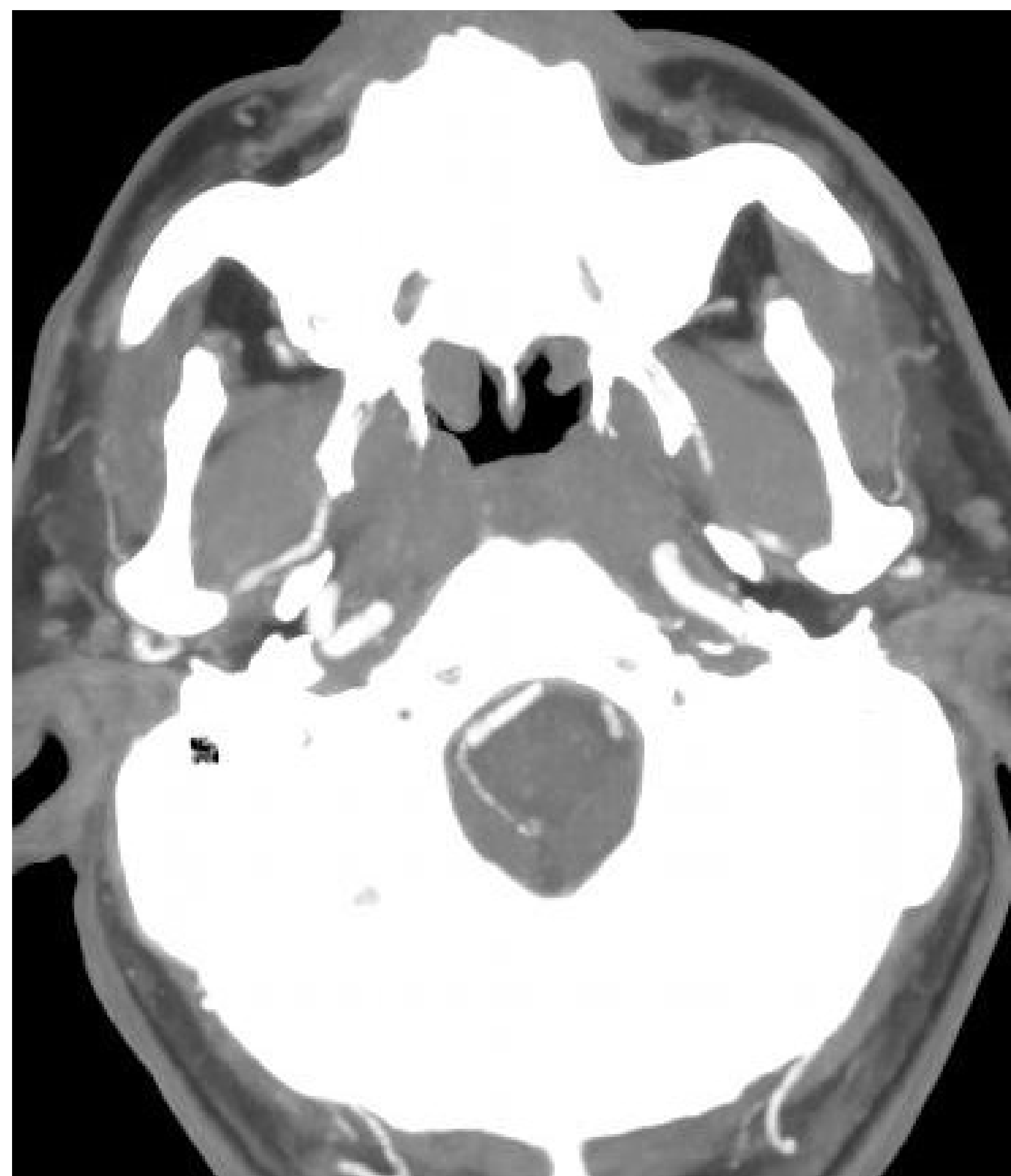


FIG.4 ANGIOTC: TOP DE LA ARTERIA BASILAR.



TC SIMPLE: isquemia aguda establecida en territorio PICA izquierda.
ANGIOTC: Oclusión de PICA izquierda y en arteria vertebral izquierda.
Se confirma en RMN.

FIG. 5



ESTUDIO DE PERFUSION CEREBRAL

Objetivo:

Evaluar la extensión del “core” (tejido dañado irreversiblemente) y del área de “penumbra” (hipoperfusión crítica, que aún no está irreversiblemente dañado), principalmente en pacientes con sospecha de ictus de inicio incierto o de más de 6 horas de evolución, para valorar si podrían beneficiarse de tratamiento de re perfusión cerebral.

Luego de administrar un bolo de contraste ev a alto flujo, se realizan cortes rápidos seriados sobre un sector del parénquima cerebral en una misma posición. Mediante mecanismo de post proceso automáticos y semiautomáticos, se obtienen resultados en imágenes y curvas cualitativas y cuantitativas que representan el paso del contraste ev. en función del tiempo y la concentración de contraste ev alcanza los vasos, lo cual se relaciona directamente con la perfusión cerebral.

Para entenderlos, se deben conocer los siguientes conceptos:

1- Volumen sanguíneo cerebral (VSC): Cantidad de sangre por 100 gr de tejido (mL/100gr). Nos indica cuánta sangre llega, independientemente del tiempo empleado. Rango normal: 4-5 mL/100gr.

En la zona del core disminuye, puede ser normal o estar aumentado en el área de penumbra (por mecanismos de autorregulación y colaterales).

2- Flujo sanguíneo cerebral (FSC): Cantidad de sangre que pasa por 100 gr de tejido cerebral y por minuto (mL/100gr/min). Nos indica cuánta sangre llega por unidad de tiempo. Rango normal 50-60 mL/100g/min.

Se encuentra disminuido en las áreas penumbra e isquemia, mayor disminución en el core.

ESTUDIO DE PERFUSION CEREBRAL

3- Tiempo de tránsito medio (TTM): Tiempo que tarda la sangre en circular a través de la vasculatura cerebral, desde la entrada arterial hasta la salida venosa. Nos indica cuánto tiempo tarda la sangre en atravesar la vasculatura cerebral. Rango normal 5 seg.

En un evento isquémico agudo, el flujo arterial disminuye, la sangre circula más lentamente y el TTM aumenta, tanto en el core como en la penumbra.

4- Tiempo al pico (Tmax): Tiempo transcurrido desde el inicio de la inyección de contraste hasta el pico máximo de realce en una región de interés (ROI). Su comportamiento suele ser similar al del TTM.

Según el principio del volumen central los tres parámetros principales se relacionan mediante la siguiente ecuación:

$$FSC = VSC/TTM$$

Entonces, el parámetro más sensible para **detectar la isquemia** en las primeras horas tras el inicio del ictus es el **TTM**, pero al no distinguir core de penumbra (se eleva en ambos).

El parámetro más exacto para **definir el core es el VSC** ya que, mientras que se mantiene normal o aumentado en el área de penumbra isquémica, se encontrará muy disminuido en el core (donde existe marcada reducción tanto del FSC como del VSC).

El tejido en **penumbra** se puede identificar como la zona en la que hay un desajuste (**mismatch**) entre el FSC y el VSC: **FSC disminuido y VSC normal o incluso elevado**.

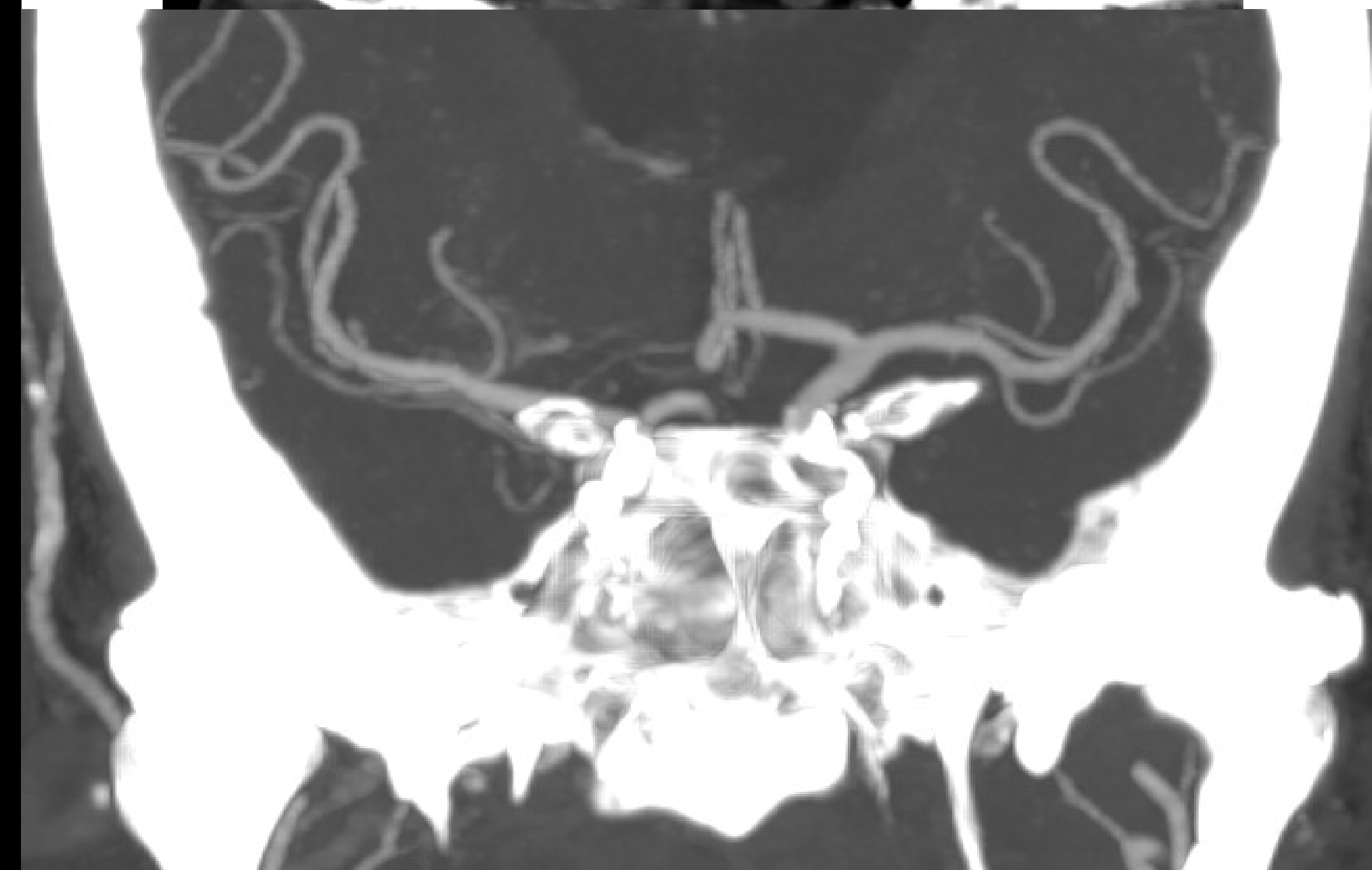
(FIG. 6, 7,8).

ESTUDIO DE PERFUSION CEREBRAL

Cada vez se utilizan más los sistemas automáticos y semiautomáticos de los parámetros de perfusión, que siempre deben estar valorados y supervisados por el radiólogo y, sus resultados deben figurar en el informe radiológico.

Es importante siempre tener presente diagnósticos diferenciales simuladores de ICTUS en estudio de perfusión como PRESS, infarto crónico, estado post-ictal, aura migrañosa, infección, infarto lacunar.

FIG. 6



TC SIMPLE: AVC ISQUÉMICO CRÓNICO EN TERRITORIO ACM IZQ. OCLUSION DE ACI IZQUIERDA, STENT EN ACI IZQ
PERFU: EXTENSA AREA DE PENUMBRA EN TERRITORIO ACM IZQ Y ACA DERECHA
ANGIOTC: OCLUSION COMPLETA DE ACI INTRA Y EXTRACRANEAL IZQ DISTAL A STENT. ESTENOSIS CRITICA ACI DERECHA.
SE DESESTIMA TRATAMIENTO.
CONTROL TC 24 HS: AREA DE ISQUEMIA AGUDA ESTABLECIDA EN TERRITORIO ACI IZQUIERDA.

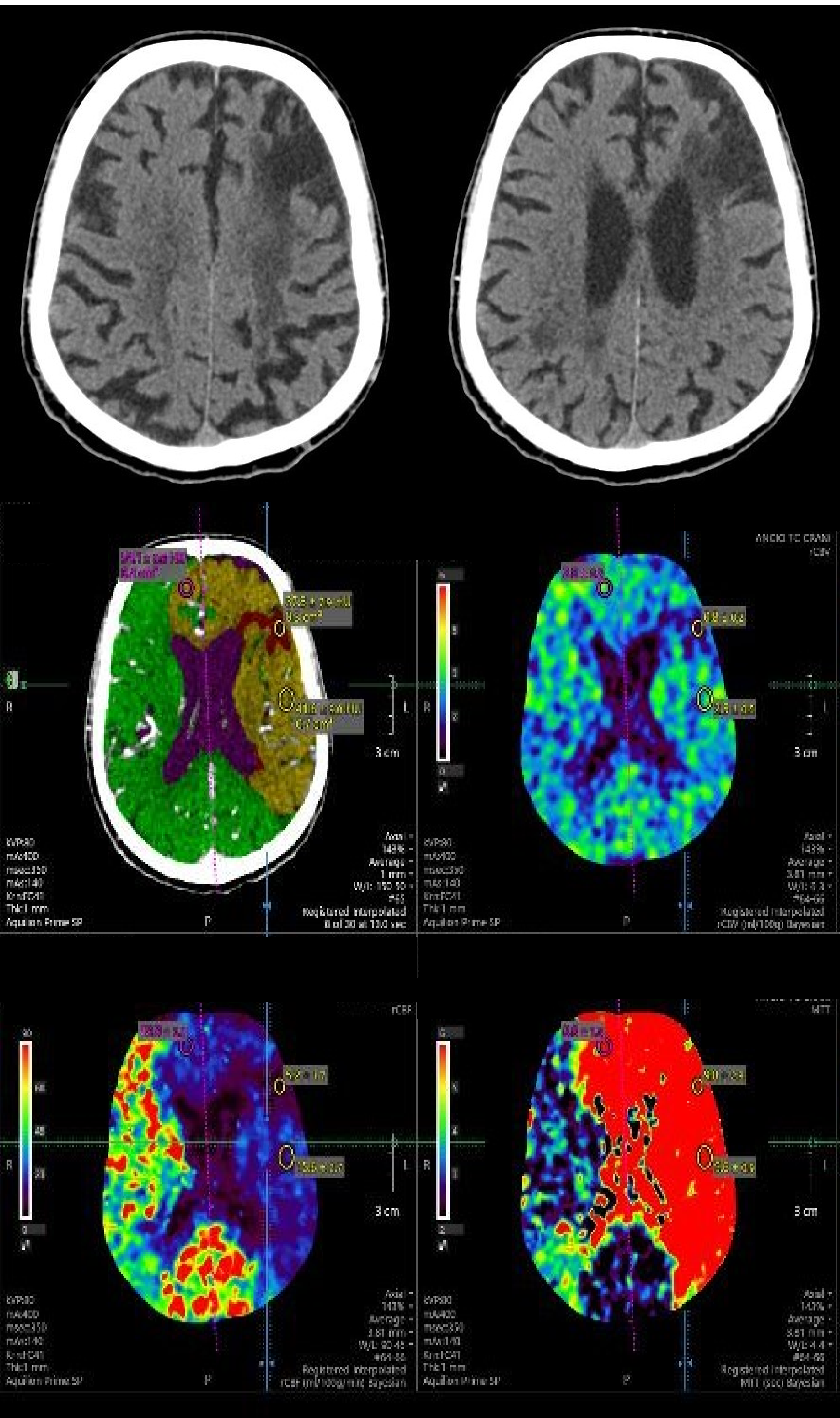


FIG. 7

ANGIOTC: oclusión M2 proximal

PERFUSION: Extensa área de penumbra con core de pequeño tamaño.

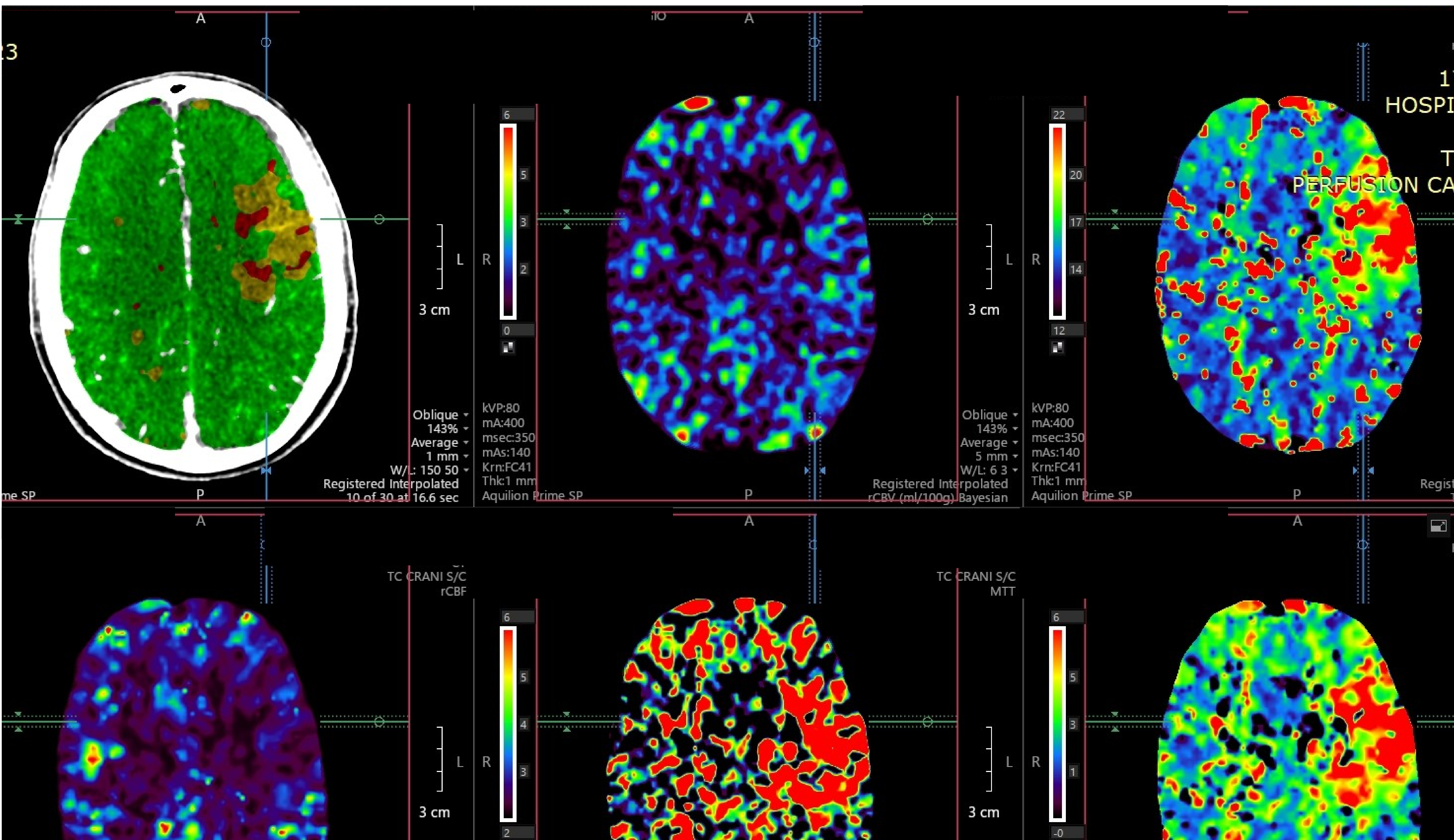
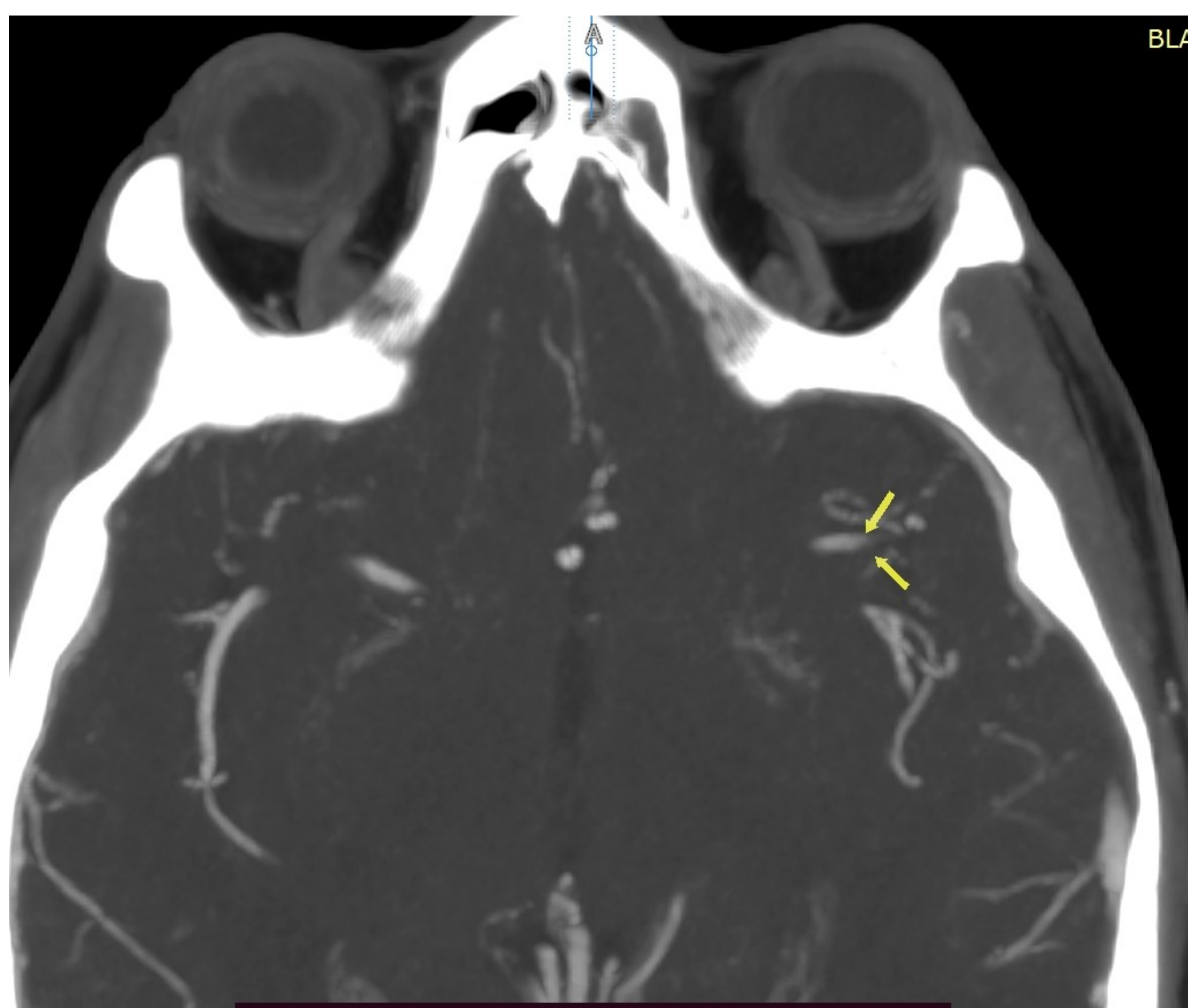


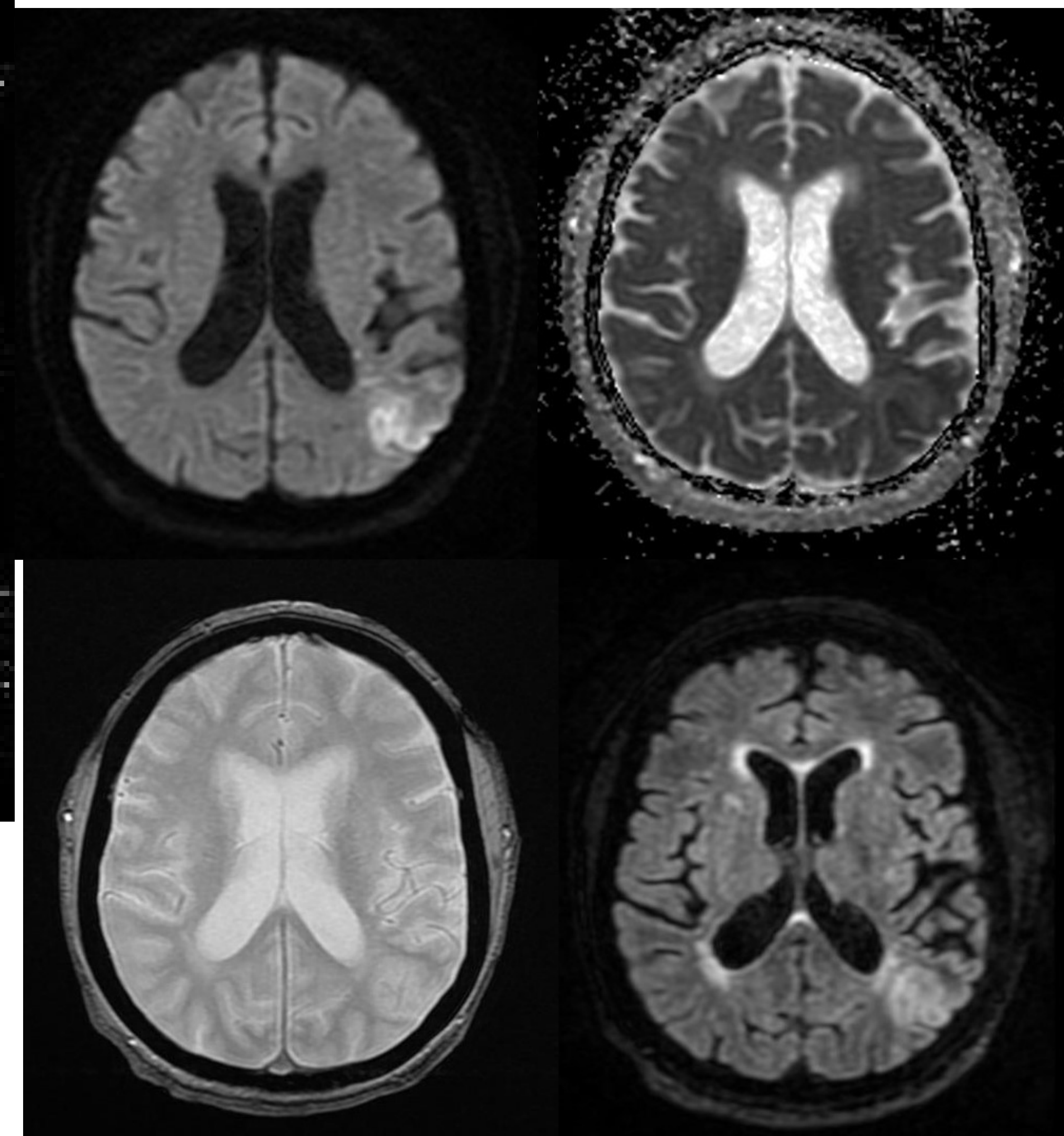
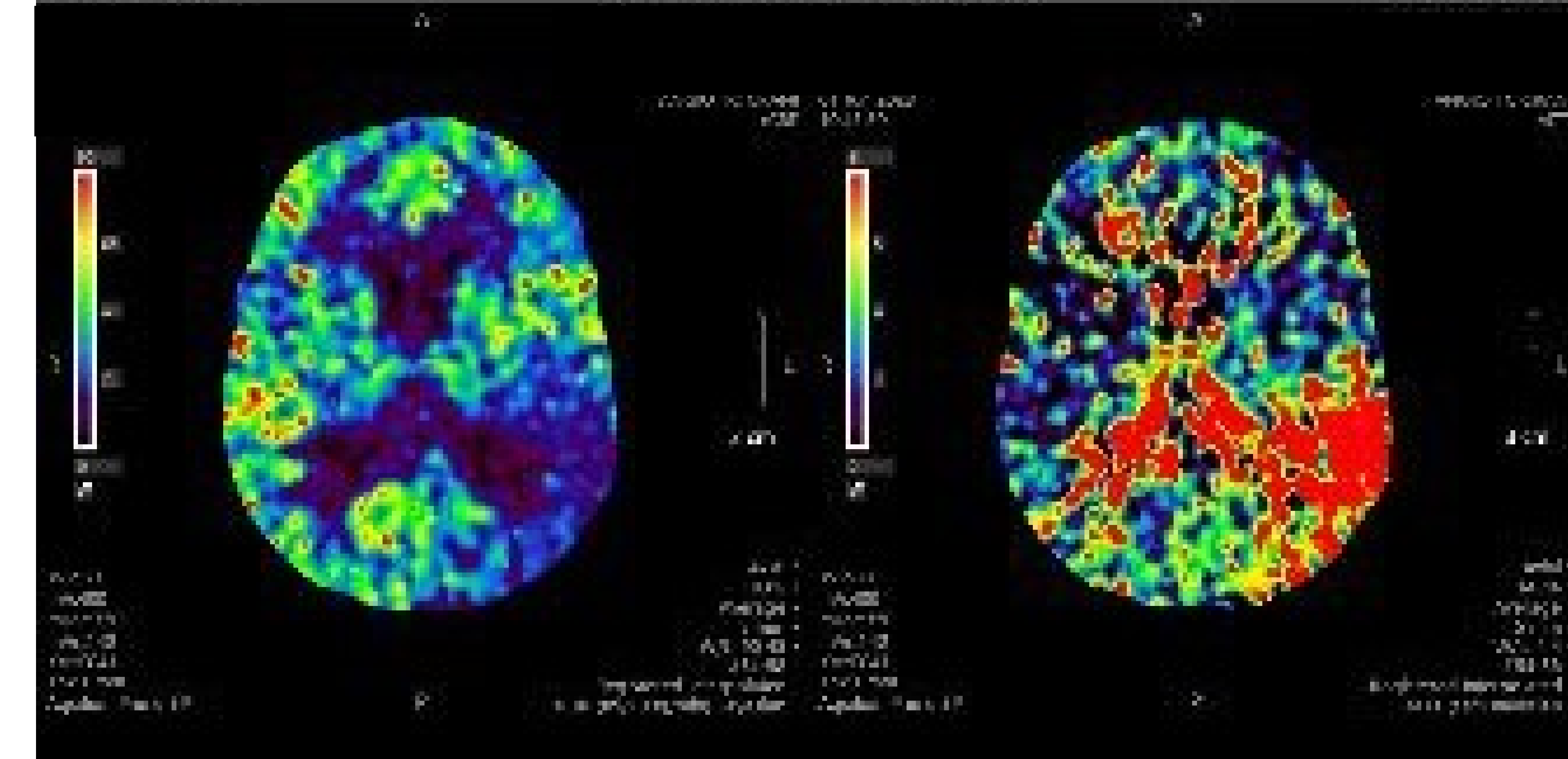
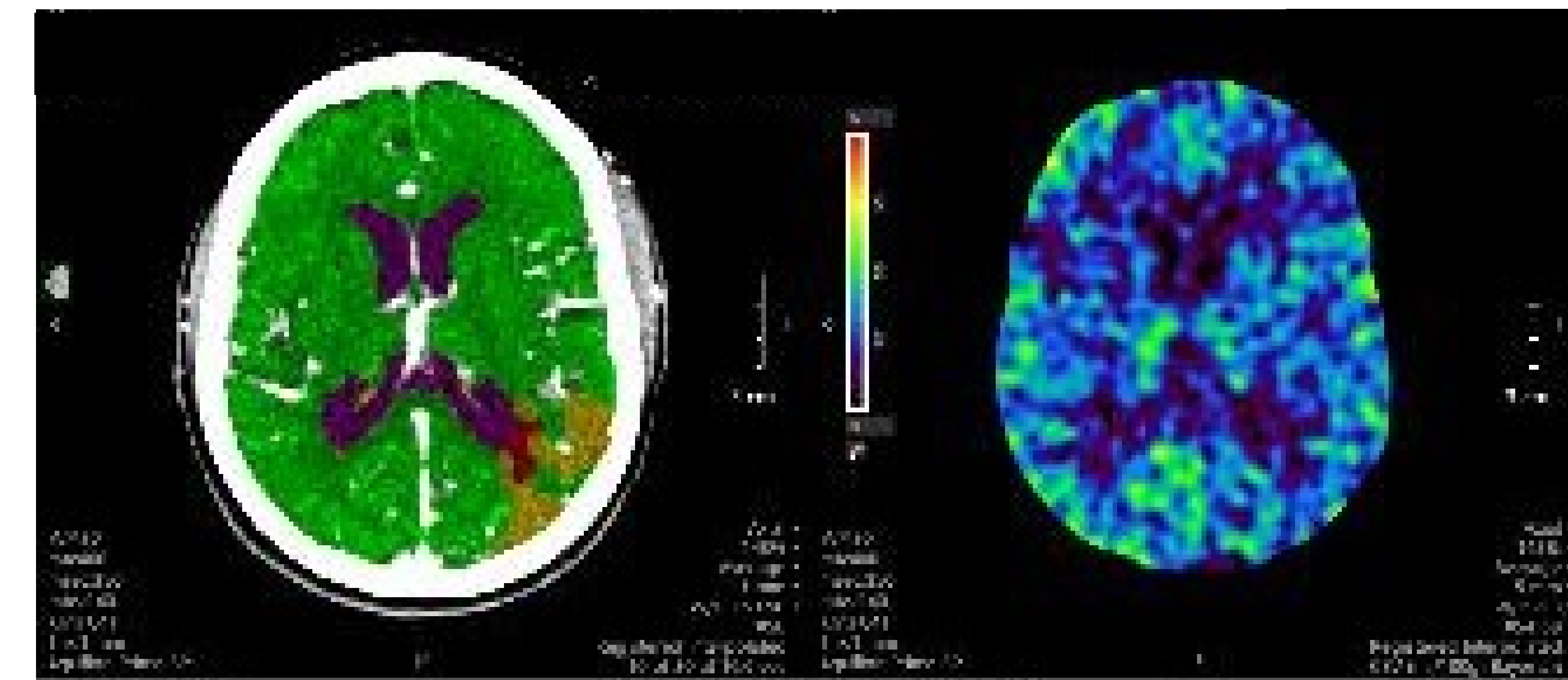


FIG. 8

TC SIMPLE: ASPECTS 9, hipodensidad parietal izquierda. Angiografía sin alteraciones.

PERFUSION: Área de penumbra e isquemia en zona en territorio frontera parietal izquierdo. Mismatch ratio: 4,48.

RMN POST TTO FIBRINOLITICO: Área de isquemia establecida subaguda.



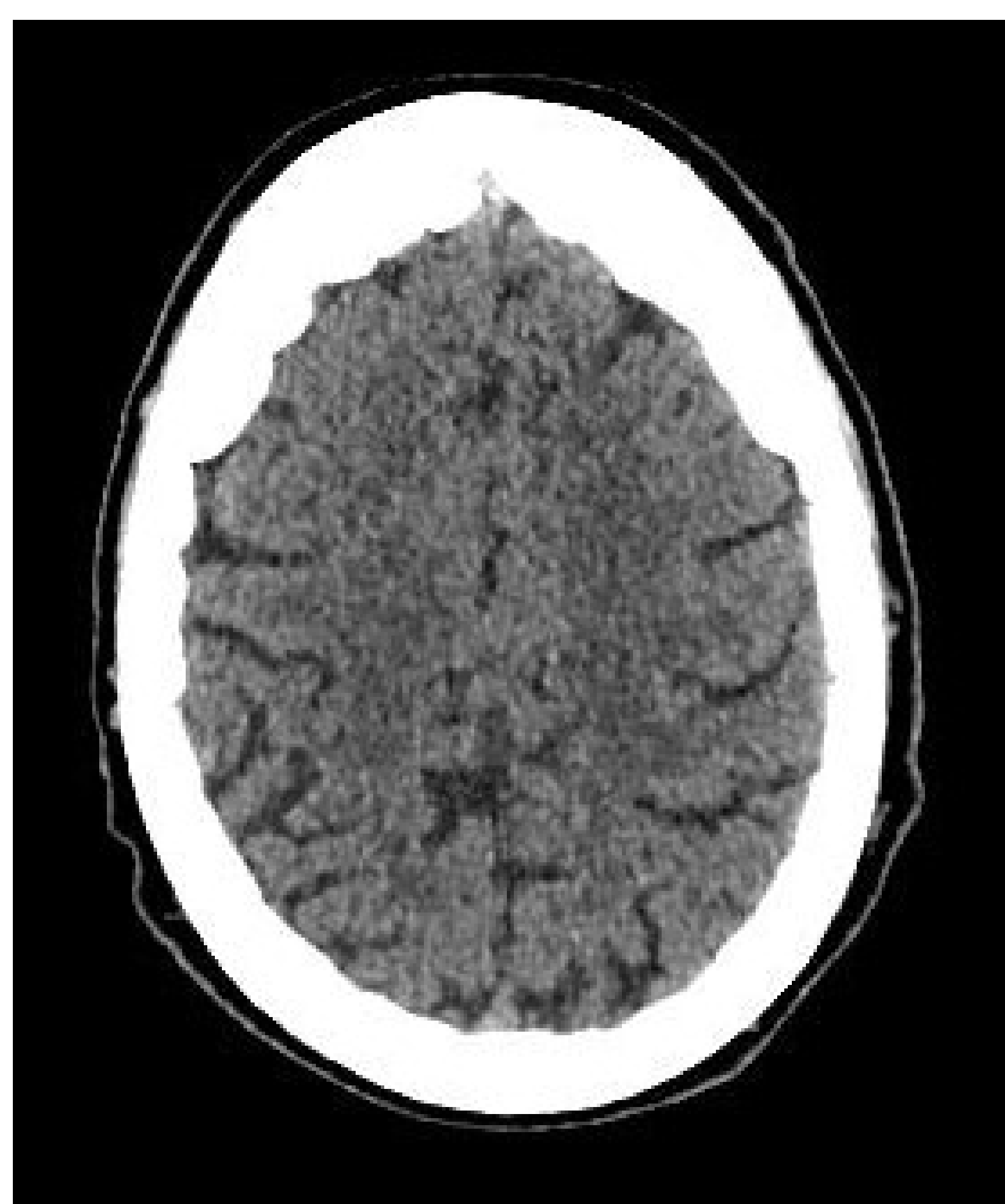
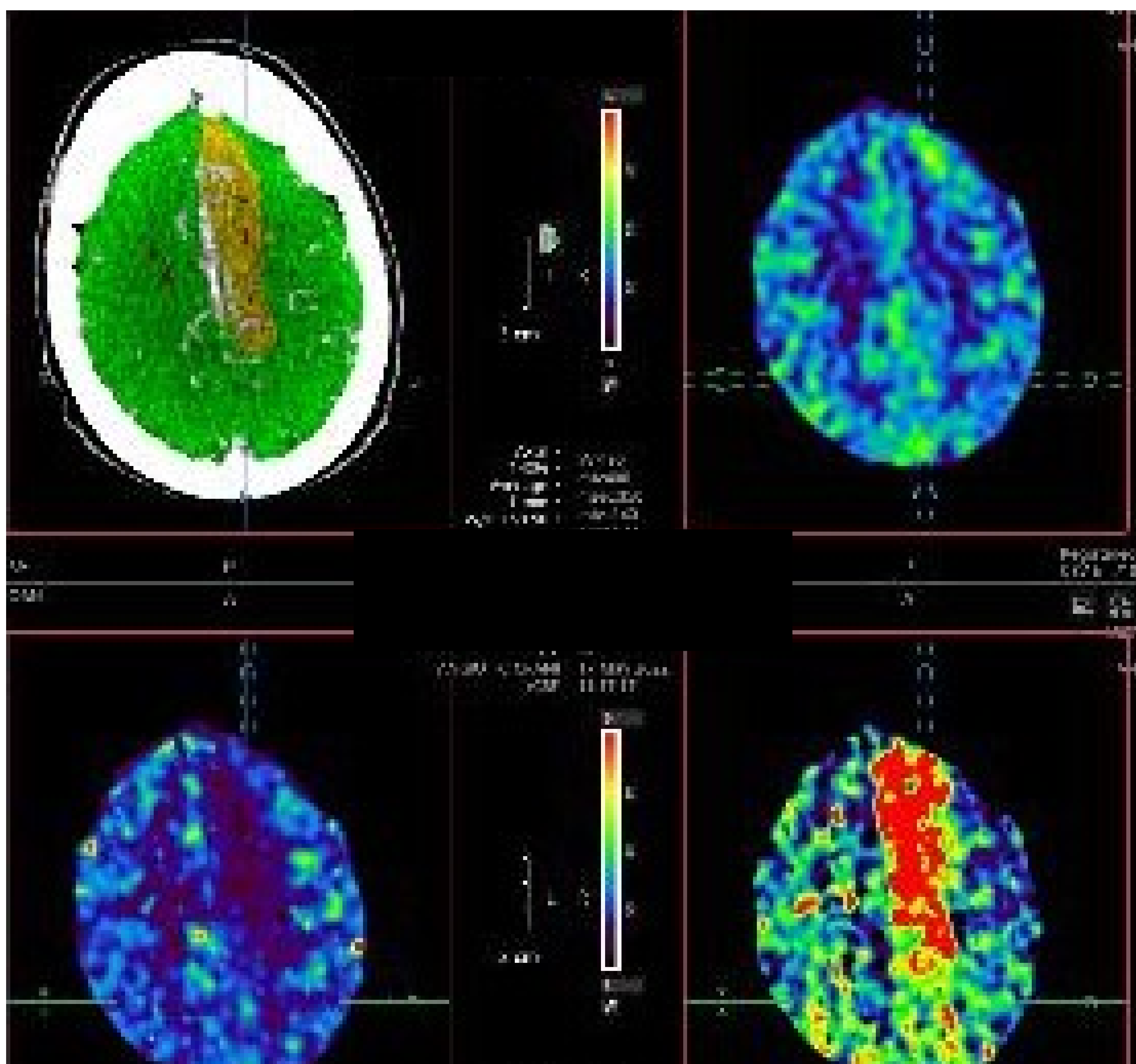


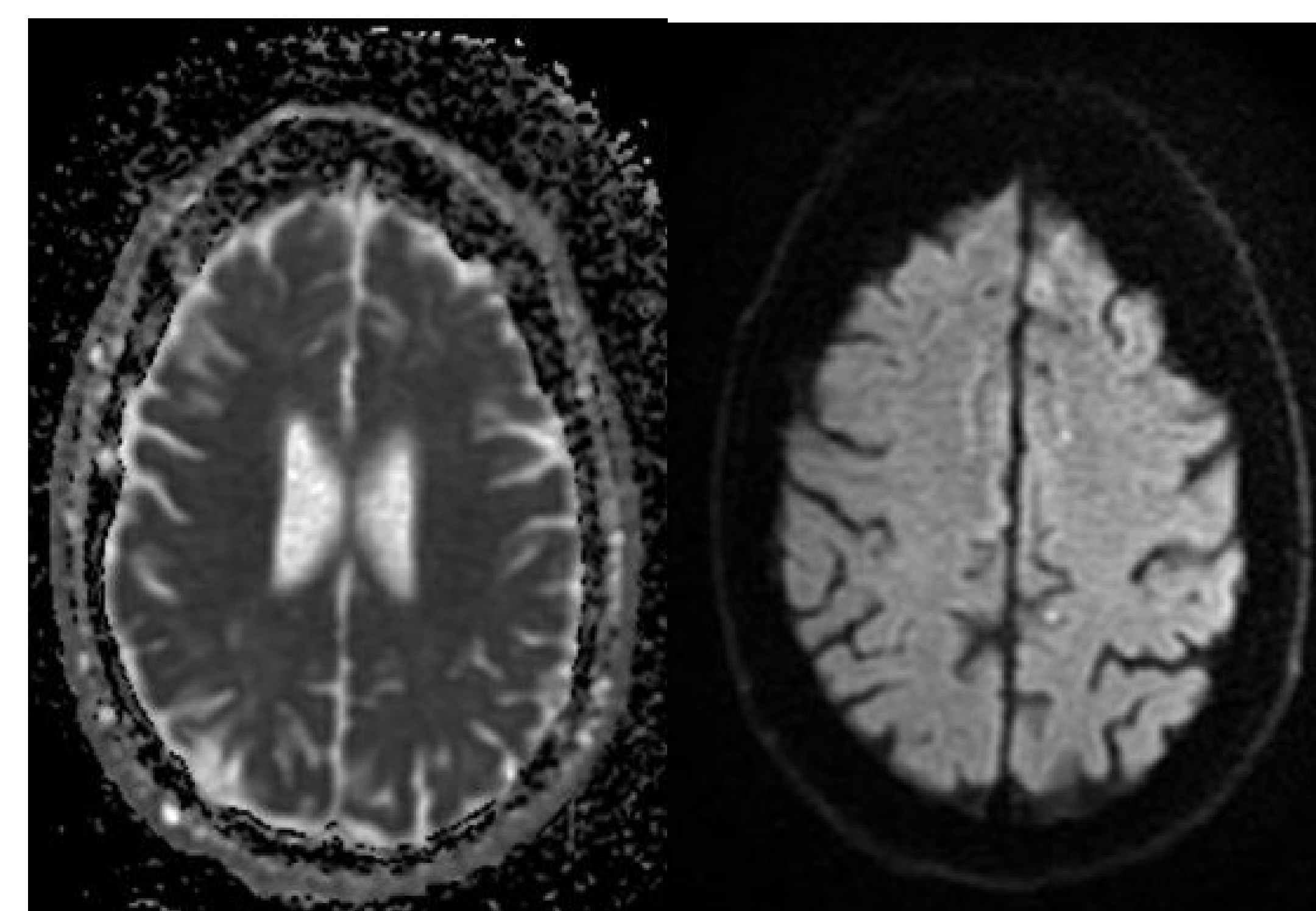
FIG. 9

TC SIMPLE: ASPECTS 10
ANGIOTC: OCLUSION A1
IZQUIERDA

PERFUSION: EXTENSA
AREA DE PENUMBRA
CON PUNTOS DE
NECROSIS.



RMN POSTFIBRINOLISIS:
LESIONES ISQUIEMICAS
AFGUDAS
PUNTIFORMES.



CONCLUSION

Durante un accidente cerebrovascular isquémico agudo, una gran cantidad de neuronas, sinapsis y fibras nerviosas se pierden irremediabilmente en cada momento en que no se aplica el tratamiento. Un corto tiempo entre el inicio de los síntomas y la instauración del tratamiento adecuado es uno de los factores de buen pronóstico en esta patología. El diagnóstico mediante técnicas de imagen es una emergencia radiológica y debe estar estandarizado en los Servicios de Radiodiagnóstico. Debe elegirse un método de rápida y fácil realización, disponible de forma inmediata. Los especialistas deben estar correctamente formados en la rápida y correcta interpretación de los estudios. Hoy en día, son cada vez más las herramientas de Inteligencia Artificial que pueden ayudar a aumentar la calidad y la velocidad del diagnóstico. Tanto los médicos como el personal sanitario deben trabajar en equipo, con premura, teniendo siempre en cuenta que cada segundo cuenta.

BIBLIOGRAFIA

- Jeffrey L. Saver, MD. Time Is Brain—Quantified. Stroke. 2006; 37, 263 -266.
<https://doi.org/10.1161/01.STR.0000196957.55928.ab>
- J.M. Jiménez Pérez, J. Chaviano Grajera, J. Calvo Blanco, E. Murias Quintana * y H. Cigarrán. Informe radiológico de la TC multimodal en los pacientes con ictus isquémico agudo. RADIOLOGÍA . 2022. Volumen 64. 126-133.
<https://doi.org/10.1016/j.rx.2022.03.002>
- A. López-Ruedaa,*, L. Ibáñez ~ Sanz b, M. Alonso de Lecinana ~ c, D. de Araújo Martins-Romeo d, A. Vicente Bartulos e, M. Castellanos Rodrigof y L. Oleaga Zufiriaa. Recomendaciones sobre el uso de la tomografía computarizada en el código ictus: Documento de consenso SENR, SERAU, GEECV-SEN, SERAM. RADIOLOGIA. 2023 . Volume 65. 180-191.
<https://doi.org/10.1016/j.rx.2022.11.007>
- Rosalie McDonough, Johanna Ospel, Mayank Goyal. State of the Art Stroke Imaging: A Current Perspective. Canadian Association of Radiologists' Journal. 2022, Vol. 73(2) 371–383.
- Christopher A. Potter, MD Achala S. Vagal, MD Mayank Goyal, MD, FRCPC Diego B. Nunez, MD, MPH Thabele M. Leslie-Mazwi, MD Michael H. Lev, MD. CT for Treatment Selection in Acute Ischemic Stroke: A Code Stroke Primer. Radiographics. 2019; 39:1717–1738. <https://doi.org/10.1148/rg.2019190142>.
- Haggemüller, B.; Kreiser, K.; Sollmann, N.; Huber, M.; Vogeles, D.; Schmidt, S.A.; Beer, M.; Schmitz, B.; Ozpeynirci, Y.; Roskopf, J.; et al. Pictorial Review on Imaging Findings in Cerebral CTP in Patients with Acute Stroke and Its Mimics: A Primer for General Radiologists. Diagnostics 2023, 13, 447. <https://doi.org/10.3390/diagnostics 13030447>.
- J. H. Warwick Pexman, Philip A. Barber, Michael D. Hill, Robert J. Sevick, Andrew M. Demchuk, Mark E. Hudon, William Y. Hu, and Alastair M. Buchan. Use of the Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) for Assessing CT Scans in Patients with Acute Stroke. American Journal of Neuroradiology September 2001, 22 (8) 1534-1542.
- R.I. Aviv J. Mandelcorn S. Chakraborty D. Gladstone S. Malham G. Tomlinson A.J. Fox S. Symons. Alberta Stroke Program Early CT Scoring of CT Perfusion in Early Stroke Visualization and Assessment. AJNR 2007, 28:1975– 80.
- Xavier Ustrell-Roig y Joaquín Serena-Leal. Ictus. Diagnóstico y tratamiento de las enfermedades cerebrovasculares. Rev Esp Cardiol. 2007;60(7):753-69.