

Neuroimágenes en ACV. Neuroimaging in Stroke.

María del Mar Peralta Agudelo

Médica Residente de Cuarto Año. Universidad de La Sabana. Bogotá D.C., Colombia.

*Correspondencia: María del Mar Peralta Agudelo. Correo electrónico: mariapeag@unisabana.edu.co

Resumen

La neuroimagen es esencial para entender mejor la fisiopatología del accidente cerebrovascular agudo y debe realizarse e interpretarse rápidamente para tomar decisiones oportunas sobre la terapia de reperfusión. La TC (tomografía computarizada) es la modalidad de imagen primaria utilizada en la mayoría de los centros para la evaluación de los pacientes que presentan síntomas de accidente cerebrovascular agudo debido a su amplia disponibilidad, rapidez y seguridad, y es suficiente para la toma de decisiones sobre la trombólisis intravenosa. La angiografía por TC es muy sensible para la detección de oclusión de grandes vasos tratable mediante trombectomía endovascular hasta 24 horas después de un accidente cerebrovascular. El avance en imágenes que incluyen la angiografía por TC multifase, perfusión por TC, imagen por resonancia magnética (IRM) y perfusión por RM, pueden proporcionar información adicional útil para la toma de decisiones terapéuticas en escenarios clínicos específicos. Este artículo revisa múltiples modalidades de imágenes utilizadas en la evaluación de pacientes con síntomas de accidente cerebrovascular agudo.

Abstract

Neuroimaging is essential in understanding the pathophysiology of acute stroke and it must be performed and interpreted rapidly to make timely decisions about reperfusion therapy. CT (computed tomography) is the primary imaging modality used in most centers for the evaluation of patients presenting with symptoms of acute stroke because of its wide availability, speed, and safety, and it is sufficient for intravenous thrombolysis decision making. CT angiography is very sensitive for the detection of large-vessel occlusion treatable by endovascular thrombectomy up to 24 hours after a stroke. Advanced imaging including multiphase CT angiography, CT perfusion, MRI (magnetic resonance imaging), and MR perfusion can provide additional information useful for therapeutic decision making in specific clinical scenarios. This article reviews multiple imaging modalities used in the evaluation of patients with symptoms of acute stroke.

Palabras claves: accidente cerebrovascular, hemorragia, imágenes, tomografía computarizada, resonancia magnética.

Keywords: stroke, hemorrhage, imaging, computed tomography, magnetic resonance.

Introducción

Existen variadas modalidades de imágenes para el estudio del Ataque Cerebrovascular Agudo (ACV), sin embargo, la elección de esta modalidad depende de las condiciones del paciente, de los recursos y sistemas de atención establecidos dentro del código ACV en cada institución. Es necesario realizar las neuroimágenes con rapidez, con el fin de realizar un diagnóstico oportuno, definir el mejor tratamiento y el pronóstico del paciente. (1)

Se abordarán las diferentes modalidades de imágenes para la evaluación del ACV agudo.

Tomografía computarizada (TC) sin contraste

La TC sin contraste del cráneo suele ser la primera imagen obtenida en la mayoría de los pacientes con ACV agudo debido a su fácil y rápida adquisición, a que se encuentra más disponible en los servicios de urgencia, tiene menor costo y contraindicaciones comparada con la Resonancia magnética (RM).(2)

La TC sin contraste permite identificar la presencia de ACV hemorrágico cuya imagen luce hiperdensa (brillante), con alta sensibilidad del 90-100% en las primeras 24 horas, adicionalmente también permite identificar isquemia cerebral severa (flujo sanguíneo cerebral < 10 ml//100g/min), resultando en una imagen hipodensa apreciada como pérdida de la diferenciación entre la sustancia gris y blanca y edema cortical, denominados cambios isquémicos tempranos. (2-4)

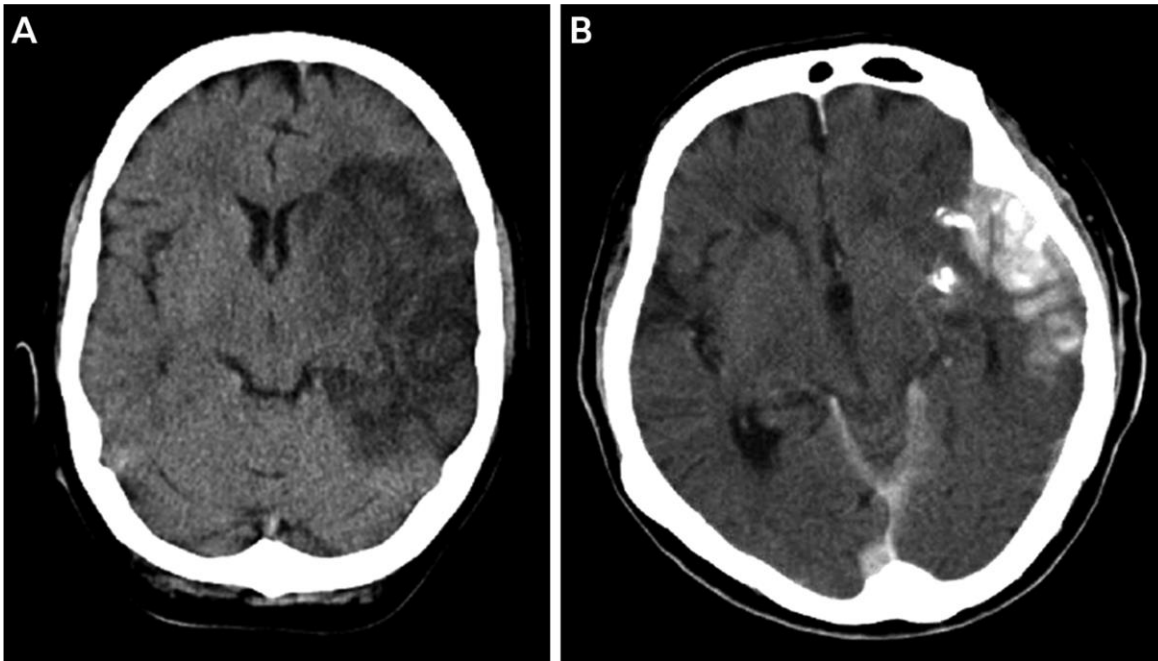


Imagen 1. TC sin contraste en pacientes con ACV agudo. A, TC axial sin contraste que muestra un infarto en el hemisferio cerebral izquierdo. B, TC axial sin contraste que muestra hemorragia intracerebral en la región temporal izquierda con extensión al espacio subaracnoideo adyacente. Tomada de (2).

Cambios isquémicos tempranos

Estos cambios pueden observarse tan pronto como 1 hora después del inicio del ACV y son considerados evidencia de tejido cerebral infartado. (2)

Existen tres hallazgos radiológicos clásicos que pueden ser observados en aproximadamente el 60% de los casos cuando la TC se realiza dentro de las 6 horas posteriores al inicio del ACV (1):

1. Oscurecimiento del núcleo lenticular
2. Signo del ribete insular: pérdida de la diferenciación de la sustancia gris-blanca en la ínsula
3. Signo del ribete cortical: borramiento de los surcos corticales

Evaluación de la extensión de la isquemia

Se utiliza comúnmente la Escala de TC temprana del Programa de ACV de Alberta (ASPECTS, por sus siglas en inglés), para uso en ACV isquémico agudo de circulación anterior. Es un sistema de clasificación cuantitativo estandarizado de 10 puntos,

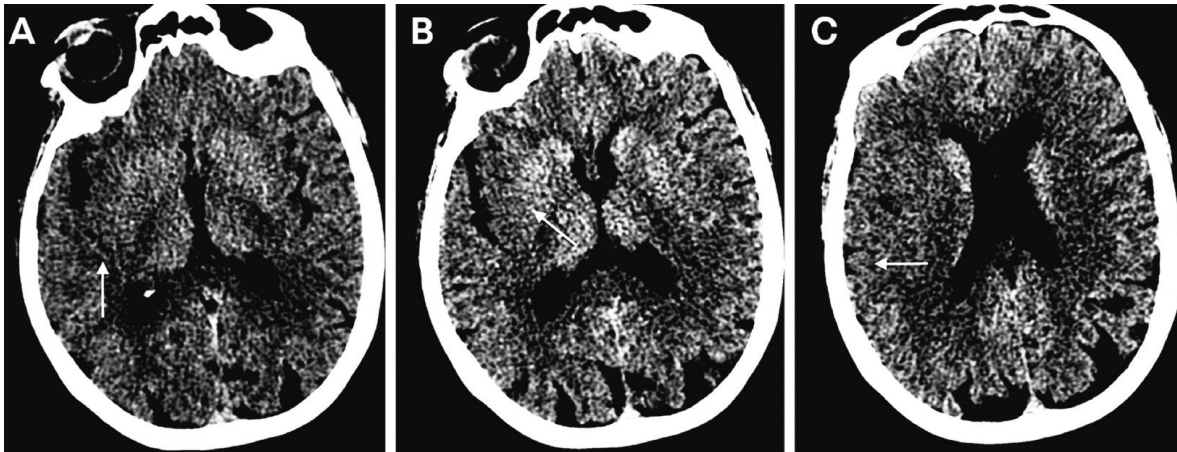


Imagen 2. Cambios isquémicos tempranos evidentes en la TC craneal sin contraste.

- A. Oscurecimiento y pérdida de la diferenciación sustancia gris y blanca en la corteza insular derecha (signo del ribete insular)
- B. Oscurecimiento del núcleo lenticular derecho
- C. Borramiento de los surcos corticales derechos (signo del ribete cortical)

Tomada de (1)

se calcula mediante la evaluación de cortes axiales de TC sin contraste en dos niveles estandarizados: el nivel ganglionar (el nivel del tálamo y ganglios basales) y el nivel supraganglionar (por encima de la cabeza del núcleo caudado). En estos dos niveles, se identifican y evalúan 10 regiones (Cabeza del caudado, Capsula interna, núcleo lenticular, ínsula, M1, M2, M3, M4, M5 y M6), en busca de evidencia de cambios isquémicos tempranos. Si hay cambios isquémicos tempranos, se asigna una puntuación de 0 a esa región. Si no hay cambios isquémicos tempranos, se asigna una puntuación de 1. Luego, las puntuaciones de estas regiones individuales se suman para determinar el valor total de ASPECTS. La puntuación máxima de 10 indica que no hay evidencia de cambios isquémicos tempranos. El valor ASPECTS original se calcula en TC sin contraste con un grosor de corte de 10 mm, si los cortes son de 5 mm, la lesión debe ser visible en al menos 2 cortes. (1,3)

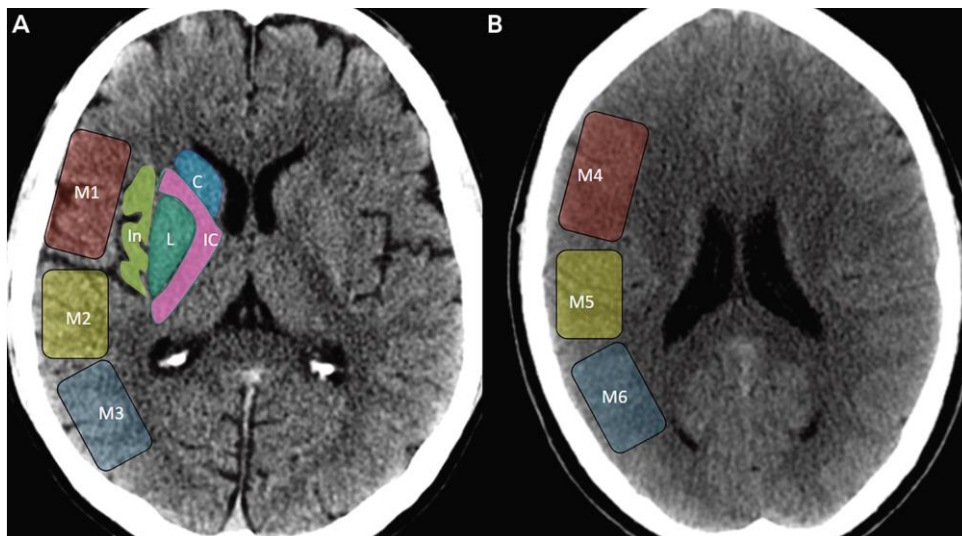


Imagen 3. Tomada de (1). Imágenes axiales de TC sin contraste que muestran las 10 regiones específicas que se deben evaluar al calcular el ASPECTS.

A, imagen a nivel ganglionar que muestra el núcleo caudado (C), la cápsula interna (IC), el núcleo lenticular (L), la cinta insular (In), la corteza de la arteria cerebral media anterior (MCA) (M1), la corteza MCA lateral (M2), y corteza MCA posterior (M3).

B, Imagen a nivel supraganglionar que muestra la corteza MCA anterior (M4), la corteza MCA lateral (M5) y la corteza MCA posterior (M6).

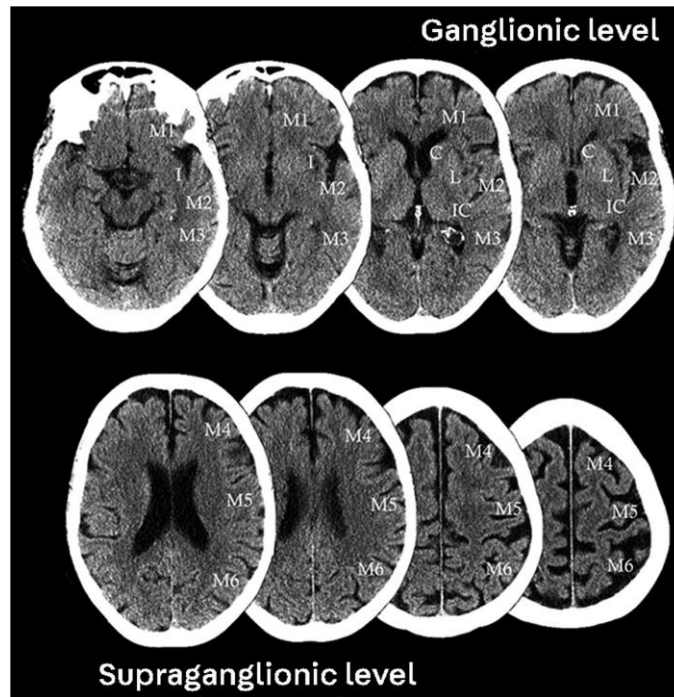


Imagen 4. Tomada de (2). ASPECTS aplicada a la TC sin contraste. M1 a M6 son seis regiones corticales distintas en el territorio vascular de la arteria cerebral media. C = núcleo caudado; I = ínsula; IC = cápsula interna; L = núcleo lenticular.

También es posible evaluar las estructuras de la fosa posterior mediante el ASPECTS de circulación posterior (pc-ASPECTS), es un sistema de calificación cuantitativa de 10 puntos para su uso en sospecha de isquemia vertebrobasilar. Aunque se puede calcular a partir de una TC sin contraste, el artefacto de endurecimiento del haz en la fosa posterior puede ser limitante y la precisión mejora cuando el cálculo se basa en imágenes fuente de CTA. En esta escala, se identifican ocho regiones cerebrales distintas: tálamo derecho e izquierdo, cerebelo derecho e izquierdo, lóbulos occipitales derecho e izquierdo, mesencéfalo y protuberancia. Para los cambios isquémicos tempranos evidentes en el mesencéfalo o la protuberancia, se deducen dos puntos de la puntuación total. Cada una de las otras seis regiones suma un punto. Una puntuación de 10 indica una falta de cambios isquémicos tempranos. El pc-ASPECTS tiene un uso menos extendido de pc-ASPECTS y dado la muy alta morbilidad y mortalidad de la oclusión de la arteria basilar, la mayoría de los centros no utilizan un valor específico de pc-ASPECTS al seleccionar pacientes para trombectomía mecánica.(1)

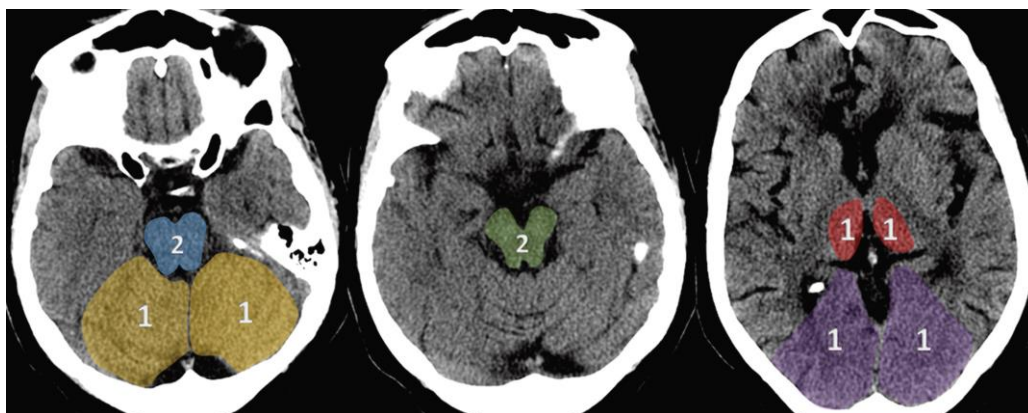


Imagen 5. Tomada de (1). TC axial sin contraste que muestra las ocho regiones cerebrales distintas evaluadas en busca de evidencia de cambios isquémicos tempranos para derivar la puntuación de pc-ASPECTS. Los números superpuestos indican los valores de puntos asignados a cada región. Específicamente, el mesencéfalo y la protuberancia representan cada uno dos puntos en el sistema de puntuación, mientras que los hemisferios cerebelosos bilaterales, los tálamos bilaterales y los lóbulos occipitales bilaterales representan un punto cada uno.

La evaluación de ASPECTS se ve afectada por la calidad de la TC. Por lo tanto, es importante que los niveles de ventana de la TC sin contraste se ajusten de manera que la diferenciación de la sustancia gris-blanca se visualice bien en el hemisferio cerebral considerado normal. El movimiento del paciente también afecta la evaluación de los cambios isquémicos tempranos a nivel regional. La afectación regional también debe calificarse con cautela si hay artefactos óseos o metálicos. En caso de duda, la región no debe considerarse anormal.

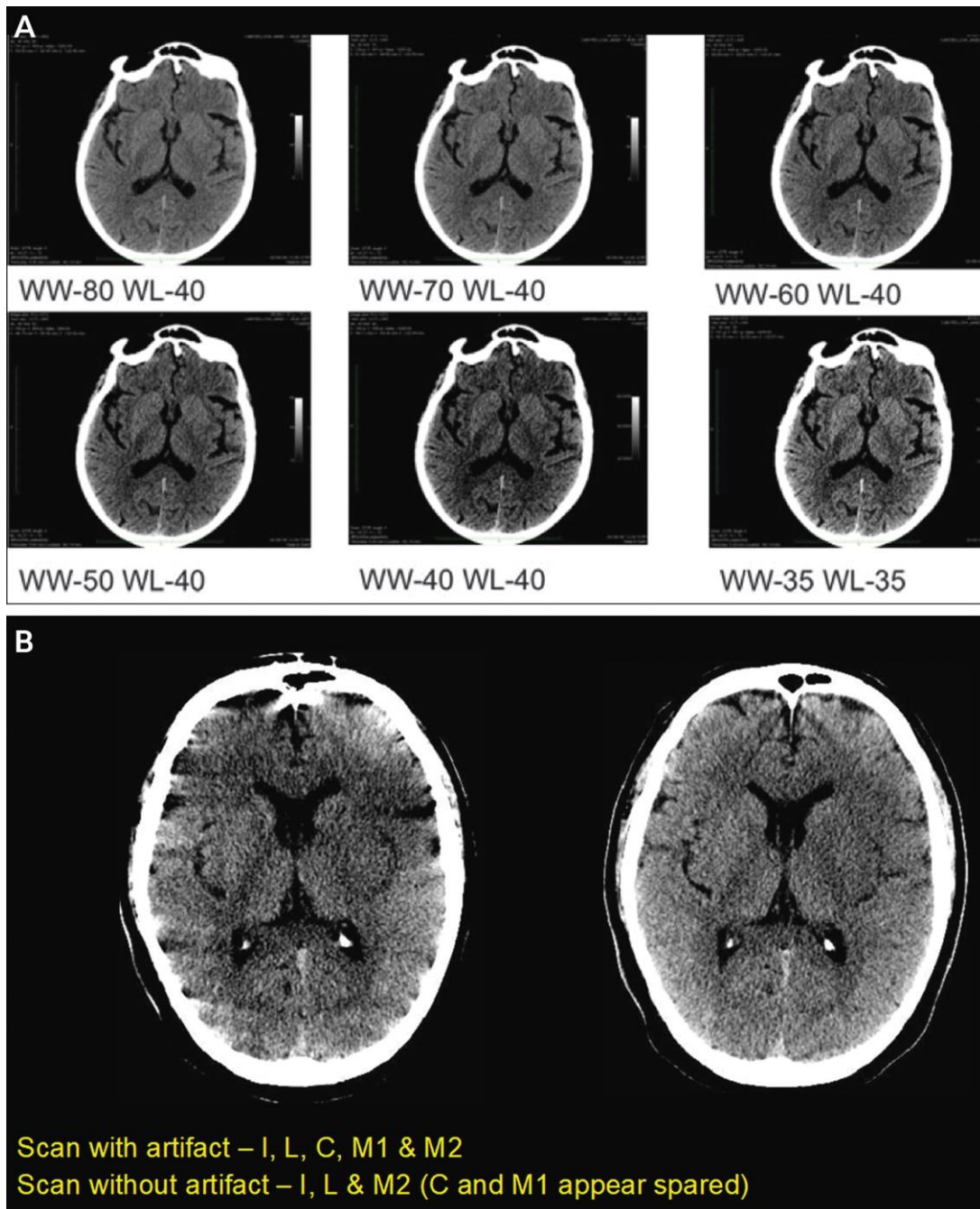


Imagen 6. Tomada de (2). Variables que afectan la evaluación del ASPECTS en TC sin contraste para un paciente con ACV isquémico del hemisferio izquierdo y un ASPECTS de 9. La única área afectada es una pequeña parte del núcleo lenticular izquierdo.

A, Configuración del nivel de ventana y cómo afectan la interpretación de la TC sin contraste. Todas las imágenes son el mismo corte del mismo paciente. El objetivo del establecimiento de ventanas en la evaluación ACV isquémico agudo es lograr la mejor discriminación entre la sustancia gris y la blanca.

B, El efecto del movimiento del paciente en la interpretación de los ASPECTS. La exploración sin artefactos de movimiento muestra que el núcleo caudado izquierdo y las regiones M1 izquierdas están intactas, a diferencia de la exploración con movimiento. C = núcleo caudado; I = ínsula; L = núcleo lenticular; WL = nivel de ventana; WW = ancho de la ventana.

Signo del vaso hiperdenso

La hiperdensidad unilateral de un vaso grande proximal se puede observar en la TC sin contraste cuando hay un trombo dentro de la luz. Esto se observa con mayor frecuencia en la arteria cerebral media (ACM) proximal, con una frecuencia reportada del 30% al 40% de los infartos de la ACM. Se pueden observar hallazgos similares con oclusiones de la ACM más distales y en la arteria basilar. (1)

El signo tiene una sensibilidad de aproximadamente 50%, con una especificidad de aproximadamente 95%. Los falsos positivos ocurren con hematocrito incrementado, los falsos negativos ocurren con cortes de TC gruesos de aproximadamente 5 mm o mayores y efectos de volumen parcial o con trombos mas ricos en fibrina que en glóbulos rojos. (2)

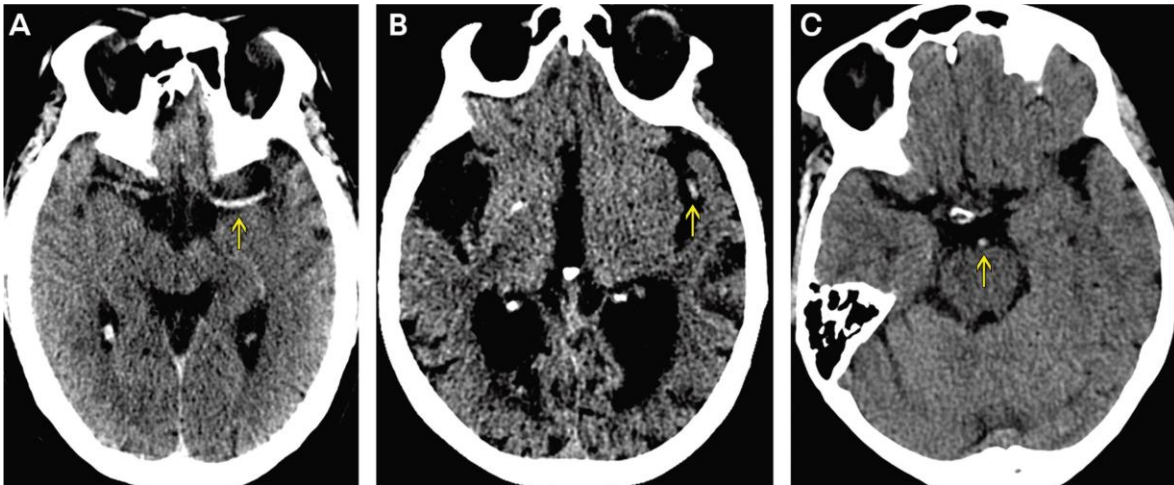


Imagen 7. Tomada de (1). Ejemplos de signos de vasos hiperdensos en imágenes de TC sin contraste.

- A. Trombo largo en el segmento M1 izquierdo que aparece como un vaso hiperdenso (flecha).
- B. Rama de M2 de ACM izquierda hiperdensa en la cisura de Silvio (flecha).
- C. Arteria basilar hiperdensa (flecha).

Hemorragia

La forma más común de hemorragia en pacientes con ACV agudo es la hemorragia intraparenquimatosa (hemorragia intracerebral). Las hemorragias se pueden clasificar según su ubicación anatómica: intracerebral (lobar o superficial versus profunda), intraventricular, subaracnoidea, subdural o epidural. El cálculo del volumen de la hemorragia se realiza mediante la fórmula $(A \times B \times C) / 2$, donde A es la medida más larga de hemorragia en el plano axial, B es la medida más larga del diámetro de hemorragia perpendicular a A en el mismo plano axial o en uno diferente, y C es la medida más larga de hemorragia en el plano vertical (determinada simplemente multiplicando el número de cortes de TC con hemorragia por el grosor del corte). Se recomienda que las medidas sean realizadas en cm. (2)

Predictores de expansión de la hemorragia intraparenquimatosa en TC simple (5)

- **Forma irregular:**
 - ≥ 2 irregularidades focales del margen del hematoma.
- **Signo de la isla:**
 - ≥ 3 hematomas dispersos, todos separados de la hemorragia (HIC) o ≥ 4 hematomas, pueden o no estar relacionados con la HIC.
- **Densidad heterogénea:**

- ≥ 3 focos de hipoatenuación, en comparación con la densidad de la HIC.
- **Signo del remolino:**
 - Área de hipodensidad conectada o no con estructuras que rodean la HIC.
- **Nivel de líquido:**
 - Área hipodensa por encima y área hiperdensa por debajo de una línea recta clara de separación.
- **Signo de agujero negro:**
 - Hipodensidad > 28 HU en comparación con la ICH circundante y no conectada con estructuras fuera de la HIC.
- **Signo de mezcla:**
 - Zonas de hipodensidad e hiperdensidad con diferencia > 18 HU entre estas 2 áreas.

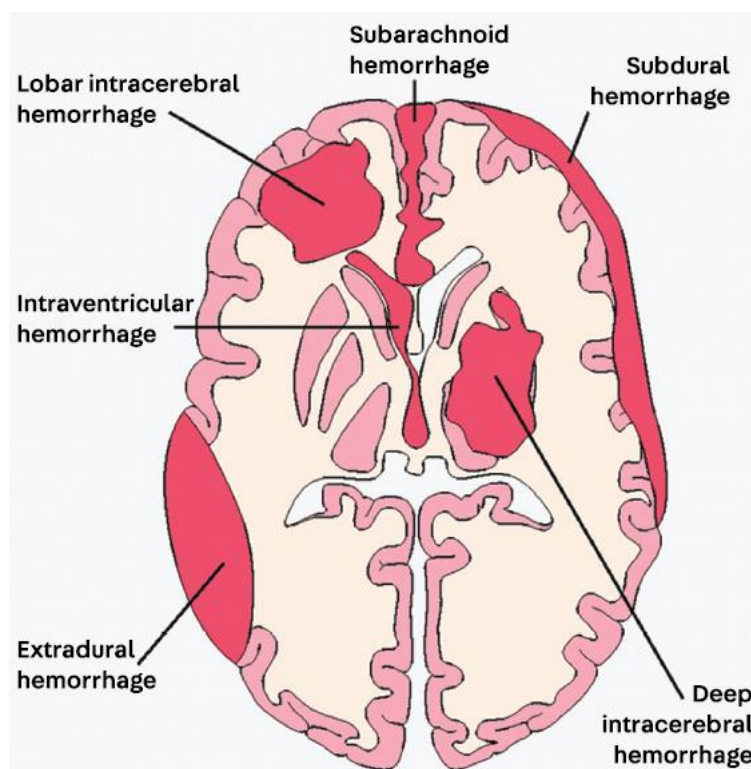


Imagen 8. Tomada de (2). Localización y tipos de hemorragia en TC simple

Angiografía por TC (ATC)

La ATC es una imagen de los vasos sanguíneos por TC obtenidas después de la administración de un bolo intravenoso de contraste yodado. Se prefiere que el estudio sea realizado en cabeza y cuello para evaluar los vasos extra e intracraneales que suplen el cerebro.

En la hemorragia, la ATC puede detectar patologías como aneurismas intracraneales, malformaciones arteriovenosas, fístulas arteriovenosas durales y otras malformaciones vasculares. La probabilidad de encontrar estas causas secundarias de hemorragia intracraneal varía desde el 15% en adultos hasta el 65% en pacientes menores de 40 años. Por lo tanto, se recomienda una ATC de cráneo en pacientes con hemorragia intracraneal que son jóvenes, tienen una hemorragia intracraneal lobar o infratentorial, y no padecen hipertensión ni alteración de la coagulación. En pacientes con hemorragia intracerebral espontánea primaria (probablemente debido a hipertensión), la ATC ayuda a los médicos a predecir el riesgo de crecimiento

de la hemorragia con el tiempo. El signo del punto (spot sign), es una densidad de contraste lineal o serpiginosa ubicada dentro de la hemorragia parenquimatosa, este signo no debe estar en continuidad anatómica con ningún vaso sanguíneo adyacente, además debe tener 120 unidades Hounsfield o más, de lo contrario podría corresponder a un imitador como calcificaciones coroideas, tumores, aneurismas u otros.(2)

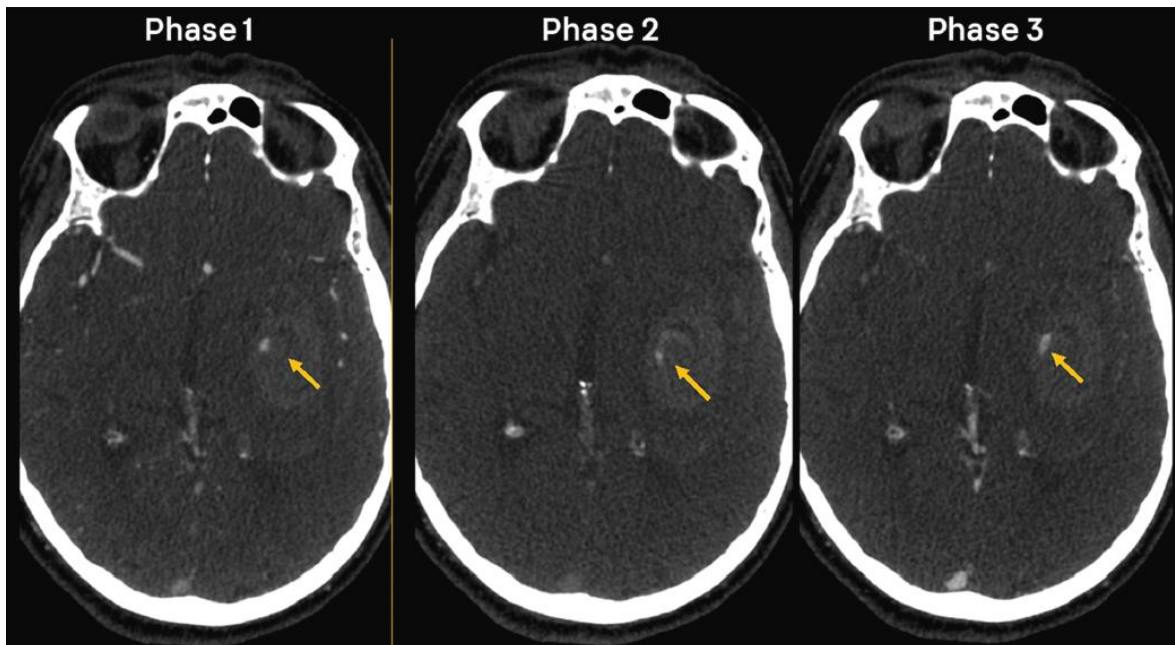


Imagen 9. Tomado de (2). El signo de la mancha, marcador de crecimiento de hemorragia intracerebral, observado en las tres fases (flechas) de una angiografía por TC multifase.

En isquemia, la ATC ayuda a detectar la presencia de un trombo arterial, evaluar el estado de la circulación colateral, la presencia de otras patologías y la planeación de neurointervencionismo. La ATC es extremadamente precisa para detectar la oclusión de grandes vasos, con una sensibilidad del 98,4% y una especificidad del 98,1% y es considerada como la prueba no invasiva estándar para identificar la oclusión de grandes vasos.(1)

Angiografía por TC multifase

Con esta técnica, se adquieren dos conjuntos adicionales de imágenes después del punto de tiempo arterial: uno en la fase venosa máxima y otro en la fase venosa tardía, éstos una evaluación más sólida de la circulación colateral. Se utilizan múltiples sistemas de puntuación diferentes para asignar valores numéricos a una circulación colateral vista mediante ATC multifase, generalmente en una escala de 4 o 5 puntos. Sin embargo, en la práctica, estas puntuaciones a menudo se dicotomizan en garantías “buenas” o “malas” si está afectado menos o más del 50% del lecho vascular, respectivamente. (1)

Perfusión por TC (CTP)

La imagen de perfusión por TC (CTP) se realiza mediante la adquisición de múltiples exploraciones a lo largo del tiempo después de la administración intravenosa de contraste yodado. El número de exploraciones necesarias y la exposición a la radiación resultante es mayor para la CTP en comparación con la ATC multifase. La serie de imágenes sigue el material de contraste a medida que llega a las arterias, perfunde el tejido cerebral y sale a través del sistema venoso. Con esta información, el escáner determina las siguientes estimaciones principales:

- El flujo sanguíneo cerebral es la cantidad de sangre que viaja a través de una región determinada del cerebro a lo largo del tiempo, medida en mililitros por 100 g por minuto.
- El volumen de sangre cerebral es el volumen total de sangre en una región del cerebro, medido en mililitros por 100 g.
- El tiempo de tránsito medio es el tiempo promedio que tarda la sangre en viajar a través de una región determinada del cerebro, medido en segundos.(6)

En conjunto, estas 3 medidas se pueden utilizar para determinar si una determinada región del cerebro está normalmente perfundida, isquémica o infartada:

| | FLUJO SANGUINEO CEREBRAL | VOLUMEN SANGUINEO CEREBRAL | TIEMPO DE TRANSITO MEDIO |
|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| TEJIDO NORMAL | Simétrico al lado contralateral | Simétrico al lado contralateral | Simétrico al lado contralateral |
| PENUMBRA ISQUÉMICA | Disminuido levemente | Normal o disminuido levemente | Levemente incrementado |
| NUCLEO DEL INFARTO | Marcadamente disminuido | Disminuido levemente | Marcadamente incrementado. |

Tabla 1. Traducida de (1).

La tasa de crecimiento del infarto es variable entre individuos y depende en gran medida de la presencia de circulación colateral. En áreas con escasas colaterales, la falta de flujo sanguíneo produce una falla metabólica y celular irreversible que conduce al infarto tisular (núcleo del infarto). En áreas con buenas colaterales, el tejido será disfuncional pero no infartado irreversiblemente (penumbra isquémica).

El posprocesamiento de imágenes CTP crea mapas que se aproximan al tamaño y la ubicación del núcleo del infarto y la penumbra isquémica. Al interpretar estos mapas, el lector busca identificar una discrepancia entre el tamaño del infarto central y el tamaño de la penumbra isquémica o una discrepancia entre el examen clínico del paciente y el tamaño y la ubicación del infarto central. La identificación de una discrepancia sugiere la reversibilidad de la isquemia con una reperfusión oportuna y, por lo tanto, se ha utilizado para seleccionar pacientes para trombectomía mecánica más allá de las 6 horas desde el inicio del accidente cerebrovascular. El uso de imágenes de perfusión de esta manera da como resultado un "reloj tisular" específico del paciente, como en contraposición a una ventana de tiempo estandarizada de elegibilidad para todos los pacientes. Este enfoque de selección individualizada de pacientes para trombectomía mecánica retardada utilizando imágenes de perfusión está respaldado por las directrices de la AHA/ASA.(1)

Resonancia magnética

La resonancia magnética es más sensible y específica que la tomografía computarizada para la detección de isquemia aguda y es mejor para identificar imitadores de ACV, incluidas afecciones infecciosas, inflamatorias, tumorales y traumáticas.

Imágenes ponderadas por difusión (DWI)

Permite identificar isquemia cerebral tan pronto como unos minutos después del inicio del ACV. La sensibilidad de la resonancia magnética para detectar lesiones isquémicas es aproximadamente del 92% cuando se realiza en el momento de la presentación de los síntomas, esta sensibilidad puede aumentar hasta un 97,5% si se incluyen imágenes de perfusión.

La DWI también es más precisa que la TC sin contraste para determinar el núcleo del infarto, que generalmente representa el tejido irreversiblemente infartado. La determinación del núcleo del infarto es de importancia crítica en la evaluación de riesgo y beneficio potencial del tratamiento de reperfusión, especialmente para aquellos con tiempo desconocido de inicio del ACV o aquellos que se presentan más allá de las 6 horas desde el inicio de los síntomas. Las lesiones isquémicas agudas típicamente demuestran una alta intensidad de señal en DWI, que resulta de la alteración del movimiento browniano de protones de agua debido al edema citotóxico en las primeras fases del ACV isquémico agudo. Las imágenes DWI siempre deben interpretarse junto con el coeficiente de difusión aparente (ADC), una medida cuantitativa de la difusión de los protones del agua. En la verdadera difusión restringida que se observa en el ACV isquémico agudo, la región de aumento de la señal DWI demostrará una intensidad de señal baja en la secuencia ADC (DWI es brillante, ADC es oscuro). (1)

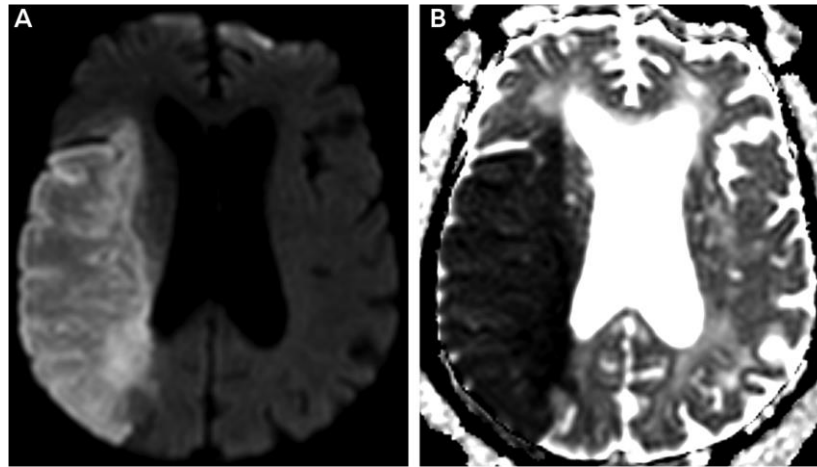


Imagen 10. Tomada de (1). Marcadores de imagen de ACV isquémico agudo en resonancia magnética. A, Imágenes ponderadas por difusión (DWI) con alta intensidad de señal en la región de la arteria cerebral media derecha. B, Esta misma región también tiene una intensidad de señal baja en la secuencia del coeficiente de difusión aparente (ADC). El resultado es un patrón de imagen que es "brillante" en DWI y "oscuro" en ADC, consistente con una verdadera difusión restringida.

Cuando una señal alta en DWI se asocia con una alta intensidad de señal en las imágenes de ADC (DWI es brillante, ADC es brillante), se trata de brillo T2. El brillo T2 ocurre cuando hay un aumento del contenido de agua en el tejido (como en el edema vasogénico o las lesiones quísticas) y no es compatible con isquemia aguda. En las lesiones isquémicas, la disminución de la intensidad de la señal en el ADC aparece antes que el aumento de la intensidad de la señal en DWI y, por lo tanto, es más sensible para detectar un ACV. La hipointensidad en las imágenes del ADC generalmente persiste durante 1 semana después del inicio del ACV. Por lo tanto, un mapa ADC oscuro significa que el ACV tiene menos de 1 semana de antigüedad. Una pseudonormalización del mapa ADC de baja a alta intensidad de señal ocurre 1 a 2 semanas después del inicio del ACV. Aunque DWI se considera la secuencia más sensible para detectar lesiones isquémicas, un pequeño porcentaje (6,8%) de los pacientes con ACV isquémico agudo verdadero tienen una exploración DWI negativa. (1)

Secuencia FLAIR (recuperación de inversión ponderadas en T2 y atenuadas por líquido) y T2

La hiperintensidad en FLAIR se debe al aumento de la concentración de agua en los espacios intersticiales (edema intersticial) y en ACV isquémico agudo aparece después de las primeras 4,5 horas del inicio de síntomas. El desacople entre las secuencias DWI y FLAIR (DWI positiva, FLAIR negativa) es útil para estimar el inicio del ACV especialmente en pacientes que se despiertan con déficits neurológicos o pacientes con tiempo de inicio de síntomas últimos tiempos bien conocidos desconocidos y ha sido la base para seleccionar pacientes que pueden beneficiarse de tPA intravenoso. Los marcadores adicionales de isquemia en las secuencias FLAIR incluyen pérdida de la diferenciación de la sustancia gris-blanca con edema de las circunvoluciones y borramiento de los surcos. La pseudonormalización de la intensidad de la señal en imágenes potenciadas en T2, conocida como "fogging", puede ocurrir de 1 a 4 semanas después del ACV, con un pico alrededor de 2 a 3 semanas. Esto ocurre como resultado de la infiltración del tejido infartado por células inflamatorias. La secuencia FLAIR también es útil para detectar hemorragia subaracnoidea, una contraindicación para la terapia trombolítica.(1)

En las secuencias potenciadas en T2, las arterias permeables con sangre que fluye normalmente suelen aparecer hipointensas, un hallazgo conocido como "flujo vacío". Por lo tanto, la falta de flujo debido a una oclusión o trombosis de un vaso, el flujo lento debido a una estenosis o un flujo colateral retrógrado se manifiesta como una falta del flujo normal y produce un aumento de la intensidad de la señal de los vasos involucrados en las secuencias potenciadas en T2. Esta hiperintensidad arterial, que se ve mejor en imágenes FLAIR, se denomina "signo del vaso hiperintenso" y puede ser el único signo de infarto temprano.

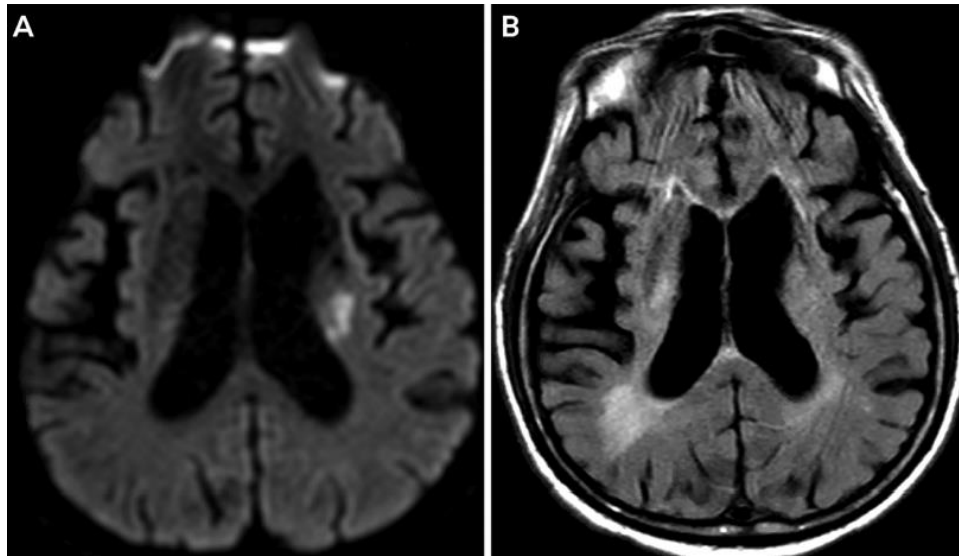


Imagen 11. Desacople DWI-FLAIR. Las imágenes de resonancia magnética axial muestran una pequeña área de difusión restringida en la corona radiada izquierda (A) sin una anomalía asociada en FLAIR (B). Tomada de (1).

Secuencias ponderadas por susceptibilidad (SWI)

Las secuencias ponderadas por susceptibilidad o de gradiente eco (GRE) son muy sensibles para detectar productos sanguíneos y compuestos ferromagnéticos con apariencia de hipointensidad. El trombo intraarterial agudo, especialmente aquel trombo rico en eritrocitos, produce artefactos de susceptibilidad y efecto expandido (blooming) en imágenes GRE o ponderadas en susceptibilidad, lo cual significa que el trombo luce un tamaño mayor de lo que realmente es y es fuertemente sugestivo de oclusión de grandes vasos, similar al signo de vasos hiperdensos en la TC sin contraste.(1,7)

| Estado | Fase de degradación de la hemoglobina | T1 | T2 | T2* (SWI) |
|------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|
| Hiperaguda | oxihemoglobina | Hipo o isointensa | Hiperintensa | Marcadamente hipointensa |
| Aguda (12-48 h) | Desoxihemoglobina | Isointensa o ligeramente hipointensa con anillo hiperintenso delgado en la periferia | Hipointensa con anillo perilesional hiperintenso | Marcadamente hipointensa |
| Subaguda temprana (72 h) | Metahemoglobina intracelular | Hiperintensa | Hipointensa | Hipointensa |
| Subaguda tardía (3- 20 días) | Metahemoglobina extracelular | Hiperintensa | Hiperintensa | Hipointensa |
| Crónica (9 semanas) | Hemosiderina y ferritina | Hipointensa | Hipointensa | Centro isointenso o hiperintenso rodeado por un anillo hipointenso |

Tabla 2. Apariencia de hemorragia intracraneal en RM. Modificada de (5)

Con el uso de estas secuencias, la resonancia magnética es tan precisa como la tomografía computarizada para la detección de hemorragia hiperaguda. Además, la resonancia magnética puede ser más precisa que la TC para la detección de depósitos de hemosiderina de hemorragia intracerebral crónica. (1)

La apariencia de la hemorragia cambia de acuerdo con el proceso de degradación de la hemoglobina con el paso del tiempo:

Angiografía por resonancia magnética

La ARM es un componente esencial del protocolo de resonancia magnética para ACV agudos. Ayuda a determinar la ubicación y extensión de las lesiones vasculares de la cabeza y el cuello, como oclusión aguda, enfermedad aterosclerótica, disección o displasia fibromuscular. Una desventaja de la ARM sin contraste es la dificultad para distinguir entre estenosis y oclusión aguda, ya que el flujo lento o turbulento puede provocar una dispersión de fase intravoxel, lo que conduce a una pérdida de señal y a una sobreestimación posterior de la estenosis arterial que puede aparecer como una oclusión en la ARM.(1)

Imágenes de perfusión por resonancia magnética

De manera análoga a la perfusión por TC, las imágenes de perfusión por RM utilizan imágenes consecutivas en serie después de la inyección de contraste para cuantificar el flujo sanguíneo y el volumen de sangre a través del parénquima cerebral. El área de difusión restringida en DWI representa el infarto central. Por lo tanto, el desacople entre la anomalía de la perfusión y la difusión representa el tejido isquémico potencialmente salvable en riesgo de infarto.(1)

Angiografía por sustracción digital (DSA)

Es la modalidad de imagen de referencia para evaluar la mayoría de las enfermedades cerebrovasculares. Puede determinar con precisión el tipo y la ubicación de las lesiones vasculares, así como las características del flujo y la circulación colateral en caso de oclusión o estenosis vascular. En ACV isquémico agudo, la DSA se utiliza para confirmar y tratar ACV debido a la oclusión de un gran vaso. Después del tratamiento endovascular de una oclusión de un gran vaso, se evalúa radiográficamente el grado de reperfusión resultante. La escala modificada de trombólisis en infarto cerebral (mTICI) es el sistema de puntuación más utilizado para describir el grado de reperfusión alcanzado y tiene valor para predecir resultados. Una puntuación mTICI de 2b, 2c o 3 se considera una reperfusión adecuada y una trombectomía exitosa. La DSA también es útil como ayuda para determinar la etiología de una oclusión de grandes vasos, que puede deberse a tromboembolismo o enfermedad aterosclerótica intracraneal. (1)

En contexto de hemorragia intracraneana, la DSA tiene una sensibilidad y especificidad del 99% para identificar lesiones vasculares subyacentes. (5)

Conclusión

La interpretación de las neuroimágenes en ACV requiere un conocimiento básico de neuroanatomía, así como semiología neurológica para su adecuada correlación. La tomografía de cráneo suele ser la primera imagen en la gran mayoría de centros, debido a su amplia disponibilidad, rapidez y seguridad. La CTA es altamente sensible para la detección de oclusión de grandes vasos y debe ser realizada en los pacientes con síntomas neurológicos que así lo sugieran. Las imágenes avanzadas que incluyen CTA, CTP, MRI o MR perfusión multifase son fundamentales para la toma de decisiones terapéuticas en escenarios clínicos específicos como pacientes con inicio de síntomas desconocido con ACV del despertar, pacientes con tiempos de inicio de síntomas prolongados y pacientes con sospecha de imitadores de ACV.

Declaración de conflictos de interés:

La autora declara no tener ningún conflicto de interés en la realización de este texto.

Bibliografía

1. Julie G. Shulman MA. Imaging of Central Nervous System Ischemia. *Contin Lifelong Learn Neurol.* 2023;29(1):54–72.
2. Menon BK. Neuroimaging in Acute Stroke. *Contin Lifelong Learn Neurol.* 2020;26(2):287–309.
3. Prakkamakul S, Yoo AJ. ASPECTS CT in Acute Ischemia: Review of Current Data. *Top Magn Reson Imaging.* 2017;26(3):103–12.
4. Dubosh NM, Bellolio MF, Rabinstein AA, Edlow JA. Sensitivity of Early Brain Computed Tomography to Exclude Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Stroke.* 2016;47(3):750–5.
5. Klein JP, Hakimi R. Imaging of Central Nervous System Hemorrhage. *Contin Lifelong Learn Neurol.* 2023;29(1):73–103.
6. Wing SC, Markus HS. Interpreting CT perfusion in stroke. *Pract Neurol.* 2019;19(2):136–42.
7. Hsu CCT, Kwan GNC, Hapugoda S, Craigie M, Watkins TW, Haacke EM. Susceptibility weighted imaging in acute cerebral ischemia: Review of emerging technical concepts and clinical applications. *Neuroradiol J.* 2017;30(2):109–19.