



DOI: <https://doi.org/10.46296/yc.v10i18.0855>

PERFUSIÓN POR TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA VERSUS RESONANCIA DIFUSIÓN-PERFUSIÓN EN ICTUS ISQUÉMICO TARDÍO

COMPUTED TOMOGRAPHY PERFUSION VERSUS DIFFUSION- PERFUSION MRI IN LATE ISCHEMIC STROKE

Montiel-Lombana Gina Paola ¹; Zambrano-Ortiz Diana ²; Jaimes-Uribe Yei Alberto ³;
Ordóñez-López Christiaan Smith ⁴; Romero-Paternina Daniel Andres ⁵; Rúa-Pertuz
Laura Vanessa Deyanira ⁶; Gutierrez-Bravo Carlos Mario ⁷; Torres-Gómez Juan
Ignacio ⁸; Alvarez-Gonzalez Juan Camilo ⁹; Trujillo-García Daniela Andrea ¹⁰

¹ Universidad de Santander UDES. Bucaramanga, Colombia.

Correo: ginamontiel09@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6687-8340>

² Universidad Cooperativa de Colombia. Pasto, Colombia.

Correo: dradianazo10@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-2474-7412>

³ Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

Correo: yei.jaimes1218@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-7536-029X>

⁴ Universidad del Cauca Popayán. Popayán, Colombia.

Correo: csordonez@hotmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7388-1257>

⁵ Universidad del Sinú Seccional Cartagena. Cartagena, Colombia.

Correo: danieldaniel051103@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-4572-7624>

⁶ Universidad Libre Seccional Barranquilla. Barranquilla, Colombia.

Correo: lauvdrp09@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-6722-2838>

⁷ Unidad Central del Valle del Cauca. Tuluá, Colombia.

Correo: carlosmariogu10@hotmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-7210-6834>

⁸ Universidad Cooperativa de Colombia. Medellín, Colombia.

Correo: juanignaciotorresg@icloud.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-4360-7812>

⁹ Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.

Correo: jcag0302@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-0245-1382>

¹⁰ Universidad del Sinú. Cartagena, Colombia.

Correo: danytrujillo2008@hotmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2536-599X>

Resumen

La neuroimagen avanzada amplió la selección de pacientes con ictus isquémico y oclusión de gran vaso más allá de las primeras seis horas. Esta revisión de tema comparó la perfusión por tomografía computarizada y la resonancia magnética con difusión y perfusión para la toma de decisiones entre seis y veinticuatro horas. Se revisaron PubMed, Scopus y Embase entre 2016 y 2025. Ambos métodos identifican núcleo isquémico y tejido recuperable con resultados clínicos semejantes cuando se aplican criterios validados. La perfusión por tomografía computarizada ofrece mayor disponibilidad, integración al flujo del código ictus y menor impacto logístico. La resonancia magnética con difusión y perfusión aporta mejor caracterización tisular y mayor capacidad para excluir imitadores, aunque con menor acceso y más contraindicaciones. La variabilidad entre programas de posprocesamiento y la heterogeneidad operativa siguen limitando la estandarización. En conclusión, ambas estrategias son válidas; la elección debe individualizarse según recursos, tiempos y contexto clínico.

Palabras claves: Accidente cerebrovascular isquémico, Perfusión por tomografía computarizada, Imagen por resonancia magnética, Trombectomía.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 08 de enero de 2026.

Fecha de aceptación: 20 de marzo de 2026.

Fecha de publicación: 20 de abril de 2026.



Abstract

Advanced neuroimaging expanded patient selection for acute ischemic stroke with large vessel occlusion beyond the first six hours. This review compared computed tomography perfusion and magnetic resonance imaging with diffusion and perfusion for decision making between six and twenty-four hours. PubMed, Scopus, and Embase were reviewed from 2016 to 2025. Both methods identify infarct core and potentially salvageable tissue with similar clinical results when validated criteria are applied. Computed tomography perfusion offers broader availability, easier integration into stroke workflow, and less logistical burden. Magnetic resonance imaging with diffusion and perfusion provides better tissue characterization and stronger exclusion of stroke mimics, although with lower access and more contraindications. Postprocessing software variability and operational heterogeneity still limit standardization. Overall, both strategies are valid, and the choice should be individualized according to resources, timing, and clinical context.

Keywords: Ischemic stroke, Computed tomography perfusion, Magnetic resonance imaging, Thrombectomy.

1. Introducción

El ictus isquémico agudo continúa entre las principales causas de muerte y discapacidad en el adulto. En pacientes con oclusión de gran vaso, la trombectomía mecánica es el tratamiento de reperfusión de mayor impacto, pero su rendimiento depende tanto de la rapidez como de una adecuada selección por imagen. Las guías de la American Heart Association y de la European Stroke Organisation consolidaron el uso de criterios clínicos e imagenológicos para seleccionar a estos pacientes y reforzaron el concepto de que la fisiología tisular puede ser más útil que la cronología aislada cuando se evalúan candidatos tardíos.^{1,2}

La ampliación de la ventana terapéutica se sustentó en dos

ensayos pivotaes. En DAWN, la trombectomía entre 6 y 24 horas fue beneficiosa en pacientes con desproporción entre el déficit clínico y el volumen del infarto establecido. En DEFUSE 3, la trombectomía entre 6 y 16 horas mejoró de forma clara los resultados funcionales cuando se demostró un perfil favorable de perfusión, con núcleo pequeño y penumbra relevante.^{3,4} Ambos estudios desplazaron el paradigma clásico de “tiempo es cerebro” hacia un enfoque de “tejido es cerebro”, especialmente útil en ictus de despertar o en presentaciones tardías.

El mismo cambio conceptual se extendió a la trombólisis intravenosa guiada por imagen. WAKE-UP demostró la utilidad de la resonancia magnética para tratar ictus de tiempo



de inicio desconocido mediante el desacople entre difusión y secuencia de recuperación de inversión atenuada por líquido, mientras que EXTEND demostró que la imagen de perfusión también puede identificar pacientes con beneficio potencial fuera de la ventana tradicional.^{5,6} En consecuencia, la discusión clínica actual ya no es si debe usarse imagen avanzada en la ventana tardía, sino cuál modalidad produce la mejor combinación entre rapidez, precisión, disponibilidad y reproducibilidad.

En ese contexto, la perfusión por tomografía computarizada se incorporó con rapidez al código ictus porque aprovecha la infraestructura de la tomografía simple y de la angiografía por tomografía computarizada, añade pocos minutos al flujo de trabajo y suele estar disponible veinticuatro horas al día. La resonancia magnética con difusión/perfusión, por su parte, ofrece una mejor definición del núcleo isquémico, mejor caracterización tisular y mayor capacidad para excluir imitadores, aunque a costa de más restricciones logísticas y operativas.

El objetivo de esta revisión de tema fue comparar de manera crítica la perfusión por tomografía computarizada y la resonancia magnética con difusión/perfusión en adultos con ictus isquémico agudo y oclusión de gran vaso evaluados entre 6 y 24 horas, poniendo énfasis en cinco dominios: selección de candidatos a reperfusión, estimación de núcleo y penumbra, impacto sobre el flujo asistencial, limitaciones técnicas y proyección clínica de la evidencia más reciente.

2. Metodología

Se realizó una revisión crítica narrativa de la literatura con búsqueda estructurada en PubMed, Scopus y Embase entre enero de 2016 y diciembre de 2025. Se combinaron descriptores y términos libres en español e inglés relacionados con ictus isquémico agudo, oclusión de gran vaso, ventana extendida, perfusión por tomografía computarizada, resonancia magnética con difusión, resonancia magnética con perfusión, trombectomía y selección por imagen. La estrategia incluyó operadores booleanos y filtros por

estudios en humanos, adultos y artículos completos disponibles en revistas biomédicas indexadas.

Se incluyeron ensayos clínicos, estudios de cohortes, revisiones sistemáticas, metaanálisis y guías clínicas que aportaran información comparativa o complementaria sobre la selección por perfusión por tomografía computarizada o por resonancia magnética con difusión/perfusión en la ventana de 6 a 24 horas. Se excluyeron cartas, editoriales sin datos originales, series muy pequeñas, estudios centrados exclusivamente en circulación posterior sin extrapolación clínica a la circulación anterior y publicaciones duplicadas.

La síntesis se desarrolló con un enfoque crítico, no metaanalítico. Se extrajeron variables sobre diseño, población, ventana temporal, modalidad de imagen, criterios de núcleo isquémico y penumbra, tiempos asistenciales, independencia funcional a 90 días, hemorragia intracraneal sintomática y limitaciones operativas. No se elaboró diagrama de flujo porque el objetivo fue construir una revisión narrativa orientada a la toma de

decisiones clínicas y no una revisión sistemática formal. La evidencia se organizó en cuatro ejes: ensayos que sustentan la ventana extendida, desempeño de cada técnica para núcleo y penumbra, impacto en el flujo asistencial y escenarios clínicos especiales.

3. Resultados y discusión

3.1. Evidencia que sustenta la ventana extendida

La evidencia que cambió la práctica clínica fue coherente y acumulativa. Después de los ensayos DAWN y DEFUSE 3, el metaanálisis colaborativo AURORA confirmó que la trombectomía en la circulación anterior más allá de las primeras seis horas mejora de forma significativa la distribución de la escala de Rankin modificada, sin aumento relevante de hemorragia intracraneal sintomática ni de mortalidad cuando los pacientes se seleccionan con criterios de imagen apropiados.⁷ Este punto es central para interpretar la comparación entre modalidades: el beneficio procede de identificar un perfil de tejido viable, no de una tecnología aislada.



Desde una perspectiva clínica, la lectura integrada de estos ensayos permite afirmar tres ideas. Primero, la selección tardía no debe basarse únicamente en el reloj, porque la velocidad de crecimiento del infarto depende de la circulación colateral y del estado hemodinámico individual. Segundo, el criterio de núcleo pequeño y penumbra relevante es suficientemente robusto para ser implementado tanto con perfusión por tomografía computarizada como con resonancia magnética avanzada. Tercero, la utilidad práctica de una modalidad depende de si produce información procesable dentro del tiempo de decisión. En otras palabras, una técnica muy precisa pero inaccesible puede ser inferior, en términos de sistema, a una técnica algo menos refinada pero disponible de forma inmediata.

La perfusión por tomografía computarizada fue el vehículo más difundido para operacionalizar ese paradigma. Su integración al protocolo de tomografía simple y angiografía por tomografía computarizada facilita un abordaje escalonado: primero se descarta hemorragia, luego se documenta la

oclusión y finalmente se estima el territorio con hipoperfusión y el volumen del núcleo isquémico.⁸ La resonancia magnética también cumple ese objetivo, pero lo hace con un enfoque más anatómico y biológico, porque la secuencia de difusión delimita directamente la lesión establecida mientras la perfusión demuestra el territorio en riesgo. Esta diferencia conceptual explica buena parte del debate contemporáneo entre rapidez y precisión.⁹

3.2. Concordancia entre perfusión por tomografía computarizada y resonancia magnética

En la práctica clínica, la comparación entre ambas modalidades suele resumirse en la pregunta de si la perfusión por tomografía computarizada subroga de forma aceptable a la resonancia magnética. El registro multicéntrico de Nguyen y colaboradores, que incluyó pacientes tratados en la ventana de 6 a 24 horas, no encontró diferencias significativas en independencia funcional, mortalidad o seguridad entre la selección con tomografía simple, perfusión por tomografía computarizada o resonancia magnética, una vez

ajustados los principales factores de confusión.¹⁰ Aunque ese estudio no fue aleatorizado y no puede eliminar por completo el sesgo de selección, sí aporta una conclusión operativa relevante: cuando el centro aplica criterios validados y tiempos eficientes, la modalidad elegida no parece modificar el resultado final de manera independiente.

Esa equivalencia clínica, sin embargo, no significa identidad técnica. La perfusión por tomografía computarizada estima el núcleo de manera indirecta a partir de umbrales de flujo sanguíneo cerebral y delimita la penumbra mediante mapas de retraso como el tiempo al máximo. La resonancia magnética con difusión/perfusión identifica el núcleo con la restricción de la difusión y define el territorio hipoperfundido con parámetros equivalentes a los de perfusión. Los errores más frecuentes de la perfusión por tomografía computarizada surgen por movimiento, mala elección de la función arterial, adquisición demasiado corta, cobertura insuficiente o colaterales lentas; estas situaciones pueden sobreestimar el núcleo, generar el

denominado núcleo fantasma o producir mapas anatómicamente implausibles.¹¹

La reproducibilidad entre programas de posprocesamiento sigue siendo una limitación mayor. El estudio de Suomalainen comparó diferentes programas comerciales frente a RAPID y demostró variaciones pequeñas en promedio, pero potencialmente importantes en casos individuales, tanto para el volumen del núcleo como para el volumen de la lesión de perfusión.¹² Esto tiene implicaciones directas sobre la selección: un mismo paciente puede ser elegible o no según la plataforma utilizada, sobre todo cuando se encuentra en el umbral de corte. A ello se suma que los algoritmos no siempre distinguen con precisión entre hipoperfusión severa y daño irreversible, especialmente en presencia de colaterales lentas o recanalización parcial.

La mejor síntesis cuantitativa de la relación entre perfusión por tomografía computarizada y resonancia magnética fue aportada por la revisión sistemática y metaanálisis de Lim y colaboradores, que mostró una fuerte correlación



entre los volúmenes de núcleo estimados por perfusión por tomografía computarizada y los volúmenes medidos por difusión aguda, aunque con heterogeneidad relevante entre estudios.¹³ Por ello, la conclusión más prudente no es que ambas técnicas sean intercambiables en todos los casos, sino que la perfusión por tomografía

computarizada funciona suficientemente bien como herramienta de triaje tardío cuando la calidad de adquisición y el posprocesamiento son adecuados.

Los principales contrastes entre disponibilidad, fundamento biológico, reproducibilidad y utilidad clínica de cada modalidad se sintetizan en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación crítica entre perfusión por tomografía computarizada y resonancia magnética con difusión/perfusión.

Dominio	Perfusión por tomografía computarizada	Resonancia magnética con difusión/perfusión	Implicación clínica
Disponibilidad	Alta; integrada a urgencias y al código ictus	Menor; depende de equipo, personal y acceso continuo	La disponibilidad condiciona más la utilidad real que la precisión teórica
Definición del núcleo	Indirecta; umbrales de flujo sanguíneo cerebral y volumen sanguíneo cerebral	Directa mediante restricción de la difusión	La resonancia magnética caracteriza mejor el infarto establecido
Definición de penumbra	Basada en mapas de retraso de tránsito, especialmente tiempo al máximo	Basada en perfusión y desacople respecto de difusión	Ambas identifican tejido potencialmente rescatable
Tiempo asistencial	Añade pocos minutos al protocolo tomográfico	Puede prolongarse si no existe ruta urgente consolidada	En la mayoría de centros la perfusión por tomografía computarizada es más pragmática
Imitadores y lesiones crónicas	Menor capacidad para distinguirlos si no se integra con tomografía basal	Mejor capacidad para excluir imitadores y separar lesión aguda de crónica	La resonancia magnética ofrece valor adicional en casos complejos
Variabilidad del posprocesamiento	Mayor dependencia del software y del protocolo de adquisición	Menor para difusión; la perfusión sigue dependiendo de algoritmos	La validación local del software es obligatoria
Contraindicaciones	Contraste yodado, radiación, artefactos por movimiento	Implantes incompatibles, inestabilidad, claustrofobia, menor acceso	La elección debe individualizarse según seguridad y factibilidad
Rol preferente	Triaje rápido y selección en sistemas de alta demanda	Aclaración de casos dudosos o centros con resonancia inmediata	No son técnicas rivales; son complementarias

Fuente: elaboración propia a partir de las referencias 8-16 y 19.

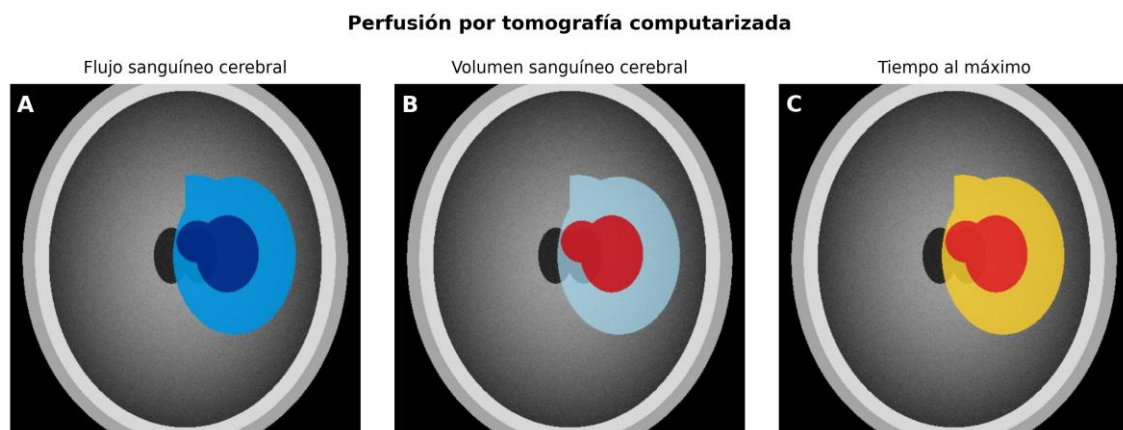
En términos visuales, ambas estrategias parten de la misma lógica

de desacople entre lesión irreversible y tejido en riesgo. En la

Figura 1 se muestran tres mapas ilustrativos de perfusión por tomografía computarizada: el flujo sanguíneo cerebral delimita el tejido críticamente hipoperfundido, el volumen sanguíneo cerebral aproxima un núcleo menor y el tiempo al máximo expone una lesión de perfusión más extensa. En la Figura 2 se representan la secuencia

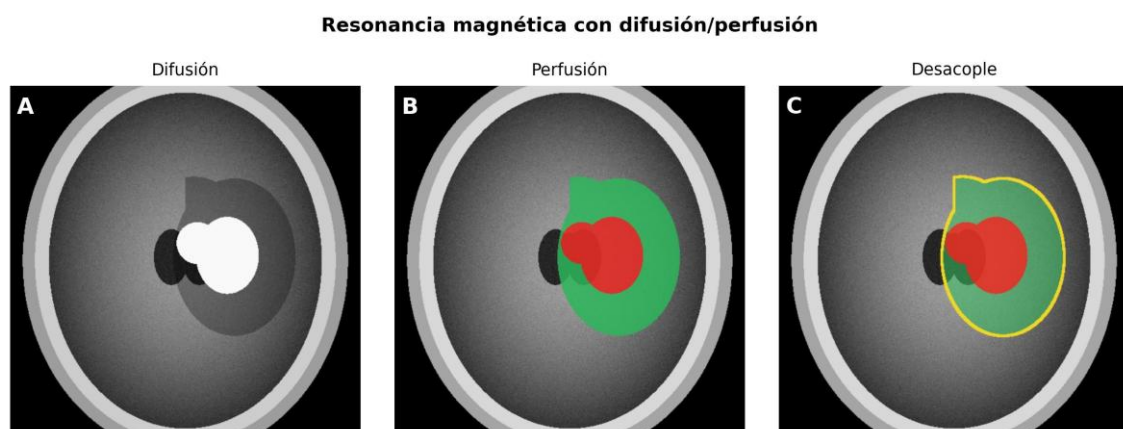
de difusión, el mapa de perfusión y el desacople difusión-perfusión, modelo clásico de penumbra rescatable. Estas imágenes no corresponden a un paciente real; se diseñaron como apoyo didáctico y sintetizan la apariencia esperable de los patrones descritos en la literatura (Ver Figura 1) (Ver Figura 2).

Figura 1. Mapas ilustrativos de perfusión por tomografía computarizada en un patrón de oclusión de la arteria cerebral media. A: flujo sanguíneo cerebral; B: volumen sanguíneo cerebral; C: tiempo al máximo.



Fuente: elaboración propia con base en las referencias 8, 11 y 13.

Figura 2. Imágenes ilustrativas de resonancia magnética con difusión/perfusión. A: secuencia de difusión; B: mapa de perfusión; C: desacople entre lesión establecida y territorio hipoperfundido.



Fuente: elaboración propia con base en las referencias 5, 9 y 13.



3.3. Logística asistencial, tiempos y disponibilidad

Más allá de la exactitud diagnóstica, la comparación entre modalidades debe leerse desde el flujo asistencial. La perfusión por tomografía computarizada tiene una ventaja sistémica evidente: puede completarse en la misma sala de tomografía donde se realiza la evaluación inicial, añade pocos minutos al protocolo y suele estar disponible en guardia. En contraste, la resonancia magnética requiere disponibilidad del equipo, personal entrenado, verificación de contraindicaciones, monitoreo más complejo y mayor estabilidad clínica del paciente.¹⁴ Cuando el sistema no puede garantizar estos requisitos, la supuesta superioridad anatómica de la resonancia pierde valor práctico.

La revisión de Fainardi resume bien esta tensión. Por un lado, la resonancia magnética continúa siendo la referencia más sólida para definir el núcleo isquémico, discriminar lesiones antiguas, detectar imitadores y proporcionar una valoración multimodal muy rica. Por otro, el beneficio real de la trombectomía depende de no retrasar la reperfusión; por eso la

imagen avanzada más útil es la que el sistema puede completar, interpretar y traducir en decisión terapéutica sin fricción operativa.¹⁵ Esta idea es especialmente pertinente en instituciones latinoamericanas, donde la cobertura de resonancia magnética en urgencias es heterogénea y la disponibilidad continua de perfusión por tomografía computarizada suele ser mayor.

La discusión sobre umbrales tampoco es menor. El trabajo de Chen y colaboradores mostró que el llamado perfil de desacople objetivo puede variar según el parámetro de perfusión utilizado y según si se privilegia el desacople clínico-núcleo o el desacople perfusión-núcleo.¹⁶ En consecuencia, no existe una cifra universal aplicable a cualquier centro con cualquier software. Esta observación refuerza un principio práctico: más importante que memorizar un único umbral es conocer cómo se comporta la plataforma local y qué tan reproducibles son sus resultados en comparación con el seguimiento clínico y con la imagen final.

Los metaanálisis comparativos entre estrategias simplificadas y perfusión

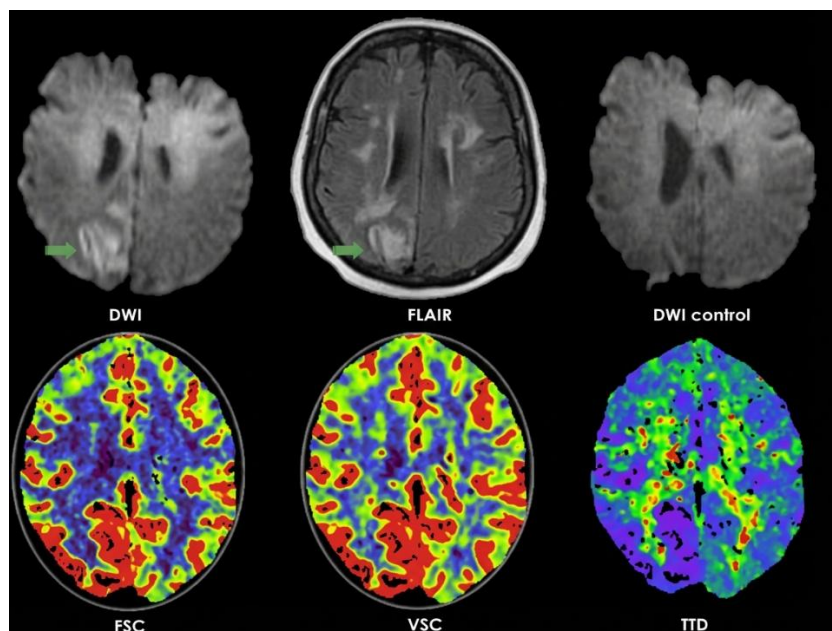
aportan otra pieza del rompecabezas. Kobeissi y colaboradores encontraron tasas semejantes de independencia funcional y de hemorragia intracraneal sintomática entre pacientes seleccionados con perfusión por tomografía computarizada y aquellos seleccionados solo con tomografía simple en la ventana tardía, aunque la perfusión se asoció con menor mortalidad y con mayor probabilidad de reperfusión exitosa.¹⁷ En la misma dirección, Diestro documentó que la perfusión y la tomografía sin perfusión obtienen desenlaces clínicos parecidos, pero la selección con perfusión podría asociarse con menos mortalidad en estudios observacionales.¹⁸

La lectura de esas síntesis debe ser cuidadosa. Buena parte de los pacientes evaluados solo con tomografía simple pertenecían a centros con mucha experiencia y con criterios estrictos de selección, situación que no siempre es extrapolable. Además, los metaanálisis mezclan diseños heterogéneos, sin información completa sobre por qué un paciente recibió una modalidad y no otra. Aun

así, el mensaje clínico es consistente: la perfusión por tomografía computarizada añade valor cuando reduce la incertidumbre diagnóstica, pero una tomografía simple de buena calidad, con puntuación Alberta Stroke Program Early CT Score favorable y colaterales conservadas, puede permitir decisiones razonables en sistemas donde la perfusión no está disponible.¹⁷⁻¹⁹

En cuanto a la resonancia magnética frente a la tomografía, el metaanálisis de Bankole mostró que la resonancia previa a trombectomía, al menos en ventana temprana, no empeora la probabilidad de independencia funcional y no prolonga de manera significativa el tiempo puerta-punción cuando se aplica en centros con protocolos maduros; incluso se observó menor mortalidad ajustada.¹⁴ Este hallazgo no implica que la resonancia deba reemplazar a la tomografía en todos los entornos, pero sí relativiza la idea de que siempre retrasa la atención. En centros con disponibilidad inmediata, la resonancia puede ser una alternativa real sin penalización logística importante.

Figura 3: RM secuencia difusión muestra una zona de restricción con hiperseñal T2 FLAIR (flechas verdes). En el estudio de PTC correspondiente muestra elevación de los valores de FSC y VSC, con acortamiento del TTD, correspondiente a hiperperfusión postictal. Una segunda RM secuencia difusión, realizada 7 días después, muestra resolución de la restricción, sin evidencia de una secuela.



Fuente: Canales F. Luis, Pérez O. Beatriz, de Grazia K. José, López G. Lorena, Miranda G. Gonzalo, Orellana P. Patricia et al . Perfusión cerebral por tomografía computada: Utilidad más allá del infarto cerebral agudo. Rev. chil. radiol.

3.4. Escenarios especiales y expansión de indicaciones

Los ictus de despertar y los ictus de inicio desconocido merecen una mención específica porque constituyeron el terreno natural de la selección avanzada. La evidencia agrupada de Thomalla y el metaanálisis de Campbell respaldan el uso de biomarcadores de imagen para ampliar la trombólisis intravenosa en pacientes con tejido potencialmente rescatable, tanto con desacople difusión-recuperación de inversión atenuada por líquido como con perfusión.^{20,21} Aunque la

pregunta principal de este manuscrito fue la trombectomía y no la trombólisis, estos estudios refuerzan el mismo principio fisiológico: la imagen avanzada debe utilizarse para identificar viabilidad y no para reproducir de manera rígida cortes temporales históricos.

Las recomendaciones del comité de la Society of NeuroInterventional Surgery sintetizan bien la práctica actual: en la circulación anterior, la trombectomía está indicada entre 6 y 24 horas cuando el paciente cumple criterios de imagen análogos a los de DAWN o DEFUSE 3, sea mediante

perfusión por tomografía computarizada o mediante resonancia magnética avanzada.²² Sin embargo, el propio documento reconoce que pueden existir pacientes con perfil favorable que no encajen de manera exacta en esos ensayos. Ese matiz es importante porque la medicina real rara vez reproduce los criterios de inclusión de un ensayo sin desviaciones.

La discusión se volvió aún más compleja con la publicación de los ensayos sobre núcleos grandes. SELECT2 y ANGEL-ASPECT mostraron que algunos pacientes con infartos extensos también pueden beneficiarse de la trombectomía, aunque con una magnitud de efecto menor y con objetivos más centrados en reducir discapacidad severa que en lograr independencia completa.^{23,24} El metaanálisis de Lin confirmó que, en

población con núcleo grande o moderadamente grande, la trombectomía mejora el pronóstico funcional global sin incremento claro de mortalidad.²⁵

Estos resultados no invalidan la comparación entre perfusión por tomografía computarizada y resonancia magnética; por el contrario, la hacen más importante. Si los límites clásicos de exclusión comienzan a ampliarse, la precisión con la que se estima el núcleo y se contextualiza el patrón de perfusión gana peso clínico. En este nuevo escenario, la decisión no será únicamente “tratar o no tratar”, sino también “tratar con qué grado de incertidumbre aceptable”. La Tabla 2 resume un algoritmo práctico para seleccionar modalidad de imagen según recursos, disponibilidad y estabilidad clínica del paciente.

Tabla 3. Propuesta práctica para elegir modalidad de imagen en la ventana de 6 a 24 horas.

Escenario clínico	Estudio recomendado	Justificación	Punto de cautela
Centro con resonancia magnética inmediata y paciente estable	Resonancia magnética con difusión/perfusión	Mayor precisión para núcleo, mejor exclusión de imitadores y lesiones crónicas	No debe retrasar la reperusión
Centro sin resonancia urgente pero con tomografía avanzada	Perfusión por tomografía computarizada	Integra núcleo, penumbra y angiografía en el mismo flujo	Revisar calidad de adquisición y sesgo del software



Centro sin perfusión disponible	Tomografía simple y angiografía por tomografía computarizada	Permite selección razonable si la puntuación Alberta Stroke Program Early CT Score es favorable y las colaterales son adecuadas	Mayor incertidumbre; idealmente remitir a centro de referencia
Ictus de despertar o tiempo de inicio incierto	Resonancia magnética si disponible; si no, perfusión por tomografía computarizada	Permite valorar viabilidad tisular y eventual trombólisis	Evitar demoras por búsqueda de la modalidad ideal
Tomografía de perfusión equívoca o discordante con la clínica	Resonancia magnética de rescate	Aclara núcleo, penumbra y diagnósticos alternativos	Solo útil si el circuito logístico lo permite
Núcleo grande o perfil limítrofe	Interpretación multimodal individualizada	La evidencia reciente sugiere que algunos pacientes aún pueden beneficiarse	No usar un umbral aislado como contraindicación absoluta

Fuente: elaboración propia a partir de las referencias 1-25.

Discusión

La comparación entre perfusión por tomografía computarizada y resonancia magnética con difusión/perfusión no debe plantearse como una competencia absoluta entre tecnologías, sino como una decisión contextual sobre cuál herramienta permite seleccionar mejor y más rápido al paciente correcto. La evidencia disponible apoya que ambas estrategias producen resultados clínicos comparables cuando se aplican con criterios validados y dentro de un sistema asistencial eficiente. Por ello, la pregunta relevante para un centro no es qué modalidad es “superior” en abstracto, sino cuál

puede ofrecerse con la menor fricción diagnóstica, el menor retraso y la mayor reproducibilidad local.^{3,4,7,10}

Desde la perspectiva del rendimiento diagnóstico, la resonancia magnética conserva ventajas claras. La difusión delimita el núcleo isquémico de forma más directa, diferencia mejor lesión aguda de lesión crónica y ayuda a excluir diagnósticos alternativos. Esto cobra especial importancia en pacientes con enfermedad vascular cerebral previa, leucoaraiosis marcada, lesiones antiguas extensas o síntomas atípicos. También es particularmente útil en ictus de inicio incierto cuando se explota el desacople entre difusión y

recuperación de inversión atenuada por líquido. Sin embargo, estas virtudes solo se traducen en beneficio clínico cuando la resonancia puede obtenerse sin prolongar de forma relevante el tiempo hasta la reperfusión.^{5,14,20}

La perfusión por tomografía computarizada, en cambio, representa la opción más pragmática para la mayoría de sistemas de atención al ictus. Su incorporación al protocolo inicial permite estimar núcleo y penumbra en continuidad con la tomografía simple y la angiografía por tomografía computarizada. Además, la literatura reciente muestra que gran parte de sus limitaciones puede mitigarse con protocolos de adquisición adecuados, interpretación entrenada y conocimiento de los sesgos del software local. En hospitales donde la resonancia magnética no está disponible las veinticuatro horas, la perfusión por tomografía computarizada no es una alternativa “de segunda línea”, sino la principal herramienta de selección fisiológica.^{8,11,15,19}

Un hallazgo consistente de esta revisión es que la estandarización del posprocesamiento sigue siendo

el punto más vulnerable de la perfusión por tomografía computarizada. Las discrepancias entre programas comerciales, los cambios en los umbrales y la posibilidad de núcleo fantasma obligan a interpretar siempre los mapas dentro del contexto clínico y de la imagen basal. Este problema es menos visible en la resonancia magnética porque la secuencia de difusión tiene una base biológica más directa, pero tampoco desaparece por completo: la perfusión por resonancia también depende de algoritmos, la adquisición puede ser subóptima y la accesibilidad limita su generalización. En consecuencia, la estandarización no debe entenderse solo como un reto técnico, sino como un proceso de control de calidad institucional.^{12,13,15,16}

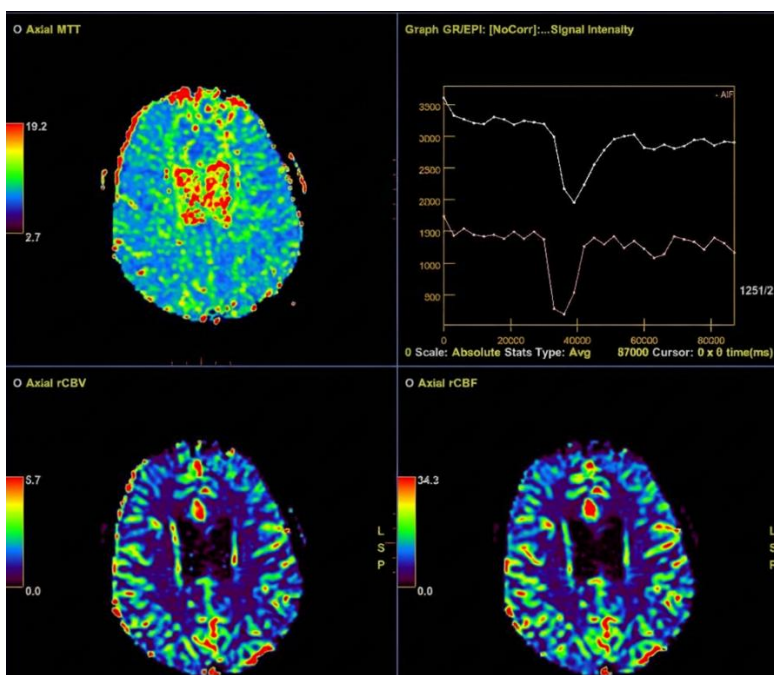
Los metaanálisis que comparan selección avanzada con estrategias más simples obligan a una lectura matizada. Es posible obtener buenos resultados con tomografía simple y angiografía cuando se seleccionan pacientes con Alberta Stroke Program Early CT Score alto, colaterales favorables y clínica concordante. No obstante, este éxito

proviene de equipos expertos y de poblaciones muy filtradas. Generalizar ese enfoque a entornos con menor experiencia puede aumentar la incertidumbre y el riesgo de omitir pacientes con tejido recuperable o de incluir casos con infarto ya extenso. En ese sentido, la imagen avanzada no debe verse como un lujo tecnológico, sino como una herramienta de reducción de incertidumbre.^{17-19,22}

En escenarios de recursos limitados, la decisión más razonable suele ser escalonada. Si el centro dispone de perfusión por tomografía computarizada, esta debería

integrarse al código ictus tardío de manera protocolizada. Si cuenta además con resonancia magnética de emergencia y personal entrenado, la resonancia puede reservarse para pacientes con alta probabilidad de beneficio y dudas diagnósticas relevantes, para ictus de inicio incierto cuando la trombólisis aún es una opción o cuando la tomografía de perfusión es equívoca. En otras palabras, la convivencia de ambas modalidades no es redundante; al contrario, permite individualizar mejor la toma de decisiones.

Figura 4: Mapas paramétricos de perfusión cerebral por resonancia magnética en cortes axiales, con codificación en color, que incluyen tiempo medio de tránsito, volumen sanguíneo cerebral relativo y flujo sanguíneo cerebral relativo, acompañados de la curva de intensidad de señal en función del tiempo. Esta técnica permite valorar la hemodinamia cerebral y estimar la irrigación tisular, por lo que resulta útil en la evaluación de isquemia, alteraciones vasculares y lesiones tumorales.



Fuente: Adquisición propia.

La expansión de indicaciones hacia núcleos más grandes agrega otra capa de complejidad. Los ensayos recientes sugieren que un volumen amplio de infarto ya no debe considerarse una contraindicación absoluta para trombectomía, sobre todo si el objetivo es reducir discapacidad grave y no solo alcanzar independencia funcional completa.²³⁻²⁵ Este desplazamiento del umbral terapéutico puede favorecer todavía más a las modalidades capaces de contextualizar mejor el patrón de perfusión y el grado de irreversibilidad. No obstante, también recuerda que ninguna cifra aislada debe sustituir el juicio clínico; la interpretación de la imagen sigue siendo inseparable de la edad biológica, el estado funcional previo, la gravedad del déficit y la posibilidad real de reperusión rápida.

Esta revisión tiene limitaciones. No se realizó metaanálisis propio, por lo que la síntesis depende de la calidad de los estudios incluidos y de la interpretación crítica de literatura heterogénea. La mayoría de los datos comparativos directos entre perfusión por tomografía computarizada y resonancia

magnética son observacionales; por ello persiste la posibilidad de sesgo de selección, ya que los centros que utilizan resonancia magnética inmediata suelen diferir en organización y recursos de aquellos que trabajan con tomografía. Además, la mayor parte de la evidencia robusta se concentra en circulación anterior, de modo que la extrapolación a territorio vertebrobasilar debe hacerse con prudencia.

A pesar de esas limitaciones, la dirección global de la evidencia es clara. Cuando el objetivo es maximizar acceso equitativo a trombectomía en la ventana tardía, la perfusión por tomografía computarizada ofrece la mejor combinación de disponibilidad y utilidad inmediata. Cuando el sistema puede sostener resonancia magnética urgente sin retrasos, la resonancia añade precisión diagnóstica y valor diferencial en casos complejos. La clave, por tanto, no es adherirse dogmáticamente a una técnica, sino construir circuitos de atención en los que la modalidad elegida reduzca la incertidumbre sin sacrificar tiempo terapéutico.



4. Conclusiones

La perfusión por tomografía computarizada y la resonancia magnética con difusión/perfusión son estrategias válidas para seleccionar pacientes con ictus isquémico agudo y oclusión de gran vaso en la ventana de 6 a 24 horas. La evidencia disponible no demuestra una superioridad clínica consistente de una modalidad sobre la otra cuando se aplican criterios robustos y el sistema logra reperusión oportuna.

La ventaja principal de la perfusión por tomografía computarizada es operativa: disponibilidad, rapidez e integración al flujo habitual del código ictus. La ventaja principal de la resonancia magnética es diagnóstica: mejor delimitación del núcleo, mejor diferenciación entre lesión aguda y crónica y mayor capacidad para excluir imitadores. En consecuencia, la elección óptima depende menos de una jerarquía rígida entre técnicas y más de la capacidad del centro para convertir información radiológica en decisiones terapéuticas rápidas y reproducibles.

En la práctica, los hospitales con resonancia magnética de emergencia y equipos consolidados pueden utilizarla sin penalización importante de tiempos en pacientes seleccionados. Sin embargo, para la mayor parte de los sistemas de atención, sobre todo en entornos con recursos limitados, la perfusión por tomografía computarizada representa la vía más realista para ampliar de manera segura y equitativa el acceso a trombectomía en ventana tardía.

La estandarización de protocolos, la validación local del posprocesamiento y la capacitación continua seguirán siendo determinantes. A futuro, la expansión del tratamiento hacia núcleos más grandes probablemente hará más relevante una interpretación integrada de la imagen, donde precisión y logística deban equilibrarse caso por caso. El mensaje final es pragmático: la mejor técnica es aquella que, en un centro concreto y para un paciente concreto, identifica tejido recuperable con la menor demora posible.

Bibliografía

1. Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, Adeoye OM, Bambakidis NC, Becker K, et al. 2018 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2018;49(3):e46-e110.
2. Turc G, Bhogal P, Fischer U, Khatri P, Lobotesis K, Mazighi M, et al. European Stroke Organisation (ESO)-European Society for Minimally Invasive Neurological Therapy (ESMINT) guidelines on mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke. *J Neurointerv Surg*. 2019;11(6):535-8.
3. Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, Bonafe A, Budzik RF, Bhuva P, et al. Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke with a Mismatch between Deficit and Infarct. *N Engl J Med*. 2018;378(1):11-21.
4. Albers GW, Marks MP, Kemp S, Christensen S, Tsai JP, Ortega-Gutierrez S, et al. Thrombectomy for Stroke at 6 to 16 Hours with Selection by Perfusion Imaging. *N Engl J Med*. 2018;378(8):708-18.
5. Thomalla G, Simonsen CZ, Boutitie F, Andersen G, Berthezene Y, Cheng B, et al. MRI-Guided Thrombolysis for Stroke with Unknown Time of Onset. *N Engl J Med*. 2018;379(7):611-22.
6. Ma H, Campbell BCV, Parsons MW, Churilov L, Levi CR, Hsu C, et al. Thrombolysis Guided by Perfusion Imaging up to 9 Hours after Onset of Stroke. *N Engl J Med*. 2019;380(19):1795-803.
7. Jovin TG, Nogueira RG, Lansberg MG, Demchuk AM, Martins SO, Mocco J, et al. Thrombectomy for anterior circulation stroke beyond 6 h from time last known well (AURORA): a systematic review and individual patient data meta-analysis. *Lancet*. 2022;399(10321):249-58.
8. Christensen S, Lansberg MG. CT perfusion in acute stroke: Practical guidance for implementation in clinical practice. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2019;39(9):1664-8.
9. Campbell BCV, Parsons MW. Imaging selection for acute stroke intervention. *Int J Stroke*. 2018;13(6):554-67.
10. Nguyen TN, Abdalkader M, Nagel S, Qureshi MM, Ribo M, Caparros F, et al. Noncontrast Computed Tomography vs Computed Tomography Perfusion or Magnetic



- Resonance Imaging Selection in Late Presentation of Stroke With Large-Vessel Occlusion. JAMA Neurol. 2022;79(1):22-31.
11. Vagal A, Wintermark M, Nael K, Bivard A, Parsons M, Grossman AW, et al. Automated CT perfusion imaging for acute ischemic stroke: Pearls and pitfalls for real-world use. Neurology. 2019;93(20):888-98.
12. Suomalainen OP, Martinez-Majander N, Sibolt G, Backlund K, Jarvelainen J, Korvenoja A, et al. Comparative analysis of core and perfusion lesion volumes between commercially available computed tomography perfusion software. Eur Stroke J. 2023;8(1):259-67.
13. Lim NE, Chia B, Bulsara MK, Parsons M, Hankey GJ, Bivard A. Automated CT Perfusion Detection of the Acute Infarct Core in Ischemic Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. Cerebrovasc Dis. 2023;52(1):97-109.
14. Bankole NDA, Mujanovic A, Dokponou YCH, Provost C, Pasi M, Redjem H, et al. MRI versus CT before endovascular thrombectomy in the early time window: A systematic review and meta-analysis. J Neuroradiol. 2025;52(6):101384.
15. Fainardi E, Busto G, Morotti A. Automated advanced imaging in acute ischemic stroke. Certainties and uncertainties. Eur J Radiol Open. 2023;11:100524.
16. Chen C, Parsons MW, Levi CR, Spratt NJ, Lin L, Kleinig T, et al. What Is the "Optimal" Target Mismatch Criteria for Acute Ischemic Stroke? Front Neurol. 2021;11:590766.
17. Kobeissi H, Ghozy S, Adusumilli G, Bilgin C, Tolba H, Amoukhteh M, et al. CT Perfusion vs Noncontrast CT for Late Window Stroke Thrombectomy: A Systematic Review and Meta-analysis. Neurology. 2023;100(22):e2304-e2311.
18. Diestro JDB, Omar AT 2nd, Zhang YQ, Kishibe T, Mastrolonardo A, Lannon MM, et al. Perfusion vs non-perfusion computed tomography imaging in the late window of emergent large vessel ischemic stroke: A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2024;19(1):e0294127.
19. Bobe RC, Coroiu RE, Cirstian AE, Cristescu CI, Pepelea DA, Manea RM. The Role of CT Perfusion in the Evaluation and Management of Acute Ischemic Stroke-A Systematic

- Review. Life (Basel). 2025;15(11):1693.
20. Thomalla G, Boutitie F, Ma H, Koga M, Ringleb P, Schwamm LH, et al. Intravenous alteplase for stroke with unknown time of onset guided by advanced imaging: systematic review and meta-analysis of individual patient data. Lancet. 2020;396(10262):1574-84.
21. Campbell BCV, Ma H, Ringleb PA, Parsons MW, Churilov L, Bendzus M, et al. Extending thrombolysis to 4.5-9 h and wake-up stroke using perfusion imaging: a systematic review and meta-analysis of individual patient data. Lancet. 2019;394(10193):139-47.
22. Mokin M, Ansari SA, McTaggart RA, Bulsara KR, Goyal M, Chen M, et al. Indications for thrombectomy in acute ischemic stroke from emergent large vessel occlusion (ELVO): report of the SNIS Standards and Guidelines Committee. J Neurointerv Surg. 2019;11(3):215-20.
23. Sarraj A, Hassan AE, Abraham MG, Ortega-Gutierrez S, Kasner SE, Hussain MS, et al. Trial of Endovascular Thrombectomy for Large Ischemic Strokes. N Engl J Med. 2023;388(14):1259-71.
24. Huo X, Ma G, Tong X, Zhang X, Pan Y, Nguyen TN, et al. Trial of Endovascular Therapy for Acute Ischemic Stroke with Large Infarct. N Engl J Med. 2023;388(14):1272-83.
25. Lin CH, Lee M, Ovbiagele B, Liebeskind DS, Sanz-Cuesta B, Saver JL. Endovascular thrombectomy in acute stroke with a large ischemic core: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. PLoS Med. 2025;22(4):e1004484.