

Tomografía computarizada por perfusión en la isquemia cerebral aguda: reporte de caso

Computed tomography perfusion in acute cerebral ischemia: case report

■ Camacho Veliz, Flavia Nicole¹; Franco Maldonado, Heydy Sailé²; Mendoza Zambrano, Marlon Daniel³; Martín Delgado, Jimmy Daniel⁴

Volumen 42 | N° 2 | Agosto 2024

Fecha de recepción: 05/05/2024

Fecha de aprobación: 23/07/2024

Fecha publicación: 06/08/2024

<https://doi.org/10.18537/RFCM.42.02.06>

-
1. Médica. Hospital Especialidades "Paulson". Guayaquil-Guayas-Ecuador.
 2. Alta Especialidad en Medicina Resonancia Magnética. Guayaquil-Guayas-Ecuador
 3. Médico Cirujano. Especialista en Imagenología. Hospital Especialidades "Paulson". Guayaquil-Guayas-Ecuador
 4. Médico. Doctor dentro del programa de doctorado en deporte y salud. Hospital Especialidades "Paulson". Guayaquil-Guayas-Ecuador

Caso clínico | Clinical case

<https://orcid.org/0009-0002-7233-6243>

Correspondencia:
fcamachoveliz@gmail.com

Dirección:
Cda. Atarazana, Av. Roberto Gilbert

Código postal:
090505

Celular:
0967783699

Guayaquil-Ecuador

Membrete bibliográfico

Camacho F, Franco H, Mendoza M, Martín J. Tomografía computarizada por perfusión en la isquemia cerebral aguda: reporte de caso. Rev. Fac. Cienc. Méd. Univ. Cuenca, 2024(42)2:53-59. doi: 10.18537/RFCM.42.02.06

Resumen

Introducción: la Enfermedad Cerebrovascular (ECV) es una de las principales causas de discapacidad adquirida, y la Tomografía Computarizada (TC) cerebral simple sigue siendo la imagen recomendada para la evaluación inicial. El uso de la perfusión por TC permite identificar tanto el núcleo del infarto como el área circundante potencialmente recuperable.

Caso clínico: paciente masculino de 63 años con diabetes *mellitus* tipo 2 no insulino dependiente, hipertensión arterial y cardiopatía isquémica crónica acudió con un cuadro clínico agudo que incluía parálisis facial izquierda y monoparesia braquial izquierda. La TC en modalidad de perfusión diagnosticó un infarto cerebral agudo. El paciente fue tratado con trombolíticos intravenosos, mostrando una mejora notable.

Conclusión: la perfusión temprana con trombolíticos, después de un diagnóstico temprano mediante imágenes como la TC, puede mejorar significativamente la condición clínica de los pacientes con ECV.

Palabras claves: trastornos cerebrovasculares; isquemia encefálica; circulación cerebrovascular; tomografía.

Abstract

Introduction: cerebrovascular disease (CVD) is one of the main causes of acquired disability; simple brain Computed Tomography (CT) continues to be the recommended image for initial evaluation. The use of CT perfusion allows establishing the core of the heart attack and the potentially salvageable surrounding area.

Case: this is a case of a 63 years old male patient with non-insulin-dependent type 2 diabetes mellitus, arterial hypertension and chronic ischemic heart disease; The patient presented acute clinical symptoms with left facial paralysis and left brachial monoparesis. Acute cerebral infarction was diagnosed by CT in the perfusion modality. The patient received intravenous thrombolytic, improving significantly.

Conclusion: early perfusion with thrombolytic after a specific diagnosis by imaging (CT), allows to significantly improve the clinical condition in patients with CVD.

Keywords: cerebrovascular disorders; brain ischemia; cerebrovascular circulation; tomography.

Introducción

El ictus isquémico es un episodio de disfunción neurológica debido a la isquemia cerebral focal, que ocurre en un territorio vascular delimitado al ocluirse la arteria que irriga dicha área¹; la generación de muerte celular por la hipoxia se denomina infarto cerebral². Es la segunda causa de morbilidad a nivel mundial, después del infarto de miocardio, y es la principal causa de discapacidad adquirida. En Ecuador, esta condición se ha convertido en la principal causa de mortalidad³.

En la evaluación del ECV, la neuroimagen desempeña un papel fundamental en la atención al paciente⁴. Su función principal es diferenciar las características del evento isquémico, establecer un diagnóstico topográfico de la lesión, evaluar el grado de daño cerebral e identificar la lesión vascular responsable.

La TC y la Resonancia Magnética (RM), incluidas las imágenes de perfusión, permiten distinguir entre un tejido cerebral con infarto irreversible y aquel potencialmente recuperable, información importante en el momento de seleccionar a los pacientes que probablemente se beneficiarán de la terapia de reperfusión; el uso de esta tecnología depende de su disponibilidad⁵.

El objetivo de este trabajo es presentar la validez del diagnóstico de infarto cerebral agudo, a través de la tomografía computarizada en la modalidad de perfusión en un paciente asistido en el Hospital "Luis Vernaza" de la ciudad de Guayaquil, de manera temprana para decidir la mejor terapia disponible.

Presentación del caso

Paciente masculino de 63 años, residente en Guayaquil, jubilado, con antecedentes de diabetes mellitus tipo 2 no insulino dependiente (15 años), hipertensión arterial (10 años) y cardiopatía isquémica coronaria (1 año). Se presenta en la sala de emergencias con un cuadro clínico de inicio reciente (2 horas) caracterizado por disartria, parálisis facial izquierda de tipo central y paresia del brazo izquierdo. Los signos vitales son: presión arterial de 126/60 mmHg, frecuencia cardíaca de 85 latidos por minuto, frecuencia respiratoria de 18 respiraciones por minuto, saturación de oxígeno del 96 % y temperatura axilar de 36,3°C. Al examen físico,

el paciente está despierto, orientado en tiempo, espacio y persona, y coopera con el interrogatorio. La puntuación en la escala de Accidentes Cerebrovasculares de los Institutos Nacionales de la Salud (NIHSS) es de 8, lo que indica un déficit moderado.

Se realizan exámenes en sangre: biometría hemática que destaca leucocitos $6,49 \times 10^3/\mu\text{l}$ y hemoglobina 15 g/dl; colesterol 133 mg/dl, HDL 52 mg/dl, LDL 54 mg/dl, electrolitos (sodio 137 mEq/L, potasio 4 mEq/L y cloro 102 mEq/L), glucosa 98 mg/dl; parámetros de función renal: urea 29 mg/dl y creatinina 0.99 mg/dl; tiempo de protrombina 11 segundos, INR 0,91 y tiempo parcial de tromboplastina 25 segundos.

Inicialmente la tomografía cerebral simple evidenció área hipodensa con pérdida de la interfase sustancia gris y blanca en el corte supraganglionar involucrando el territorio de la arteria cerebral media (M5) y en el corte ganglionar afecta la corteza lateral adyacente al ribete insular (M2) y corteza insular (Figura 1).

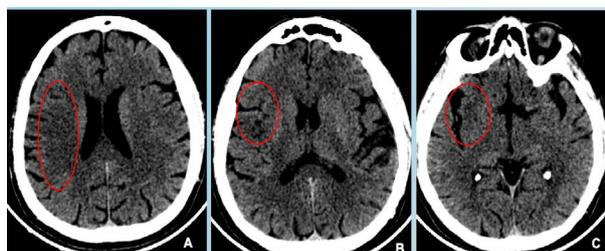


Figura 1. Tomografía de cráneo simple. Se muestra ventana de parénquima cerebral, corte axial muestra hipodensidad con pérdida de la interfase sustancia gris y blanca territorio de ACM, segmento (a) M5, (b) M2 y (c) corteza insular; para un ASPECT de 7.

El estudio urgente de perfusión por tomografía computarizada cerebral, que utiliza un procesamiento rápido de perfusión (Figura 2), reveló que el tiempo de tránsito medio y el tiempo de pico máximo aumentado 19,03 y 20,46, respectivamente, junto con una reducción del flujo sanguíneo cerebral y volumen sanguíneo cerebral: 4,04 y 0,51 de forma respectiva. Los resultados mostraron un mismatch con un área de penumbra isquémica del 75 % y un núcleo del infarto (core) del 25 %.

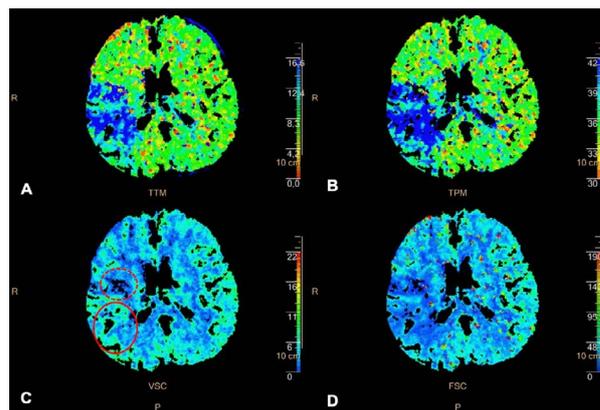
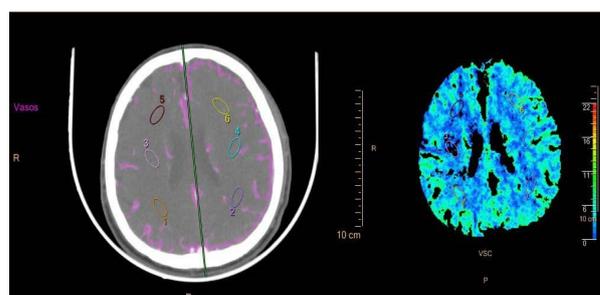


Figura 2. Tomografía de cerebro con técnica de perfusión: A) Tiempo de Tránsito Medio (TTM); B) Tiempo de Pico Máximo (TPM) aumentado (área de penumbra y core); C) reducción del Volumen Sanguíneo Cerebral (VSC); y D) del Flujo Sanguíneo Cerebral (FSC) en el área de core (rojo línea discontinua); FSC disminuido y VSC normal en el área de penumbra (rojo línea continua), como resultado 75 % penumbra y 25 % core en territorio de ACM derecha.

Los valores obtenidos de los distintos parámetros de la modalidad de perfusión se realizaron con el uso del ROI (región de interés) en el área afecta (Figura 3). En la angiotomografía no hay defecto de llenado de los troncos principales (Figura 4).



Estadísticas de ROI para corte 11				
Nº de ROI	VSC	FSC	TTM	TPM
1	3,58	16,52	13,69	39,08
2	2,28	40,84	8,75	34,77
3	0,53	2,66	21,64	15,31
4	3,46	33,69	7,97	35,64

Figura 3. Tomografía cerebral, valores del ROI.

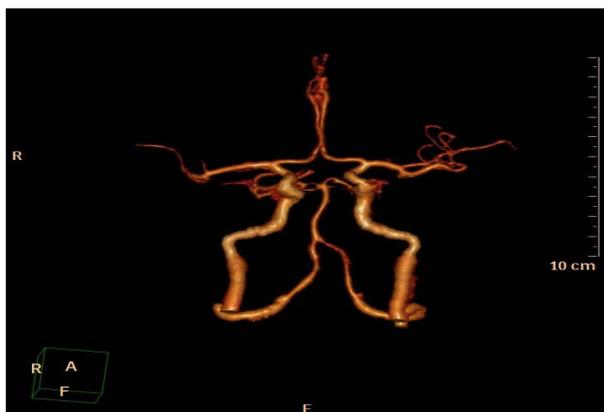


Figura 4. Angiotomografía, no se visualiza defecto de llenado de los troncos arteriales principales.

Basándose en la presentación clínica, antecedentes patológicos y los hallazgos encontrados en las modalidades de imágenes, no se identificaron contraindicaciones absolutas ni relativas para la trombolisis intravenosa. Por lo tanto, se consideró indicada. El paciente fue dado de alta 14 días después de su admisión con una puntuación de 5 en la escala de NIHSS, lo que representó una mejora de 3 puntos respecto al ingreso.

Discusión

La TC es la modalidad de imagen de primera línea utilizada en emergencias neurológicas debido a su gran velocidad, representación precisa de la lesión intracraneal aguda. Sin embargo, la sensibilidad y especificidad del infarto agudo en la tomografía computarizada sin contraste probablemente dependen de la duración, el tamaño del infarto y el grado de isquemia. La sensibilidad y especificidad para la representación del cambio isquémico temprano también son probablemente mejores para la circulación anterior que para la circulación posterior, y esto debido al artefacto en la base del cráneo, aunque no se lo ha demostrado definitivamente⁸.

Los hallazgos tomográficos sin contraste pueden ser sutiles, los cuales incluyen:

- Pérdida de la diferenciación sustancia gris-blanca, aunque tiene baja sensibilidad para los estadios hiperagudos y agudos tempranos; inclusive es posible que no se observen grandes infartos territoriales hasta la fase subaguda⁹, lo cual se demuestra en

el presente caso clínico, evidenciando una tenue hipodensidad en los territorios de M2, M5 y corteza insular.

- El borramiento focal del surco es un signo secundario importante de isquemia aguda.
- El signo del vaso hiperatenuado puede ser visto en los segmentos de la arteria carótida interna intracraneal, M1 y M2 de la arteria cerebral media, A1 y A2 de la arteria cerebral anterior; así como la arteria basilar y arterias vertebrales¹⁰. Dicho hallazgo tiene una incidencia de un 30 a 40 %, por lo cual no fue visualizado en este reporte de caso.

Las imágenes de perfusión son adquisiciones dinámicas de aproximadamente 1 minuto de un bolo de contraste que pasa a través del cerebro¹¹, identificando la hipoperfusión de las áreas del cerebro fusionada, cuyo objetivo es distinguir la zona de penumbra – reversible (flujo sanguíneo <40 ml/100 g por minuto) y zona de infarto – núcleo irreversible (flujo sanguíneo cerebral <20 ml/100 g por minuto). Los parámetros hemodinámicos incluyeron: Tiempo de Tránsito Medio o TTM (el tiempo de tránsito promedio para que una partícula trazadora atravesase el lecho capilar)¹², Tiempo de Pico Máximo o TPM (el retraso del bolo desde la vasculatura proximal hasta el tejido)¹³, Volumen Sanguíneo Cerebral o VSC (fracción de volumen de tejido vascularizado típicamente del 2% al 5%) y flujo sanguíneo cerebral o FSC (el volumen de flujo sanguíneo por minuto por 100ml de tejido)^{8,14}.

Durante el postprocesado, el agente de contraste pasa a través del tejido cerebral, provocando una hiperatenuación transitoria que es directamente proporcional a la cantidad de contraste en los vasos sanguíneos. Este principio se utiliza para generar curvas de atenuación de tiempo para el ROI arterial y venoso, los cuales serán elegidos de los vasos no afectados^{12,15-16}.

La perfusión tomográfica evalúa el ictus agudo, ayuda a seleccionar pacientes para terapia trombolítica posterior al *stroke* identificando el infarto y penumbra¹⁷, identificar la hemorragia subaracnoidea reflejo del vasoespasma¹⁸. En el caso presentado, a través de esta modalidad se identificó cualitativamente el área afecta, separando la penumbra y el infarto.

En el contexto del accidente cerebrovascular, la Presión de Perfusión Cerebral (PPC) cae más allá del umbral de autorregulación cerebral, la vasodilatación cerebral compensatoria (cuyo objetivo es mantener esta presión) se ve abrumada; y luego el FSC comienza a disminuir en correlación con la reducción del PPC, resultando en la prolongación del TTM y TPM. Paralelamente en el tejido isquémico (penumbra) disminución del FSC y el VSC normal o ligeramente aumentado, mientras que en el tejido infartado muestra una marcada disminución del FSC y el VSC^{15,19}.

El presente caso presentó similar comportamiento hemodinámico de las variables en la perfusión, incluyendo el aumento del tiempo tránsito medio y tiempo de pico máximo²⁰, así como también en el volumen sanguíneo cerebral (siendo más evidente con el *core*) y flujo sanguíneo cerebral; obteniendo el mismatch cualitativo: área de penumbra isquémica del 75% y el núcleo del infarto – *core* del 25 %.

A pesar de las bondades de la tomografía por perfusión, existen artificios en la imagen y la imprecisión de las estimaciones de las lesiones incluyen el movimiento de la cabeza, inyección del bolo de contraste fallido, mala sincronización del escaneo y baja relación señal/ruido¹⁴. Es posible que focos isquémicos pequeños, pero clínicamente significativos estén por debajo de la resolución espacial o de contraste en una tomografía computarizada de perfusión “normal”.

Conclusión

El paciente es recibido con comorbilidades y clínica neurológica aguda; se activó el protocolo “código *ictus*”, solicitando en primera instancia la tomografía por perfusión.

Esta modalidad de imagen permitió delinear el tejido cerebral recuperable con un 75 % del área de penumbra.

El diagnóstico temprano permitió aplicar terapia con trombolisis endovenosa con posterior recuperación de la funcionalidad neurológica.

Se resalta la importancia del uso temprano de la tomografía por perfusión que permitió la orientación a un diagnóstico rápido y preciso.

Aspectos bioéticos

El presente trabajo respetó las consideraciones bioéticas en cuanto a la obtención y manejo de la información; y se cuenta con el consentimiento informado del paciente.

Información de autores

Camacho Veliz, Flavia Nicole. Médica. Hospital Especialidades “Paulson”. Guayaquil-Guayas-Ecuador. **e-mail:** fcamachoveliz@gmail.com **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0002-7233-6243>

Franco Maldonado, Heydy Sailé. Médica. Alta Especialidad en Medicina Resonancia Magnética. Guayaquil – Guayas – Ecuador **e-mail:** heydysf_26@hotmail.com **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0178-8157>

Mendoza Zambrano, Marlon Daniel. Médico Cirujano. Especialista en Imagenología. Hospital Especialidades “Paulson”. Guayaquil-Guayas –Ecuador **e-mail:** md.mendoza131@gmail.com **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0009-9657-6138>.

Martin Delgado, Jimmy Daniel. Médico. Doctor dentro del programa de doctorado en deporte y salud. Hospital Especialidades “Paulson”. Guayaquil-Guayas-Ecuador. **e-mail:** jmartin@jbggye.org.ec **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4384-9197>.

Contribución de los autores

FC, HF, MM y JM participaron en la concepción y diseño del reporte de caso clínico; incluyendo el análisis de los hallazgos imagenológicos, redacción del manuscrito, revisión crítica, hasta la aprobación final.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Fuentes de financiamiento

La investigación fue autofinanciada por la institución.

Referencias bibliográficas

1. Al Hilli S, Mathew V, Jaleel Z. Unusual CT perfusion imaging pattern with normal CT angiography due to unintended intra-arterial contrast injection; report of 2 cases. *Radiol Case Rep.* 2021;16(7):1794–7. doi: 10.1016/j.radcr.2021.04.002.
2. Gutiérrez-Zúñiga R, Fuentes B, Díez-Tejedor E. Ictus isquémico. Infarto cerebral y ataque isquémico transitorio. *Medicine (en español).* 2019;12(70):4085-4096. doi: 10.1016/j.med.2019.01.002
3. Moreno-Zambrano D, Santamaría D, Ludeña C, Barco A, Vásquez D, Santibáñez-Vásquez R. Enfermedad Cerebrovascular en el Ecuador: Análisis de los Últimos 25 Años de Mortalidad, Realidad Actual y Recomendaciones. *Rev. Ecuat. Neuro.* 2016;25(1-3):17-20. Disponible en: https://revecuatneurolog.com/magazine_issue_article/enfermedad-cerebrovascular-ecuador-analisis-mortalidad-realidad-actual-recomendaciones/
4. Lui Y, Tang E, Allmendinger A, Spektor V. Evaluation of CT perfusion in the setting of cerebral ischemia: patterns and pitfalls. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2010;9(9):1552-63. doi: 10.3174/ajnr.A2026
5. Ospel J, Menon B, Qiu W, Kashani N, Mayank A, Singh N, et al. A Detailed Analysis of Infarct Patterns and Volumes at 24-hour Noncontrast CT and Diffusion-weighted MRI in Acute Ischemic Stroke Due to Large Vessel Occlusion: Results from the ESCAPE-NA1 Trial. *Radiology.* 2021;300(1):152-159. doi: 10.1148/radiol.2021203964
6. Oliveira-Filho J, Mullen M. Neuroimaging of acute stroke en UpToDate. 2024. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/initial-assessment-and-management-of-acute-stroke>
7. González R. Imaging-Guided Acute Ischemic Stroke Therapy: From “Time Is Brain” to “Physiology Is Brain”. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2006;27(4):728–735. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8133997/pdf/0106.pdf>
8. Potter C, Vagal A, Goyal M, Nunez D, Leslie-Mazwi T, Lev M. CT for treatment selection in acute ischemic stroke: A code stroke primer. *Radiographics.* 2019;39(6):1717-1738. doi: 10.1148/rg.2019190142
9. McDonough R, Ospel J, Goyal M. State of the Art Stroke Imaging: A Current Perspective. *Can Assoc Radiol J.* 2022;73(2):371-383. doi: 10.1177/08465371211028823
10. Sosa R, Remón C, Jerez Á. Hyperdense middle cerebral artery sign and ischemic stroke with hemorrhagic transformation. *Finlay.* 2020;10(4):440-444. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/finlay/finlay2020/fi204m.pdf>
11. Hoeffner E, Case I, Jain R, Sachin K, Shah G, Deveikis J, et al. Cerebral perfusion CT: Technique and clinical applications. *Radiology.* 2004;231(3):632–44. doi: 10.1148/radiol.2313021488
12. Tomandl B, Klotz E, Handschu R, Stemper B, Reinhardt F, Huk W, et al. Comprehensive imaging of ischemic stroke with multisection CT. *Radiographics.* 2003;23(3):565-92. doi: 10.1148/rg.233025036
13. Konstas A, Lev M. CT perfusion imaging of acute stroke: the need for arrival time, delay insensitive, and standardized postprocessing algorithms? *Radiology.* 2010;254(1):22-5. doi: 10.1148/radiol.09091610
14. Christensen S, Lansberg M. CT perfusion in acute stroke: Practical guidance for implementation in clinical practice. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2019;39(9):1664–1668. doi: 10.1177/0271678X18805590
15. de Lucas E, Sánchez E, Gutiérrez A, González A, Ruiz E, Fernández A, et al. CT protocol for acute stroke: tips and tricks for general radiologists. *Radiographics.* 2008;28(6):1673-87. doi: 10.1148/rg.286085502
16. Best A, Acosta N, Fraser J, Borges M, Brega K, Anderson T, et al. Recognizing false ischemic penumbras in CT brain perfusion studies. *Radiographics.* 2012;32(4):1179-96. doi: 10.1148/rg.324105742
17. Bivard A, Levi C, Spratt N, Parsons M. Perfusion CT in acute stroke: a comprehensive

analysis of infarct and penumbra. *Radiology*. 2013;267(2):543-50. doi: 10.1148/radiol.12120971

18. García C, Martínez A, García V, Ricaurte-Fajardo A, Torres I, Coral J. Actualización en diagnóstico y tratamiento del ataque cerebrovascular isquémico agudo. *Universitas Médica*. 2019;60(3):41-57. doi: 10.11144/Javeriana.umed60-3.actu
19. Srinivasan A, Goyal M, Al Azri F, Lum C. State-of-the-art imaging of acute stroke. *Radiographics*. 2006;26(Suppl 1):S75-95. doi: 10.1148/rg.26si065501.
20. Davies E, Elnagi F, Smith T. CT perfusion: stroke, seizure or both? *BMJ Case Rep*. 2021;14(12):e245723. doi: 10.1136/bcr-2021-245723