

Cuantificación del signo de la arteria cerebral media hiperdensa con TCMD

Francisco Meli, Javier Vallejos, Claudia Álvarez, Carlos Capuñay, Patricia Carrascosa

Resumen

Objetivos. Obtener una cuantificación absoluta y relativa de la densidad en el signo de la arteria cerebral media (ACM) con el fin de lograr un valor objetivo para el diagnóstico temprano de isquemia cerebral aguda con TCMD.

Materiales y Métodos. Se incluyeron 40 pacientes, 20 con sospecha de isquemia cerebral aguda (edad media 73,4 años) y 20 pacientes controles (edad media 71,2 años, $p=0,63$), que se realizaron TC cerebral con un equipo de 64 filas de detectores. La cuantificación absoluta se realizó midiendo la densidad en UH en el segmento de la ACM visualmente de mayor densidad. También se midió la densidad en el mismo segmento de la ACM contralateral para calcular la diferencia entre ambas arterias (cuantificación relativa).

Resultados. En pacientes casos, la densidad media de la ACM afectada (62,5 UH, IC 99%: 46,2-78,7) fue mayor que la de la ACM contralateral (39,3 UH, IC 99%: 33,3-45,3) ($p=0,0004$) y también fue mayor en comparación con la ACM en pacientes controles (44,7 UH, IC 99%: 37,4-52) ($p=0,0045$).

En la cuantificación relativa, la diferencia media entre la densidad de la ACM afectada y la de ACM contralateral en los pacientes casos fue de 23,2 UH (IC 95%: 11,7-34,7), mientras que, en pacientes controles, la diferencia media entre la densidad de la ACM derecha y la ACM izquierda fue 5,2 UH (IC 95%: 2,4-8,4) (diferencia: 17,8 UH, $p=0,0032$, IC 95%: 6,8-28,8).

Conclusión. Mostramos diferencias significativas (absolutas y relativas) en la densidad de la ACM en pacientes con sospecha de isquemia cerebral aguda en comparación con sujetos normales.

Palabras clave. Accidente cerebro vascular. Arteria cerebral media. Tomografía computada multidetector.

Abstract

Quantification of hyperdense middle cerebral artery sign by multidetector computed tomography (MDCT).

Purposes. To obtain absolute and relative quantification values of density in the middle cerebral artery (MCA) sign, in order to obtain an objective value for an early diagnosis of acute ischemic stroke using MDCT.

Material and Methods. Forty adult patients, 20 with suspected diagnosis of acute ischemic stroke (mean age: 73.4 years) and 20 controls (mean age: 71.2 years, $p=0.63$), underwent brain CT scans with a 64-row multi-detector scanner (Brilliance 64; Philips Medical Systems). Absolute quantitative analysis was assessed by tracking tissue density of the MCA segment using region of interests. For relative quantification, density in the same segment of the contra-lateral MCA was measured to calculate the difference between both arteries.

Results. In cases, mean density of affected MCA (62.5 HU, 99% CI: 46.2 – 78.7) was greater than that of the contra-lateral MCA segments (39.3 HU, 99% CI: 33.3-45.3) ($p<0.0004$) and also greater than that of controls (44.7 HU, 99% CI: 37.4-52) ($p=0.0045$).

In relative quantification, the mean difference between density of the affected MCA and that of contra-lateral MCA in cases was 23.2 HU (95% CI: 11.7-34.7), while in controls the mean difference between the right MCA density and the left MCA density was 5.2 HU (95% CI: 2.4-8.4) (difference: 17.8 HU, $p = 0.0062$, 95% CI: 6.8-28.8).

Conclusion. We showed significant (relative and absolute) differences in MCA density in patients with suspected acute ischemic stroke as compared to normal subjects.

Keywords. Middle cerebral artery. Multidetector computed tomography. Stroke.

INTRODUCCIÓN

La tomografía computada (TC) y la resonancia magnética (RM) juegan un papel central en el manejo del ictus agudo. La perfusión con TC, la imagen ponderada en difusión y la perfusión con RM pueden mejorar la identificación de pacientes candidatos a tratamiento trombolítico^(1,2). Sin embargo, debido a una mejor disponibilidad, facilidad de uso y a un menor

tiempo de examen, la TC es -y probablemente seguirá siendo- el método de elección en el diagnóstico diferencial inicial del accidente cerebrovascular (ACV).

Durante las primeras horas de un ACV agudo, los hallazgos por TC pueden ser sutiles o incluso indetectables aún cuando exista compromiso de un territorio vascular extenso. No obstante, varios signos han sido descritos en la TC como marcadores de ACV agudo precoz: 1) la hipodensidad de los ganglios de la base, 2)

Departamento de Tomografía Computada y Resonancia Magnética de Diagnóstico Maipú. Av. Maipú 1668. CP B1602ABQ. Vicente López, Buenos Aires - Argentina.

Correspondencia: Dr. Javier Vallejos - javiervallejos@diagnosticomaipu.com.ar

Recibido: febrero 2011; aceptado: octubre 2011

Received: febrero 2011; accepted: october 2011
©SAR-FAARDIT

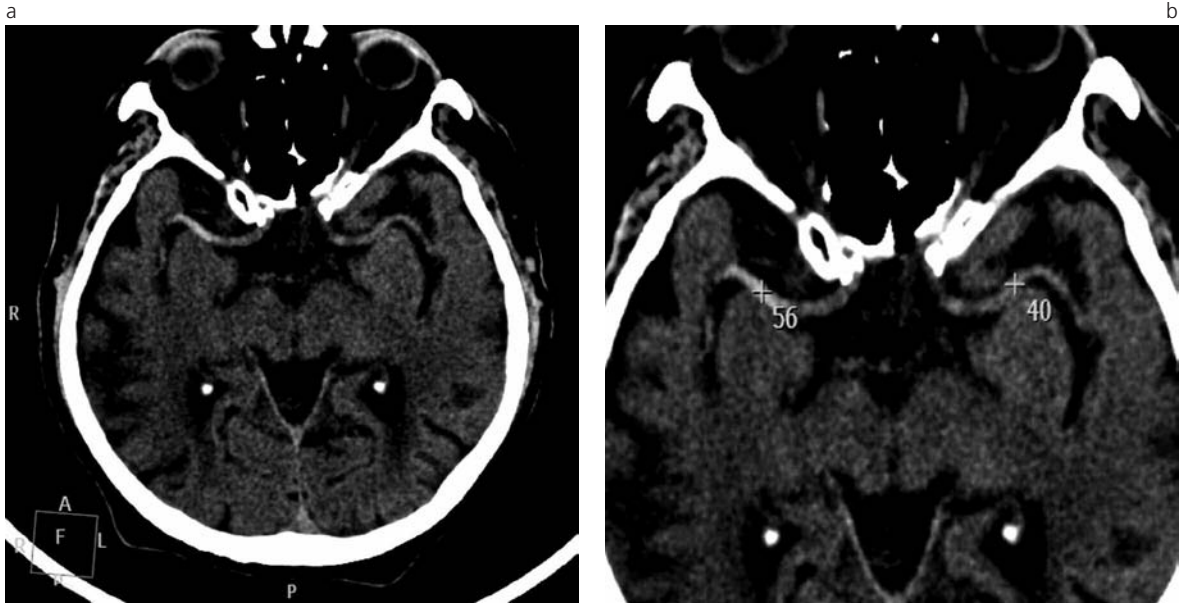


Fig. 1: (a) Imagen axial de TCMD de cerebro de un paciente masculino de 68 años de edad en la que se visualiza hiperdensidad de la ACM derecha. (b) Imagen ampliada que muestra la cuantificación absoluta de la densidad de ambas ACMs mediante un ROI de pixel único. La diferencia entre la ACM afectada y su homóloga contralateral es de 16 UH.

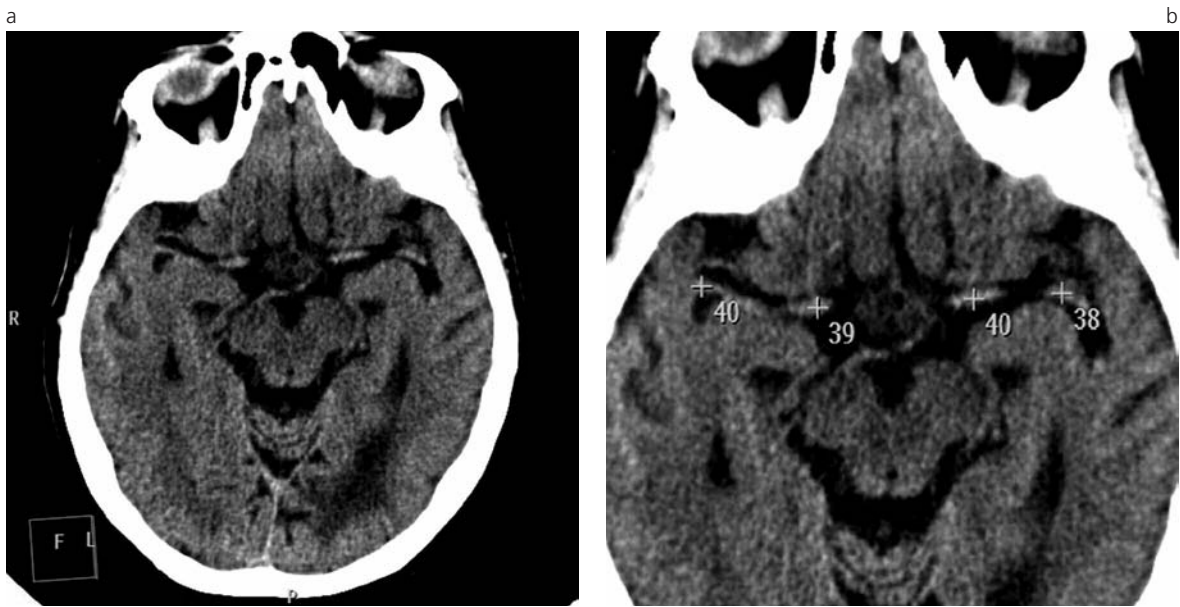


Fig. 2: (a) Imagen axial de TCMD de cerebro de una paciente femenina de 69 años de edad en la que se visualizan ambas ACMs con densidad normal. (b) Imagen ampliada donde se aprecian valores de atenuación similares en ambas ACMs.

la hipoatenuación del ribete insular, 3) el borramiento de los surcos de la convexidad, y 4) el signo de la arteria cerebral media hiperdensa (SACMH)⁽³⁻⁵⁾. En los últimos años, el reconocimiento de los signos tempranos del stroke ha cobrado mayor importancia con el advenimiento de la terapia trombolítica sistémica⁽⁶⁾.

El aumento de la atenuación de la arteria cerebral media (ACM) fue descrito por primera vez a principios de 1980, correspondiendo a la presencia de un trombo oclusivo en el interior del vaso afectado⁽⁷⁾.

Este hallazgo ha sido observado dentro de los 90 minutos luego del comienzo de los síntomas del evento⁽⁸⁾. Además, algunos autores han reportado que la presencia de este signo tiene un valor pronóstico independiente de morbilidad y mortalidad^(4,5). En algunas publicaciones se ha descrito que la especificidad del SACMH, en casos de oclusión de la misma, se acerca al 100%, aunque su sensibilidad es menor^(4,5).

Sin embargo, falsos positivos pueden observarse en pacientes con hematocrito elevado o ante la presen-

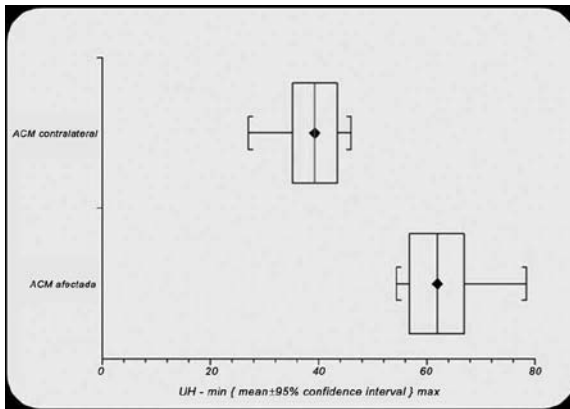


Fig. 3: Gráfico de cajas que muestra la relación de la cuantificación del signo de la arteria cerebral media en el lado afectado en comparación con su homólogo contralateral.

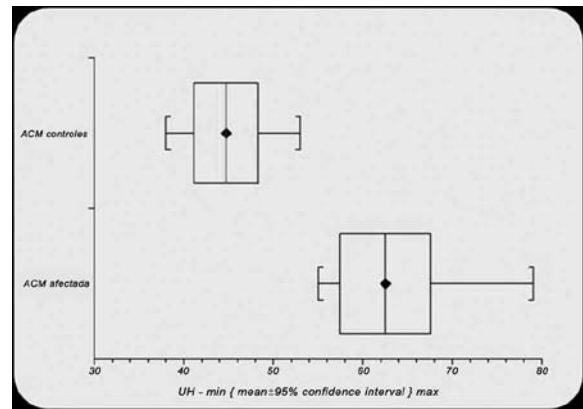


Fig. 4: Gráfico de cajas que muestra la relación de la cuantificación del signo de la arteria cerebral media en el lado afectado de los pacientes en comparación con los pacientes controles.



Fig. 5: Imagen axial de TCMD de cerebro de una paciente de 72 años de edad con foco motor fascio-braquio-crural izquierdo. Se realiza la medición densitométrica en las ACMs, observando una diferencia significativa.



Fig. 6: Paciente femenina de 62 años con sintomatología clínica sugestiva de ACV se realiza TCMD cerebral. Imagen axial muestra hiperdensidad de la ACM izquierda (flecha).

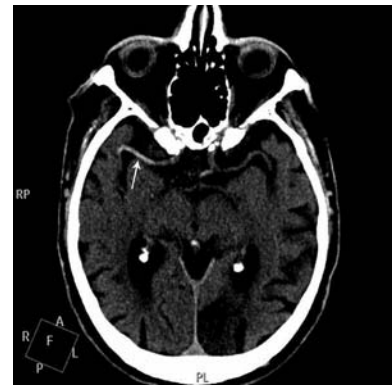


Fig. 7: Paciente masculino de 67 años de edad con foco motor en hemisferio izquierdo se realiza TCMD de cerebro luego de 3 horas del comienzo de los síntomas. Imagen axial muestra hiperdensidad de la ACM derecha (flecha) como único signo sugestivo de ACV isquémico.

cia de calcificaciones ateromatosas. Asimismo, con los nuevos equipos de TC multidetector se ha logrado una disminución del efecto de volumen parcial debido al menor espesor de los cortes. Esto determina una aparente hiperdensidad vascular relativa.

El objetivo de este trabajo es obtener una cuantificación absoluta y relativa de la densidad de la ACM con el fin de lograr un valor objetivo para el diagnóstico temprano de isquemia cerebral aguda con TC multidetector.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética Institucional. Se realizó un estudio prospectivo, en el período comprendido entre noviembre de 2007 y marzo de 2010, que incluyó a 32 pacientes que se realizaron TC cerebral en el mismo día que habían presentado sospecha clínica de ACV. Se excluyeron a 12 pacientes que presentaron evidencia de hematoma

intraparenquimatoso en la TC. De los 20 pacientes resultantes, 16 (80%) eran varones y 4 (20%) mujeres. La edad media en este grupo fue de 73,4 años (rango 60-82). También se revisaron los estudios seleccionados de 20 pacientes con edades comprendidas entre los 60 y 80 años que acudieron a nuestro centro para la realización de TC cerebral por otros motivos en el mismo período. En este grupo control, 12 (60%) pacientes eran varones y 8 (40%) mujeres, y la edad media fue de 71,2 años (rango 62-79). Todos los pacientes se realizaron TC cerebral sin administración de contraste endovenoso mediante un equipo multidetector de 64 filas (Brilliance 64; Philips Medical Systems, Cleveland, OH). Para la adquisición de los datos se utilizaron los siguientes parámetros técnicos: 64 x 0,625 mm de colimación; reconstrucción de 2 mm de espesor de corte; 1 mm corrida de mesa; matriz de 512 x 512; pitch 0,45; 140 kV; 300 mA; rotación de gantry de 0,75 seg.

El lado afectado fue aquel donde, subjetivamente, se observó como positivo el SACMH. La cuantificación absoluta se realizó midiendo la atenuación vascular en

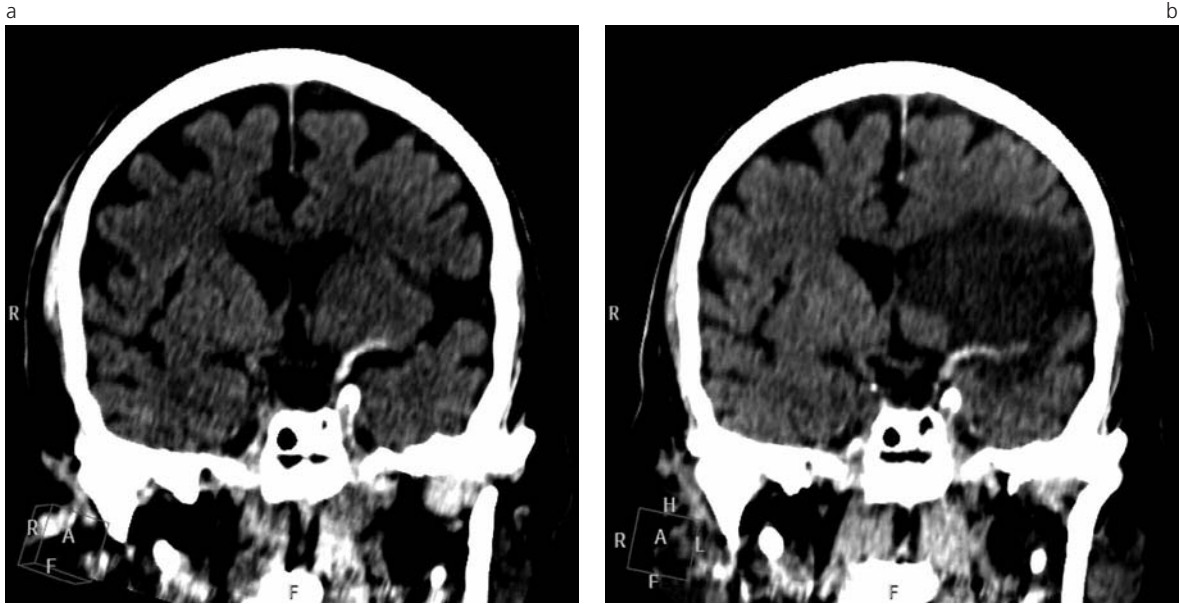


Fig. 8: Evolución del cuadro de ACV isquémico en una paciente de 71 años. (a) TCMD cerebral realizada 6 horas después del comienzo de los síntomas. En la reconstrucción coronal se visualiza hiperdensidad de la ACM izquierda y sutil hipodensidad de los núcleos de la base ipsilaterales. (b) TCMD de control a las 24 h del comienzo de los síntomas, en la que se observa persistencia del signo de la ACM izquierda y extensa área de infarto en su territorio.

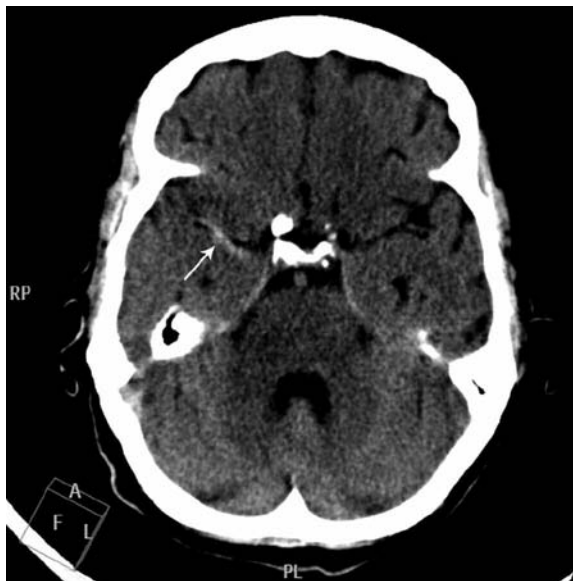


Fig. 9: TCMD cerebral, corte axial en una paciente de 64 años de edad en la que las cisternas silvianas son estrechas e impiden una adecuada identificación de la ACM. En estos casos el aumento del grosor de corte en las reconstrucciones facilita la visualización del signo de la ACM hiperdensa del lado derecho (flecha).



Fig. 10: Otro caso de un paciente de 70 años de edad con foco motor derecho y signo de la ACM izquierda hiperdensa en la TCMD cerebral. Cuando el trayecto vascular es tortuoso, la utilización de reconstrucciones con proyección de máxima intensidad (MIP) permite que el signo sea más evidente.

UH en los cortes axiales de la TC mediante la utilización de un ROI de pixel único en el sector de la ACM visualmente de mayor densidad. Utilizando la misma metodología, también se midió la densidad en el mismo segmento de la ACM contralateral (no afectada). Para establecer una cuantificación relativa, se calculó la diferencia entre la densitometría del vaso afectado con respecto a su homólogo contralateral (Fig. 1).

En los pacientes controles, se realizó la medición de la densidad en un sector arbitrario del segmento M1 de la ACM en ambos lados, con el fin de obtener también una cuantificación absoluta y relativa de la atenuación vascular (Fig. 2). Todas las mediciones fueron realizadas por dos observadores con diferentes niveles de experiencia, un neurorradiólogo (F.M.) y un residente de Diagnóstico por Imágenes de 3^{er} año (C.A.).

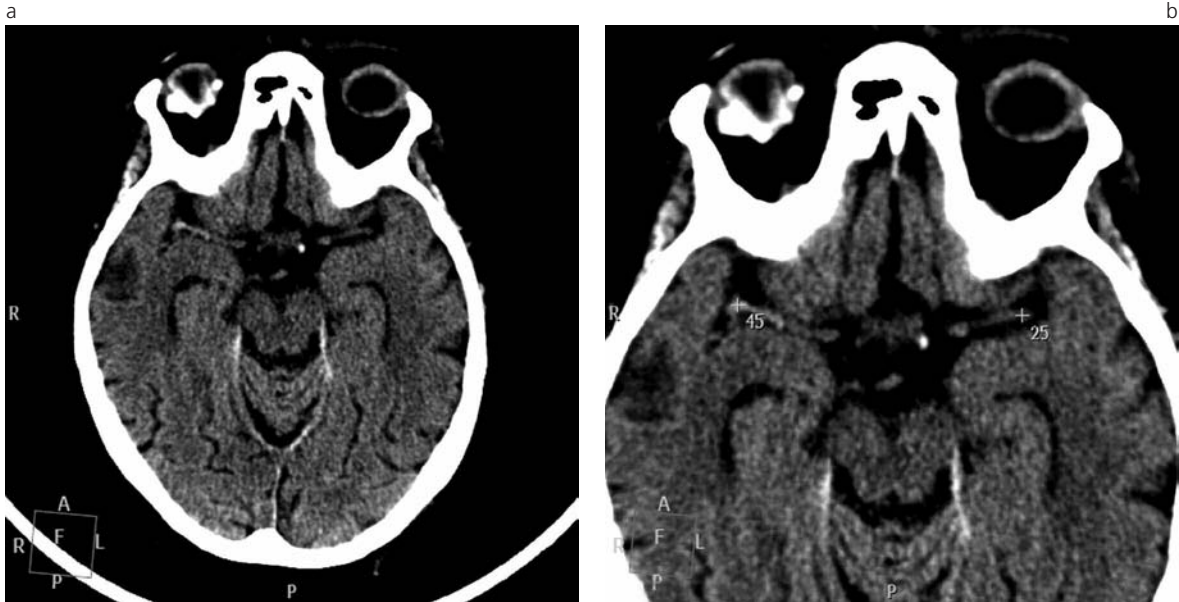


Fig. 11: Paciente femenina de 74 años de edad con disartria de 6 horas de evolución. (a) Se realiza TCMD cerebral en la que la densidad de las ACMs no impresiona visualmente elevada. (b) Cuando se realiza la cuantificación absoluta de la ACM derecha, la densidad efectivamente es de 45 UH, lo cual puede ser observado en pacientes normales. Sin embargo, al realizar la comparación con la densidad de la ACM izquierda, la diferencia es de 20 UH. Esto sugiere que el signo es positivo del lado derecho. La paciente evolucionó con un infarto en el territorio de la ACM derecha.

En el análisis estadístico se utilizó la prueba paramétrica "t de Student" para calcular las diferencias entre los grupos, cuando la variable en el estudio presentó una distribución normal. Las diferencias halladas con un valor de $p < 0,05$ fueron consideradas estadísticamente significativas. Para evaluar la variabilidad inter-observador de las mediciones de la atenuación de la ACM se calculó el coeficiente de correlación de Spearman y el intervalo de concordancia mediante el método de Bland y Altman.

RESULTADOS

No hubo diferencias significativas ($p=0,63$) en la edad entre el grupo de los casos con sospecha de ACV (media 73,4 años; rango 60-82) y los pacientes controles (media 71,2 años; rango 62-79).

Cuando se realizó la cuantificación absoluta, en pacientes casos la densidad promedio de la ACM afectada fue de 62,5 UH (IC 99%: 46,2 a 78,7), mientras que en la ACM contralateral sana fue de 39,3 UH (IC 99%: 33,3 a 45,3), con una diferencia significativa de 23,2 UH ($p=0,0004$) (Fig. 3). La densidad promedio de las ACMs en pacientes controles fue de 44,7 UH (IC 99%: 37,4 a 52), siendo también significativamente menor en comparación con la densidad de la ACM afectada en los casos, con una diferencia de 17,8 UH ($p=0,0045$) (Fig. 4).

En la cuantificación relativa, se calculó la diferencia media entre la densidad de la ACM afectada y la ACM contralateral en los pacientes casos (Fig. 5). Esta fue de 23,2 UH (IC 95%: 11,7 a 34,7), mientras que en pacientes controles la diferencia media calculada entre la densidad de la ACM derecha y la ACM izquierda

fue de 5,2 UH (IC 95%: 2,4 a 8,4). La diferencia entre los casos y controles fue significativa con una $p=0,0032$ (IC 95%: 6,8 a 28,8).

En el análisis de la variabilidad inter-observador, el coeficiente de correlación fue de $r=0,87$, con límites de concordancia del 95% entre -8,4 a 6,3 UH.

DISCUSIÓN

En los pacientes que sufren un evento vascular en el territorio de la ACM, la literatura menciona que el SACMH se observa en el 30% de los casos^(9,10). La mayor parte de los trabajos reportan el signo en forma cualitativa, sin hacer mención a valores de UH. Sin embargo, Koo y cols.⁽⁶⁾ encontraron como hallazgo positivo un valor superior a 43 UH en la atenuación de la ACM afectada. Posteriormente, Schuknecht y cols.⁽¹¹⁾ trabajaron en el mismo tema, pero no reportaron valores comparativos entre ambas ACMs. Recientemente Abul-Kasim y cols.⁽²⁾ mencionan que valores mayores a 50 UH y un índice ACM afectada/ACM sana superior a 1,4 constituyen puntos de corte entre la presencia o no del SACMH.

Tras la realización de las mediciones densitométricas, obtuvimos una diferencia significativa entre los valores de UH sobre la ACM afectada en aquellos pacientes con ictus agudo, en relación a su homóloga contralateral y a pacientes controles (Figs. 6 y 7). Abul-Kasim y cols.⁽²⁾ reportaron hallazgos objetivos y subjetivos en casos de stroke agudo que presentaban el SACMH. Los valores que encontraron en 39 pacientes fueron levemente inferiores en el lado afectado (60,5 UH) en comparación con los nuestros (62,5 UH). Al uti-



Fig. 12: Diagnóstico diferencial: paciente de 52 años con hematocrito elevado. (a) En la TC impresiona hiperdensidad en ambas ACMs. (b) La cuantificación revela similar densidad en ambos lados, sin evidencia de una diferencia significativa.

lizar la razón de densidad entre arteria afectada/arteria sana, el índice promedio fue de 1,5. En nuestra casuística observamos que la diferencia media entre la densidad de la arteria afectada y la sana fue de 23,2 UH, mientras que en los pacientes controles normales la diferencia fue sólo de 5,2 UH. Hasta nuestro conocimiento éste es el primer reporte que valora cuantitativamente el SACMH en una serie prospectiva de pacientes, estudiados en equipo de TC multidetector, con resultados que coinciden en forma general con aquellos obtenidos por Abul-Kasim y cols.

Otros autores enfatizan en la presencia del SACMH como valor pronóstico en la evaluación de pacientes posttrombolisis (4,5,12). Kharitonova y cols. (13) observaron en 1905 pacientes que en la mitad de los casos con desaparición del signo, luego de trombolisis intravenosa, existía un pronóstico mucho mejor que en aquellos en los que el signo radiológico persistía (Fig. 8). Por lo tanto, dado que existe una alternativa terapéutica con buenos resultados, la evidencia genera la necesidad de un método confiable que permita la detección precisa de este signo.

Si bien es conocido que los signos tempranos de isquemia cerebral en la TC son menos evidentes (en comparación con la secuencia ponderada en difusión en RM) y requieren entrenamiento para su correcta identificación, Wardlaw y cols. (14) plantearon que la experiencia del médico observador no es el principal factor que permite asegurar un diagnóstico preciso (Figs. 9 y 10). La identificación de cuáles son los signos importantes a reconocer y la clarificación de su definición son los dos elementos de mayor implicancia en la exactitud diagnóstica. En nuestro caso, la densitometría vascular fue evaluada y cuantificada por dos observadores con diferente tiempo de entrenamiento en imágenes neurorradiológicas (un médico *senior* y un médico residente) y se alcanzó un alto grado de correlación y concordancia.

Por lo tanto, en base a las implicancias terapéuticas y pronósticas que presenta este signo, su identificación por médicos de poca experiencia resulta de gran importancia, ya que muchos de estos pacientes son atendidos en servicios de emergencia asistidos por médicos *juniors* y/o residentes. Ellos deben manejarse, en la mayoría de las oportunidades, con una TC cerebral en el paciente con un ACV agudo de origen isquémico. La valoración cuantitativa aportaría un dato objetivo que reforzaría la inspección visual, por más exacta y detallada que ésta fuera (Fig. 11).

La valoración conjunta cuali y cuantitativa también permite descartar otros diagnósticos diferenciales que podrían generar falsos positivos del SACMH, como el hematocrito elevado y las placas de ateroma calcificadas. En el primer caso, el aumento de la densidad se manifiesta en forma generalizada y ambas arterias cerebrales medias suelen presentar una atenuación elevada (Fig. 12). Ante la presencia de enfermedad ateromatosa, las placas calcificadas suelen ser excéntricas. Esto se aprecia mejor mediante reconstrucciones multiplanares ortogonales al eje principal del vaso afectado (Fig. 13).

Nuestro trabajo presenta como limitación el tamaño relativamente escaso de la muestra, aunque la correlación inter-observador fue muy buena. Sin embargo, incluimos un grupo control de pacientes sin compromiso vascular que agrega mayor información y robustece los resultados. Otra limitante es la inclusión de pacientes con diferentes tiempos de evolución en el mismo día del evento cerebro-vascular. Resulta promisorio la concordancia con los pocos trabajos de evaluación cuantitativa de este signo reportados en la literatura. La ACM hiperdensa puede ser detectada en las TC multidetector, en forma objetiva, midiendo su densidad y comparándola con su homóloga contralateral normal. Creemos que instalar la lectura rutinaria en los centros de emergencias de las TC en este grupo

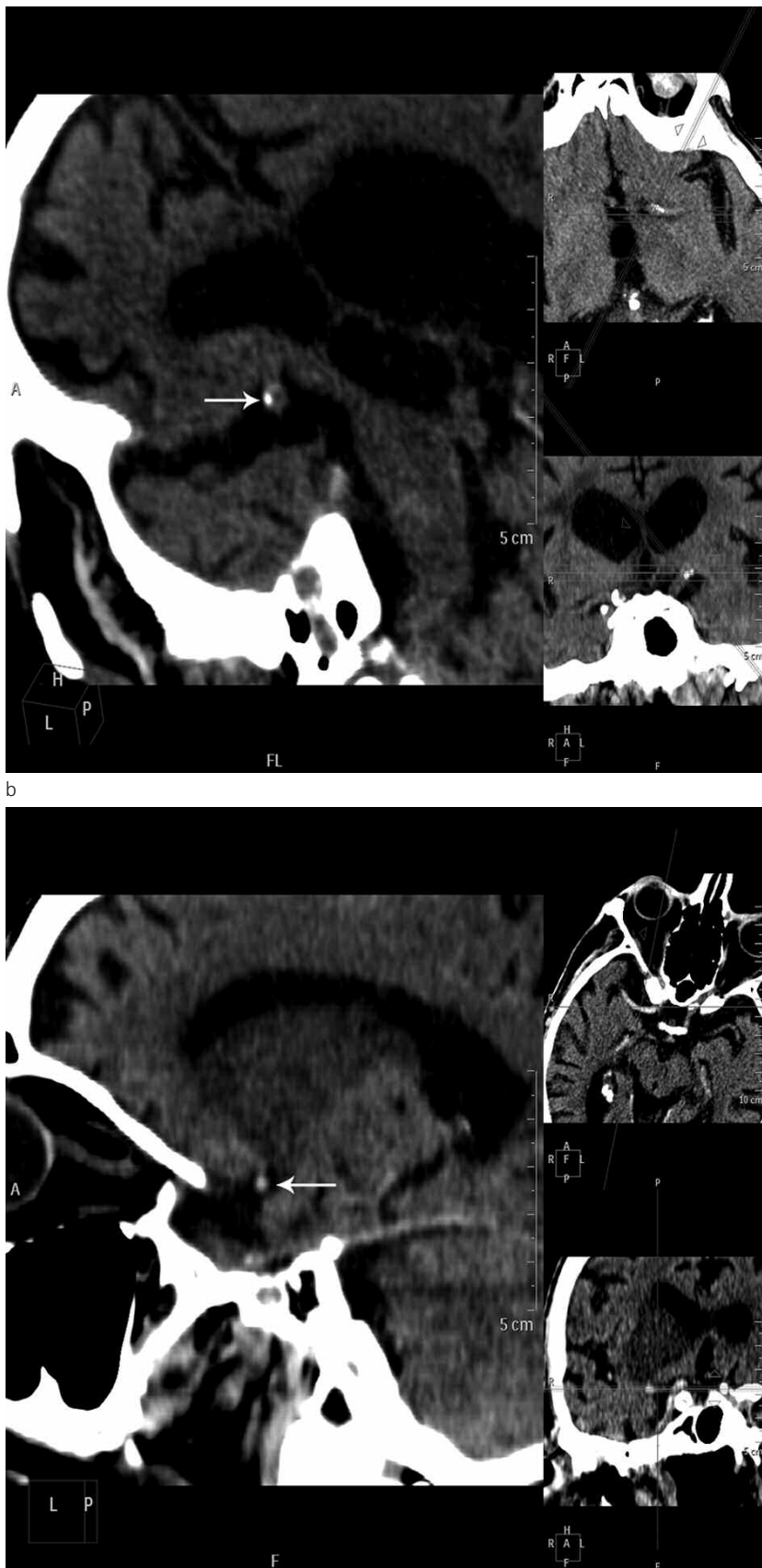


Fig. 13: Diagnóstico diferencial: placas ateromatosas. (a) Paciente de 70 años que presenta hiperdensidad en proyección de la ACM izquierda en la TC. La evaluación del vaso en el plano ortogonal, logrado a través de la reconstrucción multiplanar, permite visualizar la hiperdensidad excéntrica a la luz (flecha), lo cual es característico de las placas de ateroma calcificadas. (b) Otro paciente de 75 años que presenta una hiperdensidad en la ACM derecha en la TC. En el plano ortogonal, la hiperdensidad compromete la totalidad de la luz vascular (flecha), lo cual es sugestivo de un trombo vascular. Este diagnóstico diferencial no puede realizarse sólo por la densitometría, ya que existen placas ateromatosas fibrosas que suelen medir menos de 100 UH y trombos vasculares que miden más de 100 UH, lo que indica una superposición en la atenuación y la imposibilidad de determinar un punto de corte.

de pacientes con elementos subjetivos y objetivos (cuantificación) aumentaría la exactitud y precisión del resultado final y aportaría información radiológica necesaria para el neurólogo clínico que deba decidir una conducta terapéutica.

Bibliografía

1. Wardlaw JM, Mielke O. Early signs of brain infarction at CT: Observer reliability and outcome after thrombolytic treatment-systematic review. *Radiology* 2005; 235: 444-53.
2. Abul-Kasim K, Selariu E, Brizzi M, Petersson J. Hyperdense middle cerebral artery sign in multidetector computed tomography: Definition, occurrence, and reliability analysis. *Neurol India* 2009; 57: 143-50.
3. Kidwell CS, Villablanca JP, Saver JL. Advances in neuroimaging of acute stroke. *Curr Atheroscler Rep* 2000; 2: 126-35.
4. Von Kummer R, Meyding-Lamade U, Forsting M, Rosin L, Rieke K, Hacke W, et al. Sensitivity and prognostic value of early computed tomography in middle cerebral artery trunk occlusion. *AJNR Am J Neuroradiol* 1994; 15: 9-15.
5. Tomsick TA, Brott TG, Olinger CP, Barsan W, Spilker J, Eberle R, et al. Hyperdense middle cerebral artery: incidence and quantitative significance. *Neuroradiology* 1989; 31: 312-5.
6. Koo CK, Teasdale E, Muir KW. What Constitutes a True Hyperdense Middle Cerebral Artery Sign? *Cerebrovascular diseases* 2000; 10: 419-23.
7. Gacs G, Fox AJ, Barnett HJM, Vinuela F. CT visualization of intracranial arterial thromboembolism. *Stroke* 1983; 14: 756-62.
8. Tomsick T, Brott T, Barsan W, Broderick J, Haley EC, Spiler J, et al. Prognostic value of the hyperdense middle cerebral artery sign and stroke scale score before ultraearly thrombolytic therapy. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996; 17:79-85.
9. Manelfe C, Larrue V, von Kummer R, Bozzao L, Ringleb P, Bastianello S, et al. Association of hyperdense middle cerebral artery sign with clinical outcome in patients treated with tissue plasminogen activator. *Stroke* 1999; 30: 769-72.
10. Bastianello S, Pierallini A, Colonnese C, Brughitta G, Angeloni U, Antonelli M, et al. Hyperdense middle cerebral artery CT sign: comparison with angiography in the acute phase of ischemic supratentorial infarction. *Neuroradiology* 1991; 33: 207-11.
11. Schuknecht B, Ratzka M, Hofmann E. The "dense artery sign"--major cerebral artery thromboembolism demonstrated by computed tomography. *Neuroradiology* 1990; 32: 98-103.
12. Zorzon M, Masè G, Pozzi-Mucelli F, Antonutti L, Iona L, Cazzato G. Increased density in the middle cerebral artery by nonenhanced computed tomography: Prognostic value in acute cerebral infarction. *Eur Neurol* 1993; 33: 256-9.
13. Kharitonova T, Ahmed N, Thorén M, Wardlaw JM, von Kummer R, Glahn J, et al. Hyperdense middle cerebral artery sign on admission CT scan--prognostic significance for ischaemic stroke patients treated with intravenous thrombolysis in the safe implementation of thrombolysis in Stroke International Stroke Thrombolysis Register. *Cerebrovasc Dis* 2009; 27: 51-9.
14. Wardlaw JM, Dorman PJ, Lewis SC, Sandercock PA. Can stroke physicians and neuroradiologists identify signs of early cerebral infarction on CT? *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1999; 67: 651-3.

El autor y los colaboradores del trabajo declaran no tener ningún conflicto de intereses.