

## ORIGINAL

# Grandes variaciones en la utilización de pruebas por imagen en el diagnóstico y seguimiento de los pacientes con ictus



C. Valcárcel-Nazco<sup>a,b,c,\*</sup>, D. Alonso-Modino<sup>d</sup>, F. Montón-Álvarez<sup>d</sup>, R. Sabatel-Hernández<sup>e</sup>, M.S. Pastor-Santoveña<sup>e</sup>, P. Mesa-Blanco<sup>b,f</sup>, J.C. López-Fernández<sup>g</sup> y P. Serrano-Aguilar<sup>b,c,h</sup>

<sup>a</sup> Fundación Canaria de Investigación Sanitaria (FUNCANIS), Las Palmas de Gran Canaria, España

<sup>b</sup> Red de Investigación en Servicios de Salud en Enfermedades Crónicas (REDISSEC), Madrid, España

<sup>c</sup> Centro de Investigaciones Biomédicas de Canarias (CIBICAN), Santa Cruz de Tenerife, España

<sup>d</sup> Hospital Universitario Nuestra Señora de la Candelaria (HUNSC), Santa Cruz de Tenerife, España

<sup>e</sup> Hospital Universitario de Canarias (HUC), Santa Cruz de Tenerife, España

<sup>f</sup> ISCIII-Unidad de Investigación en Cuidados de Salud (Investén-isciii), Madrid, España

<sup>g</sup> Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín, Las Palmas de Gran Canaria, España

<sup>h</sup> Servicio de Evaluación del Servicio Canario de la Salud (SESCS), Santa Cruz de Tenerife, España

Recibido el 10 de enero de 2017; aceptado el 2 de febrero de 2017

Accesible en línea el 18 de abril de 2017

### PALABRAS CLAVE

Variabilidad;  
Desigualdades;  
Pruebas de imagen;  
Ictus;  
Resonancia nuclear magnética;  
Tomografía axial computarizada

### Resumen

**Introducción y objetivo:** El radiodiagnóstico es esencial para precisar la planificación terapéutica de las personas con ictus, pero la incertidumbre sobre su efectividad puede contribuir a la variabilidad en su indicación. Este estudio tiene por objetivo describir la evolución del uso de TAC y RM en el manejo del ictus a lo largo de 5 años en la red hospitalaria del Servicio Canario de Salud y analizar la variabilidad interhospitalaria mediante el uso de datos administrativos recogidos rutinariamente.

**Pacientes y método:** Se explotó el CMBD de los pacientes con diagnóstico de ictus o AIT (2005-2010) en 4 hospitales. Además, se incluyó la edad y el sexo del paciente, los procedimientos realizados, los diagnósticos secundarios y la estancia.

Se realizó un análisis descriptivo de las características de los pacientes y un análisis bivalente mediante t de Student o Chi-cuadrado para detectar diferencias entre los pacientes según recibieran o no RM. Las desigualdades en el acceso a RM se analizaron mediante regresión logística.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [crystina.valcarcelnazco@sescs.es](mailto:crystina.valcarcelnazco@sescs.es) (C. Valcárcel-Nazco).

**Resultados y conclusiones:** Se incluyeron 10.487 pacientes adultos (8.571 con ictus y 1.916 con AIT). El porcentaje de pacientes con ictus que recibieron TAC aumentó desde el 89,47% en 2005 al 91,50% en 2010; en ellos, la RM aumentó desde el 25,41% en 2005 al 36,02% en 2010. Entre los pacientes con AIT el uso de TAC creció desde el 84,64 al 88,04%, y el de RM, desde el 32,53 al 39,13%. Nuestros resultados sugieren que ser mujer, joven y presentar mayor comorbilidad aumentan las probabilidades de recibir RM.

© 2017 Sociedad Española de Neurología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## KEYWORDS

Variability;  
Inequalities;  
Imaging techniques;  
Stroke;  
Magnetic resonance  
imaging;  
Computed  
tomography

## Variability in the use of neuroimaging techniques for diagnosis and follow-up of stroke patients

### Abstract

**Introduction and objective:** Imaging diagnosis is essential for treatment planning in stroke patients. However, use of these techniques varies due to uncertainty about their effectiveness. Our purpose was to describe the use of CT and MRI in stroke and transient ischaemic attack (TIA) over 5 years in hospitals belonging to the Canary Islands Health Service and analyse interhospital variability based on routinely collected administrative data.

**Patients and method:** We gathered the minimum basic dataset (MBDS) from patients diagnosed with stroke or TIA between 2005 and 2010 in 4 hospitals. Patients' age, sex, procedures, secondary diagnoses, and duration of hospital stay were also recorded.

We conducted a descriptive analysis of patient characteristics and a bivariate analysis using the *t* test and the chi square test to detect differences between patients assessed and not assessed with MRI. Logistic regression was used to analyse unequal access to MRI.

**Results and conclusions:** Our study included 10,487 patients (8,571 with stroke and 1,916 with TIA). The percentage of stroke patients undergoing a CT scan increased from 89.47% in 2005 to 91.50% in 2010. In these patients, use of MRI also increased from 25.41% in 2005 to 36.02% in 2010. Among patients with TIA, use of CT increased from 84.64% to 88.04% and MRI from 32.53% to 39.13%. According to our results, female sex, younger age, and presence of comorbidities increase the likelihood of undergoing MRI.

© 2017 Sociedad Española de Neurología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

El ictus constituye la segunda causa de muerte en los países desarrollados, independientemente de la reducción progresiva observada en las dos últimas décadas<sup>1</sup>. Por su incidencia, por su impacto sobre la morbilidad y la calidad de vida y por la necesidad de cuidados sociosanitarios asociados a la pérdida de autonomía, el ictus provoca un impacto socioeconómico que, en España, ha sido estimado por encima de 2.500 millones de euros anuales<sup>2,3</sup>. Estas consecuencias explican la necesidad de procedimientos efectivos y coste-efectivos para la prevención, diagnóstico e intervención terapéutica precoz<sup>4</sup>. Las técnicas de diagnóstico por imagen son esenciales para precisar el diagnóstico y para predecir la respuesta terapéutica a medio-largo plazo. Para ello, las recomendaciones clínicas sobre el manejo de las personas con ictus enfatizan el uso de la tomografía axial computarizada (TAC) o de resonancia nuclear magnética (RM) en el diagnóstico inicial y en el seguimiento<sup>5,6</sup>.

A la evidencia disponible sobre coste-efectividad del uso inmediato de TAC en los pacientes con sospecha de ictus<sup>7</sup> se añade la equivalente sensibilidad de la RM para detectar el sangrado agudo y su superior sensibilidad para discriminar hemorragias cerebrales previas<sup>6,8</sup>. La RM

parece más precisa que TAC en el diagnóstico de isquemia aguda, mostrando una validez comparable para detectar la hemorragia intracerebral<sup>9</sup>. Otras ventajas de la RM son la mayor sensibilidad para detectar cambios hemorrágicos sutiles<sup>10</sup>, localizar la lesión<sup>11</sup> y clarificar el mecanismo etiopatogénico del ictus<sup>12,13</sup>. Lamentablemente no existen evidencias robustas que confirmen que las ventajas de la RM se traducen en cambios en las decisiones del manejo de las personas con ictus o en sus resultados<sup>14,15</sup>.

Este estudio tiene por objeto describir la evolución del uso de la TAC y de la RM en el manejo del ictus isquémico establecido y del accidente isquémico transitorio (AIT) a lo largo de 2005-2010 en la red hospitalaria del Servicio Canario de Salud (SCS) y analizar las posibles variaciones interhospitalarias mediante el uso de datos administrativos recogidos rutinariamente. También identificará posibles subgrupos de pacientes con más difícil acceso a pruebas de neuroimagen.

## Pacientes y métodos

Se utilizó el sistema de información «conjunto mínimo básico de datos» (CMBD) como fuente de datos. Además

**Tabla 1** Características demográficas y comorbilidades de los pacientes con ictus y AIT, según recibieran o no RM en los hospitales de referencia del SCS (2005-2010)

|                                | Pacientes con ictus establecido (n = 8.571) |                    | Pacientes con AIT (n = 1.916) |                    |
|--------------------------------|---|--------------------|-------------------------------|--------------------|
|                                | RM<br>n = 2.463                             | No RM<br>n = 6.108 | RM<br>n = 621                 | No RM<br>n = 1.295 |
| Edad media (DE)                | 64,23 (13,45)**                             | 71,53 (12,58)      | 60,63 (14,49)**               | 68,66 (12,80)      |
| Mujeres                        | 37,72%**                                    | 46,86%             | 42,67%                        | 46,56%             |
| Estancia media (DE)            | 15,68 (20,21)                               | 15,82 (37,43)      | 9,52 (5,24)                   | 9,73 (12,38)       |
| Índice de Charlson, media (DE) | 2,76 (2,51)**                               | 2,47 (2,38)        | 1,83 (1,95)*                  | 2,06 (2,32)        |

\* p &lt; 0,05.

\*\* p &lt; 0,01.

de proporcionar datos demográficos, el CMBD contiene información sobre la actividad hospitalaria, incluyendo el diagnóstico principal al ingreso, factores de riesgo relevantes, comorbilidades y complicaciones durante su ingreso, técnicas diagnósticas e intervenciones terapéuticas relevantes. Además, el CMBD registra la fecha y circunstancias de ingreso y de alta. Los diagnósticos y procedimientos se codifican siguiendo la 9.<sup>a</sup> revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-9)<sup>16</sup>.

En este estudio se explotó el CMBD de los pacientes hospitalizados con diagnóstico principal de ictus isquémico establecido o AIT desde el 1 de enero de 2005 hasta el 31 de diciembre de 2010 en los 4 hospitales de referencia (que denominaremos A, B, C y D de manera anónima) del SCS. Para codificar los diagnósticos se utilizaron los códigos CIE-9: 434.00, 434.01, 434.10, 434.11, 434.90, 434.91 para ictus isquémico y 435.0, 435.1, 435.2, 435.3 435.8, 435.9 para AIT. Además del diagnóstico principal al ingreso, se incluyó el año de ingreso, hospital, edad y sexo del paciente, circunstancia y servicio al alta, procedimientos realizados, diagnósticos secundarios, que sirvieron para calcular el índice de comorbilidad de Charlson, y la duración de la hospitalización. Se excluyeron los pacientes que sufrieron ictus o AIT durante el ingreso, tras ser hospitalizados por motivos diferentes, al no poderse distinguir las TAC/RM imputables al diagnóstico del ictus o a otras causas. La información extraída se almacenó en MS Access para su depuración y análisis con SPSS v.12 y MS Excel.

Para describir la utilización de TAC y RM se utilizaron los códigos CIE-9: 87.03 (TAC de cabeza) y 88.91 (RM de cerebro y tronco cerebral). Se realizó un análisis descriptivo de las características de los pacientes mediante distribuciones de frecuencias y porcentajes o estimación de medias y desviaciones estándar (DE), dependiendo de la naturaleza categórica o cuantitativa de las variables. Se realizó un análisis bivalente mediante test de hipótesis (test t de Student o Chi-cuadrado) para detectar diferencias entre las características de los pacientes que recibieron o no RM.

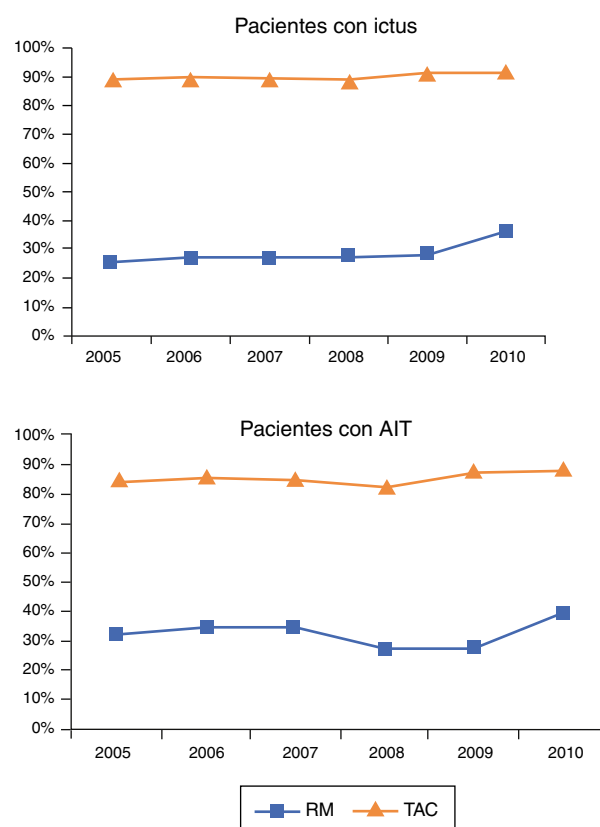
Las posibles desigualdades en el acceso a RM se analizaron mediante regresión logística para determinar la probabilidad de que un paciente con ictus/AIT recibiera RM en función de las variables examinadas (edad, sexo, índice de Charlson y tener o no un TAC previa). Para estimar el índice de comorbilidad de Charlson se utilizó información sobre diagnósticos secundarios y factores de riesgo del CMBD<sup>17</sup>. El modelo de regresión evaluó el estadístico de Wald

para excluir las variables no significativas, y se calcularon los odds ratio (OR) para cada variable del modelo.

## Resultados

Se incluyeron 10.487 pacientes mayores de 18 años de edad. La [tabla 1](#) contiene las características de los pacientes según recibieran o no RM.

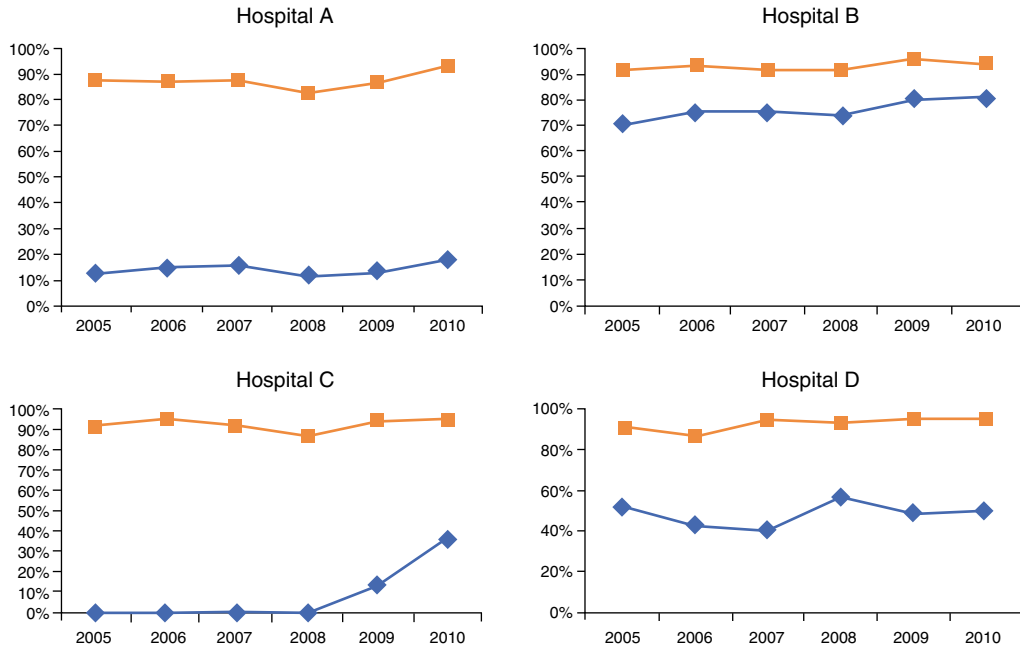
La realización global de pruebas de neuroimagen se incrementó progresivamente en el periodo de estudio tanto en los pacientes con ictus como en los afectados por AIT, al aumentar las hospitalizaciones por estas causas. El 90,4% de los pacientes que recibieron RM también recibieron TAC.

**Figura 1** Porcentaje de utilización de RM y TAC en pacientes hospitalizados por ictus y AIT en el SCS (2005-2010).

El porcentaje de pacientes con ictus que recibieron TAC aumentó desde el 89,47% en 2005 al 91,50% en 2010. La realización de RM aumentó con mayor intensidad que la de la TAC, si bien partía de niveles inferiores. En los pacientes con ictus la RM aumentó desde el 25,41% en 2005 al 36,02% en 2010. Entre los pacientes con AIT el uso de TAC creció desde el 84,64 al 88,04% y el de RM desde el 32,53 al 39,13%, respectivamente (fig. 1).

El análisis por hospital muestra que la TAC también aumenta en todos los hospitales y tanto en pacientes con ictus como con AIT, superando en todos los casos a la RM. La comparación interhospitalaria del uso de TAC ofrece valores inferiores en el hospital A tanto en los pacientes con ictus como con AIT. Estas diferencias son más marcadas para la RM, con valores en los pacientes con ictus al final del estudio del 17,38% en el hospital A, del 37,11% en el hospital C,

a. Pacientes con ictus



b. Pacientes con AIT

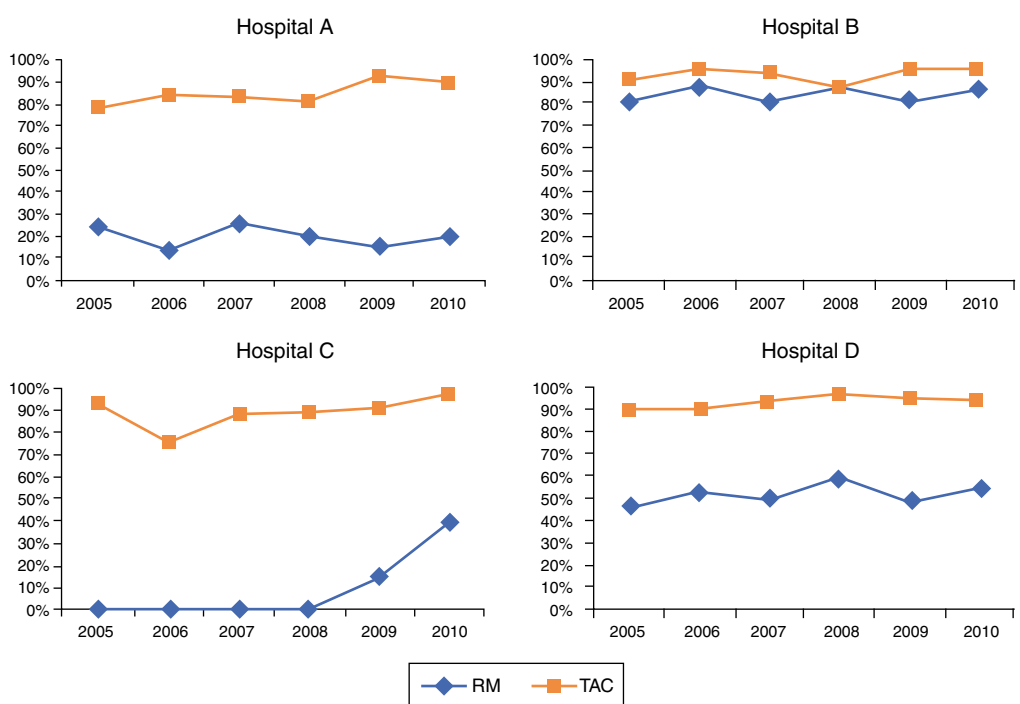


Figura 2 Porcentaje de utilización de RM y TAC en pacientes hospitalizados por ictus/AIT, por hospital, en el SCS (2005-2010).

**Tabla 2** Modelo de regresión logística múltiple sobre la probabilidad de recibir una RM de pacientes con ictus o AIT hospitalizados en el SCS (2005-2010)

| Pacientes con ictus establecido |      |                |          |
|---------------------------------|------|----------------|----------|
|                                 | OR   | IC 95%         | p        |
| Días de estancia                | 1    | (0,998; 1,001) | 0,866    |
| Índice de Charlson              | 1,09 | (1,072; 1,115) | < 0,0001 |
| TAC previo                      | 0,74 | (0,622; 0,874) | < 0,0001 |
| Edad                            | 0,96 | (0,954; 0,961) | < 0,0001 |
| Sexo                            | 0,82 | (0,742; 0,906) | < 0,0001 |
| Pacientes con AIT               |      |                |          |
|                                 | OR   | IC 95%         | p        |
| Días de estancia                | 1    | (0,998; 1,001) | 0,866    |
| Índice de Charlson              | 1,09 | (1,072; 1,115) | < 0,0001 |
| TAC previo                      | 0,74 | (0,622; 0,874) | < 0,0001 |
| Edad                            | 0,96 | (0,954; 0,961) | < 0,0001 |
| Sexo                            | 0,82 | (0,742; 0,906) | < 0,0001 |

del 50,37% en el hospital D y del 81,07% en el hospital B. La utilización de RM en los pacientes con AIT es similar a la descrita para el ictus en cada hospital en 2010: 18,97% en el hospital A, 40% en el hospital C, 54,39% en el hospital D y 86,49% en el hospital B. La evolución del uso de RM permite describir 4 patrones hospitalarios: uso bajo, medio y alto, y un cuarto patrón dinámico que, partiendo de cero, alcanza niveles medios de uso en los dos últimos años (fig. 2).

La regresión logística muestra que para los pacientes con ictus la comorbilidad, el tener TAC previa, la edad y el sexo influyen en la probabilidad de recibir una RM. No así la duración de la estancia ( $p=0,866$ ) (tabla 2). Al aumentar el índice de Charlson aumenta en un 9% la probabilidad de recibir RM (OR=1,09;  $p<0,0001$ ). Al aumentar la edad se reduce la probabilidad de recibir RM (OR=0,96;  $p<0,0001$ ). Los hombres tienen un 18% menos de probabilidad de acceder a RM (OR=0,82;  $p<0,0001$ ). Por último, tener TAC previa en el mismo episodio de hospitalización también disminuye esta probabilidad en un 26% (OR=0,74;  $p<0,0001$ ).

En los pacientes con AIT los resultados son diferentes, al no obtener significación estadística para las diferencias en el índice de Charlson ( $p=0,136$ ), tener TAC previa ( $p=0,110$ ) o el sexo ( $p=0,348$ ). Tampoco la duración de la estancia influye en la indicación de RM ( $p=0,843$ ). La edad sí es determinante, disminuyendo un 4% la probabilidad de recibir RM al aumentar la edad (OR=0,956,  $p<0,0001$ ). Los resultados detallados del modelo de regresión pueden verse en la tabla 2.

## Discusión

A pesar de que las Guías de Práctica Clínica (GPC)<sup>5,18-20</sup> recomiendan pruebas de neuroimagen inmediatas para el diagnóstico y planificación terapéutica de las personas con ictus, el incremento de estas pruebas en el SCS y en otros países desarrollados<sup>9,21</sup> no alcanza al 100% de los pacientes. Lazzarino et al.<sup>21</sup> sugieren que este incremento pueda estar artefactado «al alza» por la mejora en la codificación de

pruebas diagnósticas en el CMBD, contribuyendo, en alguna medida, a las variaciones interhospitalarias observadas.

Este estudio informa sobre el uso de pruebas de neuroimagen en el ictus establecido y en el AIT. Mientras que las tasas de uso de TAC en el ictus y AIT obtenidas en este estudio reproducen los resultados publicados en el Reino Unido (83,4%) o en Estados Unidos (95%), el incremento del uso de RM en la red hospitalaria del SCS no alcanza los publicados para Estados Unidos para ictus (50%) o en Noruega para AIT (89%)<sup>9,22</sup>.

En Estados Unidos, el 95% de los pacientes con ictus que recibieron una RM también recibieron al menos una TAC. En el SCS este valor es del 90,4%. Estos hallazgos prueban que la RM no está sustituyendo a la TAC como procedimiento diagnóstico primario en el ictus/AIT, sugiriendo que los estilos de práctica están incorporando múltiples pruebas de neuroimagen<sup>9</sup> que contribuyen al incremento de costes<sup>15</sup> sin que estén claros los beneficios<sup>21</sup>. Existen diferencias muy importantes en la utilización de RM entre hospitales del SCS que adoptan un patrón similar en cada hospital, tanto para el ictus como para el AIT. Este hallazgo sugiere la interacción de otros factores diferentes a los estilos de práctica clínica, como la facilidad de acceso a la RM. El uso de una tecnología requiere su disponibilidad y podrá ser mayor en la medida en que la tecnología es más accesible o lleva más tiempo instalada<sup>23,24</sup>. Si bien los hospitales del SCS son comparables tanto en población asignada como en recursos humanos y dotación tecnológica general, difieren en el número de dispositivos de RM disponibles y en la fecha de su incorporación. El hospital que hace «uso elevado» de RM fue el primero en incorporar la RM en 1997 y durante el periodo de estudio dispuso de un mayor número de equipos. El hospital de «uso bajo» dispuso de un equipo de RM incorporado en 1999, por lo que prioriza la solicitud de RM en casos seleccionados tras TAC. El hospital de «uso medio» también dispuso de un solo equipo de RM desde 2005, pero los criterios de priorización no parecen ser tan estrictos. Finalmente, el hospital con patrón cambiante explica su comportamiento por la incorporación de un equipo de RM al inicio de 2007. Sin describir patrones de uso, Burke et al.<sup>9</sup> también observaron amplias

variaciones en el uso de RM en pacientes con ictus entre los hospitales de 10 estados de Norteamérica desde 1999 a 2008 (del 55% en Oregón al 79% en Arizona), sin aportar razones que lo explicaran.

Otros autores sugieren que algunas características de los pacientes pueden influir en la indicación de TAC/RM por los profesionales<sup>21</sup>. Nuestros resultados sugieren que ser mujer, joven y presentar una mayor comorbilidad aumentan las probabilidades de recibir RM. El efecto del sexo es limitado aunque llamativo, debido a que la literatura sobre «desigualdades sanitarias ligadas al sexo» enfatiza la mayor accesibilidad a los recursos sanitarios para el hombre frente a la mujer, aun en igualdad de necesidad<sup>21,25</sup>.

La contribución de los estilos de práctica a estas variaciones puede explicarse por la incertidumbre sobre el uso de TAC/RM en el ictus durante el periodo 2005-2010<sup>5,26</sup>. Recientemente, las GPC de la AHA recomiendan RM<sup>27</sup>, mientras que la AAN limita la recomendación de RM a las 12 primeras horas tras el ictus<sup>28</sup>. Estas recomendaciones no explican nuestros resultados, ya que el periodo analizado es previo a la publicación de las recomendaciones de la AAN.

Si, como sugieren Burke et al.<sup>9</sup>, la explicación a la solicitud conjunta de TAC y RM responde a la preferencia del médico por la RM en un contexto en que la TAC se realiza más rápidamente, sería posible mejorar la eficiencia en la indicación optimizando la selección de los pacientes que puedan esperar, sin incrementar sustancialmente el riesgo, hasta recibir directamente la RM, así como mejorar la disseminación de protocolos consensuados con la secuencia de las pruebas a realizar.

Existen varias limitaciones en este estudio. El CMBD no proporciona información sobre criterios que expliquen la indicación de pruebas diagnósticas. Tampoco permite conocer los momentos de indicación o de realización de las pruebas, limitando la posibilidad de interpretación. Los datos y los resultados de este estudio corresponden a una región española, por lo que su traslación a otros territorios debe considerarse cautelosamente.

Como fortalezas, este estudio contribuye a la literatura sobre la no adherencia a las GPC, al describir variaciones interhospitalarias y desigualdades en la indicación de pruebas de neuroimagen. Demuestra el valor de un sistema de información rutinaria procedente de la actividad asistencial para la detección de variaciones clínicas.

En conclusión, el análisis de fuentes de datos rutinarios permite informar eficientemente de que la RM en la gestión clínica de las personas con ictus/AIT se ha incrementado sustancialmente en los hospitales del SCS, si bien con importantes variaciones. Estos resultados tienen implicaciones éticas, clínicas y económicas. La constatación de que el 90,4% de las personas hospitalizadas por ictus/AIT que reciben RM reciben TAC contribuye al incremento de los costes sin que esté claro el beneficio clínico añadido.

## Financiación

Este estudio se halla al amparo del convenio de colaboración suscrito por el Instituto de Salud Carlos III y la Fundación Canaria de Investigación Sanitaria (FUNCANIS), en el marco del desarrollo de actividades de la Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Prestaciones del

Sistema Nacional de Salud, financiadas por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

## Conflicto de intereses

Todos los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Kunst AE, Amiri M, Janssen F. The decline in stroke mortality. Exploration of future trends in 7 Western European countries. *Stroke*. 2011;42:2126–30.
2. Mar J, Álvarez-Sabín J, Oliva J, Becerra V, Casado M.A., Yébenes M, et al. The costs of stroke in Spain by aetiology: The CONOCES study protocol. *Neurología*. 2013;28:332–9.
3. Lopez-Bastida J, Oliva Moreno J, Worbes Cerezo M, Perestelo Perez L, Serrano-Aguilar P, Montón-Álvarez F. Social and economic costs and health-related quality of life in stroke survivors in the Canary Islands, Spain. *BMC Health Serv Res*. 2012;12:315.
4. Arboix A, Cartanyà A, Michael L, García-Eroles L, Parra O, Oliveres M, et al. Gender differences and woman-specific trends in acute stroke: Results from a hospital-based registry (1986-2009). *Clin Neurol Neurosurg*. 2014;127:19–24.
5. Kernan WN, Ovbiagele B, Black HR, Bravata DM, Chimowitz MI, Ezekowitz MD, et al. Guidelines for the prevention of stroke in patients with stroke and transient ischemic attack: A guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2014;45:2160–236.
6. Chalela JA, Kidwell CS, Nentwich LM, Luby M, Butman JA, Demchuk M, et al. Magnetic resonance imaging and computed tomography in emergency assessment of patients with suspected acute stroke: A prospective comparison. *Lancet*. 2007;369:293–8.
7. Wardlaw JM, Seymour J, Cairns J, Keir S, Lewis S, Sandercock P. Immediate computed tomography scanning of acute stroke is cost-effective and improves quality of life. *Stroke*. 2004;35:2477–83.
8. Kidwell CS, Chalela JA, Saver JL, Starkman S, Hill MD, Demchuk AM, et al. Comparison of MRI and CT for detection of acute intracerebral hemorrhage. *JAMA*. 2004;292:1823–30.
9. Burke JF, Kerber KA, Iwashyna TJ, Morgenstern LB. Wide variation and rising utilization of stroke magnetic resonance imaging: Data from 11 States. *Ann Neurol*. 2012;71:179–85.
10. Bryan R, Levy L, Whitlow W, Killian J, Preziosi T, Rosario J. Diagnosis of acute cerebral infarction: Comparison of CT and MR imaging. *Am J Neuroradiol*. 1991;12:611–20.
11. Schulz UG, Briley D, Meagher T, Molyneux A, Rothwell PM. Diffusion-weighted MRI in 300 patients presenting late with subacute transient ischemic attack or minor stroke. *Stroke*. 2004;35:2459–65.
12. Gass A, Ay H, Szabo K, Koroshetz WJ. Diffusion-weighted MRI for the small stuff: The details of acute cerebral ischaemia. *Lancet Neurol*. 2004;3:39–45.
13. Wessels T, Wessels C, Ellsiepen A, Reuter I, Trittmacher S, Stolz E, et al. Contribution of diffusion-weighted imaging in determination of stroke etiology. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2006;27:35–9.
14. Albers GW, Lansberg MG, Norbash AM, Tong DC, O'Brien MW, Woolfenden AR, et al. Yield of diffusion-weighted MRI for detection of potentially relevant findings in stroke patients. *Neurology*. 2000;54:1562–7.
15. Burke JF. Cost and utility in the diagnostic evaluation of stroke. *Continuum (Minneapolis)*. 2014;20:436–40.

16. Librero J, Ordiñana R, Peiró S. Análisis automatizado de la calidad del conjunto mínimo de datos básicos. Implicaciones para los sistemas de ajuste de riesgos. *Gac Sanit.* 1998;12:9–21.
17. Goldstein LB, Samsa GP, Matchar DB, Horner RD. Charlson Index comorbidity adjustment for ischemic stroke outcome studies. *Stroke.* 2004;35:1941–5.
18. Wieberdink RG, Ikram MA, Hofman A, Koudstaal PJ, Breteler MM. Trends in stroke incidence rates and stroke risk factors in Rotterdam, the Netherlands from 1990 to 2008. *Eur J Epidemiol.* 2012;27:287–95.
19. The European Stroke Organization (ESO) Executive Committee and the ESO Writing Committee. Guidelines for management of ischaemic stroke and transient ischaemic attack. *Cerebrovasc Dis.* 2008;25:457–507.
20. Casaubon LK, Boulanger JM, Glasser E, Blacquiére D, Boucher S, Brown K, et al. Canadian Stroke Best Practice Recommendations: Acute Inpatient Stroke Care Guidelines, Update 2015. *Int J Stroke.* 2016;11:239–52.
21. Lazzarino AI, Palmer W, Bottle A, Aylin P. Inequalities in stroke patients' management in English public hospitals: A survey on 200,000 patients. *PLoS One.* 2011;6:e17219.
22. Kvistad CE, Thomassen L, Waje-Andreassen U, Moen G, Logallo N, Naess H. Clinical implications of increased use of MRI in TIA. *Acta Neurol Scand.* 2013;128:32–8.
23. Allison JJ, Kiefe CI, Cook EF, Gerrity MS, Orav EJ, Centor R. The association of physician attitudes about uncertainty and risk taking with resource use in a Medicare HMO. *Med Decis Making.* 1998;18:320–9.
24. Westert GP, Groenewegen PP, Boshuizen HC, Spreeuwenberg PM, Steultjens MP. Medical practice variations in hospital care; time trends of a spatial phenomenon. *Health Place.* 2004;10:215–20.
25. Socías ME, Koehoorn M, Shoveller J. Gender inequalities in access to health care among adults living in British Columbia, Canada. *Womens Health Issues.* 2016;26:74–9.
26. Olsen TS, Langhorne P, Diener HC, Hennerici M, Ferro J, Sivenius J, et al. European Stroke Initiative Recommendations for Stroke Management-update 2003. *Cerebrovasc Dis.* 2003;16:311–37.
27. Latchaw RE, Alberts MJ, Lev MH, Connors JJ, Harbaugh RE, Higashida RT, et al. Recommendations for imaging of acute ischemic stroke: A scientific statement from the American Heart Association. *Stroke.* 2009;40:3646–78.
28. Schellinger PD, Bryan RN, Caplan LR, Detre JA, Edelman RR, Jaigobin C, et al. Evidence-based guideline: The role of diffusion and perfusion MRI for the diagnosis of acute ischemic stroke: Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology.* 2010;75:177–85.