

## Complicaciones neurológicas en el postoperatorio inmediato de la cirugía cardíaca. Aportación de la resonancia magnética cerebral

José L. Pérez-Vela<sup>a</sup>, Ana Ramos-González<sup>b</sup>, Luis F. López-Almodóvar<sup>c</sup>, Emilio Renes-Carreño<sup>a</sup>, Almudena Escribá-Bárcena<sup>a</sup>, Mercedes Rubio-Regidor<sup>a</sup>, Federico Ballenilla<sup>b</sup>, Narciso Perales-Rodríguez de Viguri<sup>a</sup> y Juan J. Rupilanchas-Sánchez<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Servicio de Medicina Intensiva. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid. España.

<sup>b</sup>Servicio de Radiodiagnóstico. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid. España.

<sup>c</sup>Servicio de Cirugía Cardíaca. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid. España.

**Introducción y objetivos.** Las complicaciones neurológicas (CN) causan una importante morbimortalidad en el postoperatorio inmediato de la cirugía cardíaca. La comprensión de la etiopatogenia, la prevención y el tratamiento de éstas están en constante evolución.

**Material y método.** Se describen las CN y su evolución en una serie quirúrgica, y se analizan las aportaciones de la resonancia magnética cerebral (RMC) con secuencias T1, T2 y la supresión de líquido cefalorraquídeo, en los pacientes que presentan ictus o encefalopatía poscirugía y tomografía computarizada (TC) craneal sin hallazgos que justifiquen la situación clínica.

**Resultados.** Se estudió a 688 postoperados; se observaron 57 CN (8,3%): 25 ictus, 24 encefalopatías, 5 pacientes con crisis convulsivas, 2 muertes cerebrales y una hemorragia intracerebral. La TC craneal inicial no mostró hallazgos relevantes en el 70% de las ocasiones. Se realizó RMC en 18 pacientes, 11 de ellos con ictus: excepto en un estudio, en la RMC encontramos áreas de infarto agudo o subagudo (hiperintensas en la secuencia T2 y FLAIR) en diferentes localizaciones. También se realizó en 4 pacientes con encefalopatía leve-moderada y mostró en 3 de ellos lesiones similares a las descritas en los ictus. En los restantes 3 casos con encefalopatía severa, la RMC mostró áreas con múltiples infartos corticales.

**Conclusiones.** Las CN tras cirugía cardíaca se presentan con una incidencia no despreciable. La TC craneal puede no presentar hallazgos patológicos en un alto porcentaje. En pacientes seleccionados, la RMC puede presentar lesiones, y demostrar áreas isquémicas no detectadas en la TC que ayudan a comprender a los clíni-

cos la etiopatogenia, la fisiopatología, la clínica y la evolución de estas complicaciones.

**Palabras clave:** *Complicaciones neurológicas. Cirugía cardíaca. Ictus. Resonancia magnética cerebral. Tomografía computarizada craneal.*

### Neurologic Complications in the Immediate Postoperative Period After Cardiac Surgery. Role of Brain Magnetic Resonance Imaging

**Introduction and objectives.** Neurologic complications still cause significant morbidity and mortality in the immediate postoperative period following cardiac surgery. Our understanding of the pathogenesis, prevention, and management of these lesions is constantly developing.

**Material and method.** We describe neurologic complications and their course in a cardiac surgery cohort and analyze the value of brain magnetic resonance imaging (MRI), using T<sub>1</sub>-weighted, T<sub>2</sub>-weighted, and FLAIR sequences, in patients with postoperative stroke or encephalopathy in whom CT scanning revealed no abnormalities explaining their clinical condition.

**Results.** In 688 patients studied postoperatively, we observed 57 neurologic complications (8.3%): 25 strokes, 24 encephalopathies, 5 seizure disorders, 2 brain deaths, and 1 intracranial hemorrhage. Initial CT scanning failed to show significant findings in 70%. 18 patients underwent brain MRI. In all but 1 of the 11 with stroke, MRI showed areas of acute or subacute infarction (i.e., hyperintensity in FLAIR or T<sub>2</sub>-weighted sequences) in different locations, mainly in a watershed distribution. In 3 of the 4 patients with mild-to-moderate encephalopathy, MRI showed lesions similar to those previously described for stroke. In the remaining 3 patients, who had severe encephalopathy, MRI showed diffuse cortical necrosis.

**Conclusions.** The incidence of neurologic complications in the postoperative period following cardiac surgery is significant. In a high percentage of patients, brain CT scanning may not show pathologic findings. In selected patients, MRI could help identify areas of infarction not

VÉASE EDITORIAL EN PÁGS. 1003-6

Correspondencia: Dr. J.L. Pérez-Vela.  
Atardecer, 3. 28223 Pozuelo de Alarcón. Madrid. España.  
Correo electrónico: perezvela@yahoo.es

Recibido el 30 de agosto de 2004.  
Aceptado para su publicación el 13 de mayo de 2005.

**ABREVIATURAS**

CN: complicaciones neurológicas.  
 CEC: circulación extracorpórea.  
 RMC: resonancia magnética cerebral.  
 TC: tomografía computarizada.  
 TCAo: pinzamiento aórtico.  
 Secuencia FLAIR: secuencia en supresión de líquido cefalorraquídeo.

detected by CT. These images could improve clinicians' understanding of the pathogenic, pathophysiologic, clinical, and prognostic characteristics of such neurologic complications.

**Key words:** *Neurologic complications. Cardiac surgery. Stroke. Brain magnetic resonance imaging. Brain CT scan.*

Full English text available at: [www.revespcardiol.org](http://www.revespcardiol.org)

**INTRODUCCIÓN**

Las complicaciones neurológicas (CN) en el postoperatorio inmediato de la cirugía cardíaca son una importante causa de morbimortalidad, causan un aumento en el consumo de recursos sanitarios y conducen a limitaciones funcionales en los pacientes que sobreviven. El conocimiento de la etiopatogenia por parte de los clínicos que manejan las citadas complicaciones en estos enfermos, y su prevención y tratamiento están en constante evolución.

Diferentes estudios han mostrado una incidencia de ictus isquémico con déficit motor entre un 2 y un 6% de los pacientes tras una intervención de revascularización miocárdica, con tasas aún más altas en las cirugías de reemplazo valvular<sup>1-5</sup>. Los mecanismos etiopatogénicos propuestos incluyen la embolización peroperatoria desde las cámaras cardíacas o la aorta, la hipoperfusión sistémica o la combinación de estos procedimientos. Se han identificado diversos factores de riesgo asociados al ictus, entre los que podemos destacar la edad superior a 75 años, la diabetes, la hipertensión arterial, la insuficiencia cardíaca congestiva, el infarto de miocardio reciente, el ictus previo, la enfermedad carotídea, la insuficiencia renal crónica, el bajo gasto cardíaco, la necesidad de balón de contrapulsación, la ventilación prolongada y la fibrilación auricular<sup>6</sup>.

Además del ictus, en el postoperatorio inmediato de la cirugía cardíaca pueden observarse diferentes grados de alteración en el nivel de conciencia (que denominaremos encefalopatías), deterioros neuropsicológicos más o menos evidentes y crisis convulsivas. Hasta

un 10% de los postoperados sufre encefalopatía, que puede oscilar desde un «despertar prolongado», confusión o estupor sin focalidad motriz, hasta un estado de deterioro cognitivo prolongado<sup>7</sup>. Entre los factores etiológicos de estos cuadros se han considerado las microembolias cerebrales, el edema cerebral, la hipoperfusión, la hipoxia cerebral y los efectos de los diferentes agentes farmacológicos utilizados en la anestesia y el perioperatorio.

En el manejo diagnóstico y pronóstico de estas complicaciones se usan pruebas de neuroimagen cerebral. Hasta hace poco tiempo, estas pruebas han añadido poco al entendimiento de la patogenia de la disfunción neurológica; la tomografía computarizada (TC) craneal se usa para descartar las lesiones hemorrágicas, pero en los ictus tan sólo muestra los casos que presentan afectación de una gran arteria cerebral (lo que sugiere como causa un fenómeno embólico). A diferencia de ella, la resonancia magnética cerebral (RMC), más sensible, en los escasos estudios publicados en la literatura médica, ha descrito lesiones hasta en un tercio de los pacientes postoperados, aunque en algunos estudios hay una falta de correlación entre la lesión anatómica hallada y la clínica.

En este estudio se describen las CN de una serie quirúrgica y se analizan las pruebas de neuroimagen realizadas, con las contribuciones aportadas por la RMC en los pacientes que se presentan con un déficit motor focal o encefalopatía poscirugía y TC craneal sin hallazgos que justifiquen la clínica.

**MATERIAL Y MÉTODO**

Se describen las complicaciones neurológicas del postoperatorio inmediato y su evolución en una serie de pacientes sometidos a cirugía cardíaca (con circulación extracorpórea) en nuestro centro, en el período comprendido entre el 1 de mayo de 2002 y el 31 de septiembre de 2003. Se analizan las aportaciones de la RMC con secuencias T1, T2 y la supresión de líquido cefalorraquídeo en los pacientes que presentan ictus o encefalopatía poscirugía y TC craneal sin hallazgos que justifiquen la situación clínica. La recogida de datos se realizó de manera prospectiva.

La técnica anestésica fue similar en todos los pacientes. El circuito de *bypass* cardiopulmonar se estableció mediante una bomba de rodillo (SARNS® 9000) con la que se estableció una circulación extracorpórea pulsátil con unos flujos de 2,4-4,8 l/min/m<sup>2</sup>. Se mantuvo una hipotermia entre 28 y 32 °C, excepto en los casos que precisaron parada circulatoria, en que se disminuyó hasta 18 °C.

Se recogió la información preseleccionada de las historias clínicas y de una base de datos específica. Se analizaron la incidencia, las características clínicas y los modos de presentación de las complicaciones neurológicas. En el acto quirúrgico se analizó el tipo de

intervención, los tiempos de circulación extracorpórea (CEC), pinzamiento aórtico (TCAo) y de parada circulatoria, si ésta se realiza. En el período postoperatorio se analizó la evolución. Se compararon las horas de ventilación mecánica precisas y los días de estancia en unidad de cuidados intensivos (UCI) de los enfermos con CN y sin ellas. Asimismo, se analizó la situación clínica al alta de la UCI y hospitalaria.

Tras una exploración neurológica sistemática, se definió ictus como un déficit motor-sensitivo focalizado en un territorio cerebral, acompañado o no de deterioro del nivel de conciencia, y encefalopatía cuando, tras los efectos anestésicos, el paciente presentó deterioro u oscilaciones del nivel de conciencia, con deterioro cognitivo, sin déficit motores focales. Estas definiciones son una adaptación de las descritas por la Society of Thoracic Surgeons<sup>8</sup>.

Con la excepción de 1 paciente que presentó crisis convulsivas parciales y 6 con leve deterioro de nivel de conciencia y rápida recuperación, a todos los pacientes se les realizó una TC craneal inicial en las primeras 48 h de evolución, fundamentalmente para descartar hemorragia intracraneal. Posteriormente se realizó una TC de control si persistía la clínica neurológica y la TC inicial no fue diagnóstica. Se utilizó una TC helicoidal convencional, HiSpeed ZX/i de GE Medical Systems.

Con la hipótesis de que la RMC puede ser más sensible para mostrar lesiones isquémicas de pequeño tamaño, que no se objetivan en la TC, pero que justifican la clínica de los pacientes, a aquellos con déficit sensitivo-motor focal y TC (inicial y de control) sin hallazgos que justificaran la situación clínica, se les realizó también una RMC, con secuencias T1, T2 y supresión de líquido cefalorraquídeo en los tres planos del espacio (RMC Signa 1.5T, de GE Medical Systems). También se realizó una RMC a 7 pacientes con clínica de encefalopatía, 3 de ellas severas, y que presentaron una TC craneal sin hallazgos patológicos. Todas las pruebas de neuroimagen fueron analizadas por un neurorradiólogo experto.

Aunque la RMC puede realizarse de una manera segura en pacientes con cables de marcapasos epicárdicos transitorios, cortados en la piel<sup>9</sup>, en nuestra serie se realizó tras la retirada de éstos.

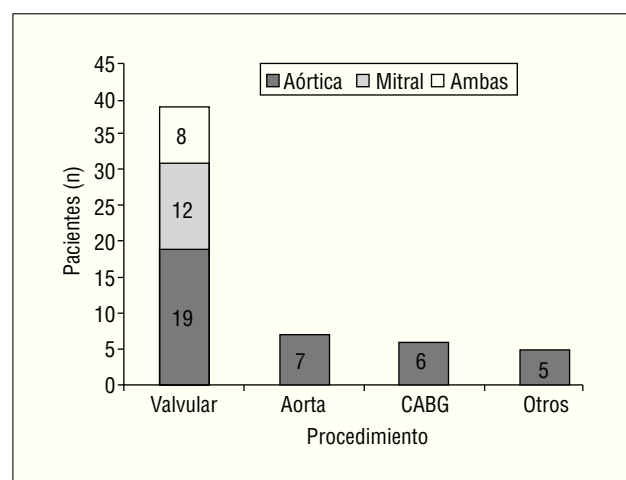
El análisis estadístico consistió en el cálculo de las medias, con las desviaciones estándar, en la presentación de los datos descriptivos de la serie. En las variables categóricas del postoperatorio en que se realizó la comparación entre el grupo que presentó CN frente al grupo que no las presentó, se realizaron las pruebas de la t de Student y de Fisher, mientras que en la comparación de variables cuantitativas se usó el test de la varianza. Se consideró significativamente estadístico un valor de  $p < 0,05$ . El análisis se realizó con el programa estadístico SPSS 8.0.

## RESULTADOS

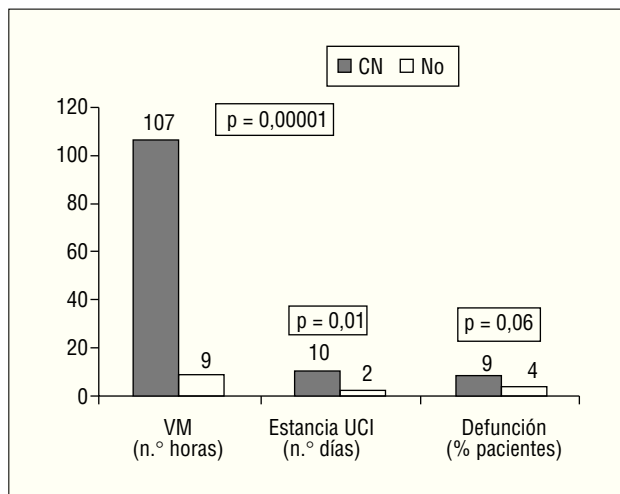
De los 688 pacientes intervenidos de manera consecutiva de cirugía cardíaca con CEC en nuestro centro, se observó un total de 57 con complicaciones neurológicas en el postoperatorio inmediato, lo que significa una incidencia de 8,3%. Este grupo presentó una edad media de  $65,8 \pm 11,3$  años (rango: 37-83); el 51% eran mujeres. La intervención quirúrgica realizada se describe en la figura 1. En los procedimientos quirúrgicos se objetivó un tiempo de CEC medios de  $122 \pm 54$  min, un tiempo de CAo medio de  $92 \pm 43$  min, y parada circulatoria en 4 pacientes (media de 53,5 min).

Las CN se presentaron clínicamente como ictus en 25 pacientes, lo que corresponde a un 3,6% del total de intervenidos, y encefalopatía en 24 pacientes (3,5% del total). Aunque la mayoría correspondió a cuadros leves de «despertar prolongado», delirios autolimitados o cuadros de agitación que se solucionaron en las primeras 48 h de evolución, 3 pacientes presentaron encefalopatía severa con afectación grave y prolongada. Se observaron crisis comiciales en 20 (2,9%) pacientes, de los que 5 presentaron crisis aisladas y el resto se asoció a ictus o encefalopatía, muerte cerebral en 2 pacientes (0,29%) y hematoma de fosa posterior en 1 caso (0,15%).

Este grupo de pacientes asoció otras complicaciones postoperatorias en un alto porcentaje, como fracaso ventricular izquierdo en el 44%, infarto de miocardio perioperatorio en el 12% y fibrilación auricular en el 54%. En la evolución mostraron un período hasta la desconexión de la ventilación mecánica (VM) y extubación y una estancia en UCI más prolongados que aquellos pacientes que cursaron sin CN (conllevando,



**Fig. 1.** Procedimientos quirúrgicos realizados. Valvular: reemplazos valvulares (aórticos, mitrales o mitroaórticos). Aorta: procedimientos en la aorta (3 tubos valvulados con reimplante de coronarias y 4 interposiciones de tubo supracoronario). CABG: revascularización coronaria. Otros: 1 trasplante cardíaco, 1 cierre de una comunicación interauricular, 2 endarterectomías pulmonares y 1 implantación de una asistencia mecánica ventricular izquierda de tipo pulsátil.



**Fig. 2.** Evolución general en la UCI. Comparación entre los pacientes que presentaron complicación neurológica (CN) frente a los que no la presentaron. UCI: unidad de cuidados intensivos; VM: ventilación mecánica.

por tanto, un aumento en el consumo de recursos):  $106,8 \pm 210,4$  h y  $10,4 \pm 15,4$  días, respectivamente. Se comparó la VM, la estancia en UCI y la mortalidad con los que no presentan CN (fig. 2). Cinco pacientes fallecieron en la UCI: los 2 pacientes que desarrollaron muerte cerebral (secundaria a hipoperfusión y edema cerebral por bajo gasto cardíaco en el contexto de shock cardiogénico precirugía en un paciente y parada circulatoria en el otro) y otros 3 que fallecieron sin relación con el problema neurológico.

Cabe destacar que, excepto un estado vegetativo persistente, en el resto de las CN hubo mejoría clínica del nivel de conciencia y recuperación parcial o total de la movilidad al alta de la UCI. Al alta hospitalaria, la recuperación de la movilidad de todos los pacientes era manifiesta; todos eran independientes para la reali-

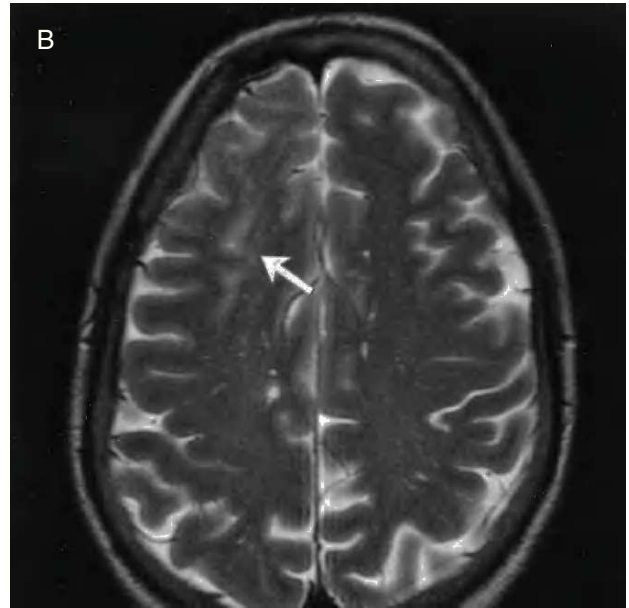
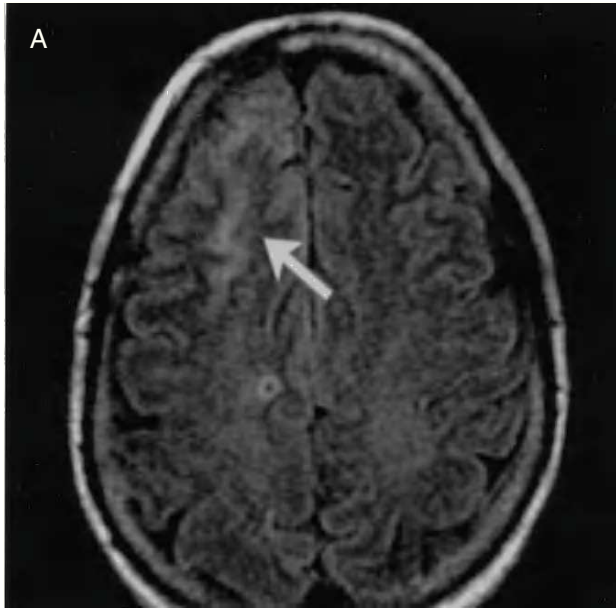
zación de actividades habituales. Sólo 5 presentaban secuelas motoras (leve monohemiparesia).

En las primeras 48 h, se realizó un primer estudio de neuroimagen con TC craneal en 50 pacientes. Sólo un estudio mostró hemorragia cerebral, a pesar del potencial riesgo que todos los pacientes sufren por precisar anticoagulación a dosis altas durante el procedimiento quirúrgico y la coagulopatía secundaria al uso de un circuito extracorpóreo. Destaca que, en este estudio inicial, en 35 (70%) pacientes no se observaron hallazgos relevantes que pudieran justificar la clínica. De éstos, en 23 pacientes persistió la clínica neurológica más de 24 h y se realizó un segundo estudio de control para buscar posibles lesiones isquémicas (a los 7-10 días, bien en UCI o planta de hospitalización): 5 estudios demostraron regiones isquémicas coherentes con la clínica; en los 18 restantes, la TC no presentó hallazgos, por lo que también se realizó una RMC. De este último grupo de pacientes, 11 presentaron déficit motor focal; en todos los pacientes, excepto en uno (que clínicamente sólo presentó una disfasia mixta transitoria), en la RMC encontramos áreas de infarto agudo o subagudo en diferentes localizaciones, fundamentalmente de pequeño tamaño, en distribución periférica, en territorios frontera, que podrían justificar los hallazgos clínicos (tabla 1). Estas imágenes aparecen hiperintensas en las imágenes de las secuencias T2 y secuencia FLAIR (secuencia de supresión de líquido cefalorraquídeo). También se realizó RMC en 4 pacientes con encefalopatía leve-moderada y sin hallazgos radiológicos en la TC; de éstos, 1 estudio no mostró alteraciones significativas, pero en los otros 3 se observaron lesiones similares a las descritas previamente en los pacientes con ictus, mostrando lesiones hiperintensas sugerentes de infartos agudos o subagudos. Por último, se realizó RMC en 3 pacientes con una clínica de encefalopatía severa y coma superior a 48 h; en ellos se objetivaron áreas múltiples de infarto a nivel cortical, que aparecieron como una hiperinten-

**TABLA 1. Región anatómica con lesión isquémica aguda en resonancia magnética cerebral en los pacientes con ictus**

Caso	Presentación clínica	Babinski	Lesión focal en RMC
1	Paresia izquierda. Despertar prolongado	Positivo	Pre-rolándico derecho
2	Hemiplejía izquierda. Agitación	Positivo	Silvio derecho: ACM derecha
3	Paresia izquierda. Agitación	Positivo	Pre-rolándico derecho
4	Hemiparesia derecha. Afasia	Positivo	Silvio izquierdo: ACM izquierda
5	Hemiparesia derecha. Afasia	Positivo	Parietooccipital izquierdo
6	Hemiparesia izquierda. Agitación	Positivo	Frontoparietal derecho: ACM-ACA
7	Disfasia	No	Sin lesión
8	Hemiplejía izquierda. Despertar prolongado	Positivo	Frontoparietal derecho: ACM-ACA
9	Paresia izquierda	Positivo	Silvio derecho: ACM derecha
10	Hemiparesia derecha. Afasia. Despertar prolongado	Positivo	Frontoparietal izquierdo
11	Hemiplejía izquierda	Positivo	Putamen derecho (unión cápsula interna derecha)

ACA: arteria cerebral anterior; ACM: arteria cerebral media; RMC: resonancia magnética cerebral.

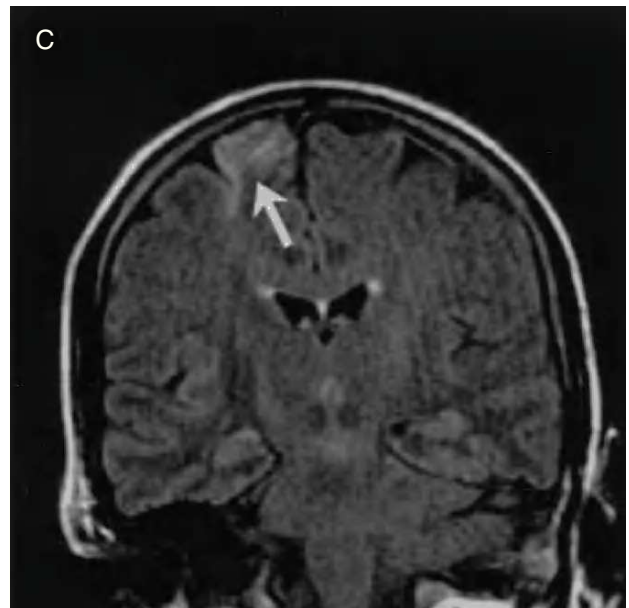


**Fig. 3.** Paciente sometido a sustitución valvular aórtica. Hemiparesia izquierda y disminución del nivel de conciencia. Dos tomografías computarizadas craneales sin hallazgos. En la resonancia magnética cerebral se observa una lesión hiperintensa en región frontoparietal derecha en las secuencias T2 y FLAIR.

idad cortical global, con edema en las circunvoluciones. En las figuras 3 y 4 se presentan ejemplos de RMC en ictus posquirúrgicos, con TC de cráneo sin hallazgos patológicos. En la figura 5 se observa la RMC de un paciente con despertar prolongado y posterior afectación del nivel de conciencia durante aproximadamente 36 h y TC craneal sin hallazgos.

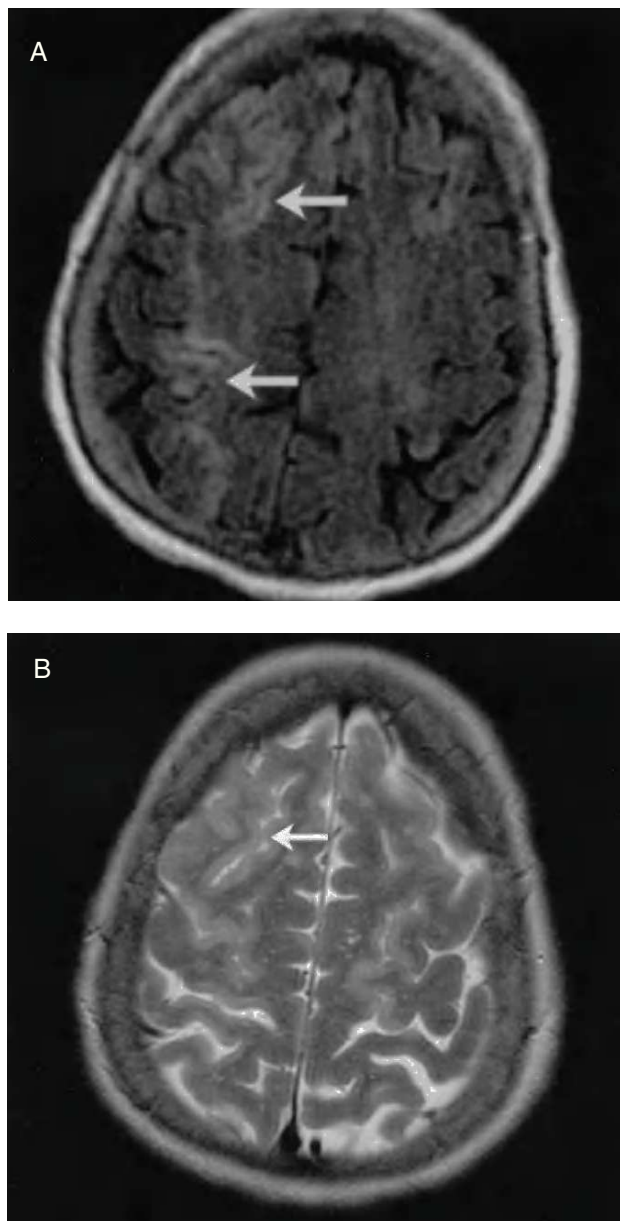
## DISCUSIÓN

En el postoperatorio inmediato de la cirugía cardíaca podemos observar diferentes tipos de lesión o disfunción del sistema nervioso central. La incidencia en los diferentes trabajos varía desde el 7 al 61% en los déficit neurológicos transitorios y entre el 1,6 y el 23% en los déficit permanentes<sup>3,10</sup>, dependiendo del tipo de estudio (prospectivo o retrospectivo), de las definiciones, las pruebas complementarias utilizadas y las variables analizadas<sup>8</sup>. El desarrollo etiopatogénico y la evolución clínica de estas lesiones no son bien comprendidos por los clínicos. En los estudios realizados, el infarto cerebral o ictus isquémico parece ser secundario a pequeñas embolias procedentes de las cámaras cardíacas, del circuito de *bypass* cardiopulmonar o bien partículas de las placas ateromatosas del arco aórtico. Este material embólico, combinado con la disminución del fenómeno de «lavado» por la hipoperfusión cerebral, puede conducir a las lesiones isquémicas, fundamentalmente de distribución periférica en los territorios arteriales frontera<sup>11,12</sup>. En el 25-65% de los casos, las lesiones pueden ser bilaterales<sup>13</sup>. Otros meca-

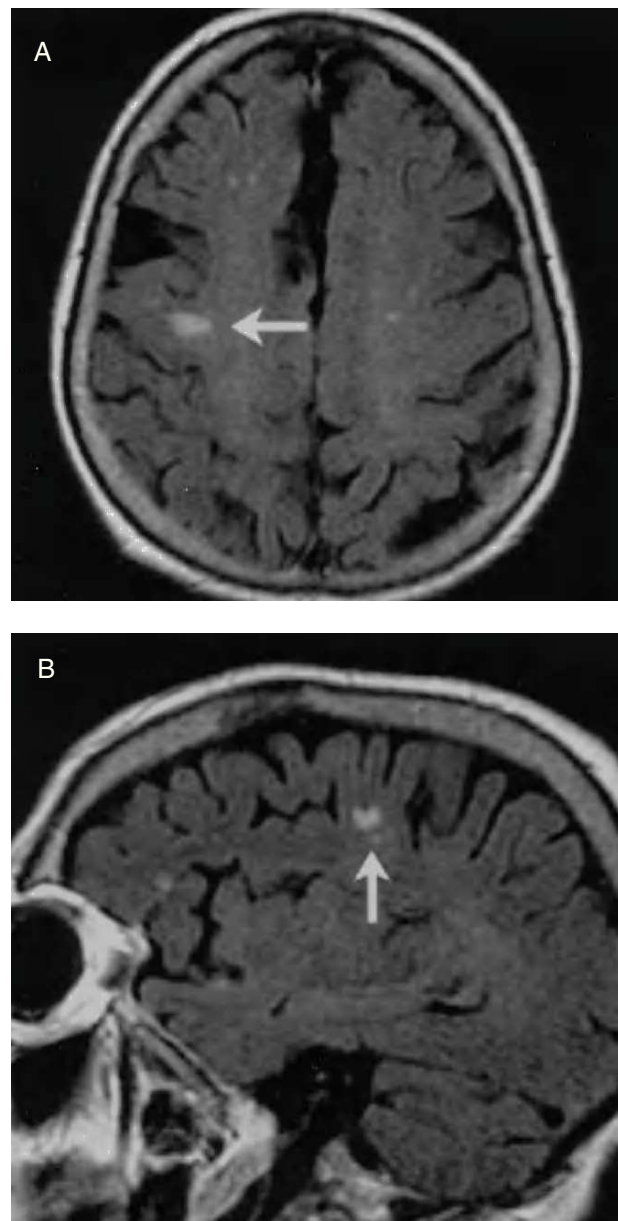


nismos postulados para explicar la disfunción cerebral incluyen el desarrollo de edema cerebral posquirúrgico, la activación de la cascada inflamatoria<sup>14</sup> y las microembolias aéreas o de partículas lipídicas. Moody et al<sup>15</sup> observaron dilataciones de arteriolas y capilares cerebrales tras la cirugía de *bypass* y manifestaron que éstas se debían a émbolos microscópicos de composición no bien conocida. Por otro lado, en el desarrollo de la encefalopatía y el delirio posquirúrgicos, se han descrito factores que pueden contribuir, entre ellos: los efectos adversos de los fármacos anestésicos, la hipotensión, las lesiones isquémicas y la hipoperfusión, las alteraciones metabólicas, etc.

Hasta la actualidad, los estudios de neuroimagen han aportado poco al entendimiento de la patogénesis



**Fig. 4.** Paciente con sustitución valvular mitral. Hemiparesia izquierda. Tomografía computarizada craneal sin hallazgos. En la resonancia magnética cerebral se observan lesiones hiperintensas en región frontoparietal derecha en las secuencias T2 y FLAIR.



**Fig. 5.** Sustitución valvular aórtica y revascularización coronaria. Despertar prolongado y posterior afectación del nivel de conciencia durante aproximadamente 36 h y tomografía computarizada craneal sin hallazgos. En la resonancia magnética cerebral se observa una pequeña lesión de bordes definidos en región parietal derecha.

y evolución de las lesiones neurológicas poscirugía cardíaca. En los casos con ictus muy evidentes, la TC muestra lesiones isquémicas relacionadas con un territorio arterial, lo que sugiere un fenómeno embólico. En el estudio de Salazar et al<sup>16</sup>, se encuentran hallazgos en la TC craneal en el 72% de los casos de ictus, pero en muchas ocasiones la TC no muestra hallazgos radiológicos en pacientes que presentan clínica de mono o hemiparesia, o afectaciones de diverso grado del nivel de conciencia. En la actualidad, la RMC puede proporcionar una mayor resolución anatómica, con mayor sensibilidad para las lesiones isquémicas pe-

queñas, además de ser una técnica exenta de radiaciones ionizantes. Usando técnicas convencionales de RMC se han encontrado nuevas lesiones isquémicas hasta en un tercio de los pacientes cuando se realiza RMC pre y poscirugía cardíaca<sup>17</sup>. Además, los estudios de RMC difusión permiten la demostración de las lesiones isquémicas desde fases muy precoces y permiten diferenciar la isquemia aguda de la crónica<sup>18</sup>. Sellman et al<sup>19</sup> estudiaron a 29 pacientes antes y después de realizar una revascularización coronaria. Destacan que en el estudio prequirúrgico, el 59% de los pacientes tienen focos hiperintensos en la sustancia

blanca en T2, que se relacionaron con la edad y no se modificaron en el postoperatorio. Como nuevos hallazgos, en el postoperatorio inmediato encontraron 2 infartos cerebrales. Toner et al<sup>20</sup> describieron a 4 (27%) pacientes con lesiones en la RMC una semana poscirugía, que relacionaron con los déficit neuropsicológicos, y concluyeron que existía una concordancia entre los cambios estructurales cerebrales y la función cerebral poscirugía. Vanninen et al<sup>21</sup> estudiaron los resultados de la RMC realizada antes y después de la cirugía de revascularización en 38 pacientes y compararon los resultados con un grupo de 20 pacientes control, intervenidos de cirugía vascular. La RMC postoperatoria reveló lesiones isquémicas pequeñas de nueva aparición en 8 pacientes en el grupo de cirugía cardíaca, mientras que no apareció ninguna lesión en el grupo control. Khon<sup>22</sup> también encontró nuevas lesiones focales en la RMC en el postoperatorio de revascularización, que se correlacionaron con los hallazgos clínicos.

Basados en la escasa experiencia publicada en la literatura médica y con la hipótesis de que se pueden demostrar cambios cerebrales estructurales poscirugía (aunque no sean lo suficientemente evidentes como para diagnosticarlos con TC) que expliquen la disfunción cerebral y la evolución clínica de estos pacientes, seleccionamos a un grupo de pacientes con deterioro neurológico y, además, TC craneal sin hallazgos que lo justifiquen. En este grupo de pacientes, 16 de los 18 estudios con RMC presentaron hallazgos isquémicos patológicos que se correlacionaron con la clínica. Lo más significativo ha sido la demostración de lesiones isquémicas no sólo en los pacientes que presentaron clínica de déficit motor focal, sino también en 3 de 4 con encefalopatía leve-moderada, de manera que es destacable la presencia de lesión estructural en estas situaciones, por lo que no sólo se explica la situación clínica por la repercusión funcional derivada del acto quirúrgico. El tamaño y la distribución de estas lesiones postoperatorias sugieren como mecanismo patogénico pequeñas embolias en territorios arteriales cerebrales distales. De forma similar a lo descrito en la literatura médica, encontramos lesiones previas en un alto porcentaje de los casos, probablemente relacionadas con la edad y los factores de riesgo cardiovascular, que afectan a los vasos cerebrales.

A diferencia de lo expuesto, hay trabajos con RMC que han fracasado en demostrar la lesión cerebral causante de la encefalopatía poscirugía, como los trabajos con escaso número de enfermos realizados por Schmidt et al<sup>23</sup> y Simonson et al<sup>24</sup>.

Los estudios con RMC de difusión presentan mayor sensibilidad para detectar de manera temprana los cambios isquémicos agudos de los tejidos<sup>18,25,26</sup>. Wityk et al<sup>27</sup> encontraron imágenes de infarto agudo en 10 de 14 pacientes postoperados cardíacos (mientras que sólo se encontraron hallazgos en 5 con la TC craneal).

Recientemente, Bendszus et al<sup>28</sup> publicaron nuevos infartos en el 26% de los estudios con RMC de difusión realizados precozmente en 35 pacientes posrevascularización miocárdica. En cambio, Anderson et al<sup>29</sup> no encontraron cambios isquémicos focales en ninguno de los 17 pacientes estudiados tras revascularización, aunque sí objetivaron cambios consistentes con aumento de agua cerebral extracelular.

La importancia de nuestros hallazgos radica en la demostración de lesiones cerebrales isquémicas que ayudan al clínico que maneja a estos enfermos a comprender el desarrollo y la evolución de estas complicaciones; además, esto puede beneficiar a la elaboración de medidas de prevención. No obstante, somos conscientes de las limitaciones del trabajo, fundamentalmente de la necesidad de incrementar el número de pacientes estudiados, a ser posible incluyendo la colaboración de otros centros y el seguimiento a más largo plazo. Aunque en nuestros pacientes no disponemos de estudios con RMC difusión, las lesiones isquémicas con la RMC convencional, en las secuencias realizadas, han sido evidentes y, además, se relacionaron con los hallazgos clínicos, a pesar de no ser visibles en los estudios de TC. Por otra parte, la única ventaja es la antelación en la detección de las lesiones isquémicas, lo que consideramos no es imprescindible. En la mayoría de los casos, el traslado a realizar una prueba de imagen prolongada en los primeros momentos poscirugía conlleva un riesgo importante y los posibles hallazgos no se siguen de un cambio en la actitud terapéutica inmediata.

En definitiva, en nuestra serie, y de manera similar a lo publicado, observamos que las CN en el postoperatorio de cirugía cardíaca se presentan con una incidencia relativamente alta, con una mayor frecuencia en los pacientes sometidos a sustitución valvular o de aorta. Destaca la escasa frecuencia de los procesos hemorrágicos intracraneales. La TC craneal puede no presentar hallazgos patológicos en un alto porcentaje de casos. Así, en pacientes seleccionados, la RMC en las secuencias analizadas es más sensible y puede aportar hallazgos de interés, mostrando áreas isquémicas que ayudan a comprender la etiopatogenia, la fisiopatología, la clínica y la evolución de estos déficit neurológicos. Sólo entendiendo la etiopatogenia se podrán diseñar maniobras preventivas eficaces.

En cualquier caso, los estudios de disfunción neurológica tras cirugía cardíaca vienen limitados por la dificultad en conseguir series amplias y homogéneas para consolidar resultados, la dificultad para definir los eventos y cuantificar la encefalopatía y los deterioros cognitivos, la diferencia de resultados en la aplicación de las técnicas diagnósticas y la valoración de las posibles intervenciones preventivas (técnicas o farmacológicas) de las CN. Sería beneficioso conseguir una definición estandarizada de los eventos, un manejo diagnóstico sistematizado y el desarrollo de estudios

multicéntricos que conlleven un elevado número de pacientes, para preparar estrategias preventivas eficaces.

## BIBLIOGRAFÍA

- Shaw PJ, Bates D, Cartledge N. Early neurological complications of coronary artery bypass surgery. *Br Med J*. 1985;391:1384-7.
- Roach G, Kanchuger M, Mangano CM, Newman M, Nussmeier N, Wolman, et al. Adverse outcomes after coronary bypass surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group and the Ischemia Research and Education Foundation Investigators. *N Engl J Med*. 1996;335:1857-63.
- Llinas R, Barbut D, Caplan LR. Neurologic complications of cardiac surgery. *Prog Cardiovas Dis*. 2000;43:101-12.
- Barbut D, Caplan LR. Brain complications of cardiac surgery. *Curr Probl Cardiol*. 1994;25:1393-9.
- Bucerius J, Gummert JF, Borger MA, Walther T, Doll N, Onnasch JF, et al. Stroke after cardiac surgery; a risk factor analysis of 16184 consecutive patients. *Ann Thorac Surg*. 2003;75:472-8.
- Stamou SC, Hill PC, Dangas G, Pfister AJ, Boyce SW, Dullum MKC, et al. Stroke After Coronary Artery Bypass: Incidence, Predictors, and Clinical Outcome • Editorial Comment: Incidence, Predictors, and Clinical Outcome. *Stroke*. 2001;32:1508-13.
- Breuer AC, Furlan AJ, Hanson MR, Lederman RJ, Loop FD, Cosgrove DM, et al. Central nervous system complications of coronary artery bypass graft surgery: prospective analysis of 421 patients. *Stroke*. 1983;14:682-7.
- Baker RA, Andrew MJ, Knight JL. Evaluation of neurologic assessment and outcomes in cardiac surgical patients. *Sem Thorac Cardiovas Surg*. 2001;13:149-57.
- Hartnell GG, Spence L, Hughes LA, Cohen MC, Saouaf R, Buff B. Safety of MR imaging in patients who have retained metallic materials after cardiac surgery. *AJR Am J Roentgenol*. 1997;168:1157-9.
- Engelman R. The neurologic complications of cardiac surgery: Introduction. *Sem Thorac Cardiovasc Surg*. 2001;13:147-8.
- Caplan LR, Hennerici M. Impaired clearance of emboli (washout) is an important link between hypoperfusion, embolism, and ischemic stroke. *Arch Neurol*. 1998;55:1475-82.
- Libman R, Wirkowski E, Neystat M, Barr W, Gelb S, Graver M, et al. Stroke associated with cardiac surgery. Determinants, timing and stroke subtypes. *Arch Neurol*. 1996;54:83-7.
- Caplan LR, Hurst JW, Chimowitz M. *Clinical neurocardiology*. New York: Marcel Dekker; 1999. p. 226-57.
- Harris DN, Oatridge A, Dob D, Smith PL, Taylor KM, Bydder GM. Cerebral swelling after normothermic cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology*. 1998;88:340-5.
- Moody DM, Bell MA, Challa VR, Johnston WE, Prough DS. Brain microembolism during cardiac surgery or aortography. *Ann Neurol*. 1990;28:477-86.
- Salazar JD, Witik RJ, Grega MA, Borowicz LM, Doty JR, Petrowski JA, et al. Stroke after cardiac surgery: short and long term outcomes. *Ann Thorac Surg*. 2001;72:1195-202.
- Wityk RJ, Restrepo L. Cardiac surgery and magnetic resonance imaging of the brain. *Arch Neurol*. 2002;59:1074-6.
- Welch KMA, Nagesh V. Magnetic resonance assesment of acute and chronic stroke. *Prog Cardiovas Dis*. 2000;43:113-34.
- Sellman M, Hindmarsh T, Ivert T, Semb BK. Magnetic resonance imaging of the brain before and after open heart operations. *Ann Thorac Surg*. 1992;53:807-12.
- Toner I, Peden CJ, Hamid SK, Newman S, Taylor KM, Smith PLC. Magnetic resonance imaging and neuropsychological changes after coronary artery bypass graft surgery: preliminary findings. *J Neurosurg Anesthesiol*. 1994;6:163-9.
- Vanninen R, Aikia M, Kononen M, Partanen K, Tulla H, Hartikainen P, et al. Subclinical cerebral complications after coronary artery bypass grafting: prospective analysis with magnetic resonance imaging, quantitative electroencephalography, and neuropsychological assessment. *Arch Neurol*. 1998;55:618-27.
- Kohn A. Magnetic resonance imaging registration and quantitation of the brain before and after coronary artery bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg*. 2002;73:S363-5.
- Schmidt R, Fazekas F, Offenbacher H, Machler H, Freidl W, Payer F, et al. Brain magnetic resonance imaging in coronary artery bypass grafts: a pre- and postoperative assessment. *Neurology*. 1993;43:775-8.
- Simonson TM, Yuh WT, Hindman BJ, Embrey RP, Halloran JJ, Behrendt DM. Contrast MR of the brain after high-perfusion cardiopulmonary bypass. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1994;15:3-7.
- Baird AE, Benfield A, Schlaug G, Siewert B, Lovblad KO, Edelman RR, et al. Enlargement of human cerebral ischemic lesion volumes measured by diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *Ann Neurol*. 1997;41:581-9.
- Beauchamp NJ, Bryan RN. Acute cerebral ischemic infarction: a pathophysiologic review and radiologic perspective. *AJR Am J Roentgenol*. 1998;171:73-84.
- Wityk RJ, Goldsborough MA, Hillis A, Beauchamp N, Barker PB, Borowicz LM, et al. Diffusion- and perfusion- weighted brain magnetic resonance imaging in patients with neurologic complications after cardiac surgery. *Arch Neurol*. 2001;58:571-6.
- Bendszus M, Reents W, Franke D, Müllges W, Babin-Ebell J, Kolzenburg M, et al. Brain damage after coronary artery bypass grafting. *Arch Neurol*. 2002;59:1090-5.
- Anderson RE, Li TQ, Hindmarsh T, Settergren G, Vaage J. Increased extracellular brain water after coronary artery bypass grafting is avoided by off-pump surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 1999;13:698-702.