

ORIGINAL

Resonancia magnética cerebral sin anestesia en niños menores de 3 meses



P. Caro-Domínguez^{a,*}, J.J. Sánchez-Garduño^a, M. Martínez-Moya^a,
M. Fajardo-Cascos^a, F. Galván-Banqueri^a, C. Hernández-Herrera^a y A. Pavón-Delgado^b

^a Unidad de Radiología Pediátrica, Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

^b Unidad de Neonatología, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

Recibido el 24 de mayo de 2020; aceptado el 28 de julio de 2020

Disponible en Internet el 14 de octubre de 2020

PALABRAS CLAVE

Resonancia
magnética;
Neonatos;
Craneal;
Cerebral;
Anestesia general

Resumen

Introducción: El uso de anestesia general en niños pequeños conlleva riesgos, a corto y largo plazo. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de la técnica de resonancia magnética (RM) cerebral sin anestesia mediante fijación con colchón en niños menores de 3 meses.

Pacientes y métodos: Estudio prospectivo de casos y controles realizado en el año 2019. Los casos fueron pacientes menores de 3 meses con indicación de RM craneal, estables y sin soporte ventilatorio; las resonancias se realizaron usando la técnica de dar de comer y dormir y un colchón inmovilizador. Los controles fueron pacientes de la misma edad y sexo, inestables clínicamente, derivados para realizar RM craneal con anestesia general. Tres radiólogos pediátricos evaluaron el éxito de la RM (si respondía a la pregunta clínica), si era necesario repetirla y calificaron la presencia de artefactos de movimiento en una escala del 1 al 4.

Resultados: 47 casos fueron incluidos en este estudio (28 niños, 19 niñas; media: 31 días de vida), de los cuales (89%) 42 RM fueron llevadas a cabo de manera exitosa. Los estudios realizados de manera ambulatoria se asociaron a mayor posibilidad de fallo de la técnica que los realizados a ingresados (valor de p 0,02). El 60% de las RM de los casos realizados tuvieron calidad óptima y el 30%, subóptima (artefacto de movimiento en una o dos secuencias). No se detectaron problemas de seguridad con esta técnica. La media de duración de los estudios fue de 16,6 minutos (rango 6-30 minutos). El 100% de las RM de los controles bajo anestesia general se llevaron a cabo con éxito, con una calidad óptima en el 89% y subóptima en el 11% restante. En el primer año de experiencia con esta técnica, de 47 RM realizadas, se evitó el uso de anestesia general a 42 recién nacidos.

Conclusión: La técnica de dar de comer y dormir y fijación con colchón neumático para realizar RM sin anestesia puede realizarse de forma eficaz y segura en niños menores de 3 meses.

© 2020 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: pablocaro82@hotmail.com (P. Caro-Domínguez).

KEYWORDS

Magnetic resonance imaging;
Neonates;
Head;
Brain;
General anesthesia

Brain MRI without anesthesia in children less than 3 months old**Abstract**

Introduction: The use of general anesthesia in infants involves both short-term and long-term risks. The aim of this study is to evaluate the efficacy of brain MRI without anesthesia in infants younger than 3-month-old immobilized with a pillow.

Patients and methods: This prospective case-control study was done in 2019. Cases were stable patients less than 3 months old who did not require ventilatory support for whom brain MRI was indicated. Patients were fed so they would fall asleep and placed in the scanner with an immobilizing pillow. Controls were clinically unstable patients matched for age and sex referred for brain MRI under general anesthesia. Three pediatric radiologists evaluated the success of the MRI study (whether it answered the clinical question), recorded whether it was necessary to repeat the study, and rated the presence of motion artifacts on a scale ranging from 1 to 4. **Results:** A total of 47 cases were included (28 boys and 19 girls; mean age, 31 days). Of these, 42 (89%) MRI studies were considered successful. The proportion of successful MRI studies was lower in outpatients than in inpatients ($p=0.02$). The quality of MRI in cases was considered optimal in 60% and suboptimal (motion artifacts in one or two sequences) in 30%. No safety issues related with the technique were detected. The mean duration of the studies was 16.6 minutes (range, 6-30 minutes). All of the MRI studies in controls were considered successful; quality was considered optimal in 89% and suboptimal in 11%. In the first year in which we used this technique, we avoided the use of general anesthesia in 47 MRI studies in 42 newborns.

Conclusion: Brain MRI using the feed and sleep technique in infants younger than 3-month-old immobilized with a pillow can be done safely and efficaciously without general anesthesia.

© 2020 SERAM. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La resonancia magnética (RM) craneal es la técnica de imagen más sensible para la detección de isquemia, hemorragia y malformaciones del sistema nervioso central en niños menores de un año¹. La RM requiere que el paciente este inmóvil durante un periodo entre 15 y 45 minutos, por lo que tradicionalmente se ha realizado con anestesia general. El uso de anestesia general se asocia a riesgos inmediatos por posible depresión de la vía aérea o anafilaxia^{2,3}, y en los primeros años de vida también ha sido relacionado con una mayor tasa de retraso del desarrollo, problemas en el aprendizaje y trastornos de atención^{4,5}. Esta relación entre neurotoxicidad y anestesia general en niños pequeños es muy debatida⁶⁻⁹, pero siguiendo el principio ALARA, hay un consenso general en que es aconsejable evitar el uso de la anestesia general todo lo posible en niños menores a 3 años⁶⁻⁹. Varios estudios han mostrado la utilidad de la técnica de "dar de comer y dormir" y/o fijación con colchón neumático para reducir el número de estudios de RM que precisan anestesia general¹⁰⁻¹⁴. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia y seguridad de esta técnica para realizar RM craneal en niños menores de 3 meses en nuestro centro y detectar los factores que se asociaban a fallo de la técnica.

Pacientes y métodos

Estudio prospectivo de casos y controles realizado durante el año 2019. Este estudio no necesitó aprobación por un comité ético ni consentimiento informado a los padres/tutores

legales, al ser estudios necesarios para el manejo clínico de los pacientes. Se usó un diseño de casos y controles para comprobar que la calidad técnica de los estudios incluidos como casos era adecuada cuando se comparaba con controles de la misma edad, realizados con anestesia general. Los pacientes incluidos como casos en este estudio fueron derivados a la unidad de radiología pediátrica para la realización de una RM craneal, estables clínicamente y sin problemas de la vía aérea. En la petición de estos estudios de RM se indicó el deseo de que se realizaran sin anestesia con el método del "colchón". Los controles fueron pacientes, de similar edad y sexo, inestables clínicamente, a los que se les solicitó RM craneal bajo anestesia general. Los neonatólogos decidieron de forma independiente la indicación de realizar RM y si los pacientes necesitaban (controles) o no (casos) anestesia general para los estudios de RM según el estado clínico de los niños.

La técnica de dar de comer y dormir y fijación con colchón neumático requirió un ayuno de aproximadamente 2-3 horas antes de la RM. Enfermeros y técnicos de radiología con experiencia en pacientes pediátricos realizaron todos los procedimientos. Un médico (neonatólogo o residente de pediatría) y un enfermero de neonatología también estuvieron presentes cuando los pacientes estaban ingresados en la unidad de neonatología o en cuidados intensivos neonatales. Los pacientes ingresados hicieron la toma en el servicio de neonatología y los pacientes ambulatorios en el servicio de radiología. Las luces y el ruido fueron reducidos al mínimo en la sala de preparación y en la sala de RM. Tras la toma, para aislarlos acústica y visualmente se les puso tapones en los oídos (fabricados por nuestro personal de enfermería con



Figura 1 Dos recién nacidos a los que se les realizó la técnica de dar de comer y dormir y fijación con colchón. En la imagen 1 a se observa al bebé envuelto en una manta y dentro del colchón inmovilizador. El mecanismo para sacar el aire de su interior se observa en la esquina superior derecha. El pulsioxímetro está junto al pie derecho del bebé. Hay protección ocular que lo aísla de estímulos visuales. En la imagen 1 b se observa cómo otro recién nacido es colocado en la mesa de resonancia magnética con la cabeza dentro de la antena de cráneo.

algodón), los cascos de la RM y un antifaz como el que se utiliza durante la fototerapia. Se les dejó el chupete si el bebé lo quería y lo tranquilizaba.

La frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno fueron monitorizadas durante todo el estudio con un pulsioxímetro compatible con la RM que se colocó en el pie del niño. El movimiento diafragmático también fue monitorizado con un detector compatible con la RM. Finalmente, se envolvió al bebé en una manta y se le colocó en el colchón (Vakuum-Kissen, Schmidt, Garbsen, Alemania) del que se evacuó el aire, conectando un sistema de succión al dispositivo dispuesto para tal fin en uno de los laterales del colchón (fig. 1 a). Los padres/personal de enfermería acunaron en sus brazos a los bebés después de comer durante un periodo entre 10 y 15 minutos en una sala a oscuras. Tras ese periodo, se llevó al paciente a la sala de RM y se le colocó sobre la mesa de RM con la cabeza dentro de la antena (fig. 1 b). Los padres pudieron acompañar a los niños dentro de la sala de RM si lo deseaban.

Al finalizar el estudio se dejó entrar aire en el colchón, que perdió su rigidez, y el niño fue trasladado a la planta de neonatología o se quedó en la unidad de radiología hasta que tomó la primera toma. Contraindicaciones para esta técnica fueron inestabilidad clínica, niños con problemas para la alimentación o con riesgo de compromiso respiratorio.

Todos los estudios se realizaron en una RM 1.5 Tesla (Philips Ingenia, Países Bajos). Las secuencias empleadas fueron axial difusión (valores b0 y b1000), axial T2 Fast Field Echo (FFE), sagital T1 3D, axial T2 y coronal T2, en este orden. Algunas secuencias adicionales según la patología de los pacientes incluyeron axial T2 FLAIR, angiografías *time of flight* sin contraste, sagital T2 3D y secuencias T1 3D tras la administración de contraste. Los controles fueron realizados bajo la supervisión de un anestesista que utilizó sevoflurano inhalado, administrado a través de una mascarilla, sin necesidad de intubación.

Se revisaron los hallazgos de imagen y demográficos, incluyendo sexo, edad, indicación del estudio, número de secuencias, tiempo de estudio e incidencias durante el estudio. Tres radiólogos pediátricos con 7, 12 y 15 años de experiencia en la interpretación de estudios de RM cerebral pediátrica evaluaron independientemente si la RM respondía a la pregunta clínica (éxito de la prueba), la necesidad de repetir el estudio, y clasificaron en una escala del 1 al 4 la calidad de la imagen (óptima, subóptima, pobre, muy pobre). En los estudios de calidad óptima no se apreciaba artefacto de movimiento; en los de calidad subóptima se veía artefacto de movimiento en 1 o 2 secuencias; en los de calidad pobre había artefactos de movimientos en casi todas las secuencias, y en los estudios de calidad muy pobre el artefacto de movimiento hacía el estudio invalorable. Se compararon las características de los estudios que fallaron con aquellos en los que la técnica fue exitosa, para identificar factores que pronostiquen posible fallo de la técnica.

Todos los grupos de datos por parejas fueron analizados usando la prueba de la *t* de Student para dos colas, dependiente o independiente, según fuera apropiado. La prueba exacta de Fisher se utilizó para comparar variables nominales entre los grupos en los que técnica funcionó y falló. Para el análisis estadístico se usó Prism 8 (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, EE. UU.). Un valor de *p* menor de 0,05 fue considerado estadísticamente significativo.

Resultados

Cuarenta y siete pacientes cuyas RM fueron realizadas con la técnica de dar de comer y dormir y colchón neumático fueron incluidos en este estudio (19 niñas, 28 niños, mediana 21 días de vida, rango intercuartílico 10 a 45 días). Trece pacientes eran prematuros y treinta y cuatro, nacidos a término. Las indicaciones de los estudios de los casos y

Tabla 1 Características clínicas de 47 casos a los que se realizó resonancia magnética (RM) craneal con la técnica de comer y dormir y fijación con colchón y 47 controles a los que se realizó RM craneal bajo anestesia general

Características	Casos (n = 47)	Controles (n = 47)
Niñas/niños	19 (40%)/28 (60%)	19 (40%)/28 (60%)
Edad (días)	Mediana: 21 Rango intercuartílico: 10-45	Mediana: 21 Rango intercuartílico: 11-44
Edad gestacional	< 37 semanas, n = 13 ≥ 37 semanas, n = 34	< 37 semanas, n = 7 ≥ 37 semanas, n = 40
Ingresado	N = 38	N = 39
Ambulatorio	N = 9	N = 8
Indicaciones	Asfixia, n = 20 Sangrado intracraneal, n = 10 Crisis comiciales, n = 5 Infección perinatal, n = 3 Hipotonía, n = 2 Hipertonía/hiperreflexia, n = 2 Quiste intracraneal, n = 1 Hipoglucemia, n = 1 Deshidratación, n = 1 Apneas, n = 1 Hematoma subgaleal, n = 1	Asfixia, n = 14 Sangrado intracraneal, n = 4 Crisis comiciales, n = 6 Infección perinatal, n = 3 Hidrocefalia, n = 6 Poscirugía cardíaca, n = 4 Quiste intracraneal, n = 2 Disminución de conciencia, n = 2 Síndrome polimalformativo, n = 2 Síndrome de Horner, n = 1 Manchas en cuero cabelludo, n = 1 Tumor intracraneal, n = 1

controles están incluidas en la [tabla 1](#). Treinta y ocho pacientes estaban ingresados en el servicio de neonatología a la hora del estudio. Cuarenta y siete pacientes cuyas RM fueron realizadas con anestesia general se usaron como controles (19 niñas, 28 niños, mediana 21 días de vida, rango intercuartílico 11 a 44 días). Siete controles fueron prematuros y treinta y nueve estaban ingresados en neonatología el día del estudio.

Tabla 2 Evaluación de las resonancias magnéticas (RM) craneales de los 47 casos y 47 controles por tres radiólogos pediátricos con 7, 12 y 15 años de experiencia interpretando RM craneal infantil

Casos n = 47	Controles n = 47
¿Responde la RM la pregunta clínica?	
Sí, n = 42	Sí, n = 47
No, n = 2	No, n = 0
No realizada, n = 3	
¿Hay que repetir la RM?	
Sí, n = 5	Sí, n = 0
No, n = 42	No, n = 47
Calidad de la RM	
Óptima, n = 28	Óptima, n = 42
Subóptima, n = 14	Subóptima, n = 5
Pobre, n = 1	Pobre, n = 0
Muy pobre, n = 1	Muy pobre, n = 0
No realizada, n = 3	

Óptima: no hay artefacto de movimiento; subóptima: artefacto en 1 o 2 secuencias; pobre: artefacto en casi todas las secuencias; muy pobre: estudio invalorable; no realizada: el paciente no llegó a dormirse para realizar la prueba.

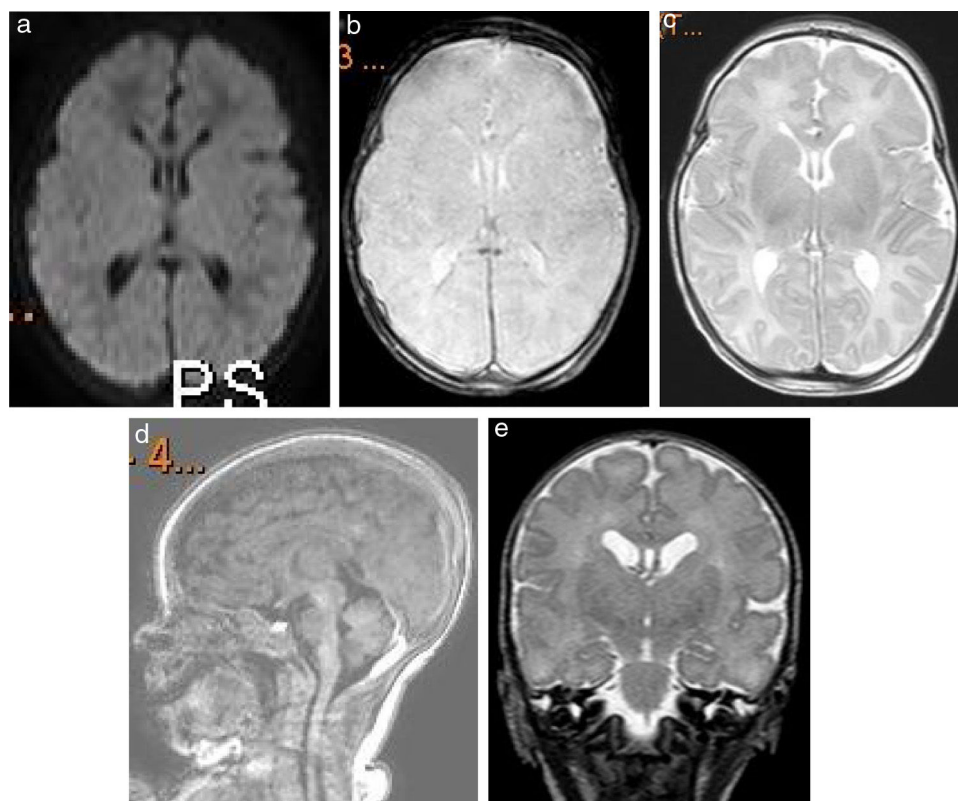
La [tabla 2](#) resume la evaluación independiente, por tres radiólogos pediátricos, de la calidad de las RM de los casos y controles. En el grupo de casos, 42 (89%) RM usando la técnica de dar de comer y dormir y fijación con colchón fueron llevadas a cabo de manera exitosa, respondiendo a la pregunta clínica. Tres RM no se pudieron realizar y dos se obtuvieron, pero eran de insuficiente calidad para el diagnóstico. Estas 5 RM necesitaron repetirse con anestesia general. La [tabla 3](#) compara los estudios que fueron exitosos usando esta técnica y los que fallaron. De los 5 casos que fallaron, cuatro se hicieron de forma ambulatoria y hubo una relación estadísticamente significativa entre fallo de la técnica y paciente ambulatorio (valor de p 0,02). Los pacientes en los que falló la técnica tuvieron una media de edad mayor que aquellos en los que funcionó (28,2 vs. 59,8 días de vida) sin alcanzar significación estadística (valor de p 0,20).

El 60% de los casos fueron de calidad óptima, sin ningún artefacto de movimiento; el 30% fueron de calidad subóptima, con artefacto de movimiento en 1 o 2 secuencias; el 6% no se pudo realizar, y el 4% presentó artefactos de movimientos en múltiples secuencias, lo que hizo el estudio invalorable. Ejemplos de RM de calidad óptima y muy pobre se muestran en las [figuras 2 y 3](#), respectivamente. En 10 (21%) estudios hubo que repetir alguna secuencia por artefactos de movimiento. En los restantes, el niño se movía, lo que impidió continuar con el estudio. La media de duración de las RM (desde la primera a la última secuencia) fue de 16,6 minutos (rango 6-34 minutos).

El 100% de los controles que se realizaron con anestesia general fueron de calidad diagnóstica, sin necesidad de repetir ningún estudio. El 89% de los casos fueron de calidad óptima, mientras que el 11% fueron subóptimos con artefacto de movimiento en 1 o 2 secuencias (el radiólogo responsable decidió no repetirlas, dado que en su conjunto el estudio era de buena calidad y se priorizó acortar tiempo

Tabla 3 Comparación de los casos en los que la técnica de comer y dormir y fijación con colchón funcionó con los casos en los que falló

	RM con colchón exitosa N = 42	RM con colchón fallida N = 5	Valor de p
Edad (días)	28,2	59,8	0,20
Niños/niñas	26/16	2/3	0,43
Ingresados/ambulatorios	37/5	1/4	0,02
Prematuros/a término	12/30	1/4	0,70

**Figura 2** Imágenes de secuencias de resonancia magnética axial difusión (a), axial eco de gradiente (b), axial T2 (c), sagital T1 3 D (d) y coronal T2 (e) de una niña de 7 días ingresada en la planta de neonatología por sospecha de asfixia perinatal. Este estudio fue realizado con la técnica de dar de comer y dormir y fijación con colchón, y evaluado por los tres revisores con calidad óptima.

de anestesia). En 3 (6%) estudios hubo que repetir alguna secuencia por artefactos de movimiento. La media de duración de los estudios de RM fue de 19,7 minutos (rango 11-44 minutos). La media de duración de los estudios de RM de los controles (19,7 minutos) fue más larga que las de los casos (16,6 minutos) (valor de p 0,03). Esta diferencia se debió al uso de secuencias isovolumétricas 3 D en los controles, que para acortar no se usaron en los casos (se usaron secuencias 2 D), y también por el uso de secuencias isovolumétricas 3 D poscontraste en 3 controles (2 por sospecha de infección activa intracraneal y 1 para la caracterización de un tumor), que tienen una duración aproximada entre 3 y 4 minutos.

No hubo discrepancia entre los tres radiólogos sobre los estudios que había que repetir. Hubo 5 discrepancias entre los evaluadores en la clasificación de casos como de calidad óptima o subóptima, que fueron reevaluados en consenso y se llegó a un acuerdo. No se observaron complicaciones

asociadas a las técnicas de inmovilización ni anestesia general en ninguno de los estudios.

En el primer año de experiencia con esta técnica se evitó el uso de anestesia general a 42 recién nacidos de 47 RM realizadas.

Discusión

La RM cerebral es una técnica ampliamente usada en niños durante el primer año de vida, que tradicionalmente se realizaba con anestesia general. Durante la última década, muchos centros han empezado a usar técnicas alternativas a la anestesia general para realizar estos estudios.

La anestesia general tiene el riesgo de una posible parada cardiorrespiratoria tres veces más frecuente en niños que en adultos, con una incidencia de 1,4 paradas cada 10.000 anestésicos, más de la mitad de ellas en niños menores de un año^{15,16}. Esto y los posibles efectos secundarios a largo

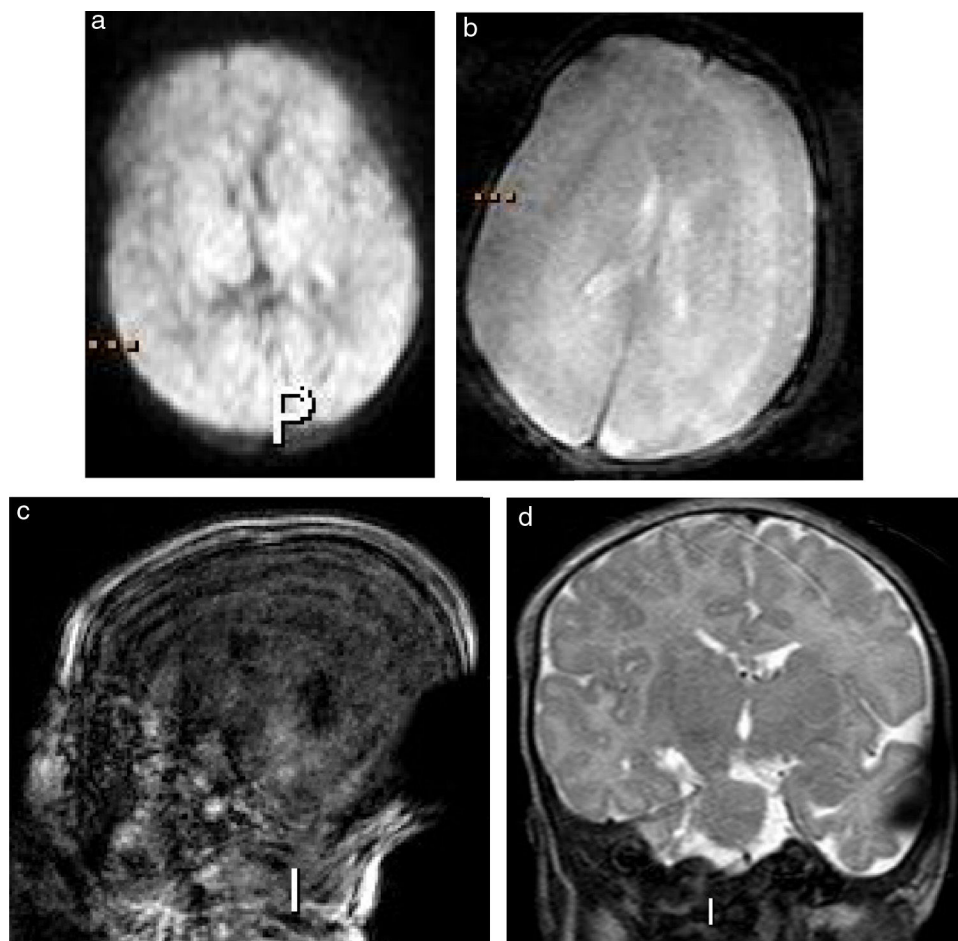


Figura 3 Imágenes de secuencias de resonancia magnética axial difusión (a), eco de gradiente (b), sagital T1 3D (c) y coronal T2 (d) de un niño a término de 14 días por sospecha de asfixia perinatal. Este estudio fue realizado de manera ambulatoria con la técnica de dar de comer y dormir y fijación con colchón. Fue evaluado por los tres revisores como de muy baja calidad, con artefactos de movimiento en todas las secuencias, por lo que se sugirió repetirlo con anestesia general.

plazo descritos, tales como trastornos del aprendizaje y la atención^{4,5}, han hecho que muchos centros busquen alternativas a la anestesia general para realizar los estudios en lactantes. Nuestro estudio y otros llevados a cabo^{10-12,14} han mostrado que la RM puede ser realizada en lactantes sin necesidad de usar anestesia general.

En nuestro hospital, usando la técnica de inmovilización con colchón neumático y la de dar de comer y dormir, hemos conseguido disminuir el número de anestесias en esta población, con un 89% de éxito, similar a lo descrito en estudios previos que han mostrado un éxito entre el 90% y el 100% usando la técnica de inmovilización con colchón y la técnica de dar de comer y dormir¹¹⁻¹⁴.

Nuestro estudio ha mostrado que los niños a los que se le realizó el estudio de forma ambulatoria tenían más probabilidad de no poder terminarlo de manera satisfactoria, hallazgo no descrito en estudios previos. En nuestra experiencia, esto pudo deberse a que muchos niños que vinieron de casa llegaban dormidos, y al cambiarlos e inmovilizarlos en el colchón se volvían más irritables. Los niños en los que el estudio falló también tenían una edad mayor que en los que funcionó, sin alcanzar significación estadística. La prematuridad no se ha mostrado como un factor que se

asociase con fallo de la técnica, al contrario que en el estudio de Antonov et al.¹⁴.

Nuestro estudio ha incluido a lactantes menores de 3 meses remitidos por una gran variedad de patologías, ya fuera ingresados o de manera ambulatoria. Otros estudios se han extendido hasta los 6 meses¹¹ y han estudiado otras regiones anatómicas como la columna, el sistema cardiovascular y el genitourinario^{11,13}. Nuestro propósito a corto plazo es usar esta técnica para el estudio de otros órganos y sistemas, extender su uso hasta los 6 meses de vida y reevaluar los resultados. Otras dos ventajas del uso de esta técnica son la disminución de la lista de espera para realizar RM con anestesia general y el menor coste de esta técnica al ahorrar la anestesia y sus costes asociados por el personal empleado. No obstante, el uso de esta técnica también puede aumentar costes en algunos pacientes, si hay que citarlos de nuevo para realizar el estudio con anestesia.

Este estudio tiene algunas limitaciones, como que fue realizado en un solo centro y algunos de estos procedimientos fueron ejecutados por técnicos de radiología y enfermería con menor experiencia pediátrica en época de vacaciones o bajas, lo que podría haber aumentado el número de fallos de la técnica y artefactos de movimientos

en el análisis final. Cabe destacar que a pesar de realizarlo personal no experimentado, los resultados de esta técnica fueron buenos. Nuestro estudio solo midió el intervalo de tiempo entre la primera y última secuencia, sin cuantificar el tiempo real de cada estudio desde que el paciente llega hasta que sale de la unidad. Los protocolos usados con la técnica del colchón fueron más breves que los estudios realizados con anestesia general, lo que podría sesgar ligeramente los resultados. Los pacientes considerados controles eran ligeramente diferentes a los casos, no solo inestables clínicamente, sino también más graves, que requieren estudios de RM más largos o complejos. Otra limitación del estudio es que no hemos realizado secuencias más complejas como la tractografía o la espectroscopia para valorar si se pueden utilizar con esta técnica.

Conclusión

La técnica de dar de comer y dormir y fijación con colchón neumático es factible y segura para realizar RM craneal en niños menores de 3 meses. El uso de esta técnica de una manera sistemática por personal con experiencia en pacientes pediátricos sirve para evitar el uso de anestesia general.

Autoría

Todos los autores de este artículo han hecho una contribución sustancial a la concepción y diseño del estudio, a la adquisición de datos o el análisis e interpretación de los datos. Todos han contribuido al borrador del artículo o a la revisión crítica del contenido intelectual. Todos han aprobado la versión definitiva del artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Barkovich AJ. MR Imaging of the Neonatal Brain. *Neuroimaging Clin N Am*. 2006;16:117–35.
2. Schulte-Uentrop L, Goepfert MS. Anaesthesia or sedation for MRI in children. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2010;23:513–7.

3. Arthurs O, Sury M. Anaesthesia or sedation for paediatric MRI: advantages and disadvantages. *Current Opin Anaesthesiol*. 2013;26–34.
4. Ing C, DiMaggio C, Whitehouse A, Hegarty MK, Brady J, von Unger-Sternberg BS, et al. Long-term differences in language and cognitive function after childhood exposure to anesthesia. *Pediatrics*. 2012;130:e476–85.
5. Sprung J, Flick RP, Katusic SK, Colligan RC, Barbaresi WJ, Bojanic K, et al. Attention-deficit/hyperactivity disorder after early exposure to procedures requiring general anesthesia. *Mayo Clin Proc*. 2012;87:120–9.
6. Barton K, Nickerson JP, Higgins, Williams RK. Pediatric Anesthesia and Neurotoxicity: What the Radiologist Needs to Know. *Pediatr Radiol*. 2018;48:31–6.
7. Sun LS, Li G, Miller TL, Salorio C, Byrne MW, Bellinger DC, et al. Association Between a Single General Anesthesia Exposure Before Age 36 Months and Neurocognitive Outcomes in Later Childhood. *JAMA*. 2016;315:2312–20.
8. Glatz P, Sandin RH, Pedersen NL, Bonamy AK, Eriksson LI, Granath F. Association of Anesthesia and Surgery During Childhood With Long-term Academic Performance. *JAMA Pediatr*. 2017;171:e163470.
9. FDA2016: FDA Drug Safety Communication: FDA review results in new warnings about using general anesthetics and sedation drugs in young children and pregnant women, 2016. Disponible en: <https://www.fda.gov/Drugs/DrugSafety/ucm532356.htm>.
10. Mathur AM, Neil JJ, McKinstry RC, Inder TE. Transport, monitoring and successful brain MR imaging in unsedated neonates. *Pediatr Radiol*. 2008;38:260–4.
11. Windram J, Grosse-Wortmann L, Shariat M, Greer ML, Crawford MW, Yoo SJ. Cardiovascular MRI without sedation or general anesthesia using a feed-and-sleep technique in neonates and infants. *Pediatr Radiol*. 2012;42:183–7.
12. Ureta-Velasco N, Martínez-de Aragón A. Resonancia magnética sin sedación en recién nacidos. *An Pediatr (Barc)*. 2015;82:354–9.
13. Tsiflikas I, Obermayr F, Werner S, Teufel M, Fuchs J, Schafer JF. Functional magnetic resonance urography in infants: feasibility of a feed-and-sleep technique. *Pediatr Radiol*. 2019;49:351–7.
14. Antonov NK, Ruzal-Shapiro CB, Morel KD, Millar WS, Kashyap S, Lauren CT, et al. Feed and wrap MRI technique in infants. *Clin Pediatr*. 2017;56:1095–103.
15. Serafini G, Zadra N. Anaesthesia for MRI in the paediatric patient. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2008;21:499–503.
16. Morray JP, Geiduschek JM, Ramamoorthy C, Haberkern CM, Hackel A, Caplan RA, et al. Anesthesia related cardiac arrest in children Initial findings of the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest (POCA) Registry. *Anesthesiology*. 2000;93:6–14.