

# Estudio sobre la técnica de sedación profunda administrada para la realización de estudios de resonancia magnética: ampliando la cartera de servicios pediátrica en un hospital secundario

F.J. Alados-Arboledas<sup>1</sup>, M.C. Martínez-Padilla<sup>1</sup>, M.P. Millán-Bueno<sup>2</sup>, L. Martínez-Pardo<sup>1</sup>, J. de la Cruz-Moreno<sup>1</sup>, J.F. Expósito-Montes<sup>1</sup>, C. Santiago-Gutiérrez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Gestión Clínica de Pediatría. <sup>2</sup>Unidad de Gestión Clínica de Anestesiología y Reanimación. Complejo Hospitalario de Jáen

## Resumen

**Introducción:** La realización de estudios de resonancia magnética (RM) en el paciente pediátrico frecuentemente precisa una sedación profunda.

**Pacientes y métodos:** Estudio retrospectivo observacional sobre los procedimientos de RM que precisaron sedación, administrada por pediatras de la unidad de cuidados intensivos pediátrica de un hospital de segundo nivel. Se estudió el periodo comprendido entre noviembre de 2012 y octubre de 2015. Sólo se incluyeron estudios programados, no de urgencia.

**Resultados:** La muestra válida fue de 286 estudios radiológicos; 273 (95,45%) precisaron sedación profunda, efectuada a 241 pacientes. La edad de los pacientes osciló entre 5 días y 16 años (39,82 ± 36,51 meses), la media de peso era de 14,41 ± 9,28 kg, y el 59,8% eran varones. La duración del estudio fue 23,43 ± 10,34 minutos. Del total de 241 pacientes, 82 (34%) tenían un déficit neurológico y 44 (18%) recibían algún medicamento antiepiléptico. El régimen anestésico más empleado fue la combinación de midazolam con propofol (236 casos de 273 [86,44%]). La prevalencia total de complicaciones fue del 4,75%, ninguna grave, y el estudio se pudo completar en el 100% de los casos. No se encontraron diferencias significativas en la dosificación del propofol en la subpoblación con déficit neurológico, aunque sí en la pauta de ketamina, que precisó una dosis más alta. La toma concomitante de medicación antiepiléptica en los pacientes con déficit neurológico requirió un aumento significativo de la dosis necesaria de propofol respecto a los pacientes con déficit neurológico sin medicación antiepiléptica.

**Conclusiones:** La sedación profunda para la realización de estudios de RM puede efectuarse de forma segura por pediatras adecuadamente entrenados. La toma de medicación antiepiléptica puede variar la dosis necesaria de fármacos anestésicos en los pacientes con déficit neurológico.

©2016 Ediciones Mayo, S.A. Todos los derechos reservados.

## Palabras clave

Sedación, anestesia, resonancia magnética, propofol

## Abstract

**Title:** Deep sedation intravenous technique field study of magnetic resonance imaging studies: extending pediatric services portfolio at a second level hospital

**Introduction:** Magnetic resonance imaging (MRI) studies frequently need to be obtained under deep sedation in pediatric patients.

**Patients and methods:** An observational retrospective study was conducted to evaluate the sedation provided by pediatricians of the pediatric intensive care unit at a second level hospital for the realization of MRI studies. Urgent studies were excluded.

**Results:** From November 2012 to October 2015, 286 studies of 241 patients met inclusion criteria. 273/286 (95.45%) examinations needed deep sedation. Results are shown in medians ± standard deviations. Age ranged from 5 days to 16 years (39.82 ± 36.51 months); weight was 14.41 ± 9.28 kg; 59.8% were male. The MRI took place during a median of 23.43 ± 10.34 minutes; 82 patients (34%) were developmentally disabled children and 44 (18%) took antiepileptic drugs. The most common anesthetic technique used was the combination of propofol plus midazolam (236/273 [86.44%]). Adverse events occurred in 4.75% of the cases, but none was serious. All MRI studies could be completed. Overall there were no significant differences in propofol dosage in relation to developmental disability, but a significant difference in ketamine dosage was found, with the developmental disabled needing more ketamine dosage. The patients with developmental disability who received antiepileptic drugs needed more propofol dose than the ones who did not take antiepileptic therapies.

**Conclusions:** Appropriately trained sedation pediatricians can safely provide deep sedation for MRI studies. Antiepileptic drug intake can vary anaesthetic requirements in developmentally disabled children.

©2016 Ediciones Mayo, S.A. All rights reserved.

## Keywords

Sedation, magnetic resonance imaging, anaesthesia, propofol

Fecha de recepción: 1/02/16. Fecha de aceptación: 25/04/16.

**Correspondencia:** F.J. Alados-Arboledas. Manuel Caballero Venzala, 12, 2.º A. 23009 Jaén. Correo electrónico: fjaladosarbol@hotmail.com / fjaladosarbol@gmail.com

## Introducción

La realización de estudios de resonancia magnética (RM) es una práctica cada vez más habitual en el paciente pediátrico. La RM precisa que el paciente colabore sin moverse; esta colaboración es difícil en los niños, especialmente en los niños en edad preescolar, o si padecen algún grado de déficit neurológico. La técnica anestésica necesaria varía en función del paciente, el tiempo estimado de duración de la exploración, el médico especialista encargado de la misma, etc. Para una adecuada obtención de imágenes, con frecuencia es necesario realizar una técnica de sedación profunda. En el estado de sedación profunda, el paciente sólo puede ser despertado con fuertes estímulos, y precisa la misma monitorización y cuidados que en una anestesia general. Tradicionalmente, este tipo de sedación la realizaban anestesiólogos, aunque progresivamente el especialista de pediatría está ampliando su cartera de servicios y lleva a cabo sedaciones con grados similares de seguridad y eficacia<sup>1,2</sup>.

Desde octubre de 2012, debido a una larga lista de espera de la población pediátrica para la realización de estudios de RM que precisaban sedación en nuestro hospital, se decidió solventar dicho problema efectuando las sedaciones entre el servicio de pediatría y el servicio de anestesiología. El equipo pediátrico encargado de las sedaciones fue seleccionado entre el personal facultativo adscrito a la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP), para así garantizar el manejo adecuado de la vía respiratoria y los conocimientos farmacológicos necesarios para realizar dicha sedación.

## Pacientes y métodos

Se llevó a cabo un estudio retrospectivo observacional. Se analizaron los estudios de RM realizados a la población pediátrica (menor de 16 años) de forma programada que precisaron sedación profunda, efectuada por médicos del servicio de pediatría de nuestro centro. Se consideró sedación profunda la que implicaba un grado, según la escala de Ramsay modificada, de 4-5 sobre 6.

Entre las variables analizadas se recogieron las características demográficas de la población, como la edad (en meses), el peso (kg) y el sexo, así como la existencia o no de déficit neurológico (DN) moderado-grave, entendido como retraso psicomotor que imposibilitara una adecuada colaboración, autismo o trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH), el tratamiento concomitante con fármacos antiepilépticos (AE), el área explorada en la RM (cráneo, cuello, columna, etc.), el tiempo de estudio radiológico (en min), los fármacos empleados para la sedación (expresados en mg/kg; en el caso del propofol se creó una variable dependiente del tiempo, relacionando la dosis recibida en mg/kg con el tiempo de duración de la RM), los efectos adversos (desaturación definida como saturación de oxígeno <90%, estridor, hiperreactividad bronquial, apnea, necesidad de manejo instrumental de la vía respiratoria, necesi-

dad de ventilación manual, vómito, aspiración, bradicardia) y la realización o no del estudio radiológico completo.

Se siguió un protocolo para la realización de la RM contando con la colaboración del servicio de radiodiagnóstico. Dicho protocolo se iniciaba al solicitar el facultativo de pediatría el estudio de RM; indicaba si consideraba necesaria la sedación del paciente y facilitaba el consentimiento informado para la sedación. Posteriormente, el paciente era citado para su ingreso en el hospital de día (HD), en ayunas, para la realización del estudio radiológico. Previamente a la canalización de acceso vascular, el paciente era explorado por el pediatra que iba a realizar el procedimiento de sedación (auscultación cardiopulmonar, peso y temperatura, valoración de la vía respiratoria) y se efectuaba la anamnesis (para comprobar la existencia de patología respiratoria, cardiaca, DN o alergias a fármacos y para constatar el ayuno). Además, se solicitó el consentimiento informado para la sedación y la realización de RM. Se consideraban contraindicaciones relativas para practicar RM la presencia de un proceso febril o un cuadro respiratorio agudo. El paciente era trasladado desde el HD a la antesala de exploración radiológica. En la sala de RM propiamente dicha se efectuaba la monitorización no invasiva (saturación cutánea por pulsioximetría y frecuencia cardiaca) y se administraba la sedación farmacológica. El paciente se colocaba en una posición que permitía una adecuada extensión cervical para minimizar la afectación de la vía respiratoria, y recibía oxigenoterapia mediante gafas nasales a criterio del facultativo. Una cámara ubicada en la sala de exploración permitía la visualización del paciente. Los fármacos administrados y las constantes vitales se anotaban en una hoja específica de procedimientos de sedación. Previamente a la sedación se efectuaba una *check list* específica del material de la vía respiratoria para cada paciente. En la sala de RM se disponía de aspiración, tomas de oxígeno y aire (para conexión de una máquina de ventilación mecánica, situada habitualmente en la antesala).

El equipo humano de sedación estaba formado por un facultativo y una enfermera de la UCIP.

El régimen anestésico se dejó a criterio del facultativo, aunque no se administró ketamina a ningún paciente que recibiera AE.

Una vez realizada la exploración radiológica, el paciente pasaba a la antesala de exploración, continuaba con la monitorización de las constantes vitales y la oxigenoterapia (si la precisaba) y, tras constatar la recuperación, el paciente volvía al área de HD para ser dado de alta domiciliaria desde allí.

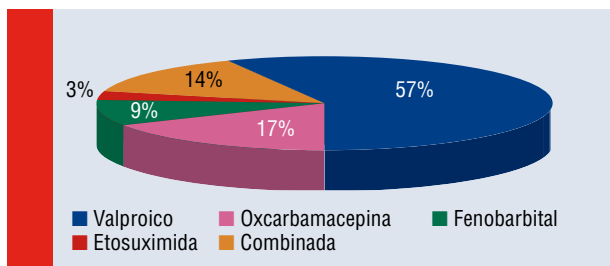
## Resultados

Desde noviembre de 2012 hasta octubre de 2015 se realizaron 459 estudios de RM bajo sedación efectuada por el servicio de pediatría. De estos 459 estudios, se descartaron 173 por no haberse recuperado la hoja del procedimiento de sedación. De los 286 estudios radiológicos válidos, 273 (95,45%) precisaron

**TABLA 1**

**Características demográficas de la población**

Variable	Media	Mediana	Desviación típica	Rango	Mínimo	Máximo
Edad (meses)	39,8245	29	36,51587	180,83	0,17	181
Peso (kg)	14,41	12	9,283	58	2	60



**Figura 1.** Medicación antiépiléptica que recibían los pacientes

una sedación profunda. Estos 273 estudios de RM se realizaron a 241 pacientes, de los que un 59,8% eran varones (n= 144). En la tabla 1 se registran las características de las variables peso y edad en el momento de la RM.

De los 241 pacientes, 82 (34%) tenían un DN y 44 (18%) recibían algún AE. Se pudo constatar la medicación AE específica en 36 de 44 pacientes; 30 de 36 la recibían en monoterapia. El AE más usado era el ácido valproico (22/36), también en monoterapia (20/30). La distribución de la medicación AE se indica en la figura 1.

En cuanto al tipo de estudio de RM, la más frecuentemente realizada fue la RM craneal (un 83%) (tabla 2).

El promedio de tiempo de exploración de RM (media y desviación estándar) fue de 23,43 ± 10,34 minutos (rango: 11-100).

El procedimiento se pudo llevar a cabo en el 100% de los casos y las incidencias fueron menores (tabla 3).

Respecto al régimen farmacológico administrado, el más usado fue la combinación de midazolam con propofol (236/273 [86,44%]); 37/273 pacientes (13,55%) recibieron ketamina, el 99% recibió midazolam (271/273) y el 76% recibió atropina como premedicación (a 0,1 mg/kg) (tablas 4 y 5).

**Uso de ketamina**

Se realizó un análisis estadístico del uso de ketamina para comprobar su relación con la edad de los pacientes que la recibían y la presencia o no de DN.

**Edad**

Se comprobó mediante el test no paramétrico de la U de Mann-Whitney que no había diferencias estadísticamente significativas entre la edad de los pacientes a quienes se administró ketamina y la de los que no la recibieron (p= 0,097).

**TABLA 2**

**Distribución de las resonancias magnéticas realizadas**

Región anatómica	Frecuencia	%
ABD	4	1,5
BR	1	0,4
CARD	3	1,1
COL	8	2,9
CR	227	83,2
CR + ABD	1	0,4
CR + COL	8	2,9
CR + CUE	6	2,2
CR + ORB	2	0,7
CUE	2	0,7
HOMB	1	0,4
ORB	4	1,5
PEL	1	0,4
PEL + ABD	4	1,5
RO	1	0,4
Total	273	100

ABD: abdomen; BR: brazo; CARD: cardiaca; COL: columna; CR: cráneo; CUE: cuello; HOMB: hombro; ORB: órbita; PEL: pelvis; RO: rodilla.

**TABLA 3**

**Complicaciones durante la sedación profunda**

Complicación	Número (%)
Desaturación con respuesta a la apertura de la vía respiratoria no instrumental*	5 (1,83)
Estridor inspiratorio	3 (1,1)
Ventilación con bolsa	2 (0,73)
Abertura de de la vía respiratoria instrumental (Guedell)	1 (0,36)
Broncoespasmo	2 (0,73)

\*Desaturación que respondía a la subluxación mentoniana o la recolocación de la almohada cervical.

**Déficit neurológico**

Mediante el test de la  $\chi^2$  con corrector de continuidad de Yates se comprobó que existía una asociación estadísticamente significativa entre el uso de ketamina y la presencia de DN (p= 0,011). El 21,51% de los pacientes con DN fueron tratados con ketamina, frente al 9,55% de los pacientes sin DN.

**TABLA 4** Distribución de los fármacos anestésicos según su asociación

	Número	%
Midazolam + propofol	236	86,44
Midazolam + ketamina	11	4,03
Propofol + ketamina	2	0,7
Midazolam + propofol + ketamina	24	8,8

Al analizar la ketamina como variable numérica (mediante el test no paramétrico de la U de Mann-Whitney) se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las dosis consumidas por los pacientes con y sin DN ( $p=0,007$ ). La dosis de ketamina en los pacientes con DN fue de  $2,26 \pm 1,03$  mg/kg, frente a  $1,54 \pm 0,5$  mg/kg en los que no tenían DN.

### Uso de propofol

Se comprobó mediante el test no paramétrico de la U de Mann-Whitney que no había diferencias estadísticamente significativas en las dosis de propofol (en mg/kg) entre los pacientes con y sin DN ( $p=0,139$ ). Y mediante el test de la t de Student se verificó que tampoco había diferencias estadísticamente significativas en las dosis de propofol (en mg/kg/min) entre los pacientes con y sin DN ( $p=0,840$ ).

### Relación entre la medicación antiepiléptica y la medicación anestésica

Mediante el test no paramétrico de la U de Mann-Whitney se comprobó que no había diferencias estadísticamente significativas en las dosis de ninguno de los tres fármacos anestésicos

(midazolam, propofol y ketamina) en función de si el paciente recibía o no medicación AE.

Para descartar como posible factor de confusión la presencia de DN, se calculó el modelo lineal general, considerando la dosis de anestésico como variable dependiente, y como factores se analizaron el consumo de AE y el DN.

Los resultados de los diferentes test indicaron que sólo en el caso de la variable propofol (mg/kg/min) existía una interacción estadísticamente significativa entre el DN y la medicación AE ( $p=0,025$ ), por lo que la dosis utilizada de propofol (mg/kg/min) difiere en este tipo de pacientes.

En concreto, para conocer entre qué grupos de pacientes se encontraban las diferencias en el consumo de propofol, se estudiaron las comparaciones múltiples por el método de Bonferroni. Éstas indicaron que las diferencias se encontraban en los pacientes con DN dependiendo de si consumían o no AE ( $p=0,009$ ). Como se puede observar en la tabla 6, los pacientes que consumen AE precisan una mayor dosis de propofol que los que no los consumen (media de 0,235 frente a 0,183 mg/kg/min) (figura 2).

## Discusión

El presente estudio se llevó a cabo para analizar las características de las sedaciones profundas efectuadas por el servicio de pediatría a los pacientes que precisaban RM de forma programada.

La necesidad de sedación en la realización de RM es un reto para los facultativos. Existe una gran variabilidad entre los dis-

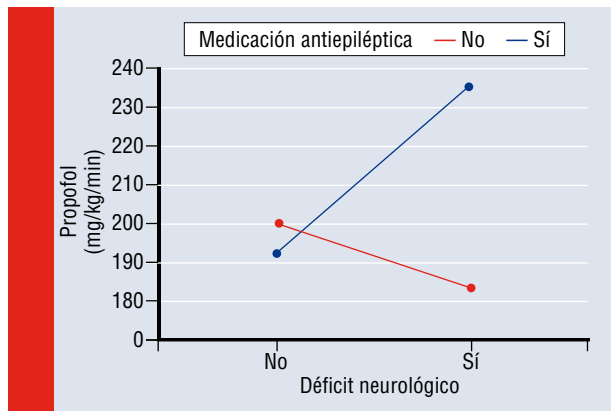
**TABLA 5** Dosis administrada de cada uno de los agentes anestésicos

Variable	n		Media	Desviación estándar	Rango	Mínimo	Máximo
	Recibe	No recibe					
Midazolam (mg/kg)	271	2	0,10573	0,065044	1,008	0,033	1,041
Propofol (mg/kg)	260	13	4,39355	2,007384	12,815	0,869	13,684
Propofol (mg/kg/min)	260	13	0,19828	0,080340	0,499	0,056	0,555
Ketamina (mg/kg)	37	236	1,93392	0,901634	4,286	0,714	5*

De los 260 procedimientos realizados con propofol, 31 pacientes lo recibieron en forma de bolo más infusión continua y el resto en forma de bolos intermitentes.  
\*Dos pacientes recibieron la dosis de ketamina 5 mg/kg de forma intramuscular; no se han usado sus datos para la elaboración de la media y la desviación estándar.

**TABLA 6** Valores estadísticos descriptivos de la variable dosis de propofol (expresada en mg/kg/min)

Medicación antiepiléptica	Déficit neurológico	Media	Desviación estándar	Error estándar	n
No	No	0,20008	0,078259	0,007	148
	Sí	0,18358	0,077869	0,010	64
Sí	No	0,19208	0,062926	0,016	24
	Sí	0,23532	0,109168	0,017	22



**Figura 2.** Consumo de propofol (en mg/kg/min) en la población con déficit neurológico según reciba o no medicación antiepiléptica

tintos hospitales respecto a qué especialista (pediatra, anestesiólogo) la efectúa y el régimen farmacológico seleccionado (técnica intravenosa, inhalatoria, mixta)<sup>3-5</sup>. El propofol es uno de los fármacos más empleados cuando la sedación la administra un especialista no anestesiólogo<sup>3,4</sup>. Otro aspecto interesante es que en los últimos años ha aumentado el número de pacientes sometidos a RM (la causa es multifactorial; influye, por ejemplo, el aumento de supervivencia del paciente prematuro, la solicitud de pruebas específicas de neuroimagen para completar el diagnóstico, etc.), por lo que en ciertos hospitales el servicio de anestesiología se ha visto desbordado y no puede cubrir las necesidades del centro<sup>1,2,6</sup>.

La presencia de DN es una variable que influye en la realización de la RM, por dos motivos: a) son pacientes que debido a su trastorno frecuentemente no colaboran en la realización de la RM, y b) pueden tener comorbilidades asociadas con implicación en el manejo farmacológico y de la vía respiratoria. Respecto a las entidades médicas que se consideraron como DN, se decidió incluir el TDAH, porque son pacientes que no suelen colaborar de forma adecuada en la realización de estudios de RM.

En la UCIP de nuestro hospital, desde su creación en el año 2003, hemos aumentado de forma progresiva las sedaciones efectuadas para distintos procedimientos (endoscopias, canalizaciones venosas, aspirados medulares, etc.)<sup>7</sup>. Debido a la importante demora en la realización de RM programadas, se propuso que el personal facultativo de la UCIP colaborara en la administración de sedación a los pacientes pediátricos que la precisaran.

La técnica de sedación profunda realizada fue siempre intravenosa, pues es la que tiene una cinética más predecible y existe una amplia experiencia sobre su seguridad<sup>3,4,8</sup>. Respecto a los fármacos administrados, se comprueba, como ocurre con otros trabajos de sedación efectuada por no anestesiólogos, un amplio uso del propofol (más de un 95% de nuestros pacientes), probablemente por sus características farmacocinéticas, ideales para los estudios de RM<sup>3,6,8-11</sup>.

No se usó la técnica anestésica inhalatoria porque el respirador disponible en la sala de RM carecía de vaporizador para administrar gases inhalatorios.

La combinación farmacológica se debe, en la mayoría de los estudios (271/273), al uso concomitante de midazolam, que se efectuó como premedicación. Éste se administraba previamente a la sedación profunda, para minimizar el estrés traumático del paciente al situarlo en la camilla de exploración de la RM y monitorizarlo.

No es posible comparar los datos sobre la dosis de propofol de nuestro estudio con los de otros, por varios motivos. En nuestra serie se analizó la duración del procedimiento de RM, pero no el tiempo total de sedación como en otros trabajos<sup>2,6,10,12</sup>. Es decir, no se cuantificó el tiempo de inducción. Además, muchos de los trabajos analizados usan el propofol en infusión continua y no en bolos<sup>2,10</sup>. Llama la atención que en estos trabajos la dosis de propofol en infusión continua es muy variable, desde los 5 mg/kg/h de Machata et al.<sup>10</sup> hasta los 12 mg/kg/h (200 µg/kg/min) de Srinivasan et al.<sup>2</sup>. Hassan et al.<sup>12</sup>, por su parte, usan una variable «artificial» similar a la del presente estudio para poder comparar una serie de pacientes sedados con propofol en perfusión continua con otra que lo recibió en bolos; aunque, de nuevo, se consideraba como tiempo de referencia la duración de la sedación, no de la realización del estudio de RM. En los pacientes que reciben propofol en bolo, la variable indexada por tiempo de dosis es de  $162 \pm 74$  µg/kg/min. En nuestro caso fue de  $0,198 \pm 0,08$  mg/kg/min ( $198 \pm 80$  µg/kg/min). Es probable que, si hubiéramos considerado el cómputo total de tiempo de estudio de RM y el tiempo de inducción como tiempo, esta variable de dosis de propofol en mg/kg/min fuese menor.

En cuanto a la ketamina, su administración se evitó en los pacientes con epilepsia, y se ha constatado que se ha usado más en pacientes con DN. Una posible justificación es que muchos de estos pacientes con DN pueden tener una vía respiratoria más difícil de manejar debido al aumento de secreciones, la dificultad de deglución, ser roncoadores, etc. En estos casos de vía respiratoria potencialmente más lábil, la ketamina aporta la ventaja de deprimir menos el centro respiratorio que el propofol. No es inusual la combinación de propofol y ketamina para la realización de procedimientos en pediatría<sup>13</sup>. La ketamina se usó en dosis única. Hubo 2 pacientes que recibieron ketamina en dosis única intramuscular para permitir la canalización del acceso venoso, pero no se incluyeron para el cálculo estadístico de estimación de la media.

Se realizó un análisis estadístico para comprobar si había alguna asociación entre la edad de los pacientes y la administración de ketamina porque, *a priori*, parecían tener menor edad los pacientes que recibían ketamina respecto al total.

En cuanto a los fármacos usados en los pacientes con DN, en la serie de Kannikeswaran et al.<sup>14</sup>, en la que se incluyó un total de 260 pacientes, ninguno recibió propofol, sino pentobarbital y fentanilo<sup>14</sup>. Sin embargo, cabe destacar que en nues-

tra serie 73 de 93 pacientes con DN (78,49%) sí recibieron propofol. Respecto a la población con DN, en comparación con otros trabajos, tampoco encontramos diferencias significativas en la dosificación de los fármacos anestésicos<sup>14</sup>.

Hubo diferencias significativas al comparar a los pacientes con DN y sin AE con los pacientes con DN y AE. Se sabe que muchos de los medicamentos AE son inductores enzimáticos del citocromo CYP450, motivo por el cual puede ser necesario aumentar la dosis de fármacos cuyo metabolismo se vea acelerado por los AE. Así, Davarci et al.<sup>15</sup> indican que la toma de fármacos inductores del CYP450 puede hacer que la dosis inicial de propofol tenga una duración menor. El ácido valproico es un inhibidor de la isoenzima CYP2B6, una de las enzimas necesarias para metabolizar el propofol, y por el contrario, el fenobarbital y la carbamacepina son inductores de la CYP3A4 (responsable de la metabolización del midazolam). Cabría esperar en nuestra serie de pacientes con DN y AE (de los que más de un 60% tomaba ácido valproico en monoterapia) que, asumiendo este efecto inhibitor, los pacientes precisaran menos propofol, pero ocurrió lo contrario.

En cuanto a las complicaciones, han sido similares a las que señalan otras series en la bibliografía<sup>1,2</sup>, y cabe destacar que ninguna fue grave. La mayoría de ellas pudo deberse a un grado de profundización anestésica inadvertida. Se sabe que la administración de propofol, si se hace en infusión rápida, ocasiona apnea. Al preguntar a los facultativos encargados, confirmaron que este fármaco se administraba de forma lenta, con titulación de su efecto, lo que aumenta su seguridad y disminuye los efectos secundarios.

## Limitaciones

Hubo un porcentaje muy elevado de procedimientos de RM que tuvieron que desecharse por no haberse recuperado la hoja de sedación. El motivo es que desde 2010 se está efectuando un proceso de digitalización de las historias clínicas; en dicho proceso se ha comprobado una pérdida de información al pasar del formato impreso al digital, o errores en el procesamiento de dicha información, por lo que es difícil su recuperación.

Otra posible limitación de este trabajo es que la adscripción del paciente al grupo de DN no se definió claramente, pues se consideraba DN la existencia de «alteraciones significativas en la adquisición de habilidades psicomotoras», así como a los pacientes con franca hiperactividad y/o espectro autista.

En cuanto a la medicación AE, sólo estaba especificada en un 81% de los casos, y aunque el ácido valproico fue el fármaco más usado, la muestra de pacientes (n= 22) era pequeña, por lo que el análisis no resulta lo suficientemente potente.

La variable dosis de propofol/tiempo de procedimiento no se puede comparar con la variable de ritmo de infusión, entendida como la dosis administrada por un sistema de infusión continua. Pero se consideró la mejor opción para poder igualar en

esta serie la dosis recibida de propofol en los diferentes estudios, pues el rango de tiempo era variable (de 10 a 100 min). Este tipo de variable artificial también se ha usado en otros estudios de dosificación de propofol en RM en pacientes pediátricos<sup>12</sup>.

Al tratarse de un estudio retrospectivo, no se pudo diseñar el registro del tiempo de inducción anestésica, lo cual hubiera permitido comparar los datos de este estudio con otros similares.

Respecto a la monitorización del paciente, en nuestro centro no se cuenta con un monitor apto para RM que disponga de capnógrafo, como sería deseable<sup>3,4,16</sup>. Por dicho motivo, realmente no se pudo observar apnea durante los procedimientos, y sí la desaturación (captada por pulsioxímetro).

La atropina se administró de forma profiláctica y antisialogoga, nunca como tratamiento para la bradicardia.

La administración de la medicación se hizo mayoritariamente en bolos, pues no se dispone de sistemas de infusión aptos para RM. Como se ha indicado previamente, tanto el midazolam como la ketamina se administraron en dosis única. Ocasionalmente, se administró propofol en bolo y, posteriormente, en perfusión continua; en estos casos se hizo a través de un sistema regulador tipo dial-a-flo<sup>®</sup>, que no permite una administración tan exacta como un infusor, motivo por el cual no se analizó esta subpoblación de pacientes. No se pudo estudiar si los sucesivos bolos de fármaco anestésico se administraban por ser demasiado superficial el plano anestésico conseguido en el paciente (p. ej., moverse), o no.

Al alta hospitalaria, aunque se hacían recomendaciones verbales respecto a los cuidados o aspectos que debían vigilarse en el paciente, no se facilitaba una hoja de recomendaciones, al contrario que en otros estudios<sup>17</sup>.

## Conclusiones

La sedación profunda para estudios de RM se puede realizar de forma segura por pediatras debidamente entrenados en el manejo de la vía respiratoria y de la medicación anestésica.

La toma de medicación AE puede variar la dosis necesaria de fármaco anestésico en los pacientes con DN.

## Agradecimientos

A doña María del Carmen Torres, enfermera de la UCIP de la UGC de Pediatría, y a doña Carmen Rosa, técnica de FIBAO del Complejo Hospitalario de Jaén. ■■■

## Bibliografía

1. Jain R, Petrillo-Albarano T, Parks WJ, Linzer JF Sr, Stockwell JA. Efficacy and safety of deep sedation by non-anesthesiologists for cardiac MRI in children. *Pediatr Radiol*. 2013; 43(5): 605-611.

2. Srinivasan M, Turmelle M, Depalma LM, Mao J, Carlson DW. Procedural sedation for diagnostic imaging in children by pediatric hospitalists using propofol: analysis of the nature, frequency, and predictors of adverse events and interventions. *J Pediatr*. 2012; 160(5): 801-806.
3. Arthurs OJ, Sury M. Anaesthesia or sedation for paediatric MRI: advantages and disadvantages. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2013; 26(4): 489-494.
4. Campbell K, Torres L, Stayer S. Anesthesia and sedation outside the operating room. *Anesthesiol Clin*. 2014; 32(1): 25-43.
5. Pacheco GS, Ferayorni A. Pediatric procedural sedation and analgesia. *Emerg Med Clin North Am*. 2013; 31(3): 831-852.
6. Emrath ET, Stockwell JA, McCracken CE, Simon HK, Kamat PP. Provision of deep procedural sedation by a pediatric sedation team at a freestanding imaging center. *Pediatr Radiol*. 2014; 44(8): 1.020-1.025.
7. Alados-Arboledas FJ, Millán-Bueno MP, Expósito-Montes JF, Santiago-Gutiérrez C, Arévalo-Garrido A, Pérez-Parras A, et al. Usefulness of monitoring anaesthesia with the bispectral index in upper gastrointestinal endoscopies with spontaneous breathing. *An Pediatr (Barc)*. 2013; 79(2): 83-87.
8. Metzner J, Domino KB. Risks of anesthesia or sedation outside the operating room: the role of the anesthesia care provider. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2010; 23(4): 523-531.
9. Milius EM, Papademetrious TR, Heitlinger LA. Retrospective review of propofol dosing for procedural sedation in pediatric patients. *J Pediatr Pharmacol Ther*. 2012; 17(3): 246-251.
10. Machata AM, Willschke H, Kabon B, Kettner SC, Marhofer P. Propofol-based sedation regimen for infants and children undergoing ambulatory magnetic resonance imaging. *Br J Anaesth*. 2008; 101(2): 239-243.
11. Passariello M, Almenrader N, Galante D. Sedation for painless imaging in Italy: a web-based survey. *Paediatr Anaesth*. 2013; 23(4): 371-372.
12. Hassan NE, Betz BW, Cole MR, Wincek J, Reischman D, Sanfilippo DJ, et al. Randomized controlled trial for intermittent versus continuous propofol sedation for pediatric brain and spine magnetic resonance imaging studies. *Pediatr Crit Care Med*. 2011; 12(6): e262-5.
13. Sethi D, Gupta M, Subramanian S. A randomized trial evaluating low doses of propofol infusion after intravenous ketamine for ambulatory pediatric magnetic resonance imaging. *Saudi J Anaesth*. 2014; 8(4): 510-516.
14. Kannikeswaran N, Mahajan PV, Sethuraman U, Groebe A, Chen X. Sedation medication received and adverse events related to sedation for brain MRI in children with and without developmental disabilities. *Paediatr Anaesth*. 2009; 19(3): 250-256.
15. Davarci I, Karcioglu M, Tuzcu K, Basarslan F, Davran R, Yengil E, et al. Impacto de diferentes medicamentos antiepilépticos en la sedación de niños durante la resonancia magnética. *Rev Bras Anestesiol*. 2014; 64(5): 320-325.
16. Kannikeswaran N, Chen X, Sethuraman U. Utility of endtidal carbon dioxide monitoring in detection of hypoxia during sedation for brain magnetic resonance imaging in children with developmental disabilities. *Paediatr Anaesth*. 2011; 21(12): 1.241-1.246.
17. Kaila R, Chen X, Kannikeswaran N. Postdischarge adverse events related to sedation for diagnostic imaging in children. *Pediatr Emerg Care*. 2012; 28(8): 796-801.