



## ORIGINAL

# Cateterización venosa umbilical guiada por ultrasonografía: un análisis de coste-efectividad



Francisco Javier Guzmán-de la Garza<sup>a,b</sup>, Argelia Dardane Laredo-Flores<sup>c</sup>,  
Bárbara Cárdenas-del Castillo<sup>c</sup>, Hid Felizardo Cordero-Franco<sup>a,b,\*</sup>,  
Ana María Salinas-Martínez<sup>b,d</sup>, Nancy Esthela Fernández-Garza<sup>a</sup> y Erika Ochoa-Correa<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Nuevo León, Edificio Ciencias Médicas II, Monterrey, Nuevo León, México

<sup>b</sup> Unidad de Investigación Epidemiológica y en Servicios de Salud/Centro de Investigación Biomédica del Noreste, Delegación Nuevo León, Instituto Mexicano del Seguro Social, Monterrey, Nuevo León, México

<sup>c</sup> Servicio de Neonatología, Departamento de Pediatría, Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González, Monterrey, Nuevo León, México

<sup>d</sup> Facultad de Salud Pública y Nutrición, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México

Recibido el 24 de diciembre de 2018; aceptado el 8 de abril de 2019

Disponible en Internet el 22 de mayo de 2019

### PALABRAS CLAVE

Evaluación de coste-efectividad;  
Cateterización;  
Venas umbilicales;  
Ultrasonografía

### Resumen

**Introducción:** El uso de ultrasonografía para la inserción de catéteres centrales ha mostrado ser coste-efectivo en adultos; en neonatos se desconoce esta información. El objetivo del estudio fue comparar el coste-efectividad de la cateterización venosa umbilical guiada por ultrasonografía con la cateterización convencional en un servicio de cuidados intensivos neonatales de un hospital universitario y público.

**Pacientes y métodos:** Estudio observacional retrospectivo en recién nacidos que requirieron catéter venoso umbilical antes de cumplir las primeras 24 h de vida extrauterina; se conformaron 2 cohortes históricas, una con cateterización guiada por ultrasonografía y otra con cateterización convencional. La efectividad se midió con 2 variables: colocación de posición ideal e inserción sin complicaciones. Se estimó el coste de recursos humanos y materiales (fungibles y no fungibles), la razón coste-efectividad y la razón coste-efectividad incremental; y se realizó análisis de sensibilidad.

**Resultados:** La obstrucción del catéter fue más frecuente en la cateterización guiada que en la convencional (7,7 vs. 0%,  $p = 0,04$ ) y la disfunción del catéter fue superior en esta última (79 vs. 3,8%,  $p < 0,0001$ ). La razón coste-efectividad de la cateterización guiada fue 153,9 euros y de la convencional 484,6 euros; la razón coste-efectividad incremental fue 45,5 euros. El análisis de sensibilidad incrementó 2,6 euros en la razón coste-efectividad de la cateterización guiada y 47 euros, en la convencional.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [dr\\_hid\\_cordero@hotmail.com](mailto:dr_hid_cordero@hotmail.com) (H.F. Cordero-Franco).

**KEYWORDS**

Cost-effectiveness evaluation;  
Catheterisation;  
Umbilical veins;  
Ultrasound

*Conclusiones:* El uso de la ultrasonografía para guiar la cateterización umbilical es más eficiente ya que, a pesar de suponer un mayor consumo de recursos económicos, ofreció una mayor efectividad.

© 2019 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Ultrasound-guided umbilical venous catheterisation: A cost-effectiveness analysis****Abstract**

*Introduction:* Although the use of ultrasound for the insertion of central catheters has proven to be cost-effective in adults, it is not known if this is the case in the neonatal population. This study compared the cost-effectiveness of ultrasound-guided umbilical venous catheterisation with conventional catheterisation in a neonatal intensive care unit of a Public University Hospital.

*Patients and methods:* A retrospective observational study was conducted on newborns that required an umbilical venous catheter before completing their first 24 hours of extra-uterine life. Two retrospective cohorts were formed, including one with ultrasound-guided catheterisation and the other with conventional catheterisation. The effectiveness was measured using 2 variables: placement of ideal position and insertion without complications. The cost of human and material resources (consumable and non-consumable), the cost-effectiveness ratio, and the incremental cost-effectiveness ratio were estimated, as well as carrying out a sensitivity analysis.

*Results:* Catheter obstruction was more frequent in guided catheterisation than in conventional catheterisation (7.7% vs. 0%,  $p = .04$ ) and catheter dysfunction was higher in the latter (79% vs. 3.8%,  $p < .0001$ ). The cost-effectiveness ratio of the guided catheterisation was €153.9, and €484.6 for the conventional one. The incremental cost-effectiveness ratio was €45.5. The sensitivity analysis showed a €2.6 increase in the cost-effectiveness ratio of the guided catheterisation and €47 in the conventional one.

*Conclusions:* The use of ultrasound to guide umbilical catheterisation is more efficient than conventional catheterisation since, despite using more economic resources, it offers greater effectiveness.

© 2019 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introducción**

El uso de un catéter venoso central es frecuente en las unidades de cuidados intensivos neonatales y el acceso a través de la vena umbilical es ampliamente utilizado para la administración de medicamentos, nutrición parenteral y productos sanguíneos, así como para la obtención de muestras de laboratorio<sup>1,2</sup>. La cateterización a través de vena umbilical ofrece la ventaja de evitar complicaciones asociadas a punciones periféricas repetidas y previene el dolor asociado a estas<sup>3,4</sup>. Tradicionalmente, la inserción se realiza a ciegas después de haber calculado la longitud del catéter a introducir con base en ecuaciones que consideran referencias anatómicas externas<sup>4-6</sup>. Idealmente, el extremo distal debe quedar colocado en la unión de la vena cava inferior con la aurícula derecha, posición que se confirma mediante radiografía anteroposterior. En el 20-30% de las ocasiones,

la inserción es insuficiente o excesiva, es decir, la punta queda posicionada en aurícula derecha o aurícula izquierda, pudiendo originar trombos o arritmias. También, el catéter puede desviarse a la vena porta<sup>4,7-12</sup>. Por otra parte, la colocación del catéter en vena umbilical guiada con ultrasonografía ha mostrado una tasa superior de inserción exitosa en intento único. Asimismo, menor número de complicaciones, o mayor detección temprana de las mismas<sup>4,5,13-17</sup>. En adultos, la colocación guiada por ultrasonido de catéteres venosos centrales ha resultado coste-efectiva<sup>18-21</sup> pero se desconoce este tipo de información en población neonatal.

El objetivo del presente estudio fue comparar el coste-efectividad de 2 abordajes de cateterización venosa umbilical, el guiado por ultrasonido y el convencional, utilizando 2 variables de resultado, colocación del catéter en posición ideal e inserción sin complicaciones, en un hospital universitario y público.

## Material y métodos

### Diseño del estudio, criterios de selección y cálculo del tamaño de la muestra

Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y unicéntrico de junio a diciembre de 2017 en la unidad de cuidados intensivos neonatales de un hospital universitario y público de tercer nivel que atiende a pacientes del noreste de México. La población de estudio consistió en recién nacidos que requirieron en forma electiva la colocación de catéter venoso umbilical antes de cumplir las primeras 24 h de vida extrauterina, después de la reanimación y estabilización correspondiente. Se conformaron 2 cohortes históricas, una con cateterización guiada por ultrasonido y otra con cateterización convencional. Los datos fueron recogidos de los expedientes clínicos. No hubo criterios de exclusión y solo uno de eliminación (expediente con datos incompletos). El tamaño de muestra fue suficiente para evaluar una diferencia mínima de 20 puntos porcentuales entre la efectividad de los procedimientos con una potencia del 80% y un nivel de confianza del 95%. El protocolo del trabajo fue revisado y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina y del Hospital Universitario «Dr. José Eleuterio González», de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con el número de registro PE17-00009. En todo momento se vigilaron los procedimientos para asegurar la confidencialidad de los datos.

### Descripción de los procedimientos de cateterización

La cateterización venosa umbilical se realizó de acuerdo a las guías clínicas consideradas como estándar<sup>22</sup>, las cuales incluyeron la práctica de asepsia y antisepsia, la colocación de campos estériles, la realización de sutura en bolsa de tabaco y el recorte de cordón umbilical a 2 cm de la pared abdominal. El catéter que se utilizó fue de poliuretano (Argyl<sup>®</sup> o Arrow<sup>®</sup>) de 3,5-4 French en neonatos con peso < 3.500 g y de 5 French, en neonatos con peso  $\geq$  3.500 g. La decisión del tipo de abordaje y la inserción del catéter según técnica elegida estuvo a cargo de neonatólogo tratante, usualmente un médico residente en su último año de la especialidad con experiencia equiparable, quien también actuó como responsable del procedimiento.

**Cateterización guiada.** Una vez identificada y sujeta la vena umbilical, se introdujo el catéter cuyo trayecto fue guiado en tiempo real por sonda lineal (7-18 MHz D12L40L) de aparato de ultrasonido doppler digital a color (Chison Medical Imaging Co., Ltd, Jiangsu, China) mediante ventana subcostal, en procedimiento similar al descrito por Fleming y Kim<sup>23</sup>. Una vez visualizada la posición de la punta en sitio ideal, se ajustó la sutura en bolsa de tabaco, se comprobó la hemostasia y se fijó el catéter a pared abdominal con cinta adhesiva.

**Cateterización convencional.** Una vez identificada y sujeta la vena umbilical, se introdujo el catéter cuya longitud fue estimada con base en la fórmula de Shukla y Ferrara<sup>24</sup> (peso  $\times$  3 + 9) / 2 + 1 en cm). La posición de la punta en sitio ideal se corroboró mediante radiografía anteroposterior toracoabdominal; en caso de introducción

excesiva, se corrigió por tracción. Al terminar, se ajustó la sutura en bolsa de tabaco, se comprobó la hemostasia y se fijó el catéter a pared abdominal con cinta adhesiva.

En ambos procedimientos, el guiado y el convencional, el médico residente fue asistido por una enfermera. En la cateterización guiada participó como operador del ultrasonido un segundo médico, también residente de neonatología; y en la convencional, se añadió la colaboración de técnico de rayos X, a cargo del aparato de radiología.

### Evaluación de la efectividad

Se consideraron 2 variables de resultado: a) colocación del catéter en posición ideal (ubicación del extremo distal del catéter en aurícula derecha, unión de aurícula derecha con vena cava inferior o vena cava inferior porción torácica [ $\leq$  1 cm por arriba del diafragma])<sup>16</sup> y b) inserción de catéter sin complicaciones tales como creación de una falsa vía, sangrado, perforación venosa o arterial, arritmia cardiaca y taponamiento cardiaco; obstrucción permanente (imposibilidad para la infusión de sustancias), disfunción (ausencia de retorno sanguíneo) o sepsis. Estas complicaciones fueron evaluadas desde el inicio del procedimiento hasta el alta del paciente. La tasa de éxito de la colocación de punta del catéter se estimó con base en el número de casos con ubicación ideal/total de casos con el procedimiento  $\times$  100. Por su parte, la tasa de éxito de inserción sin complicaciones se estimó con base en número de casos sin complicaciones/total de casos con el procedimiento  $\times$  100. Posteriormente, se estimó un índice de efectividad con base en la combinación de tasas de éxito, en forma similar a un estudio de coste-efectividad realizado en China<sup>21</sup>. En opinión de neonatólogos expertos, se consideró importante otorgar mayor peso a la ausencia de complicaciones que a la ubicación ideal; y por consenso se otorgó una ponderación de 0,65 y 0,35, respectivamente, de tal manera que el índice de efectividad ponderado se calculó así: (Tasa de éxito de ubicación correcta  $\times$  0,35) + (Tasa de éxito de colocación sin complicaciones  $\times$  0,65).

### Evaluación de los costes

Se estimó el coste directo total mediante una evaluación de costes de los recursos humanos, recursos materiales fungibles (e.g. gases) y recursos materiales no fungibles (equipo de ultrasonido, aparato de rayos X) involucrados en cada procedimiento. a) Recursos humanos: Se identificó la duración de cada procedimiento (tiempo en minutos desde el inicio de la asepsia hasta la fijación del catéter). Posteriormente, se calculó el coste proporcional al tiempo invertido con base en el salario de la categoría de cada participante; esta información fue proporcionada por el departamento de recursos humanos del hospital. b) Recursos materiales fungibles: Se cuantificó el coste de catéter, gases, campos estériles y soluciones con base en el consumo realizado en cada procedimiento estudiado; el coste unitario se multiplicó por el número de unidades utilizadas. El departamento de cobros del hospital proporcionó el coste unitario al público al momento del estudio. c) Recursos materiales no fungibles: Se consideró el coste unitario que asigna el departamento de cobros del hospital al público por utilización de

equipo de ultrasonido y por estudio de rayos X. Dicho coste toma en cuenta aquel asociado a la adquisición y el número de estudios que se espera realizar antes de que el equipo sea obsoleto. El coste total se obtuvo mediante la sumatoria del coste por recursos humanos + recursos materiales multiplicado por el total de pacientes de cada procedimiento. La moneda utilizada inicialmente fue el peso mexicano, pero fue convertido a euro, al tipo de cambio interbancario al 1 de noviembre de 2017 (\$22.26 pesos mexicanos por euro).

### Otras variables de estudio

Se determinó además, para cada paciente incluido, la edad materna, semanas de gestación al momento del nacimiento, datos antropométricos del neonato (peso, talla, perímetro cefálico, perímetro torácico, perímetro abdominal), puntuación APGAR al 1 y 5 mins, hemoglobina y parámetros de gasometría arterial (saturación de oxígeno, pH, presión parcial de dióxido de carbono y presión parcial de oxígeno). Así también, se recogió la vía de nacimiento (vaginal/abdominal), distocia o que se tratara de un parto fortuito.

**Metodología estadística.** Se calculó la razón de coste-efectividad dividiendo el coste total entre el porcentaje de índice de efectividad; una razón baja indicó mayor coste-efectividad, mientras que una razón alta implicó menor coste-efectividad. También, se determinó la razón de coste-efectividad incremental que representa el coste adicional por unidad de beneficio añadido<sup>25</sup> mediante el cociente de la diferencia de costes y la diferencia de índice de efectividad entre el procedimiento A (cateterización guiada) y el procedimiento B (cateterización convencional): Coste A – Coste B/Efectividad A – Efectividad B. Este indicador representa lo que realmente cuesta cada unidad de efectividad ganada con el procedimiento A. Por último, se efectuó un análisis de

sensibilidad probabilístico mediante simulación de Montecarlo (10.000 iteraciones), para evaluar cuál sería el efecto de variar al mismo tiempo y de manera aleatoria el coste total y el índice de efectividad dentro de límites establecidos por los intervalos de confianza del 95% y, así, examinar qué efectos habría en el resultado final<sup>26</sup>. Se realizó estadística descriptiva estimando medias y desviaciones típicas para las variables cuantitativas mientras que para las variables cualitativas se estimaron proporciones. Se utilizó la prueba de *t* de Student o *U* de Mann-Whitney para comparar las variables cuantitativas; y la prueba Chi-cuadrada o exacta de Fisher, para comparar las variables cualitativas. Un valor de  $p < 0,05$  se consideró significativo.

### Resultados

Se incluyeron en el estudio un total de 116 pacientes: 53 sometidos a cateterización guiada por ultrasonografía y 63 a cateterización convencional, pero se eliminaron 2 neonatos (uno por cada grupo), por presentar registros incompletos. La media de edad gestacional fue de  $33,5 \pm 3,6$  semanas, la media de peso al nacer fue de  $1.874 \pm 805$  g, y de talla,  $42,2 \pm 5,9$  cm. Los pacientes incluidos en cada uno de los grupos fueron equivalentes con respecto a parámetros clínicos, antropométricos y de gasometría arterial (tabla 1).

El tiempo aproximado de duración de la cateterización guiada fue de  $42,2 \pm 17,8$  min, y del convencional,  $44,2 \pm 18$  min ( $p=0,56$ ). La tasa de colocación ideal del extremo distal del catéter fue del 48,1% con cateterización guiada y del 19,4% con la convencional ( $p < 0,002$ ). Mientras que la tasa de inserción sin complicaciones fue del 75 y 14,5%, respectivamente ( $p < 0,0001$ ). El tipo de complicación más frecuente en la cateterización guiada fue la obstrucción del catéter, y en la convencional, la disfunción (tabla 2). En la tabla 3 se describe con detalle el coste y el

**Tabla 1** Parámetros clínicos, antropométricos y sanguíneos en neonatos sometidos a cateterización de la vena umbilical

	Cateterización guiada (n = 52)	Cateterización convencional (n = 62)	p
Edad materna (años)	25,2 ± 7,2	24,1 ± 6,2	0,384 <sup>a</sup>
Nacimiento por cesárea (n, %)	36 (69,2)	34 (54,8)	0,127 <sup>b</sup>
Parto distócico/fortuito (n, %)	2 (3,8)	0 (0)	0,969 <sup>b</sup>
Semanas de gestación	33,6 ± 3,6	33,4 ± 3,6	0,802 <sup>a</sup>
Peso al nacer (g)	1.892,5 ± 845,5	1.858,9 ± 776,3	0,827 <sup>a</sup>
Talla al nacer (cm)	41,9 ± 5,7	42,5 ± 6,1	0,563 <sup>a</sup>
Perímetro cefálico (cm)	29,8 ± 3,5	29,7 ± 3,5	0,869 <sup>a</sup>
Perímetro torácico (cm)	26,4 ± 4,9	26,5 ± 4,01	0,905 <sup>a</sup>
Perímetro abdominal (cm)	26,6 ± 5,3	26,2 ± 3,9	0,691 <sup>a</sup>
Apgar 1 min	5,8 ± 1,9	5,9 ± 1,9	0,667 <sup>c</sup>
Apgar 5 min	7,5 ± 1,5	7,8 ± 1,4	0,163 <sup>c</sup>
Hemoglobina (g/dL)	16,1 ± 2,4	15,8 ± 2,3	0,582 <sup>a</sup>
Saturación de O <sub>2</sub> % arterial	82,2 ± 19,2	82,9 ± 15,9	0,745 <sup>c</sup>
pH gasometría arterial	7,22 ± 0,1	7,24 ± 0,1	0,649 <sup>a</sup>
pCO <sub>2</sub> gasometría arterial	45,9 ± 17,7	46,5 ± 12,2	0,839 <sup>a</sup>
pO <sub>2</sub> gasometría arterial	95,7 ± 67,8	83,8 ± 57,2	0,314 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> t-Student.

<sup>b</sup> Chi-cuadrada

<sup>c</sup> U de Mann-Whitney.

**Tabla 2** Tipo de complicaciones observadas durante o posterior a la colocación de catéter venoso umbilical

	Cateterización guiada (n = 52) n (%)	Cateterización convencional (n = 62) n (%)	p <sup>a</sup>
Sangrado	2 (3,8)	0 (0)	0,21
Creación de una falsa vía	1 (1,9)	6 (9,7)	0,08
Perforación de vaso venoso	1 (1,9)	0 (0)	0,46
Obstrucción del catéter	4 (7,7)	0 (0)	0,04
Disfunción del catéter	2 (3,8)	49 (79)	< 0,001
Sepsis	3 (5,8)	1 (1,6)	0,33

<sup>a</sup> Prueba exacta de Fisher.

**Tabla 3** Coste (en euros) y efectividad de la colocación de catéter venoso umbilical

	Cateterización guiada <sub>(A)</sub> (n = 52)	Cateterización convencional <sub>(B)</sub> (n = 62)
<i>Coste por paciente, suma de recursos humanos</i>	7,2	5,1
Residente de neonatología	3,0	3,1
Enfermera ayudante	1,1	1,2
Operador, equipo ultrasonografía	3,2	0,0
Técnico de rayos X	0,0	0,8
<i>Coste por paciente, suma de recursos materiales no fungibles</i>	74,2	54,0
<i>Coste por paciente, suma recursos materiales fungibles</i>	19,5	19,4
<i>Coste total (CT)</i>	101,0	78,5
<i>Índice de efectividad (IE)</i>	65,6%	16,2%
<i>Razón coste-efectividad</i>	153,9	484,6
$\Delta CT (CT_A - CT_B)$	22,5	
$\Delta IE (IE_A - IE_B)$	49,4%	
<i>Razón de coste-efectividad incremental</i>	45,5	

índice de efectividad de cada uno de los procedimientos; la diferencia del coste total se debió a recursos materiales no fungibles, lo cual fue superior en la cateterización guiada. En términos de efectividad, la razón de coste-efectividad fue menor con la cateterización guiada. El análisis de sensibilidad mostró un incremento de la razón de coste-efectividad de 2,6 euros en la cateterización guiada y de 47 euros en la cateterización convencional; y de 0,5 euros en la razón de coste-efectividad incremental (tabla 4).

## Discusión

En este estudio se analizó la relación coste-efectividad de la inclusión de monitorización por ultrasonografía durante la inserción de un catéter por la vena umbilical y se comparó con aquella de la cateterización convencional, pues hasta el momento no había estudios publicados sobre este tema. Así, se evidenció que la ultrasonografía es más coste-efectiva.

**Tabla 4** Análisis de sensibilidad, impacto de las variaciones<sup>a</sup> en el coste (en euros) y la efectividad

Variación	Cateterización guiada (n = 52)	Cateterización convencional (n = 62)
En razón de coste-efectividad	156,5	531,6
En $\Delta CT$	22,5	
En $\Delta IE$	48,9	
En razón de coste-efectividad incremental	46	

<sup>a</sup> Variaciones según límite inferior y superior del intervalo de confianza del 95% del costo y la efectividad.

En cualquier procedimiento de cateterización es importante considerar el tiempo requerido para colocar la punta del catéter en posición ideal. La importancia de la duración del procedimiento radica en que, a mayor tiempo, mayor manipulación y, por tanto, mayor riesgo de complicaciones. En este estudio, la duración media de la inserción del catéter fue menor a 45 min en ambos procedimientos, lo cual es mucho menor al registrado por Fleming y Kim<sup>23</sup>, quienes documentaron  $75 \pm 25$  min para la cateterización guiada por ultrasonografía y  $139 \pm 49$  min para la cateterización estándar. En cuanto al tipo de complicaciones, destacó la frecuencia de disfunción del catéter con el procedimiento convencional ya que 8 de cada 10 inserciones no presentaron retorno venoso espontáneo; esta es una complicación mecánica que implica oclusión de la punta del catéter con la pared de un vaso sanguíneo o por fibrina. También, la creación de una falsa vía tuvo la tendencia a ser más común en este grupo, aunque la significación estadística fue marginal. Estas 2 complicaciones pueden explicarse en virtud de que la colocación se realiza prácticamente a ciegas. Esta efectividad tan baja hace muy evidente la diferencia con el método ecoguiado, lo cual resulta muy llamativo en virtud de que el cálculo de la longitud de inserción en el procedimiento convencional se basa en fórmulas con referencias anatómicas externas<sup>24</sup>. Al respecto, algunos autores han informado de una baja tasa de inserción correcta mediante fórmulas que oscila del 24 al 55,7%<sup>6,27</sup>. Además, la ausencia del retorno venoso, cuando se debe a fibrina indica estado previo a obstrucción total y si bien esta última ocurrió con mayor frecuencia en neonatos sometidos al procedimiento guiado por ultrasonido, al considerarla en conjunto con la disfunción del catéter, la frecuencia fue superada en recién nacidos con cateterización convencional. No fue posible explicar la mayor cantidad de obstrucciones del catéter en el procedimiento guiado. Será importante, en estudios futuros, evaluar de forma prospectiva aquellos factores que afecten la evolución, desde la etapa de disfunción del catéter venoso umbilical hasta la obstrucción.

En términos de costes, el coste total difirió principalmente por el coste del equipo y la participación de personal a cargo del aparato de ultrasonido, pero la relación coste-efectividad fue mejor en la cateterización guiada, por la menor frecuencia de mal posicionamiento del catéter y menor número de complicaciones asociadas. Estudios de coste-efectividad aplicados a la colocación de catéteres centrales guiados por ultrasonografía en adultos han mostrado resultados similares<sup>20,21,28</sup>. La ultrasonografía durante la cateterización venosa umbilical ofrece la ventaja de guiar y reposicionar la punta del catéter en tiempo real. También, conlleva un manejo mínimo del neonato, permite identificar la migración de las líneas centrales y reduce la exposición a radiación por radiografías convencionales<sup>29</sup>. El coste incremental por unidad de efectividad para cateterización guiada fue cercano a los 50 euros, y el análisis de sensibilidad considerando las variaciones posibles en costo y efectividad mostró poca diferencia con las estimaciones iniciales, lo cual reforzaría la recomendación del procedimiento guiado. Sin embargo, es pertinente tomar este resultado con precaución. En este estudio, los procedimientos fueron realizados por médicos residentes en su último año de especialidad; cuando la cateterización es realizada por un experto, se espera que la efectividad sea superior como lo documentado

por Lloreda-García et al.<sup>1</sup> y Froehlich et al.<sup>30</sup> y en consecuencia, la razón de coste-efectividad incremental podría ser superior.

*Limitaciones del estudio.* El estudio se llevó a cabo en un hospital de enseñanza de tercer nivel de atención, perteneciente al sector público en México, lo cual implica que los resultados pueden no ser extensibles a hospitales de características diferentes. Convendrá corroborar estos hallazgos en el contexto de la práctica privada. Además, si bien la asignación de tipo de procedimiento no fue al azar porque el trabajo fue de carácter observacional, se pudo obtener equivalencia de potenciales confusores tales como edad gestacional, peso al nacer, Apgar y gasometría arterial. Por otra parte, dado que la decisión del tipo de canalización fue del neonatólogo tratante, sería razonable pensar que solo los neonatólogos conocedores de la técnica guiada elegirían este procedimiento; esto último podría haber afectado la selección de los pacientes, aunque, como se ha podido evidenciar, ambos grupos fueron comparables en sus características clínicas. En estudios futuros será pertinente la realización de un estudio prospectivo con la aleatorización del tipo de procedimiento (ecoguiado o convencional), tras un período de adiestramiento de todos los neonatólogos implicados en la canalización. Asimismo, se reconoce la limitante de disponibilidad de la información inherente a la naturaleza retrospectiva de la recogida de datos. Sin embargo, solo hubo necesidad de eliminar a 2 pacientes, uno de cada cohorte. Además, aunque la construcción del índice de efectividad utilizado en este trabajo se basó en la metodología de un estudio similar de coste-efectividad<sup>21</sup>, se reconoce la subjetividad en la asignación del peso de cada factor de éxito por los neonatólogos expertos.

## Conclusiones

El uso de la ultrasonografía para guiar la cateterización umbilical es más eficiente que la cateterización convencional ya que, a pesar de suponer un mayor consumo de recursos económicos, ofrece una mayor efectividad. Particularmente, se asoció con menor frecuencia de complicaciones y mejor tasa de posicionamiento de la punta del catéter. Se recomienda considerar el uso rutinario de la guía ultrasonográfica para la colocación de catéteres umbilicales en los hospitales de enseñanza.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la estudiante Karen Ailyn Salas Ramírez su apoyo para la realización de este trabajo.

## Bibliografía

1. Lloreda-García JM, Lorente-Nicolas A, Bermejo-Costa F, Fernández-Fructuoso JR. Complicaciones mecánicas asociadas a

- la localización de la punta de catéteres centrales en una unidad neonatal. *An Pediatr (Barc)*. 2016;85:77–85.
2. Sherwani P, Vire A, Anand R, Jajoo M. Umbilical venous catheterization gone wrong: Hepatic complications. *Indian J Radiol Imaging*. 2016;26:40–3.
  3. Vezzani A, Brusasco C, Palermo S, Launo C, Mergoni M, Corradi F. Ultrasound localization of central vein catheter and detection of postprocedural pneumothorax: An alternative to chest radiography. *Crit Care Med*. 2010;38:533–8.
  4. Michel F, Brevaut-Malaty V, Pasquali R, Thomachot L, Violet R, Hassid S, et al. Comparison of ultrasound and X-ray in determining the position of umbilical venous catheters. *Resuscitation*. 2012;83:705–9.
  5. Harabor A, Soraisham A. Rates of intracardiac umbilical venous catheter placement in neonates. *J Ultrasound Med*. 2014;33:1557–61.
  6. Verheij GH, Te Pas AB, Witlox RS, Smits-Wintjens VE, Walther FJ, Lopriore E. Poor accuracy of methods currently used to determine umbilical catheter insertion length. *Int J Pediatr*. 2010;2010:873167.
  7. Haase R, Hein M, Thale V, Vilser C, Merkel N. Nabelvenenkatheter – Retrospektive analyse der Nabelvenenkatheterlagen über einen 10-JahresZeitraum. *Z Geburtshilfe Neonatol*. 2011;215:18–22.
  8. Kieran EA, Laffan EE, O'Donnell CP. Estimating umbilical catheter insertion depth in newborns using weight or body measurement: a randomised trial. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2016;101:10–5.
  9. De Almeida MM, Tavares WG, Furtado MM, Fontenele MM. Neonatal atrial flutter after insertion of an intracardiac umbilical venous catheter. *Rev Paul Pediatr*. 2016;34:132–5.
  10. Weisz DE, Poon WB, James A, McNamara PJ. Low cardiac output secondary to a malpositioned umbilical venous catheter: Value of targeted neonatal echocardiography. *AJP Rep*. 2014;4:23–8.
  11. Guimaraes A, Souza A, Bouzada M, Meira Z. Accuracy of chest radiography for positioning of the umbilical venous catheter. *J Pediatr (Rio J)*. 2017;93:172–8.
  12. Derinkuyu BE, Boyunaga OL, Damar C, Unal S, Ergenekon E, Alimli AG, et al. Hepatic complications of umbilical venous catheters in the neonatal period: The ultrasound spectrum. *J Ultrasound Med*. 2018;37:1335–44.
  13. Greenberg M, Movahed H, Peterson B, Bejar R. Placement of umbilical venous catheters with use of bedside real-time ultrasonography. *J Pediatr*. 1995;126:633–5.
  14. Ades A, Sable C, Cummings S, Cross R, Markle B, Martin G. Echocardiographic evaluation of umbilical venous catheter placement. *J Perinatol*. 2003;23:24–8.
  15. Simanovsky N, Ofek-Shlomai N, Rozovsky K, Ergaz-Shaltiel Z, Hiller N, Bar-Oz B. Umbilical venous catheter position: Evaluation by ultrasound. *Eur Radiol*. 2011;21:1882–6.
  16. Saul D, Ajayi S, Schutzman DL, Horrow MM. Sonography for complete evaluation of neonatal intensive care unit central support devices. *J Ultrasound Med*. 2016;35:1465–73.
  17. Oulego-Eroz I, González-Cortes R, García-Soler P, Balaguer-Gargallo M, Frías-Pérez M, Mayordomo-Colunga J, et al. Ultrasound-guided or landmark techniques for central venous catheter placement in critically ill children. *Intensive Care Med*. 2018;61–72.
  18. Ozakin E, Can R, Acar N, Baloglu Kaya F, Cevik AA. An evaluation of complications in ultrasound-guided central venous catheter insertion in the emergency department. *Turkish J Emerg Med*. 2014;14:53–8.
  19. Riaz A, Shan Khan RA, Salim F. Ultrasound guided internal jugular venous cannulation: Comparison with landmark technique. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2015;25:315–9.
  20. Noritomi DT, Zigaib R, Ranzani OT, Teich V. Evaluation of cost-effectiveness from the funding body's point of view of ultrasound-guided central venous catheter insertion compared with the conventional technique. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2016;28:62–9.
  21. Tan J, Liu L, Xie J, Hu L, Yang Q, Wang H. Cost-effectiveness analysis of ultrasound-guided Seldinger peripherally inserted central catheters (PICC). *Springerplus*. 2016;5:2051.
  22. Carbajal B, Mayans E, Rufo R, Silvera F. Pauta de colocación de catéteres umbilicales. *Arch Pediatr Urug*. 2016;87:263–8.
  23. Fleming SE, Kim JH. Ultrasound-guided umbilical catheter insertion in neonates. *J Perinatol*. 2011;31:344–9.
  24. Shukla H, Ferrara A. Rapid estimation of insertional length of umbilical catheters in newborns. *Am J Dis Child*. 1986;140:786–8.
  25. Prieto L, Sacristán JA, Antoñanzas F, Rubio-Terrés C, Pinto JL, Rovir J, et al. Análisis coste-efectividad en la evaluación económica de intervenciones sanitarias. *Med Clin (Barc)*. 2004;122:505–10.
  26. Wachter NH, Valdez-González LA. Análisis de decisión en la práctica médica. En: Moreno-Altamirano L, editor. *Epidemiología clínica*. 3.ª ed. México: McGraw-Hill; 2013. p. 225–8.
  27. Lean WL, Dawson JA, Davis PG, Theda C, Thio M. Accuracy of five formulae to determine the insertion length of umbilical venous catheters. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2019;104:F165–9.
  28. Calvert N, Hind D, McWilliams R, Davidson A, Beverley CA, Thomas SM. Ultrasound for central venous cannulation: Economic evaluation of cost-effectiveness. *Anaesthesia*. 2004;59:1116–20.
  29. Sharma D, Farahbakhsh N, Tabatabaie SA. Role of ultrasound for central catheter tip localization in neonates: A review of the current evidence. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2018;1–9.
  30. Froehlich CD, Rigby MR, Rosenberg ES, Li R, Roerig PL, Easley KA, et al. Ultrasound-guided central venous catheter placement decreases complications and decreases placement attempts compared with the landmark technique in patients in a pediatric intensive care unit. *Crit Care Med*. 2009;37:1090–6.