

Artículo original

Comparación de dos métodos de colocación de catéter venoso umbilical

DOI: 10.5377/alerta.v8i2.19212

José Marvin Gutiérrez Meza¹, Jorge Alberto Pleitez Navarrete^{2*}, Karina Elizabeth Mendoza Reyes³, Yanira Burgos^{3†}

1-Hospital Regional de San Miguel del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, San Miguel, El Salvador.

2-Instituto Nacional de Salud, San Salvador, El Salvador.

3-Hospital Nacional de la Mujer, San Salvador, El Salvador.

*Correspondencia

✉ jpleitez@gmail.com

1. ☎ 0000-0002-0576-7054 4. ☎ 0009-0002-9313-2506
2. ☎ 0000-0002-2520-2886
3. ☎ 0000-0003-4785-8920

Resumen

Introducción. El cateterismo umbilical es la canalización de los vasos umbilicales en neonatos delicados. Los métodos difieren en cuanto a la exactitud y el método elegido no siempre es el adecuado; los más utilizados son los métodos de Shukla y Dunn. En las unidades de neonatología de El Salvador no se tiene estudiado un método estándar de colocación de catéteres venoso umbilical, por lo cual, se realizó un ensayo aleatorizado de dos métodos para comparar la efectividad.

Objetivo. Determinar la efectividad de colocación de catéter venoso umbilical por medio de dos métodos, de Shukla y Dunn en los pacientes que ingresaron en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Nacional de la Mujer del uno al 31 de octubre de 2020. **Metodología.** Ensayo clínico aleatorizado. La población fue todos los recién nacidos que ingresaron a cuidados intensivos y se les colocaba un catéter venoso umbilical; se realizó aleatorización simple para ambos métodos de cateterismo; se consideró como posición efectiva si la punta del catéter radiopaco estaba en la posición de las vértebras T6 y T9. **Resultados.** Fueron 60 neonatos en el estudio. Hubo un predominio del sexo masculino (53,3 %). Treinta y siete neonatos fueron menores de 32 semanas. El 58,3 % presentó síndrome de distress respiratorio. Se cateterizaron 30 con el método Dunn y 30 con el método Shukla. Se determinó mejor efectividad con Shukla (86,6 %) comparado con Dunn (63,4 %). **Conclusión.** Se determinó mejor efectividad con el método Shukla y más fallas con el método Dunn.

Palabras clave

Catéteres, Venas Umbilicales, Recién Nacido.

Abstract

Introduction. Umbilical catheterization is the cannulation of the umbilical vessels in delicate neonates. Methods differ in accuracy and it is not always adequate; the most used are the Shukla and Dunn methods. In the neonatology units of El Salvador, a standard method of placing umbilical venous catheters has not been studied, therefore a randomized trial of two methods was carried out to compare effectiveness. **Objective.** Determine the effectiveness of umbilical venous catheter placement using two methods, Shukla and Dunn, in patients admitted to the neonatal intensive care unit of the National Women's Hospital from October one to 31, 2020. **Method.** Randomized clinical trial. The population was all newborns who were admitted to intensive care and had an umbilical venous catheter placed; simple randomization was performed for both catheterization methods. Effectiveness is the correct position of the catheter in a single placement attempt. **Results.** There were 60 neonates in the study. The male sex was predominant (53.3 %). 37 neonates were younger than 32 weeks. 58.3 % presented respiratory distress syndrome. 30 were catheterized with the Dunn method and 30 with the Shukla method. Better effectiveness is determined with Shukla (86.6 %) vs. Dunn (63.4 %). **Conclusion.** Better effectiveness is determined with the Shukla method and more failures with the Dunn method.

Keywords

Catheters, Umbilical Veins, Infant Newborn.



ACceso abierto

Comparison of effectiveness of two umbilical venous catheter placement methods

Citación recomendada:

Gutiérrez Meza JM, Pleitez Navarrete JA, Mendoza Reyes KE, Burgos YT. Comparación de dos métodos de colocación de catéter venoso umbilical. Alerta. 2025;8(2):177-184. DOI: 10.5377/alerta.v8i2.19212

Editor:

Edgar Quinteros.

Recibido:

16 de mayo de 2023.

Aceptado:

18 de febrero de 2025.

Publicado:

30 de abril de 2025.

Contribución de autoría:

JMGM¹, JAPN². Concepción del estudio, Diseño del manuscrito, Búsqueda bibliográfica, Manejo de datos o software JMGM¹. Recolección de datos JMGM¹, JAPN², KEMR³, YB⁴ t. Análisis de los datos Redacción, revisión y edición.

Conflictos de intereses:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Introducción

El cateterismo umbilical (CU) es un procedimiento invasivo de canalización de los vasos del cordón umbilical como vía de acceso vascular del recién nacido (RN), para la toma

de muestra sanguínea, hidratación, nutrición parenteral y administración de medicamentos después del parto^{iii,iv}. El CU constituye la vía de elección en el RN en estado crítico, según la normativa internacional y las guías clínicas del Ministerio de Salud de El Salvador^{iii,iv}.

Existen varias técnicas para estimar la longitud de la inserción de catéteres venosos umbilicales. El nomograma de Dunn mide la longitud, trazando una línea dirigida desde la parte más alta de los hombros hasta el muñón umbilical (distancia hombro-ombligo)^{vvi}. Esta medida en centímetros se lleva a la gráfica hasta la intersección con la línea señalada, de la cual se obtiene la longitud del catéter por introducir; posteriormente, se agregan los centímetros que sobresalen del muñón umbilical. La colocación correcta es entre el diafragma y el atrio izquierdo^{vii}.

En el método de Shukla se utiliza el peso al nacer por medio de las siguientes ecuaciones^{vii,viii}:

$$\text{Longitud de catéter arterial umbilical} = 3 \times \text{peso en kg} + 9$$

$$\text{Longitud del catéter venoso umbilical:}$$

$$\frac{\text{Longitud del catéter arterial umbilical}}{2} + 1 \text{ cm}$$

Se han propuestos otras fórmulas, como la versión de Shukla modificada por Verheij *et al.*, que propone el uso de la distancia desde el ombligo hasta el xifoides medio, entre otras. Actualmente no existe una fórmula que garantice la efectividad de la colocación adecuada del catéter^{viii}.

Otro método sugerido para la colocación adecuada del catéter umbilical es a través de una ultrasonografía, que permite guiar el catéter de la punta^{ix}; sin embargo, este método no se realiza en las instituciones del país, por lo que se siguen usando las fórmulas expuestas y se utiliza la radiografía toracoabdominal para la comprobación de la posición de la punta del catéter.

La incorrecta posición de la colocación de los catéteres obliga a retirar el catéter y recolocar uno nuevo, lo que implica un segundo procedimiento y conlleva a adquirir un nuevo riesgo de procedimiento invasivo al recién nacido, así como una mayor manipulación con riesgos de infecciones y embolias^x.

En las unidades de neonatología de El Salvador no se tiene definido un método estándar para colocación de catéter venoso umbilical (CVU), es por ello que el estudio tuvo como objetivo determinar la efectividad en la colocación del CVU comparando los métodos Shukla y Dunn en los pacientes que ingresaron en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Nacional de la Mujer del 1 al 31 de octubre de 2020.

Metodología

Se realizó un ensayo clínico aleatorizado para comparar la efectividad en la colocación de CVU mediante la comparación de dos métodos de cateterismo umbilical neonatal: el método de Dunn y el método de Shukla. El estudio se realizó del 1 al 31 de octubre de 2020, en la UCIN del Hospital Nacional de la Mujer «Dra. María Isabel Rodríguez» de El Salvador.

La población estudiada corresponde a los recién nacidos que requerían la colocación de un catéter en la vena umbilical de acuerdo con los protocolos de atención del recién nacido. Los criterios de elegibilidad de los pacientes fueron todos los neonatos que ingresaron a la UCIN en las primeras 24 horas de vida y requerían la colocación de un catéter umbilical; se excluyeron los neonatos con malformaciones congénitas mayores (aquellas que representaban un riesgo vital, requirieron de cirugía, implicaron secuelas estéticas severas o eran incompatibles con la vida) y aquellos que, por causa anatómica del lumen de la vena umbilical, no se les pudo introducir el catéter.

Se utilizó el método de aleatorización simple con ocultamiento de la asignación mediante sobres opacos sellados para comparar la efectividad de ambos métodos. El tamaño de la muestra se basó en el promedio mensual de neonatos que ingresan y se cateterizan en la UCIN cada mes (en promedio 60 ingresos al mes). Se prepararon 60 sobres opacos y sellados, conteniendo una tarjeta indicando el método de cateterismo umbilical a aplicar; 30 sobres con método de Dunn y 30 sobres con método de Shukla. La realización del cateterismo umbilical estuvo a cargo de médicos especialistas en neonatología con experiencia en la colocación de catéteres, además, se entrenó al personal del servicio de neonatología sobre la metodología del estudio, recibiendo inducción y capacitación de ambas técnicas.

Al ingresar el recién nacido a la UCIN, el médico procedía a extraer de forma aleatoria un sobre, lo abría y sacaba la tarjeta donde se le indicaba la técnica de cateterismo umbilical a utilizar. Posteriormente, debía anotar el número de expediente y nombre del paciente al reverso de la tarjeta, luego debía colocarla en otra caja contenedora de datos; así mismo, se dejaba el registro en el expediente de cada neonato. Inmediatamente, se procedía a la verificación de la posición de la punta del catéter insertado en la vena umbilical por medio de una radiografía. Se consideró como posición correcta o «efectiva» si la punta del catéter radiopaco

estaba localizada en la posición de las vértebras torácicas T6 y T9^{ii,viii,ix,x}.

Las variables estudiadas fueron el sexo, el peso al nacimiento (muy bajo peso entre 1000 g y 1499 g y bajo peso entre 1500 g y 2499 g), la edad gestacional al nacimiento (prematuros extremos < 28 semanas, recién nacidos muy prematuros entre las 28 y las 32 semanas y prematuros tardíos entre las 32 y las 37 semanas), la causa básica del ingreso (diagnóstico), el método de CU utilizado (Dunn o Shukla) y complicaciones (perforación intestinal, perforación miocárdica, arritmias cardíacas, hemorragias e infección).

Los datos fueron vaciados en una hoja del programa Excel y trasladados al programa estadístico SPSS versión 22, para ser analizados; además, se utilizó la calculadora web OpenEpi. Para la estadística descriptiva, se utilizaron frecuencias, porcentajes y medias. Se dividieron las tablas por sexo, peso y edad gestacional para cada método. La comparación de los métodos se realizó con la elaboración de tablas 2 x 2 con la prueba exacta de Fisher, valores de Riesgo Relativo y diferencias de riesgo, se ocupó un valor $p < 0,05$ para un valor estadísticamente significativo.

Para guardar la identidad de cada uno de los pacientes (establecido por las normas de Helsinki), se elaboró una base de datos identificados solo con el número de expediente y fue manejada únicamente por los investigadores. Cada madre o representante firmó el consentimiento informado y autorizó el procedimiento. Este estudio cuenta con revisión y aprobación del comité de

ética local del Hospital Nacional de la Mujer. Los expedientes clínicos para la obtención de datos fueron usados dentro de las instalaciones del hospital.

Resultados

En el periodo de estudio ingresaron 68 recién nacidos a la UCIN; de ellos, se excluyeron ocho: cuatro neonatos con malformaciones congénitas mayores y cuatro neonatos con anormalidades del lumen de la vena umbilical que impedían la colocación de catéteres umbilicales (Figura 1).

Se estudiaron 60 recién nacidos. Con respecto al sexo, el 53 % fueron masculino (32) y 47 % femenino (28).

Con respecto al peso al nacer, el mayor número de pacientes eran recién nacidos de bajo peso 38,3 % (23), el 37 % (22) de muy bajo peso al nacer, el 15 % (9) de peso extremadamente bajo y el 10 % (6) restante tenían un peso normal. En el grupo de los neonatos en los que se utilizó el método Shukla, se presentaron casos de posición inadecuada únicamente en el sexo masculino; el 18,2 % (2/11) de los recién nacidos eran de muy bajo peso, mientras que el 16,7 % (2/12) eran de bajo peso al nacer. Con relación al grupo de neonatos en quienes se utilizó el método Dunn, el catéter se encontró colocado de manera inadecuada, en el 45,4 % (5/11) de los neonatos de peso bajo, a predominio del sexo masculino, mientras que, en los neonatos de peso normal, el 75 % (3/4), todos en el sexo femenino, tenía

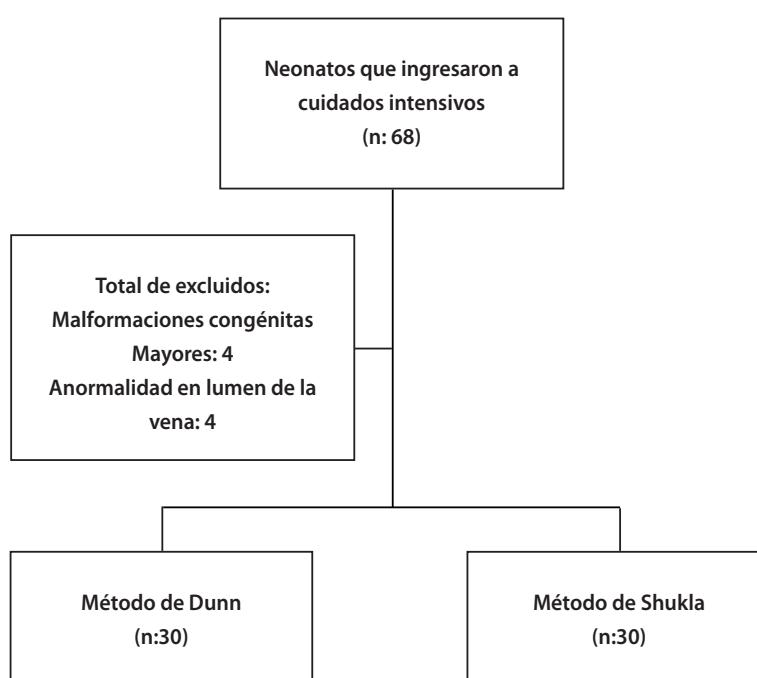


Figura 1. Número de pacientes que ingresaron a UCIN y cumplieron con criterios de inclusión al estudio y las causas de no inclusión.

una colocación inadecuada; a diferencia de los neonatos de muy bajo peso en quienes el porcentaje fue del 18,2 % (2/11), todos del sexo masculino. Finalmente, los neonatos de peso extremadamente bajo tuvieron una posición inadecuada en el 25 % (1/4), y pertenecía al sexo masculino (Tabla 1).

Con respecto a la edad gestacional, el 93,3 % eran recién nacidos prematuros, la edad gestacional predominante se encontró en los recién nacidos muy prematuros con el 48,3 % de los neonatos (29/60) seguidos por los prematuros tardíos con el 31,7 % (19/60), el 13,3 % (8/60) eran prematuros extremos y el 6,7 % (4/60) restante eran recién nacidos de término, no se encontró ningún neonato postérmino.

En el 13,3 % (4/30) de los neonatos que se utilizó el método Shukla, el catéter estaba colocado de manera inadecuada, todos fueron recién nacidos muy prematuros, lo que corresponde al 25 % (4/16) de los pacientes de este grupo de edad gestacional, se presentó con igual porcentaje en ambos sexos.

En el grupo de neonatos en los que se utilizó el método Dunn, se presentaron casos de posición inadecuada en todas las categorías de edad gestacional. En todos los neonatos de término, se presentó una posición inadecuada, a predominio del sexo femenino; seguido de los prematuros extremos con el 33,3 % (1/3), identificado en un

recién nacido del sexo masculino; mientras que los neonatos muy prematuros presentaron una posición inadecuada en el 30,8 % (4/13) en igual cantidad en ambos sexos. Finalmente, en los prematuros tardíos, se identificó una posición inadecuada de la punta del catéter en el 27,3 % (3/11), con un valor superior en el sexo masculino (Tabla 2).

El método de Shukla representó un 86,6 % (26/30) de catéter en posición correcta o «efectiva», contra un 63,2 % (19/30) con método Dunn (Figura 2).

Cabe mencionar que todos los catéter en posición inadecuada del método Shukla correspondía a posiciones altas entre T3-T5; mientras las del método Dunn el 9,1 % (1/11) estaban en posición alta y el 90,9 % (10/11) en posición baja (entre T10-L5). Finalmente, se puede evidenciar que de los 45 neonatos que tenían el catéter colocado de manera adecuada, el 58,8 % (26/45) correspondían a CU realizados según el método Shukla.

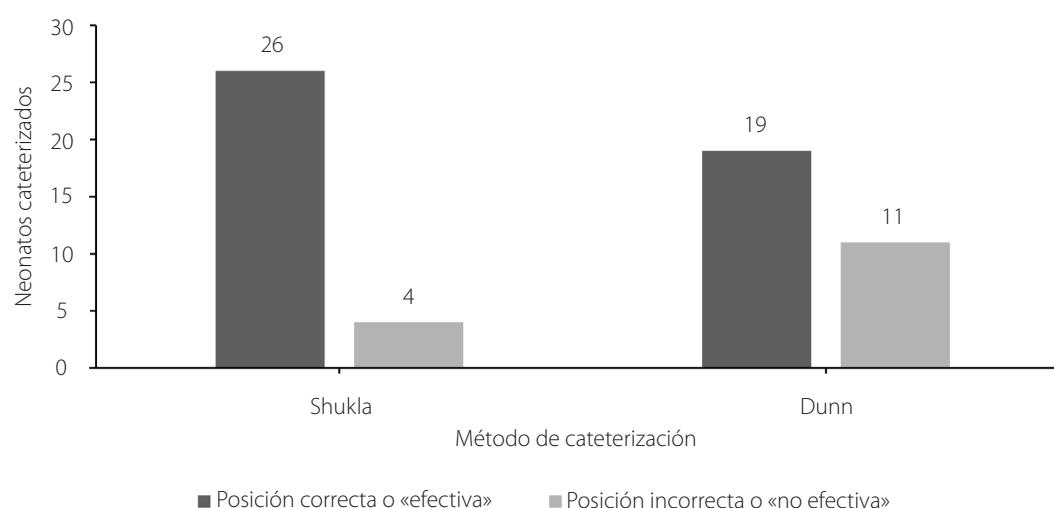
El método Shukla parece tener mayor probabilidad de éxito en términos de canalización adecuada, la prueba exacta de Fisher obtuvo un valor $p = 0,03$, una Razón de Riesgo de colocación correcta del 1,368 (IC: 1,007- 1,859 y con $p < 0,05$) y una proporción de colocación correcta en una población estable atribuible al método de colocación de catéteres venosos umbilicales del 15,56 %, comparado con el método Dunn (Tabla 3).

Tabla 1. Distribución de neonatos por peso y sexo de acuerdo al método de cateterismo umbilical utilizado, n: 60

Peso /sexo al Nacimiento	Método de canalización / Peso-sexo				Total
	Shukla	Dunn			
	Posición correcta o «efectiva»	Posición incorrecta o «No efectiva»	Posición correcta o «efectiva»	Posición incorrecta o «No efectiva»	
Peso Extremadamente bajo	-	-	-	-	9
Femenino	2	0	1	0	3
Masculino	3	0	2	1	6
Peso muy bajo	-	-	-	-	22
Femenino	4	0	4	0	8
Masculino	5	2	5	2	14
Peso bajo	-	-	-	-	23
Femenino	7	0	3	2	12
Masculino	3	2	3	3	11
Peso normal	-	-	-	-	6
Femenino	1	0	1	3	5
Masculino	1	0	0	0	1
Total	26	4	19	11	60

Tabla 2. Comparación de la cateterización umbilical según la edad gestacional

		Método de canalización / Edad gestacional -Sexo			Total
Peso al Nacimiento	posición correcta o «efectiva»	Shukla	Dunn		
		posición incorrecta o «No efectiva»	posición correcta o «efectiva»	posición incorrecta o «No efectiva»	
Prematuro extremo	-	-	-	-	8
Femenino	2	0	1	0	3
Masculino	3	0	1	1	5
Muy prematuro	-	-	-	-	29
Femenino	5	2	4	2	13
Masculino	7	2	5	2	16
Prematuro tardío	-	-	-	-	19
Femenino	5	0	3	1	9
Masculino	3	0	5	2	10
Recién nacido de término (-	-	-	-	4
Femenino	1	0	0	2	3
Masculino	0	0	0	1	1
Total	26	4	19	11	60

**Figura 2.** Comparación de dos métodos de colocación de catéter venoso umbilical neonatal**Tabla 3.** Tabla comparativa 2 x 2 de ambos métodos, n: 60

Método de colo- cación de catéteres venosos umbilicales	Posición correcta/ Efectivo		Posición incorrecta/ No efectivo	Total
	Shukla	Dunn		
Shukla	26	19	4	30
Dunn	19	11	11	30
Total	45	30	15	60

Prueba exacta de Fisher con $p = 0,03$ Razón de Riesgo de 1,368 (IC: 1,007- 1,859) $p < 0,05$

Diferencia de Riesgo de 23,33 %

Riesgo atribuible de 0,23

Fracción etiológica en la población (FEP) 15,56 %

Una posición incorrecta o «no efectiva» representa un procedimiento más, y se somete en dos ocasiones a un procedimiento invasivo.

Discusión

Los catéteres intravasculares son ampliamente utilizados en las UCIN. Dentro de los métodos de acceso intravascular en el recién nacido se incluyen catéteres periféricos, catéteres umbilicales arteriales o venosos, catéteres venosos centrales y catéteres venosos centrales de instalación periférica (CCIP).

El cateterismo umbilical continúa siendo el método de elección frecuente para administrar líquidos, medicamentos y nutrición en los recién nacidos ingresados en una sala de cuidados intensivos hasta el momento, ya que es la vía de acceso más rápida y segura de utilizar^{xii}.

El recién nacido que por su proceso de enfermedad amerita ingreso a la UCIN, al llegar a la unidad, es inmediatamente colocado en una incubadora y posicionado para realizar el procedimiento de cateterismo umbilical. Las posiciones anómalas de los catéteres, especialmente de los catéteres umbilicales, son frecuentes; ya que, su instalación no es guiada por imágenes^{xii,xiii,xiv}.

La posición incorrecta o mala posición de los catéteres venosos umbilicales se puede producir antes de llegar a la posición deseada y los podemos encontrar en el receso umbilical, antes de llegar a la vena porta izquierda, y al tratar de avanzar el catéter, se puede devolver en la vena umbilical. Cuando el catéter llega al receso umbilical, debe pasar a través de la porta izquierda hacia el conducto venoso; sin embargo, en este punto se puede desviar hacia porta izquierda o a la porta derecha o incluso a la porta principal, luego puede pasar a la vena mesentérica superior y esplénica. El catéter en la porta puede producir trombosis portal^{xv,xvi}.

La mayoría de los pacientes en investigación son de bajo peso y de muy bajo peso por la complejidad del hospital en dónde se realizó el estudio. Ambos métodos estudiados se ocupan en las UCIN del hospital donde se realizó la investigación. Los catéteres que estén en posición incorrecta (hígado, aurícula derecha, ventrículo derecho o quedan acodados), es necesario cambiarlos para disminuir las complicaciones.

El método de Dunn^v registró más posiciones inadecuadas, por lo que fue necesario recolocar el catéter venoso umbilical, lo que incrementa costos en material y exposición a riesgos de infección por un nuevo procedimiento.

Se ha observado en las fórmulas que se han desarrollado para permitir el posicionamiento adecuado de los CVU, generalmente se basan en el peso al nacer. Sin embargo, no se encontró una diferencia significativa en términos de características demográficas en el estudio realizado, similar a otros estudios en la literatura^{xii-xv}.

El cateterismo umbilical está relacionado a múltiples complicaciones, entre ellas, la infección generalizada^{xv,xvi} que se asocia con una mayor mortalidad, principalmente en los neonatos muy prematuros y en los de peso muy bajo al nacer, además, en relación a la colocación del catéter, se describen complicaciones como migración de la punta del catéter hacia los espacios peritoneal, pleural o pericárdico^{xvii-xxi}.

La colocación del CVU se ha utilizado comúnmente para el acceso vascular en recién nacidos críticamente enfermos de todos los pesos al nacer, en el parto y posparto. Durante décadas, el estándar de la exactitud de la colocación, se basó en exámenes radiológicos para conocer la posición efectiva; además, se ha utilizado el método de la ecocardiografía para indicar la posición de la punta del catéter en la aurícula central derecha (CRA) y/o la aurícula torácica unión de la vena cava inferior-RA (TIVC-RA), dos ubicaciones seguras para la punta del CVU; sin embargo, no existe ningún acuerdo internacional^{xxii,xxiv}.

En la actualidad, para poder verificar la exactitud de la colocación de catéteres umbilicales según la visualización de la punta del catéter, se realiza por método ecográfico, incluso para los bebés con muy bajo peso al nacer; se sugiere que la ecocardiografía puede ser útil para verificar que no se haya producido la colocación incorrecta o que no haya una migración de la punta de CVU hacia la aurícula izquierda^{xxv}.

Así en la Guía de Práctica Clínica Internacional de Ecografía a pie de cama de 2020 y en la Revisión Cochrane de 2015^{xxvi,xxvii}, la canalización de la vena yugular interna en niños y recién nacidos se recomienda que sea guiada por ecografía con una calidad de la evidencia grado A. Oulego-Erroz *et al.*, recomiendan la canalización guiada por ecografía de la vena subclavia y el tronco braquiocefálico en niños y neonatos, mejorando la tasa de éxito con menos pases de aguja^{xxviii}.

El estudio presenta limitaciones, ya que no se contó con equipo ecográfico para realizar la evaluación de la posición de la punta del CVU en tiempo real, solo se contaba con estudios radiográficos (radiografía antero-posterior tomada en la incubadora del recién nacido), que se realizaban a más de 30 minutos desde la inserción hasta la lectura,

para obtener la posición de la punta del CVU. Además, no existen directrices autorizadas sobre los procedimientos a realizar con la posición de la punta del CVU, y la frecuencia de la vigilancia de la punta, se realiza en casos de migración inesperada del CVU.

Se recomienda realizar un estudio comparando la exactitud de la posición de la punta del catéter venoso umbilical ocupando el estudio radiográfico y la ecografía y así poder dar guías para la colocación y medición de la colocación del catéter en las UCIN.

Es necesario implementar el estudio ecográfico en todas las UCIN dentro de lineamientos de atención para lograr una mejor colocación de catéteres umbilicales y así lograr una mejor seguridad para la salud de nuestros recién nacidos que atendemos.

Conclusión

Al comparar la eficacia de ambos métodos, se encontró un mayor porcentaje de posición inadecuada con el método de Dunn, lo que conlleva a que a estos pacientes se les realice nuevamente el cateterismo, exponiéndolos a más riesgos y complicaciones por un segundo procedimiento. En cuanto a la utilidad de ambos métodos, se puede decir que ambos tienen cierto valor en la evaluación de la canalización de la vena umbilical.

A nivel local, el examen radiológico sigue siendo el principal instrumento para controlar la posición de los catéteres; el reconocimiento precoz del mal posicionamiento puede ser útil para prevenir posibles complicaciones. Es necesario estar familiarizado con las imágenes de las recomendaciones de la posición esperada de los distintos catéteres y también de aquellos que adquieren posiciones anómalas.

Agradecimientos

A Dra. Yanira Burgos por ser parte del asesoramiento de la investigación, que al momento de esta publicación ha fallecido y goza de la vida eterna.

Financiamiento

No hubo financiamiento económico por ninguna institución gubernamental o no gubernamental, casa farmacéutica, u hospitalarias, ya que el presupuesto del trabajo está a cargo del investigador.

Referencias bibliográficas

- i. Khasawneh W, Samara DN, Bataineh ZA. Umbilical catheter rupture: A serious complication in neonatal intensive care units. *Int J Pediatr Adolesc Med.* 2021;8(3):146-148. [DOI: 10.1016/j.ijpm.2020.09.002](https://doi.org/10.1016/j.ijpm.2020.09.002)
- ii. Goh SSM, Kan SY, Bharadwaj S, Poon WB. A review of umbilical venous catheter-related complications at a tertiary neonatal unit in Singapore. *Singapore Med J.* 2021;62(1):29-33. [DOI: 10.11622/smedj.2019140](https://doi.org/10.11622/smedj.2019140)
- iii. Gorski LA. The 2016 Infusion Therapy Standards of Practice. *Home Healthcare Now.* 2017;35(1):10-18. [DOI: 10.1097/NNH.0000000000000481](https://doi.org/10.1097/NNH.0000000000000481)
- iv. Guías clínicas para la atención hospitalaria del neonato 2001, Ministerio de Salud El Salvador. Página 359-362
- v. Dunn PM. Localization of the umbilical catheter by post-mortem measurement. *Archives of Disease in Childhood.* 1966;41(215):69-75. [DOI: 10.1136/adc.41.215.69](https://doi.org/10.1136/adc.41.215.69)
- vi. 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(2):F165-F169. [DOI: 10.1136/archdischild-2017-314280](https://doi.org/10.1136/archdischild-2017-314280)
- vii. Shukla H. Rapid Estimation of Insertional Length of Umbilical Catheters in Newborns. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 1986;140(8):786. [DOI: 10.1001/archpedi.1986.02140220068034](https://doi.org/10.1001/archpedi.1986.02140220068034)
- viii. Wagner M, Olschar M, O'Reilly M, Goerl K, Berger A, Cheung P-Y, Schmölzer GM. Review of Routes to Administer Medication During Prolonged Neonatal Resuscitation: Pediatric Critical Care Medicine. 2018;19(4):332-338. [DOI: 10.1097/PCC.0000000000001493](https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000001493)
- ix. D'Andrea V, Prontera G, Rubortone SA, Pezza L, Pinna G, Barone G, Pittiruti M, Vento G. Umbilical Venous Catheter Update: A Narrative Review Including Ultrasound and Training. *Front. Pediatr.* 2022;9:774705. [DOI: 10.3389/fped.2021.774705](https://doi.org/10.3389/fped.2021.774705)
- x. Oestreich, A.E. Umbilical vein catheterization-appropriate and inappropriate placement. *Pediatr Radiol.* 40, 1941-1949 (2010). <https://doi.org/10.1007/s00247-010-1840-2>
- xi. Verheij GH, Te Pas AB, Witlox RSGM, Smits-Wintjens VEHJ, Walther FJ, Lopriore E. Poor Accuracy of Methods Currently Used to Determine Umbilical Catheter Insertion Length. *International Journal of Pediatrics.* 2010;2010:1-6. [DOI: 10.1155/2010/873167](https://doi.org/10.1155/2010/873167)
- xii. Butler GC, Al-Assaf N, Tarrant A, Ryan S, El-Khuffash A. Using lateral radiographs to determine umbilical venous catheter tip position in neonates. *Ir Med J.* 2014;107(8):256-258.

- xiii. Konstantinidi A, Sokou R, Panagiotounakou P, Lampridou M, Parastatidou S, Tsantila K, Gounari E, Gounaris AK. Umbilical Venous Catheters and Peripherally Inserted Central Catheters: Are They Equally Safe in VLBW Infants? A Non-Randomized Single Center Study. *Medicina*. 2019;55(8):442. [DOI: 10.3390/medicina55080442](https://doi.org/10.3390/medicina55080442)
- xiv. Lean WL, Dawson JA, Davis PG, Theda C, Thio M. Accuracy of 11 formulae to guide umbilical arterial catheter tip placement in newborn infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2018;103(4):F364-F369. [DOI: 10.1136/archdischild-2017-313039](https://doi.org/10.1136/archdischild-2017-313039)
- xv. Corso L, Buttera M, Candia F, Sforza F, Rossi K, Lugli L, Miselli F, Bedetti L, Baraldi C, Lucaccioni L, et al. Infectious Risks Related to Umbilical Venous Catheter Dwell Time and Its Replacement in Newborns: A Narrative Review of Current Evidence. *Life*. 2022;13(1):123. [DOI: 10.3390/life13010123](https://doi.org/10.3390/life13010123)
- xvi. Levit OL, Shabanova V, Bizzarro MJ. Umbilical catheter-associated complications in a level IV neonatal intensive care unit. *J Perinatol*. 2020;40(4):573-580. [DOI: 10.1038/s41372-019-0579-3](https://doi.org/10.1038/s41372-019-0579-3)
- xvii. El Ters N, Claassen C, Lancaster T, Barnette A, Eldridge W, Yazigi F, Brar K, Herco M, Rogowski L, Strand M, et al. Central versus Low-Lying Umbilical Venous Catheters: A Multicenter Study of Practices and Complications. *Amer J Perinatol*. 2019;36(11):1198-1204. [DOI: 10.1055/s-0038-167648](https://doi.org/10.1055/s-0038-167648)
- xviii. Sobczak A, Klepacka J, Amrom D, Žak I, Kruczek P, Kwinta P. Umbilical catheters as vectors for generalized bacterial infection in premature infants regardless of antibiotic use. *Journal of Medical Microbiology*. 2019;68(9):1306-1313. [DOI: 10.1099/jmm.0.001034](https://doi.org/10.1099/jmm.0.001034)
- xix. Hess S, Poryo M, Böttger R, Franz A, Klotz D, Linnemann K, Ott T, Pöschl J, Schroth M, Stein A, et al. Umbilical venous catheter- and peripherally inserted central catheter-associated complications in preterm infants with birth weight < 1250 g: Results from a survey in Austria and Germany. *Wien Med Wochenschr*. 2023;173(7-8):161-167. [DOI: 10.1007/s10354-022-00952-z](https://doi.org/10.1007/s10354-022-00952-z)
- xx. Stuttaford L, Webb J, Smith SL, Powell C, Watkins WJ, Chakraborty M. Estimating insertion length of umbilical arterial and venous catheters in newborn infants: time for change. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. 2022;35(19):3770-3775. [DOI: 10.1080/14767058.2020.1838478](https://doi.org/10.1080/14767058.2020.1838478)
- xxi. Edison P, Arunachalam S, Baral V, Bharadwaj S. Varying clinical presentations of umbilical venous catheter extravasation: A case series. *J Paediatrics Child Health*. 2021;57(7):1123-1126. [DOI: 10.1111/jpc.15132](https://doi.org/10.1111/jpc.15132)
- xxii. Gibson K, Sharp R, Ullman A, Morris S, Kleidon T, Esterman A. Adverse events associated with umbilical catheters: a systematic review and meta-analysis. *J Perinatol*. 2021;41(10):2505-2512. [DOI: 10.1038/s41372-021-01147-x](https://doi.org/10.1038/s41372-021-01147-x)
- xxiii. 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(9):1882-1886. [DOI: 10.1007/s00330-011-2129-z](https://doi.org/10.1007/s00330-011-2129-z)
- xxiv. Hoellering AB, Koorts PJ, Cartwright DW, Davies MW. Determination of Umbilical Venous Catheter Tip Position With Radiograph: Pediatric Critical Care Medicine. 2014;15(1):56-61. [DOI: 10.1097/PCC.0b013e31829f5efa](https://doi.org/10.1097/PCC.0b013e31829f5efa)
- xxv. Karber BC, Nielsen JC, Balsam D, Messina C, Davidson D. Optimal radiologic position of an umbilical venous catheter tip as determined by echocardiography in very low birth weight newborns. *J Neonatal Perinatal Med*. 2017;10(1):55-61. [DOI: 10.3233/NPM-1642](https://doi.org/10.3233/NPM-1642). PMID: 28304320
- xxvi. Singh Y, Tissot C, Fraga MV, Yousef N, Cortes RG, Lopez J, Sanchez-de-Toledo J, Brierley J, Colunga JM, Raffaj D, Da Cruz E, Durand P, Kenderessy P, Lang HJ, Nishisaki A, Kneyber MC, Tissieres P, Conlon TW, De Luca D. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Crit Care*. 2020 Feb 24(1):65. [DOI: 10.1186/s13054-020-2787-9](https://doi.org/10.1186/s13054-020-2787-9). PMID: 32093763; PMCID: PMC7041196.
- xxvii. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Jan 9;1(1):CD006962. [DOI: 10.1002/14651858.CD006962.pub2](https://doi.org/10.1002/14651858.CD006962.pub2). PMID: 25575244; PMCID: PMC6517109
- xxviii. Ignacio Oulego-Eroz, Paula Alonso-Quintela, Patricia Domínguez, Silvia Rodríguez-Blanco, Manoel Muñiz-Fontán, Ana Muñoz-Lozón, Gloria López-Blanco, Antonio Rodríguez-Nuñez, Canalización del tronco braquiocefálico guiada por ecografía en neonatos y lactantes, *Anales de Pediatría*, Volume 84, Issue 6, 2016, Pages 331-336, ISSN 1695-4033, [DOI: 10.1016/j.anpedi.2015.03.013](https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2015.03.013)