

## Colocación guiada por imágenes del catéter de derivación ventriculoperitoneal en pacientes pediátricos con hidrocefalia

### Image-Guided Placement of Ventriculoperitoneal Shunt Catheter in Hydrocephalic Pediatric Patients

Marco Antonio Baralt Ramírez<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3743-2141>

Adriel Salazar López<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2280-5681>

Mariela Infante Pérez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8938-7701>

<sup>1</sup>Universidad de Ciencias Médicas de la Habana, Facultad Finlay-Albarrán, Hospital Pediátrico Docente Juan Manuel Márquez. La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [marcbaralt@gmail.com](mailto:marcbaralt@gmail.com)

## RESUMEN

**Introducción:** La derivación ventriculoperitoneal es el proceder terapéutico requerido en la mayoría de los pacientes con hidrocefalia. Sin embargo, las disfunciones del sistema derivativo tienen su causa principal en la obstrucción del catéter en el extremo ventricular debido a su colocación subóptima o incorrecta, lo que impide el drenaje parcial o total del líquido cefalorraquídeo.

**Objetivo:** Mostrar que el procedimiento quirúrgico de derivación ventriculoperitoneal guiado por imagen en tiempo real contribuye a la colocación óptima del extremo ventricular del catéter en pacientes pediátricos con hidrocefalia.

**Métodos:** Se realizó un estudio descriptivo de una serie de casos en los que se evaluaron los resultados de la colocación del extremo ventricular de la derivación ventriculoperitoneal mediante endoscopia, en pacientes con cierre de fontanela bregmática, y a través de la guía ultrasonográfica, en pacientes con fontanela permeable.

La muestra estuvo constituida por 27 pacientes, con diagnóstico de hidrocefalia, intervenidos entre febrero 2021 y febrero 2022.

**Resultados:** En 11 pacientes se realizó la ventriculostomía guiada por ultrasonografía y en 16 la visualización fue mediante endoscopia. Se estableció rango de edades desde los 0 días de nacido hasta los 18 años, la media para la edad de los pacientes operados con guía ultrasonográfica fue de 9 meses y para los intervenidos con visualización endoscópica fue de 8 años. En 10 de los pacientes en los que se empleó la guía ultrasonográfica se logró la óptima colocación del catéter en un 90,9 %, mientras que las intervenciones guiadas por endoscopia alcanzaron el 100 %. Se observó una distancia recorrida promedio del catéter intracraneal de 10,22 cm en las cirugías guiadas con ecografía, mientras que la distancia bajo visión endoscópica fue de 10,6 cm.

**Conclusiones:** La derivación ventriculoperitoneal guiada por imagen en tiempo real en pacientes pediátricos con hidrocefalia resultó una técnica neuroquirúrgica que garantizó la colocación del catéter ventricular en una posición óptima en la mayoría de los casos.

**Palabras clave:** hidrocefalia; derivación ventriculoperitoneal; ultrasonografía; endoscopia.

## ABSTRACT

**Introduction:** The ventriculoperitoneal shunt is the therapeutic procedure required in the majority of hydrocephalic patients. However, shunt system dysfunctions are mainly caused by obstruction of the catheter at the ventricular end due to its suboptimal or incorrect placement, which prevents partial or total drainage of cerebrospinal fluid.

**Objective:** To demonstrate that the real-time image-guided ventriculoperitoneal shunt surgical procedure contributes to optimal placement of the ventricular tip of the catheter in pediatric patients with hydrocephalus.

**Methods:** A descriptive study was carried out in a series of cases, whose results of the placement of the ventricular end of the ventriculoperitoneal shunt were evaluated by endoscopy, in patients with bregmatic fontanelle closure, and through ultrasonographic guidance, in patients with patent fontanelle. The sample consisted of 27 patients, diagnosed with hydrocephalus, operated on from February 2021 to February 2022.

**Results:** Ultrasonography-guided ventriculostomy was performed in 11 patients and endoscopy was performed in 16. The age range was established from 0 days of birth to 18 years, the average age for the patients operated with ultrasonographic guidance was 9 months meanwhile it was 8 years for those operated with endoscopic visualization. In 10 of the patients in whom ultrasonographic guidance was used, optimal catheter placement was achieved in 90.9%, while endoscopy-guided interventions reached 100%. An average distance covered by the intracranial catheter of 10.22 cm was observed in ultrasound-guided surgeries, while the distance under endoscopic vision was 10.6 cm.

**Conclusions:** Real-time image-guided ventriculoperitoneal shunting in pediatric patients with hydrocephalus was a neurosurgical technique that guaranteed optimal positioning of the ventricular catheter in most cases.

**Keywords:** hydrocephalus; ventriculoperitoneal shunt; ultrasonography; endoscopy.

Recibido: 02/08/2022

Aceptado: 07/03/2023

## Introducción

La *hidrocefalia* es la acumulación sintomática de líquido cefalorraquídeo (LCR) dentro de las cavidades cerebrales debido a la obstrucción en su flujo normal, trastornos en su absorción o su producción excesiva.<sup>(1)</sup>

La derivación ventriculoperitoneal es el proceder terapéutico requerido en la mayoría de los pacientes con hidrocefalia; es una de las técnicas quirúrgicas más utilizadas y relativamente sencilla realizada en neurocirugía. Sin embargo, se reporta hasta un 32 % de disfunciones del sistema derivativo, cuya causa principal es la obstrucción del catéter en la porción colocada en el ventrículo cerebral, lo que impide el drenaje de LCR de forma parcial o total y se relaciona, en muchas ocasiones, con su colocación subóptima o incorrecta.<sup>(2)</sup>

Para la cirugía de derivación del LCR, la técnica a mano alzada, basada en los puntos de referencia anatómicos, muestra una elevada tasa de fallo que puede ser explicada fundamentalmente por la utilización de diferentes procedimientos quirúrgicos y por las diferentes formas de evaluar la posición correcta del catéter en el ventrículo. Dado que la limitación de la colocación de catéteres a ciegas es incluso cada vez más utilizada, se preconiza por muchos autores la introducción de diferentes avances tecnológicos para disminuir las complicaciones: ultrasonografía, neuroendoscopia, neuronavegación, entre otros.<sup>(3)</sup>

En la actualidad, las intervenciones neuroquirúrgicas son menos traumáticas debido a las nuevas opciones diagnósticas preoperatorias, los dispositivos de iluminación transoperatorios, los adelantos en los instrumentos neuroquirúrgicos y el desarrollo del conocimiento de los fundamentos anatómicos y principios fisiológicos, lo que implica un gran progreso en las técnicas neuroquirúrgicas.<sup>(4)</sup>

Se conoce que con el uso de un sistema de guía transoperatorio se logran efectos superiores en comparación con la cirugía convencional; no obstante, los resultados publicados muestran que las relaciones entre los síntomas clínicos, la colocación del catéter ventricular, la obstrucción del catéter y el índice de Evans posoperatorio, aún no están claramente definidos en estudios aleatorizados.<sup>(5)</sup>

En la literatura revisada, son pocos los estudios que determinan la eficacia de la ventriculostomía guiada por imágenes en tiempo real y la colocación del catéter ventricular. Considerando el elevado índice de disfunciones del sistema por su colocación no óptima utilizando otros métodos, se plantea la siguiente interrogante: ¿Contribuye la ultrasonografía o endoscopia transoperatoria a la óptima colocación del catéter de derivación ventriculoperitoneal en su extremo proximal?

El objetivo de la investigación fue demostrar que el procedimiento quirúrgico de derivación ventriculoperitoneal guiado por imagen en tiempo real contribuye a la colocación óptima del extremo ventricular del catéter en pacientes pediátricos con hidrocefalia.

## Métodos

Se realizó un estudio descriptivo de una serie de casos. El universo estuvo constituido por 45 pacientes de ambos sexos, menores de 18 años de edad, ingresados en el servicio de neurocirugía del Hospital Pediátrico Juan Manuel Márquez con diagnóstico de hidrocefalia, entre febrero de 2021 y febrero de 2022.

La muestra la conformaron 27 pacientes con hidrocefalia, a los que se les realizó derivación ventriculoperitoneal guiada por imágenes y a los que no se les efectuó previamente derivación de LCR al exterior.

### Descripción de las variables

- Edad. Determinado por el número de años cumplidos con una distribución por grupos de edades: de 0 a 6 años, de 7 a 12; y de 13 a 18, a los cuales se les aplicó la técnica quirúrgica.

### Método utilizado

- Ventriculostomía mediante guía endoscópica. Pacientes con fontanela bregmática no permeable.
- Ventriculostomía con guía ultrasonográfica. Pacientes con fontanela bregmática permeable.

### Posición del catéter

Se definieron tres posiciones, según *Arbolay* y otros:<sup>(2)</sup>

- Posición óptima (a). La punta del catéter en el cuerno frontal a más de 1 cm del borde anterior del agujero de Monro.
- Posición subóptima (b). La punta del catéter en el cuerno frontal a menos de 1 cm del borde anterior del agujero de Monro.

- Posición incorrecta (c). Proyección de la punta del catéter en el cuerpo *atrium*, cuerno occipital o cuerno temporal del ventrículo lateral.

Para clasificar la posición del catéter interventricular, se realizó una tomografía computarizada (TC) en cortes axiales posoperatoria inmediata (primeras 24 h), se midió la longitud del catéter interventricular (medida en cm), teniéndose en cuenta como puntos de referencia la tabla externa del hueso craneal en el sitio de entrada del catéter y la punta del mismo en su extremo ventricular.

### **Diseño del estudio**

El universo de pacientes fue evaluado en la sala de ingreso hospitalario del servicio de neurocirugía del Hospital Pediátrico Juan Manuel Márquez. La información quedó recogida en un cuaderno de recolección de datos, creado por los autores para la investigación, y luego recogida en una base de datos en el paquete estadístico SPSS.

En todos los pacientes, una vez establecido el diagnóstico, se empleó la misma técnica quirúrgica para derivación ventriculoperitoneal con los métodos de guía endoscópica o ultrasonográfica, según criterio determinado para cada una de ellas.

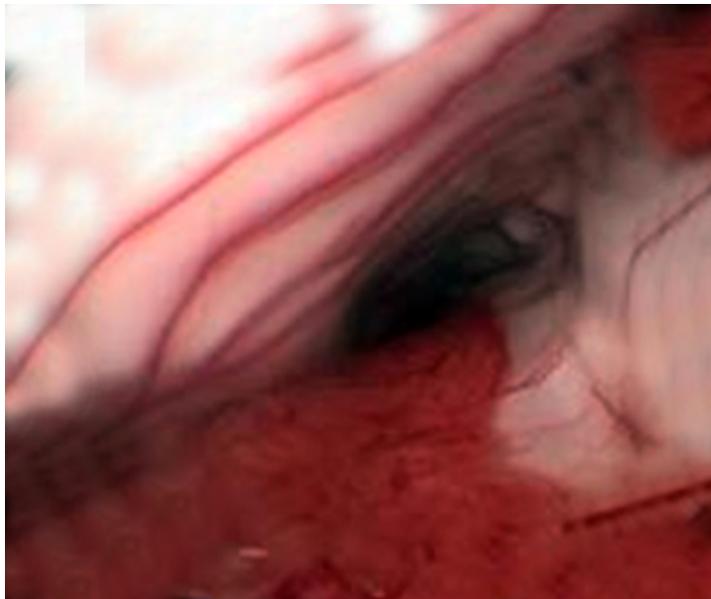
### **Técnica quirúrgica**

Se empleó anestesia general orotraqueal. Se posicionó al paciente en decúbito supino con la cabeza lateralizada hacia la izquierda 90°, se calzó bajo el hombro derecho para que el eje sagital quede paralelo al suelo. Se marcó el punto occipital, 4 cm por encima del inion y 3 cm lateralmente. Se realizó una incisión arciforme derecha teniendo como centro el punto de trepanación prefijado.

Se realizó el trépano occipital derecho. Posteriormente se efectuó la apertura de la duramadre en cruz, coagulación de la superficie pial y la corteza subyacente. Teniendo como punto de referencia el borde interno de la órbita ipsilateral, se puncionó el cuerno occipital con el catéter en su mandril, a una profundidad de 4 a 5 cm, hasta constatar la salida del LCR y se cerró con pinza protegida.

Una vez canalizado el cuerno occipital, se conectó el sistema de irrigación continua con lactato de Ringer a través del catéter para mantener la dilatación del ventrículo adquiriendo de esta manera una mejor visualización e hidrodissección. Se introdujo el endoscopio Hopkins II de 30°, diámetro 2,7 mm y longitud 30 cm, lo que permitió seguir el trayecto del catéter prefijado.

Al concluir la canalización del cuerno occipital con el endoscopio (fig. 1), se identificaron la punta del catéter y las estructuras anatómicas del *atrium* ventricular, visualizándose el plexo coroideo sobre la fisura coroidea, tanto en su segmento atrial como temporal.



**Fig. 1** - Visualización, bajo visión endoscópica transoperatorio, del cuerpo ventricular y cuerno frontal desde el punto de entrada occipital con la distribución del plexo coroideo en el piso sobre la fisura coroidea.

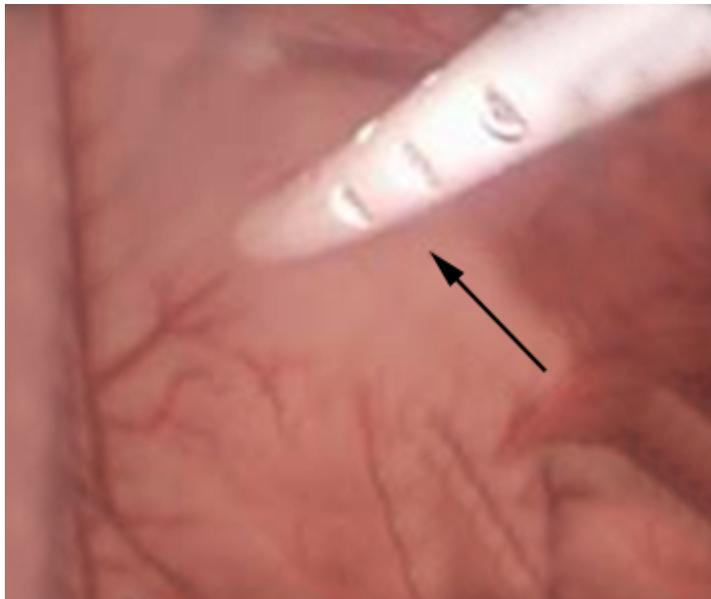
Para identificar el segmento del cuerpo del plexo coroideo, se proyectó la visión endoscópica en el sentido del vertex craneal, siguiendo su componente atrial, ya que el plexo coroideo es la estructura anatómica cardinal para identificar la posición de los cuernos frontal y temporal.

Un elemento que se consideró fue que en el techo del cuerno frontal se observaron estrías transversales, las que representan las fibras del cuerpo calloso, y el plexo coroideo se dirigía por su piso, mientras que en el cuerno temporal el plexo coroideo se dirigía por el

techo. Posterior a la identificación del cuerpo del ventrículo, se avanzó, sin mandril y bajo visión endoscópica, el catéter hasta colocar el segmento fenestrado del mismo por delante del agujero de Monro (fig. 2).

Se tuvieron en cuenta dos detalles necesarios. En primer lugar, no se avanzó la punta del endoscopio en el cuerpo del ventrículo más allá de 3 cm del *atrium*, para evitar dañar el plexo coroideo del *atrium* con la parte posterior del endoscopio (a esta distancia se visualiza perfectamente el cuerno frontal). Lo segundo fue colocar la punta del catéter ventricular a 5 mm por detrás de la cara anterior del cuerno frontal para evitar que la parte fenestrada del catéter se introdujera dentro del parénquima cerebral cuando disminuyera de volumen el ventrículo. De forma general, el catéter se dejó a una distancia entre 9 y 11 cm.

Posteriormente, se retiró el endoscopio con irrigación continua y se realizó la unión una vez colocado el catéter en óptima posición al extremo caudal del sistema, como se hace de forma habitual.<sup>(2)</sup>



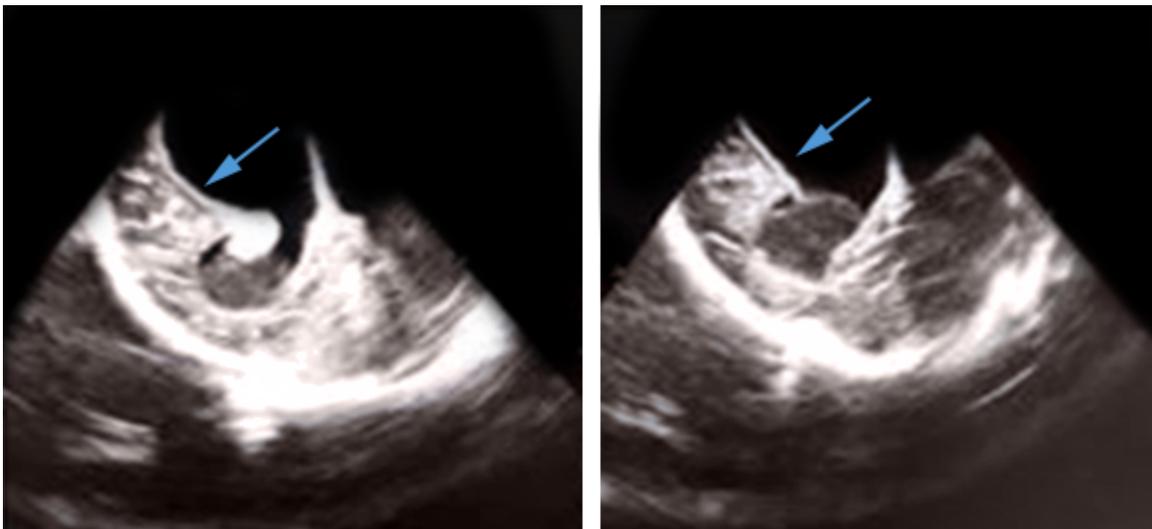
**Fig. 2** - Guía endoscópica en dirección a la concavidad del cuerno frontal del catéter ventricular colocándose las fenestraciones del catéter por delante del agujero de Monro.

La derivación guiada por ultrasonido se efectuó de manera similar, incluyendo dentro del campo quirúrgico la exposición del área correspondiente a la fontanela anterior

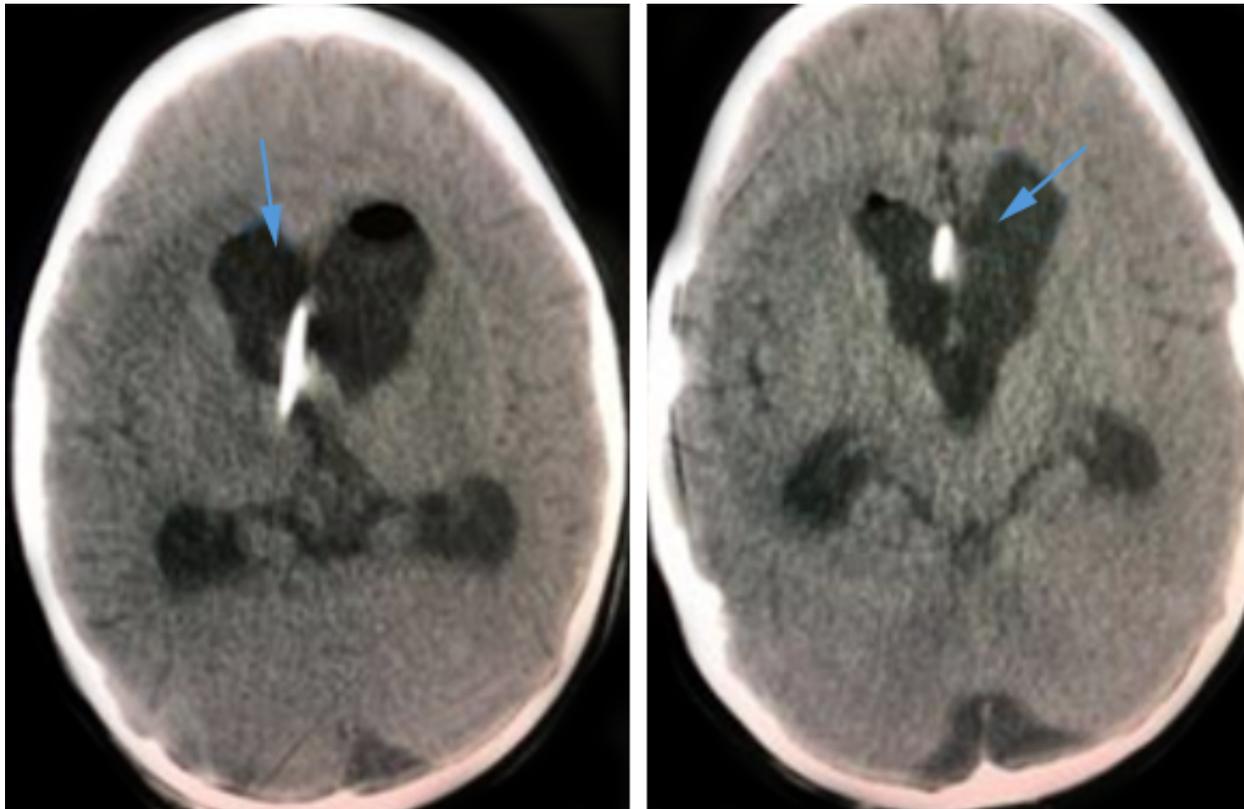
bregmática, siendo esta la ventana ecográfica a emplear para la visualización del transoperatorio.

Realizados los pasos descritos para exponer el área correspondiente al punto occipital para su punción, se procedió a colocar el transductor del ultrasonido. Después de la apertura de la duramadre, la navegación en tiempo real se ejecutó manteniendo la sonda en el plano sagital.

Se identificaron el agujero de Monro y el plexo coroideo como puntos de referencia ultrasonográfica (fig. 3). El catéter se insertó en el cuerno occipital y mediante visualización ecográfica fue guiado en dirección al cuerno frontal homolateral garantizando la posición de la punta a 1 cm por delante del agujero de Monro (fig. 4). Después de colocar el catéter proximal, se retiró la sonda ultrasónica (SU), el catéter se acortó y se conectó a la porción distal del sistema. Luego se colocó el extremo peritoneal implantado en el abdomen.



**Fig. 3** - Imagen en tiempo real de la ultrasonografía del transoperatorio, obsérvese hiperecogenicidad del catéter en el piso ventricular (flecha).



**Fig. 4** - TC posoperatoria inmediata donde se observa la colocación óptima del catéter intraventricular mediante guía endoscópica, quedando la proyección fenestrada por delante del agujero Monro.

Se emplearon los sistemas B. Braun y Sophysa como medios de derivación con las características siguientes: catéter proximal con longitud de 230 mm, diámetro interno de 1,3 mm y externo de 2,5 mm. La punta del catéter es ciega y aproximadamente de 3 mm, distalmente comienzan 4 filas de fenestraciones con número de 10 cada una (40 en total), ocupando un área fenestrada de 1,5 cm. El catéter tiene una marca cada 5 cm y la última termina a los 15 cm.

### Procesamiento de los datos

Se confeccionó una base de datos y se realizó el análisis estadístico con el paquete estadístico SPSS, versión 19 para Windows. La descripción de los resultados del análisis de las variables cualitativas se presentó resumido en frecuencias absolutas y porcentos,

los que se mostraron descritos en el texto y en una tabla. En relación a la edad, se estimó el promedio de años cumplidos, la menor y la mayor edad y el rango. Se calculó además, el promedio de la longitud del catéter del total de casos. Los resultados de las variables cuantitativas se describen en el texto.

### **Aspectos éticos**

La investigación fue aprobada por el consejo científico de la institución y se incluyó en una línea de investigación en desarrollo. La información fue obtenida de las historias clínicas y no existe duplicidad. No implicó riesgo para los pacientes.

### **Resultados**

En el estudio realizado, el rango de edades quedó comprendido entre 0 y 18 años, la menor fue de 1 mes y la mayor de 18 años. Prevalció el grupo etario comprendido de 0 a 6 años con 13 pacientes, a 11 de ellos (40,7 %) se les realizó colocación del catéter con guía ultrasonográfica. La media para la edad fue de 9 meses, mientras que a 16 pacientes se le colocó el catéter con guía endoscópica (59,3 %), con una media de edad de 8 años. Del total de la muestra, en 11 de los 27 pacientes (40,74 %) se realizó la colocación del catéter ventricular mediante guía ultrasonográfica, ya que presentaban una ventana ecolúcida adecuada (fontanela bregmática permeable). Se evidenció la colocación óptima del dispositivo intraventricular en 10 de los 11 pacientes. En un caso el catéter quedó colocado en posición subóptima (tabla 1).

Se determinó en estudios de imágenes posoperatorios inmediatos que el promedio en la distancia recorrida por el catéter fue de 10,22 cm.

Se realizó intervención quirúrgica mediante guía endoscópica a un total de 16 pacientes, en quienes se logró una colocación en posición óptima del catéter ventricular (tabla 1).

**Tabla 1** - Distribución según posición del catéter respecto al método de guía

Posición del catéter	Óptima (%)	Subóptima (%)	Incorrecta (%)	Total (%)
Ultrasonografía	10 (90,9)	1 (9,09)	0 (0)	11 (100)
Endoscopia	16 (100)	0 (0)	0 (0)	16 (100)
Total	26 (96,29)	1 (3,7)	0 (0)	27 (100)

## Discusión

Históricamente se concibe que la punta del catéter debe quedar por delante del agujero de Monro, lugar desprovisto de plexo coroideo. La colocación del catéter ventricular puede ser a través de varios abordajes: frontal, parietal u occipital. La vía occipital es técnicamente más compleja pues el catéter tiene que transitar a través del cuerno occipital por el *atrium* y todo el cuerpo del ventrículo lateral hasta alcanzar el cuerno frontal; sin embargo, ofrece menor índice de disfunciones.<sup>(2,6,7,8)</sup>

Los aspectos fundamentales en cualquier procedimiento quirúrgico son: orientación espacial, correlación entre las imágenes preoperatorias, los hallazgos transoperatorios y la determinación exacta de las relaciones anatómicas. Estos se traducen en una menor agresión del tejido cerebral con el objetivo de minimizar el déficit neurológico posquirúrgico.<sup>(9)</sup>

La correlación en tiempo real entre la información aportada por las imágenes preoperatorias y la información topográfica del transoperatorio no pueden ser aportadas por ninguna técnica de neuronavegación por imagen moderna, mientras que la ultrasonografía continúa siendo una herramienta útil como guía de orientación en tiempo real.<sup>(10)</sup>

Muchas instituciones realizan imágenes posoperatorias para evaluar la ubicación del catéter de derivación y el tamaño ventricular. Esta práctica tiene beneficios en el contexto de pacientes sintomáticos persistentes, sin embargo su utilidad en pacientes asintomáticos sin complicaciones es cuestionable.<sup>(11)</sup> En el estudio, se realizó la imagen posquirúrgica a todos los pacientes acorde al protocolo; además se relacionaron los

componentes clínicos e imagenológicos trans y posoperatorios, los que mostraron eficacia y efectividad en la técnica quirúrgica.

Algunas complicaciones constituyen un riesgo importante después de la colocación de una derivación ventriculoperitoneal. En primer lugar, la posición inadecuada del catéter proximal requiere, en ocasiones, la necesidad de reintervención para la revisión quirúrgica. Algunas herramientas del transoperatorio como el ultrasonido o la neuronavegación son propuestas para ayudar a mejorar el posicionamiento adecuado del catéter. Hasta en un 20,8 % de los pacientes intervenidos se constatan posicionamientos inadecuados del catéter ventricular, de los cuales un 16,7 % requieren de reintervenciones quirúrgicas para revisión del sistema de derivación del líquido cefalorraquídeo.<sup>(12)</sup>

Como se demuestra en el estudio, con la ayuda de métodos de guía imagenológicos en tiempo real, se puede lograr la colocación óptima del catéter ventricular en la mayoría de los casos, lo cual disminuye el número de reintervenciones por disfunción del sistema derivativo y con ello el riesgo de infecciones asociadas, la estadía hospitalaria y los costos.

En un estudio realizado por *Leu* y otros,<sup>(10,13)</sup> con una muestra de 15 pacientes, se empleó, como guía para realizar la derivación, la ultrasonografía transoperatoria y se compararon los resultados con otros estudios; los autores no encontraron incorrecta la posición del catéter en los pacientes en los que el procedimiento se guio con esta técnica, mientras que en las cirugías realizadas a manos libres (llamadas *free hands*) encontraron porcentajes cercanos al 5,8 % de posiciones incorrectas del catéter, lo que coincidió con los resultados del estudio.

*Kamenova* y otros<sup>(13)</sup> encontraron en su estudio una sensibilidad del 85 % y una especificidad del 67 % por posición incorrecta de la derivación. Los pacientes con posición incorrecta de la derivación tuvieron resultados clínicos significativamente negativos y tasas más altas de morbilidad quirúrgica, morbilidad general y de reoperación, lo cual contrastó con la conclusión arribada por este estudio que señaló la seguridad que ofrece la técnica realizada bajo visión en tiempo real.

El ultrasonido ofrece una clara ventaja en términos de velocidad de configuración, se ha demostrado que el posicionamiento preciso del catéter proximal se encuentra entre las variables más importantes como valor predictivo de efectividad.<sup>(14)</sup>

El ultrasonido intraoperatorio ha ganado una amplia aceptación, ya que permite visualizar en tiempo real el sistema ventricular antes y durante la inserción del catéter. La línea de trayectoria anticipada se puede proyectar en la pantalla y, cuando sea necesario, ajustarse para un posicionamiento óptimo del catéter evitando el plexo coroideo u otras posibles causas de obstrucción como un hematoma intraventricular.<sup>(15)</sup>

Con el desarrollo de la ultrasonografía, la estereotaxia, la endoscopia y la neuronavegación, cada vez más son los autores que abogan por evitar procedimientos quirúrgicos a ciegas. *Wilson* y otros<sup>(15)</sup> señalan una precisión de un 89 % utilizando como apoyo la ultrasonografía, sin embargo, no recomiendan como punto de entrada el abordaje occipital por ser más complejo y no tener en su serie buenos resultados, lo cual difiere del presente estudio, ya que fue la vía utilizada en la totalidad de los casos intervenidos y mostró buenos resultados en cuanto a su funcionalidad, lo cual se evidenció con la disminución de la talla ventricular en el 100 % de los casos sin complicaciones relacionadas a la obstrucción del catéter, fenómeno que podemos atribuir más al posicionamiento óptimo del catéter intraventricular, mediante guía imagenológica transoperatoria, que a la vía utilizada para la colocación del mismo.

La colocación endoscópica del catéter ventricular permite particularizar su posicionamiento teniendo en cuenta las variaciones anatómicas preexistentes, así como las distorsiones anatómicas del sistema ventricular por procesos tumorales intra o extraventriculares, los cuales, en muchas ocasiones, son la causa básica de la hidrocefalia.<sup>(2)</sup>

Estudio realizado por los doctores *Arbolay y Machín*,<sup>(2)</sup> muestran tasas superiores al 95 % de colocación óptima del catéter ventricular mediante el apoyo endoscópico en la población adulta, resultados semejantes a los obtenidos en la investigación que nos ocupa.

Se concluye que la derivación ventriculoperitoneal guiada por imagen en tiempo real en pacientes pediátricos con hidrocefalia resultó una técnica neuroquirúrgica que garantizó la colocación del catéter ventricular en una posición óptima en la mayoría de los casos.

## Referencias bibliográficas

1. Koleva M, De Jesus O. Hydrocephalus. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [acceso 12/02/2023]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560875/>
2. López Arbolay O, Machín Ortiz M, Cruz Pérez PO, Caballero García J, Guzmán J. Colocación endoscópica por vía occipital de catéteres ventriculares permanentes. Nota técnica. Revista Chilena de Neurocirugía. 2016;42:102-6. DOI: [10.36593/rev.chil.neurocir.v42i2.106](https://doi.org/10.36593/rev.chil.neurocir.v42i2.106)
3. Thomale UW, Schaumann A, Stockhammer F, Giese H, Schuster D, Kästner S *et al.* Study: Randomized, Multicenter Trial to Evaluate the Quality of Ventricular Catheter Placement with a Mobile Health Assisted Guidance Technique. Neurosurgery. 2018;83(2):252-62. DOI: [10.1093/neuros/nyx420](https://doi.org/10.1093/neuros/nyx420)
4. Baralt MA, Salazar AL, Infante MP. Abordaje Brain Port endoscópico guiado por ultrasonido en paciente con diagnóstico de ganglioglioma grado 1. Revista Cubana de Neurología y Neurocirugía. 2022 [acceso 03/11/2021];11(3). Disponible en: <https://revneuro.sld.cu/index.php/neu/article/view/481>
5. Peng A, Yang M, Zhao H, Wu Y, Zhao Y, Zhou L. Compared with conventional procedures, an intraoperative navigation system for ventriculoperitoneal shunting via the occipital horn improves outcomes in patients with hydrocephalus. Br J Neurosurg. 2020;35(3):292-300. DOI: [10.1080/02688697.2020.1789555](https://doi.org/10.1080/02688697.2020.1789555)
6. Duong J, Elia CJ, Miulli D, Dong F, Sumida A. An approach using the occipital parietal point for placement of ventriculoperitoneal catheters in adults. Surg Neurol Int. 2019;10:21. DOI: [10.4103/sni.sni\\_3\\_18](https://doi.org/10.4103/sni.sni_3_18)

7. Schroeder HWS, Hickmann AK, Baldauf J. Endoscope-assisted microsurgical resection of skull base meningiomas. *Neurosurg Rev.* 2011;34(4):441-55. DOI: [10.1007/s10143-011-0322-9](https://doi.org/10.1007/s10143-011-0322-9)
8. Xu LX, Holland H, Kirsten H, Ahnert P, Krupp W, Bauer M, *et al.* Three gangliogliomas: results of GTG-banding, SKY, genome-wide high resolution SNP-array, gene expression and review of the literature. *Neuropathology.* 2015;35:148-57. DOI: [10.1111/neup.12176](https://doi.org/10.1111/neup.12176)
9. Van Velthoven V. Intraoperative ultrasound imaging: comparison of pathomorphological findings in US versus CT, MRI and intraoperative findings. *Acta Neurochir Suppl.* 2003;85:95-9. DOI: [10.1007/978-3-7091-6043-5\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-7091-6043-5_13)
10. Leu S, Halbeisen F, Mariani L, Soleman J. Intraoperative ultrasound-guided compared to stereotactic navigated ventriculoperitoneal shunt placement: study protocol for a randomised controlled study. *Trials.* 2021;22(1):350. DOI: [10.1186/s13063-021-05306-5](https://doi.org/10.1186/s13063-021-05306-5)
11. Hulsbergen AFC, Siddi F, McAvoy M, Lynch BT, Karsten MB, Stopa BM, *et al.* The low utility of routine cranial imaging after pediatric shunt revision. *J Neurosurg Pediatr.* 2021:1-7. DOI: [10.3171/2021.9.PEDS21261](https://doi.org/10.3171/2021.9.PEDS21261)
12. Leu S, Kamenova M, Mariani L, Soleman J. Ultrasound-Guided Insertion of the Ventricular Catheter in Ventriculoperitoneal Shunt Surgery: Evaluation of Accuracy and Feasibility in a Prospective Cohort. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg.* 2021;82(1):9-17. DOI: [10.1055/s-0040-1714388](https://doi.org/10.1055/s-0040-1714388)
13. Kamenova M, Rychen J, Guzman R, Mariani L, Soleman J. Yield of early postoperative computed tomography after frontal ventriculoperitoneal shunt placement. *PLoS One.* 2018;13(6). DOI: [10.1371/journal.pone.0198752](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198752)
14. Manfield JH, Yu KKH. Real-time ultrasound-guided external ventricular drain placement: technical note. *Neurosurg Focus.* 2017;43(5):E5. DOI: [10.3171/2017.7.FOCUS17148](https://doi.org/10.3171/2017.7.FOCUS17148)
15. Wilson TJ, Stetler WR Jr, Al-Holou WN, Sullivan SE. Comparison of the accuracy of ventricular catheter placement using freehand placement, ultrasonic guidance, and stereotactic neuronavigation. *J Neurosurg.* 2013;119(1):66-70. DOI: [10.3171/2012.11.JNS111384](https://doi.org/10.3171/2012.11.JNS111384)

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **Contribuciones de los autores**

*Conceptualización:* Marco A. Baralt Ramírez, Adriel Salazar López.

*Curación de datos:* Mariela Infante Pérez.

*Análisis formal:* Marco A. Baralt Ramírez, Adriel Salazar López.

*Redacción-borrador original:* Marco A. Baralt Ramírez.

*Redacción-revisión y edición:* Adriel Salazar López.