

# Drenaje ventricular al exterior de tunelización larga: un método costo-efectivo para reducir las complicaciones

## Premio Beca Asociación Argentina de Neurocirugía. XV Jornadas Argentinas de Neurocirugía 2019

Amparo Sáenz, Romina Argañaraz, Beatriz Mantese

Servicio de Neurocirugía, Hospital de Pediatría Juan P. Garrahan. C.A.B.A., Argentina.

### RESUMEN

**Introducción:** La colocación de drenajes ventriculares al exterior (DVE) es uno de los procedimientos más frecuentes de la neurocirugía, tanto en pediatría como en adultos, sin embargo, no se encuentra exento de complicaciones. La tasa de infección asociada al drenaje puede ser del 25%. En nuestro Hospital encontramos una incidencia del 22% anual.

Al ser sistemas que no cuentan con una regulación de la salida del líquido, el paciente debe permanecer en decúbito dorsal estricto todo el tratamiento.

Nuestro objetivo es diseñar un nuevo sistema de drenaje ventricular al exterior de tunelización larga (DVET) que lidie con estos problemas al mismo tiempo que reduzca los costos hospitalarios.

**Material y métodos:** Se realizó un ensayo clínico prospectivo en el que se colocaron 25 DVETL entre el 1/9/2018 al 1/5/2019 que se compararon con el sistema tradicional de DVE.

**Resultados:** La presencia de fistula se asoció más frecuentemente a los DVE en comparación con los DVETL, esta diferencia fue estadísticamente significativa (30% vs 8%  $p=0,029$ ). La presencia de infección asociada al drenaje fue significativamente mayor en los DVE en comparación con los DVETL, esta diferencia fue estadísticamente significativa (22% vs 0%  $p=0,009$ ). Los pacientes con DVE tradicional utilizaron el doble de recursos y generaron el doble de costos que los pacientes con DVETL.

**Conclusión:** Se realizó una presentación detallada del nuevo sistema de DVETL que presenta una disminución en la incidencia de fistula de LCR e infección asociada al drenaje. A su vez aparenta ser costo-efectiva en comparación con el sistema tradicional de DVE.

**Palabras clave:** Infecciones; Complicaciones Postoperatorias; Ventriculostomías; Costos y Análisis de Costos; Recursos de Salud

### ABSTRACT

**Introduction:** External ventricular drain (EVD) placement is one of the most frequent procedures in neurosurgery, both in pediatrics and in adults. The global rate of ventriculostomy-associated infections could reach 25%. In our Hospital, we found an annual incidence of 22%.

In addition, since it does not have a regulation of cerebral spinal fluid (CSF) flow, the patient must remain in strict dorsal decubitus throughout the entire treatment.

Our goal is to design a new long-tunneled external ventricular drain (LTEVD) that deals with these problems while reducing hospital costs.

**Material and method:** A prospective clinical trial was conducted in which 25 LTEVD were placed between 1/9/2018 and 1/5/2019 that were compared with the traditional EVD system.

**Results:** The presence of CSF fistula was associated more frequently with EVD compared to LTEVD; this difference was statistically significant (30% vs. 8%  $p = 0.029$ ). The presence of associated infection was significantly higher in EVD compared to LTEVD, and this difference was statistically significant (22% vs. 0%  $p = 0.009$ ). Patients with traditional EVD used twice as many resources and generated twice the cost as patients with DVETL.

**Conclusion:** A detailed presentation was made of the new LTEVD system that presents a decrease in the incidence of CSF fistula and associated infection. At the same time, it appears to be cost-effective in comparison with the traditional DVE system.

**Key Word:** Infection; Postoperative Complications; Ventriculostomy; Costs and Cost Analysis; Health Resources

## INTRODUCCIÓN

La colocación de drenajes ventriculares al exterior (DVE) es uno de los procedimientos más frecuentes de la neurocirugía, tanto en pediatría como en adultos.<sup>21</sup> En nuestro Hospital se colocan entre 130-160 DVE por año. Siendo el segundo procedimiento más frecuente, luego de la colocación de derivación ventrículo peritoneal (DVP).<sup>8</sup>

Si bien es un procedimiento de rutina, no se encuentra exento de complicaciones. La tasa de infección asociada

al drenaje puede llegar hasta el 25%.<sup>1,3,17</sup> En nuestro centro encontramos una incidencia del 22% anual.

Se cree que uno de los factores críticos para el desarrollo de una infección asociada al DVE es la fistula de líquido cefalorraquídeo (LCR) pericáteter.<sup>4,22,23,27</sup> Las infecciones en sistema nervioso central (SNC) a partir de un germen intrahospitalario generan consecuencias devastadoras para el paciente.<sup>19</sup>

Las infecciones no son la única complicación que presentan los DVE, al tratarse de sistemas que no cuentan con una regulación de la salida del líquido cefalorraquídeo (LCR), el paciente debe permanecer en decúbito dorsal estricto por lo que dure el tratamiento, y en algunos centros se requiere de la permanencia en terapia intensiva

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Amparo Sáenz

amparo\_saenz@hotmail.com

Recibido: Agosto de 2019. Aceptado: Agosto de 2019.

para poder controlar de forma estricta el cuidado del sistema.<sup>5,26,29,30</sup>

Las complicaciones nombradas previamente a su vez, le significan un gasto desorbitante tanto al sistema de salud público como privado, que en la mayoría de los casos se encuentra subestimado.<sup>11,15</sup>

Por todo lo antes expuesto, nuestro equipo diseñó un nuevo sistema de DVE: drenaje ventricular al exterior de tunelización larga (DVETL) que lidia con los problemas enumerados previamente al mismo tiempo que reduce los costos hospitalarios.

## OBJETIVO

El objetivo principal de este trabajo es presentar un nuevo sistema de drenaje ventricular al exterior con tunelización larga y válvula interpuesta.

El objetivo secundario es comparar la incidencia de infección y fistula de LCR asociada al drenaje en el sistema tradicional de DVE comparado con el nuevo sistema de DVETL.

El objetivo terciario es comparar los recursos utilizados y los costos que le generó al Hospital la utilización del sistema tradicional de DVE comparado con el nuevo sistema de DVETL.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo clínico prospectivo en el que se colocaron 25 DVETL entre el 1/9/2018 al 1/5/2019. Los datos recabados del nuevo sistema de DVETL se compararon con el sistema tradicional de DVE. Los datos de los pacientes con DVE tradicional fueron extraídos de una cohorte histórica que fue recabada prospectivamente entre 1/6/2017 al 1/6/2018.

Entendemos que al utilizar una cohorte histórica aumenta el riesgo de sesgos. Para disminuir ésta posibilidad se utilizó una cohorte histórica muy próxima al trabajo actual que se recabó de forma prospectiva, el equipo de neurocirujanos, médicos y enfermeras fue el mismo para ambos grupos y el tratamiento antibiótico, la manipulación y cuidado de los drenajes se respetó de la misma manera para ambos grupos, a su vez el tratamiento antibiótico no se modificó en los últimos 3 años.

### Lugar de estudio

El estudio se llevó a cabo en su totalidad nuestro Hospital.

### Población

La población de interés fueron los pacientes menores de 18 años que se atendieron en nuestra institución y requirieron de la colocación de un drenaje ventricular al exterior

para el tratamiento de su patología de base.

### Criterios de inclusión y exclusión

Se incluirán a los pacientes que presenten:

- Edad menor a 18 años.
- Necesidad de colocación de DVE por más de 3 días.
- La firma del consentimiento informado y aceptación de ingresar al protocolo.

Se excluirán a los pacientes que presenten:

- Hidrocefalia multitabletada.
- Necesidad de más de un catéter ventricular.
- Sangrado intraventricular abundante (molde ventricular que ocupe más del 70% de la superficie de ambos ventrículos laterales).
- Proteinorraquia mayor a 800.
- Píocéfalo (nivel de pus visible en la tomografía o resonancia).

### Técnica quirúrgica

La colocación del DVETL se lleva a cabo en el quirófano bajo anestesia general. Se debe realizar profilaxis antibiótica con Cefalotina 1 hora antes de la incisión de piel. El pelo se rasura a 4 cm de la herida. Se realiza el lavado del campo quirúrgico en 8 oportunidades con solución de clorhexidina al 2% en 70% de isopropanol.

El primer paso es la incisión arciforme frontal o parietal dependiendo de donde se colocará el catéter proximal (fig. 1), luego se realiza la trepanación del hueso (fig. 2). Se deja cubierto el área correspondiente a la primera incisión y se continúa con la segunda incisión ipsilateral de 2 cm de longitud sobre el tórax bajo o abdomen alto (fig. 3). Se atraviesa con el pasador por el tejido celular subcutáneo desde la incisión caudal a la cefálica (fig. 4). Se pasa el catéter distal a través del pasador (fig. 5). Luego se retira el pasador y se conecta el catéter distal a un reservorio valvular de presión fija (fig. 6). Se coloca el catéter proximal dentro del ventrículo (fig. 7), y el mismo se une a el reservorio valvular (fig. 8). Se debe dejar la totalidad de la longitud del catéter distal, y el mismo se une a un sistema de derivación ventricular al exterior (fig. 9).

### Control posoperatorio

Las muestras de LCR se toman en el momento de la cirugía. De ser positiva, se toman cada 48 horas hasta tener el primer LCR con cultivo negativo.

Solo se recambiará el DVETL ante un retiro involuntario, la obstrucción o la imposibilidad de negativizar el cultivo con más de 7 días de tratamiento antibiótico efectivo 3 cultivos positivos para el mismo germen (medición de antibiótico en sangre en rango).

Una vez concluido el tratamiento antibiótico, o cuando



Figura 1: Incisión arciforme sobre el cuero cabelludo.

el paciente ya no requiera el DVETL, se retirará el sistema actual en el quirófano y en el caso de estar indicado, se colocará una derivación ventrículo peritoneal en el mismo acto, intentando no utilizar el mismo sitio de entrada que se usó para el DVETL.

### Tiempo de seguimiento

Los pacientes incluidos en el análisis presentaban como mínimo 3 meses de seguimiento posterior a la colocación de la derivación ventrículo peritoneal (DVP) o al retiro del sistema. Creemos que es un tiempo suficiente como para detectar infecciones posteriores a la colocación del sistema definitivo que puedan haberse asociado a la utilización de estos drenajes.

### Definición de infección asociada al drenaje

A los efectos del presente informe se consideró la definición de infección asociada al DVE utilizada por las guías de la Sociedad de Enfermedades Infecciosas de América (IDSA: Infectious Diseases Society of America).<sup>28</sup>

En los casos que al paciente se le colocó un DVE por una causa no infecciosa, se consideró infección asociada al DVE cuando presentó síntomas clínicos sugestivos de infección (fiebre, leucocitosis o aumento de reactantes de fase aguda) y cultivo de LCR positivo.

En los casos que al paciente se colocó un DVE por pioventriculitis, se consideró infección asociada al DVE



Figura 2: Trepanación del cráneo.



Figura 3: Incisión lineal de 2 cm en la línea hemiclavicular, a la altura del tórax bajo o abdomen alto.

cuando la infección original se encontraba resuelta, y posteriormente presentó síntomas clínicos sugestivos de infección y cultivo de LCR positivo para un germen distinto al original.



Figura 4: Pasaje del pasador a través del tejido celular subcutáneo desde la incisión caudal a la cefálica.

### Recolección de datos

Los datos fueron recolectados para ambos grupos por el primer autor del trabajo (A.S) para evitar sesgos en la toma de datos.

Para cargar los datos de los pacientes se utilizó la plataforma de REDCap (Research Electronic Data Capture)<sup>13</sup> un software de captura de datos electrónicos que permite diseñar bases de datos de investigación para ensayos clínicos y que se encuentra diseñado específicamente para proteger la privacidad de los datos del paciente.

De los registros electrónicos de nuestra institución se obtuvo la siguiente información:

- Edad.
- Peso.
- Patología que derivó en la colocación del DVETL.
- Cantidad de ingresos a quirófano.
- Cantidad de minutos transcurridos en quirófano.
- Cantidad de drenajes necesarios.
- Cantidad de días de internación.
- Cantidad de días de antibiótico.
- Presencia de fístula, desconexión, retiro u obstrucción del sistema.
- Presencia de infección asociada al drenaje.



Figura 5: Pasaje del catéter distal a través del pasador.



Figura 6: Unión del catéter distal al reservorio valvular de presión fija.

### Registro de los costos hospitalarios

Los registros de facturación y contabilidad de nuestra ins-



Figura 7: Introducción del catéter proximal dentro de la cavidad ventricular.



Figura 8: Unión del catéter proximal con el reservorio valvular.

titución se revisaron para todos los pacientes a los que se les colocó DVE y DVETL durante el período de estudio. Los registros de facturación del hospital consistían en una lista detallada de todos los costos incurridos durante la estadía en el hospital. Se excluyó cualquier prueba, procedimiento o recurso general no relacionado directamente con una infección asociada al drenaje o con una complicación del mismo. Se compararon los costos de hospitalización, utilización de quirófano y cantidad de set de drenajes utilizados para ambos grupos. Para calcular el costo por día de tratamiento antibiótico, se calculó la cantidad total de droga recibida por cada paciente a partir de su peso, la dosis indicada (en mg/kg/día) y los días que recibió la medicación.

### Aspectos éticos

El protocolo se presentó al Comité de Ética e Investigación del Hospital (N° de protocolo: 1112) quien lo aprobó para su realización. Se diseñó un consentimiento informado específico para el trabajo que se les entregó a los padres de los pacientes previo al procedimiento, donde se les explicaba la posibilidad de no participar si así lo deseasen. A su vez se aclararon los riesgos de la cirugía y los posibles beneficios.

### Análisis estadístico

Las variables categóricas se expresaron como frecuencia absoluta y porcentaje con cálculo del intervalo de confian-



Figura 9: Incisión de piel cerrada y catéter distal conectado al sistema de derivación al exterior.

za para los valores principales. Las variables continuas se expresaron como media y desvío estándar (SD). El análisis de costos se realizó en la moneda Dólar Americano (USD).

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk comprobándose que no se trata de una muestra con distribución simétrica. La asociación entre la presencia de infección asociada al drenaje (SI/NO: variable dicotómica) y el tipo de drenaje utilizado (DVE/DVETL: variable dicotómica) se realizó utilizando el Test exacto de Fisher. La asociación entre fístula de LCR (SI/NO: variable dicotómica) y el tipo de drenaje (DVE/DVETL: variable categórica) se realizó utilizando el Test exacto de Fisher.

Para analizar la asociación entre la utilización de recursos (días de hospitalización, minutos en quirófano, días de antibiótico: variables continuas) y el tipo de drenaje (DVE/DVETL: variable dicotómica) se utilizó el test Wilcoxon Rank Sum (Mann-Whitney) debido a la distribución asimétrica de la muestra. Al igual que para analizar la asociación entre los costos (costo del día de internación, de los antibióticos, del ingreso a quirófano: variables continuas) con el tipo de drenaje utilizado (DVE/DVETL). Para realizar los cálculos estadísticos se utilizó el programa STATA/IC 15.1.

## RESULTADOS

### DVETL

Se analizaron 25 pacientes pediátricos a los que se le colocaron 25 DVETL, de los cuales 44% (11) fueron hombres y 56% (14) fueron mujeres. La media de edad fue de 4,8 años ( $\pm 4,9$ ). La razón por la cual se colocó el DVETL fue hidrocefalia en 12% (3) de los casos, pioventriculitis en 68% (17) de los casos, sangrado intraventricular en 4% (1) de los casos y colección subdural en 16% (4) de los casos.

De los 25 pacientes analizados, 8% (2) presentaron fístula de LCR y 4% (1) retiro involuntario, mientras que ninguno presentó obstrucción o desconexión del sistema.

Ningún paciente presentó infección asociada al drenaje durante el tiempo que permaneció con el DVETL ni en el seguimiento posterior.

### DVE

Se analizaron 66 pacientes pediátricos a los que se colocaron 137 DVE, de los cuales 54% (35) eran de sexo masculino y 46% (31) de sexo femenino. Presentaron una media de edad de 7,5 ( $\pm 5,5$ ) años.

De los 66 pacientes a los que se les colocó DVE, 48% (31) fueron para tratamiento de pioventriculitis, 35% (23) por hidrocefalia, 15% (10) por sangrado intraventricular, 2% (1) por traumatismo encefalocraneano y 2% (1) para tratamiento de una colección subdural.

De los 66 pacientes analizados, 30% (20) presentaron fístula de LCR, 5% (3) retiro involuntario, 3% (2) obstrucción y 12% (8) desconexión del sistema.

De los 66 pacientes analizados el 22% (15) presentaron una infección asociada al drenaje.

### Asociación entre fístula e infección

La presencia de fístula de LCR se asoció más frecuentemente a los DVE tradicionales (30%; IC 95%: 20,3-42,5) en comparación con los DVETL (8%; IC95%: 19,7-27,3) y esta diferencia fue estadísticamente significativa (30% vs 8%  $p=0,029$ ).

La presencia de infección asociada al drenaje fue significativamente mayor en los DVE (22%; IC95%: 14-34,5) en comparación con los DVETL (0%), esta diferencia fue estadísticamente significativa (22% vs 0%  $p=0,009$ ).

### Recursos utilizados

Cuando se comparan los recursos utilizados en ambos grupos podemos observar que la media de días de internación fue de 36,5 días ( $\pm 24,3$ ) para los DVE en comparación con 20,2 días ( $\pm 12,7$ ) en los DVETL, la media de número de ingresos a quirófano fue de 2,09 ( $\pm 1,5$ ) para DVE y de 1,04 ( $\pm 0,2$ ) para los DVETL, la media de minutos transcurridos dentro de quirófano para la colocación del drenaje fue de 215,3 ( $\pm 177,3$ ) para los DVE y de 119,2 ( $\pm 44,1$ ) para los DVETL. Cuando se analiza la media de días de tratamiento antibiótico fue de 41,02 ( $\pm 49,4$ ) días en DVE en comparación con 12,8 ( $\pm 6,3$ ) días en los DVETL (graf. 1).

La diferencia entre los días de internación (36,5 vs 20,2;  $p=0,0001$ ), la cantidad de ingresos a quirófano (2,09 vs 1,04;  $p=0,002$ ) y días de tratamiento antibiótico (41,02 vs 12,8  $p=0,0012$ ) fue estadísticamente significativa (Tabla 1).

### Costos hospitalarios

Cuando se compara la media de costos para ambos grupos podemos observar que la media de costo por internación fue de U\$D 8.440,8 ( $\pm$ U\$D5.699,7) para los DVE y U\$D 4.734,1 ( $\pm$ U\$D 2.988,7) para los DVETL, la media de costos por utilización de quirófano fue de U\$D 617,4 ( $\pm$ U\$D 471,1) para DVE y U\$D 307,1 ( $\pm$ U\$D 59) para los DVETL, la media de costos por drenajes utilizados fue de U\$D 470,4 ( $\pm$ U\$D 358,9) para DVE en comparación con U\$D 234 ( $\pm$ U\$D 45) en los DVETL, la media de costos del tratamiento antibiótico fue de U\$D 1.522,4 ( $\pm$ U\$D 4.264,8) para los DVE en comparación con U\$D 712,1 ( $\pm$ U\$D 722,9) en los DVETL (graf. 2).

La diferencia entre el costo de internación (U\$D 8.440,8 vs 5.699,7;  $p=0,0001$ ), el costo de la utilización de quirófano (U\$D 617,4 vs 307,1;  $p=0,002$ ), costo de los drenajes requeridos (U\$D 470,4 vs U\$D 234;  $p=0,002$ ) y el costo del tratamiento antibiótico (U\$D 1.522,4 vs 712,1;  $p=0,01$ ) fue estadísticamente significativa (Tabla 1).

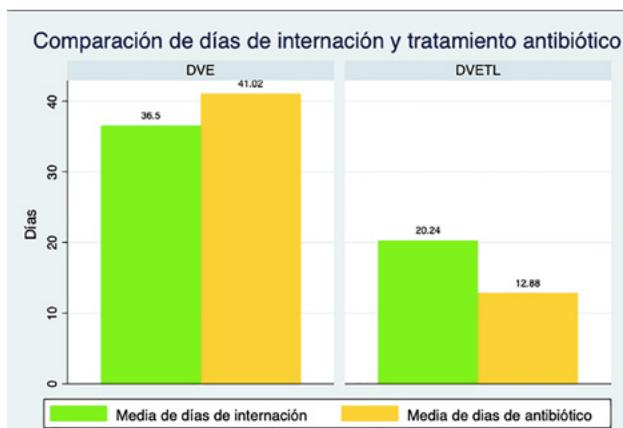


Gráfico 1: Comparación de la media de días de internación y de tratamiento antibiótico en el grupo de pacientes con DVE vs. DVETL.

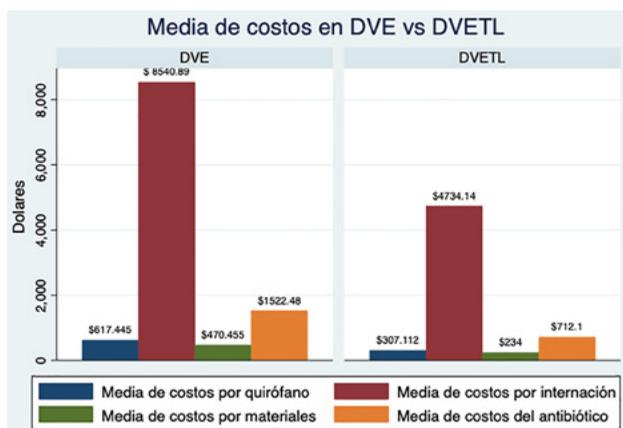


Gráfico 2: Comparación de la media de costos entre los pacientes con DVE vs. DVETL.

## DISCUSIÓN

### Infección asociada al drenaje

Uno de los mayores inconvenientes que presentan los DVE son las infecciones asociadas al drenaje. Al tratarse de pacientes internados, los gérmenes que se aíslan suelen ser multiresistentes, con mayor virulencia y más difíciles de erradicar.<sup>8,16-18,22</sup> Como consecuencia los pacientes presentan internaciones prolongadas, múltiples esquemas antibióticos y varios ingresos a quirófano, entre otros problemas.<sup>4,7,25</sup>

Han sido ampliamente estudiados los factores de riesgo que pueden favorecer las sobreinfecciones en los DVE. Entre éstas encontramos: el recambio reglado de los DVE,<sup>10,24,28,31</sup> la violación de los protocolos de seguridad y antisepsia,<sup>14</sup> la toma rutinaria muestras de LCR,<sup>9</sup> descolocación o retiro involuntario del sistema<sup>17</sup> y la fistula de LCR,<sup>23</sup> especialmente en la salida del drenaje a través del cuero cabelludo. La fistula de LCR genera un espacio, a partir del cual, los gérmenes pueden ascender desde la piel hacia el sistema nervioso central (SNC).

En los últimos años, surgieron trabajos que demuestran la efectividad de los drenajes de tunelización larga en la

reducción de las infecciones y retiros involuntarios.<sup>6,12</sup> Estos sistemas cuentan con la exteriorización del catéter distal a nivel del tórax logrando aumentar el trayecto entre la entrada del catéter al SNC y la salida del mismo a la altura de la piel, dificultando la fistula de LCR, como de ascenso de los gérmenes desde la piel al SNC. Khanna y colegas<sup>12</sup> de Detroit, Estados Unidos, presentaron una cohorte de 100 pacientes pediátricos y adultos, a los cuales se les colocó un DVETL con una tasa de infección del 0% en los primeros 16 días y de 4% al final del estudio. Concluyeron que los DVETL tienen una baja tasa de infección, sumado a un menor porcentaje de retiros involuntarios. Sin embargo, el estudio más representativo es el realizado por Collins<sup>6</sup> y colegas de Reino Unido. En éste se analiza una cohorte de 181 pacientes pediátricos a los cuales se les colocó un DVETL para el tratamiento de la hidrocefalia o pioventriculitis. Se observó una tasa de infección del 2.76%, con una duración media del drenaje de 10 días (rango de 0-42 días). En solo 4 de los 181 pacientes (2.2%) se observó retiros involuntarios o desplazamientos del sistema. Compararon sus resultados con las tasas de infecciones asociadas al drenaje de 14 publicaciones internacionales donde observaron una diferencia estadísticamente significativa en la incidencia de infecciones.

En nuestra primera revisión prospectiva de los DVE encontramos una incidencia anual de infección asociada al drenaje del 22%. Esto nos colocaba dentro de los valores más altos a nivel mundial. Posterior a la modificación de la técnica la incidencia de infecciones bajó al 0%, acompañado de una disminución en la incidencia de fistula de LCR de 30% a 8% y de desconexión del sistema de 8% a 0%. Esto significó un gran impacto en la morbi-mortalidad de nuestros pacientes.

### Utilización de válvula interpuesta

Otro de los inconvenientes que presentan los DVE tradicionales es que los pacientes se encuentran inmovilizados por lo que dure el tratamiento debido a que estos sistemas no cuentan con un control para la salida de LCR. A su vez el cuidado por el equipo de enfermería o clínica debe ser estricto debido a que caídas del sistema pueden ocasionar hiperdrenaje con el consecuente sangrado subdural, llevando a que en algunos centros requerían de internación en terapia intensiva.<sup>20</sup>

Los trabajos citados previamente en los que se colocó DVETL<sup>6,12</sup> utilizan un reservorio conectado ente el catéter proximal y distal. En nuestro protocolo decidimos innovar y colocar una válvula de regulación fija entre el catéter proximal y distal que nos permitiera la regulación de la salida de LCR. El presentar una válvula interpuesta les permite a los pacientes moverse libremente. Esto evita la atrofia muscular, permite un ambiente más limpio y

TABLA 1: COMPARACIÓN ENTRE LOS RECURSOS UTILIZADOS Y LOS COSTOS GENERADOS ENTRE DVE VS DVETL

Variables	DVE	DVETL	p valor
Días de internación media y (DS)	36, 5 (±24,3)	20,2 (±12,7)	0,0001
Número de ingresos a quirófano media y (DS)	2,09 (±1,5)	1,04 (±0,2)	0,002
Minutos en quirófano media y (DS)	215,3 (±177,3)	119,2 (±44,1)	0,051
Días de antibiótico media y (DS)	41,02 (±49,4)	12,8 (±6,3)	0,0012
Costo de internación en dólares media y (DS)	U\$D 8.440,8 (±5.699,7)	U\$D 4.734,1 (±2.988,7)	0,0001
Costo de quirófano en dólares media y (DS)	U\$D 470,4 (±358,9)	U\$D 307,1 (±59)	0,002
Costo de drenajes en dólares media y (DS)	U\$D 470,4 (±358,9)	U\$D 234 (±45)	0,002
Costo de antibioticoterapia en dólares media y (DS)	U\$D 1.522,4(±U\$D 4.264,8)	U\$D 712,1 (±U\$D 722,9)	0,01

por ende con menos riesgo de infecciones y disminuye las complicaciones por el mal manejo de los drenajes.

En nuestra experiencia encontramos algunos beneficios que no fueron cuantificados pero que vale la pena enumerar. La utilización de estos drenajes les permitió a los pacientes poder acercarse a la sala de juegos donde compartieron momentos con otros pacientes, asistir a las clases dictadas por las maestras del Hospital, y poder reencontrarse con el resto de sus familiares que no tienen permitido el ingreso a las habitaciones. A su vez, un problema que notábamos con drenajes tradicionales era que la limpieza del cuero cabelludo era pobre debido a que las enfermeras tenían miedo de asearlos en el mismo lugar por donde salía el drenaje, a partir de la implementación del nuevo sistema los pacientes pueden asearse en las duchas sin riesgo de descolocar el drenaje lo que les permitió mantenerse higienizados. Creemos que esto puede haber tenido que ver con la baja tasa de infecciones postoperatorias. Ningún paciente de nuestra cohorte sufrió una infección posterior a la colocación de la DVP o al retiro del sistema, por lo que la utilización del reservorio valvular no se asoció a un aumento las infecciones postoperatorias.

### Recursos utilizados y costos

Uno de los problemas que se plantearon ante la implementación del nuevo sistema de DVETL era el requerimiento de un sistema de derivación ventrículo peritoneal adicional por cada procedimiento. Por lo que decidimos realizar un estudio de costos para demostrar que esta nueva técnica no es solamente eficiente disminuyendo las complicaciones clínicas, sino que es costo-efectiva.

En los centros de salud las infecciones son una de las complicaciones más costosas.<sup>2,7</sup> En nuestros resultados podemos observar que los pacientes con DVE generaron el doble de costos que los pacientes con DVETL. Cree-

mos que esto se relaciona con la alta tasa de infección que presentan los DVE en comparación con los DVETL (22% vs. 0%). Las infecciones asociadas al drenaje generan un aumento en los días de internación, los ingresos a quirófano, los recursos utilizados y los días de antibiótico, como podemos observar en los resultados (graf. 2).

Al mismo tiempo notamos que el nuevo sistema disminuye el número de recambios y por ende el número de ingresos a quirófano, esto se debe a que presentan menos desconexiones, obstrucciones o retiros involuntarios, al mismo tiempo que, al no encontrarse exteriorizado en el cuero cabelludo donde la piel se lesiona más fácilmente por las tracciones o el decúbito, evita la necesidad de recambios por lesión de la piel.

Por otro lado, al no requerir de un cuidado tan exhaustivo, los pacientes pueden ser internados en salas comunes y no requieren de terapia intensiva, lo que disminuye el costo por día de internación a la mitad.

Por lo tanto, si bien requiere de un sistema de DVP adicional termina siendo costo-efectivo para la institución ya que disminuye los gastos en otras áreas.

### Limitaciones del estudio

El estudio fue diseñado en un principio para incluir 25 pacientes en cada rama. Al tener que utilizar una cohorte histórica, el número de los controles aumentó. Por lo que se decidió continuar con la inclusión de pacientes hasta llegar a una relación 1:1 entre los casos y los controles.

Sin embargo, nos parecía relevante presentar los resultados de la cohorte inicial, ya que fueron considerablemente favorables. La relación entre casos y controles fue de 2.5:1 sin embargo, los resultados fueron estadísticamente significativos y con alto poder de asociación, por lo que creemos que pueden beneficiar a la comunidad médica que se encuentre afrontando este problema

## CONCLUSIÓN

Se realizó una presentación detallada del nuevo sistema de drenajes ventriculares al exterior de tunelización larga

que presenta una disminución en la incidencia de fístula de LCR e infección asociada al drenaje.

A su vez aparenta ser costo-efectiva en comparación con el sistema tradicional de DVE.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arabi Y, Memish ZA, Balkhy HH, et al. Ventriculostomy-associated infections: Incidence and risk factors. *Am J Infect Control*. 2005;33(3):137-143. doi:10.1016/j.ajic.2004.11.008.
- Attenello FJ, Garces-Ambrossi GL, Zaidi HA, Sciuabba DM, Jallo GI. Hospital Costs Associated With Shunt Infections in Patients Receiving Antibiotic-Impregnated Shunt Catheters Versus Standard Shunt Catheters. *Neurosurg*. 2010;66(2):284-289. doi:10.1227/01.NEU.0000363405.12584.4D.
- Bota DP, Lefranc F, Vilallobos HR, Brimiouille S, Vincent J-L. Ventriculostomy-related infections in critically ill patients: a 6-year experience. *J Neurosurg*. 2005;103(3):468-472. doi:10.3171/jns.2005.103.3.0468.
- Camacho EF, Boszczowski Í, Basso M, et al. Infection rate and risk factors associated with infections related to external ventricular drain. *Infect*. 2011;39(1):47-51. doi:10.1007/s15010-010-0073-5.
- Cinibulak Z, Aschoff A, Apedjinou A, Kaminsky J, Trost HA, Krauss JK. Current practice of external ventricular drainage: a survey among neurosurgical departments in Germany. *Acta Neurochir*. 2016;158(5):847-853. doi:10.1007/s00701-016-2747-y.
- Collins CDE, Hartley JC, Chakraborty A, Thompson DNP. Long subcutaneous tunnelling reduces infection rates in paediatric external ventricular drains. *Childs Nerv Syst*. 2014;30(10):1671-1678. doi:10.1007/s00381-014-2523-3.
- Edwards NC, Engelhart L, Casamento EMH, McGirt MJ. Cost-consequence analysis of antibiotic-impregnated shunts and external ventricular drains in hydrocephalus. *J Neurosurg*. 2015;122(1):139-147. doi:10.3171/2014.9.JNS131277.
- González S, Carbonaro M, Fedullo AG, et al. Cerebrospinal fluid shunt-associated infections in pediatrics: Analysis of the epidemiology and mortality risk factors. *Arch Argent Pediatr*. 2018;116(3):198-203. doi:10.5546/aap.2018.eng.198.
- Hader WJ, Steinbok P. The value of routine cultures of the cerebrospinal fluid in patients with external ventricular drains. *Neurosurg*. 2000;46(5):1149-53-discussion1153-5.
- Holloway KL, Barnes T, Choi S, et al. Ventriculostomy infections: the effect of monitoring duration and catheter exchange in 584 patients. *J Neurosurg*. 1996;85(3):419-424. doi:10.3171/jns.1996.85.3.0419.
- Kanik A, Sirin S, Kose E, Eliacik K, Anil M, Helvacı M. Clinical and economic results of ventriculoperitoneal shunt infections in children. *Turk Neurosurg*. 2015;25(1):58-62. doi:10.5137/1019-5149.JTN.8540-13.2.
- Khanna RK, Rosenblum ML, Rock JP, Malik GM. Prolonged external ventricular drainage with percutaneous long-tunnel ventriculostomies. *J Neurosurg*. 1995;83:791-794. doi:10.3171/jns.1995.83.5.0791.
- Klipin M, Mare I, Hazelhurst S, Kramer B. The process of installing REDCap, a web based database supporting biomedical research: the first year. *Appl Clin Inform*. 2014;5(4):916-929. doi:10.4338/ACI-2014-06-CR-0054.
- Korinek AM. Risk factors for neurosurgical site infections after craniotomy: a prospective multicenter study of 2944 patients. The French Study Group of Neurosurgical Infections, the SEHP, and the C-CLIN Paris-Nord. *Service Epidémiologie Hygiène et Prévention*. *Neurosurg*. 1997;41(5):1073-9-discussion1079-81.
- Lam SK, Srinivasan VM, Luerssen TG, Pan I-W. Cerebrospinal fluid shunt placement in the pediatric population: a model of hospitalization cost. *Neurosurg Focus*. 2014;37(5):E5. doi:10.3171/2014.8.FOCUS14454.
- Lewin S, Low SW. External ventricular drain infections; successful implementation of strategies to reduce infection rate. *Singap Med J*. April 2012:1-5.
- Mayhall CG, Archer NH, Lamb VA, et al. Ventriculostomy-related infections. A prospective epidemiologic study. *N Engl J Med*. 1984;310(9):553-559. doi:10.1056/NEJM198403013100903.
- Meirovitch J, Kitai-Cohen Y, Keren G, Fiendler G, Rubinstein E. Cerebrospinal fluid shunt infections in children. *Pediatr Infect Dis J*. 1987;6(10):921-924.
- Mullan E, Lucas C, Mackie S, Carachi R. Audit of ventriculoperitoneal shunt infections in paediatric patients, 2006-2013. *Scott Med J*. 2014;59(4):198-203. doi:10.1177/0036933014548665.
- Muralidharan R. External ventricular drains: Management and complications. *Surg Neurol Int*. 2015;6(Suppl 6):S271-S274. doi:10.4103/2152-7806.157620.
- O'Neill BR, Velez DA, Braxton EE, Whiting D, Oh MY. A survey of ventriculostomy and intracranial pressure monitor placement practices. *World Neurosurg*. 2008;70(3):268-273. doi:10.1016/j.surneu.2007.05.007.
- Paramore CG, Turner DA. Relative risks of ventriculostomy infection and morbidity. *Acta Neurochir*. 1994;127(1-2):79-84.
- Park J, Choi Y-J, Ohk B, Chang H-H. Cerebrospinal Fluid Leak at Percutaneous Exit of Ventricular Catheter as a Crucial Risk Factor for External Ventricular Drainage-Related Infection in Adult Neurosurgical Patients. *World Neurosurg*. 2017;109:1-6. doi:10.1016/j.wneu.2017.09.190.
- Sandalcioglu IE, Stolke D. Failure of regular external ventricular drain exchange to reduce CSF infection. *J Neurol Neurosurg Psychiatr*. 2003;74(11):1598-9-authorreply1599. doi:10.1136/jnnp.74.11.1598-a.
- Simon TD, Riva-Cambrin J, Srivastava R, et al. Hospital care for children with hydrocephalus in the United States: utilization, charges, comorbidities, and deaths. *J Neurosurg Pediatr*. 2008;1(2):131-137. doi:10.3171/PED/2008/1/2/131.
- Simpkins CJ. Ventriculoperitoneal shunt infections in patients with hydrocephalus. *Pediatr Nurs*. 2005;31(6):457-462.
- Smith RW, Alksne JF. Infections complicating the use of external ventriculostomy. *J Neurosurg*. 1976;44(5):567-570. doi:10.3171/jns.1976.44.5.0567.
- Tunkel AR, Hasbun R, Bhimraj A, et al. 2017 Infectious Diseases Society of America's Clinical Practice Guidelines for Healthcare-Associated Ventriculitis and Meningitis. *Clin Infect Dis*. 2017;64(6):e34-e65. doi:10.1093/cid/ciw861.
- Tunthanathip T, Kanjanapradit K, Sae-Heng S, Oearsakul T, Sakarunchai I. Predictive factors of the outcome and intraventricular rupture of brain abscess. *J Med Assoc Thai*. 2015;98(2):170-180.
- Vinchon M, Dhellemmes P. Cerebrospinal fluid shunt infection: risk factors and long-term follow-up. *Childs Nerv Syst*. 2006;22(7):692-697. doi:10.1007/s00381-005-0037-8.
- Wong GKC, Poon WS, Wai S, Yu LM, Lyon D, Lam JMK. Failure of regular external ventricular drain exchange to reduce cerebrospinal fluid infection: result of a randomised controlled trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatr*. 2002;73(6):759-761.