

## Factores de riesgo asociados a crecimiento bacteriano en sistemas derivativos de líquido cefalorraquídeo en pacientes pediátricos

José de Jesús Vargas-Lares<sup>1</sup>, Angélica Rocío Andrade-Aguilera<sup>2</sup>, Rafael Díaz-Peña<sup>3</sup>  
y Juan Carlos Barrera de León<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Pediatría; <sup>2</sup>Departamento de Neurología y Neurocirugía Pediátrica; <sup>3</sup>Departamento de Infectología Pediátrica; <sup>4</sup>División de Educación en Salud. UMAE, Hospital de Pediatría, Centro Médico Nacional de Occidente, IMSS, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal., México

### Resumen

**Objetivo:** Determinar factores de riesgo asociados a crecimiento bacteriano en sistemas derivativos de líquido cefalorraquídeo (LCR) en pacientes pediátricos. **Método:** Estudio de casos y controles de enero-diciembre/2012, se incluyeron pacientes < 16 años portadores de hidrocefalia que requirieron colocación o recolocación de sistema derivativo. Se consideraron casos a niños con cultivos con crecimiento bacteriano y controles con crecimiento negativo. Estadística inferencial con chi cuadrada y U de Mann Whitney. Asociación de riesgo con razón de momios (OR). **Resultados:** Se revisaron 746 registros, casos n = 99 (13%) y controles n = 647 (87%). Masculino 58 (57%) vs. 297 (46%) p = 0.530. Edad casos: mediana 5 meses y controles 1 año (p = 0.02). Mediana de peso 7 kg vs. 10 kg (p = 0.634). Intervenciones quirúrgicas mediana n = 2 (1-8) vs. n = 1 (1-7). Tasa de infección 13.2%. Principal etiología estenosis de acueducto n = 29 (29%) vs. n = 150 (23%) p = 0.530. No comunicante n = 50 (51%) vs. 396 (61%) p = 0.456. Microorganismos predominantes: Enterobacterias, Pseudomonas y Enterococcus. No uso de apósito yodado OR = 2.6 (1.8-4.3), uso de conector OR = 6.8 (1.9-24.0), recambio del sistema OR = 2.0 (1.3-3.1), ayudante sin cubrebocas OR = 9.7 (2.3-42.0). **Conclusiones:** Ser lactante, de peso bajo, no aplicación de apósito yodado, uso de conector durante el procedimiento, derivación previa, no apego a la técnica aséptica fueron factores asociados a endoftalmitis.

**PALABRAS CLAVE:** Factores de riesgo. Líquido cefalorraquídeo. Ependimitis. Sistemas derivativos.

### Abstract

**Objective:** To determine risk factors associated with bacterial growth in systems derived from cerebrospinal fluid in pediatric patients. **Methods:** Case and controls study from January to December 2012, in patients aged < 16 years who were carriers of hydrocephalus and who required placement or replacement of derivative system. Cases were considered as children with cultures with bacterial growth and controls with negative bacterial growth. Inferential statistics with Chi-squared and Mann-Whitney U tests. Association of risk with odds ratio. **Results:** We reviewed 746 registries, cases n = 99 (13%) and controls n = 647 (87%). Masculine gender 58 (57%) vs. feminine gender 297 (46%) (p = 0.530). Age of cases: median, five months and controls, one year (p = 0.02). Median weight, 7 vs. 10 kg (p = 0.634). Surgical interventions: median n = 2 (range, 1-8) vs. n = 1 (range, 1-7). Infection rate, 13.2%. Main etiology ductal stenosis, n = 29 (29%) vs. n = 50 (23%) (p = 0.530). Non-communicating, n = 50 (51%) vs. 396 (61%) (p = 0.456). Predominant microorganisms: enterobacteria, pseudomonas, and enterococcus. Non-use of iodized dressing OR = 2.6 (range, 1.8-4.3), use of connector OR = 6.8 (range, 1.9-24.0), System

#### Correspondencia:

\*Juan Carlos Barrera de León  
Belisario Domínguez, 735  
Col. Independencia, C.P. 44340, Guadalajara, Jal., México  
E-mail: jcbarrer@hotmail.com

Fecha de recepción en versión modificada: 04-09-2014  
Fecha de aceptación: 28-12-2014

replacement OR = 2.0 (range, 1.3-3.1), assistant without surgical facemask OR = 9.7 (range, 2.3-42.0). **Conclusions:** Being a breastfeeding infant, of low weight, non-application of iodized dressing, use of connector, previous derivation, and lack of adherence to aseptic technique were all factors associated with ependymitis. (Gac Med Mex. 2015;151:749-56)

**Corresponding author:** Juan Carlos Barrera de León, jcbarrer@hotmail.com

**KEY WORDS:** Risk factors. Cerebrospinal fluid. Ependymitis. Derivative system.

## Introducción

La hidrocefalia se produce cuando existe un desequilibrio entre formación y reabsorción, o en la circulación del LCR, ocasionando aumento del tamaño ventricular y del volumen del LCR en su interior y síndrome de hipertensión intracraneal (HIC) progresivo que puede llevar al coma y a la muerte<sup>1</sup>.

Las derivaciones del LCR se utilizan para disminuir la presión intracraneal, es uno de los procedimientos neuroquirúrgicos más frecuentes: en Estados Unidos se implantan 40.000 derivaciones al año, en México no se cuenta con estos datos.

La infección del LCR asociada a las derivaciones es una de las complicaciones más comunes que enfrentan los neurocirujanos pediatras<sup>2</sup>. En las derivaciones permanentes se han descrito incidencias muy variables que van desde 1.5 al 41%. La incidencia por operación es del 2.7-14%, aunque en las últimas series es más baja: 4.2-6.2% por paciente<sup>3,4,5</sup>.

Diversos factores se han relacionado con la infección de las derivaciones de LCR<sup>1</sup>. Entre los factores que incrementan el riesgo están: la causa de la hidrocefalia, la edad del paciente<sup>5,6</sup>, sexo, peso al nacimiento, peso al momento de la cirugía<sup>7</sup>, las condiciones de la piel, la duración del procedimiento quirúrgico más de 60 minutos<sup>8</sup>, la presencia de sistemas derivativos previos y la presencia de fugas posteriores a la colocación del mismo (fístula interna o externa). El riesgo es mayor en niños menores de 6 meses de edad y en recién nacidos pretérmino. Los niños son más propensos que los adultos para adquirir infección de la derivación por varios factores entre los que se encuentran las características de la piel (menor grosor), estancia hospitalaria más prolongada, el aumento de las concentraciones bacterianas de la piel, un sistema inmune inmaduro<sup>9</sup>, o cepas bacterianas más adherentes. Las tasas de infecciones que se experimentan en los niños menores de 6 meses de edad son por lo general dos o tres veces más que las observadas en niños mayores<sup>10</sup>.

Con respecto al procedimiento quirúrgico, el tamaño de la herida, la duración de la cirugía y la técnica

quirúrgica son factores referidos que pueden incrementar el riesgo de infección.

Una mayor densidad bacteriana de la flora residente en piel, el estado previo y la preparación deficiente de la piel, así como el tiempo transcurrido desde el afeitado y la incisión, la exposición de grandes superficies cutáneas durante la intervención, la flora bacteriana de la cabeza y su modificación por la utilización de antibióticos antes de la cirugía son factores que incrementan el riesgo de infección por microorganismos multiresistentes. Otros factores importantes que se han referido son: cambio de guantes<sup>11</sup>, múltiples recambios, infección previa del sistema valvular, experiencia del neurocirujano<sup>10</sup>, manipulación del catéter en la intervención, utilización de neuroendoscopio, neurocirugía previa, o procedimientos asociados, la cantidad de personal que interviene en el procedimiento, ya que cuanto mayor número de personal innecesario, es mayor la contaminación ambiental (procedimientos en los que participen más de 3 médicos o enfermeras del equipo quirúrgico)<sup>8</sup>; la hora de la cirugía, ya que es mejor la primera hora del programa de la sala quirúrgica utilizada, y el tipo de cirugías previas a la instalación de un sistema derivativo<sup>11,12,13</sup>.

En cuanto al tipo de procedimiento, los que más se asocian a infección son el reemplazo total, y la recolocación del sistema después de infección<sup>8</sup>.

Generalmente en el 62-80%<sup>1,14</sup>, la infección aparece en el primer mes desde la cirugía<sup>15</sup>. En un estudio retrospectivo de 840 casos la media fue 19 días<sup>11</sup>, en el 90% a los 6 meses<sup>12</sup>, en el 28%, entre el segundo y el duodécimo meses, y en el 10%, después del año. En la derivación ventricular externa (DVE) se han referido incidencias hasta del 22%, aunque las más frecuentes son 5-16%.

Los microorganismos aislados varían según la patogénesis de la infección y el tipo de derivación. Los más frecuentes son: *Staphylococcus epidermidis* y *Staphylococcus aureus* 60-80%<sup>1,11,12</sup>. Los bacilos gram negativos (10-25% de los casos) suelen ser patógenos nosocomiales o se aíslan en dispositivos que drenan el LCR a la cavidad peritoneal (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter* spp y *Klebsiella pneumoniae*). Los aislamientos polimicrobianos son frecuentes

(10-18%)<sup>1,12</sup>, a veces de enterobacterias y anaerobios (sugestivos de perforaciones de víscera hueca por el catéter distal)<sup>1</sup>. *Candida* es identificada como agente causal en el 1% de estas infecciones<sup>16</sup>. Los pacientes infectados por *S. aureus* generalmente tienen un inicio temprano (primeros 15 días posquirúrgicos), mientras que aquellos infectados por estafilococos coagulasa negativa tienen inicio tardío (más de 15 días)<sup>8</sup>.

En las derivaciones externas, empleadas en casos de hemorragias intraventriculares, los cocos gram positivos se aíslan en el 25-56%. El resto son bacilos gram negativos, generalmente nosocomiales y multi-resistentes, aislados en pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos.

El objetivo del estudio fue determinar los factores de riesgo asociados a crecimiento bacteriano en sistemas derivativos de LCR en pacientes pediátricos portadores de hidrocefalia.

## Material y métodos

Estudio de casos y controles en pacientes evaluados de enero a diciembre de 2012 en un hospital de referencia de tercer nivel de atención pediátrica.

## Criterios de selección

Se incluyeron pacientes menores de 16 años portadores de hidrocefalia corroborada con tomografía computada de cráneo que requirieron colocación o recambio de sistema derivativo de LCR atendidos por el servicio de Neurocirugía de la UMAE Hospital de Pediatría del CMNO. Se consideraron casos a pacientes con aislamiento de un microorganismo en el LCR mediante cultivo y controles a pacientes con ausencia de dicho crecimiento. Se excluyeron pacientes con sospecha de colonización o infección de sistema derivativo al ingreso y que presentaran datos como: fiebre, irritabilidad, rechazo al alimento, eritema en el trayecto del catéter, evidencia de fuga de LCR, o material purulento a través de herida quirúrgica. Se eliminaron pacientes con expedientes extraviados o incompletos.

## Desarrollo del estudio

Se localizaron todos los pacientes en el censo diario a quienes se les había colocado un sistema derivativo por el servicio de Neurocirugía de este hospital, siempre y cuando no hayan tenido evidencia de infección en sistema nervioso central previo a la colocación o recambio del dispositivo. Ya localizado el paciente se

solicitó el expediente al archivo clínico de este hospital. Se vaciaron los datos obtenidos del expediente clínico a una base de datos en el programa Excel. Se realizó el análisis estadístico pertinente de acuerdo a las características de las variables.

## Cultivo de LCR

Se realizó con técnica estéril por el neurocirujano en quirófanos al momento de hacerse la colocación o recolocación del sistema derivativo. Se utilizó un medio de transporte con cierre hermético y se envió a laboratorio de urgencia para su siembra inmediata. Se cultivó en medio Agar chocolate haciéndose la lectura electrónica a las 72 horas y lecturas seriadas cada 24 horas hasta un periodo máximo de 2 semanas.

## Cálculo de tamaño de muestra

No se realizó cálculo de muestra ya que se incluyeron todos los pacientes encontrados en el censo y que cumplieron con las características ya sea para caso o control. Muestreo no probabilístico de casos consecutivos.

## Análisis estadístico

Análisis descriptivo para variables cualitativas mediante frecuencias y porcentajes. Las variables cuantitativas se analizaron mediante medianas y rangos de acuerdo a la curva de distribución no simétrica de los datos. Para el análisis inferencial se utilizó Chi<sup>2</sup> para evaluar diferencia de proporciones. Estadística inferencial con U de Mann Whitney para diferencia de medianas. Las características de distribución de normalidad de variables cuantitativas se realizaron con la prueba de Kolmogorov-Smirnoff. Se calculó OR para determinar la fuerza de asociación de los factores relacionados con la presencia de infección de sistema derivativo. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 20.0 para Windows (Chicago II). Se consideró significancia estadística una  $p < 0.05$ .

## Consideraciones éticas

El estudio se fundamentó en la normativa internacional de investigación establecida en la declaración de Helsinki de 1975, este protocolo se consideró sin riesgo para el paciente, no presentando implicaciones éticas por tratarse de un estudio descriptivo de revisión de expedientes, por lo que no ameritó consentimiento

**Tabla 1. Distribución por grupos etarios y sexo de niños con derivación de líquido cefalorraquídeo**

	Casos (n = 99)	Controles (n = 647)	Valor p
Género			
Masculino, n (%)	58 (57)	297 (46)	0.530
Femenino, n (%)	42 (43)	350 (54)	
Peso en kg, mediana (rango)	7 (2-56)	10 (2-58)	0.634
Edad			
1-28 días	18 (18)	132 (20)	0.269
29 días-2 años	55 (56)	229 (36)	
2-6 años	7 (7)	92 (14)	
6-12 años	12 (12)	135 (21)	
Más de 12 años	7 (7)	59 (9)	

Diferencia de proporciones con chi cuadrada, diferencia de medianas con U de Mann Whitney.

bajo información. El protocolo fue sometido a revisión por el Comité Local de Investigación y Ética en salud del hospital quedando autorizado bajo el registro: R-2012-1302-41.

## Resultados

Se identificaron 99 (13%) de 746 pacientes con cultivos positivos, mientras que 647 (87%) sin aislamiento de germen. Las edades oscilaron entre 1 día de vida y

16 años. La mediana de edad del grupo donde hubo crecimiento bacteriano fue de 5 meses, mientras que en el que no lo hubo fue de 1 año, con una  $p = 0.25$ . El grupo etario en que se observó mayor riesgo de presentar la complicación infecciosa fueron los lactantes, estos datos se observan en la tabla 1.

La principal etiología de la hidrocefalia en los pacientes con crecimiento bacteriano fue la estenosis de acueducto, mientras que en el grupo control fue la hemorragia intraventricular, sin embargo no fueron

**Tabla 2. Etiología de la hidrocefalia por grupo de casos y controles en pacientes pediátricos de acuerdo a crecimiento bacteriano**

	Casos (n = 99)	Controles (n = 647)	Valor p
Estenosis de acueducto, n (%)	29 (29)	150 (23)	0.530
Hemorragia intraventricular, n (%)	23 (23)	267 (41)	
Arnold Chiari II, n (%)	20 (20)	142 (22)	
Infecciones SNC, n (%)	9 (9)	10 (2)	
Tumor fosa posterior, n (%)	5 (5)	64 (10)	
Traumatismo, n (%)	4 (4)	0 (0)	
Tumor tallo cerebral, n (%)	2 (2)	14 (2)	
Dandy Walker, n (%)	2 (2)	0 (0)	
Arnold Chiari III, n (%)	1 (1)	0 (0)	
Hemorragia por malformación art, n (%)	1 (1)	0 (0)	
Higroma, n (%)	1 (1)	0 (0)	
Tumor supratentorial, n (%)	1 (1)	0 (0)	

Diferencia de proporciones con chi cuadrada.

**Tabla 3. Tipo de hidrocefalia, tiempo transcurrido entre el afeitado y la cirugía y número de intervenciones por grupos de estudio en pacientes pediátricos con hidrocefalia**

	Casos (n = 99)	Controles (n = 647)	Valor p
Tipo de hidrocefalia			
Comunicante, n (%)	49 (49)	233 (36)	0.456
No comunicante, n (%)	50 (51)	395 (61)	
Higromas, n (%)	0 (0)	13 (2)	
Otras, n (%)	0 (0)	6 (1)	
Tiempo transcurrido afeitado-cirugía			
< 6 horas, n (%)	96 (97)	634 (98)	0.590
> 6 horas, n (%)	3 (3)	13 (2)	
Intervenciones, mediana (rango)	2 (1-8)	1 (1-7)	0.050

Diferencia de proporciones con chi cuadrada, diferencia de medianas con U de Mann Whitney.

**Tabla 4. Características del líquido cefalorraquídeo en pacientes pediátricos por grupos de estudio según crecimiento bacteriano**

	Casos (n = 99)	Controles (n = 647)	Valor p
Células encontradas, mediana (rango)	6 (0-6560)	3 (0-522)	0.035
0-10, n (%)	58 (57)	537 (83)	0.047
11-50, n (%)	11 (11)	71 (11)	
51-250, n (%)	12 (12)	32 (5)	
> 251, n (%)	9 (9)	6 (1)	
Aspecto			
Agua de roca, n (%)	60 (61)	454 (70)	0.050
Xantocrómico, n (%)	18 (18)	65 (10)	
Hemorrágico, n (%)	7 (7)	52 (8)	
Turbio, n (%)	5 (5)	13 (2)	
No referido, n (%)	9 (9)	65 (10)	

Diferencia de proporciones con chi cuadrada.

diferencias significativas entre ambos grupos, esto se muestra en la tabla 2.

El tipo de la hidrocefalia en ambos grupos fue la hidrocefalia no comunicante, sin embargo no tuvo diferencias significativas, el tiempo transcurrido entre el afeitado y la cirugía, en la mayoría de los casos, fue menos de 6 horas sin mostrar diferencias entre los grupos, como lo muestra la tabla 3.

Las características como aspecto y celularidad en el LCR se muestra en la tabla 4, en ella observamos

diferencias en ambos grupos reflejadas en significancia estadística. Observamos mayor celularidad en el grupo de casos predominando el aspecto de agua de roca en ambos. Tener en el LCR más de 11 células presentó un OR 2.8 (IC 95%: 1.65-4.34) y más de 51 células un OR 5 (IC 95%: 2.8-9.3).

Entre los microorganismos aislados en el LCR predominaron las bacterias gram positivas de piel con el 51% y *Enterococcus* 6%, seguido por los gram negativos; *Pseudomonas* y enterobacterias con 18 y 17% en

**Tabla 5. Distribución de los principales microorganismos aislados del LCR en niños con derivación del LCR**

Microorganismo	No	%
Gram positivos		
<i>S. epidermidis</i>	31	31.3
<i>S. haemolyticus</i>	2	2.0
<i>S. aureus</i>	18	18.2
<i>E. faecium</i>	3	3.0
<i>E. faecalis</i>	2	2.0
<i>Enterococcus spp</i>	1	1.0
<i>S. viridans</i>	2	2.0
Gram negativos		
<i>E. coli</i>	8	8.1
<i>E. cloacae</i>	6	6.1
<i>E. aerogenes</i>	1	1.0
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	1.0
<i>Proteus mirabilis</i>	1	1.0
<i>Haemophilus spp</i>	1	1.0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	18	18.2

forma respectiva, y otros con menor frecuencia, esto se ilustra en la tabla 5.

En el grupo donde hubo crecimiento bacteriano el ayudante portó el cubrebocas de manera inadecuada en un 77%, mientras que en el grupo control el ayudante lo usó de forma correcta en el 99.7%. Con una diferencia estadística significativa ( $p < 0.005$ ) con OR 97; IC 95%: 23-422. La no aplicación de un apósito yodado posterior a la cirugía implicó 2.6 veces mayor riesgo de infección que cuando este fue utilizado, IC 95%: 1.8-4.3. También el uso de conector durante el procedimiento implicó 6.8 veces mayor riesgo de infección que cuando no se utilizó, esto se aprecia en la tabla 6.

## Discusión

La infección de las derivaciones del LCR es una de las complicaciones más comunes que enfrentan los neurocirujanos pediátricos<sup>2</sup>. En las derivaciones permanentes se han descrito incidencias muy variables que van desde 1.5 al 41%<sup>3,4 17</sup>. Nuestro estudio arrojó una tasa de infección del 13.2%. Peña, et al<sup>18</sup>,

**Tabla 6. Factores de riesgo asociados a crecimiento bacteriano en sistemas derivativos de líquido cefalorraquídeo en pediatría**

Factor de riesgo	OR	IC 95%
Tiempo desde el afeitado	1.4	0.40-4.50
No uso de apósito yodado	2.6	1.80-4.30
Sin apósito	1.25	0.47-3.30
Incisión lineal	0.67	0.40-1.19
Misma incisión	1.68	0.83-3.35
Túnel (relevo)	0.45	0.16-1.13
Uso de conector	6.8	1.9-24
Derivación VP	2.3	0.54-9.8
Derivación no VP	0.43	0.10-1.84
Tipo de válvula (balín)	1.9	0.60-5.80
Tipo de válvula (diafragma)	0.53	0.17-1.65
Lavado del sistema	1.26	0.58-2.78
Lavado con antibiótico	1.53	0.69-3.42
Profilaxia inadecuada	0.93	0.60-1.42
Profilaxia (cefalotina 50 mg/kg)	1.08	0.61-1.94
Profilaxia (cefotaxima 50 mg/kg)	0.98	0.46-2.10
Dosis recibidas	1.16	0.54-2.50
Recambio del sistema	2	1.30-3.10
Recambio de guantes en la cirugía	1.2	0.72-2.02
Anestesiólogo sin cubrebocas	1.40	0.80-2.50
Circulante sin cubrebocas	1.29	0.74-2.25
Ayudante sin cubrebocas	97	23-422
Instrumentista sin cubrebocas	2.65	0.50-13.8
Puertas no cerradas	0.93	0.57-1.53
Turno quirúrgico no matutino	1.18	0.73-1.89
Turno matutino	0.85	0.53-1.37

IC: intervalo de confianza del 95%.

en un estudio retrospectivo de 1998 a 2008 en Chile, reportaron tasas tan variables que van desde el 4.1 hasta el 50%.

La causa más frecuente de hidrocefalia en México es la malformación de Chiari, seguida de la hemorragia intraventricular relacionada con prematuridad<sup>1,19</sup>. En nuestro estudio se documentó en primer lugar estenosis de acueducto, seguido de malformación de Chiari y posteriormente hemorragia del prematuro, coincidiendo



en lo reportado por Fortanelli<sup>20</sup> en un estudio muy similar al nuestro realizado en nuestro país.

En nuestro estudio, fueron 99 casos, la media fue de 32 días, y en 98% de los casos se presentó dentro de los primeros 6 meses, lo cual coincide con lo reportado en la literatura.

Los microorganismos aislados varían según la patógenesis de la infección y el tipo de derivación. En nuestro estudio los que más se aislaron fueron *Staphylococcus epidermidis* y *Staphylococcus aureus*, enterobacterias, *Pseudomonas*, y *Enterococcus*, lo cual coincide con lo reportado en literatura internacional<sup>1,11,12</sup>.

Entre los factores referidos en la bibliografía que incrementan el riesgo de infección de las derivaciones de LCR están: la causa de la hidrocefalia, la edad del paciente<sup>10,17,21</sup>, sexo, peso al nacimiento, peso al momento de la cirugía<sup>7</sup>. En nuestro estudio hubo diferencias estadísticamente significativas entre el peso y la edad de los pacientes en el grupo de los casos, siendo menor el peso y la edad en este grupo con respecto al control. Las tasas de infecciones que se experimentan en los niños menores de 6 meses de edad son por lo general dos o tres veces mayores que las observadas en niños mayores<sup>6</sup>. Nuestro estudio arrojó que el ser menor de 2 años implicó 2.2 veces mayor riesgo de ependimitis ventricular. No encontramos diferencia significativa entre sexos, coincidiendo con lo reportado por Peña y Fortanelli<sup>18,20</sup>.

La mayoría de los expertos recomiendan profilaxis antimicrobiana. El antibiótico elegido para esta dependerá de los aislamientos y susceptibilidad de los mismos; en este estudio no se tuvo el registro de las susceptibilidades en la base de datos del servicio de Neurocirugía. Se usó como esquema profiláctico de primera línea cefalotina o cefotaxima a 50 o 100 mg/kg/día en 3 dosis sin embargo en el grupo donde hubo aislamiento el 64% de los pacientes lo había recibido, lo cual no les representó protección alguna. Se evidenció diferencia estadísticamente significativa entre los esquemas utilizados entre los dos grupos; sin embargo, las características del estudio no nos permiten medir cuál esquema es más efectivo en la prevención de infección. Algo similar ocurrió en el estudio chileno donde la profilaxis antimicrobiana con cefazolina (30 a 50 mg por Kg de peso) al inicio del procedimiento anestésico no mostró ser un factor protector. No hubo variaciones en la profilaxis efectuada en casos y en controles, como tampoco tratamientos profilácticos intensificados en ninguno de los dos grupos<sup>18</sup>. Esto se puede explicar debido a que la dosis de cefalotina pudo haber sido insuficiente, lo cual, en

lugar de representar protección, pudo haber condicionado a selección de la flora microbiana y favorecer el aislamiento. Sería de utilidad plantear un estudio que nos permita determinar qué esquema antibiótico profiláctico es el más adecuado para nuestra población pediátrica con base en los aislamientos y estudios de cultivo.

Deberá realizarse además un análisis más minucioso multifactorial para distinguir cuáles variables pueden tener mayor peso, así como identificar y separar algunos factores que podrían explicar este comportamiento, como lo son los casos con hidrocefalia tabicada o hidrocefalia recurrente que podrían enmascarar los efectos protectores de la quimioprofilaxis.

Por otro lado al no conocer los patrones de susceptibilidad de los aislamientos registrados, no se puede determinar hasta qué grado influyó, ya que puede existir resistencia antimicrobiana múltiple, sobre todo en los casos que requirieron de varios recambios de sistema y que estuvieron expuestos a diferentes esquemas de antibióticos por ependimitis asociada al sistema de derivación.

De acuerdo a los resultados de un estudio realizado en este hospital, en los últimos años, los microorganismos del grupo ESKAPE, así como los informes cuatrimestrales del Departamento de Microbiología, la susceptibilidad a meticilina para *S. aureus* fue del 35%, para *S. epidermidis* del 90%, para *Pseudomonas* hay una susceptibilidad disminuida para la mayoría de los grupos antimicrobianos incluyendo los carbapenems<sup>22</sup>.

En lo referente a la portación del cubrebocas por parte del circulante y del ayudante, como factor protector o de riesgo, no hay reportes en estudios previos similares, ya que se da por hecho que al estar dentro del acto quirúrgico se tendría que portar por todo el personal.

Se detectaron varios factores de riesgo para la complicación infecciosa, entre los que se señalan como más importantes de todos los explorados, la edad y peso al momento del acto quirúrgico, así como el número de intervenciones a las que se sometió el paciente, el uso de conector, el que el personal en quirófano no sigue las medidas básicas del protocolo quirúrgico, la no aplicación de apósito yodado posterior al evento, además de una profilaxis antibiótica ineficaz, los cuales muestran áreas de oportunidad en las que se puede intervenir para reducir la tasa de infección en el hospital.

Tiene limitaciones importantes debido a las características del mismo, sin embargo el número de pacientes y eventos quirúrgicos sobrepasa los reportados en un estudio similar en un hospital pediátrico de nuestro

país y otro extranjero de 10 años. Sin embargo considero necesario la realización de una cohorte que confirme los hallazgos reportados y de esta manera realizar acciones preventivas que nos permitan disminuir la tasa de infección.

En conclusión, los lactantes tuvieron mayor riesgo de crecimiento bacteriano cuando se realizó la derivación ventriculoperitoneal en relación a los de mayor edad; a mayor número de cirugías que se sometieron los pacientes, mayor riesgo de infección; la pleocitosis mayor de 10 se asoció con el riesgo de tener crecimiento bacteriano; sin embargo el cultivo del LCR es el estándar de oro para el diagnóstico de ependimitis; el no apego a las medidas básicas del protocolo de asepsia y cirugía del equipo quirúrgico se asociaron con mayor riesgo de crecimiento bacteriano. El uso de cefalotina o cefotaxima parece no tener efecto protector, que requiere ser revisado en análisis más minucioso.

## Agradecimientos

Agradecemos a los servicios de Neurología y Neurocirugía y al Departamento de Infectología pediátrica su apoyo para la publicación de estos resultados. Muy en especial agradecemos al Departamento de Bacteriología de la unidad por su invaluable ayuda en el procesamiento y lectura oportuna de los cultivos.

## Bibliografía

1. Bibliografía Jiménez MM, García CE. Infecciones relacionadas con los sistemas de drenaje de líquido cefalorraquídeo. *Enferm Infect Microbiol Clin*. 2008;26:240-51.
2. Arnell K, Cesarini K, Lagerqvist-Widh A, et al. Cerebrospinal fluid shunt infections in children over a 13-year period: anaerobic cultures and comparison of clinical signs of infection with *Propionibacterium acnes* and with other bacteria. *J Neurosurg Pediatr*. 2008;1:366-72.
3. Arrese I, Nunez AP, Rivas JJ, et al. Absceso cerebral tardío como complicación de una derivación ventrículo peritoneal. *Neurocirugía*. 2004;15:472-5.
4. James E, Bradley JS. Management of complicated shunt infections: a clinical report. *J Neurosurg Pediatr*. 2008;1:223-8.
5. Ratilal B, Costa J, Sampaio C. Antibiotic prophylaxis for surgical introduction of intracranial ventricular shunts: a systematic review. *J Neurosurg Pediatr*. 2008;1:48-56.
6. Sacar S, Turgut H, Toprak S, et al. A retrospective study of central nervous system shunt infections diagnosed in a university hospital during a 4-year period. *BMC Infect Dis*. 2006;6:1-5.
7. Simon TD, Hall M, Riva CJ, et al. Infection rates following initial cerebrospinal fluid shunt placement across pediatric hospitals in the United States. *J Neurosurg Pediatr*. 2009;4:156-65.
8. Odio CM, Huertas E. Infecciones del líquido cefalorraquídeo en pacientes con derivaciones ventrículo peritoneales. *Acta Pediatr Costarric*. 2001;113-8.
9. Wang KW, Chang WN, Shih TY, et al. Infection of Cerebrospinal Fluid Shunts: Causative Pathogens, Clinical Features, and Outcomes. *Jpn. J Infect Dis*. 2004;57:44-8.
10. Eymann R, Chehab S, Strowitski M, et al. Clinical and economic consequences of antibiotic-impregnated cerebrospinal fluid shunt catheters. *J Neurosurg Pediatr*. 2008;1:444-50.
11. McGirt MJ, Zaas A, Fuchs HE, et al. Risk Factors for Pediatric Ventriculoperitoneal Shunt Infection and Predictors of Infectious Pathogens. *Clin Infect Dis*. 2003;36:858-62.
12. Díaz PC, López VG, Pérez Ramírez JD, et al. Hidrocefalia, derivación ventricular y ependimitis (parte II). *Enf Infect Microbiol*. 2003;23:44-9.
13. Honda H, Jones JC, Craighead MC, et al. Reducing the Incidence of Intraventricular Catheter-Related Ventriculitis in the Neurology-Neurosurgical Intensive Care Unit at a Tertiary Care Center in St Louis, Missouri: An 8-Year Follow-Up Study. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2010;31:1078-81.
14. Arslan M, Esegolu M, Gudu BO, et al. Comparison of Simultaneous Shunting to Delayed Shunting in Infants with Myelomeningocele in Terms of Shunt Infection Rate. *Turkish Neurosurgery*. 2011;21:397-402.
15. Vieira BM, De Carvalho TC, Castro S, et al. Early shunt complications in 46 children with hydrocephalus. *Arq Neuropsiquiatr*. 2009;67:273-7.
16. Baradkar VP, Mathur M, Sonavane A, et al. Candidal infections of ventriculoperitoneal shunts. *J Pediatr Neurosci*. 2009;4:73-5.
17. Simon TD, Hall M, Dean JM, et al. Reinfection following initial cerebrospinal fluid shunt infection. *J Neurosurg Pediatr*. 2010;6:277-85.
18. Pena AA, Sandía ZR, Riveros PR, et al. Factores de riesgo de infección de derivación ventrículo peritoneal en pacientes pediátricos del Hospital Carlos Van Burén. *Rev Chil Infect*. 2012;29:38-43.
19. Díaz PC, López VG, Pérez RJ, et al. Hidrocefalia, derivación ventricular y ependimitis (parte I). *Enf Infect Microbiol*. 2003;23:38-43.
20. Fortanelli RR, Flores RE, Miranda NG. Ependimitis asociada a sistema de derivación ventrículo peritoneal en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS. *Enf Inf Microbiol*. 2006;26:78-81.
21. Simon TD, Butler J, Whitlock KB, et al. Risk factors for first cerebrospinal fluid shunt infection: findings from a multi-center prospective cohort study. *J Pediatr*. 2014;164:1462-8.
22. García VE, Gómez J. Tratamiento de las infecciones relacionadas con procedimientos neuroquirúrgicos. *Rev Esp Quimioterap*. 2007;20:36-43.