



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

INFECCIÓN ASOCIADA A DISPOSITIVOS DE DERIVACIÓN VENTRICULAR EN BOGOTÁ: UN ESTUDIO MULTICÉNTRICO

José Luis Chaves Moreno

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

Departamento de Cirugía

Servicio de Neurocirugía

Bogotá, Colombia

2023

INFECCIÓN ASOCIADA A DISPOSITIVOS DE DERIVACIÓN VENTRICULAR EN BOGOTÁ: UN ESTUDIO MULTICÉNTRICO

José Luis Chaves Moreno

Trabajo de investigación para optar al título de:
Especialista en Neurocirugía

Director:

Dr. Víctor Hugo Bastos Pardo

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

Departamento de Cirugía

Servicio de Neurocirugía

Bogotá, Colombia

A mis padres y Alejandra,

Evidencia inmarcesible de amor.

ÍNDICE

1. RESUMEN	4
2. ABSTRACT	4
3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	4
3.2 Definición	6
3.3 Prevalencia e incidencia	7
3.4 Factores de riesgo	7
3.5 Microbiología.....	8
3.6 Diagnóstico	8
3.7 Tratamiento.....	9
3.7.1 Terapia sistémica.....	9
3.7.2 Terapia intraventricular	10
3.7.3 Medidas adicionales	11
3.8 Medidas preventivas	11
3.9 Pronóstico y mortalidad.....	12
3.10 Estado del arte.....	13
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	14
6. OBJETIVOS	14
6.2 Objetivos específicos	14
7. METODOLOGÍA.....	15
7.1 Selección de la muestra.....	15
7.2 Cálculo de muestra	15
7.3 Criterios de inclusión.....	15
7.4 Criterios de exclusión.....	16
7.5 Recolección de datos.....	16
7.6 Operacionalización de variables	17
7.7 Análisis de datos.....	17
7.8 Riesgo de sesgos.....	18
7.9 Limitaciones	19
7.10 Aspectos éticos.....	19
8. CONFLICTOS DE INTERES.....	19
9. RESULTADOS	19
9.1 Análisis estadístico.....	22

11	DISCUSIÓN	25
12	CONCLUSIONES	26
13	REFERENCIAS	27

1. RESUMEN

Infección asociada a dispositivos de derivación ventricular en Bogotá: un estudio multicéntrico

Las infecciones en pacientes con ventriculostomías son complicaciones frecuentes y severas que a la fecha han sido pobremente caracterizadas en el medio local. El presente es un estudio descriptivo transversal multicéntrico con componente analítico, con el objetivo de establecer la prevalencia de infección en estos dispositivos médicos y su mortalidad en tres centros de cuidado neuroquirúrgico en la capital colombiana. También busca establecer mediante razón de prevalencias si existe una mayor proporción de pacientes que presentan esta complicación respecto al tipo de sistema de derivación empleado entre kit comercial y sonda nelaton, así como en aquellos casos donde coexiste o no hemorragia subaracnoidea.

Palabras clave: infección, catéter ventricular, derivación ventricular, sonda nelaton, complicación.

2. ABSTRACT

Ventriculostomy-related infections in Bogotá: A multicentric study

Ventriculostomy-related infections are frequent and serious complications poorly described in the local media. This is a descriptive transversal multicentric study with an analytic component aiming to establish the infection prevalence in these medical devices and its mortality in three neurosurgical care centers in the Colombian capital city. Furthermore, this study works forward to determine the prevalence ratio of infections in commercial kit catheters versus nelaton probes, as well as in those cases with coexisting subarachnoid haemorrhage.

Key words: infection, ventricular catheter, ventricular derivation, nelaton, complications.

3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

3.1 Generalidades

La realización de técnicas de derivación del líquido cefalorraquídeo (LCR) mediante drenajes ventriculares externos (DVE), particularmente los catéteres intraventriculares también llamados catéteres de ventriculostomía, hacen parte de los procedimientos más comúnmente realizados en la práctica neuroquirúrgica. Los DVE son dispositivos médicos confiables, precisas y costo-efectivos que permiten la monitorización invasiva, directa y en tiempo real de la presión intracraneal (PIC). Son generalmente empleadas como procedimientos de urgencia indicados en aquellos casos en los que ocurre una alteración aguda en la hidrodinámica intracraneal como ocurre en los casos de hidrocefalia (comunicante o no comunicante) secundarios, por ejemplo, a hemorragia subaracnoidea espontánea,

eventos cerebrovasculares hemorrágicos con drenaje ventricular, meningitis infecciosa y lesiones ocupantes de espacio con obstrucción al flujo cefalorraquídeo (1). En los contextos mencionados, las DVE ofrecen la posibilidad de monitorizar el curso clínico de la enfermedad y su respuesta al tratamiento, además de ofrecer la ventaja por sobre las derivaciones permanentes (tipo derivación ventriculoperitoneal) de permitir un flujo controlado, a la vez que conforma una vía de acceso directo al ventrículo para la administración de fibrinolíticos en la hemorragia intraventricular, antibióticos en la ventriculitis y la realización de ventriculografía diagnóstica (2).

La colocación de una DVE es un procedimiento exclusivo del ámbito neuroquirúrgico. Este tipo de cirugías tienen propósitos estrictamente terapéuticos, no se realizan con objetivos profilácticos o paliativos. Su realización ocurre por lo general al interior del quirófano, aunque en países desarrollados no es infrecuente su realización en la unidad de cuidado intensivo. La técnica quirúrgica es estándar, requiere anestesia general, tricotomía parcial, asepsia y antisepsia junto a la colocación de campos estériles. La profilaxis antibiótica es rutinaria. Mediante craneometría se identifica el punto de entrada del catéter según el ventrículo a canalizar (29):

- Keen: 2.5 a 3 cm posterior y 2.5 a 3 cm sobre el pabellón auricular, permite acceso al cuerpo del ventrículo lateral.
- Kocher: 1 a 2 cm anterior a sutura coronal sobre línea medio pupilar, permite acceso al asta frontal del ventrículo lateral.
- Dandy: 3 cm sobre y 2 cm lateral al inion, permite acceso al atrio ventricular.
- Frazier: 6 cm sobre y 4 cm lateral al inion, permite acceso al atrio ventricular.
- Paine: ápex del triángulo isósceles cuya base es de 3.5 cm y se encuentra sobre las venas silvianas, permite acceso a cuerpo del ventrículo lateral.
- Tubbs: punto medial a línea medio pupilar a nivel de orbita, permite acceso al asta frontal del ventrículo lateral.

Una vez identificado el punto de entrada, con técnica estéril, se incide piel sobre el punto marcado. Se disecciona el tejido celular subcutáneo, gálea aponeurótica y periostio hasta llegar al cráneo. Luego se realiza una trepanación de 1.5-2 cm de diámetro que abarca todo el espesor del neurocráneo hasta exponer la duramadre, se realiza una durotomía apenas suficiente para permitir el paso del catéter. Finalmente, se introduce el catéter ventricular hasta el ventrículo objetivo, se corrobora la adecuada posición de la punta de éste al obtener retorno de líquido cefalorraquídeo y se exterioriza a piel por contrapertura fuera de un radio de 5 cm con centro en la trepanación. Ya exteriorizado, el catéter se une a un sistema recolector, también estéril, donde es posible graduar mediante una trampa de agua el gradiente de presión a vencer que permita el egreso de líquido cefalorraquídeo. Todos los pacientes con DVE requieren manejo en unidad de cuidado intensivo.

Dentro de las complicaciones asociadas al procedimiento se encuentran la hemorragia, la inserción incorrecta, la desconexión, el bloqueo y la extracción no

intencionada del catéter, sin embargo, la más significativa es la infección en el dispositivo de derivación ventricular externa (IDV). Esta última es la complicación más frecuente y clínicamente severa en cuanto a que suele acompañarse de ventriculitis, meningitis, cerebritis, abscesos cerebrales y empiemas subdurales, todos los anteriores con alta morbimortalidad; comprometen el proceso de rehabilitación, imposibilitan la realización inmediata de derivaciones permanentes, prolongan la estancia hospitalaria e incrementan los costos de hospitalización (3).

Así, la DVE se configura y se usa como un sistema de drenaje cerrado estéril. En el mercado se ofrecen kits comerciales para DVE de diferentes marcas, pero de características y componentes similares, su funcionamiento es invariable al depender enteramente de la hidrodinámica intracraneal y varían únicamente en aspectos estéticos. A la fecha no existen estudios, nacionales o internacionales, comparando la incidencia de complicaciones asociadas a estos dispositivos entre diferentes marcas.

De esta manera, las DVE son estrategias terapéuticas transitorias, bien porque su noxa causal (tumor, hemorragia, malformación congénita, ente otros) es tratada, resolviéndose el trastorno hidrodinámico secundario al mismo, o bien porque el trastorno se hace crónico y requiere una derivación ventricular a largo plazo (como las derivaciones ventriculoperitoneales o ventriculoatriales). En cualquiera de los dos casos la DVE es retirada por ser prescindible o por la necesidad de ser reemplazada por un sistema definitivo.

Finalmente, las infecciones en ventriculostomías son complicaciones frecuentes y severas por su alta mortalidad, cuyo comportamiento en el medio local a la fecha no se ha descrito. Caracterizar la prevalencia de este tipo de infecciones resulta de nuclear importancia en cuanto a que permitirá establecer un paralelo respecto a centros de referencia según el cual, a futuro, se podría evaluar si las técnicas de prevención empleadas en el medio local son útiles y suficientes. Además, establecerá un precedente respecto a si el uso de alternativas de bajo costo como como lo son las sondas nelaton a manera de ventriculostomía conlleva un aumento en las infecciones respecto al kit comercial convencional.

3.2 Definición

Las infecciones de dispositivos de derivación ventricular externa (IDV) han sido definidas de varias maneras llevando a inconsistencias en su documentación. Gozal et al. demostraron que la definición con mayor rendimiento diagnóstico es la propuesta por el Centro de Control y Prevención de Enfermedades (Atlanta, USA) (4), que plantea los siguientes criterios diagnósticos:

Cultivo de LCR único positivo en paciente con catéter de ventriculostomía más uno o más de los siguientes signos que no sean explicables por otra noxa:

- Fiebre > 38.6 °C (101.5°F).
- Glucosa en LCR < 50 mg/dL o <50% de la glicemia dentro de las primeras 24 horas de la obtención del LCR.

3.3 Prevalencia e incidencia

La incidencia de las IDV en la práctica neuroquirúrgica colombiana es un fenómeno aun por describir. En países desarrollados como Estados Unidos, estudios multicéntricos descriptivos reportan que entre 8.8% y 9.5% de pacientes con ventriculostomías desarrollan IDV (3). Un metaanálisis de 2015 determinó la incidencia acumulada de IDV en 35 estudios observacionales que incluían 752 pacientes con IDV para un total de 66.706 días con DVE, encontrando una incidencia acumulada de 11.4/1000 días con DVE (3). La revisión crítica de la literatura de Lozier et. al plantea prevalencias entre 0% y 22%, pero que comúnmente se encuentran entre 11% (2).

3.4 Factores de riesgo

Los factores de riesgo identificados para las IDV han sido ampliamente descritos:

- Hemorragia subaracnoidea e intraventricular: la mayoría de series de caso coinciden en que la patología hemorrágica es el factor estadísticamente más significativo en la incidencia de IDV, aumentando su riesgo relativo entre 6 y 10% respecto a patologías no hemorrágicas (3). Hoeffnagel et al. plantean que la manipulación frecuente del sistema de drenaje para su desobstrucción e infusión de medicamentos podría explicar este fenómeno.
- Duración de la DVE: la incidencia de IDV tiene un patrón de distribución normal respecto al tiempo que se extiende entre el día 1 y el día 11 postoperatorio con culmen en el día 5. Lo et al. plantean que la infección temprana ocurre por inóculo en el proceso de inserción del catéter que se manifiesta tras un periodo de incubación de aproximadamente 5 días. Según lo anterior se planteó como medida preventiva la revisión electiva del DVE tras un intervalo fijo de 5 días, sin embargo, Wong et al. probaron que esta práctica no disminuye significativamente el riesgo de infección y puede, potencialmente, aumentarlo. Park. et al demostraron que 595 pacientes la tasa de infección diaria permanece estacionaria a partir del día 4 y disminuye desde el día 10, indicando así que el riesgo de contaminación del DVE no es *per se* un factor determinante en la ocurrencia de infección (2).
- Manipulación del catéter: la apertura del sistema de drenaje para su permeabilización, infusión de agentes terapéuticos y toma de muestras aumenta el riesgo de infección. Leung et al. demostraron que disminuir la frecuencia del muestreo del LCR a cada 3 días disminuye la incidencia de ventriculitis (OR 0.44. IC 95% 0.22-0.88, $P=0.02$). La revisión sistemática realizada por Korinek et al. proponen que el muestreo de LCR debe realizarse únicamente cuando haya sospecha clínica de infección (1).

Se ha demostrado que la técnica quirúrgica no influye en el riesgo de desarrollar complicaciones de índole infecciosa o no (4).

3.5 Microbiología

Los patógenos más frecuentemente encontrados en las IDV corresponden al microbioma epidérmico normal o transitorio: organismos oportunistas inoculados en la contaminación bacteriana del catéter, desconexión o manipulación del mismo (ruta intraluminal), dehiscencia de la herida quirúrgica y fistulas de LCR (ruta extraluminal) (6).

El metaanálisis de Ramanan et al. encontró que el 64% de estos microorganismos correspondía a bacterias grampositivas, 35% gramnegativas y 1% a hongos. En el primer grupo el *Staphylococcus epidermidis* fue el más frecuentemente aislado seguido por el grupo de los estafilococos coagulasa negativos y finalmente el *Staphylococcus aureus*, siendo este último resistente a meticilina en 15.58% de los cultivos obtenidos. En el segundo grupo el primero en frecuencia fue *Acinetobacter spp.* seguido por *Pseudomonas spp.* y *Enterobacter spp.* El único hongo aislado fue *Candida Spp* (7). El 12% de las infecciones son polimicrobianas (8). Los hallazgos microbiológicos no difieren entre la primera e infecciones subsecuentes, tampoco se evidencian cambios respecto a la temporalidad de la misma (7).

El estudio de Kim et al. encontró que la inflamación de las meninges y el epéndima ventricular es menos severa en las infecciones estafilocócicas y tiene mejor respuesta clínica a la antibioticoterapia. Las bacterias gramnegativas se asocian a mayor mortalidad en pacientes que han recibido profilaxis antibiótica y que la infección responde pobremente a la terapia instaurada por mayores índices de resistencia en estos patógenos (5).

La patogenicidad de estos agentes infecciosos en la IDV no ha sido completamente dilucidada, más se sabe que los estafilococos tienen la capacidad de formar biopelículas que prolongan su existencia en los cuerpos extraños (6).

3.6 Diagnóstico

Dado que el sistema nervioso central es un lugar estéril, la demostración de un patógeno en LCR o punta de catéter ventricular es diagnóstica de infección por sí misma y constituye así el *gold standard* para IDV, pese a que carece de especificidad para diferenciar la infección de la colonización. Síntomas clínicos como fiebre, cefalea, náusea, rigidez nuchal, disminución en nivel de alertamiento, déficit neurológico focal, entre otros, pueden ser indicativos de neuroinfección más pierden sensibilidad y especificidad acorde al déficit neurológico preexistente del paciente, la lesión neurológica que indicó la realización de la DVE, infección concomitante previamente documentada, tratamientos para evitar lesiones secundarias (sedación, bloqueo neuromuscular), epilepsia y alteraciones hidroelectrolíticas.

No se ha evaluado el rendimiento diagnóstico de signos clínicos en el marco de IDV. Los hallazgos paraclínicos como cambios en la glucorraquia, relación

glucorraquia/glicemia, proteinorraquia o celularidad del LCR son igualmente inespecíficos, más aún si el paciente está en una unidad de cuidado intensivo o de manejo neurocrítico (9). No existe evidencia acerca de patrones clínicos específicos sugestivos de infección por un microorganismo particular (3). Cabría la sospecha de un organismo resistente o atípico en el caso que tras 48-72 horas no se observe mejoría del estado del paciente.

Como ya se mencionó, el diagnóstico de IDV ha sido inconsistente debido a la falta de una definición homogénea y se propone la definición del CDC para su uso clínico y en investigación. Dicha definición pretende estandarizar los criterios diagnósticos con fines epidemiológicos y de investigación, y ha sido demostrada su efectividad como tal (4) más carece de sustento en la evidencia para su aplicabilidad en el contexto de la práctica médica.

La Sociedad Americana de Enfermedades Infecciosas (Infectious Diseases Society of America, IDSA) no ha publicado una guía para el diagnóstico y tratamiento de IDV, pero sí hace algunas recomendaciones puntuales: la sospecha clínica de IDV amerita un estudio citoquímico de LCR junto a su cultivo y tinción de gram, hemocultivos seriados (pese a que su sensibilidad sea variable: 23-95%) y técnicas de neuroimagen que permitan la detección temprana de ventriculitis y obstrucción al drenaje de LCR. En cuanto a cultivos, propone que las muestras para los mismos sean tomadas de varios lugares (herida quirúrgica, punta de catéter, LCR y sangre) para minimizar la posibilidad que el microorganismo aislado corresponda a un agente contaminante en vez del agente infeccioso buscado (10).

3.7 Tratamiento

El manejo óptimo de la IDV consiste en el inicio oportuno de la terapia antimicrobiana apropiada. Dicha terapia se hace acorde a recomendaciones de comités de expertos, experiencia individual en cada centro de manejo y pocos estudios observacionales. En la revisión de la literatura médica a la fecha no se encontraron ensayos clínicos aleatorizados o guías de manejo acerca de la terapia farmacológica indicada en este tipo de infección. El inicio temprano de antibiótico se asocia a mejores desenlaces clínicos.

3.7.1 Terapia sistémica

El antibiótico a emplear debe tener cubrimiento de los patógenos probables, adecuada concentración en el sistema nervioso central y amplio espectro considerando la posibilidad de resistencia microbiana hasta que el cultivo determine la susceptibilidad del agente infeccioso (10). La primera línea de manejo empírico es vancomicina 500 mg IV cada 6 horas, capaz de lograr concentraciones séricas medias de 13.29 µg/mL y en LCR de 5 µg/mL. El estudio de Von Der Breile et al. demostró una sensibilidad de tan solo 51% a esta primera línea de manejo, disminuyendo a 37% en el caso de los estafilococos coagulasa negativos, pero llamativamente en el 84% que no fue posible establecer la etiología hubo curación

completa (8). Alternativas terapéuticas en pacientes con contraindicación a este fármaco (alergia, intolerancia) son candidatos al uso de linezolid, que tiene amplio cubrimiento de bacterias grampositivas y un efecto bacteriostático a dosis de 600 mg IV cada 12 horas. Logra una concentración mayor a la concentración inhibitoria mínima (MIC) de 2 mg/L en el 99.8% de los casos y en el 57.2% de los casos con MIC de 4 mg/L. La daptomicina no ha sido estudiada para infecciones del sistema nervioso central por su ineficiente concentración en LCR. Para el *S. aureus* sensible a meticilina se prefiere el uso de nafcilina por sobre vancomicina.

Para la infección por bacterias gramnegativas resistentes a vancomicina puede dirigirse la terapia hacia cefalosporinas de cuarta generación, ureidopenicilinas o carbapenémicos. La prescripción de esta terapia debe hacerse en consideración de los índices institucionales de organismos productores de β -lactamasa de espectro extendido. En pacientes con alergia severa a beta lactámicos la única opción terapéutica es el carbapenémico.

Algunos autores proponen que la IDV sea tratada idénticamente a la meningitis en adulto con primera línea de vancomicina en combinación a uno de los siguientes: cefepime, ceftazidime o meropenem (10).

En la IDV de etiología fúngica se prefiere el uso de derivados azólicos como el fluconazol y el voriconazol por sobre la anfotericina B y las equinocandinas dado su mejor perfil de concentración en LCR.

3.7.2 Terapia intraventricular

La administración intratecal de antimicrobianos carece de evidencia o datos clínicos que la soporten y ningún fármaco ha sido aprobado por la FDA para este fin. No existe consenso actual acerca de las indicaciones de la terapia intraventricular, elección y duración de esta o uso conjunto de antibióticos sistémicos.

En general, podría considerarse la administración intratecal de fármacos en casos de ventriculitis severa, cultivos de LCR persistentemente positivos pese a administración correcta de la terapia sistémica, infección por patógenos únicamente sensibles a antimicrobianos específicos que no logren superar la MIC en LCR o circunstancias que no permitan el retiro del catéter. Los fármacos más empleados son la vancomicina 5-20 mg para tratar *S. aureus* meticilin-sensible y estafilococos coagulasa negativos; aminoglucósidos como gentamicina 1-8 mg, amikacina 5-50 mg, y tobramicina 5-20 mg para tratar patógenos gramnegativos; daptomicina para el tratamiento de *E. faecalis*; colistina 10 mg y polimixina B 5 mg para tratar *Acinetobacter spp.* multiresistente. También se ha descrito el uso de quinupristina/dalfopristina 2-5 mg y teicoplanina 5-40 mg (10).

El objetivo de la dosificación intratecal es lograr concentraciones 10 veces mayores a la concentración inhibitoria mínima pretendiendo lograr un efecto bactericida rápido, y pese a que la farmacocinética es conocida, aún faltan estudios

determinando eficacia y seguridad de esta forma de administración de antimicrobianos.

3.7.3 Medidas adicionales

Extrapolando la información acerca de infección asociada a catéter venoso central, la remoción y cambio del DVE estaría indicada ante la sospecha clínica de IDV pero podría considerarse no hacerlo cuando el paciente se encuentre hemodinámicamente estable, sin alteraciones en la pleiocitosis del LCR y se pretenda retirar el catéter en no más de 3 días (9). Una vez retirado el DVE se recomienda continuar con la terapia sistémica por 7-10 días más (11).

3.8 Medidas preventivas

Se han ideado varias propuestas para disminuir la ocurrencia de complicaciones asociadas a los DVE y aunque no existe aún un protocolo estandarizado, estas intervenciones han sido ampliamente descritas y se han probado efectivas:

- **Nodos de cuidado:** Konriek et al. propuso en 2005 un esquema de cuidado intraoperatorio y para la UCI de los DVE en un instituto francés (13). El protocolo partía de técnicas estrictas para la inserción: solo se realiza el procedimiento en salas de cirugía, se remueve todo el cabello manualmente y el catéter se ubica a través de una obturación en la piel adyacente al sitio de ventriculostomía. En la UCI la bolsa de drenaje solo se manipula para vaciarla cuando estaba llena, se prohíbe mover el catéter y no se muestreó regularmente LCR. De los 216 DVE usados en 175 pacientes hubo un descenso en la incidencia acumulada del previo 12.2% a 5.7%.
- **Profilaxis antibiótica:** carente de protocolos estandarizados o evidencia que la soporte, el uso profiláctico de antimicrobianos se hace acorde a la experiencia particular de cada centro de manejo. Se han descrito las siguientes estrategias de profilaxis:
 - **Antimicrobiano sistémico:** dos estudios de cohortes prospectivas evaluaron la eficacia de profilaxis periprocedimental con cefalosporinas de primera generación administradas vía parenteral, encontrando que no había una disminución significativa en la incidencia de IDV (14,15). Alleine et al. evaluaron la eficacia de la administración periprocedimental de cefuroxime en comparación a su administración durante todo el tiempo en que el catéter estuvo ubicado, encontrando que la disminución fue de tan solo 0.2% (16). Poon et al. realizaron un estudio similar al anterior, pero empleando ampicilina/sulbactam y encontraron que la incidencia de complicaciones infecciosas disminuyó de 11% a 3% pero en el grupo de profilaxis prolongada hubo mayor infección por SARM y candidiasis, además de una mayor mortalidad una vez infectados (17).

- Catéter impregnado con antibiótico: la observación acerca del uso de catéteres endovasculares en líneas centrales impregnados con antibióticos conlleva a una disminución en la incidencia de infección asociada planteó la posibilidad de extrapolar estos hallazgos a los DVE. El estudio prospectivo aleatorizado controlado de Zambranski en 2003 encontró que los catéteres intraventriculares impregnados con minociclina/rifampicina disminuían la incidencia de IDV de 9.4% a 1.3% respecto a los catéteres estándar (18). Tres estudios observacionales sucedieron al de Zambranski en los que se observó disminución de la incidencia de IDV con catéteres impregnados con clindamicina/rifampicina (19-21). La combinación de estos antibióticos está dirigida a prevenir la infección por estafilococos. Aunque efectiva, el uso de este tipo de profilaxis está asociada a un mayor índice de falsos negativos en los cultivos de LCR y aun no se ha determinado el efecto que potencialmente podría tener en cuanto a la inducción de resistencia bacteriana.
- Catéter con otras impregnaciones: demostrada su eficacia en catéteres urinarios, el uso de sustancias no antimicrobianas con efecto bactericida como el recubrimiento con nanopartículas de plata o sales de plata insolubles ha demostrado ser una alternativa útil independiente de otras formas de profilaxis. El análisis retrospectivo de Fichtner et al. demostró que el uso del catéter con recubrimiento de plata disminuye la incidencia de IDV de 33.7% a 18.9% (22). Sin embargo, estos catéteres no suelen encontrarse disponibles de manera rutinaria.
- Tunelización del catéter: la hipótesis que la contaminación del catéter disminuye entre mayor sea la longitud del tracto subcutáneo del mismo ha sido ampliamente sustentada, (23-27). Se ha demostrado que exteriorizar el catéter a través de la piel a por lo menos 5 cm de su lugar de inserción al cráneo puede disminuir la incidencia de IDV hasta 0% (24).

3.9 Pronóstico y mortalidad

La mortalidad en infecciones de ventriculostomía es reportada en estudios retrospectivos monocéntricos con pocos pacientes, y a la fecha no se ha descrito en el medio local. Kitchen et al reportan mortalidad del 58% (19), Sam et al (20) reportan 64.3% de mortalidad y más comúnmente relacionada con el aislamiento de gérmenes gramnegativos.

Von Der Breille et al. reportan que el riesgo de recurrencia a dos meses tras un primer episodio de IDV es del 13%, y que después de este periodo la tasa de recidiva es prácticamente nula (8).

3.10 Estado del arte

El único estudio que describe el comportamiento de la IDV en la población colombiana a la fecha es el de Chaves et. al., un estudio descriptivo monocéntrico que recopila los pacientes en quienes se colocan DVE entre 2015 a 2017, excluyendo a todos aquellos pacientes con neuroinfecciones preexistentes para un volumen muestral de 19 pacientes, que encontró que la incidencia de complicaciones de todo tipo asociadas a las DVE fue de 42.8% y la incidencia de IDV fue de 14.3%. En este último grupo la mortalidad reportada fue hasta del 50%. El uso de alternativas a los catéteres ventriculares comerciales se asoció con mayor incidencia de complicaciones de todo tipo más no con mayor incidencia de complicaciones infecciosas. El tiempo de uso fue proporcional a la incidencia de complicaciones, pero describe un comportamiento estacionario a partir del día 9 respecto a la ocurrencia de IDV. No se documentó un mayor número de IDV en aquellos pacientes con hemorragia subaracnoidea.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En los países en vías de desarrollo como Colombia, los kits comerciales de ventriculostomía no siempre se encuentran disponibles al ser dispositivos médicos con costos entre 800.000-1.200.000 COP. Por su parte, los trastornos hidrodinámicos son perennes y frecuentes, representando siempre una urgencia quirúrgica que, de no resolverse de manera expeditiva, conlleva a alto riesgo de mortalidad y de discapacidad de origen neurológico. Así, ¿cómo resolver un trastorno hidrodinámico agudo si no se dispone de un kit comercial para realizar una ventriculostomía? Esta pregunta tiene múltiples respuestas, siendo la más común en el medio nacional emplear alternativas de bajo costo como lo son las sondas vesicales tipo nelaton. Este tipo de catéter urinario se fabrica de látex estéril con una longitud entre 35 a 40 cm y con calibres que oscilan entre 4 a 18 Fr. Presenta un orificio único en el ápice del extremo proximal en forma de cono, con o sin tapón, y un orificio distal que se presenta lateralmente y proximal a una punta cerrada roma. Su configuración es de características similares en cuanto a longitud, calibre, dureza y esterilidad al kit comercial de ventriculostomía, haciéndola una alternativa ideal, aunque heterodoxa, y a un precio significativamente menor que varía entre 1.00 a 4.000 COP. La técnica de colocación del catéter nelaton a manera de ventriculostomía es idéntica a la del kit comercial y requiere los mismos protocolos de esterilidad quirúrgica y profilaxis antibiótica. El instituto nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos (INVIMA) autoriza su uso mediante el registro sanitario INVIMA 2018DM-0001689-R3 de la siguiente manera: “se utilizan para el drenaje de orina y fluidos corporales. También para practicar lavados y succionar en algunos casos de pacientes que lo requieran.”

A la fecha, fuera del estudio de Chaves et al., no existen publicaciones nacionales o internacionales acerca del uso, complicaciones o mortalidad derivadas de estas alternativas de catéter ventricular, pese a ser una práctica común y generalizada. El

uso de estas alternativas a dispositivo médico ocurre en las tres instituciones en las que se realiza el presente estudio; mediante referenciación comparativa y comunicaciones con otros servicios de neurocirugía locales, nacionales y latinoamericanos, se sabe que es una práctica ampliamente empleada. El presente estudio busca superar las limitaciones de la publicación en mención mediante un periodo de captación más prolongado, multicéntrico y con un análisis estadístico más robusto.

5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿El uso de sondas nelaton como dispositivos de derivación ventricular externa aumenta la proporción de pacientes con de infección de ventriculostomía en comparación al uso de kit comercial en todos aquellos pacientes en quienes se realizaron técnicas de derivación ventricular externa en las instituciones participantes durante un periodo de 7 años?

POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	COMPARACIÓN	RESULTADOS
Pacientes en quienes se realizaron ventriculostomías en el periodo comprendido entre 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2022 en tres hospitales de alta complejidad en Bogotá, Colombia.	Uso de sondas nelaton como ventriculostomía	Uso de kit comercial como ventriculostomía	Infección de ventriculostomía

Cuadro 1. Pregunta PICO

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

- Describir la prevalencia de infección de ventriculostomía en los pacientes que requirieron dispositivos de derivación ventricular externa en el periodo comprendido entre 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2022 en tres hospitales de Bogotá

6.2 Objetivos específicos

- Determinar la mortalidad en pacientes con infección de ventriculostomía en los tres centros mencionados durante el periodo de 7 años establecido.
- Establecer la prevalencia en pacientes que presentan infección de ventriculostomía dentro de todos aquellos en los que se emplearon sondas nelaton a manera de derivación ventricular externa.
- Medir la prevalencia en pacientes que presentan infección de ventriculostomía en todos aquellos en los que se emplearon kits comerciales de derivación ventricular externa.
- Describir el tiempo que transcurre desde la colocación del catéter hasta la ocurrencia de infección de ventriculostomía.

- Identificar si la coexistencia de hemorragia subaracnoidea tiene algún efecto sobre la prevalencia en pacientes que desarrollan infecciones de ventriculostomía.

7. METODOLOGÍA

El presente es un estudio descriptivo de tipo transversal, multicéntrico con un componente analítico, desarrollado en tres centros de manejo neuroquirúrgico de la capital colombiana.

7.1 Selección de la muestra

Se incluyeron los pacientes entre 18 y 80 años que requirieron dispositivos de derivación ventricular externa en el periodo comprendido entre 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2022 en tres hospitales de Bogotá.

7.2 Cálculo de muestra

Para una población estimada de 3000 pacientes con una prevalencia *a priori* del 9% y un intervalo de confianza del 95%, se requiere un tamaño muestral mínimo de 121 pacientes.

Tamaño de la muestra para la frecuencia en una población

Tamaño de la población (para el factor de corrección de la población finita o fcp)(N):	3000
frecuencia % hipotética del factor del resultado en la población (p):	9% +/-5
Límites de confianza como % de 100(absoluto +/-%)(d):	5%
Efecto de diseño (para encuestas en grupo-EDFF):	1

Tamaño muestral (n) para Varios Niveles de Confianza

Intervalo Confianza (%)	Tamaño de la muestra
95%	121
80%	53
90%	87
97%	147
99%	203
99.9%	318
99.99%	426

Ecuación

$$\text{Tamaño de la muestra } n = \frac{EDFF * N * p(1-p)}{[(d^2 / Z^2_{1-\alpha/2}) * (N-1) + p * (1-p)]}$$

Cálculo realizado en OpenEpi

(<https://www.openepi.com/SampleSize/SSPropor.html>)

7.3 Criterios de inclusión

- Pacientes entre 18 y 80 años: No se incluyeron pacientes pediátricos debido a que las instituciones donde se plantea el estudio tienen un bajo volumen de pacientes en este rango de edad, tampoco se incluyen pacientes por sobre la octava década de la vida en cuanto a que los trastornos hidrodinámicos intracraneales son poco prevalentes en esta población.

- Pacientes en los que la derivación ventricular externa se coloque en salas de cirugía, previa profilaxis antibiótica y con la técnica estéril propia de cualquier procedimiento neuroquirúrgico.

7.4 Criterios de exclusión

- Pacientes con infección en el sistema nervioso central al momento de la colocación del dispositivo de derivación ventricular externa.
- Pacientes en los que se realicen ventriculostomías por complicaciones (de cualquier índole, infecciosa o no) de un sistema de derivación ventricular preexistente bien sea definitivo como una derivación ventriculoperitoneal, ventrículo atrial o demás, o temporal como otra ventriculostomía.

7.5 Recolección de datos

Previo aval del protocolo de investigación por parte del comité de ética de la investigación, se solicitó autorización en cada una de las instituciones para acceder a las historias clínicas. El investigador principal (Chaves JL.) realizó la búsqueda en las bitácoras quirúrgicas de dichos servicios, donde se consignan todos los procedimientos quirúrgicos realizados, aquellos pacientes en quienes se implementaron DVE en el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2022. En estas bitácoras se consignan los datos de identificación del paciente, así como el nombre del procedimiento realizado. A partir de esta información se recopilaron las historias clínicas de cada uno de ellos, se revisó que en las mismas se encontrara consignado el motivo que lleva a la colocación de DVE, la descripción quirúrgica del procedimiento realizado, el tipo de DVE implementada (nelaton o kit comercial), la ocurrencia de IDV según la definición del Centro de Control y Prevención de Enfermedades (Atlanta, USA) y el número de días en que esta se presenta desde la colocación de la ventriculostomía, así como la coexistencia de hemorragia subaracnoidea (HSA). Los kits de ventriculostomía empleados en las instituciones en cuestión cumplen con el rigor técnico de las características exigidas por INVIMA, como todo dispositivo médico-quirúrgico. En las descripciones quirúrgicas no se registra de manera rutinaria la marca o casa comercial del kit comercial, de manera que no es posible incluir esta variable dentro del estudio.

7.6 Operacionalización de variables

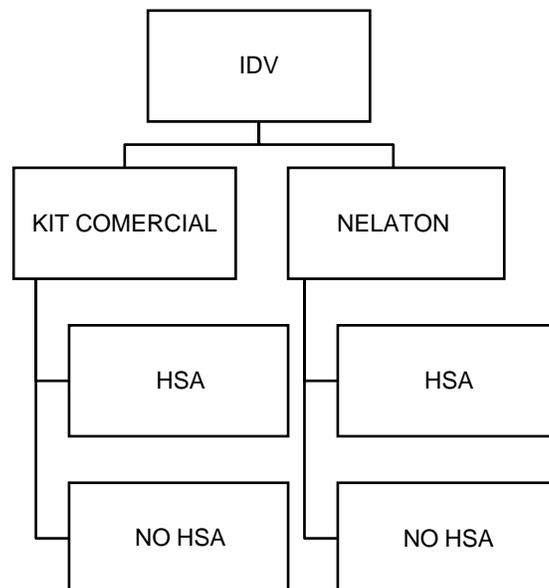
NOMBRE DE VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	VALORES POSIBLES	
Sexo	Cualitativa nominal dicotómica	Masculino	Femenino
Tipo de DVE	Cualitativa nominal dicotómica	Nelaton	Kit comercial
Ocurrencia de IDV	Cualitativa nominal dicotómica	Si	No
Mortalidad por IDV	Cualitativa nominal dicotómica	Si	No
Hemorragia subaracnoidea coexistente	Cualitativa nominal dicotómica	Si	No
Edad en años	Cuantitativa discreta	Número entero	
# de días a los que ocurre IDV	Cuantitativa discreta	Número entero	

Cuadro 2. Operacionalización de variables

El software elegido para la recopilación de datos fue REDCap® por ser una herramienta que cumple con los protocolos de seguridad informática exigidos. La información fue captada, tabulada y analizada única y exclusivamente por el investigador principal, la base de datos se descargó en formato de-identificado (sin ningún dato de identificación de los pacientes). El investigador principal en su calidad de residente de neurocirugía tiene el entrenamiento y las competencias necesarias y suficientes para ejecutar el proyecto propuesto. La única copia de respaldo se consignó en una única USB utilizada exclusivamente para el almacenamiento de esta información y se salvaguardó en un archivo bajo llave.

7.7 Análisis de datos

A partir de esta base de datos exportada de REDCap se determinó la prevalencia de IDV para el total de pacientes y para cada tipo de DVE de la siguiente manera:



- *Prevalencia total IDV = Total IDV / Total DVE*
 - *Prevalencia IDV en kit comercial = IDV kit comercial / Total DVE kit comercial*
- *Prevalencia IDV nelaton = IDV nelaton / Total DVE nelaton*
 - *Prevalencia IDV en kit comercial con HSA = IDV kit comercial con HSA / DVE kit comercial con HSA*
 - *Prevalencia IDV nelaton con HSA = IDV nelaton con HSA / DVE nelaton con HSA*

La mortalidad se calculará de la siguiente manera:

- *Mortalidad = Muerte en IDV / Total DVE*

Se realizó además análisis de mortalidad en cada uno de los grupos por tipo de derivación y por subgrupos según la coexistencia o no de hemorragia subaracnoidea. También se describe la frecuencia con la que ocurre la infección de ventriculostomía en función del número de días desde su colocación para el total de pacientes derivados, así como para cada tipo de derivación y si existe o no hemorragia subaracnoidea.

La razón de prevalencias se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Razón de prevalencias} = \frac{\frac{\# \text{ IDV en nelaton}}{\# \text{ total DVE con nelaton}}}{\frac{\# \text{ IDV en kit comercial}}{\# \text{ total DVE kit comercial}}}$$

Los datos fueron analizados en el programa estadístico EpiInfo, las variables tanto clínicas como demográficas de componente cualitativas se reportan a partir de medias y desviaciones estándar o medianas y rangos intercuartílicos, de acuerdo con la naturaleza de los datos; para el caso de las variables cuantitativas, son descritas a través de frecuencias absolutas y proporciones.

Se realiza un análisis bivariado para determinar una posible asociación entre las variables y el desenlace a través mediante un test de ji cuadrado o el test exacto de Fisher. Se consideró como nivel de significancia estadística $p < 0.05$.

7.8 Riesgo de sesgos

El presente estudio padece de los sesgos de información y de confusión inherentes a su componente metodológico:

- **Sesgo de información:** la calidad de la información que se pretende obtener viene limitada por la calidad del reporte en la historia clínica. Es posible que en las descripciones quirúrgicas no se encuentre especificado el tipo de DVE implementado limitando el número de pacientes a incluir. Las demás variables incluidas son cruciales dentro del ejercicio clínico en cuanto a que determinan la conducta médica, haciendo así esperable que sean reportadas y descritas de

manera más rigurosa.

- Sesgo de confusión: los pacientes en los que se implementan DVE son pacientes críticamente enfermos y por lo general el trastorno hidrodinámico que lleva a su colocación es secundario a otra patología (tumores, hemorragias ventriculares, entre otros). Estos trastornos primarios son en sí mismos enfermedades severas que someten el organismo a un estrés inmunológico importante que puede predisponer a la ocurrencia de IDV.

7.9 Limitaciones

Los resultados de este estudio no son extrapolables a la población general dado el número y las características de los pacientes seleccionados, haciendo que sean válidos únicamente al interior de este.

7.10 Aspectos éticos

Según la resolución 8430 de 1993, este estudio se enmarca en la categoría sin riesgo en la medida que se emplean técnicas y métodos de investigación documental. Se salvaguarda la confidencialidad y el respeto a la privacidad de los pacientes mediante anonimización identificando a cada uno de ellos exclusivamente mediante un número serial en una base de datos de-identificada. Se solicitó aval por los comités de ética de cada una de las instituciones, se diseñó un formato de confidencialidad de la información para que los datos recopilados sean de uso exclusivo en el presente estudio, toda información y análisis se dio con fines académicos y no comerciales. Por último, se solicitó exención del consentimiento informado ya que la presente corresponde a una investigación sin riesgo.

8. CONFLICTOS DE INTERES

El investigador principal y el director de tesis declaran no presentar conflictos de interés de ninguna índole.

9. RESULTADOS

Durante el periodo de captación de datos, correspondiente a 96 meses, se realizaron en total 390 derivaciones ventriculares externas en las tres instituciones incluidas. De estas, 15 se excluyen por estar fuera del rango de edad referenciado, 29 se excluyen por neuroinfección preexistente y 27 se excluyen por presentar un sistema ventricular instrumentado, por lo que se incluyen un total de 319 pacientes. Las características demográficas, el tipo de derivación, la prevalencia de infección, hemorragia subaracnoidea, así como la mortalidad, se presentan en la Tabla 1.

TIPO DE DERIVACION	SEXO		EDAD PROMEDIO	INFECCIÓN	HSA	MORTALIDAD
	Masculino	Femenino				
Kit comercial (n=132)	78 (39%)	59 (49.6%)	56.2 ±17.8 años	21 (15.3%)	35 (25.5%)	42 (30.6%)
Nelaton (n=187)	122 (61%)	60 (50.4%)	56.4 ±15.6 años	40 (21.9%)	36 (19.7%)	42 (23.1%)
TOTAL (n=319)	200 (62.7%)	119 (37.3%)	-	61 (19.2%)	71 (22.2%)	84 (26.3%)

Tabla 1. Características demográficas y prevalencias. HSA: hemorragia subaracnoidea

El uso de sondas nelaton fue más frecuente en hombres, mientras que en mujeres la distribución entre el tipo de derivación fue similar. La media de edad entre los pacientes derivados con sondas de nelaton y kit comercial también fue similar.

Del total de ventriculostomías, se documentó infección en 61 casos, siendo así la prevalencia de infección en la población a estudio de 19.2%. La prevalencia de infección en los pacientes derivados con kit comerciales fue del 15.3%, mientras que en el grupo derivado con sondas nelaton fue de 21.9%, para razón de prevalencias (RP) calculada de de 1.34. La prevalencia de hemorragia subaracnoidea fue del 22.2%, correspondiendo a 25.5% en el grupo de kit comercial y a 19.7% en el grupo de nelaton.

La mortalidad en la población fue de 26.3%, en el grupo de kit comercial fue de 30.6% y en el de sonda nelaton de 23.1%. En cuanto a la mortalidad de los pacientes cuyas ventriculostomías se infectaron, se encuentra una proporción discretamente mayor en el grupo derivado con kit comercial como se presenta en la Tabla 2.

TIPO DE DERIVACIÓN+INFECCIÓN	MORTALIDAD
Kit comercial (n=21)	12 (57.4%)
Nelaton (n=40)	22 (55%)
TOTAL (n=61)	34 (55.7%)

Tabla 2. Mortalidad por infección según tipo de derivación

En los pacientes con hemorragia subaracnoidea coexistente, se encontró una mayor prevalencia de infección, así como una mayor mortalidad en el grupo derivado con sondas de nelaton.

TIPO DE DERIVACIÓN+HSA	INFECCIÓN	MORTALIDAD
Kit comercial (n=35)	10 (25.6%)	16 (45.7%)
Nelaton (n=36)	21 (58.3%)	20 (55.6%)
TOTAL (n=71)	31 (43.6%)	36 (50.7%)

Tabla 3. Prevalencia de infección y mortalidad por tipo de derivación con hemorragia subaracnoidea. HSA: hemorragia subaracnoidea

Al comparar la mortalidad por tipo de derivación infectada con hemorragia subaracnoidea coexistente, se encuentra una mayor proporción en pacientes derivados con kit comercial.

TIPO DE DERIVACIÓN+HSA+INFECCIÓN	MORTALIDAD
Kit comercial (n=9)	7 (77.8%)
Nelaton (n=11)	7 (63.4%)
TOTAL (n=20)	14 (70%)

Tabla 4. Mortalidad por tipo de derivación infectada con hemorragia subaracnoidea. HSA: hemorragia subaracnoidea.

En cuanto al momento de infección desde el día de su colocación, se documentan infecciones en ventriculostomías tan tempranas como desde el día 1 y tan tardías como hasta el día 15. El Gráfico 1 permite observar que para el total de ventriculostomías, existen tres picos de infección en los días 3, 5 y 8, respectivamente, siendo este último el más alto. Además, la infección en pacientes con sondas de nelaton ocurre en promedio 2.2 días más tempranamente que en aquellos con kit comercial.

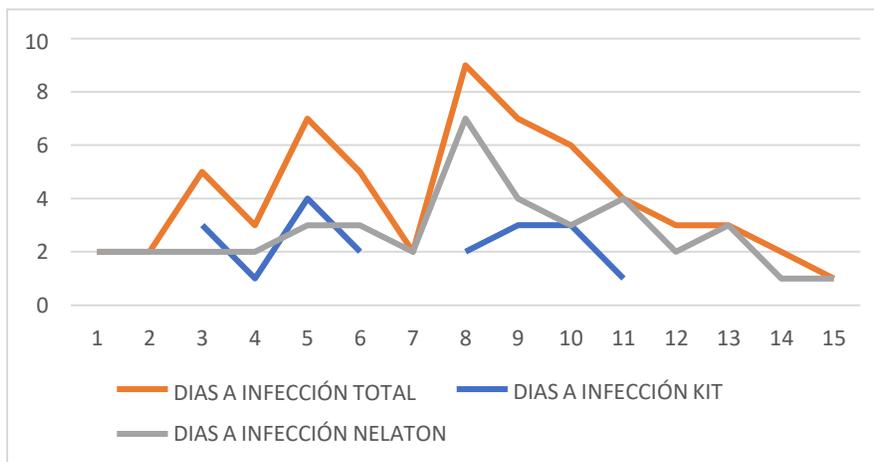


Gráfico 1. Frecuencia de infección en ventriculostomía desde su colocación en días por tipo de derivación

Respecto al momento de infección desde el día de su colocación, en el grupo con

hemorragia subaracnoidea la infección ocurrió en promedio 1.3 días más tempranamente.

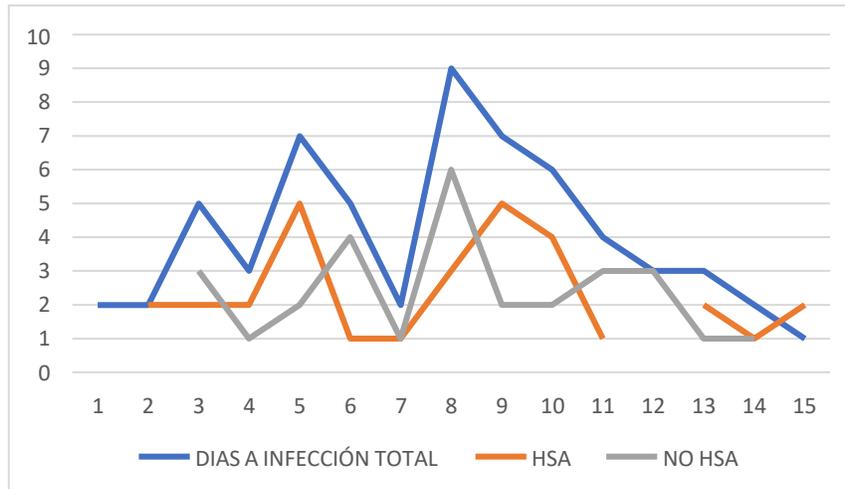


Gráfico 2. Frecuencia de infección en ventriculostomía con hemorragia subaracnoidea desde su colocación en días

9.1 Análisis estadístico

Se realizó un análisis bivariado para determinar asociación entre las siguientes variables: sexo, tipo de derivación y hemorragia subaracnoidea, con el desenlace a medir de infección de ventriculostomía, ello mediante test de ji cuadrado con nivel de significancia estadística $p < 0.05$. Se encontró lo siguiente:

INFECCIÓN	TIPO DE DERIVACIÓN		TOTAL
	KIT COMERCIAL	NELATON	
NO	116	142	258
SI	21	40	61
TOTAL	137	182	319

Pearson Chi2 = 2.23 P = 0.1349

Tabla 5. Análisis bivariado infección – tipo de derivación

INFECCIÓN	SEXO		TOTAL
	FEMENINO	MASCULINO	
NO	90	168	258
SI	29	32	61
TOTAL	119	200	319

Pearson Chi2 = 3.38 P = 0.0660

Tabla 6. Análisis bivariado infección – sexo

INFECCIÓN	HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA		TOTAL
	NO	SI	
NO	218	40	258
SI	30	31	61
TOTAL	248	71	319

Pearson Chi2 = 35.56 P = 0.0000

Tabla 7. Análisis bivariado infección – hemorragia subaracnoidea

No se encuentra asociación estadística entre las variables de tipo de derivación y sexo, sin embargo, la variable hemorragia subaracnoidea presentó un valor de $P < 0.05$.

10 ANÁLISIS

En la población a estudio, el uso de uno u otro sistema de derivación es enteramente supeditado a la disponibilidad de éste al momento de realizar la derivación, sin embargo, existe una mayor preferencia de uso del kit comercial. Se encuentra una mayor proporción de pacientes de sexo masculino llevados a derivación con sonda de nelaton, ello atribuible a que este grupo corresponde al 62.7% del total de pacientes.

En cuanto a la prevalencia de infección en el total de ventriculostomías, llama la atención un valor de 19.2% que corresponde a un aumento de casi cuatro veces el valor descrito en la literatura internacional reportada como menor al <5% (21). Esta elevada prevalencia de infección ha sido consistente en el tiempo en las instituciones incluidas, como también lo reportó el estudio Chaves et al. 2017.

Del total de ventriculostomías infectadas, se encontró una prevalencia 6.6% mayor en el grupo derivando con sondas de nelaton, correspondiendo a una diferencia de 19 casos y una razón de prevalencias (RP) de 1.34. La causa de este fenómeno podría explicarse por múltiples factores, el principal es que el kit comercial es un sistema de drenaje cerrado estéril, mientras que el sistema con sonda de nelaton no lo es.

El kit está compuesto por dos partes: el catéter ventricular y el reservorio con trampa de agua; estos dos componentes están diseñados para mutuo y exclusivo acople, y una vez unidos, sus características permiten eliminar la necesidad de separarlos en caso de revisión por obstrucción o disfunción, manteniéndolo cerrado y estéril. Por su parte, las derivaciones ventriculares externas con sonda de nelaton se ensamblan de manera artesanal a partir de la unión de ésta con un equipo para venoclisis (kit de macrogoteo, kit de transfusión, o afines) conectado a un reservorio de viaflex; todos estos componentes, pese a ser estériles, no están diseñados para su acople, de manera tal que no se comportan como un sistema cerrado donde se garantice la esterilidad de principio a fin, en ocasiones es necesario recurrir a dispositivos médicos adicionales como llaves de tres vías o yelcos para lograr, o forzar este acople. Estas uniones artesanales crecen en número a medida que es necesario involucrar elementos adicionales para lograr cerrar el sistema, incurriendo así en un mayor número de brechas a la esterilidad del sistema. La experiencia con el uso de este tipo de equipos ha demostrado su inherente fragilidad, siendo proclives a desconexiones no controladas durante los cambios de posición o en los desplazamientos de los pacientes. También se ha observado que en estas uniones es común encontrar sedimento y detritos del drenaje ventricular que obstruyen su drenaje y obligan a manipulaciones adicionales del catéter para su impermeabilización.

En cuanto a la prevalencia de la hemorragia subaracnoidea, se encuentra que 22.2% de pacientes la presentaba al momento de realizarse la derivación, siendo esta 5.8% mayor en el grupo con kit comercial. Al comparar la prevalencia de infección de ventriculostomía en pacientes con hemorragia subaracnoidea, se encuentra que esta fue más del doble en pacientes con sonda de nelaton que en aquellos con kit comercial (58.3% vs 25.6%). Este resultado es coherente con lo descrito en la literatura para la hemorragia subaracnoidea como factor de riesgo para infección de derivación.

Al observar la mortalidad global, se aprecia una diferencia del 7.5% siendo mayor en el grupo de kit comercial. La mortalidad en pacientes con hemorragia subaracnoidea fue 9.9% mayor en el grupo derivado con sonda de nelaton. Respecto a la mortalidad en los pacientes con ventriculostomías infectadas, se encuentra un valor de 55.7% que es equiparable al valor reportado en la literatura y deja en claro el significativo impacto clínico que esta entidad representa. Cuando se compara la mortalidad por tipo de ventriculostomía infectada, se encuentra un valor 2.4% mayor en el grupo derivado con kit comercial, que también presenta una mortalidad 14.4% mayor al comparar los pacientes infectados con hemorragia subaracnoidea por tipo de derivación.

Así, se tiene que los pacientes derivados con sondas de nelaton presentan una mayor prevalencia de infección de ventriculostomía y que este valor aumenta en los casos con hemorragia subaracnoidea coexistente. Sin embargo, este grupo de pacientes no presenta una mortalidad mayor que aquellos derivados con kit comercial o que presenten además hemorragia subaracnoidea.

La infección de ventriculostomía en esta población presenta un patrón de distribución en función del tiempo desde el día de su colocación que sigue el comportamiento descrito en la literatura. Sin embargo, el pico de infección ocurre más tardíamente dándose en el día 8° contrastando con el reportado internacionalmente al día 5°. Se observa además que la infección ocurre más tempranamente en las derivaciones realizadas con sonda de nelaton y en los casos con hemorragia subaracnoidea, fenómenos que a la fecha no habían sido descritos. Conociendo *a priori* que la manipulación temprana del catéter es un factor de riesgo para el desarrollo de infección, estos hallazgos invitan a la realización de ulteriores estudios para contrastar si las derivaciones con nelaton requieren manipulación más tempranamente que los kits comerciales.

El análisis estadístico no encuentra asociación entre las variables tipo de derivación y sexo con infección, mientras que la variable hemorragia subaracnoidea presentó valor P estadísticamente significativo, abriendo la puerta a investigaciones futuras para determinar si la hemorragia subaracnoidea presenta relación causal directa con el desarrollo de infección. Pese a la ausencia de correlación estadística, la relación clínica de variables dentro de la cadena de ocurrencia de las infecciones resulta evidente: el 65.6% de infecciones ocurrieron en pacientes derivados con

sondas de nelaton y estas representaron el 64.7% de mortalidad por infección de derivación.

11 DISCUSIÓN

El uso de sondas de nelaton como catéteres de ventriculostomía es una práctica extensamente difundida en Bogotá, en Colombia y en Latinoamérica. Estas alternativas, aunque heterodoxas, ofrecen una solución efectiva, ampliamente disponible y ostensiblemente más económica que el kit comercial. Sin embargo, su uso no está exento de complicaciones como con cualquier dispositivo médico, y las mismas hasta el momento no habían sido descritas en la literatura.

Las limitaciones intrínsecas a la metodología del presente estudio no permiten establecer causalidad entre el tipo de derivación y ocurrencia de infección, sin embargo, permiten documentar que las infecciones de derivación ocurrieron en una proporción mayor cuando se emplearon alternativas al kit comercial. Además, la mortalidad de este tipo de infecciones es *per se* por sobre el 50%, de manera tal que emplear alternativas como la sonda de nelaton podría representar un aumento en morbilidad inaceptablemente alto para el neurocirujano. Ahora bien, la problemática clínica se extiende más allá de la mortalidad, puesto que la entidad subyacente que se está tratando con la ventriculostomía es un trastorno hidrodinámico agudo que puede llegar a requerir de una derivación permanente de líquido cefalorraquídeo. En los casos donde dicha ventriculostomía se infecta, se requiere de antibioterapia prolongada y un cultivo de líquido cefalorraquídeo negativo previo para poder realizar una derivación ventricular permanente al peritoneo o al atrio, prolongando así los días y los costos de hospitalización, y así mismo predisponiendo a infecciones recurrentes del sistema ventricular.

Para determinar la seguridad y costoefectividad de las sondas de nelaton como derivaciones ventriculares externas se requeriría de la realización de estudios aleatorizados controlados, ello sujeto a las consideraciones éticas que implicaría emplear deliberadamente un catéter urinario en el sistema ventricular cerebral ya existiendo dispositivos médicos diseñados específicamente para este fin. Lo anterior no significa que en el presente estudio el uso de sondas nelaton no haya sido deliberado. Como ya se ha mencionado, el uso de estas alternativas surge como respuesta ante la necesidad de enfrentar enfermedades neuroquirúrgicas altamente frecuentes en la práctica diaria y para las cuales no siempre se disponen de todos los insumos médicos necesarios para su tratamiento. Los resultados acá presentados no permiten realizar conclusiones extrapolables a la población de pacientes neuroquirúrgicos de Bogotá, mucho menos a nivel nacional, pero si establecen un precedente sobre las complicaciones asociadas al uso de estas alternativas y plantean la necesidad de realizar investigaciones futuras que permitan realizar recomendaciones sobre su uso basadas en la evidencia.

12 CONCLUSIONES

Las infecciones en los dispositivos de derivación ventricular externa continúan siendo complicaciones frecuentes y serias en la práctica neuroquirúrgica. Su elevada morbimortalidad obliga a los agentes del sistema de salud a no escatimar esfuerzos en la implementación de estrategias que prevengan su ocurrencia y maximicen la efectividad de la terapia. Parte de este proceso significa conocer el efecto que conlleva emplear alternativas al kit comercial, fenómeno hasta la fecha no descrito en la literatura.

Los resultados acá expuestos evidencian que la prevalencia de infección en los pacientes derivados con sondas nelaton es mayor a los derivados con kit comercial, valor que aumenta cuando coexiste hemorragia subaracnoidea al momento de la derivación. Adicionalmente, la infección ocurre más precozmente este grupo. Los resultados en cuanto a prevalencia y mortalidad son coherentes con los reportados en la literatura internacional y estudio local realizado por Chaves et. al. Ello deja en manifiesto la necesidad de determinar cuáles son las estrategias implementadas en la práctica neuroquirúrgica colombiana que pretenden disminuir la infección de estos dispositivos médicos, así como su impacto contrastado con los estándares internacionales.

Determinar la seguridad del uso de estas alternativas a kit comercial implicaría un estudio aleatorizado con las consideraciones éticas ya mencionadas, mientras que un estudio de cohortes longitudinal retrospectivo permitiría evaluar la fuerza de la asociación existente entre el tipo de derivación empleada y la ocurrencia de infección.

Los resultados del presente estudio deben ser interpretados con cautela, entendiendo los posibles sesgos presentes en la investigación que puedan desviar los resultados descriptivos aquí mencionados, es necesario desarrollar nuevas investigaciones que permitan desarrollar análisis causales.

13 REFERENCIAS

1. Dandy WE. An operative procedure for hydrocephalus. *Bull Johns Hopkins Hosp* 1922;33:189–90
2. Lozier AP, Sciacca RR, Romagnoli MF, et al. Ventriculostomy-related infections: a Critical review of the literature. *Neurosurgery* 2002;51(1):170–81.
3. Korinek AM, Reina M, Boch AL, et al. Prevention of external ventricular drain related ventriculitis. *Acta Neurochir (Wien)* 2005;147(1):39–45.
4. Camacho EF, Boszczowski I, Basso M, et al. Infection rate and risk factors associated with infections related to external ventricular drain. *Infection* 2011;39(1):47–51
5. Alleyne CH Jr, Hassan M, Zabramski JM. The efficacy and cost of prophylactic and periprocedural antibiotics in patients with external ventricular drains. *Neurosurgery* 2000;47(5):1124–7.
6. Poon WS, Ng S, Wai S. CSF antibiotic prophylaxis for neurosurgical patients with ventriculostomy: a randomised study. *Acta Neurochir Suppl* 1998;71:146–8.
7. Zabramski JM, Whiting D, Darouiche RO, et al. Efficacy of antimicrobial impregnated external ventricular drain catheters: a prospective, randomized, controlled trial. *J Neurosurg* 2003;98(4):725–30.
8. Muttaiyah S, Ritchie S, John S, et al. Efficacy of antibiotic-impregnated external ventricular drain catheters. *J Clin Neurosci* 2010;17(3):296–8.
9. Tamburrini G, Massimi L, Caldarelli M, et al. Antibiotic impregnated external ventricular drainage and third ventriculostomy in the management of hydrocephalus associated with posterior cranial fossa tumours. *Acta Neurochir (Wien)* 2008; 150(10):1049–55.
10. Gutierrez-Gonzalez R, Boto GR, Fernandez-Perez C, et al. Protective effect of rifampicin and clindamycin impregnated devices against *Staphylococcus* spp. infection after cerebrospinal fluid diversion procedures. *BMC Neurol* 2010; 10:93.
11. Fichtner J, Guresir E, Seifert V, et al. Efficacy of silver-bearing external ventricular drainage catheters: a retrospective analysis. *J Neurosurg* 2010;112(4):840–6.
12. Friedman WA, Vries JK. Percutaneous tunnel ventriculostomy. Summary of 100 procedures. *J Neurosurg.* 1980;53:662–5.
13. Khanna RK, Rosenblum ML, Rock JP, Malik GM. Prolonged external ventricular drainage with percutaneous long-tunnel ventriculostomies. *J Neurosurg.* 1995;83:791–4.
14. Sandalcioğlu IE, Stolke D. Failure of regular external ventricular drain exchange to reduce CSF infection. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2003;74:1598–9.
15. Berger AWM, Reinprecht A, et al. Long-term experience with subcutaneously tunneled external ventricular drainage in infants. *Child's Nerv Syst.* 2000;16:103–10.
16. Leung GKK, Ng KB, Taw BBT, Fan YW. Extended subcutaneous tunnelling technique for external ventricular drainage. *Br J Neurosurg.* 2007;21:359–64.
17. Chaves JL, Monroy NJ. Infección asociada a dispositivos de derivación

- ventricular externa: estudio estadístico descriptivo de una cohorte longitudinal y revisión de la literatura. *Rev Argent Neuroc.* 2017; 31: 205-219.
18. Mortazavi MM, Adeb N, Griessenauer CJ, Sheikh H, Shahidi S, Tubbs RI, Tubbs RS. The ventricular system of the brain: a comprehensive review of its history, anatomy, histology, embryology, and surgical considerations. *Childs Nerv Syst.* 2014 Jan;30(1):19-35
 19. Kitchen WJ, Singh N, Hulme S, Galea J, Patel HC, King AT. External ventricular drain infection: improved technique can reduce infection rates. *Br J Neurosurg.* 2011 Oct;25(5):632-5.
 20. Sam J, Lim C, Sharda P, Wahab N. The organisms and factors affecting outcomes of external ventricular drainage catheter-related ventriculitis: A penang experience. *Asian Journal of Neurosurgery.* 2018;13(02):250-257.
 21. Ramanan, Mahesh, et al. "A Meta-Analysis of Ventriculostomy-Associated Cerebrospinal Fluid Infections." *BMC Infectious Diseases*, vol. 15, no. 1, 8 Jan. 2015, <https://doi.org/10.1186/s12879-014-0712-z>. Accessed 19 Dec. 2021.