



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO
HOSPITAL REGIONAL "LIC. ADOLFO LÓPEZ MATEOS"

**INCIDENCIA Y FACTORES DE RIESGO PARA DESARROLLAR INFECCIÓN
EN EL SISTEMA DE DERIVACIÓN VENTRICULAR EN EL HOSPITAL
REGIONAL "LIC. ADOLFO LÓPEZ MATEOS" DEL ISSSTE DE ENERO DE
2010 A DICIEMBRE DE 2016**

PRESENTA

DR JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ BALDERAS

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA ESPECIALIDAD DE NEUROCIRUGÍA

PROFESOR TITULAR DEL CURSO
DR GUY GILBERT BROCHARO

DIRECTORA DE TESIS:
DRA MARTHA EUNICE RODRIGUEZ ARELLANO

ASESOR DE TESIS:
DR JAVIER VALDES GARCIA

NO. DE REGISTRO DE PROTOCOLO
465.2016

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2018





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado

Hospital Regional "Lic. Adolfo López Mateos".

**DR. DANIEL RODRIGUEZ ARAIZA
COORDINADOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN**

**DRA. FLOR MA. DE GUADALUPE ÁVILA FEMATT
JEFA DE ENSEÑANZA MÉDICA**

**DRA MARTHA EUNICE RODRIGUEZ
ARELLANO
JEFA DE INVESTIGACIÓN**



Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado

Hospital Regional "Lic. Adolfo López Mateos".

DR GUY GILBERT BROC HARO

PROFESOR TITULAR DE NEUROCIRUGÍA

DRA MARTHA EUNICE RODRIGUEZ ARELLANO
DIRECTORA DE TESIS

DR JAVIER VALDES GARCIA

ASESOR DE TESIS

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por todo lo que me han apoyaron en varios proyectos y aventuras. Pues sin ellos ningún sueño habría sido posible. Me enseñaron entre muchas otras cosas que “El éxito es directamente proporcional al esfuerzo”. Que siempre han sido y serán mi ejemplo a seguir, que con el amor que nos tienen a mis hermanos y a mí, nos llevaron a cumplir éxitos en la vida. Me enseñaron a seguir adelante a pesar de lo pesado del camino y siempre levantarme y seguir adelante.

A mis hermanos Yazmin y Arturo, que en el camino siempre han estado conmigo, que siempre he contado con ellos y me han demostrados que unidos siempre estamos mejor. A ellos que me brindaron un hombro para descansar y que me permitieron aprender más de la vida a su lado.

A mi novia y compañera de vida Stephanie quien sin su apoyo no sería posible ningún proyecto.

A mi familia, en especial a mis abuelos que en donde estén siempre confiaron en mí.

A mis catedráticos de la especialidad por siempre contar con su apoyo y ser un ejemplo a seguir como personas y médicos. Y que me han transmitido su conocimiento y han contribuido con mi formación personal y académica.

A la Dra. Martha Eunice Rodríguez Arellano y al Ing. Helios Cárdenas Hernández por su apoyo genuino, amistad, tiempo, dedicación y consejos.

Por lo anterior, quiero agradecer a todos y cada uno de ellos por contribuir en la realización de este proyecto.

RESUMEN

Introducción. El uso de derivaciones ventriculares es un procedimiento el cual se utilizó en neurocirugía para el manejo de la hidrocefalia, la presión intracraneal, hemorragia intraventricular, todas estas causantes de obstrucción del flujo de líquido cefalorraquídeo, este grupo de patologías son resueltas con la colocación de algún tipo de sistema de derivación ventricular (1,3). La incidencia de infección a nivel mundial del sistema de derivación ventricular está reportada del 5% al 15% (2,16). Por consecuencia tiene que ser dirigido el diagnóstico y tratamiento por el servicio de neurocirugía de cada unidad médica, ya que la disfunción mecánica del sistema pudiera requerir una revisión y en su caso recolocación. Por lo que determinar los factores de riesgo asociados a la infección del sistema de derivación ventricular, es importante para el cuidado de los sistemas y reducción de las posibles complicaciones neurológicas.

Objetivo. Determinar la incidencia y factores de riesgo para desarrollar infecciones en el sistema de derivación ventricular en el Hospital Regional "Lic. Adolfo López Mateos" del ISSSTE de enero de 2010 a diciembre de 2016.

Material y Métodos. Se trata de un estudio retrospectivo, observacional y de cohorte con el objetivo de conocer la incidencia y evaluar factores de riesgo para desarrollar infecciones en el sistema de derivación ventricular. La información se obtuvo de los expedientes clínicos de los pacientes derechohabientes del ISSSTE. Para este fin se utilizó el programa Excel para almacenar, modificar, agregar, corregir y mostrar la información. Para la identificación de las variables asociadas al desarrollo de la infección del sistema de derivación ventricular. Se realizaron la comparación de medias entre grupos usando la prueba *T de Student*. Para las variables categóricas se usó la prueba exacta de *Fisher*. Todas las pruebas fueron consideradas significativas con una $p \leq 0.05$.

Resultados. De los 112 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, exclusión y eliminación durante el periodo comprendido de enero de 2010 a diciembre de 2016. La incidencia de infección del sistema de derivación ventricular es del 5.36%. Además existen en este estudio 5 factores estadísticamente significativos los cuales demostraron tener asociación con la infección del sistema de derivación ventricular. Siendo estos la duración de la cirugía, el funcionamiento del sistema de derivación ventricular, el número de colocaciones (múltiple), el tiempo de hospitalización (días) y la presencia de infección concomitante. Mortalidad del 2.68% del total y de los pacientes infectados el 50%. El 100% de los pacientes con infección concomitante se tuvo resultado positivo a infección del sistema de derivación ventricular.

Conclusiones. Aún existen muchas interrogantes que responder, pero se seguirán planteando nuevos estudios para poder resolver estas dudas. La importancia de este estudio radica en continuar esta línea de investigación y adentrarnos mucho más a fondo en este procedimiento quirúrgico que se realiza para salvar las vidas y tratar a gran porcentaje de pacientes de nuestra institución en el servicio de neurocirugía del Hospital "Lic. Adolfo López Mateos".

Palabras clave. Neuroinfección, Ventriculitis, Incidencia, Derivaciones Ventriculares.

ABSTRACT

Introduction. Ventricular shunts are used in neurosurgery for the management of hydrocephalus, intracranial pressure, intraventricular hemorrhage, all these causes of obstruction of cerebrospinal fluid, this group of pathologies are resolved with the placement of some type of ventricular shunt system (1,3). The incidence of infection worldwide of the ventricular shunt system is reported from 5% to 15% (2,16). Consequently, diagnosis and treatment must be directed by the neurosurgery service of each medical unit, since the mechanical dysfunction of the system may require revision and, if necessary, repositioning. Therefore, determining the risk factors associated with infection of the ventricular shunt system is important for the care of the systems and reduction of possible neurological complications.

Methods. A retrospective, observational and cohort study with the objective of knowing the incidence and evaluating risk factors to develop infections in the ventricular shunt system. The information was obtained from the clinical records of the patients entitled to ISSSTE. For this purpose, the Excel program was used to store, modify, add, correct and display the information. For the identification of the variables associated with the development of the infection of the ventricular shunt system. The comparison of means between groups was performed using the Student's T test. For the categorical variables, Fisher's exact test was used. All tests were considered significant with $p \leq 0.05$.

Results. 112 patients were included during the period from January 2010 to December 2016. The incidence of infection of the ventricular diversion system is 5.36%. In addition, there are 5 statistically significant factors in this study, which were shown to be associated with infection of the ventricular shunt system. These being the duration of the surgery, the operation of the ventricular shunt system, the number of placements (multiple), the time of hospitalization (days) and the presence of concomitant infection. Mortality of 2.68% of the total and infected patients 50%. 100% of the patients with concomitant infection had a positive result to infection of the ventricular shunt system.

Conclusions. There are still many questions to answer, but new studies will be proposed to resolve these doubts. The importance of this study lies in continuing this line of research and delving much deeper into this surgical procedure that is done to save lives and treat a large percentage of patients at our institution in the neurosurgery service of the Hospital "Lic. Adolfo López Mateos".

Key words Neuroinfection, ventriculitis, incidence, ventricular shunts.

ÍNDICE

| | |
|------------------------------------|----|
| RESUMEN..... | 8 |
| ANTECEDENTES | 10 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 16 |
| RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN..... | 17 |
| ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 18 |
| RESULTADOS..... | 18 |
| DISCUSIÓN..... | 56 |
| CONCLUSIONES..... | 59 |
| ANEXOS..... | 60 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 62 |

INCIDENCIA Y FACTORES DE RIESGO PARA DESARROLLAR INFECCIÓN EN EL SISTEMA DE DERIVACIÓN VENTRICULAR EN EL HOSPITAL REGIONAL “LIC. ADOLFO LÓPEZ MATEOS” DEL ISSSTE DE ENERO DE 2010 A DICIEMBRE DE 2016.

RESUMEN

El uso de derivaciones ventriculares es un procedimiento el cual se utiliza en neurocirugía para el manejo de la hidrocefalia, la presión intracraneal, hemorragia intraventricular, todas estas causantes de obstrucción del flujo de líquido cefalorraquídeo, este grupo de patologías son resueltas con la colocación de algún tipo de sistema de derivación ventricular (1,3). Este sistema colecta el líquido en un reservorio externo de manera inicial o se puede colocar en el espacio peritoneal, pleural o auricular como opción posterior. Se ha comprobado la efectividad de la colocación, sin embargo no está exenta de complicaciones entre las cuales se encuentra la infección del sistema ventricular, ocasionando dentro de las estructuras craneales celulitis, ventriculitis y abdominales como peritonitis, etc (1). Siendo por ejemplo la ventriculitis (inflamación del sistema ventricular, generado por la acción de las bacterias las cuales circulan en el líquido cefalorraquídeo) una consecuencia de la colonización de bacterias durante la colocación del sistema o posterior a esta. La incidencia de infección a nivel mundial del sistema de derivación ventricular está reportada del 5% al 15% (2,16). Por consecuencia tiene que ser dirigido el diagnóstico y tratamiento por el servicio de neurocirugía de cada unidad médica, ya que la disfunción mecánica del sistema pudiera requerir una revisión y en su caso recolocación, de así requerirse en los casos en particular. Además de riesgos asociados a la colocación del sistema de derivación, el cual puede estar asociado el neumoencéfalo, presentar daño a estructuras orgánicas adyacentes y el drenaje excesivo de líquido cefalorraquídeo (4). Realizamos un estudio retrospectivo, observacional y de cohorte con el objetivo de conocer la incidencia y evaluar factores de riesgo para desarrollar infecciones en el sistema de derivación ventricular en el Hospital Regional “Licenciado Adolfo López Mateos” del ISSSTE, en el periodo de enero de 2010 a diciembre de 2016.

Al término del estudio se determinarán estrategias para disminuir la mortalidad secundaria a la infección del sistema de derivación ventricular.

Cabe señalar que no se encontraron antecedentes en México sobre este tema en ningún hospital de la Ciudad de México. Por esto los resultados que se presentan en este estudio son de gran importancia y su impacto que dejará a la comunidad en nuestro medio.

CONCLUSIONES

La incidencia de infección del sistema de derivación ventricular es del 5.36% durante el periodo comprendido de enero de 2010 a diciembre de 2016.

Además existen 5 factores estadísticamente significativos los cuales demostraron tener asociación con la infección del sistema de derivación ventricular. Siendo estos la duración de la cirugía, el funcionamiento del sistema de derivación ventricular, el número de colocaciones (múltiple), el tiempo de hospitalización (días) y la presencia de infección concomitante.

Sin embargo consideramos que la duración de la cirugía tiene que ser estudiado con mayor profundidad y dividirlo entre sistemas de derivación externa e interna, teniendo en cuenta las diferencias significativas entre la colocación y el manejo de estos tipos de sistema.

De los 112 pacientes del total de la población se tuvieron 3 muertes secundarias a la infección ventricular, representando el 2.68% del total y de los pacientes infectados el 50%.

El 100% de los pacientes con infección concomitante se tuvo resultado positivo a infección del sistema de derivación ventricular.

Los pacientes con infección del sistema nervioso central tienen mayor estancia hospitalaria, aumenta el costo de la atención y tiene peores resultados por las secuelas neurológicas establecidas secundarias e incluso la muerte.

La importancia de este estudio radica en continuar esta línea de investigación y adentrarnos mucho más a fondo en este procedimiento quirúrgico que se realiza para salvar las vidas y tratar a gran porcentaje de pacientes de nuestra institución en el servicio de neurocirugía del Hospital "Lic. Adolfo López Mateos".

ANTECEDENTES

El uso de derivaciones ventriculares es un procedimiento el cual se utiliza en neurocirugía para el manejo de la hidrocefalia, la presión intracraneal, hemorragia intraventricular, todas estas causantes de obstrucción del flujo de líquido cefalorraquídeo, este grupo de patologías son resueltas con la colocación de algún tipo de sistema de derivación ventricular (1,3). Este sistema colecta el líquido en un reservorio externo de manera inicial o se puede colocar en el espacio peritoneal, pleural o auricular como opción posterior. Se ha comprobado la efectividad de la colocación, sin embargo no está exenta de complicaciones entre las cuales se encuentra la infección del sistema ventricular, ocasionando dentro de las estructuras craneales celulitis, ventriculitis y abdominales como peritonitis, etc (1). Siendo por ejemplo la ventriculitis (inflamación del sistema ventricular, generado por la acción de las bacterias las cuales circulan en el líquido cefalorraquídeo) una consecuencia de la colonización de bacterias durante la colocación del sistema o posterior a esta. La incidencia de infección a nivel mundial del sistema de derivación ventricular está reportada del 5% al 15% (2,16). Por consecuencia tiene que ser dirigido el diagnóstico y tratamiento por el servicio de neurocirugía de cada unidad médica, ya que la disfunción mecánica del sistema pudiera requerir una revisión y en su caso recolocación, de así requerirse en los casos en particular. Además de riesgos asociados a la colocación del sistema de derivación, el cual puede estar asociado el neumoencéfalo, presentar daño a estructuras orgánicas adyacentes y el drenaje excesivo de líquido cefalorraquídeo (4).

DETERMINACIÓN DE LA INFECCIÓN

La prevención de las infecciones en el sistema de derivación ventricular ha recibido una atención importante en los últimos años. La colocación del sistema de derivación ventricular en el área de urgencias y en la unidad de cuidados intensivos, incrementan considerablemente la incidencia de la infección. Las infecciones asociadas a los sistemas de derivación ventricular están en concordancia con los criterios modificados de infecciones nosocomiales del la CDC (Centers for Disease Control and Prevention). El diagnóstico se emite con al menos uno de los siguientes criterios: crecimiento por cultivo en líquido cefalorraquídeo, piel o parte del sistema de derivación ventricular, al menos uno de los siguientes signos y síntomas: fiebre $>38^{\circ}$, cefalea, dolor occipital, alteraciones en nervios craneales, irritabilidad, disminución en la escala de coma de Glasgow y al menos uno de las siguientes alteraciones bioquímicas: aumento en el recuento leucocitario ($> 5 \times 10^6/L$), incremento de las Proteínas totales

(0.45 g/L) o disminución en la glucosa (<0.5 mg(dL) (4). Los cultivos se envían para realizarlos en búsqueda de bacterias aerobias y anaerobias y tinción de Gram, esto puede ocurrir hasta 10 días después del retiro del drenaje. Se define la infección desde el primer día en el cual se tiene el cultivo positivo a bacteria o algún otro patógeno positivo o con el inicio del tratamiento antibiótico por sospecha de infección de líquido, lo que ocurra primero. Finalmente, la duración de permanencia del sistema se considera desde el primer día de colocación de éste y se retoma el conteo una vez que se realiza el cambio del catéter. La baja incidencia de la infección se documenta principalmente dentro de la primera semana (entre los 3-5 días) y durante este período se mantienen las medidas de cuidados generales y antibióticos profilácticos. Aumenta la probabilidad de presentar infección en la segunda semana de permanencia del sistema sobre todo entre los días 16 al 19 (3,4).

Algunos de los criterios para recolocar un catéter nuevo son los siguientes: si el sistema cumple determinado tiempo de permanencia en promedio 10 días, si este llegara a disfuncionar, si se documenta infección del sistema o existe evidencia médica de la necesidad de continuar con el drenaje de líquido cefalorraquídeo (8).

Pacientes con hemorragia subaracnoidea, fracturas craneales y fístulas de líquido cefalorraquídeo, infecciones sistémicas presentan mayor incidencia de infecciones a corto, mediano y largo plazo. Los pacientes que presentan estancia prolongada en unidad de cuidados intensivos, intubados, con catéter venoso central, con apoyo mecánico ventilatorio aumenta en porcentaje de infección. Los factores de riesgo reportados en la literatura son principalmente la edad, la frecuencia de revisiones de los sistemas, la duración de la estancia hospitalaria, la técnica quirúrgica y la duración del procedimiento (6).

Las infecciones en otro estudio reportó del sistema de derivación ventricular, se generan en un rango desde el 10 al 46% y cerca del 6% por procedimiento, un 90% de las infecciones ocurren dentro de los 30 días posteriores a la cirugía (6). Estos eventos están asociados comúnmente a flora normal de la piel, como a *Staphylococcus coagulasa-negativa*, *S. aureus* y/o *Propionibacter acnés*, los cuales se introducen a la colocación del sistema en el transquirúrgico al igual que gran-negativos y hongos como la *Candida* ejemplos que han sido reportados en la literatura internacional (4,5,6).

Una vez colonizado el sistema se presenta la patogénesis de la presencia del biofilm, por consecuencia de las bacterias y hongos; formándose en las superficies internas del catéter por estructuras celulares organizadas en una matriz adyacente. Tendiendo una gran relevancia actual considerar esta posibilidad sobre todo por el uso de los dispositivos de derivación ventricular. Una vez formada esta

capa aumenta el proceso de complejidad para el sistema inmune; ya que son más resistentes a los tratamientos antimicrobianos. El desarrollo se da principalmente cuando se adhieren los microorganismos a la superficie del dispositivo, acumulándose y proliferando dentro de la misma. Se han demostrado que los polisacáridos intracelulares es uno de los marcadores bioquímicos, presentes en los estafilococos y son capaces de formar biofilms más resistentes a la fagocitosis por los neutrofilos y los péptidos de las bacterias. (3,5,6,12).

Con respecto a la selección del antibiótico generalmente se administra una cefalosporina de tercera generación previo al procedimiento con cefotaxima 1 gr intravenoso cada 8 horas, en caso de alergia a la penicilina o cefalosporina se administra vancomicina o un aminoglucósido. El tratamiento antibiótico recomendado se encuentra sustentado con la CDC (Infectious Diseases Society of América) es la vancomicina, ya que se cubre el espectro de los estafilococos y de los microorganismos gran positivos, así como también una cefalosporina de tercera generación como la ceftazidima y de cuarta generación como el Cefepime o carbapenemas como el meropenem para cubrir al igual microorganismos gram negativos, únicamente disponible para administración por vía intravenosa, por su baja absorción vía oral. Debemos considerar el impacto de los mismos antibióticos y sus limitaciones por los factores farmacocinéticos y la solubilidad del propio fármaco (1,2,6,16).

El tratamiento inicial incluye la administración intravenosa de antibióticos, sin embargo, hasta el momento en nuestro hospital, no existe un consenso en el rol de la administración de antibióticos intraventriculares, ya que existen limitación como la penetración de los antibióticos al sistema ventricular, el traspaso de barrera hemato-encefálica y la falta de métodos de cuantificación objetivos del nivel del fármaco. Múltiples estudios han demostrado que no existe suficiente concentración de fármaco en la administración sistémica, particularmente en las meninges y el sistema ventricular, sobre todo cuando existe inflamación de éstas, como es el caso de los pacientes con infección del sistema de derivación ventricular (1,2,6,16).

Se demostró el porcentaje de antibióticos administrados de manera sistémica se encuentran en concentración sanguíneas de la siguiente manera: B-lactámicos 1-21%, Gentamicina 0-30% y vancomicina 7-14%. Una vez diagnosticada la ventriculitis es causa predisponente de desarrollar hidrocefalia comunicante y la necesidad de colocar otro catéter ventricular en una localización distinta, condicionando un mayor tiempo de duración de estancia de los catéteres y un mayor tiempo de terapia antibiótica. Por lo anterior se considera que la administración de antibióticos intraventriculares causaría un beneficio, ya que

ataca al sitio directo de la infección, aumentando la concentración y generando mayor acción directa de los fármacos (1,2,6,13,16).

Las dificultades anatómicas asociadas al cerebro y la limitante de la penetración del antibiótico, agregada a la resistencia a los antibióticos secundarios al biofilm hacen que el tratamiento de las infecciones resulte difícil, incrementando por esta razón la mortalidad de los pacientes neuroquirúrgicos y de estancia hospitalaria. El tratamiento de la infección también incluye el retiro del sistema de drenaje ventricular y el tratamiento antibiótico sistémico e intraventricular. En estudios anteriores internacionales se ha demostrado la eficiencia del retiro del sistema en conjunto con el tratamiento antibiótico y se han determinado mejores resultados. Los patógenos encontrados en el cultivo fueron, *S. aureus* (16.7%), *Pseudomonas* (11.1%), *Enterococcus* (11.1%), *E. Coli* (5.6%) y *Klebsiella* (5.6%). Sin embargo, el líquido cefalorraquídeo con eosinófilos es común cuando se presenta infección helmíntica (5,12).

El rechazo al silicón presenta alergia a la colocación de éste e incrementa la cuenta eosinofílica. Se ha demostrado que la cuenta de eosinófilos está asociada a la disfunción del sistema. Con una asociación a la infección de un 30% de los pacientes los cuales tienen un sistema de derivación ventricular. El rol de los eosinófilos en la defensa inmunitaria juega un papel importante en la presencia de parásitos, reacción de hipersensibilidad, al igual que un rechazo a los tejidos, reportado un incremento de eosinófilos el cual varía de 1 a 10%, se considera que la presencia de los eosinófilos en el líquido cefalorraquídeo con la presencia de una sola célula por decilitro es patológico y positivo (12).

Desde el punto de vista de reacción inmunitaria, el drenaje de líquido cefalorraquídeo puede traducir a fiebre y reacción meníngea, lo cual respalda la evidencia de que la reacción alérgica incrementa datos como eritema en la piel y sobre el trayecto del sistema, generando obstrucción del mismo. Se han documentado casos en los cuales se genera mejora a la administración de corticoesteroides. Ya que la colocación de catéter con silicón, el cual no es un material inerte, genera reacciones fibrosas y granulomatosas. Por lo que la migración de macrófagos y el aumento en radicales libres, que son capaces de atacar directamente el silicón y generar irritación a los tejidos adyacentes (12).

TÉCNICAS DE COLOCACIÓN DEL SISTEMA DE DERIVACIÓN VENTRICULAR

El procedimiento se realiza dependiendo de la situación clínica del paciente. La colocación frontal del sistema en el punto de Kocher es el sitio preferido, sin embargo, puede variar previa valoración del neurocirujano. Se localiza el sitio de

punción de manera acostumbrada, se cubre con campos estériles posterior al marcado del sitio quirúrgico, se infiltra lidocaína con epinefrina con el objetivo de colocar anestesia local y hemostasia. Posteriormente se realiza la incisión en piel hasta llegar al periostio del cráneo, se procede a realizar un trepano sobre la zona previamente comentada con perforador de alta velocidad, realizándose incisión sobre la dura para la apertura de la misma. Se coloca el catéter ventricular en el lugar de acuerdo a las referencias anatómicas mientras que se mantiene la trayectoria, una vez que se obtiene líquido cefalorraquídeo aproximadamente 5 mililitros, el catéter se tuneliza por debajo de la piel a una distancia de 5 centímetros de la herida como mínimo y se procede a fijar con sutura de seda del 1, se conecta con bolsa para drenaje externo, la cual se rotula con la cantidad de líquido de inicio. La herida quirúrgica se sutura con nylon puntos simples y se coloca gasa estéril sobre la misma y apósito estéril transparente de poliuretano cubierto por un adhesivo de acrilato, hipoalergénico, libre de látex y sensible a la presión. Se solicita citoquímico de líquido cefalorraquídeo y se envía muestra para cultivo. El tiempo promedio de permanencia de los sistemas de derivación ventricular es de 10 días, sin embargo, se asocia a mayor incidencia de infecciones aquellas en las cuales se mantiene por más de 6 días, y sobre todo en el rango de (1-17). En el 1% de los pacientes se documentó meningitis dentro del rango de 1-10 días posterior al retiro del sistema de derivación ventricular. (1,2,3,4,16).

PREVENCIÓN DE INFECCIONES

Existen recomendaciones generales como es el simple lavado de manos y de la piel del paciente previo a la colocación del mismo, administración de antibióticos profilácticos han demostrado tener eficacia, sin embargo, aun no se determina cual es el ideal, al igual que el cambio de guantes en el transquirúrgico y disminución de la manipulación del sistema han probado ser eficaces (7,10,12).

Existen nuevos sistemas de derivación ventricular, los cuales están impregnados de antibiótico como rifampicina o clindamicina (existen Cáteter de Silicón impregnados con 0.15% de clindamicina y 0.00054% de rifampicina) y su uso fue introducido principalmente en el 2002. Sin embargo, se necesita realizar mayores estudios prospectivos para analizar si existe disminución en las infecciones, además de determinar si existiría resistencia a los mismos y el costo beneficio del uso. Los catéteres de plata están impregnados de nanoparticulas o sales de plata, que proporcionan el elemento para destruir las bacterias. Estos catéteres se probaron y comercializaron por primera vez en el 2004. Estos dos tipos de sistema son seguros y efectivos sobre todo para la disminución de la incidencia de infección (8,11,12).

CUIDADOS DEL SISTEMA Y TOMA DE MUESTRAS

Posterior a la colocación del sistema se toma muestra de líquido cefalorraquídeo y se envía para citoquímico, estudio de Gram y cultivo. Continúa el uso de antibióticos profilácticos. Posteriormente se realiza la toma de muestra del sistema por personal del servicio de neurocirugía, los cuales siguen los pasos de asepsia y antisepsia. Durante el tiempo de estancia del sistema de derivación ventricular, se mantiene cubiertas las heridas en el sitio de salida del catéter y el sistema cerrado adecuadamente verificando, cambiándose por razón necesaria la gasa o una vez al día bajo las técnicas establecidas. Se coloca una gasa estéril y se cubre por Tegaderm (3M, St. Paul, Minnesota, USA). De existir la necesidad de recambio del Cáteter, como en la disfunción del mismo, se reemplaza utilizando condiciones estériles de preferencia en sala de quirófano, el recambio se realiza por el mismo trepano en caso necesario o en un sitio diferente, se tuneliza y se exterioriza por un sitio distinto, el sistema de drenaje ventricular se deja con solución salina al 0.9% incluyendo una ampula de vancomicina en la bolsa de recolección externa. El Cáteter de ventriculostomía se cambia, o se remueve lo más pronto posible para minimizar el tiempo de estancia prolongado. Se ha reportado que la estancia del sistema por más de 10 días aumenta significativamente el riesgo de infección. La resolución de la infección se obtiene en cuanto se reportan tres cultivos de líquido cefalorraquídeo negativos. (2,3,4,5,11,13,16).

Por lo anterior, es prioritario el determinar la incidencia y la asociación de infecciones del sistema de derivación ventricular, evaluar las estrategias para conocer el estado actual en nuestra unidad hospitalaria y de esta manera poder determinar estrategias para disminuir la mortalidad de los pacientes.

Cabe señalar que no se encontraron antecedentes en México sobre este tema y en ningún hospital de la Ciudad de México, tanto que los resultados que se presentan en este estudio son de gran importancia y podrá establecer un impacto positivo con modificaciones pertinentes que favorecerá este tipo de tratamientos en nuestros derechohabientes.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es la incidencia y factores de riesgo para desarrollar infección en el sistema de derivación ventricular?

JUSTIFICACIÓN

La morbi-mortalidad secundaria a las complicaciones asociadas a la infección, las cuales provocan mayor estancia hospitalaria, mayor costo en el tratamiento y secuelas neurológicas irreversibles. Es por esto que conocer la incidencia y el estudio de los factores de riesgo, permitirá proponer estrategias para el establecimiento de acciones de reducir las complicaciones asociadas a la infección del sistema de derivación ventricular.

HIPOTESIS

Ho: La colocación de algún sistema de derivación ventricular no está asociado a la incidencia de infecciones ni al aumento de la mortalidad asociada.

H1: La colocación de algún sistema de derivación ventricular está asociada a la incidencia de infecciones ni al aumento de la mortalidad asociada.

Existe una alta incidencia en infecciones del sistema de derivación ventricular.

Existen factores de riesgo (variables estudiadas) asociadas al desarrollo de la infección del sistema de derivación ventricular.

OBJETIVO GENERAL

Determinar la incidencia y factores de riesgo para desarrollar infecciones en el sistema de derivación ventricular.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Reclutar una muestra representativa con la variable de interés
- Integración de la información en una base de datos
- Análisis estadístico para la identificación de los factores de riesgo para el desarrollo de infecciones en el sistema de derivación ventricular
- Clarificar los principales patógenos relacionados con la infección posterior a la colocación de sistema de derivación ventricular.
- Determinar el tiempo de permanencia del sistema en los pacientes

RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Realizamos un estudio retrospectivo, observacional y de cohorte de todos los pacientes con antecedente de colocación de sistema de derivación ventricular de enero del 2010 a diciembre del 2016 del Hospital Regional “Licenciado Adolfo López Mateos del ISSSTE que cumplan con los siguientes criterios de inclusión, exclusión y eliminación.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes derechohabientes del ISSSTE.
- Pacientes de ambos sexos.
- Pacientes mayores de 15 y menores o igual a 90 años de edad.
- Pacientes con patología que ameritó colocación de algún sistema de derivación ventricular.
- Pacientes ingresados al Hospital Regional “Licenciado Adolfo López Mateos” que ameritara la colocación de un sistema de derivación ventricular en el periodo comprendido de enero del 2010 a diciembre del 2016.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes con colocación de sistema de derivación ventricular en otra unidad hospitalaria.
- Pacientes con antecedentes de infecciones cerebrales previas aparentemente resueltas, con diagnóstico recientemente o con diagnóstico de ingreso por probable neuroinfección.
- Pacientes con inmunosupresión farmacológica.
- Pacientes con diagnóstico de inmunodeficiencia adquirida o con diagnóstico de portador del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH).
- Pacientes con antecedentes de colocación previa de derivación ventricular por cualquier etiología.
- Pacientes con antecedente de fracturas craneales las cuales involucran desgarró o ruptura de duramadre.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Pacientes que fueron trasladados a otra unidad hospitalaria.
- Retiro accidental del sistema de derivación ventricular.
- Registros incompletos

INTEGRACIÓN DE LA MUESTRA

La información se obtuvo de los expedientes clínicos de los pacientes derechohabientes del ISSSTE. Y fueron los siguientes: edad, sexo, diabetes, localización de la colocación del sistema de derivación ventricular, diagnóstico de ingreso, tipo de derivación, duración de la cirugía, funcional, número de colocaciones, tiempo de hospitalización, número de muestras, infección concomitante. (Tabla 1).

Para este fin se utilizará el programa Excel para almacenar, modificar, agregar, corregir y mostrar la información.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la identificación de valores atípicos (outliers) se realizaron diagramas de cajas y bigotes. Considerando los valores atípicos (Valor Min $< q1 - 1,5IQR$ ó Valor Max $> Q3 + 1,5IQR$). Se investigaron las potenciales razones que explicarían su origen, justificando cada uno de ellos su eliminación del tratamiento estadístico.

Para la identificación de las variables asociadas al desarrollo de la infección del sistema de derivación ventricular. Se realizaron la comparación de medias entre grupos usando la prueba *T de Student*. Para las variables categóricas se usó la prueba exacta de *Fisher*. Todas las pruebas fueron consideradas significativas con una $p \leq 0.05$.

RESULTADOS

Datos recolectados

Se recolectaron un total de (119) pacientes de los cuales se investigaron los valores atípicos en búsqueda de errores en la recolección de los datos o las razones que explican sus valores tan lejanos a las medidas centrales. (figura 1).

Se decidió eliminar del estudio a sujetos 38,42 y 74 respecto a tiempo de cirugía. En relación a tiempo de hospitalización se eliminó al sujeto (id) 17. Finalmente se eliminaron aquellos id: 96 y 111 con base en el criterio de muestreos de LCR. Quedando 112 pacientes para el análisis estadístico.

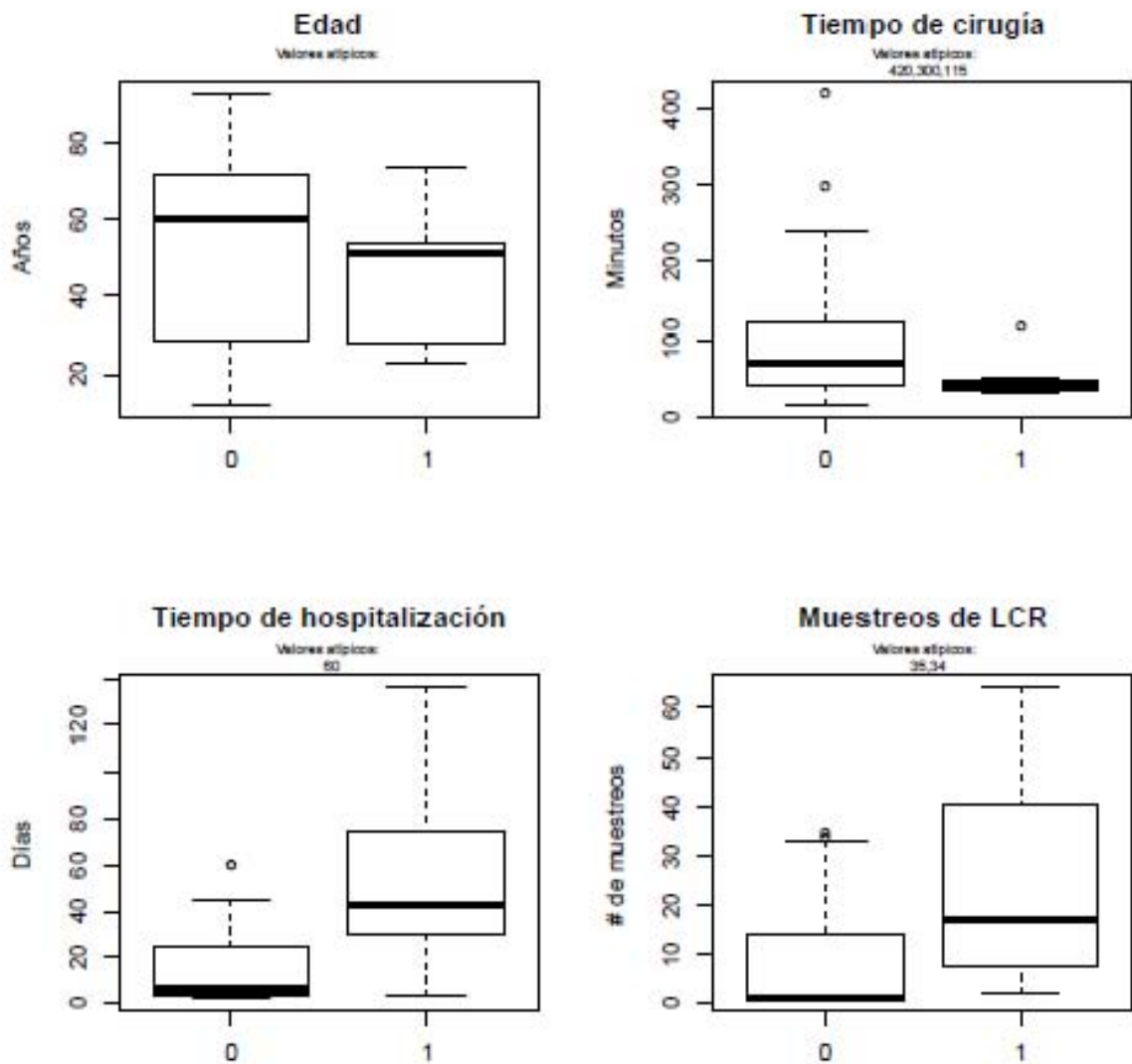


Figura 1: diagramas de cajas para variables continuas. Valores atípicos (Valor Min $< q1 - 1,5IQR$ ó Valor Max $> Q3 + 1,5IQR$). Categorías 0- No infectados, 1- infectados.

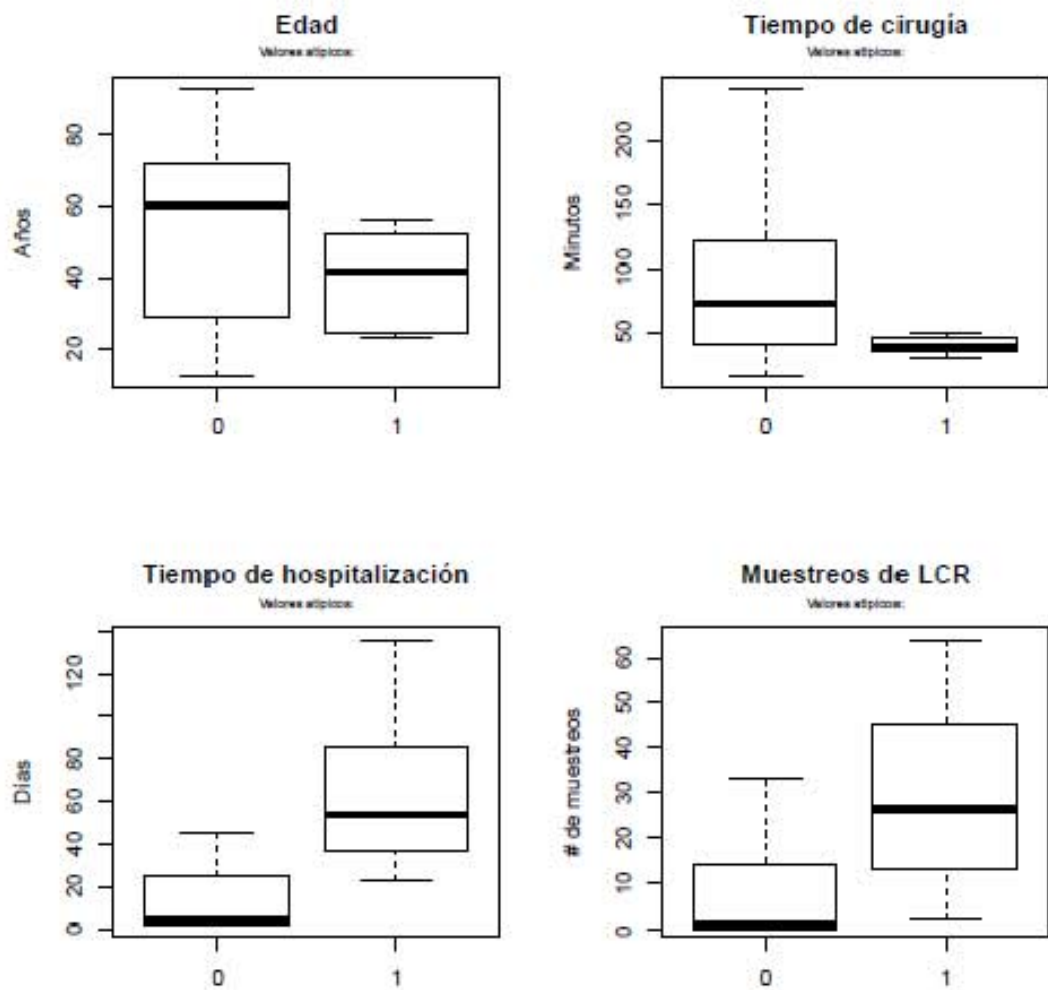


Figura 2: Diagramas de cajas para variables continuas. Sin valores atípicos. Categorías: 0-No infectados, 1- infectados.

Tabla: Resumen de la información recabada para el análisis estadístico.

En tabla 1 se muestran las características generales de la información recabada.

| Incidencia y factores de riesgo en infecciones del SDV^a | | | | |
|---|----------------|-----------------|----------------|----------------------|
| | Total (112) | No (106) | SI (6) | p-value ^b |
| Edad | 53.11 (±21.67) | 53.87(±21.79) | 39.66 (±15.02) | 0.06928 |
| Sexo | | | | 0.6801 |
| Hombre | 54 (48.21) | 52 (49.1) | 2 (33.3) | |
| Mujer | 58 (51.79) | 54 (51.9) | 4 (66.7) | |
| Diabetes | 52 (46.4) | 50 (47.2) | 2 (33.3) | 0.6839 |
| LCSDV | | | | 0.06217 |
| 1 | 80 (71.4) | 78 (73.6) | 2 (33.3) | |
| 2 | 20 (17.8) | 17 (16.0) | 3 (50.00) | |
| 3 | 6 (5.4) | 6 (5.7) | 0 (0) | |
| 4 | 6 (5.4) | 5 (4.7) | 1 (16.7) | |
| Diagnóstico de ingreso | 50 (44.6) | 47 (44.3) | 3 (50) | 1 |
| Comunicante | 62 (55.4) | 59 (55.7) | 3 (50) | |
| Tipo de derivación | | | | 0.667 |
| Interna | 71 (63.40) | 68 (64.15) | 3 (50) | |
| Externa | 41 (36.60) | 38 (35.84) | 3 (50) | |
| Duración de cirugía (min) | 80.35 (±48.80) | 82.68 (±49.12) | 39.16 (±7.35) | 6.20 1e-10 |
| Funcional | 103 (92) | 100 (94.3) | 3 (50) | 0.006492 |
| Número de colocaciones | | | | 0.007113 |
| Única | 80 (71.43) | 79 (74.53) | 1 (16.67) | |
| Múltiple | 32 (28.57) | 27 (25.47) | 5 (83.33) | |
| Tiempo de hospitalización (Días) | 16.33 (±19.18) | 13.58 (± 12.90) | 64.83 (±41.16) | 0.02831 |
| Número de muestreos | 8.99 (±11.82) | 7.83 (±9.84) | 29.5 (±23.05) | 0.06953 |
| Infección concomitante | 10 (8.93) | 4 (3.77) | 6 (100) | 8.778e-08 |

a Valores reportados como: media (±sd) ó n (%)

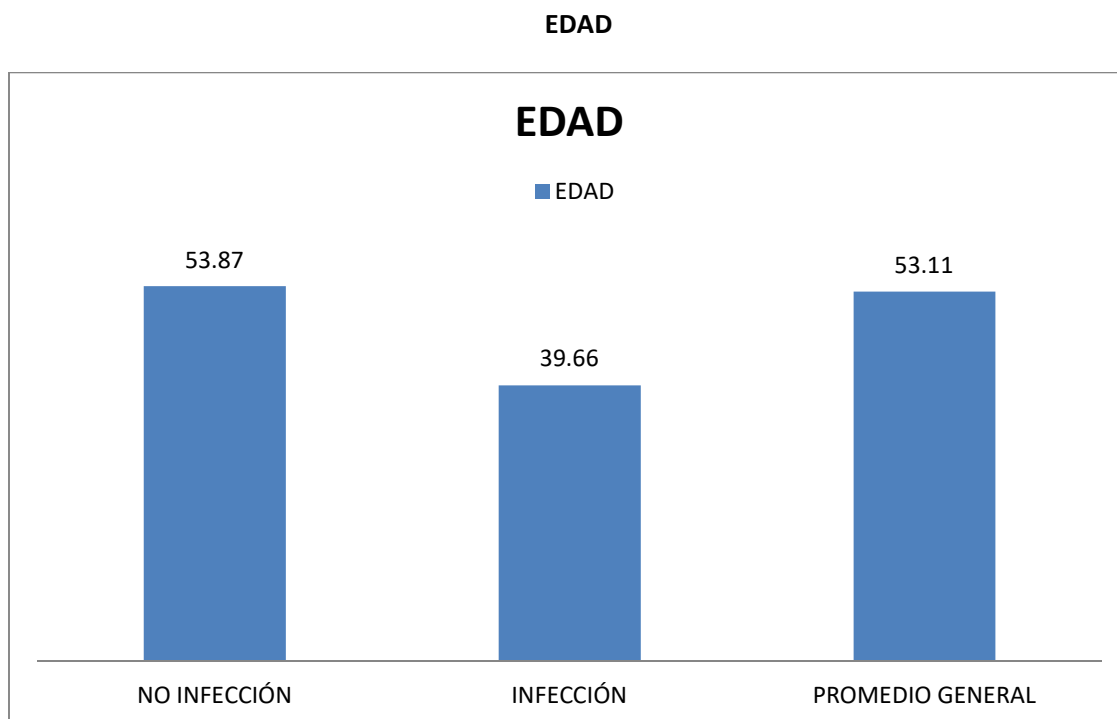
b Prueba t ó exacta de Fisher

- significativo (p <0.05)

Infección concomitante= en este estudio se define como presencia de un foco infeccioso adquirido durante su internamiento con localización diferente al sistema nervioso central.

En la edad se tiene una media de 53.11 años con una desviación estándar de (± 21.67) de los pacientes con infección del sistema de derivación ventricular los casos negativos tienen una edad en promedio de 53.87 con una desviación estándar (± 21.79), de los casos positivos se tiene una edad promedio de 39.66 años con una desviación estándar de (± 15.02) con un valor de ($p=0.06928$). (Gráfico 1).

GRÁFICO 1



El promedio de edad de la población en el estudio es de 53.11 años, de los pacientes con resultado positivo a la infección del sistema de derivación ventricular fue de 39.66 y de los pacientes con resultado negativo a infección es de 53.87 años.

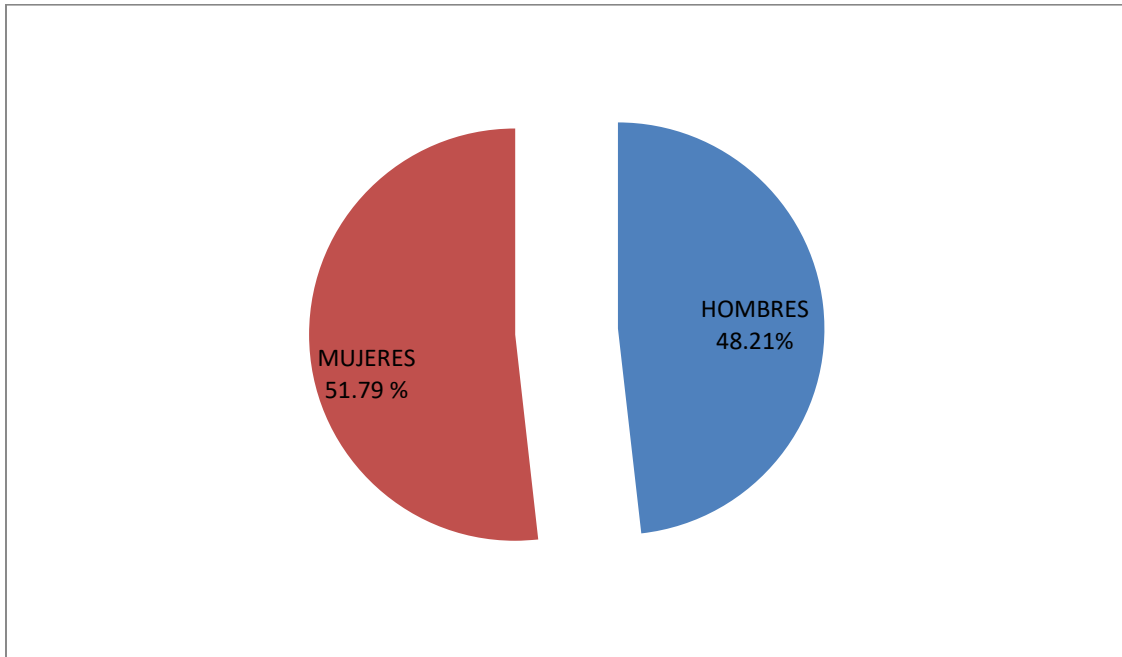
Fuente: base de datos.

Con respecto a la variable de sexo los pacientes hombres fueron 54 representando el (48.21%) del total de la muestra y mujeres un total de 58 pacientes con un representación del (51.79%) respectivamente. De los cuales los pacientes con casos negativos a infección en hombres fueron de 52 representando el 49.1% y de los casos positivos 2 pacientes representando un porcentaje de 33.3% del total de los pacientes infectados. En el caso de las pacientes del sexo femenino los casos negativos fueron un total de 54 con un

representación del 51.9% y de los casos positivos fueron 2 pacientes con una representación del 33.3% del total de los pacientes infectados con un valor de ($p=0.6801$). (Gráfico 2).

GRÁFICO 2

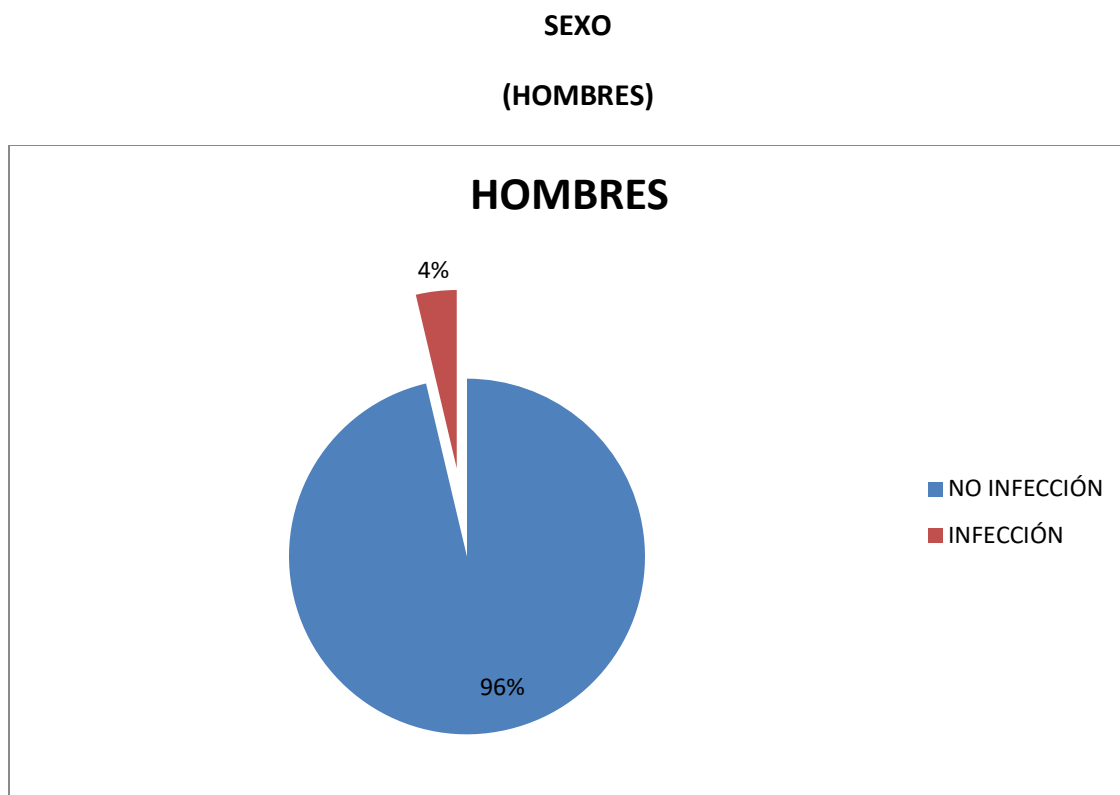
“SEXO”



Total de la población estudiada (112 pacientes) y su distribución en porcentaje de 58 mujeres (51.79 %) y 54 hombres (48.21 %).

Fuente: base de datos.

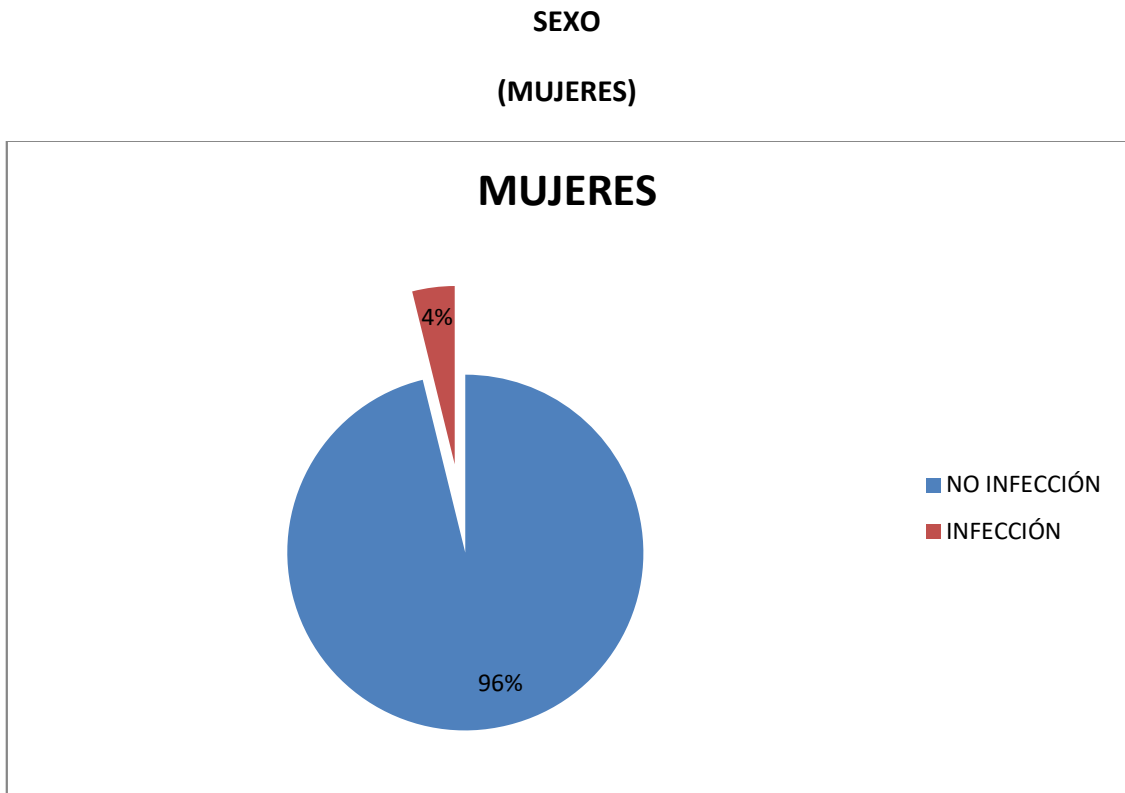
Gráfico 2.1



Total de los pacientes hombres (54) el porcentaje que representan con resultado positivo a infección del sistema de derivación ventricular es del (4%) y negativo a infección (96%).

Fuente: base de datos.

Gráfico 2.2

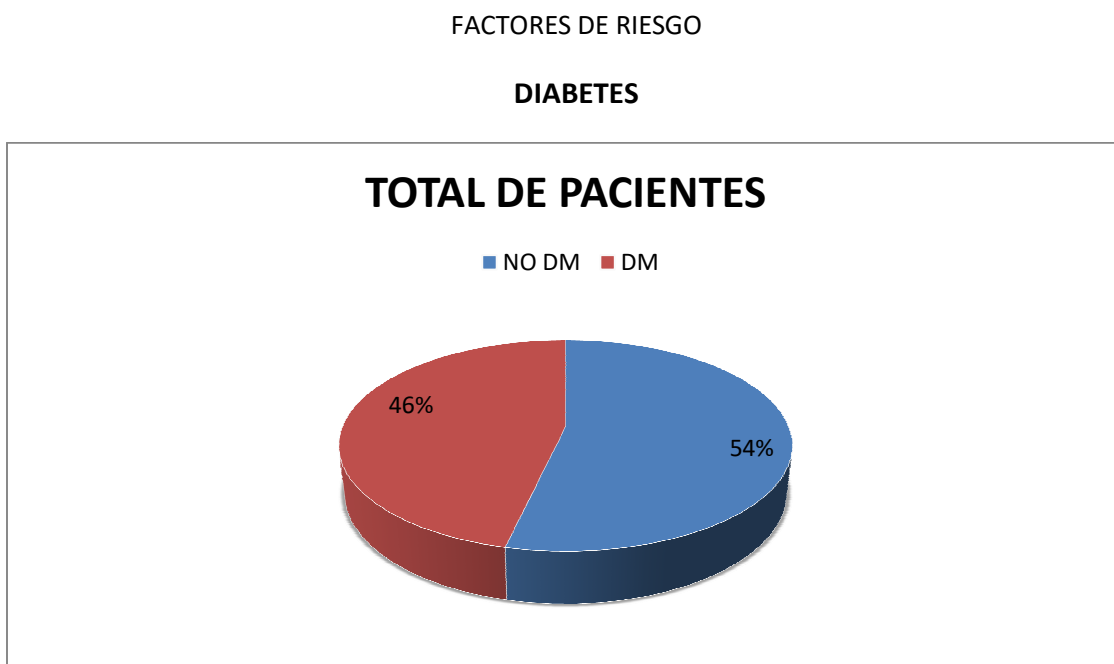


Total de los pacientes mujeres (58), el porcentaje que representan con resultado positivo a infección del sistema de derivación ventricular es del (6%) y negativo a infección (94%).

Fuente: base de datos.

De los pacientes con diagnóstico de diabetes como factor de riesgo propuesto para determinar si existe asociación de infección en el sistema de derivación ventricular fue un total de 52 pacientes con un porcentaje de 46.4% del total. De los cuales 50 pacientes no tuvieron infección del sistema de derivación ventricular representando el 47.2% y solo 2 casos positivos a infección con un porcentaje de 33.3% del total de los pacientes infectados. ($p=0.6801$). (Gráfico 3)

Gráfico 3



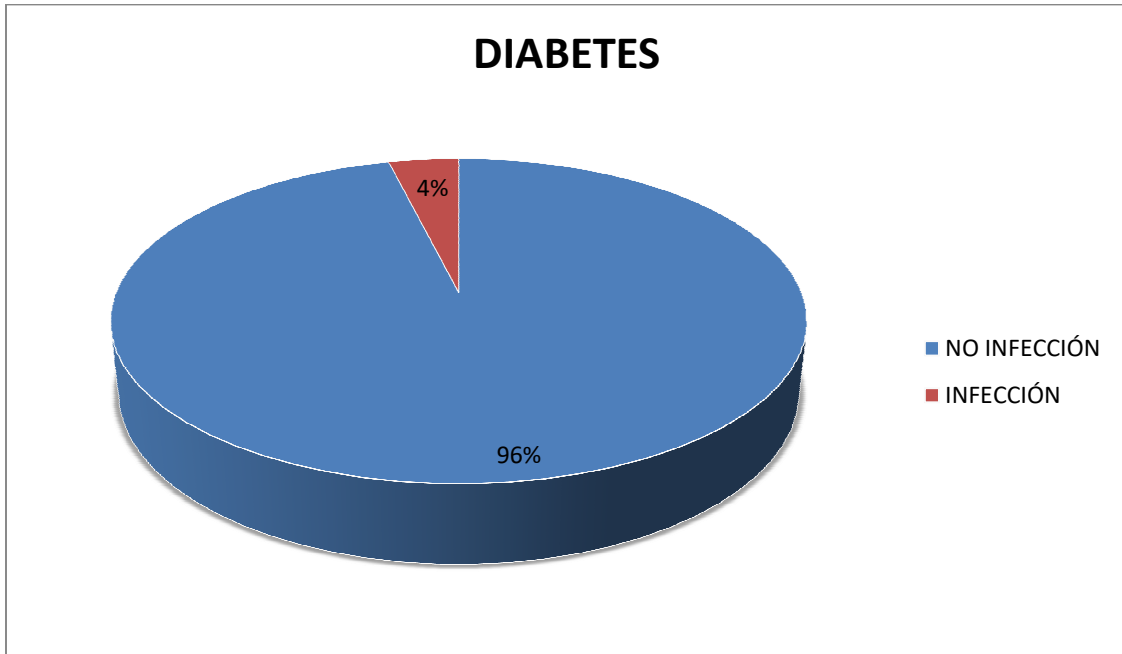
DM (DIABETES) NO DM (NO DIABETICO)

De los 112 pacientes del estudio, 60 pacientes no tuvieron diabetes representando el (53.6%) y 52 pacientes con diabetes representando (46.4%).

Fuente: base de datos.

Gráfico 3.1

PACIENTES DIABÉTICOS CON INFECCIÓN DEL SISTEMA DE DERIVACIÓN VENTRICULAR



De los pacientes con diabetes (52) el 4% (2) presentaron infección del sistema de derivación ventricular y el 96% (50) no presentaron infección durante el estudio.

Fuente: base de datos.

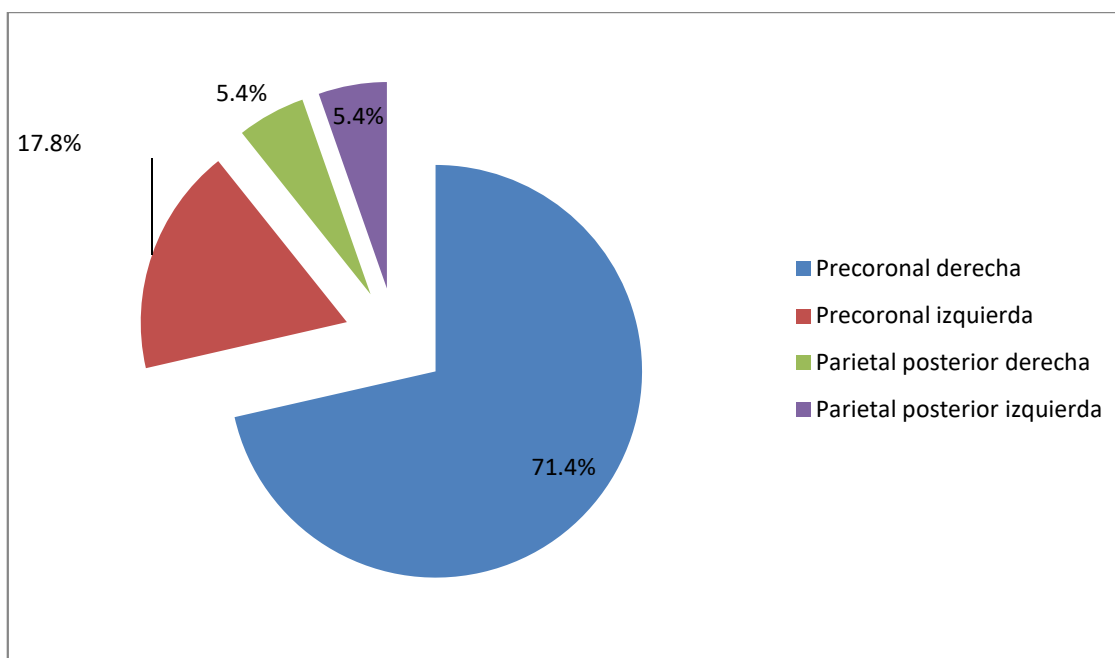
Se analizó de igual forma el lugar de colocación del sistema de derivación ventricular siendo 1.-precoronal derecha, 2.- precoronal izquierda 3.- parietal posterior derecha 4.- parietal posterior izquierda.

Por lo anterior el lugar definido como (1) tuvo en total 80 pacientes con esta localización en el estudio representando el 71.4%, de los cuales 78 pacientes fueron negativos a infección representando el 73.6%, sin embargo del total 2 pacientes fueron positivos a infección con una representación del 33.3%. De lugar definido como (2) tuvo un total de 20 pacientes en esta localización en el estudio representando el 17.8%, siendo 78 de ellos negativos a infección, representando un 73.6% y solo 2 pacientes tuvieron infección del sistema de derivación ventricular con un 33.3%. Del lugar definido como (3) tuvo un total de 6 pacientes en esta localización en el estudio representando el 5.4%, de los cuales 6 pacientes no tuvieron infección el 5.7% y ningún paciente con derivación en esta localización tuvo infección. Del lugar definido como (4) tuvo un total de 6 pacientes con un 5.4% de los cuales 5 pacientes no tuvieron infección el 4.7% y solo un pacientes tuvo infección del sistema de derivación ventricular con un 16.7% con un valor de ($p=0.06217$). (Gráfico 4).

Gráfico 4

LOCALIZACIÓN DEL SISTEMA DE DERIVACIÓN VENTRICULAR

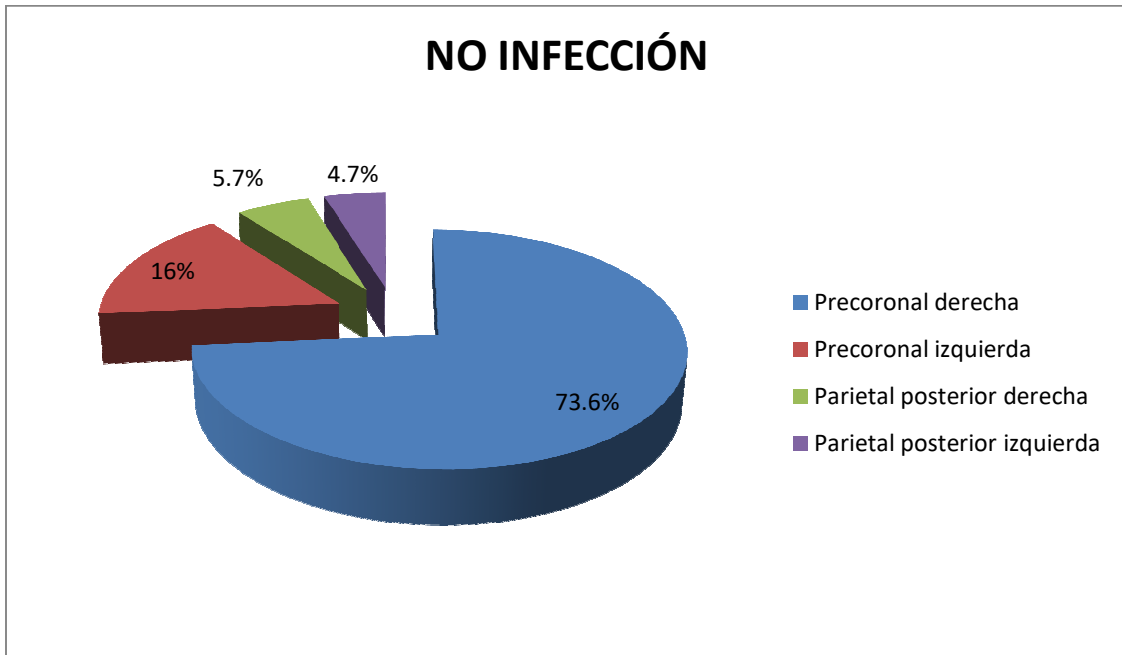
(TOTAL)



Lugar de colocación del sistema de derivación ventricular siendo 71.4% precoronal derecha, 17.8% precoronal izquierda, 5.4% parietal posterior derecha y 5.4% parietal posterior izquierda.

Fuente: base de datos.

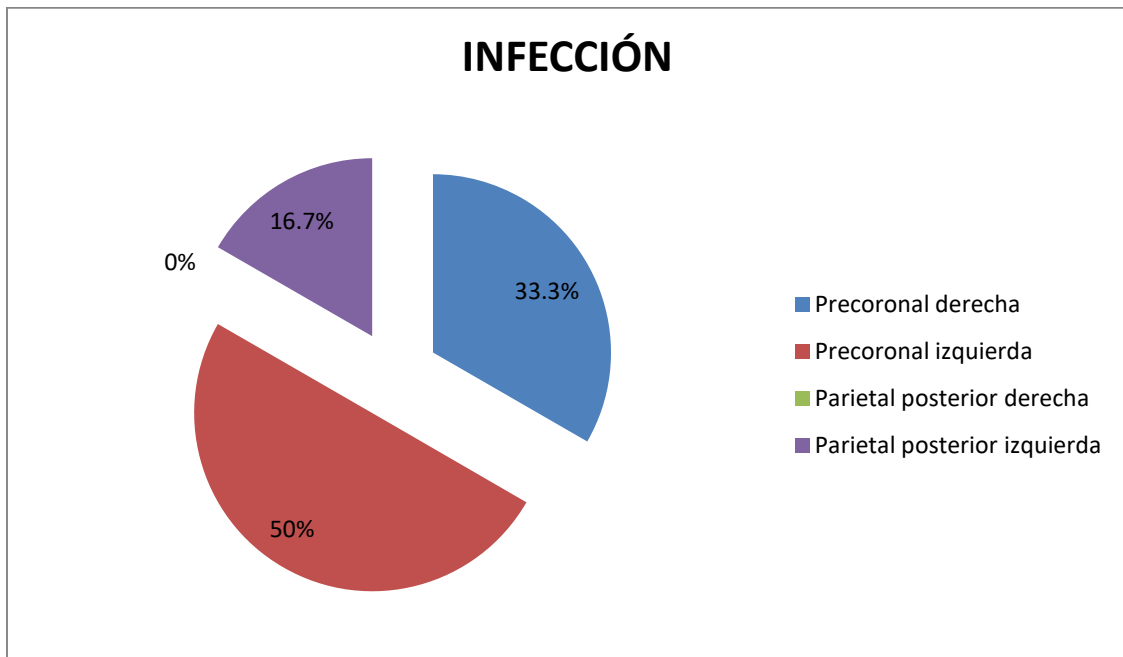
Gráfico 4.1



Del los paciente con resultado negativo a infección el 73.6% se colocó en el lugar precoronal derecha, el 16% precoronal izquierda, el 5.7 % parietal posterior derecha y 4.7 % parietal posterior izquierda.

Fuente: base de datos.

Gráfico 4.2

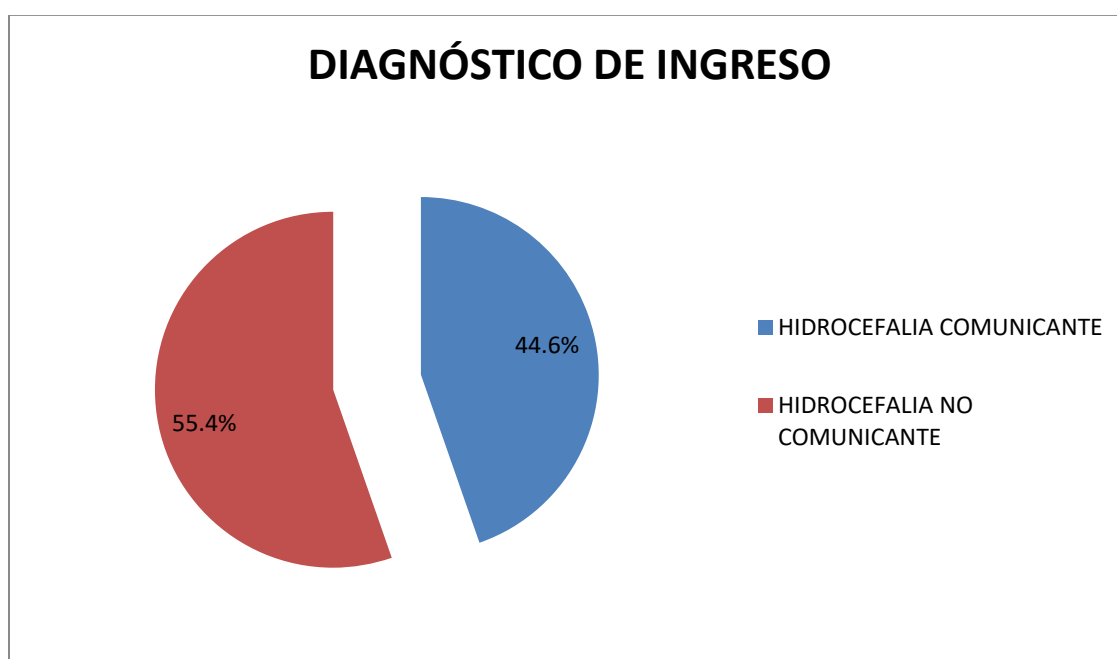


Del los paciente con resultado positivo a infección el 33.3% se coloco en el lugar precoronal derecha, el 50% precoronal izquierda, el 0% parietal posterior derecha y 16.7 % parietal posterior izquierda.

Fuente: base de datos.

Sobre el diagnóstico 50 pacientes ingresaron con hidrocefalia comunicante representando el 44.6%, de los cuales 47 de ellos no tuvieron infección del sistema de derivación ventricular, representando el 44.3% y solo 3 pacientes fueron positivos a la infección, representando el 50% del total de los casos con infección. Con respecto a la hidrocefalia no comunicante 62 personas ingresaron con este diagnóstico, representando el 55.4%, de los cuales 59 fueron negativos a la infección un 55.7% y solo 3 pacientes tuvieron infección del sistema representando un 50% del total de los pacientes con infección. ($p=1$). (Gráfico 5).

Gráfico 5



Con diagnóstico de ingreso con hidrocefalia comunicante el 44.6% (50 pacientes) y con hidrocefalia no comunicante el 55.4% (62 pacientes).

Fuente: base de datos.

Gráfico 5.1



Con diagnóstico de hidrocefalia comunicante el 94% de los pacientes no presentaron infección del sistema, sin embargo el 6% presentaron infección del sistema de derivación ventricular.

Fuente: base de datos.

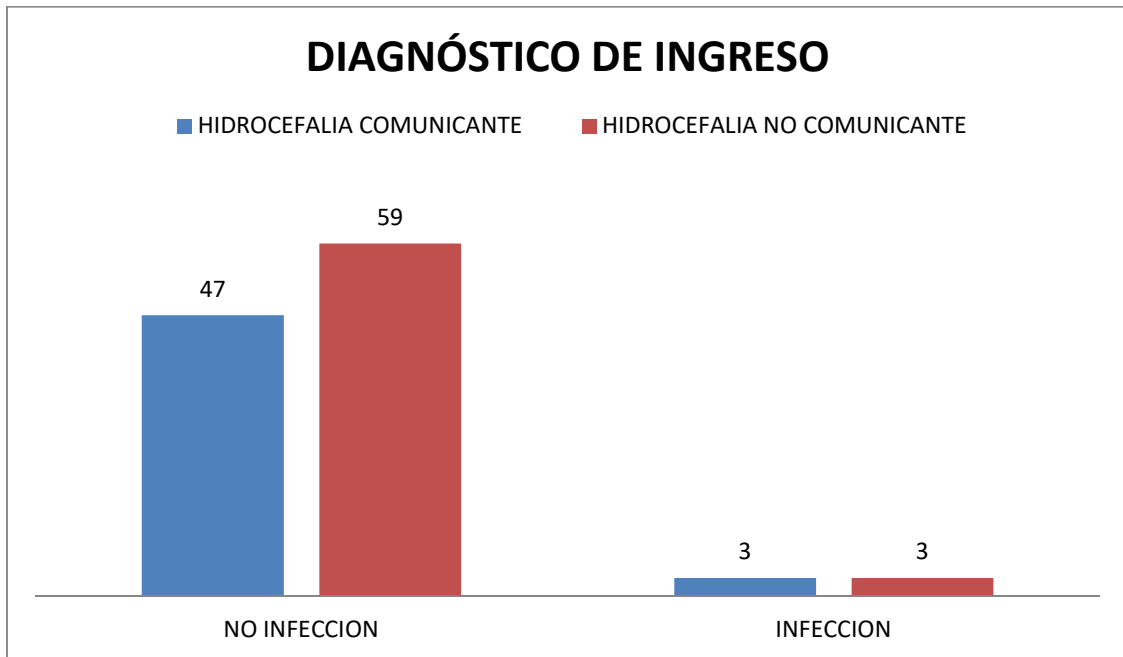
Gráfico 5.2



Con diagnóstico de hidrocefalia no comunicante el 95% de los pacientes no presentaron infección del sistema, sin embargo el 5% presentaron infección del sistema de derivación ventricular.

Fuente: base de datos.

Gráfico 5.3

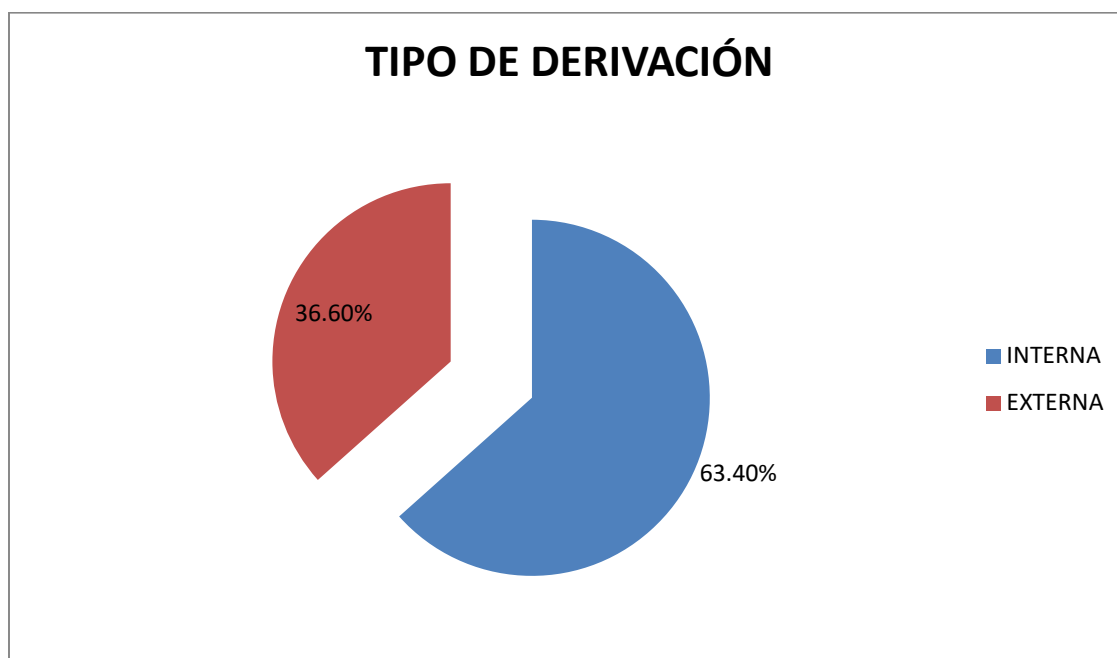


De los 112 pacientes con diagnóstico de hidrocefalia comunicante 47 de ellos tuvo resultado negativo a la infección y 3 de ellos con infección del sistema de derivación ventricular. Con diagnóstico de hidrocefalia no comunicante tuvieron 59 pacientes resultado negativo a infección y 3 de ellos resultado positivo a infección.

Fuente: base de datos.

El tipo de derivación se dividieron en dos grupos, el primero de estos fue la derivación interna con un total de 71 pacientes representando el 63.40%, de los cuales 68 pacientes tuvieron resultado negativo a infección el 64.15% y de ellos 3 con infección de derivación ventricular representando el 50% de la muestra del total de los pacientes con infección. Al igual que el segundo grupo con derivación externa con un total de 41 pacientes, representando el 36.60%, de los cuales 38 pacientes con resultado negativo a infección y 3 de ellos el 50% con resultado fue positivo del total de los pacientes con infección. ($p=0.667$). (Gráfico 6).

Gráfico 6



Con respecto al tipo de derivación colocada durante el estudio 71 pacientes (63.40 %) tuvieron una derivación interna y de las derivaciones externas se tuvieron 41 pacientes (36.60 %).

Fuente: base de datos.

Gráfico 6.1



De las derivaciones internas el 96% fueron negativas a infección y el 4% fueron positivas a la infección.

Fuente: base de datos.

Gráfico 6.2

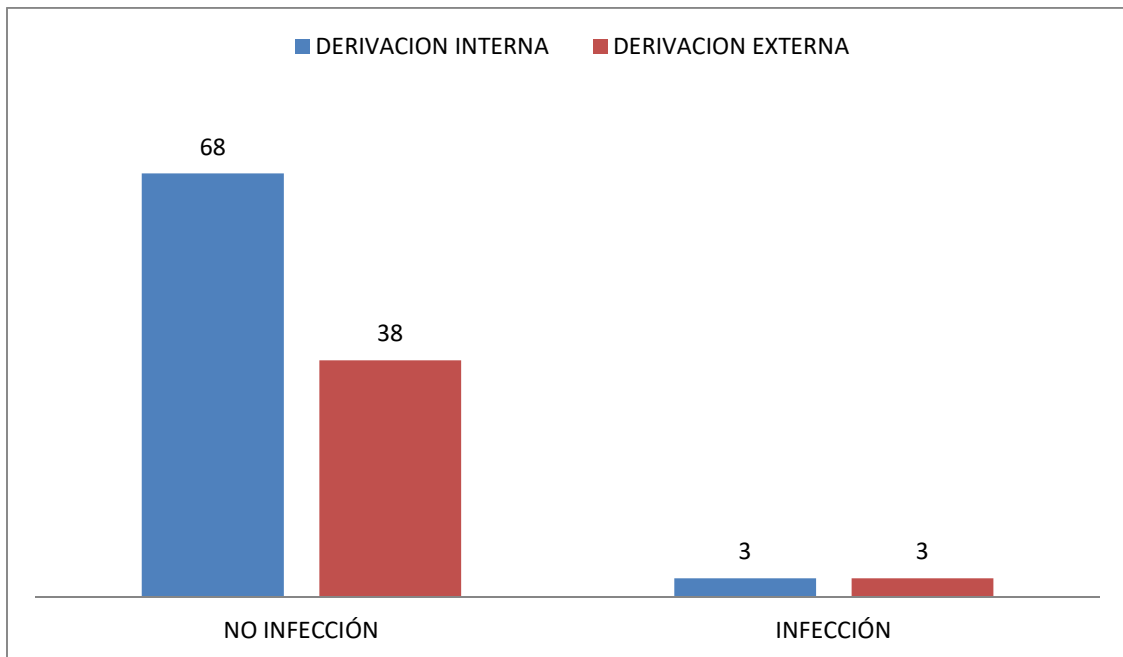


De las derivaciones externas el 93% fueron negativas a infección y el 7% fueron positivas a la infección.

Fuente: base de datos.

Gráfico 6.3

“TIPO DE DERIVACIÓN VENTRICULAR Y RESULTADOS POSITIVOS DE INFECCIÓN DEL SISTEMA DE DERIVACIÓN VENTRICULAR”

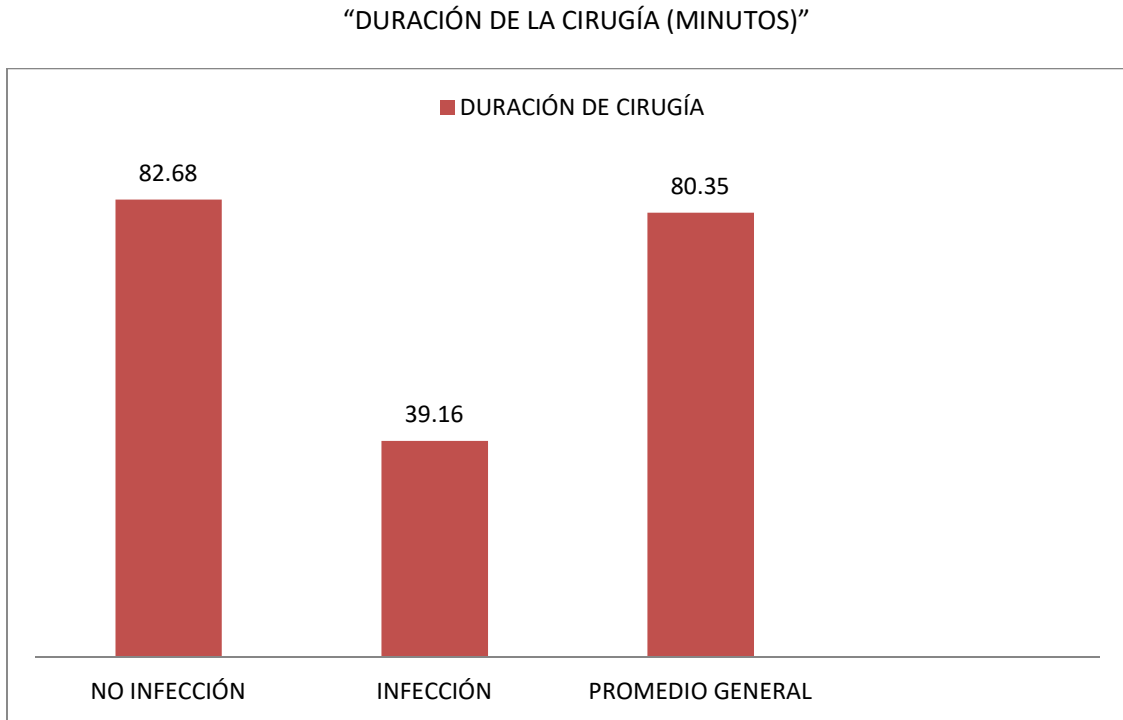


Resultados de pacientes negativos a infección y positivos a infección por tipo de derivación ventricular.

Fuente: base de datos.

Con respecto a la duración de la cirugía se tuvo un total en promedio de 80.35 minutos con una desviación estándar de (± 48.80), de los cuales los pacientes negativos a infección tuvieron un promedio de 82.68 minutos con una desviación estándar de (± 49.12) en comparación con los pacientes con infección del sistema de derivación ventricular con un promedio de 39.16 minutos con una desviación estándar de (± 7.35). ($p=6.20 \times 10^{-10}$). (Gráfico 7).

Gráfico 7

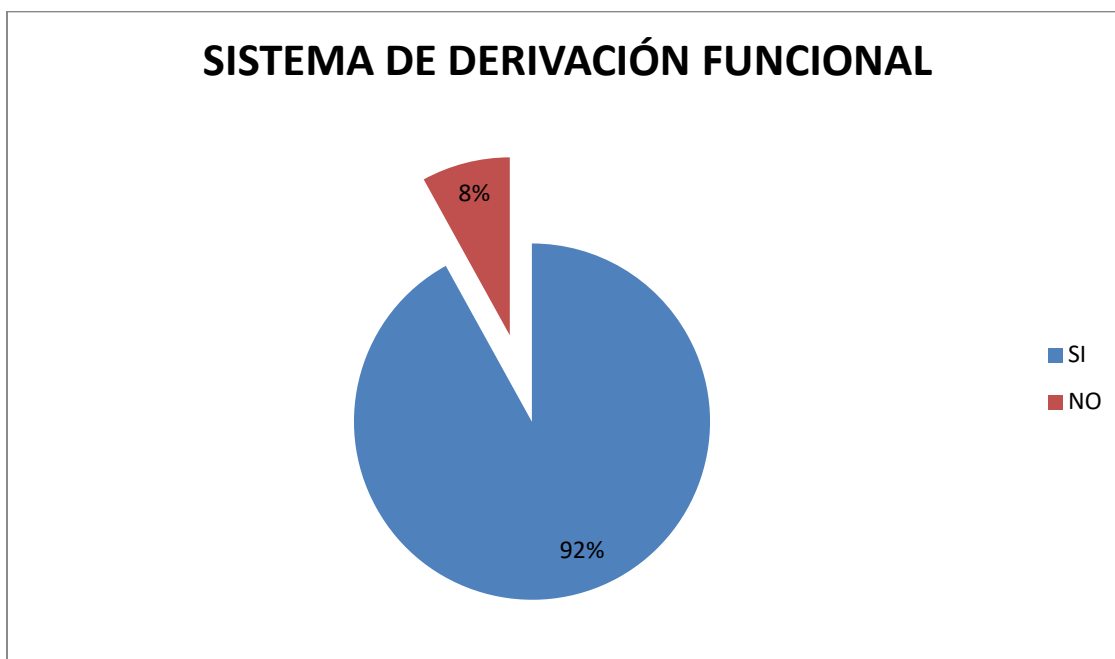


El promedio general de la duración en minutos del procedimiento quirúrgico de colocación del sistema de derivación ventricular fue de 80.35, sin embargo de los pacientes que tuvieron infección del sistema de derivación ventricular se reportó un tiempo promedio de 39.16 minutos y de los pacientes con resultado negativo a la infección se reportó 82.68 minutos en promedio.

Fuente: base de datos.

Del total de la muestra 103 pacientes tuvieron un sistema de derivación ventricular funcional representando el 92% del total, de los cuales 100 pacientes con resultado negativo a infección el 94.3% fueron funcionales y solo 3 pacientes un 50% del total de pacientes infectados tuvieron un sistema no funcional. ($p=0.006492$). (Gráfico 8).

Gráfico 8



De los 112 pacientes del estudio 103 fueron funcionales (92%) y solo el 8% tuvieron disfunción del sistema de derivación ventricular.

Fuente: base de datos.

Gráfico 8.1

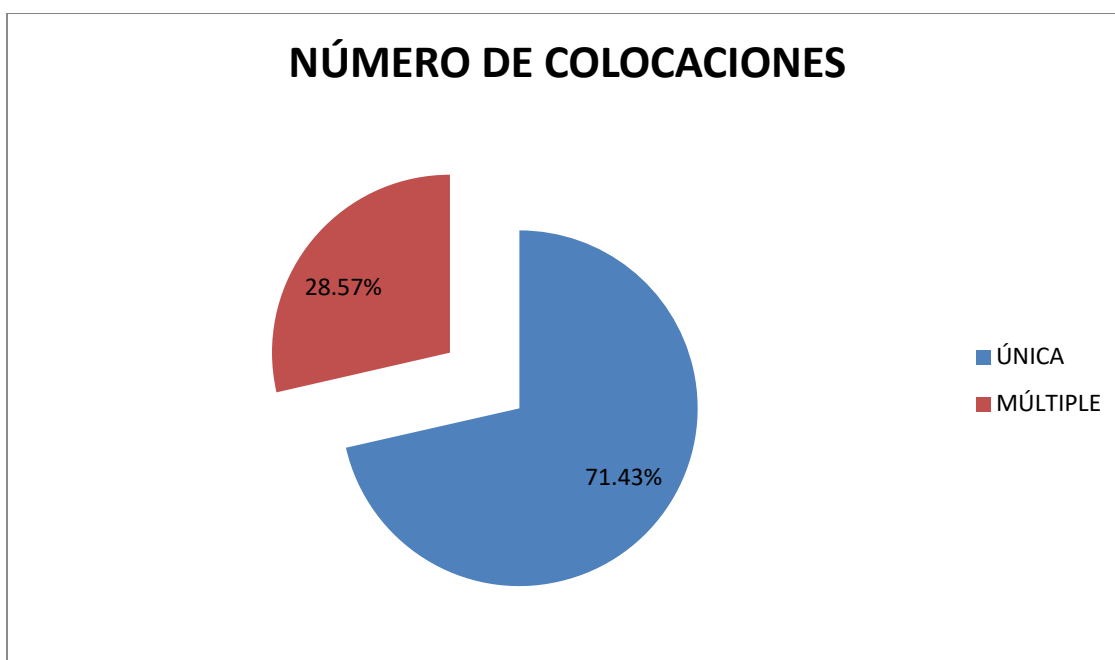


De los sistemas funcionales el 3% tuvo resultado positivo a la infección y 97% con resultado negativo a la infección.

Fuente: base de datos.

Con respecto al número de colocaciones se dividieron en subgrupos de única y múltiple. En el grupo de colocación única se tuvieron un total de 80 pacientes (71.43%), de los cuales 79 (74.53%) fueron negativos a infección y solo un paciente (16.67%) fue positivo a infección del total de los pacientes infectados. De la misma forma el número de colocaciones múltiple se presentó en 32 pacientes (28.57%) de los cuales 27 fueron negativos a infección (25.47%) y solo 5 (83.33%) fueron positivos a infección del total de los resultados positivos a la infección. ($p=0.007113$). (Gráfico 9).

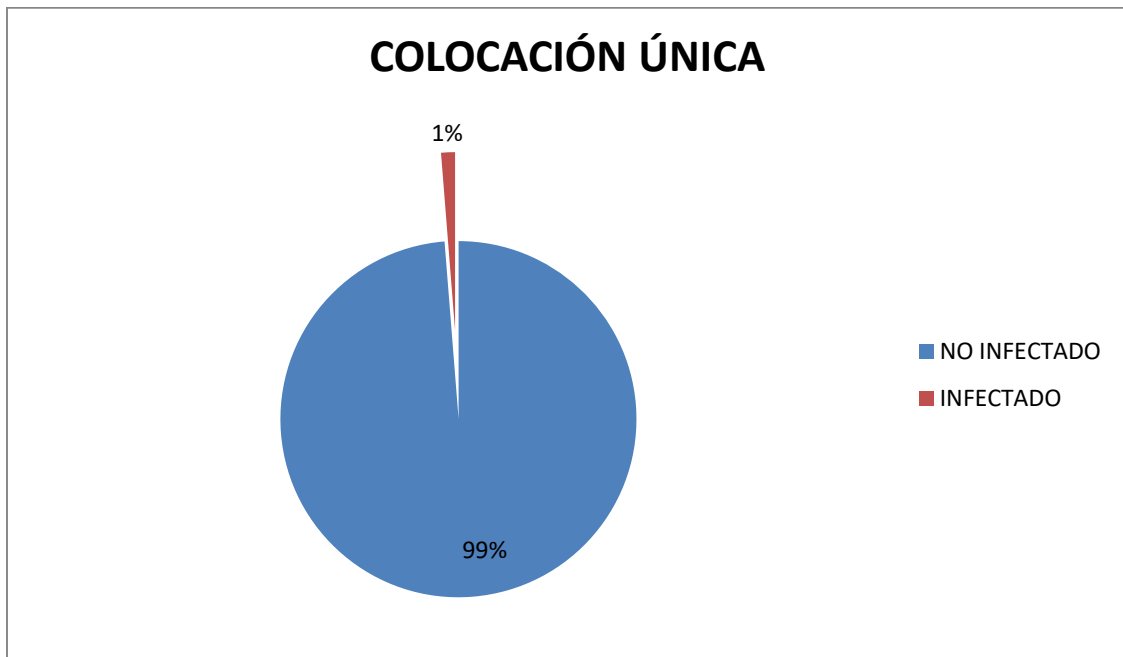
Gráfico 9



Con respecto al número de colocación el 71.43% tuvieron una colocación única y el 28.57 % tuvieron colocaciones múltiples del sistema de derivación ventricular.

Fuente: base de datos.

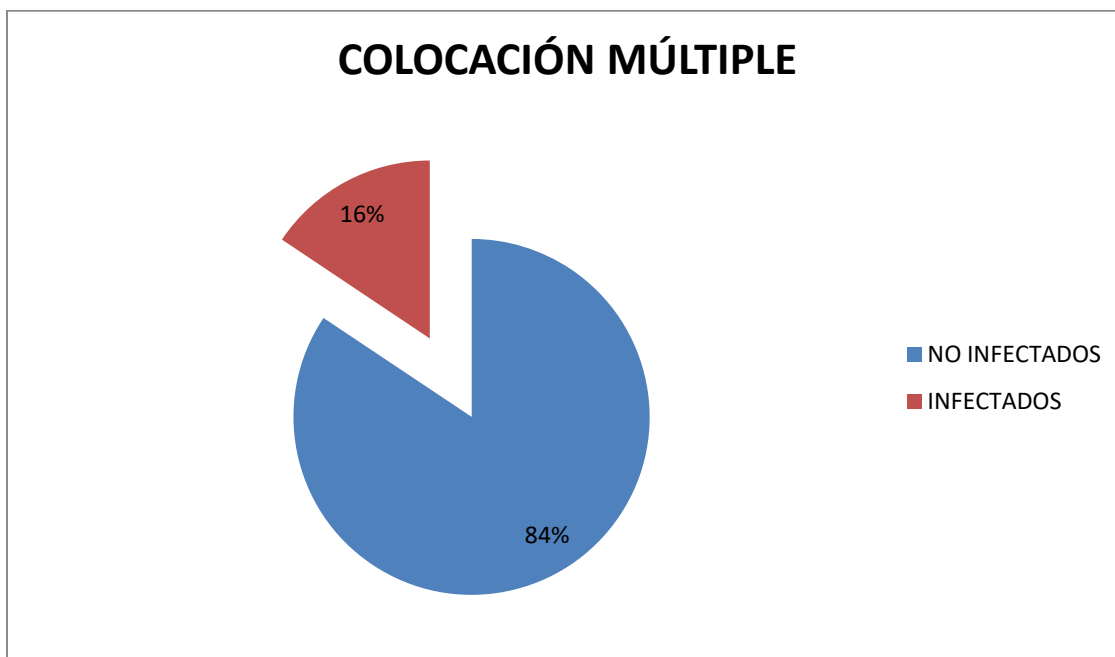
Gráfico 9.1



De los pacientes con colocación única del sistema de derivación ventricular el 1% tuvo resultado positivo a infección y el 99% con resultado negativo a la infección.

Fuente: base de datos.

Gráfico 9.2

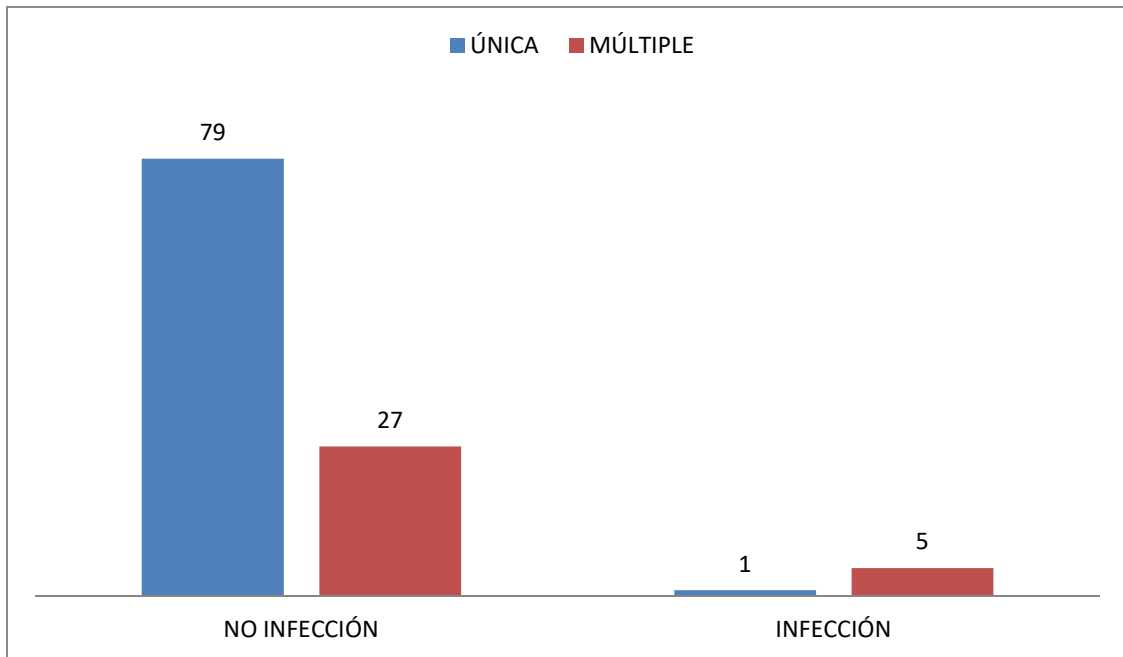


De los pacientes con colocación múltiple del sistema de derivación ventricular el 16% tuvieron resultado positivo a la infección y el 84% con resultado negativo a la infección.

Fuente: base de datos.

Gráfico 9.3

“NÚMERO DE COLOCACIONES Y LOS RESULTADOS POSITIVOS Y NEGATIVOS A LA INFECCIÓN DEL SISTEMA DE DERIVACIÓN VENTRICULAR”

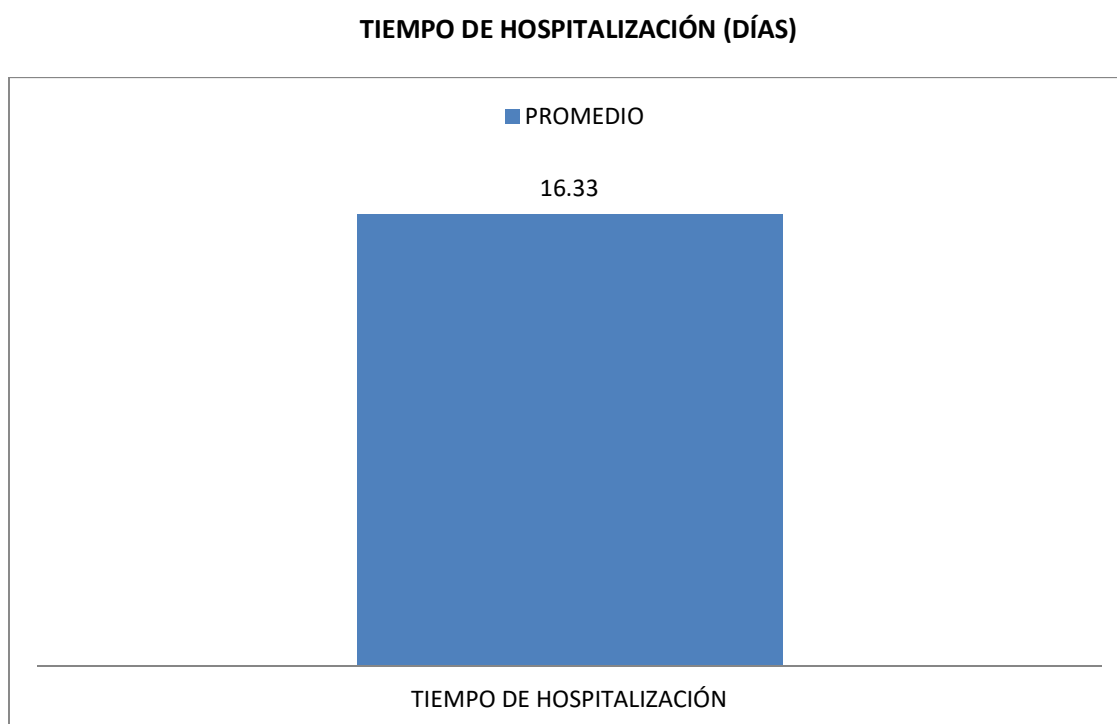


Se muestra el número de pacientes por número de colocaciones del sistema y los resultados positivos y negativos por cada categoría.

Fuente: base de datos.

El tiempo de hospitalización se analizó por el número de días, el cual en total se tuvo un promedio de estancia de 16.33 con una desviación estándar de (± 19.18), de los cuales los pacientes negativos a infección tuvieron una estancia en promedio de 13.58 con una desviación estándar de (± 12.90) y 64.83 en promedio los pacientes con resultados positivos a infección con una desviación estándar de (± 41.16). ($p=0.02831$). (Gráfico 10).

Gráfico 10

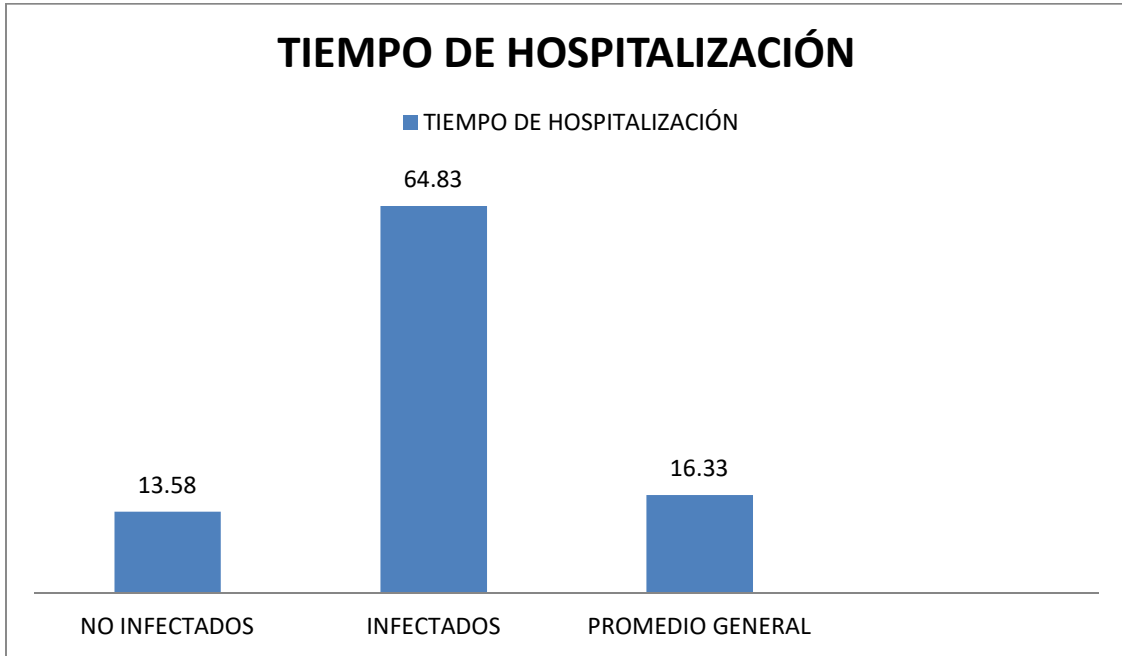


El tiempo promedio de hospitalización se reportó de 16.33 días.

Fuente: base de datos.

Gráfico 10.1

“PROMEDIO (DÍAS) DE TIEMPO DE HOSPITALIZACIÓN”



Se presenta el tiempo promedio de hospitalización general del total de la población el cual es de 16.33 días, de los pacientes con resultado negativo a la infección fue de 13.58 días y con resultado positivo a la infección fue de 64.83 días.

Fuente: base de datos.

El número de muestreos se tuvo que en total se realizó un promedio de 8.99 muestras por paciente con una desviación estándar de (± 11.82), de los cuales los pacientes con resultado negativo a infección tuvo en promedio una toma de muestra de 7.83 con una desviación estándar de (± 9.84) y en el grupo de positivos a infección se tuvo un promedio de 29.5 muestras con una desviación estándar (± 23.05). ($p=0.06953$). (Gráfico 11).

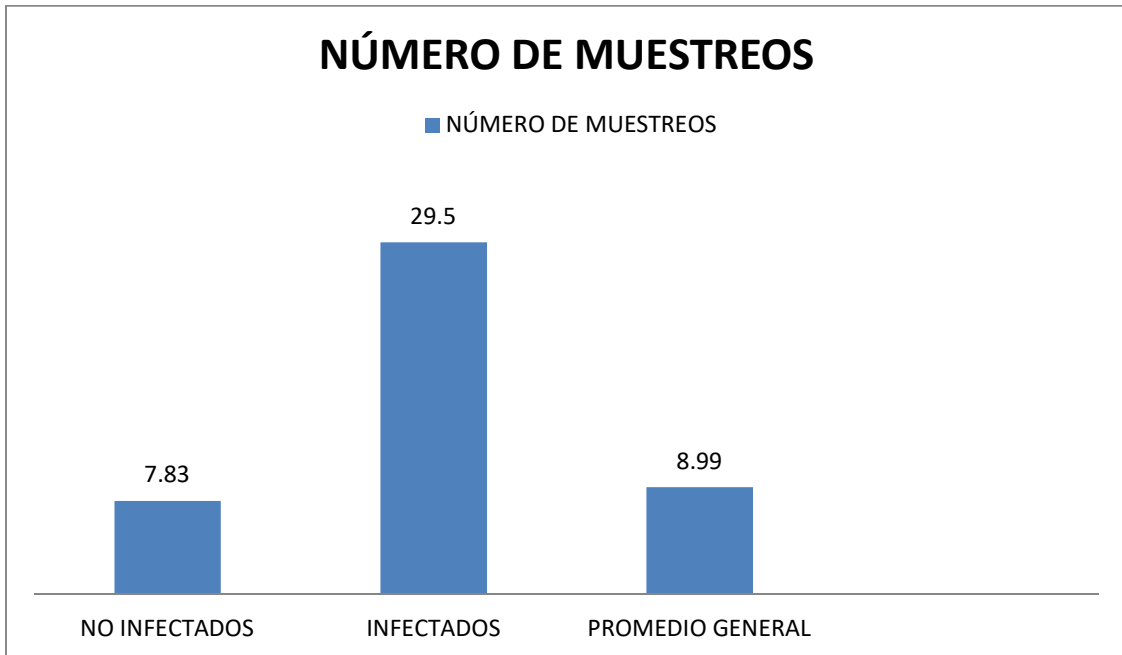
Gráfico 11



Se presenta el promedio del número de muestreos en el total de la población, se reportó de 8.99 muestras.

Fuente: base de datos.

Gráfico 11.1

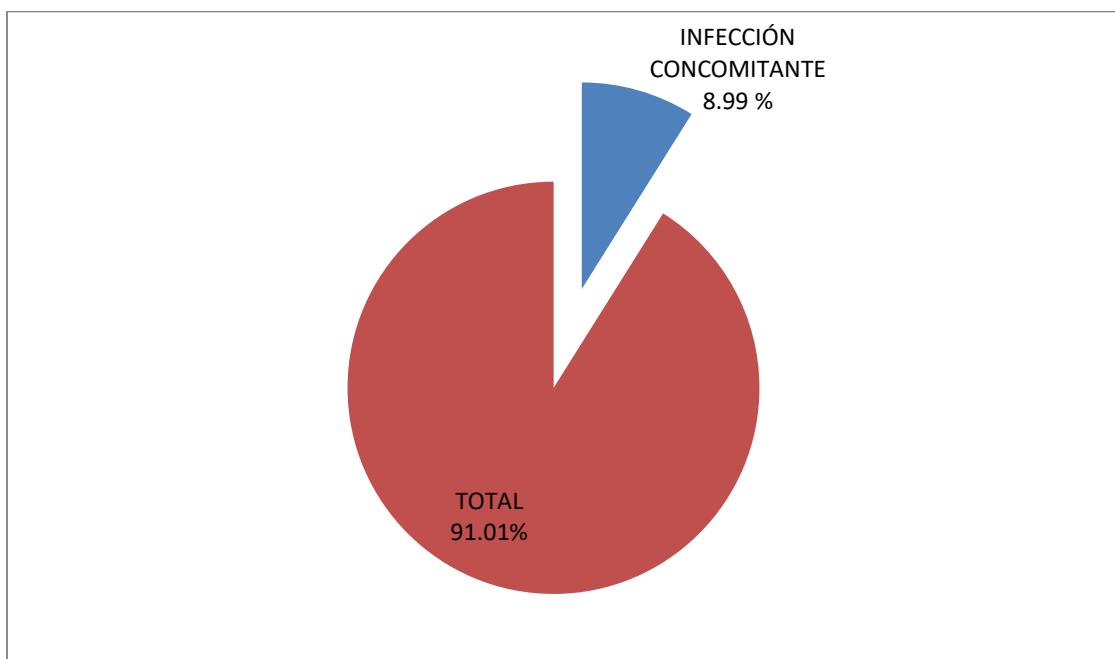


En promedio el número de muestreos en el total de población es de 8.99, de los cuales los pacientes con resultado negativo a la infección del sistema es de 7.83 muestras y de los pacientes con resultado positivo a la infección es de 29.5 muestras.

Fuente: base de datos.

De los pacientes con una infección concomitante fueron reportados un total de 10 pacientes (8.93%) de los cuales 4 fueron negativos a infección (3.77%) y 6 de ellos (100%) de los pacientes con resultado positivo a infección. Con una ($p=8.778e-08$). (Gráfico 12).

Gráfico 12

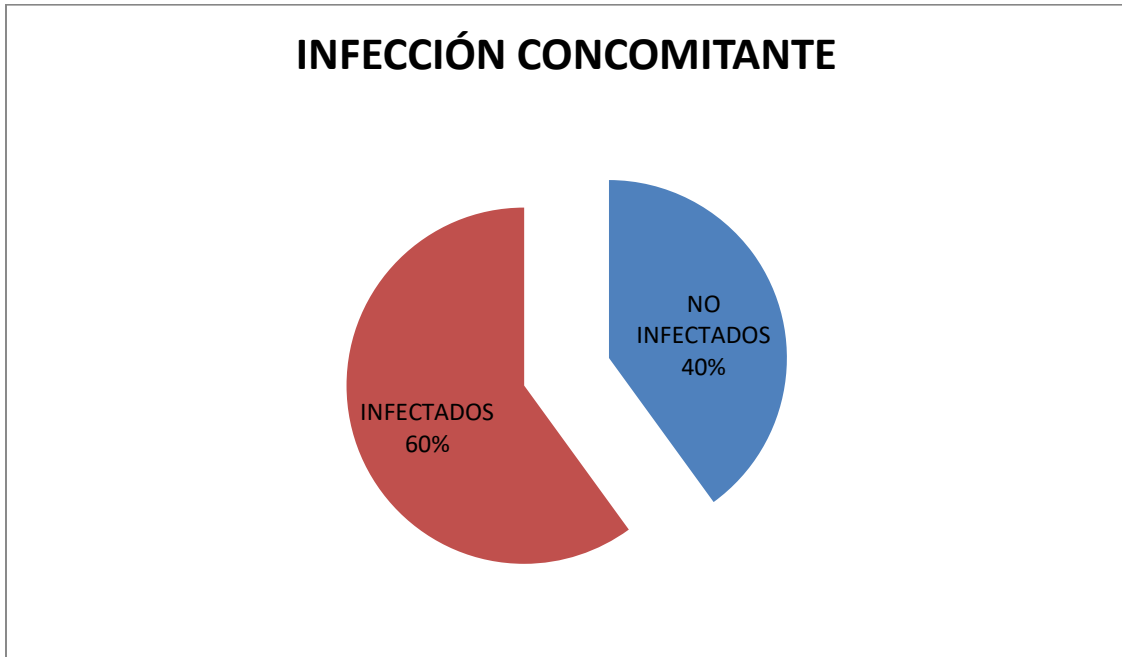


Infección concomitante= en este estudio se define como presencia de un foco infeccioso adquirido durante su internamiento con localización diferente al sistema nervioso central.

El 8.99% % del total de la población del estudio presentó una infección concomitante.

Fuente: base de datos.

Gráfico 12.1



Del total de los pacientes con infección concomitante el 60% presentaron resultados positivos a infección en el sistema de derivación ventricular y el 40% con resultado negativo a infección del sistema de derivación ventricular.

Fuente: base de datos.

Gráfico 12.2

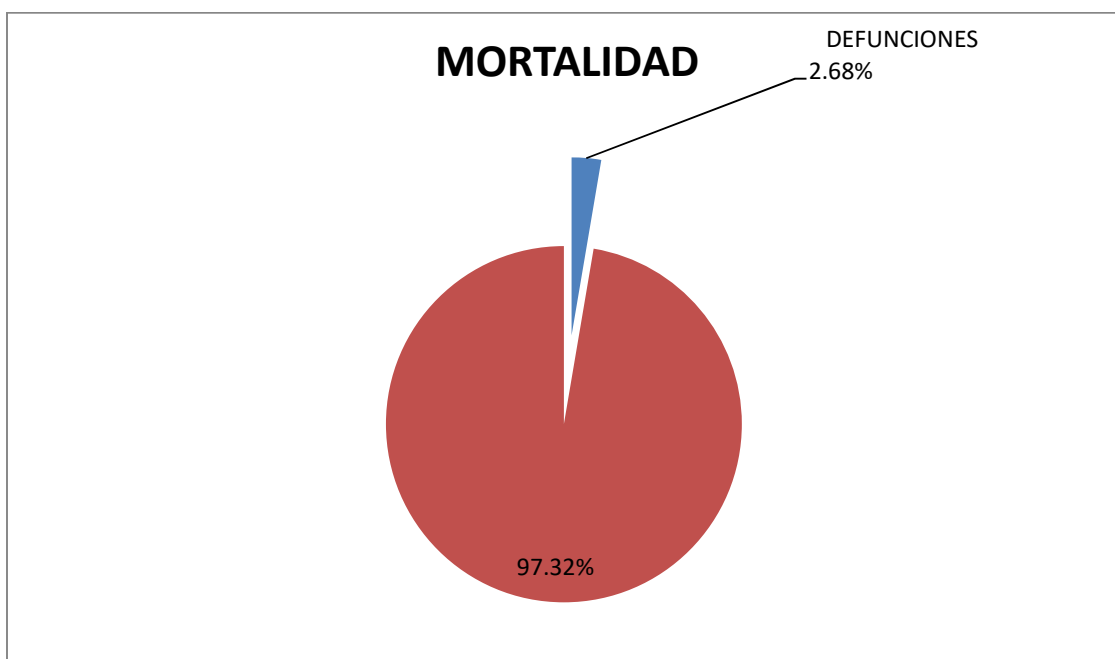


Del total de los pacientes con infección concomitante el 100% tuvo resultado positivo a infección del sistema de derivación ventricular.

Fuente: base de datos.

De los 112 pacientes del total de la población se tuvieron 3 muertes secundarias a la infección ventricular representando un 2.68% en el total de la población (Tabla 14) y el 50% de los pacientes con resultado positivo a infección del sistema de derivación ventricular del total de infectados (6 pacientes en total). (Gráfico 13).

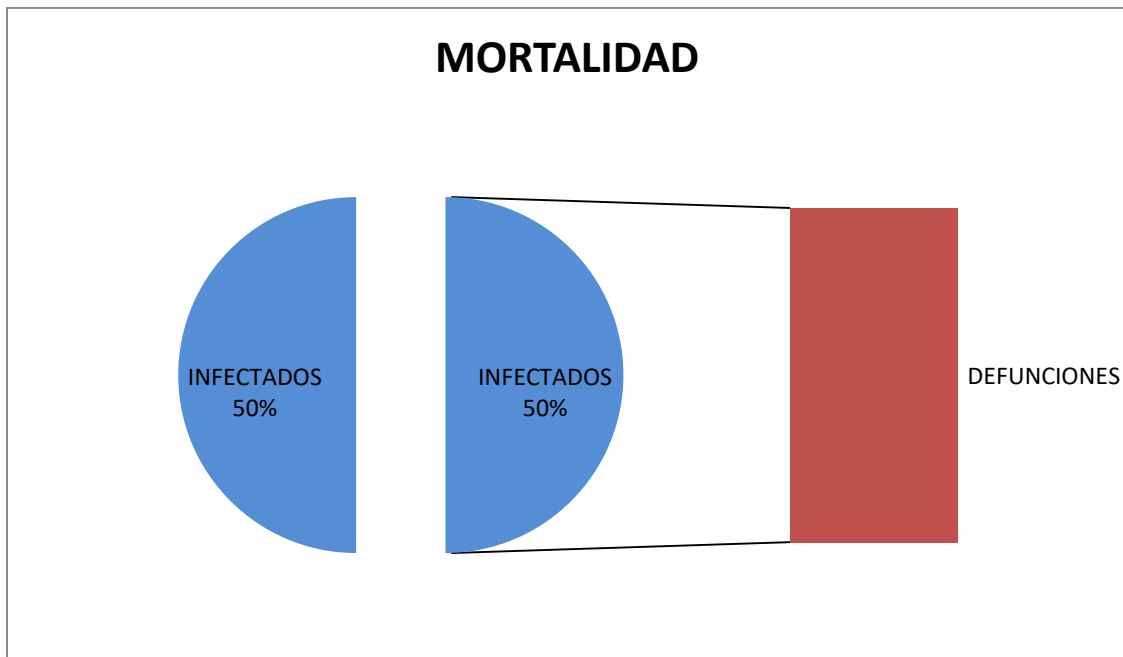
Gráfico 13



Del total de los pacientes (112), se tuvo el 2.68% de mortalidad durante el estudio (3 pacientes).

Fuente: base de datos.

Gráfico 13.1



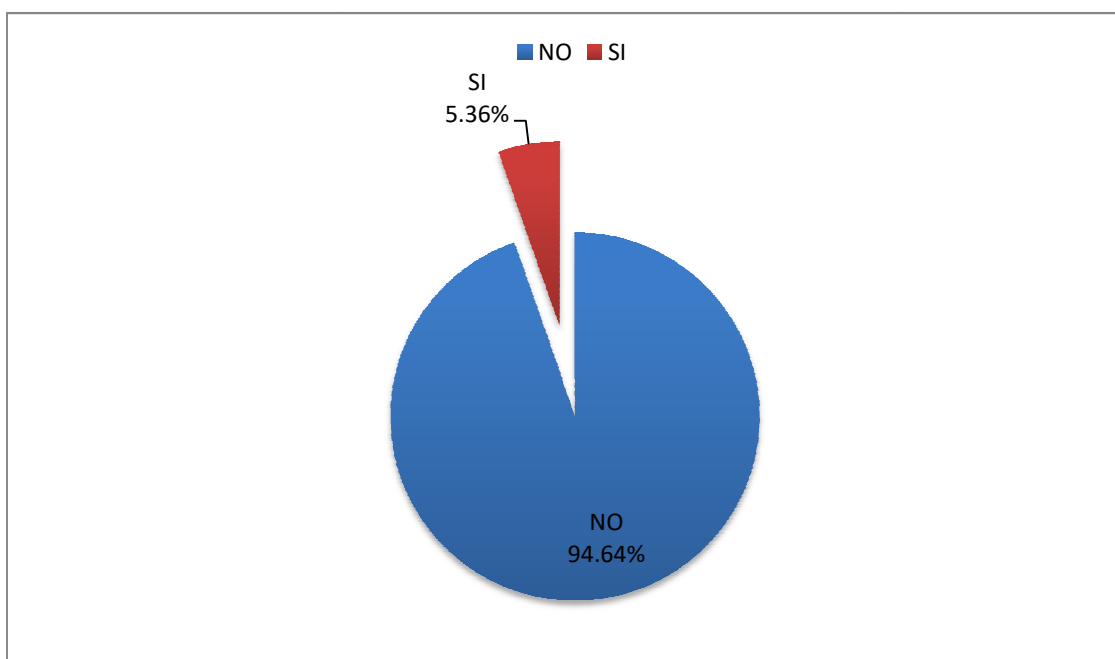
Del total de los pacientes infectados (6) el 50% fueron defunciones (3 pacientes).

Fuente: base de datos.

La incidencia de infección en el sistema de derivación ventricular es del 5.36% del total de los pacientes en el estudio con una representación de 6 pacientes con resultado positivo.

Gráfico 14

“INCIDENCIA DE INFECCIÓN EN EL SISTEMA DE DERIVACIÓN VENTRICULAR”



La incidencia de infección del sistema de derivación ventricular de un total de 112 pacientes es de 5.36%.

Fuente: base de datos.

DISCUSIÓN

Del total de las variables estudiadas como factores de riesgo en este protocolo de investigación se analizaron 5 de las cuales se tiene evidencia estadísticamente significativa que cuenta con relación con la infección del sistema de derivación ventricular.

Con respecto a la duración de la cirugía en minutos se tiene evidencia estadísticamente significativa ($p= 0.0000006201$) en reportarse que del total de los pacientes con infección se tuvo en minutos una duración menor a la media del total, por lo tanto a menor duración de la cirugía se tiene una relación con la infección del sistema de derivación ventricular en este estudio. Sin embargo tenemos que reconocer que generalmente este promedio de tiempo se realiza en la colocación de un sistema de derivación ventricular externo. Sin considerar que posteriormente a la colocación este sistema está expuesto al ambiente hospitalario y a la manipulación del personal de salud, que pudiera resultar en un sesgo en este estudio, además de que en algunas ocasiones se coloca el drenaje ventricular externo previo al tratamiento de otra patología de tipo tumoral, aneurismática o sangrado intraventricular, con lo cual el tiempo de la cirugía no está separada y no se cuentan en los expedientes con el tiempo parcial de la colocación, sino con el tiempo total de la cirugía secundaria. Por lo que este dato queda a juicio del médico tratante y se sugiere realizar un protocolo más estricto para esta variable.

En este estudio se obtuvo evidencia estadísticamente significativa que una derivación la cual presenta disfunción durante la permanencia del sistema está asociada a presentar infección de la misma. Al realizar la revisión de la literatura internacional el mayor porcentaje de disfunción del sistema es una sospecha de infección, sin embargo también influyen factores agregados como la mala colocación del sistema, el acodamiento del sistema, entre muchos otros factores que tienen que ser considerados y no solamente la manifestación inicial de una probable infección. Al igual considerar que en caso de no funcionar bien el sistema, el paso siguiente sería el recambio del mismo y que este procedimiento aumente las probabilidades de infección, con el hecho de asociarse de igual forma a una nueva exposición quirúrgica, a la apertura de una herida previa o a la colonización del sistema previo. Por lo anterior al ser una variable con muchas probabilidades se tiene que manejar con precaución este dato.

Se evaluó el número de colocaciones del sistema con evidencia estadísticamente significativa encontrándose infección en el 83.33% de los pacientes que presentaron colocación múltiple. Por el contrario la colocación única representó el 16.67% del total de los pacientes con infección asociada al sistema de derivación ventricular. Y un porcentaje alto de 74.53% con colocación única de los pacientes con resultado negativo a la infección. Por lo que entre menor cantidad de colocación disminuye el riesgo de infección.

Encontramos que el tiempo de hospitalización de los pacientes tuvieron una estancia en promedio de 16.33 días en total, de los cuales los pacientes con resultado positivo a la infección tuvieron en promedio de 64.83 días, mucho mayor que el promedio de 13.58 días que presentaron los pacientes con resultado negativo a la infección. Existe evidencia que el paciente con mayor tiempo de estancia hospitalaria presenta regularmente infecciones concomitantes y complicaciones propias de la estancia prolongada. Al igual que pacientes con derivación ventricular externa, ya que este se encuentra expuesto al medio ambiente hospitalario y a la manipulación del mismo tanto por el paciente y familiares, como por el personal de salud que brinda atención.

Con respecto al número de muestreos, en el estudio se tuvo una media en el total de los pacientes con un promedio de toma de muestra de 8.99 muestras. Sin embargo los pacientes con infección del sistema de derivación ventricular tuvieron en promedio 29.5 tomas. Por lo que se tiene una relación estadísticamente significativa al mostrar la relación que tiene la presencia de infección con el aumento en el número de muestras. Cabe mencionar que a pesar de tener un protocolo de seguimiento y de toma de muestras en este estudio se comprobó que entre más muestras se tomen del sistema, mayor es la relación de presentar infección en el sistema de derivación ventricular.

Los pacientes que presentaron durante el internamiento infección concomitante, el 100% dieron positivo a infección del sistema de derivación ventricular. En este apartado tenemos que tomar en cuenta al igual diferentes factores que se tendrían que considerar por parte del médico tratante, ya que se tendría que evaluar el ambiente hospitalario, la manipulación del sistema, la identificación correcta de signos y síntomas de infecciones concomitantes. Ya que prácticamente el total de los pacientes en el estudio con infección del sistema de derivación ventricular tuvo al igual una infección durante el internamiento en otro lugar diferente al sistema nervioso central confirmado por cultivos durante el internamiento. Tendríamos que determinar en otro estudio el mecanismo de una probable transmisión del patógeno hasta el sistema ventricular.

De los 6 pacientes con infección positiva en el líquido cefalorraquídeo, se pudieron aislar *Klebsiella*, *Candida Albicans*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecium* y en 2 pacientes *Pseudomonas aeruginosa*.

Un vez confirmada la infección, se toman muestras diarias y se administran antibióticos intravenosos hasta tener 3 cultivos negativos de líquido cefalorraquídeo. El líquido cefalorraquídeo puede dar datos indirectos de una probable infección. En las revisiones bibliográficas se recomienda no tomar muestras a diario, ya que aumentan el riesgo de infección. (9). Aun que no es el objetivo principal del estudio proponemos realizar otro protocolo con el objetivo de determinar si existe relación directa entre el numero de toma de muestras o reservarlas hasta que exista sospecha clínica de la infección del sistema de

derivación ventricular, tomando en cuenta como objetivo final el resultado global del pronóstico del paciente.

Al realizar la revisión bibliográfica concluimos de igual manera que el cambio profiláctico de la ventriculostomía a los 10 días es ideal para disminuir la infección, aunque el tiempo de permanencia del sistema mayor a 5 días es factor de riesgo (32). Estos datos se dejarán a juicio del médico tratante y los protocolos establecidos en las propias unidades médicas.

Tomar en cuenta que el desarrollo de biofilm en el sistema de derivación ventricular y en consecuencia en las infecciones del sistema nervioso central son difíciles por la resistencia de los antibióticos a los mismos y la dificultad para la penetración del antibiótico al cerebro, por eso la recomendación de cambio de ventriculostomía posterior a la confirmación de la infección independientemente del tiempo que lleve colocada o el retiro del sistema tan pronto como se requiera. Se recomienda iniciar terapia antibiótica sistémica e intraventricular, como un excelente abordaje para erradicar la infección con estas dos acciones (12).

En el protocolo de tratamiento de los pacientes con diagnóstico de ventriculitis, se sugiere la administración de antibiótico intraventricular existiendo en la literatura apoyo estadístico en la cual tiene mejoría en la historia de la enfermedad y en la disminución de co-morbilidades y mortalidad. Se sugiere realizar el tratamiento en nuestra institución con esta técnica y valorar a largo plazo el pronóstico de los pacientes.

La colocación de catéter con antibiótico se utilizó en 4 pacientes de manera secundaria, ya cuando se demostró que tuviera diagnóstico de infección, de los cuales 1 murió por consecuencia de la neuroinfección. El uso de catéter con impregnación antibiótica disminuye la incidencia de infección pero no la elimina (5).

A pesar de realizar el procedimiento de colocación de derivación ventricular con técnicas con antisepsia y asepsia, en la mayoría de los casos en el área de quirófano, existe en la literatura internacional un porcentaje de infección de los sistemas, el cual se encuentra acorde a lo reportado en nuestro estudio. El tratamiento de esta patología es a largo plazo con una mortalidad considerable, sin olvidar las secuelas neurológicas y un tiempo de estancia hospitalaria mayor y por consecuencia un mayor costo para los sistemas de salud. Por lo que la colocación de este tipo de sistemas debe de ser realizado con controles estrictos en el procedimiento, por parte de todos los integrantes del equipo de salud, no únicamente el equipo quirúrgico. Teniendo cuidado en la toma de muestra, en la manipulación, en el cambio de apósito y en el manejo general del paciente y sobre todo en la identificación oportuna por parte de los médicos de datos de probable infección para así utilizar de manera oportuna antibióticos sistémicos y en su caso intraventriculares. Así erradicar de manera eficaz y eficiente la infección.

CONCLUSIONES

En conclusión podemos decir que la incidencia de infección del sistema de derivación ventricular es del 5.36% del total de la muestra estudiada, representada por 112 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, exclusión y eliminación durante el periodo comprendido de enero de 2010 a diciembre de 2016. Por lo que 6 pacientes tuvieron el resultado positivo a infección del sistema de derivación ventricular.

Además existen en este estudio 5 factores estadísticamente significativos los cuales demostraron tener asociación con la infección del sistema de derivación ventricular. Siendo estos la duración de la cirugía, el funcionamiento del sistema de derivación ventricular, el número de colocaciones (múltiple), el tiempo de hospitalización (días) y la presencia de infección concomitante.

Sin embargo consideramos que la duración de la cirugía tiene que ser estudiado con mayor profundidad y dividirlo entre sistemas de derivación externa e interna, teniendo en cuenta las diferencias significativas entre la colocación de estos tipos de sistema.

De los 112 pacientes del total de la población se tuvieron 3 muertes secundarias a la infección ventricular, representando el 2.68% del total y de los pacientes infectados el 50%.

El 100% de los pacientes con infección concomitante se tuvo resultado positivo a infección del sistema de derivación ventricular.

Por lo que del total de los pacientes con resultado positivo a la infección, la mitad de ellos mueren a consecuencia de la neuroinfección. Por lo que es un alto porcentaje a pesar de realizar tratamiento oportuno y dirigido.

Con base a los resultados proponemos realizar estrategias para disminuir las infecciones dentro del hospital, complicaciones asociadas y así mismo reducir los costos secundarios a la estancia hospitalaria y el tratamiento farmacológico.

Los pacientes con infección del sistema nervioso central tienen mayor estancia hospitalaria, aumenta el costo de la atención y tiene peores resultados por las secuelas neurológicas establecidas secundarias e incluso la muerte.

Aun existen muchas interrogantes que responder, pero se seguirán planteando nuevos estudios para poder resolver estas dudas. La importancia de este estudio radica en continuar esta línea de investigación y adentrarnos mucho más a fondo en este procedimiento quirúrgico que se realiza para salvar las vidas y tratar a gran porcentaje de pacientes de nuestra institución en el servicio de neurocirugía del Hospital "Lic. Adolfo López Mateos".

ANEXOS

DESCRIPCIÓN DE PROTOCOLO DE COLOCACIÓN

RECOMENDACIONES GENERALES

- Las infecciones asociadas a los sistemas de derivación ventricular de acuerdo a los criterios modificados de infecciones nosocomiales del la CDC (Centers for Disease Control and Prevention). Se diagnóstica con al menos uno de los siguientes criterios: crecimiento por cultivo en líquido cefalorraquídeo, piel o parte del sistema de derivación ventricular, al menos uno de los siguientes signos y síntomas: Fiebre $>38^{\circ}$, cefalea, dolor occipital, alteraciones en nervios craneales, irritabilidad, disminución en la escala de coma de Glasgow y al menos uno de las siguientes alteraciones bioquímicas: aumento en el recuento leucocitario ($> 5 \times 10^6/l$), incremento de las Proteínas totales (0.45 g/l) o disminución en la glucosa (<0.5).
- Durante la cirugía se dan las siguientes recomendaciones generales: lavado de manos, asepsia de la piel del paciente a conciencia, administración de antibióticos profilácticos previos a la cirugía, cambio de guantes y disminución de la manipulación del sistema de derivación ventricular durante el procedimiento de colocación, uso de catéter con antibiótico, ya sea clindamicina o rifampicina, tunelización en las ventriculostomía por lo menos 5 centímetros de distancia de la herida quirúrgica y extracción por contraabertura. (12,9).
- Para la colocación del sistema de derivación, se recomienda no sobrepasar el tiempo de 20 a 40 minutos, en la sala únicamente la permanencia de 4 personas, las cuales son el cirujano, el asistente, el anestesiólogo y la enfermera circulante. El uso de antibiótico profiláctico durante la inducción anestésica. El equipo de derivación ventricular se abre en el último minuto previo a la colocación por el cirujano o el asistente con el objetivo de disminuir la exposición prolongada y la contaminación con el aire del mismo. Después de la apertura del sistema de derivación ventricular se sumerge en solución con antibiótico (Gentamicina o Vancomicina). Se sugiere realizar incisiones pequeñas tanto a nivel craneal como abdominal, así como también disminuir el sangrado y controlar el mismo y evitar sangrado subcutáneo. En la inserción de una derivación ventrículo peritoneal, se sugiere empezar primero con la herida abdominal antes que la craneal para disminuir el tiempo de exposición de los tejidos. (16).
- Se concluye que la toma de muestra diaria tiene una incidencia mayor de infección que la permanencia del sistema de derivación ventricular externa. Se sugiera la toma de muestras con datos clínicos o con sospecha de infección por bioquímica sanguínea. (5).
- Los pacientes que presentan estancia prolongada en unidad de cuidados intensivos, intubados, con catéter venos central, con apoyo mecánico

ventilatorio aumenta en porcentaje de infección, por lo que se sugiere siempre el retiro del mismo lo más pronto posible. (5)

- Se sugiere iniciar la colocación de sistema con antibióticos por ejemplo catéter proximal con rifampicina 0.0054%/ Clindamicina 0.15% el cual se encuentra disponible desde el 2002 o catéter con impregnación con plata recubierto con nanoparticulas como bactericida comercial desde el 2004, se ha comprobado que presentan menos incidencia de infecciones comparadas con la colocación de un catéter normal pero no la elimina. (8).

Appendix 1. Excerpt from "Protocol for the Management of External CSF Drainage for Neuroscience Patients" February 2012 © Walton Centre NHS Foundation Trust, with thanks to S. Kewin and M. Jenkinson.

Sampling cerebrospinal fluid from the external ventricular drain

| Action | Rationale |
|--|--|
| A strict sterile technique must be adhered to at all times. | To prevent cross-infection. |
| Sampling must be carried out by healthcare professionals who are trained and assessed to be competent in the procedure. | To minimize the potential risk of complications. |
| Equipment: Dressing trolley containing the following: Sterile towels and sterile gloves Sharps box 2 x 5 mL syringe 2 x 25 g needle 2 x specimen pots pre-labelled Cleansing agent, i.e. 2% alcoholic chlorhexidine solution Laboratory forms pre-labelled Goggles/visors | This is a sterile procedure and a closed system is being breached. Pre-labelling of pots and forms helps towards a methodical approach. A 25 g needle will help prevent leakage from the bung. Sampling without needles is recommended by system manufacturer via red bung attached to three-way tap on system. |
| Explain the procedure to the patient/family carers and rationale for the samples if applicable. | To help reduce anxiety. |
| Sampling must be taken from the three-way tap that is closest to the patient's head on the drainage system, via the red bung. | Reduces the risk of contamination while obtaining a fresh CSF sample. Using a bung that can be left on for the life of the system will prevent infection and provide safe closure. To optimize asepsis. |
| Wash hands and prepare the equipment on the trolley using an aseptic technique. | |
| Once all the equipment is opened, put on the goggles (visors) and sterile gloves. | Reduces the risk of infection. In accordance with COSHH guidelines. |
| Wipe the three-way tap with gauze soaked in 2% alcoholic chlorhexidine solution. Double clamp. | To prevent sampling of the residual CSF in the line. To prevent cross-infection. |
| Ensure the three-way tap is closed off to the port that will be sampled. | |
| Wipe the red Vygon bung with the gauze soaked in 2% alcoholic chlorhexidine solution. | |
| With a 25 g needle and a sterile 5 mL syringe, remove 2.5 mL of CSF and discard the syringe into a yellow waste bag. | This is enough for the samples. Excessive forces should not be exerted in withdrawing the CSF, as brain tissue may be aspirated into the drain. |
| With a fresh 5 mL syringe and needle: remove, gently, over a period of 30 s an aspirate of 2.5 mL of CSF for the sample. | |

COSHH, control of substances hazardous to health; CSF, cerebrospinal fluid.

*Zakaria R, Tripathy S, Srikantharajah N, Rothburn M.M, Lawson D.D.A. Reduction of drain-associated cerebrospinal fluid infections in neurosurgical inpatients: a prospective study. Journal of Hospital Infection. 2013; 84 215-221.

BIBLIOGRAFÍA

1. Zakaria R, Tripathy S, Srikandarajah N, Rothburn M.M, Lawson D.D.A. Reduction of drain-associated cerebrospinal fluid infections in neurosurgical inpatients: a prospective study. *Journal of Hospital Infection*. 2013; 84 215-221.
2. Brandon K, Benjamin G Barrena, Todd A Mackenzie, Bauer David D. Antibiotic Impregnated External ventricular Drains: Meta and Cost Analysis. *World Neurosurgery* (2016) 86:306-315.
3. Joon-Hyung Kim, Naman S, Ricci J, Sstieg P, Rosengart A. Factor contributing to ventriculostomy Infection. *World Neurosurgery* (2012) 77, 1:135-140.
4. Bezerra S, More T, Severo C, Bautista J, Graeff-Teixeira C. Cerebrospinal Fluid eosiniphilia associated with intrventricular shunts. *Clinical Neurology and Neurosurgery* 113 (2011) 345-349.
5. Williamson R, Phillips-Bute B, McDonagh D. Predictors of extraventricular drain-associated bacterial ventriculitis. *Journal of Critical Care* 29 (2014) 77-82.
6. Bassan H, Eshel R, Golan I, Kohelet D, Ben Sira L. Timing of external ventricular drainage and neurodevelopmental outcome in preterm infants with posthemorrhagic hydrocephalus. *European Journal of Paediatric Neurology* 16 (2012) 662-670.
7. Wilkie M, Hanson M, Statham P, Brennan P. Infections of cerebrospinal fluid diversion devices in adults: The role of intraventricular antimicrobial therapy. *Journal of Infection* (2013) 66, 239-246.
8. Zhenwen C, Wang B, Zhihong Z. Impact of antibiotic- and silver-impregnated externa ventricular drains on the risk of infections: A systematic reviewand meta-analysis. *American Journal of Infection Control* 43 (2015) e23-e32.
9. Walti L, Conen A, Coward J, Jost G. Characteristics of infections associated with external ventricular drains of cerebrospinal fluid. *Journal of Infection* (2013) 66, 424-431.
10. Mikhaylov Y, Wilson T, Rajajee V, Thompson G. Efficacy of antibiotic-impregnated external ventricular drains in reducing ventriculostomy-associated infections. *Jornal of Clinical Neuroscience* 21 (2014) 765—768.
11. Foreman P, Hendrix P, Griessenauer C, Schmalz P, Harrigan M. External ventricular drain placement in the intensive care unit versus opeering room: Evaluation of complications and accuracy. *Clinical Neurology and Neurosurgery* 128 (2015) 94-100.
12. Gutierrez-Murgas Y, Snowden J. Ventricular Shunt infections: Immunopathogenesis and clinical management. *Journal of Neuroimmunology* 276 (2014) 1-8.
13. Kitchen WJ, Singh N, Hulme S, Galea J, Patel HC, King AT. External ventricular drain infection: improved technique can reduce infection rates. *British Journal of Neurosurgery* 2011; 25(5):632e5.

14. Ng K, Mabasa VH, Chow I, Ensom MHH. Systematic review of efficacy, pharmacokinetics and administration of intraventricular vancomycin in adults. *Neurocritical Care* 2012
15. Gutierrez-Gonzalez, R., Boto, G.R., Fernandez-Perez, C., del Prado, N., 2010. Protective effect of rifampicin and clindamycin impregnated devices against *Staphylococcus* spp. infection after cerebrospinal fluid diversion procedures. *BMC Neurol.* 10 (pp. 93-2377-10-93).
16. Choux- M, Genitori L, Lang D Shunt implantation: reducing the incidence of Infection. *J Neurosurg* 77:875-880, 1992.
17. Snowden, J.N., Beaver, M., Smeltzer, M.S., Kielian, T., 2012. Biofilm-infected intracerebroventricular shunts elicit inflammation within the central nervous system. *Infect. Immun.* 80 (9), 3206–3214
18. Winkler, K.M., Woernle, C.M., Seule, M., Held, U., Bernays, R.L., Keller, E., 2013. Antibiotic impregnated versus silver-bearing external ventricular drainage catheters: preliminary results in a randomized controlled trial. *Neurocrit. Care* 18 (2), 161–165.
19. Winston, K.R., Ho, J.T., Dolan, S.A., 2013. Recurrent cerebrospinal fluid shunt infection and the efficacy of reusing infected ventricular entry sites. *J. Neurosurg. Pediatr.* 11 (6), 635–642.
20. Harrop JS, Sharan AD, Ratliff J, Prasad S, Jabbour P, Evans JJ, Veznedaroglu E, Andrews DW, Maltenfort M, Liebman K, Flomenberg P, Sell B, Baranoski AS, Fonshell C, Reiter D, Rosenwasser RH: Impact of a standardized protocol and antibiotic-impregnated catheters on ventriculostomy infection rates in cerebrovascular patients. *Neurosurgery* 67:187-191; discussion 191, 2010.
21. Kitchen WJ, Singh N, Hulme S, Galea J, Patel HC, King AT. External ventricular drain infection: improved technique can reduce infection rates. *British Journal of Neurosurgery* 2011;25(5):632e5.
22. Lonsdale DO, Udy AA, Roberts JA, Lipman J. Antibacterial therapeutic drug monitoring in cerebrospinal fluid: difficulty in achieving adequate drug concentrations. *Journal of Neurosurgery* 2012.
23. Ng K, Mabasa VH, Chow I, Ensom MHH. Systematic review of efficacy, pharmacokinetics and administration of intraventricular vancomycin in adults. *Neurocritical Care* 2012.
24. Tangde'n T, Enblad P, Ullberg M, Sjo'lin J. Neurosurgical gramnegative bacillary ventriculitis and meningitis: a retrospective study evaluating the efficacy of intraventricular gentamicin therapy in 31 consecutive cases. *Clinical Infectious Diseases* 2011;52(11):1310e6.
25. Fulkerson DH, Sivaganesan A, Hill JD, Edwards JR, Shoja MM, Boaz JC, et al. Progression of cerebrospinal fluid cell count and differential over a treatment course of shunt infection. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics* 2011;8(6):613e9.
26. Leverstein-van Hall MA, Hopmans TE, van der Sprenkel JW, Blok HE, van der Mark WA, Hanlo PW, et al. A bundle approach to reduce the incidence of external ventricular and lumbar drain related infections. *J Neurosurg* 2010;112:345e53.

27. Sonabend AM, Korenfeld Y, Crisman C, Badjatia N, Mayer SA, Connolly Jr ES. Prevention of ventriculostomy-related infections with prophylactic antibiotics and antibiotic-coated external ventricular drains: a systematic review. *Neurosurgery* 2011; 68:996e1005.
28. Hetem DJ, Woerdeman PA, Bonten MJ, Ekkelenkamp MB. Relationship between bacterial colonization of external cerebrospinal fluid drains and secondary meningitis: a retrospective analysis of an 8-year period. *J Neurosurg* 2010;113:1309e13.
29. Lajcak M, Heidecke V, Haude KH, et al. Infection rates of external ventricular drains are reduced by the use of silver-impregnated catheters. *Acta Neurochir (Wien)* 2013;155(5):875–81.
30. Gibbons C, Bruce J, Carpenter J, et al.: Identification of risk factors by systematic review and development of risk-adjusted models for surgical site infection. *Health Technol Assess* 15:1–156, iii-iv, 2011.
31. Keong NC, Bulters DO, Richards HK, et al. The SILVER (Silver Impregnated Line Versus EVD Randomized trial): a double-blind, prospective, randomized, controlled trial of an intervention to reduce the rate of external ventricular drain infection. *Neurosurgery* 2012;71:394–403 [discussion 403–394].
32. Pople I, Poon W, Assaker R, et al. Comparison of infection rate with the use of antibiotic impregnated vs standard extraventricular drainage devices: a prospective, randomized controlled trial. *Neurosurgery* 2012;71:6–13.
33. Camacho EF, Boszczowski I, Basso M, et al. Infection rate and risk factors associated with infections related to external ventricular drain. *Infection* 2011;39: 47–51.
34. Williams TA, Leslie GD, Dobb GJ, et al. Decrease in proven ventriculitis by reducing the frequency of cerebrospinal fluid sampling from extraventricular drains. *J Neurosurgery* 2011;115(5):1040–6.
35. Kitchen WJ, Singh N, Hulme S, et al. External ventricular drain infection: improved technique can reduce infection rates. *Br J Neurosurg* 2011;25:632–5.
36. Leverstein-van Hall MA, Hopmans TE, van der Sprenkel JW, et al. A bundle approach to reduce the incidence of external ventricular and lumbar drain-related infections. *J Neurosurg* 2010;112:345–53.
37. Muttaiyah S, Ritchie S, John S, et al. Efficacy of antibiotic-impregnated external ventricular drain catheters. *J Clin Neurosci* 2010;17:296–8.
38. Thomas R, Lee S, Patole S, et al. Antibiotic-impregnated catheters for the prevention of CSF shunt infections: a systematic review and meta-analysis. *Br J Neurosurg* 2012;26:175–84.
39. Pople I, Poon W, Assaker R, et al. Comparison of infection rate with the use of antibiotic impregnated vs standard extraventricular drainage devices: a prospective, randomized controlled trial. *Neurosurgery* 2012;71:6–13.
40. Abila AA, Zabramski JM, Jahnke HK, et al. Comparison of two antibiotic-impregnated ventricular catheters: a prospective sequential series trial. *Neurosurgery* 2011;68:437–42.
41. Jackson DA, Patel AV, Darracott RM, Hanel RA, Freeman WD, Hanley DF. Safety of intraventricular hemorrhage (IVH) thrombolysis based on CT

- localization of external ventricular drain (EVD) fenestrations and analysis of EVD tract hemorrhage. *Neurocrit care* 2013;19:103–10.
42. Mortazavi MM, Adeeb N, Griessenauer CJ, Sheikh H, Shahidi S, Tubbs RI, et al. The ventricular system of the brain: a comprehensive review of its history, anatomy, histology, embryology, and surgical considerations. *Child's Nerv Syst: Off J Int Soc Pediatr Neurosurg* 2014;30:19–35.
 43. Bauer DF, Razdan SN, Bartolucci AA, Markert JM. Meta-analysis of hemorrhagic complications from ventriculostomy placement by neurosurgeons. *Neuro-surgery* 2011;69:255–60.
 44. Pople I, Poon W, Assaker R, Mathieu D, Iantosca M, Wang E, et al. Comparison of infection rate with the use of antibiotic-impregnated vs standard extraventricular drainage devices: a prospective, randomized controlled trial. *Neurosurgery* 2012;71:6–13.
 45. Kim JH, Desai NS, Ricci J, Stieg PE, Rosengart AJ, Hartl R, et al. Factors contributing to ventriculostomy infection. *World Neurosurg* 2012;77:135–40.
 46. Zabramski JM, Whiting D, Darouiche RO, Horner TG, Olson J, Robertson C, et al. Efficacy of antimicrobial-impregnated external ventricular drain catheters: a prospective, randomized, controlled trial. *J Neurosurg* 2003;98:725–30.
 47. Mahan M, Spetzler RF, Nakaji P. Electromagnetic stereotactic navigation for external ventricular drain placement in the intensive care unit. *J Clin Neurosci: Off J Neurosurg Soc Australas* 2013;20:1718–22.
 48. Sussman ES, Kellner CP, Nelson E, McDowell MM, Bruce SS, Bruce RA, et al. Hemorrhagic complications of ventriculostomy: incidence and predictors in patients with intracerebral hemorrhage. *J Neurosurg* 2014;120:931–6.
 49. Fichtner J, Güresir E, Seifert V, Raabe A. Efficacy of silver-bearing external ventricular drainage catheters: a retrospective analysis. *J Neurosurg* 2010;112:840e846.
 50. Abla AA, Zabramski JM, Jahnke HK, Fusco D, Nakaji P. Comparison of two antibiotic-impregnated ventricular catheters: a prospective sequential series trial. *Neurosurgery* 2011;68:437e442. discussion 442.
 51. Chi H, Chang K-Y, Chang H-C, Chiu N-C, Huang F-Y. Infections associated with indwelling ventriculostomy catheters in a teaching hospital. *Int J Infect Dis* 2010;14:e216e219.
 52. Williams TA, Leslie GD, Dobb GJ, Roberts B, Van Heerden PV. Decrease in proven ventriculitis by reducing the frequency of cerebrospinal fluid sampling from extraventricular drains. *J Neurosurg* 2011;115:1040e1046.
 53. Sonabend AM, Korenfeld Y, Crisman C, Badjatia N, Mayer S, Connolly ES. Prevention of ventriculostomy-related infections with prophylactic antibiotics and antibiotic-coated external ventricular drains: a systematic review. *Neurosurgery* 2011;68:996e1005.
 54. Keong NCH, Bulters DO, Richards HK, et al. The SILVER (Silver Impregnated Line Versus EVD Randomized trial): a double-blind, prospective, randomized, controlled trial of an intervention to reduce the rate of external ventricular drain infection. *Neurosurgery* 2012;71:394e403. discussion 403e404.

55. McCarthy PJ, Patil S, Conrad SA, Scott LK. International and specialty trends in the use of prophylactic antibiotics to prevent Infectious complications after insertion of external ventricular drainage devices. *Neurocrit Care* 2010;12:220e224.
56. Wong GKC, Ip M, Poon WS, Mak CWK, Ng RYT. Antibiotics impregnated ventricular catheter versus systemic antibiotics for prevention of nosocomial CSF and non-CSF infections: a prospective randomised clinical trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2010;81:1064e1067.
57. Harrop JS, Sharan AD, Ratliff J, et al. Impact of a standardized protocol and antibiotic-impregnated catheters on ventriculostomy infection rates in cerebrovascular patients. *Neurosurgery* 2010;67:187e191; discussion 191.
58. Tse T, Cheng K, Wong K, Pang K, Wong C. Ventriculostomy and infection: a 4-year-review in a local hospital. *Surg Neurol Int* 2010;1:47.
59. Dey M, Jaffe J, Stadnik A, Awad IA. External ventricular drainage for intraventricular hemorrhage. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2012;12:24-33.
60. Pople I, Poon W, Assaker R, Mathieu D, Iantosca M, Wang E, et al. Comparison of infection rate with the Use of antibiotic-impregnated vs standard extraventricular drainage devices: a prospective, randomized controlled trial. *Neurosurgery* 2012;71:6-13.
61. Muttaiyah S, Ritchie S, John S, Mee E, Roberts S. Efficacy of antibiotic impregnated external ventricular drain catheters. *J Clin Neurosci* 2010;17: 296-8.
62. Mikhaylov Y, Wilson TJ, Rajajee V, Thompson BG, Maher CO, Sullivan SE, et al. Efficacy of antibiotic-impregnated external ventricular drains in reducing ventriculostomy-associated infections. *J Clin Neurosci* 2014;21:765-8.
63. Harrop JS, Sharan AD, Ratliff J, Prasad S, Jabbour P, Evans JJ, et al. Impact of a Standardized protocol and antibiotic-impregnated catheters on ventriculostomy infection rates in Cerebrovascular patients. *Neurosurgery* 2010; 67:187-91.
64. Rivero-Garvia M, Marquez-Rivas J, Jimenez-Mejias ME, Neth O, Rueda-Torres AB. Reduction in external ventricular drain infection rate. Impact of a minimal handling protocol and antibiotic impregnated catheters. *Acta Neurochir* 2011;153:647-51.
65. Fichtner J, Guresir E, Seifert V, Raabe A. Efficacy of silver-bearing external ventricular drainage catheters: a retrospective analysis. *J Neurosurg* 2010;112: 840-6.
66. Lajcak M, Heidecke V, Haude KH, Rainov NG. Infection rates of external ventricular drains are reduced by the use of silver-impregnated catheters. *Acta Neurochir* 2013;155:875-81.
67. Keong NC, Bulters DO, Richards HK, Farrington M, Sparrow OC, Pickard JD, et al. The SILVER (Silver Impregnated Line versus EVD Randomized trial): a doubleblind, prospective, randomized, controlled trial of an intervention to reduce the rate of external ventricular drain infection. *Neurosurgery* 2012;71:394-403. discussion 403-4.

68. Thomas R, Lee S, Patole S, Rao S. Antibiotic-impregnated catheters for the prevention of CSF shunt infections: a systematic review and meta-analysis. *Br J Neurosurg* 2012;26:175-84.
69. Thomas R, Lee S, Patole S, Rao S. Antibiotic-impregnated catheters for the prevention of CSF shunt infections: a systematic review and meta-analysis. *Br J Neurosurg* 2012;26:175-84.
70. Jenkinson MD, Gamble C, Hartley JC, Hickey H, Hughes D, Blundell M, et al. The British antibiotic and silver-impregnated catheters for ventriculoperitoneal shunts multi-centre randomised controlled trial (the BASICS trial): study protocol. *Trials* 2014;15:4.