

**Factores de riesgo asociados a infecciones del sitio operatorio en
pacientes neuroquirúrgicos pediátricos, en un Hospital Infantil
colombiano entre 2008 y 2013**

Investigadores:

Diana Marcela Restrepo Marín: Enfermera Epidemióloga HUSVF, candidata a Magister en ciencias médicas mención en infecciones intrahospitalarias y epidemiología hospitalaria.

Eduardo Cortés Silva: MD. Neurocirujano Pediátrico HUSVF.

**MAESTRÍA EN CIENCIAS MÉDICAS MENCIÓN EN INFECCIONES
INTRAHOSPITALARIAS Y EPIDEMIOLOGÍA HOSPITALARIA
UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO CHILE**

2014

Resumen

Introducción: Las Infecciones de Sitio Operatorio (ISO) en el Sistema Nervioso Central (SNC) son el principal evento adverso que se presenta en los pacientes pediátricos neuroquirúrgicos internados en el Hospital Infantil de San Vicente Fundación. Desde Abril de 2008 hasta diciembre de 2013 dicha subespecialidad ha realizado 961 procedimientos neuroquirúrgicos a 666 niños entre 0 y 14 años de edad, con una proporción de 9,8 % infecciones para el periodo. Este tipo de infecciones son devastadoras y traen secuelas graves y permanentes a los pacientes, adicional a los costos sociales y económicos para el sistema.

Objetivos: Determinar factores de riesgo de los pacientes pediátricos para adquirir infecciones de sitio operatorio (ISO) en sistema nervioso central (SNC) relacionadas con los procedimientos neuroquirúrgicos y describir aspectos como: tipo de infecciones, factores demográficos, microbiológicos y los relacionados con los diferentes momentos quirúrgicos (pre, intra y pos - operatorio) en la población de estudio.

Materiales y métodos: Estudio retrospectivo tipo casos y controles, desarrollado en pacientes pediátricos (0 a 14 años) que fueron sometidos a procedimientos neuroquirúrgicos en el Hospital Universitario de San Vicente Fundación entre los años 2008 y 2013. Según el cálculo de tamaño de muestra se requirieron 188 pacientes en el estudio: 94 pacientes con ISO posterior a procedimiento neuroquirúrgico y 94 pacientes sometidos al mismo procedimiento con igual diagnóstico preoperatorio que no desarrollaron

infección, los casos de ISO fueron definidos según criterios CDC 2008. Se realizó análisis univariado y bivariado a los factores estudiados y se realizó análisis multivariado, incluyendo todos los factores de riesgo significativos en el análisis bivariado y los considerados como relevantes en la literatura.

Resultados: Las principales infecciones fueron Meningitis 63%, ISO superficial 20%, los principales microorganismos aislados fueron *Coagulasa negativos* (29%) y *Staphylococcus aureus* (25%), los factores de riesgo para ISO en el modelo bivariado fueron: sistema de drenaje posoperatorio mayor a 6 días (OR 6,25, IC (1,42–27,4), p 0,01), Fístula de LCR posoperatorio (OR 4,11, IC (1,75- 9,65), p 0,00), Monitoria de PIC posoperatoria (OR 6,34 IC (0,75-53,73) p0,05), días de hospitalización total (Media: 44,8 días +/- DE 36,2 días p=0,01). En el modelo multivariado los factores de riesgo fueron sistema de drenaje posoperatorio mayor a 6 días (OR 6,19, IC (1,68-29,94), p0,023) y Ausencia de profilaxis antibiótica (OR 6,083 IC (1,06-34,91), p0,043).

Conclusión:

El presente estudio encontró que los principales factores de riesgo para desarrollo de ISO se encuentran en el posoperatorio, la monitorización invasiva de la Presión intracraneana (PIC), la presencia de fístula de líquido cefalorraquídeo posterior a cirugía y la permanencia de drenajes externos de LCR por tiempo mayor a 6 días, podrían sugerir que cualquier comunicación del espacio intraventricular o subaracnoideo con el ambiente externo y la duración de esta comunicación deben ser tomados como un riesgo para desarrollar una infección postoperatoria.

Aunque hay controversia en la utilidad de la profilaxis antibiótica en pacientes neuroquirúrgicos adultos, en el presente estudio que aborda exclusivamente población infantil se encuentra la no aplicación de la misma, como factor de riesgo para desarrollo de ISO, se deben realizar estudios adicionales preferiblemente prospectivos para evaluar no solo el uso de la profilaxis sino otras variables relacionadas, como las dosis administradas, el momento de la aplicación, que pueden influir en el resultado de la misma.

Agradecimientos:

Un agradecimiento muy especial a todas las personas que han participado en este proyecto, docentes y asesores, personal que labora en la institución, al departamento de Neurocirugía pediátrica y al servicio de Epidemiología Hospitalaria por respaldar el proyecto y suministrar la información necesaria para enriquecerlo.

LISTADO DE CONTENIDOS

CAPITULO I.....	7
INTRODUCCIÓN	7
Planteamiento del problema	7
CAPÍTULO II.....	9
Revisión de la literatura	9
Factores de riesgo	9
CAPÍTULO III.....	13
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	13
Tipo de estudio	13
OBJETIVOS.....	13
Objetivo general:.....	13
Objetivos específicos:	13
CAPITULO IV	15
POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	15
Criterios de elegibilidad:.....	15
Criterios de inclusión:	15
Criterios de exclusión:	15
CAPITULO V	16
Definición del evento a estudiar:	16
Definición de caso:	16

Definición de control:	17
Criterios de pareo para los controles:	17
CAPÍTULO VI	18
VARIABLES	18
Variables Independientes:	18
Variable dependiente:	19
Recolección de la información:	23
Control de sesgos y errores:	23
CAPITULO VII	24
Plan de tabulación de la información:	24
Plan de análisis de la información:	24
Muestra:	24
CAPITULO VIII	26
CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	26
CAPITULO IX	27
RESULTADOS.....	27
CAPITULO X	33
DISCUSIÓN	33
CONCLUSIONES	37
REFERENCIAS	38

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.	19
Tabla 2. Descripción de los diagnósticos preoperatorios de la población de estudio	27
Tabla 3. Descripción de procedimientos realizados a la población de estudio.	28
Tabla 4. Tipo de infecciones del sitio operatorio en la población de estudio	28
Tabla 5. Microorganismos aislados en las infecciones de sitio operatorio de la población de estudio.	29
Tabla 6. Factores Preoperatorios de la población.....	29
Tabla 7. Factores intraoperatorios de la población de estudio.....	30
Tabla 8. Factores posoperatorios de la población de estudio	30
Tabla 9. Factores asociados con infección de sitio operatorio en pacientes neuroquirúrgicos pediátricos.	31
Tabla 10. Modelo Multivariado	32

LISTADO FIGURAS

Figura 1. Diseño del estudio: evento a estudiar.	16
---	----

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

Las infecciones asociadas a la atención de salud (IAAS) son una amenaza para los pacientes que requieren una atención en salud. Se estima que uno de cada 20 pacientes ingresados en un hospital contraerá una infección, simplemente por el hecho de estar hospitalizados (1). Además, las IAAS afectan a los pacientes más frágiles por lo tanto, los pacientes pediátricos son una de las principales preocupaciones.

Las infecciones del sistema nervioso central (SNC) en pacientes con patologías neuroquirúrgicas, representan un tema de especial interés dada su alta tasa de mortalidad y morbilidad asociada. La frecuencia de las IAAS del SNC en algunos estudios se encuentra en un rango de 1 a 8% (2)

Al respecto se ha descrito diversas publicaciones que muestran la magnitud del problema, en Estados Unidos la red National Healthcare Safety Network (NHSN), proporcionan los resultados de la vigilancia selectiva realizada las derivaciones ventriculares, en este informe documentan entre 4.04 a 5.93 infecciones por 100 procedimientos (3).

Algunas publicaciones que analizan infecciones del SNC en niños como: meningitis, empiemas intracraneales, abscesos cerebrales, muestran tasas de mortalidad que oscilan entre 2,6% a 35% (4,5,6,7), y otros estudios describen alteraciones neurológicas permanentes tales como: pérdida severa de la audición, ventriculitis, hidrocefalia o convulsiones, entre el 3,3% y el 35%

de los pacientes pediátricos que sobreviven a estas infecciones del SNC (4, 5,6,8,9,10), sumado a los costos económicos para el sistema de salud (2).

Colombia no es ajena a la problemática descrita, en el Hospital Infantil de San Vicente Fundación ubicado en el Departamento de Antioquia (Colombia), desde Abril de 2008 hasta diciembre de 2013 la subespecialidad de neurocirugía pediátrica ha realizado 961 procedimientos neuroquirúrgicos a 666 niños entre 0 y 14 años de edad. Con una proporción de 9,8 % infecciones para el periodo, interesados en abordar la prevención de ISO de forma transversal, se ha realizado búsqueda de literatura relacionada, sin embargo esta es escasa y dirigida a poblaciones de adultos o poblaciones pediátricas con características sociales, culturales, nutricionales y diferentes a la colombiana.

Debido las complicaciones ya mencionadas, a los altos costos económicos y sociales derivados de las neuroinfecciones en pacientes pediátricos; sumado a la poca literatura a nivel local, es necesario abordar esta problemática con el fin de identificar los factores de riesgo de los pacientes pediátricos para adquirir IAAS en SNC asociadas a procedimientos quirúrgicos.

Se espera que los resultados obtenidos generen aportes que permitan direccionar estrategias por parte de la subespecialidad Neuroquirúrgica y por el área de Vigilancia epidemiológica, encaminadas a evitar la aparición de este tipo de eventos adversos en los pacientes, lo que a su vez se traduce en una mejor calidad de vida para los niños y sus familias.

CAPÍTULO II

Revisión de la literatura

En la patogénesis de las ISO del SNC inicialmente se produce una contaminación microbiana de la zona quirúrgica, por fuentes endógenas y/o exógenas y posteriormente se produce la infección (11).

En esta investigación se utilizarán las definiciones de infección dadas por el centro para control y prevención de las enfermedades (CDC) en la publicación del 2008 (12).

Factores de riesgo

Factores relacionados con las características de los pacientes:

Edad: Los pacientes prematuros son vulnerables a las infecciones del SNC debido a la inmadurez de la barrera hematoencefálica, lo que favorece la diseminación hematológica de los microorganismos (13).

Tiempo de hospitalización: Buffet (14) encontró la estancia hospitalaria como factor de riesgo para ISO: Estancia hospitalaria en pacientes con ISO (MD: 22 días+/-DS: 18,6 días) $p=0,01$. Estancia preoperatoria en pacientes con ISO (MD: 2,7 días+/-DS: 2,9 días) $p=0,01$.

Factores relacionados con el momento preoperatorio:

Focos infecciosos a distancia: Favorece la colonización hematológica de la herida quirúrgica, principalmente cuando existe material protésico; esto es demostrado como un factor de riesgo individual en 2 estudios (15, 16) Aumentándose el riesgo hasta 5 veces en presencia de focos infecciosos.

Factores relacionados con el momento intraoperatorio:

Urgencia del procedimiento: Korinek y su grupo (17), encontraron en el análisis univariado de su investigación sobre factores de riesgo para ISO en pacientes postquirúrgicos de craneotomía que las cirugías de emergencia representaban riesgo de ISO; RR 1,9 (95% IC) 1,3 – 2,8; $p=0,0003$.

Escala de coma de Glasgow al momento de la cirugía: Puntuaciones inferiores a 10 en la medición de esta escala en el preoperatorio, se han asociado a ISO (17); RR 2.5 (95% IC) 1,7 – 3,8; $p=0,0001$.

Profilaxis antibiótica: Korinek y su grupo (17), encontraron como factor de riesgo para ISO en pacientes postquirúrgicos de craneotomía la ausencia de profilaxis antibiótica RR 1,4 (95% IC) 1,0 – 2,0, $p=0,05$.

Clasificación de la herida quirúrgica: Es la estimación de la contaminación microbiana del sitio quirúrgico. Korinek y su grupo (17), encontraron como factor de riesgo para ISO las heridas sucias y contaminadas RR 2,5 (1,5 – 4,5) $p=0,003$.

Tiempo quirúrgico: Esta variable se encontró como factor de riesgo significativo en el estudio de Korinek (17) y colaboradores cuando el tiempo quirúrgico de las craneotomías era > 4 horas. RR 1,9 (95% IC) 1,3 -2,7, $p=0,001$.

Sistema de clasificación del estado físico ASA: Dos estudios uno realizado por Buang (2) y otro realizado por Korinek (17) encontraron que puntuaciones mayores de 2 se comportan como factor de riesgo asociado a ISO, OR 2,35

(95% IC) 1,10 – 5,04, $p=0,027$; y RR (95% IC) 1,6 (1,0 – 2,3) $p=0,03$, respectivamente.

Factores relacionados con el postoperatorio:

Drenajes internos o externos: Se ha encontrado como factores asociados al desarrollo de infección en estos dispositivos, el tiempo de instalación y la manipulación (18). Otros estudios han descrito riesgos adicionales como la prematuridad extrema, fístula de LCR posquirúrgica (19). Korinek (17) encontró el uso de drenajes externos como factor de riesgo para desarrollo de ISO RR 2,1 (95% IC) 1,1 – 4,1, $p=0,04$.

Fístula de líquido cefalorraquídeo posoperatoria: Tres publicaciones han descrito asociación entre la aparición de ISO y la presencia de fístula de LCR (19,21). Korinek (17) encuentra en su análisis multivariado una fuerte asociación entre esta variable y la aparición de ISO OR 145 (IC - 95%) (72-293); $p<10^{-4}$.

Monitorización invasiva de la presión intracraneana: Se reportan tasas de infección hasta del 40% asociada a estos dispositivos y esta se distribuye dependiendo de la localización: 7,5% con un tornillo subaracnoideo, una tasa de 14,9% con un catéter subdural, y una tasa de 21,9% para un catéter de derivación ventricular (20). Otros estudios que abordan el tema de forma individual asocian el riesgo de infección a variables como: Monitorización de la PIC con ventriculostomía RR 3,4 (IC del 95%) 1,0 - 10,7, la presencia de una fístula de líquido cefalorraquídeo RR 6,3 (IC 95 %) 1,5-27,4. Infección concurrente en sitios que no sean de la infección del SNC, específicamente

neumonía e infecciones del tracto urinario, RR 3,4 (IC del 95%) 01.02 - 09.05. Monitoreo por tiempo mayor de 5 días, RR 4,0 (IC del 95%) 01.03 - 11.09. Los pacientes con más de un sistema de monitorización de la PIC RR 4,9 (IC 95 %) 1,7 - 13,8 (19).

Agente etiológico de la infección: Algunos estudios describen en dispositivos de monitorización de PIC a *Estafilococos* coagulasa negativos (ECN) en 17-78% de los casos, y *Staphylococcus epidermidis* en el 47 - 64%. *Estafilococo aureus* se detectó en el 4-30% de todos los casos (19). En un estudio prospectivo de ISO posterior a craneotomías se encontró que *Staphylococcus aureus* fue la principal bacteria responsables de infecciones del sitio quirúrgico, con una alta proporción de *S. aureus* meticilino-resistentes, especialmente en infecciones profundas de la herida (41,4%). (17, 21).

Reintervenciones tempranas: Un estudio encuentra que las reintervenciones quirúrgicas realizadas durante las 48 horas posteriores al procedimiento quirúrgico se asocian a riesgo de ISO; OR 7,3 (IC 95%) 4.4 - 11.9, $p < 10^{-4}$. (17).

CAPÍTULO III

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de estudio: Estudio observacional analítico tipo Casos y controles.

Pregunta de investigación: ¿Cuáles son los factores de riesgo para adquirir infecciones de sitio operatorio en pacientes neuroquirúrgicos entre 0 y 14 años de edad, en el Hospital Infantil de San Vicente Fundación entre abril de 2008 y Julio de 2013?

OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinar los factores de riesgo para desarrollar infecciones de sitio operatorio (ISO) en pacientes neuroquirúrgicos menores de 14 años de edad, intervenidos en el Hospital Universitario de San Vicente Fundación.

Objetivos específicos:

- Cuantificar la frecuencia y el tipo de ISO que presentaron los pacientes neuroquirúrgicos intervenidos en el período de abril 2008 y Julio de 2013.
- Describir los factores demográficos, microbiológicos, preoperatorios, intraoperatorios y postoperatorios en la población de estudio.
- Identificar el factor demográfico edad de los pacientes pediátricos que fueron sometidos a intervenciones neuroquirúrgicas, representa un factor de riesgo para el desarrollo ISO postquirúrgica en la población de estudio.

- Determinar si los factores preoperatorios, los relacionados con el procedimiento y los posoperatorios, son factores de riesgo para desarrollar ISO en la población de estudio.
- Determinar si la presencia de infecciones intrahospitalarias no relacionadas con el procedimiento quirúrgico durante la hospitalización, son un factor de riesgo para desarrollo de ISO posoperatoria.

CAPITULO IV

POBLACIÓN DE ESTUDIO

Está conformada por los registros de pacientes menores de 14 años sometidos a procedimientos neuroquirúrgicos, para los pacientes CASO se seleccionaron los pacientes que el programa de vigilancia epidemiológica dentro de su vigilancia global de infecciones ha clasificado como paciente con ISO según criterios de clasificación CDC (12) y cumplan con los criterios adicionales de elegibilidad al estudio; para los pacientes CONTROL se buscaron pacientes que fueron sometidos a procedimiento neuroquirúrgico y no desarrollaron ISO, fueron seleccionados por pareo, y adicionalmente cumplieron con los criterios de elegibilidad al estudio.

Criterios de elegibilidad:

Criterios de inclusión:

- Pacientes entre 0 y 14 años de edad.
- Pacientes sometidos a procedimientos neuroquirúrgicos.

Criterios de exclusión:

- Pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas de otra especialidad.
- Pacientes con ISO asociadas a procedimientos diferentes a los realizados por neurocirugía.
- Pacientes cuya información en historia clínica sea insuficiente y no permita llenar el formulario de recolección de datos en su totalidad.

CAPITULO V

Definición del evento a estudiar:

Se estudiarán pacientes sometido a intervención neuroquirúrgica que presentaron infección y los que no presentaron infección, para explorar factores que se comporten como un riesgo de infección de sitio operatorio en la población de estudio, (ver Figura 1. Diseño del estudio: evento a estudiar.)

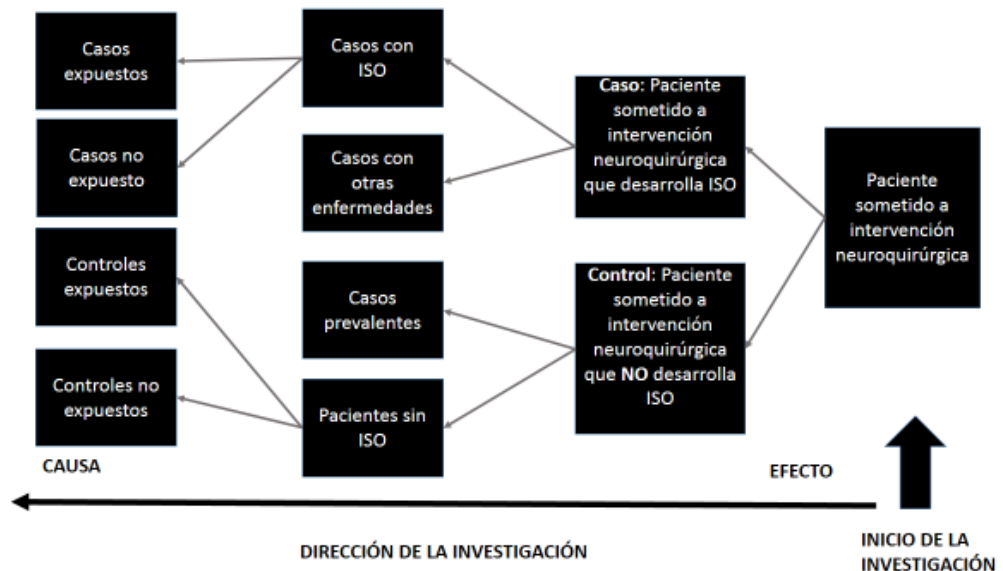


Figura 1. Diseño del estudio: evento a estudiar.

Definición de caso:

Paciente menor de 14 años, sometido a procedimiento neuroquirúrgico quien presentó una Infección de sitio operatorio, esta infección cumple con los criterios CDC, y será captada de los reportes elaborados por programa de control de infecciones del hospital.

Definición de control:

Paciente menor de 14 años, sometido a procedimiento neuroquirúrgico quien NO presento una Infección de sitio operatorio, los controles serán tomados de los reportes del servicio de neurocirugía pediátrica y serán seleccionados si cumplen con los criterios de elegibilidad y de pareo.

Criterios de pareo para los controles:

- Tipo de procedimiento realizado.
- Enfermedad de base.

CAPÍTULO VI

VARIABLES

Variables Independientes:

1. Edad.
2. Sexo.
3. Días de Hospitalización preoperatorios.
4. Diagnóstico preoperatorio.
5. Escala de coma de Glasgow al momento de la cirugía.
6. Infección activa en el momento de la cirugía.
7. Nombre del procedimiento quirúrgico.
8. Tipo de cirugía.
9. Tiempo quirúrgico
10. Puntuación ASA
11. Clasificación de la herida.
12. Presencia de derivación externa o interna en el momento de la cirugía.
13. Profilaxis antibiótica pre quirúrgica.
14. Drenajes externos pos operatorios.
15. Duración de drenaje externo.
16. Fístula de líquido cefalorraquídeo posoperatoria.
17. Monitorización invasiva de la presión intracraneana.
18. Tipo de ISO clasificada.
19. Infección intrahospitalaria no relacionada con el procedimiento quirúrgico.

20. Tipo de infección intrahospitalaria no asociada a procedimiento quirúrgico.

21. Agente etiológico de la infección.

22. Reintervenciones tempranas.

23. Número de días de hospitalización.

Variable dependiente:

- Tipo de infección de sitio operatorio clasificada.

Tabla 1. Operacionalización de variables.

VARIABLES PREOPERATORIAS				
Nombre de la variable	Definición	Naturaleza	Nivel de medición	Valores
Edad	Cantidad de años cumplidos	Cuantitativo	Razón	Número de años cumplidos.
Sexo	Género del paciente	Cualitativo	Nominal	1=Masculino 0= femenino
Días de Hospitalización preoperatorios.	Número total de días de hospitalización previos al procedimiento quirúrgico.	Cuantitativo	Razón	Número total de días. (0 o mayor)
Diagnóstico	Diagnóstico por el cual el paciente debe ser intervenido quirúrgicamente	Cualitativa	Nominal	_____
Escala de coma de Glasgow al momento de la cirugía.	Escala de severidad del TEC suma total de respuestas obtenidas al momento de la cirugía.	Cualitativa	Nominal	0= <10 1= >10

Infección activa en el momento de la cirugía.	Documentar si el paciente en el momento de la cirugía presenta una infección que no ha cumplido las dosis mínimas de tratamiento antibiótico, de acuerdo al tipo de infección.	Cualitativa	Nominal	1=Si 0=No
VARIABLES DEL PROCEDIMIENTO OPERATORIO				
Nombre de la variable	Definición	Naturaleza	Nivel de medición	Valores
Nombre del Procedimiento quirúrgico	Nombre del procedimiento quirúrgico realizado.	Cualitativa	Nominal	_____
Tipo de cirugía.	Clasificación de la cirugía según la urgencia.	Cualitativa	Nominal	1=Urgente 0=Electiva
Tiempo quirúrgico	Duración de la cirugía desde la incisión de la piel hasta el cierre de la herida quirúrgica.	Cuantitativa	Razón	Tiempo en Minutos
Puntuación ASA	Puntuación del ASA (Sociedad Americana de Anestesiología), dada por el anestesiólogo antes del procedimiento quirúrgico.	Cualitativa	Nominal	0 = < 2 1 = > 2
Clasificación de la herida.	Clasificación de la herida pre quirúrgica según el grado de contaminación.	Cualitativa	Nominal	0= Limpia 1= limpia-contaminada.
Presencia de derivación externa o interna	Documentar si en el momento de la cirugía el	Cualitativa	Nominal	Si=1 No=0

en el momento de la cirugía.	paciente tenía insertado cualquier tipo de derivación.			
Profilaxis antibiótica pre quirúrgica.	Administración de antibiótico profiláctico antes del procedimiento quirúrgico.	Cualitativa	Nominal	Si=0 No=1
VARIABLES POSOPERATORIAS				
Drenajes externos pos operatorios.	Colocación Drenaje externo en el procedimiento.	Cualitativo	Nominal	Si=1 No=0
Duración de drenaje externo.	Total de días que permaneció instalado el sistema de drenaje.	Cualitativa	Nominal	>6 = 1 <6 = 0
Fístula de líquido cefalorraquídeo posoperatoria.	Presencia de fístula de líquido cefalorraquídeo posterior a la realización del procedimiento quirúrgico.	Cualitativo	Nominal	Si =1 No =0
Monitorización invasiva de la presión intracraneana	Presencia de cualquier dispositivo invasivo para medición de la presión intracraneana.	Cualitativa	Nominal	Monitoria=1 Sin monitoria =0
Tipo de ISO clasificada	Definición de ISO asociada al procedimiento neuroquirúrgico, clasificada según criterios CDC 2008.	Cualitativa	Nominal	ISO superficial ISO profunda Absceso cerebral Absceso epidural Meningitis o ventriculitis Osteitis Empiema Otra

Infección intrahospitalaria no relacionada con el procedimiento quirúrgico.	Infección que se produce durante la hospitalización del paciente, no está atribuida al procedimiento quirúrgico, y cumple criterios de Infección intrahospitalaria CDC 2008.	Cualitativa	Nominal	Si =1 No = 0
Tipo de infección intrahospitalaria que desarrolla el paciente no asociada a procedimiento quirúrgico.	Definición de la IIH desarrollada por el paciente durante la hospitalización que no está relacionada con el procedimiento quirúrgico.	Cualitativa	Nominal	_____ —
Agente etiológico de la infección	Microorganismo aislado en una muestra (LCR, pus, sangre, etc) que está relacionado con la Infección intrahospitalaria.	Cualitativa	Nominal	_____ —
Reintervenciones tempranas.	Reintervenciones durante las 48 horas posteriores al procedimiento quirúrgico,	Cualitativa	Nominal	Si =1 No = 0
Número de días de hospitalización	Periodo de tiempo desde el ingreso hasta El egreso	Cuantitativo	Razón	0 o mayor

Recolección de la información:

El neurocirujano pediátrico suministró un listado con las identificaciones de los pacientes y los procedimientos realizados por él, desde su ingreso a la institución desde el 2008.

Se generó un listado en Excel donde se cruzó la información de casos de infección en el periodo de estudio que fue suministrada por la oficina de vigilancia epidemiológica y la información de procedimientos y pacientes generada por neurocirugía, con esta información se captaron una parte de los casos, el restante número de casos debió completarse mediante la búsqueda en las historias clínicas forma retrospectiva.

La información de cada caso y/o control que cumplió con los criterios fue consignada en el formato de recolección de la información.

Control de sesgos y errores:

Antes de iniciar la recolección de los datos el grupo de investigadores se estandarizó para diligenciar correctamente el formulario de recolección, se realizó supervisión constante tanto del diligenciamiento como de la digitación de los datos, para controlar las inconsistencias. Este control se realizó por los investigadores principales.

.

CAPITULO VII

Plan de tabulación de la información:

La información se digitó en una base de datos en Excel y para los posteriores análisis se utilizó el paquete estadísticos SPSS VERSION 18.

Plan de análisis de la información:

En primer lugar se realizó un análisis descriptivo de la variable participante en el estudio, según los dos grupos (caso y controles) dependiendo de la naturaleza y los resultados se calculó proporción a las cualitativas y utilizara media o mediana con desviación estándar y rango intercuartílico, en las cuantitativas según su distribución sea normal o no.

En segundo lugar, se realizó comparaciones cualitativas nominales, y se obtuvo medidas de asociación con OR entre las variables independientes y dependientes y sus respectivos intervalos de confianza del 95%. Se utilizó la prueba de Chi², con un valor de p menor de 0.05. El nivel de significación utilizado fue del 5%.

En último lugar, se realizó un análisis multivariado tipo regresión logística dicotómica con las variables que fueron significativas, en el modelo bivariado, y se tomara criterios clínicos en aquellas variables no significativas pero que por estudios previos son factores de riesgo.

Muestra:

Basados en el estudio de Buang S (2), se realizó cálculo de tamaño de muestra con el programa gratuito EPIDAT, versión 3.1 de la Organización Panamericana de la Salud, con la fórmula: cálculo de muestra para estimación

de OR, tomando la variable tipo de cirugía: cirugía de emergencia, se consideró una confianza del 95% y un poder del 80%, tomando una proporción de pacientes infectados $n=24/30$ (80%) y proporción de pacientes no infectados $n= 222/360$ (61,7%), OR 2,49, esperando un caso por cada control, se requiere un tamaño de muestra mínimo de 92 casos y 92 controles.

CAPITULO VIII

CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo a lo contemplado en la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, esta investigación se considera sin riesgo, toda la información se toma de la historia clínica y los registros de vigilancia epidemiológica y en ningún momento se interactúa con el paciente.

Los investigadores garantizan la confidencialidad en el manejo de la información, en los formatos de recolección no será consignado el nombre del paciente y se someterá a evaluación el proyecto a los comités de ética institucionales para garantizar el adecuado manejo de la información.

CAPITULO IX

RESULTADOS

Población:

En el periodo de estudio comprendido entre los años 2008 y 2013 un total de 188 pacientes cumplieron criterios de inclusión, 94 pacientes con ISO posterior a procedimiento neuroquirúrgico y 94 pacientes sometidos al mismo procedimiento con igual diagnóstico preoperatorio que no desarrollaron infección (Ver Tabla 2. Descripción de los diagnósticos preoperatorios de la población de estudio y Tabla 3. Descripción de procedimientos realizados a la población de estudio.).

Tabla 2. Descripción de los diagnósticos preoperatorios de la población de estudio

DIAGNOSTICO (N=188)	n (%)
Hidrocefalia	110 (59)
Tumor del sistema nervioso central	24 (12)
Trauma craneoencefálico (TEC)	22 (12)
Mielomeningocele	8 (4)
Deformidad de columna	8 (4)
Encefalocele	4 (2)
Fístula de líquido cefalorraquídeo	4 (2)
Epilepsia refractaria	4 (2)
Compresión medular	2 (1)
Meningitis	2 (1)

Los principales diagnóstico de la población de estudio fueron hidrocefalia 59% seguido de Tumor del SNC 12% y Trauma craneoencefálico 12%.

Tabla 3. Descripción de procedimientos realizados a la población de estudio.

PROCEDIMIENTOS (N=188)	n (%)
Derivación ventrículo peritoneal (DVP)	62 (33)
Ventriculostomía externa	32 (17)
Resección de tumor	22 (12)
Cirugía de trauma	20 (12)
Endoscopia Intraventricular	16 (8)
Corrección Mielomeningocele	8 (4)
Exploración frontobasal	4 (2)
Corrección encefalocele	4 (2)
Cirugía de epilepsia	4 (2)
Descompresión medular	4 (2)
Colocación de catéter de presión intracraneana	2 (1)
Biopsia esterotáxica	2 (1)
Liberación de médula anclada	2 (1)
Corpectomía	2 (1)
Corrección malformación médula espinal	2 (1)
Corrección de fístula	2 (1)

Los principales tipos de procedimientos realizados fueron: Derivación ventrículo peritoneal 33%, Ventriculostomía externa 17% y resección de tumor 12%.

Tabla 4. Tipo de infecciones del sitio operatorio en la población de estudio

TIPO DE INFECCIÓN (N=94)	n %
Meningitis o ventriculitis	60 (64)
Infección quirúrgica superficial	19 (20)
Infección quirúrgica profunda	6 (6)
Empiema	5 (5)
Osteítis	2 (2)
Absceso cerebral	2 (2)

Se agruparon las infecciones de los pacientes en 6 tipos de infección relacionados con procedimientos neuroquirúrgicos. Como se puede ver en Tabla 4. Tipo de infecciones del sitio operatorio en la población de estudio. Donde la principal infección es la meningitis 64% de los pacientes.

Tabla 5. Microorganismos aislados en las infecciones de sitio operatorio de la población de estudio.

MICROORGANISMO (N=69)	n %
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	20 (29)
<i>Staphylococcus aureus</i>	17 (25)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	7 (10)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	6 (9)
<i>Escherichia coli</i>	5 (7)
<i>Acinetobacter baumannii</i>	5 (7)
<i>Haemophilus influenzae</i>	3 (4)
<i>Enterococcus faecalis</i>	3 (4)
<i>Proteus mirabilis</i>	1 (1)
<i>Enterococcus faecium</i>	1 (1)
<i>Bacilo gram negativo</i>	1 (1)

En (n=25) infecciones no hay germen aislado. Tabla 5. Microorganismos aislados en las infecciones de sitio operatorio de la población de estudio.

Tabla 6. Factores Preoperatorios de la población.

FACTORES	CASOS	CONTROLES
Sexo masculino n (%)	49 (52)	57 (61)
GLASGOW < 10 n (%)	17 (18)	11 (12)
Infección activa (SI) n (%)	11 (12)	4 (4)
Edad (Meses) Media (DE) Mediana (RI)	39 (42,4)	44,4 (44)
	21 (7,5 - 72)	36 (35 - 53)
Hospitalización preoperatoria Media (DE)	12 (16,9)	11,3 (16,1)

Mediana (RI)		
	7 (1,75 -14)	5 (0 - 66)

Dentro de las variables preoperatorias la edad promedio de los pacientes infectados fue de 39 meses para los casos y 44,4 meses para los controles, aproximadamente 3 años en ambas poblaciones, ver Tabla 6. Factores Preoperatorios de la población.

Tabla 7. Factores intraoperatorios de la población de estudio.

FACTORES	CASOS	CONTROLES
ASA $\leq$ 2 n (%)	58 (62)	53 (56)
Tipo de cirugía – Urgente n (%)	45 (48)	56 (60)
Presencia derivación en cirugía (SI) n (%)	43 (46)	36 (38)
Tiempo quirúrgico > 2 HORAS n (%)	26 (28)	21 (22)
Profilaxis Antibiótica - (NO) n (%)	22 (23)	12 (13)
Clasificación de la herida Limpia contaminada n (%)	12 (13)	11 (12)

En las variables del intraoperatorio el 62% de los casos y el 56% de los controles tienen ASA $\leq$ 2, las demás variables estudiadas para este momento quirúrgico pueden ser observadas en la Tabla 7. Factores intraoperatorios de la población de estudio.

Tabla 8. Factores posoperatorios de la población de estudio

FACTORES	CASOS	CONTROLES
Presencia de drenaje posoperatoria - (SI) n (%)	28 (30)	21 (22)
Presencia de Fístula de líquido cefalorraquídeo posoperatoria - (SI) n (%)	22 (28)	8 (8)
Días de drenaje posoperatorio >6 n (%)	25 (27)	13 (12)

Infección intrahospitalaria no quirúrgica - (SI) n (%)	22 (23)	18 (19)
Reintervención temprana – (SI) n (%)	7 (7)	2 (2)
Monitoria de PIC posoperatorio - (SI) n (%)	6 (6)	1 (1)
Días de hospitalización total		
Media (DE)	44,81 (36,2)	36,6 (64)
Mediana (RI)	36,5 (15 - 63)	19 (2 - 589)

Dentro de las variables incluidas en el momento posoperatorio la más frecuente en los casos fue la presencia de drenaje posoperatorio en el 30% de los casos y 22% de los controles, las demás pueden ser observadas en la Tabla 8. Factores posoperatorios de la población de estudio.

Tabla 9. Factores asociados con infección de sitio operatorio en pacientes neuroquirúrgicos pediátricos.

FACTORES	OR	IC	Valor de p
Edad (Meses)			0,51
Sexo - masculino	0,7	(0,4 - 1,26)	0,24
Días de hospitalización preoperatoria			0,36
GLASGOW < 10	1,67	(0,73 - 3,78)	0,22
Infección activa (SI)	2,98	(0,91 - 9,73)	0,06
Tipo de cirugía - Urgente	0,62	(0,35 - 1,11)	0,11
Tiempo quirúrgico > 2 Horas	1,33	(0,68 - 2,58)	0,4
ASA ≤ 2	1,25	(0,7 - 2,23)	0,46
Clasificación de la herida Limpia Vs limpia contaminada.	1,10	(0,46 - 2,64)	0,82
Derivación ventricular en cirugía (SI)	1,36	(0,76 - 2,43)	0,30
Profilaxis Antibiótica (NO)	2,09	(0,96 - 4,51)	0,06
Drenaje intracraneano posoperatorio (SI)	1,48	(0,76 - 2,84)	0,24
Días de drenaje posoperatorio >6	6,25	(1,42 - 27,4)	0,01*
Fístula de líquido cefalorraquídeo posoperatorio (SI)	4,11	(1,75 - 9, 65)	0,00*
Monitoria de PIC posoperatorio (SI)	6,34	(0,75 - 53,73)	0.05*
Infección intrahospitalaria no quirúrgica (SI)	1,29	(0,64 - 2,60)	0,48

Reintervención temprana (SI)	3,70	(0,75 - 18,3)	0,09
Días de Hospitalización total			0,01*

* Variables estadísticamente significativas.

Acorde al análisis bivariado los factores de riesgo para ISO posterior a procedimiento neuroquirúrgico fueron: días de drenaje posoperatorio mayor a 6 días, presencia de Fístula de líquido cefalorraquídeo posoperatoria, monitoria de PIC posoperatoria, Estancia en UCI posoperatoria, días de hospitalización total. (Tabla 9. Factores asociados con infección de sitio operatorio en pacientes neuroquirúrgicos pediátricos.)

Tabla 10. Modelo Multivariado

FACTOR	B	Error estándar	Wald	Grados de libertad	OR (95% CI)	Valor p
No uso de profilaxis	1,805	0,892	4,101	1	6,083 (1,06 - 34,91)	0,043
Días de dren > 6	1,823	0,804	5,136	1	6,189 (1,28 - 29,94)	0,023
Constante	-1,488	0,742	4,024	1	0,23	0,045

Para el análisis multivariado se tomaron las variables del estudio que en el análisis bivariado dieron asociaciones estadísticamente significativas y se amplió el rango a las que obtuvieron valores de p inferiores a 0,09 y luego de varios ajustes al modelo, se descartaron las variables cuyas asociaciones no eran estadísticamente significativas, optando por el que se muestra a continuación.

CAPITULO X

DISCUSIÓN

El presente estudio muestra como principal tipo de infección la meningitis o ventriculitis (64%), siendo esta la ISO más frecuente en procedimientos como DVP y ventriculostomias externas con rangos de infección descritos en la literatura que oscilan entre el 5 y el 15%. (22, 23). Dichos rangos son inferiores a los reportados en el presente estudio.

Los hallazgos referentes a tipo de microorganismos aislados en los cultivos de las infecciones es similar a lo reportado por otros autores (2, 17, 22) que muestran *Staphylococcus aureus* con rangos entre (43 – 51%) y *Staphylococcus epidermidis* (4 - 62%), enterobacterias (12 - 17%). En cuanto al porcentaje de infecciones atribuidas a cada germen, se encontró que las infecciones causadas por Enterobacterias en los pacientes de este estudio son superiores a los reportados por la literatura.

El factor edad de los pacientes pediátricos que fueron sometidos a intervenciones neuroquirúrgicas en la institución, no representó un factor de riesgo para el desarrollo ISO, Moore C y otros (13), menciona la prematurez como factor de riesgo para infecciones postoperatorias en recién nacidos, sin embargo no se encontró dicha asociación, debido probablemente a la poca representación de estos pacientes en la muestra, solo 9% de los pacientes tenían menos de 2 meses de nacidos en el momento de la cirugía y tan solo el 4% de los pacientes eran prematuros.

Otras publicaciones encontraron como factor de riesgo para ISO algunas variables preoperatorias, tales como: escala de coma de Glasgow < 10 al momento de la cirugía (RR 2,5 (IC 1,7-3,8) $p=0,0001$) (17), días de estancia preoperatoria (Media 2,7 días +/- DE 2,9 días, $p=0,01$) (14), sin embargo no fueron factores de riesgo estadísticamente significativos para desarrollar ISO en la población estudiada.

En cuanto a los factores presentes en el momento intraoperatorio se han reportado asociaciones entre las siguientes variables y el desarrollo de ISO: tipo de cirugía urgente ISO; RR 1,9 (IC 1,3–2,8) $p=0,0003$) (17), puntuación del ASA ≤ 2 ISO (OR 2,35 (IC 1,10–5,04) $p=0,027$) (2); y (RR (IC 1,6 (1,0 – 2,3) $p=0,03$) (17), herida sucias y contaminadas (RR 1,9 (IC 1,3-2,7) $p=0,001$), sin embargo, no fueron factores de riesgo estadísticamente significativos para desarrollar ISO en la población estudiada.

En el estudio se tomó el tiempo quirúrgico como factor de riesgo cuando este era mayor a 2 horas, basados en la clasificación de riesgo de la escala NNIS, pero no se encontró asociación estadísticamente significativa entre esta variable e ISO, sin embargo, Korinek y su grupo encontraron riesgo cuando el tiempo quirúrgico de las craneotomías era > 4 horas. RR 1,9 (95% IC) 1,3 - 2,7, $p=0,001$.

El uso de profilaxis antibiótica en neurocirugía es un tema controversial, Korinek y su grupo, encontraron la ausencia de profilaxis antibiótica como factor de riesgo para ISO (17), Sin embargo otros autores no han encontrado asociaciones estadísticamente significativas (2, 24). En presente estudio en el

análisis multivariado la variable ausencia de profilaxis fue factor de riesgo para ISO (OR 6,08, IC 95% (1,06 – 34.91) $p=0,043$).

Las reintervenciones tempranas (antes de 48 h), no fueron factores de riesgo estadísticamente significativos para el desarrollo de ISO en la población de estudio, aunque otros autores si encontraron asociación OR 7,3 (IC 95%) 4.4 - 11.9, $p < 10^{-4}$. (17).

La presencia de IIH no quirúrgica y las infecciones activas en el momento de la cirugía y la presencia de sistemas de drenaje de LCR, fueron consideradas con factor de riesgo ya que los focos infecciosos a distancia favorecen la colonización hematógena de la herida quirúrgica, principalmente cuando existe material protésico; esto es demostrado como un factor de riesgo individual en 2 estudios (15, 16) Aumentándose el riesgo de ISO hasta 5 veces en presencia de focos infecciosos. Sin embargo en este estudio no se encontró asociación estadísticamente significativa en estos factores.

En el presente estudio la monitorización de la PIC en el análisis bivariado fue un factor de riesgo para ISO (OR 6,34, IC 95% (0,75 – 53,73) $p=0,05$). En el presente estudio se evaluaron catéteres intraventriculares y catéteres parenquimatosos, aunque se analizaron en conjunto, se aclara que solo 1 catéter parenquimatoso presentó infección. Estos resultados están en concordancia con los hallazgos de otros autores (19, 20, 24).

Otras publicaciones describieron asociación entre la aparición de ISO y la presencia de fístula de LCR (19,21). Korinek (17) encuentra en su análisis multivariado una fuerte asociación entre esta variable y la aparición de ISO

(OR 145 (IC 72-293); $p < 10^{-4}$). En este estudio el riesgo de infección en pacientes que presentaron fistula fue (4,11; (IC 1,75 – 53,73) $p = 0,00$).

Aunque diferentes estudios que abordan el manejo de las derivaciones ventriculares externas han encontrado factores de riesgo asociados como el manejo y la duración del dispositivo (19, 20, 24), en el presente estudio se evaluó los días de permanencia encontrando que drenajes externos mayores a 6 días fueron un factor de riesgo para la población tanto en el análisis bivariado como en el multivariado. (OR 6,25; (IC 1,43 – 27,4) $p = 0,01$) y (OR 6,19; (IC 1,28 – 29,94) $p = 0,023$) respectivamente.

Buffet (14) encontró la estancia hospitalaria como factor de riesgo para ISO, (Media 22 días $\pm$ DE 18,6 días, $p = 0,01$). En el presente estudio los días de hospitalización total en pacientes con ISO fueron (Media: 44,8 días $\pm$ DE 36,2 días $p = 0,01$), lo cual es mayor al reportado por estos autores.

CONCLUSIONES

El presente estudio encontró que los principales factores de riesgo para desarrollo de ISO se encuentran en el posoperatorio, los hallazgos podrían sugerir que cualquier comunicación del espacio intraventricular o subaracnoideo con el ambiente externo y la duración de esta comunicación deben ser tomados como un riesgo para desarrollar una infección postoperatoria.

La no aplicación de profilaxis antibiótica prequirúrgica en los pacientes pediátricos neuroquirúrgicos se comportó factor de riesgo para desarrollo de ISO, se sugiere realizar estudios adicionales preferiblemente prospectivos para evaluar no solo el uso de la profilaxis sino otras variables relacionadas, como las dosis administradas, el momento de la aplicación, que pueden influir en el resultado de la misma.

Se requieren estudios adicionales que exploren la posible asociación entre la prematurés y la estadía prolongada con el riesgo de ISO.

Con los resultados obtenidos se considera importante implementar estrategias encaminadas evaluar el manejo de los sistemas de drenaje y monitorización intracraneanos, mejorar la adherencia al uso de la profilaxis antibiótica e identificar como signo de alarma fístulas de LCR posquirúrgicas, buscando realizar corrección de estas en forma temprana.

REFERENCIAS

1. Silvia A. Manual de control de infecciones y epidemiología hospitalaria. Washington D.C. 2011.
2. Buang S, Haspani M. Risk factors for neurosurgical site infections after a neurosurgical procedure: a prospective observational study at Hospital Kuala Lumpur. Med J Malaysia. 2012;67(4):393-8.
3. Edwards JR, Peterson KD, Mu Y, Banerjee S, Allen-Bridson K, Morrell G, et al. National Healthcare Safety Network (NHSN) report: Data summary for 2006 through 2008, issued December 2009. Am J Infect Control. 2009;37:783-805.
4. Felsenstein S, Williams B, Shingadia D, Coxon L, Riordan A, Demetriades A, et al. Clinical and microbiologic features guiding treatment recommendations for brain abscesses in children. Pediatr Infect Dis J. 2013;32(2):129-35.
5. Namani S, Koci B, Milenković Z, Koci R, Qehaja-Buçaj E, Ajazaj L, et al. Early neurologic complications and long-term sequelae of childhood bacterial meningitis in a limited-resource country (Kosovo). Childs Nerv Syst. 2013;29(2):275-80.
6. Bargui F, D'Agostino I, Mariani-Kurkdjian P, Alberti C, Doit C, Bellier N, et al. Factors influencing neurological outcome of children with bacterial meningitis at the emergency department. Eur J Pediatr. 2012;171(9):1365-71.

7. Huang W, Lee C, Liu J. Clinical characteristics and risk factors for mortality in patients with meningitis caused by *Staphylococcus aureus* and vancomycin minimal inhibitory concentrations against these isolates. *J Microbiol Immunol Infect.* 2010;43(6):470-7.
8. EA Khan, Choudhry S, Roohullah M, Hashmi I, Nazir R. Recurrent meningitis in children. *J Pak Med Assoc.* 2013;63(2):274-6.
9. Vasilopoulou V, Karanika M, Theodoridou K, AT Katsioulis, Theodoridou M, Hadjichristodoulou C. Prognostic factors related to sequelae in childhood bacterial meningitis: data from a Greek meningitis registry. *BMC Infect Dis.* 2011;11:214.
10. Legrand M, Roujeau T, Meyer P, Carli P, Orliaguet G, Blanot S. Paediatric intracranial empyema: differences according to age. *Eur J Pediatr.* 2009;168(10):1235-41.
11. Mangram A, Horan T, Pearson M, Silver L, Jarvis W. Guideline for the prevention of surgical site infection. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1999;20(4):247-80.
12. Yokoe D, Mermel L, Anderson D, Arias K, Burstin H, Calfee D, et al. A Compendium of Strategies to Prevent Healthcare-Associated Infections in Acute Care Hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2008;29 Suppl 1:S12-S21.

13. Moore C, Farr B, Scheld M. Central Nervous System Infections In: Jarvis W, editor. Bennett & Brachman's Hospital Infections. 5^a ed. San Francisco, California: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. p. 574 – 82
14. Buffet-Bataillon S, Haegelen C, Riffaud L, Bonnaure-Mallet M, Brassier G, Cormier M. Impact of surgical site infection surveillance in a neurosurgical unit. J Hosp Infect. 2011;77(4):352-5.
15. Zabramski J, Whiting D, Darouiche R, Horner T, Olson J, Robertson C. Efficacy of antimicrobial-impregnated external ventricular drain catheters: a prospective, randomized, controlled trial. J Neurosurg. 2003;98(4):725-30.
16. Lozier A, Sciacca R, Romagnoli M, Connolly E. Ventriculostomy-related infections: a critical review of the literature. Neurosurgery. 2008;62 Suppl 2:688-700.
17. Korinek A-M. Risk Factors for Neurosurgical Site Infections after Craniotomy: A Prospective Multicenter Study of 2944 Patients. Neurosurgery. 1997;41(5):1073-81.
18. 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.
19. Rebeck JA, Murry KR, Rhoney DH, Michael DB, Coplin WM. Infection related to intracranial pressure monitors in adults: analysis of risk factors and antibiotic prophylaxis. Neurol Neurosurg Psychiatry. 2000;69:381–4.

20. Aucoin P, Lotilainen H, Gantz N. Intracranial pressure monitors: epidemiologic study of risk factors and infections. *Am J Med.* 1988;80:369-76.
21. Prusseit J, Simon M, Brelie Cvd, Heep A, Molitor E, Völz S, et al. Epidemiology, Prevention and Management of Ventriculoperitoneal Shunt Infections in Children. *Pediatr Neurosurg.* 2009;45:325–36.
22. Rehman A, Rehman T, H. Bashir, V Gupta. A simple method to reduce infection of ventriculoperitoneal shunts. *J Neurosurg Pediatrics* 2010;5: 569 – 572.
23. Kestle J, Riva-Cambrin J, Wellons III J, Kulkarni A, Whitehead W, Walker M, et al. A standardized protocol to reduce cerebrospinal fluid shunt infection: The Hydrocephalus Clinical Research Network Quality Improvement Initiative. *Neurosurg Pediatrics* 8:22-29, 2011.
24. H Chi, Chang K, Chang H, Chiu N, Huang F. Infections associated with indwelling ventriculostomy catheters in a teaching hospital. *International Journal of Infectious Diseases.* 2010;14: e216–e219.

