



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

"LUZ UV-C COMO MEDIDA  
ADYUVANTE EN LA  
ELIMINACIÓN DE UN BROTE DE S.  
AUREUS METICILINO RESISTENTE"

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN :

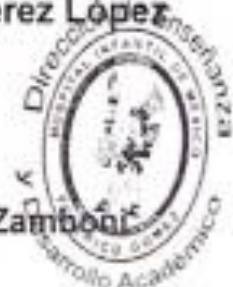
PEDIATRÍA

P R E S E N T A :

Dra. Citlalli Fernanda Pérez López

TUTOR:

Dra. Daniela de la Rosa Zamboni



CIUDAD DE MÉXICO

FEBRERO 2022



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**

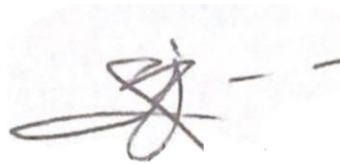
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.

## HOJA DE FIRMAS

Dr. Sarbelio Moreno Espinosa  
***Director de enseñanza y desarrollo académico***

***Director de Tesis***

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'D. Zamboni', with a horizontal line extending to the right.

Dra. Daniela de la Rosa Zamboni.  
***Encargado del despacho de la subdirección de atención integral al paciente***

## DEDICATORIAS

El presente trabajo está dedicado a mi papá por haber sido mi apoyo a lo largo de todo mi desarrollo profesional y a lo largo de mi vida. Quien me proporcionó todas las herramientas para salir adelante, quien pasó muchos obstáculos para sacar adelante a mis hermanas y a mí, que gracias a su sacrificio ahora recibe la recompensa de todo su esfuerzo.

A mis hermanas Dani y Cinty que siempre han estado conmigo y no me dejaron rendir, quienes me brindaron todo su apoyo incondicional y quienes siempre han compartido conmigo buenos y malos momentos, que a pesar de todo siempre estaremos juntas.

A Merry y a Lía por su amor verdadero y haberme alegrado los días cuando ya no podía más. A todas las personas especiales y amigos que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano, especialmente a mi amiga Grisell que siempre me comprendió y me apoyó en cada situación.

A mi tutor de tesis la doctora Daniela de la Rosa Zamboni por otorgarme su confianza y atención para poder desarrollar este trabajo.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente a la realización de este trabajo.

## ÍNDICE

I.	ANTECEDENTES .....	4
II.	MARCO TEORICO .....	6
III.	PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
IV.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	15
V.	JUSTIFICACION .....	16
VI.	HIPÓTESIS .....	17
VII.	OBJETIVOS .....	18
VIII.	MÉTODOS .....	19
	a. VARIABLES .....	19
	b. ANALISIS ESTADÍSTICO .....	26
IX.	IMPLICACIONES ÉTICAS .....	27
X.	RESULTADOS.....	28
XI.	DISCUSIÓN .....	45
XII.	CONCLUSIONES.....	47
XIII.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	49
XIV.	LIMITACIONES .....	49
XV.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	50
XVI.	ANEXO.....	56

## ANTECEDENTES

Las infecciones asociadas a los cuidados de la salud por *S. aureus* meticilino resistente generan un costo de 9.7 billones de dólares anuales al sistema de salud en los Estados Unidos. (1)

La proporción de superficies contaminadas de un hospital por *S. aureus* MRSA van desde 1 al 27%. Por lo que el contacto con superficies contaminadas proporciona una amplia oportunidad para la propagación del microorganismo. (2) El uso indiscriminado de los antibióticos ha originado la aparición de microorganismos con mecanismos de resistencia más complejos, lo cual constituye un problema de salud pública de creciente importancia (3).

*El Staphylococcus aureus* resistente a Meticilina (SARM); ha llegado a convertirse en un problema epidemiológico comunitario y nosocomial (4-5). Algunos aislamientos SARM han demostrado ser resistentes a otros antibióticos como las tetraciclinas, cloranfenicol, lincosamidas, macrólidos, aminoglucósidos y quinolonas (6,7).

Las cepas SARM tienen la capacidad de producir colonizaciones intermitentes (niños, 10-40 % y adultos, 30 %); siendo la cavidad nasal el sitio más común de colonización (3), las cuales pueden progresar a infecciones con distintos grados de severidad (4,8).

Anteriormente, las infecciones por SARM eran adquiridas principalmente en hospitales (SARM-AH), por pacientes que presentaban algunos de los factores de riesgo descritos (8). Se ha demostrado que algunos individuos actúan como reservorios de la cepa con patrón comunitario o asociado a la comunidad (SARM-AC) (5,9,10,11).

Diversos tipos de intervenciones son utilizadas para el control o erradicación de microorganismos multidrogoresistentes, estas incluyen, el uso racional de antimicrobianos, vigilancia rutinaria, precauciones de estándar y de contacto, educación del personal, descolonización y control ambiental. (12) (13)

La radiación con rayos UV, se ha utilizado como método de desinfección ambiental como aire, superficie e instrumentos, esta desnaturaliza los enlaces de ADN con lo que permite la destrucción de microorganismos. La mayoría de los dispositivos utilizan una radiación a una longitud de 200-270 nm para lograr un efecto germicida. La eficacia de los dispositivos UV se ve afectada por la carga orgánica, tipo de patógeno, intensidad de la dosis, distancia del dispositivo, tiempo de exposición, tamaño, y forma de la superficie. (14)

## MARCO TEÓRICO

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta a nivel mundial que en promedio 8.7% de los pacientes hospitalizados llega a presentar una infección nosocomial; siendo la máxima frecuencia reportada en hospitales de las regiones del mediterráneo Oriental y Asia oriental en 11.8 y 10% respectivamente, así mismo las regiones de Europa y del pacifico Occidental (7.7 y 9%). (15)

En países europeos, se reportan prevalencias de 3 a 6 %, con un impacto significativo en la mortalidad. (16) En América Latina a pesar de que las infecciones nosocomiales son una causa importante de morbilidad y mortalidad, se desconoce la carga de enfermedad producida por estas. (17) En México, la tasa de infecciones nosocomiales oscila entre 3.8 y 26.1 por cada 100 egresos, con una mayor prevalencia en los servicios de medicina interna, pediatría y cirugía.

Las infecciones asociadas a los servicios de salud se definen, según los CDC (Centers for Disease Control) de los Estados Unidos, como “aquella condición sistémica o localizada, observada durante o inmediatamente después de una internación hospitalaria, resultante de una reacción adversa a la presencia de un agente infeccioso o sus toxinas, sin evidencia de que la infección estuviese presente, o en periodo de incubación, en el momento del ingreso” (18,19). También puede definirse según la OMS como una infección contraída en el hospital por un paciente internado por una razón distinta a esa infección; es decir una infección que se presenta en un paciente internado en un hospital o en otro establecimiento de atención de salud en quien la infección no se había manifestado ni estaba en periodo de incubación en el momento del internado. Esta definición abarca las infecciones contraídas en el hospital y también las infecciones ocupacionales del personal del establecimiento. (15)



El paciente está expuesto a una gran variedad de microorganismos durante la hospitalización. El contacto entre el paciente y un microorganismo, en sí, no produce necesariamente una enfermedad clínica, puesto que hay otros factores que influyen en la naturaleza y frecuencia de las infecciones nosocomiales. La posibilidad de exposición conducente a infección depende, en parte, de las características de los microorganismos, incluso la resistencia a los antimicrobianos, la virulencia intrínseca y la cantidad de material infeccioso. (20)

Una gran cantidad de bacterias, virus, hongos y parásitos diferentes pueden causar infecciones nosocomiales. Las infecciones pueden ser causadas por un microorganismo contraído de otra persona en el hospital (infección cruzada) o por la propia flora del paciente (infección endógena). La infección por algunos microorganismos puede ser transmitida por un objeto o por sustancias recién contaminadas provenientes de otro foco humano de infección (infección ambiental). Antes de la introducción de las prácticas básicas de higiene y los antibióticos, las infecciones nosocomiales en su mayoría, se debían a agentes patógenos de origen externo (enfermedades transmitidas por los alimentos y el aire, gangrena gaseosa, tétanos, etc.) o causadas por microorganismos externos a la flora normal de los pacientes (Difteria, tuberculosis). El progreso alcanzado en el tratamiento de las infecciones bacterianas ha reducido considerablemente la mortalidad. Hoy en día, casi todas las infecciones nosocomiales son causadas por microorganismos comunitarios, que generan un curso más benigno con respecto a las adquiridas por los pacientes hospitalizados por microorganismos hospitalarios. (*Staphylococcus aureus*, estafilococos negativos a la coagulasa, enterococos y *Enterobacteriaceae*) (21,22)

Las infecciones por *Staphylococcus aureus* son una de las infecciones más comunes en todo el mundo. Las cepas resistentes a los antimicrobianos, a saber, *S. aureus* resistente a la meticilina (MRSA), se asocian con un aumento de la mortalidad, la duración de la hospitalización y los costos de atención médica (8,23) El espectro de las enfermedades causadas por *S. aureus* varía desde infección cutánea hasta endocarditis o septicemia potencialmente mortal.

*S. aureus* resistente a la meticilina (MRSA), se documentó por primera vez a principios de la década de 1960. En la actualidad, MRSA se ha vuelto endémico en todos los entornos de atención médica a nivel mundial. (23)

La variabilidad de *S. aureus*, la rápida respuesta adaptativa frente a cambios del medio, y la continua adquisición de determinantes de resistencia antibiótica, han hecho de éste microorganismo un residente habitual del ambiente hospitalario. Aunque el término resistencia a meticilina incluye resistencia a derivados  $\beta$ -lactámicos, las cepas MRSA presentan, en general, resistencia a varios grupos de antibióticos. A través de diversos mecanismos, estos aislados presentan resistencia al cloranfenicol, tetraciclinas, macrólidos, lincosaminas, aminoglucósidos y quinolonas, describiéndose cada vez con mayor frecuencia brotes MRSA sensibles sólo a los glucopéptidos. (24)

El género *Staphylococcus* se clasifica, junto con los géneros *Micrococcus*, *Stomatococcus* y *Planococcus* dentro de la familia *Micrococcaceae*, que abarcan a los cocos Gram positivos catalasa positivos. Tras su aislamiento de muestras clínicas, estos cocos se diferencian de los pertenecientes a los géneros no patógenos por la positividad de diferentes pruebas: 1. sensibilidad a 100  $\mu$  g de furazolidina, 2. resistencia a 0,04 U de bacitracina, 3. negatividad de la prueba de oxidasa, 4. producción de ácido en anaerobiosis a partir de glucosa, 5. producción de ácido a partir de glicerol en presencia de 0,4 mg/l de eritromicina, 6. sensibilidad a 200 mg/l de la endopeptidasa lisostafina, 7. resistencia a la acción lítica de 100  $\mu$  g/ml de lisozima (25).

Las características esenciales identificativas de *S. aureus* para su diferenciación de otras clases son la producción de coagulasa, la sensibilidad al disco de 5  $\mu$  g de novobiocina, la actividad fosfatasa alcalina, la producción aeróbica de ácido a partir de D-trealosa y D-manitol, y la producción de desoxirribonucleasa termoestable. (23,25)

Los mecanismos de resistencia *S. aureus* a los  $\beta$ -lactámicos, que están descritos son la producción de  $\beta$ -lactamasas, fenómenos de tolerancia y la resistencia por proteínas fijadoras de penicilina. (23)

En diferentes artículos se describe que cuentan con hallazgo de cepas de MRSA de adquisición comunitaria (MRSA-AC) (26-27). Los MRSA-AC se diferencian de los MRSA de adquisición hospitalaria (MRSA-AH), en sus rasgos epidemiológicos, microbiológicos y clínicas. Se describe el modelo de sensibilidad de antibiótica diferente, distintos a los factores de riesgo descritos para MRSA-AH como tener internación reciente, uso previo de antibióticos, infección por VIH, homosexualidad, uso de drogas intravenosas, diálisis, entre otros; así como la base genética y los factores de virulencia. (28, 29).

Los MRSA-AH portan un *cassette* cromosómico de mayor tamaño *SCCmec* tipo I, II o III que además del gen *mecA*, contienen diferentes genes que codifican la resistencia a diferentes antimicrobianos no betalactámicos (macrólidos, aminoglucósidos, quinolonas), de ahí el fenotipo de multirresistencia característico de las cepas nosocomiales. De forma distinta, los MRSA-AC poseen *SCCmec* de tipo IV y V, que son de menor tamaño por lo que son fácilmente transmisibles y generalmente no contienen genes de resistencia a otras familias de antibióticos, por lo que presentan el fenotipo de ser bastante sensibles (30,31).

El ser humano es el reservorio de *S. aureus*, encontrándose en portadores sanos sobre todo en fosas nasales. La colonización se describe en mucosa nasal, orofaringe, epidermis, úlceras cutáneas, heridas, uretra de pacientes con sonda. *S. aureus* sobrevive en distintos ambientes, por la acción de patogenicidad (cápsula mucoide polisacárida, componentes antigénicos de la pared, producción de enzimas como catalasa, coagulasa, hialuronidasa, estafiloquinasas, lipasas,  $\beta$ -lactamasas, o la secreción de diversas toxinas como la exotoxina epidermolítica, enterotoxinas o la toxina del síndrome de shock tóxico), acaba produciendo infección. *S. aureus* sensible a la meticilina, se introducen en el medio hospitalario a través de pacientes,

visitantes o trabajadores sanitarios. El reservorio fundamental son los pacientes ingresados que están infectados o colonizados, propagándose a otros pacientes principalmente por medio de las manos del personal sanitario tratándose de una infección cruzada. En cuanto se presenta un brote epidémico, aumenta el número de portadores nasales de MRSA que establece la principal fuente de infección. (32)

Otra fuente de infección se produce por vía aérea, en los pacientes intubados, o por cercanía con pacientes de neumonía. El porcentaje de portadores de *S. aureus*, incrementa en pacientes sometidos a punciones frecuentes, como los enfermos hospitalizados, diabéticos con dependencia de insulina, usuarios de drogas por vía parenteral y hemodializados. La infección se genera en zonas con alteraciones previas de la barrera mucocutánea debidas a heridas traumáticas, intervenciones quirúrgicas, instrumentación, drogadicción parenteral, enfermedades dermatológicas, úlceras isquémicas, etc. El *S. aureus*, que se encontraba como patógeno habitual, rompe el equilibrio que impedía su capacidad de proliferación y ocasiona una infección local o generalizada.

Se han descrito factores de riesgo para adquirir infección nosocomial por MRSA:

- Uso de catéter intravascular, sondaje vesical, intubación orotraqueal.
- Hospitalización en unidad de cuidados intensivos
- Enfermedad grave de base.
- Antibioterapia previa.
- Estancia prolongada.
- Cirugía previa o herida quirúrgica.
- Úlceras isquémicas.

Las medidas que reducen el control de las infecciones por *S. aureus* y MRSA son el lavado de manos antes y después de cualquier contacto con pacientes o superficies y el empleo de barreras que eviten el contacto con fluidos o sangre, como uso de guantes de un solo uso y bata. (33)

Se han reportado estudios en Tailandia en donde describen a *S. aureus* como la principal causa de infecciones del torrente sanguíneo. (34) encontrándose revisiones que describen la resistencia a la meticilina entre *S. aureus* en el sudeste asiático fue de 0 a 39%. Se realizaron estudios transversales en donde documentaron aislamiento de MRSA en más del 20%. La Declaración de Jaipur de 2011 hizo énfasis sobre la resistencia a antibióticos por lo que se intensificaron las medidas para el control de infecciones en los centros de atención terciaria en Tailandia. (34)

Otro estudio reportó que el aumento de cepas de *S. aureus* resistentes a múltiples fármacos (MDR) ha restringido tratamientos adecuados, lo que requiere el desarrollo de modalidades alternativas y efectivas contra *S. aureus* MDR. Las endolisinas son antibacterianos derivados de bacteriófagos, que atacan elementos esenciales conservados de peptidoglucano que son vitales para la supervivencia bacteriana, convirtiéndolos en alternativas o complementos prometedores a los antibióticos existentes para combatir dichas infecciones. (35)

Las infecciones por bacterias resistentes a los medicamentos, como el *S. aureus* resistente a la meticilina (MRSA), presentan desafíos importantes para la atención médica, con más de 23,000 casos que resultan en la muerte en los Estados Unidos cada año. (33)

El lavado de manos es la medida más importante para reducir el riesgo de transmisión de microorganismos. Está demostrado que las manos del personal sanitario son la vía de transmisión de la mayoría de las infecciones cruzadas y de algunos brotes epidémicos. Este proceso durara como mínimo 1 minuto. (Anexo 1). La limpieza, desinfección y esterilización son la base principal para prevenir la propagación de infecciones, por lo que definimos algunos términos que utilizaremos:

1. Esterilización: Proceso de destrucción o remoción de todas las formas de vida microbiana patógenas o no, tanto en su forma vegetativa como esporulada de un material o un objeto.

2. Desinfección: Tratamiento físico o químico que destruye la mayor parte de los microorganismos patógenos o formas vegetativas microbianas que se encuentran en los objetos o sobre estos; pero no sus esporas.

3. Limpieza: Proceso de remover, a través de medios mecánicos y/o físicos, el polvo, la grasa y otros contaminantes de las superficies y objetos.

Se ha descrito el uso de luz ultravioleta (UV-C) como método de desinfección microbiana, usando lámparas de mercurio de baja presión que emiten principalmente a 254 nm. La luz ultravioleta a 254 nm puede eliminar eficazmente las bacterias sensibles a los fármacos y resistentes a múltiples fármacos. (36) Se ha restringido el uso de luz ultravioleta germicida porque las fuentes de luz UV-C convencionales se considera como peligro para la salud humana, ya que son cancerígenas y presentan daño ocular. (37)

La luz ultravioleta es el tipo de radiación localizada entre la luz visible y los rayos X en el espectro electromagnético, comprendiéndose entre los 100 nm a los 400 nm de longitud de onda. Se ha descrito divisiones dentro del espectro ultravioleta, principalmente se distinguen cuatro tipos de radiación UV:

- UV-A: Radiaciones de longitud de onda larga comprendida entre los 315 nm y los 400 nm. Apenas retenida por la atmósfera; al menos el 95% de las radiaciones que llegan a la superficie terrestre son UV-A.
- UV-B: Radiaciones de longitud de onda media comprendida entre los 280 nm y los 315 nm. Representan como máximo un 5% de las radiaciones que llegan a la superficie terrestre.
- UV-C: Radiaciones de longitud de onda corta comprendida entre los 100 nm y los 280 nm. Las radiaciones UV-C son absorbidas prácticamente en su totalidad por la capa de ozono.
- UV-V: comprendida entre los 100 nm y los 200 nm. También llamado espectro lejano (far-UV) o de vacío por la facilidad de absorción que tiene el oxígeno en estas longitudes de onda. (45)

La radiación ultravioleta cuenta con una longitud de onda más corta que la luz visible y transporta más energía. La radiación UV-C tiene una capacidad única para

eliminar microorganismos con los que entra en contacto debido a la alta concentración de energía. Las lámparas UV-C germicidas se han desarrollado para controlar la contaminación en ambientes interiores. Diversos reportes han demostrado que el uso de luz UV-C son efectivas para controlar la propagación de la enfermedad. (38)

Se ha demostrado que la luz UV-C lejana generada por las lámparas de excímero filtradas que emiten en el rango de longitud de onda de 207 a 222 nm, elimina las bacterias resistentes a antimicrobianos (39,40). Se realizó un ensayo en donde se usó luz UV-C demostrando que el uso de una fuente de láser de UV-C lejano es capaz de matar bacterias *in vitro* en un área mucho más grande que el diámetro del rayo láser original. Por lo tanto, el uso de luz UV-C como antiséptico es una opción para usar directamente sobre y dentro del tejido porque, a diferencia de la radiación UV-C germicida a 254 nm, no produce daño biológico a las células y tejidos de mamíferos expuestos. (41)

En un estudio en donde se empleó luz ultravioleta a una longitud de onda de 2537 Å (253.7 nm) requerida para la destrucción del 99% de las bacterias fue de 5800  $\mu\text{W}$  de segundo por  $\text{cm}^2$  para *Staphylococcus epidermidis* y 7000  $\mu\text{W}$  de segundo por  $\text{cm}^2$  para *S. aureus*. Se administró de 5, 10, 15 y 30 minutos, y 1, 2, 3, 4 y 24 horas bajo una lámpara UV-C germicida de 6 W. El mecanismo principal del daño por UV-C es la formación de dímeros de tipo ciclobutano, generalmente dímeros de timina. Dos timinas adyacentes en una cadena de ADN se unen covalentemente para inhibir la replicación normal del ADN y la activación de los microorganismos. Por lo tanto, se describe la luz UV-C útil para erradicar la contaminación por *S. aureus* en 3 a 4 horas. (38, 42)

Se realizó un estudio en Nebraska reportando la luz UV-C como desinfectante eficaz contra MRSA en superficies sólidas (44). Otra investigación, reportó sobre el uso de luz UV-C en heridas demostrando la reducción de carga bacteriana y mejoría. (43)

De acuerdo a diferentes estudios se ha determinado que el uso de la luz ultravioleta como germicida es eficaz en la desinfección de microorganismos en superficies y ambientes. Si bien hay estudios sobre los efectos germicidas de la luz UV-C sobre

superficies en el ambiente hospitalario de la década de los años 80, sin embargo, no en los últimos años se ha estudiado en detalle la capacidad de inactivación en una gran variedad de microorganismos. Se sugiere el uso de luz UV-C como una herramienta para la reducción de la infección por MRSA en el ambiente hospitalario.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG), en 2013 se estimó una tasa de ataque por *S. aureus* meticilino resistente de 1.5/100 pacientes, con solo el uso de medidas básicas para el control epidemiológico se disminuyó a una tasa de 0.02/100 pacientes para 2016. Sin embargo, en sólo 5 meses del año 2017 se incrementaron los casos hasta 0.15/100 pacientes. Debido al incremento de por lo menos dos veces el valor de los casos base, se consideró un brote de *S. aureus* meticilino resistente. Por lo que fue necesario el inicio de maniobras por parte del servicio de control epidemiológico.

Durante el brote de MRSA en el HIMFG, se reforzaron medidas de higiene de manos, así como uso correcto de cubrebocas. Lo anterior porque en las pruebas realizadas hubo personal de sanitización de áreas quirúrgicas que resultaron positivo para MRSA. Se realizó además una limpieza estricta de las aéreas quirúrgicas con cloro o peróxido de hidrógeno tanto de la sala, como de las máquinas de anestesia, las torres de laparoscopia, mesa de anestesia, y bomba de circulación extracorpórea. Lo anterior, debido a que este mobiliario dio positivo para *S. aureus* meticilino resistente en los muestreos que se realizaron. Posteriormente, se aplicó aleatoriamente luz UV-C en algunos de los quirófanos, y al darse más casos positivos y corroborarse que estos se dieron en quirófanos en donde no se aplicó la luz UV-C.

De modo que, para lograr el control epidemiológico que se resolvió en el Hospital; fue necesario implementar un sistema en el que se introdujo el uso diario de luz UV-C como germicida en las tareas ya descritas para la eliminación de la procedencia del brote en el HIMFG, que en ese entonces contaba con 229 camas. Por lo anterior, se estudiará las características de la asociación que existió entre la limpieza de los



quirófanos con luz UV-C y la prevalencia de Infección Nosocomial con aislamiento de MRSA entre los pacientes recién nacidos y los menores de 17 años que fueron intervenidos quirúrgicamente entre el mes de enero al mes diciembre del año de 2017 en el Hospital Infantil de México Federico Gómez.

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál fue la asociación que existió entre de la desinfección de los quirófanos con luz UV-C y la prevalencia de Infección Nosocomial con aislamiento de MRSA entre los pacientes recién nacidos y los menores de 17 años que fueron intervenidos quirúrgicamente entre el mes de enero al mes de diciembre del año de 2017 en el Hospital Infantil de México Federico Gómez?

## **JUSTIFICACIÓN**

Las infecciones nosocomiales se asocian con altas tasas de morbilidad y mortalidad, por ello es necesario implementar medidas higiénicas y estrategias para su control. El conocer esta relación entre la implementación de desinfección con luz UV-C y la prevalencia de Infección Nosocomial con aislamiento de MRSA, en un caso exitoso de control de brote en un hospital de 229 camas es de gran importancia para aportar evidencias que nos permitan conocer la relación de la aplicación de luz UV-C con la disminución de infección de MRSA, que pueda ayudar a establecer una guía consensuada de recomendaciones para el control de MRSA en México.

## **HIPÓTESIS**

### **HIPOTESIS ALTERNA**

La desinfección de los quirófanos con luz UV-C se asoció de manera inversa con la prevalencia de infección nosocomial con aislamiento de MRSA entre pacientes recién nacidos y menores de 17 años que entraron a una sala de quirófano entre el mes de enero 2017 y el mes de diciembre 2017.

### **HIPÓTESIS NULA**

La desinfección de los quirófanos con luz UV-C no se asoció de manera inversa con la prevalencia de infección nosocomial con aislamiento de MRSA entre pacientes recién nacidos y menores de 17 años que entraron a una sala de quirófano entre el mes de enero 2017 y el mes de diciembre 2017.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

- ✓ Determinar la asociación que existió entre la utilización de luz UV-C como germicida y la prevalencia de infección nosocomial con aislamiento por *S. aureus* meticilino resistente en el Hospital Infantil Federico Gómez de la Ciudad de México.

### Objetivos específicos

1. Determinar la asociación entre las variables demográficas de los pacientes y el tipo de cirugía que se les practicó con la infección nosocomial con aislamiento de MRSA.
2. Verificar si la sala de quirófano utilizada, el tiempo de la cirugía, el tipo de herida quirúrgica y la utilización de antibiótico profiláctico son variables relacionadas con la infección nosocomial con aislamiento de MRSA.
3. Probar si la relación entre la limpieza del quirófano previa al evento y la infección nosocomial con aislamiento de MRSA fue estadísticamente significativa.
4. Determinar si la prevalencia de cualquier tipo de infección desarrollada por los pacientes estuvo relacionada con la limpieza de quirófano previa al evento o con el uso de luz.
5. Determinar si el tipo de infección que desarrolló un paciente tiene algún impacto en los días de estancia hospitalaria.

## MÉTODOS

Este trabajo consiste en un estudio con diseño de casos y controles en el que se incluyeron 58 expedientes clínicos completos de pacientes que ingresaron al Hospital Infantil Federico Gómez en Ciudad de México (HIFG) que cumplieron los criterios de inclusión. La muestra estudiada se obtuvo de un total de 2,003 expedientes de pacientes que fueron ingresados a quirófano durante el periodo comprendido entre enero y diciembre de 2017. Se incluyeron como casos a todos los pacientes con infección nosocomial con aislamiento de MRSA, que entraron a una sala de quirófano.

Los controles fueron seleccionados de la misma fuente poblacional, de pacientes con antecedente de intervención quirúrgica entre recién nacidos y menores de 17 años, sin presentar cultivo positivo para MRSA.

Se realizó desinfección con luz UV-C, durante un brote con *S. aureus* meticilino resistente, en ella se utilizó un equipo diseñado con cuatro lámparas UV-C con longitud de onda de 240nm que proporciona 360 grados de radiación UV-C. Las cuatro lámparas UV-C proporcionan un sensor de movimiento infrarrojo en la base de cada lámpara, se apaga cuando se detecta movimiento. Se necesitan 3 minutos para reducir el crecimiento de *S. Aureus* meticilino resistente (MRSA).

Para cubrir los objetivos de este trabajo se definió la siguiente tabla de variables de estudio.

**Tabla 1.** Variables observadas en el estudio.

No	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
1	Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Edad en meses y años registrados al ingreso del paciente.	Cuantitativa discreta	meses y años

No	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
3	Sexo	Característica biológica que distingue a las personas en hombres y mujeres.	Se definió de acuerdo al sexo de nacimiento.	Cualitativa nominal	1. Masculino/ 2.Femenino
4	Servicio	Servicio destinado al internamiento de pacientes, previa autorización del médico tratante, para establecer un diagnóstico, recibir tratamiento y dar seguimiento a su padecimiento.	Área que ordenó la cirugía	Cualitativa nominal	1. Cx. Gral, 2. Cx .Cardio, 3. Oncología, 4. Neurología, 5. Neonatología, 6. Med. Interna, 7. Terapia, 8. Otro
5	Diagnóstico de base.	El diagnóstico médico o propedéutica clínica es el procedimiento por el cual se identifica una enfermedad, entidad nosológica, síndrome o cualquier estado patológico o de salud,	Tipo de enfermedad que se reporta	Cualitativa nominal	1. Del corazón, 2. Del tracto gastrointestinal, 3. Neoplasias y cáncer (enfermedad oncológica), 4. Autoinmune, 5.Malformacion es congénitas, 6. Cerebral y del Sistema Nervioso Central, 7. Bacteriana
6	Cirugía Realizada	Práctica que implica la manipulación mecánica de las estructuras anatómicas con un fin médico, bien sea diagnóstico, terapéutico o pronóstico que se realizó en un paciente.	Tipo de cirugía que se realizó en el paciente	Cualitativa nominal	1. Cirugía mayor, 2. Cirugía menor, 3. Cirugía electiva, 4. Cirugía de emergencia

No.	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
8	Minutos de cirugía	Tiempo en minutos en que se ejecutó la operación.	Minutos en que se desarrolló una cirugía	Cuantitativa discreta	Minutos
9	Duración de cirugía	Clasificación del riesgo por el número de minutos que dura la cirugía, con cada minuto adicional, se eleva el riesgo de la cirugía.	Nivel de riesgo de la cirugía por su duración en minutos	Cualitativa nominal	1. <76 minutos 2. 76 a 105 min 3. 106 a 140 min 4. >140 min
10	Transfusión sanguínea	Transferencia de la sangre o un componente sanguíneo de una persona (donante) a otra (receptor).	Registra si la paciente requirió transfusión sanguínea	Cualitativa nominal	0. No 1.Si
11	Tipo de herida quirúrgica	Clasificación de la herida producida por medios mecánicos durante un procedimiento quirúrgico realizado con el fin de acceder a cualquier plano anatómico.	Identifica el tipo de herida	Cualitativa nominal	1. Herida Limpia, 2. Herida Limpia Contaminada, 3. Herida Contaminada, 4. Herida Sucia
12	Antibiótico profiláctico	Utilización de fármacos para prevenir infecciones o controlarlas.	Identifica si se usó o no un antibiótico profiláctico	Cualitativa nominal	0. No 1.Si
13	Tipo de antibiótico profiláctico	La elección del tipo de antibiótico profiláctico de vía endovenosa permite regular en forma más estable los niveles de antimicrobianos en el sitio quirúrgico.	Registra el tipo de antibiótico profiláctico	Cualitativa nominal	0. Ninguno 1. Cefalotina 2. Clindamicina 3. Otro

No .	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
14	Hora de admón. de antibiótico profiláctico	Para una profilaxis efectiva, se deben de conseguir concentraciones séricas efectivas desde la apertura hasta el cierre de la herida quirúrgica, por lo que es necesario administrar el antibiótico en un máximo de una hora antes de la incisión.	Registra el número de minutos antes o después en que se le administró el antibiótico profiláctico	Cuantitativa discreta	minutos desde -60 hasta 60
15	Número de dosis de antibiótico profiláctico	Si la duración del procedimiento excede las dos vidas medias del antimicrobiano utilizado para la profilaxis, debe administrarse una dosis de refuerzo.	Registra el número de dosis que se aplicaron al paciente durante la cirugía	Cuantitativa discreta	Número de veces
16	Tiempo de bomba de circulación extra-corpórea	El uso de la bomba de circulación extracorpórea consiste en establecer una conexión entre los vasos (arterias y venas) principales del paciente y una máquina (antiguamente llamada máquina de corazón-pulmón) que recibe la sangre que llegaría al corazón, la oxigena y la impulsa, con presión, al territorio arterial del organismo.	Registra el tiempo en minutos en que se utilizó la bomba en el paciente	Cuantitativa discreta	minutos
17	Limpieza de quirófano previa al evento	Aseo profundo cada 24 horas sin importar que este espacio no se haya usado. Además, después de cada procedimiento o intervención quirúrgica, <b>limpiar</b> el suelo, el mobiliario de <b>quirófano</b> , los aparatos clínicos y cualquier zona que tenga alguna salpicadura	Registra si se limpió el quirófano antes de la cirugía	Cualitativa nominal	0. No 1.Si



No .	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
18	Luz UV	Los rayos de luz UV han sido de utilidad en eliminación de <i>Clostridium difficile</i> y <i>enterococo</i> resistente a vancomicina; la utilidad para MRSA es aun cuestionable.	Registra el uso de lámpara de luz UV en el quirófano antes de realizar la operación	Cualitativa nominal	0. No 1.Si
19	Infección	Invasión y multiplicación de agentes patógenos en los tejidos de un organismo.	Registra si el paciente padeció alguna infección después de la cirugía	Cualitativa nominal	0. No 1.Si
20	Tipo de infección	Identificar el tipo de infección, Las infecciones después de la cirugía son causadas por bacterias, siendo las más comunes Staphylococcus, Streptococcus y Pseudomonas. Estas pueden infectar la herida quirúrgica de diversas formas: mediante el contacto con una persona o un instrumento quirúrgico contaminado; a través de patógenos presentes en el aire; o a partir de infecciones que ya están en el cuerpo del paciente y luego se propagan a la herida.	Registra el tipo de infección que desarrolló el paciente luego de la operación	Cualitativa nominal	0. Ninguna, 1. Sepsis, 2 Urosepsis, 3. Mediastinisti, 4.Bacteriemia 5. Otra
21	Tiempo de infección después de cx (días)	Tiempo de infección después del registro de que se realizó la cirugía	Número de días después de la cirugía en que se detectó la infección	Cuantitativa discreta	días

No .	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
22	Tratamiento de la infección.	<p>La mayoría de las infecciones del sitio quirúrgico se pueden tratar con antibióticos; el tipo de antibiótico administrado dependerá de las bacterias que han causado la infección. Sin embargo, es posible que se requieran cirugías o procedimientos adicionales para tratar la infección. Asimismo, la adecuada se pueden tratar con los, el uso correcto de ropa de protección personal y cubrebocas de alta tecnología y desarrollada con los más altos estándares de calidad, permitirá hacer frente a la transmisión de estas bacterias.</p>	Tratamiento de antibióticos administrado	Cualitativa nominal	<p>1 amikacina, clindamicina  2 amika, clinda, nitrofurantoina  3 ampicilina, amika, vanco  4 anfotericina b,  5 cefalexina  6 cefepime, amika  7 cefepime, amika, vanco.  8 cefepime, amika, meropenem  9 cefepime, amika, vanco, meropenem  10 cefepime, meropenem  11 cefepime vancomicina  12 cefepime, vancomicina, meropenem.  13 cefepime, vancomicina, ertapenem  14 ceftriaxona, metronidazol  15 nitrofurant, cefalexina, cefepime, amikacina, vancomicina  16 Piperacilina tazobactam  17 vanco, mero  18 vanco  19 vanco, ciprofloxacino  20 voriconazol, colistina, ciprofloxacino y vanco  21 Ninguno</p>

No	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
23	Mortalidad	Expresa la frecuencia con que ocurren las defunciones en una población dada. Se calcula haciendo el cociente entre el número de defunciones ocurridas durante un período determinado.	Identifica la defunción de un paciente.	Cualitativa nominal	0. No 1.Si
24	Días de estancia hospitalaria	Es la duración en días de hospitalización del paciente.	Registra el número de días que el paciente estuvo ingresado en el hospital.	Cuantitativa discreta	Días
25	Infección Nosocomial con aislamiento de MRSA	Las infecciones asociadas a los cuidados de la salud por S. aureus Meticilino resistentes (MRSA) es una causa importante de morbilidad y mortalidad.	Los pacientes ingresados a quirófano con cultivos positivos para S. aureus MRSA durante el brote de Enero a Diciembre de 2017 en el Hospital Infantil Federico Gómez en Ciudad de México.	Cuantitativa discreta	0. No 1.Si
26	Uso de NPT.	Administración de nutrimentos por vía intravenosa.	Registra si se administraron al paciente nutrimentos por vía intravenosa.	Cualitativa nominal	0. No 1.Si

La información relevante para el cumplimiento de los objetivos del proyecto se obtuvo mediante la revisión de expedientes y de la hoja 10 Bis de cirugía de cada paciente. Los datos se capturaron en una hoja de cálculo de Excel, que luego se codificó de acuerdo con la tabla de definición de variables para realizar el análisis estadístico.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez construida la base de datos, se realiza estadística descriptiva que incluye medidas de tendencia central, frecuencias, porcentajes, e intervalos de confianza de 95%, un valor de  $p < 0.05$  se consideró estadísticamente significativo. Antes de comenzar el análisis de datos, se probó la normalidad de los mismos mediante la fórmula de Kolmogorov-Smirnov, dado que se cuenta con 58 expedientes. Y, al no observar que los datos no se compartan normalmente, se utilizaron pruebas no paramétricas para el análisis.

La razón de Momios (OR, por las siglas en inglés odds ratio) se utilizó para expresar la posibilidad de que el factor estudiado sea un factor de protección (cuando el rango fue menor de la unidad) o de riesgo (cuando el rango fue mayor de la unidad).

Para determinar la intensidad y sentido de las relaciones entre las variables analizadas se usó el coeficiente de correlación de Spearman. Las variables categóricas se analizaron con la prueba de Chi cuadrada. Se utilizó la paquetería estadística R 4.0.3 GUI 1.73.

## **IMPLICACIONES ÉTICAS**

Este proyecto de investigación se apega al reglamento de investigación en materia de salud de la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos y a las normas éticas de la Declaración de Helsinki para investigación en humanos de 1964 con actualización 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013, Resolución número 8430 de 1993 de normatividad científica, técnica y administrativa para investigación en salud, fue sometido a evaluación por el comité de ética del Hospital Infantil Federico Gómez en Ciudad de México llevado a cabo únicamente con fines de investigación.

Toda la información recolectada acerca de cada uno de los pacientes es confidencial, así mismo se protegió la privacidad de los datos de las personas involucradas con el anonimato.

Dada la naturaleza retrospectiva del estudio, no se contó con la aprobación para participar o el consentimiento informado del paciente. Sin embargo, para guardar el anonimato del paciente, a cada expediente se le asignó un número de identificación (ID) que no está relacionado con ninguna información que vincule la identidad del paciente al expediente estudiado.

## RESULTADOS

Durante el brote se identificaron un total de 10 casos para *S. aureus* MRSA todos con antecedente de haber ingresado a quirófano. El primer caso se presentó en enero de 2017, para mayo de 2017 se habían presentado 5 casos más, iniciando medidas de intervención para el control del brote; reforzando la higiene de manos, aseo de las aéreas quirúrgicas, sanitización con cloro y peróxido de hidrogeno de las aéreas quirúrgicas. Se buscó la fuente de contaminación, con toma de 121 hisopados nasales a personal médico y de enfermería siendo estos negativos, a su vez se realizaron 19 hisopados a personal no médico encargado de la limpieza del equipo en quirófanos, siendo 3 positivos para *S. aureus* MRSA, se dio tratamiento con mupirocina con controles negativos. A su vez se realizaron muestreos de las aéreas quirúrgicas, siendo positivos el monitor de anestesia, torre laparoscópica, mesa de anestesia, y bomba de circulación extracorpórea. Se decidió el inicio adyuvante de Rayos UV de manera intermitente. Pese a esto aún se documentaron 4 casos más de *S. aureus* MRSA. Realizando un análisis ninguno de estos 4 casos había ingresado a una sala donde se realizó desinfección con luz UV-C. Por lo anterior se decidió reforzar la medidas epidemiológicas nuevamente y aplicación de luz UV-C de manera diaria, posterior al inicio de estas maniobras no se documentaron nuevamente casos de *S. aureus* MRSA con un control del brote.

Se incluyeron en el análisis los expedientes de los 10 pacientes con infección nosocomial con cultivo positivo a MRSA, los cuales se consideran los casos y 48 expedientes más de pacientes con infección nosocomial sin cultivo positivo para MRSA considerados como controles, que contaron con expedientes completos.

De los 58 expedientes analizados, la edad promedio fue de 5.7 años, 29 de ellos (50%) fueron pacientes del sexo masculino, entre quienes la edad promedio fue de 4.85 años y entre las mujeres la edad promedio fue de 6.55 años. La mayoría de los casos de MRSA (5 casos) se registraron en niños en edad escolar; sin embargo, se registraron casos en pacientes de cada una de las etapas de desarrollo (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Características demográficas del grupo y de los casos positivos MRSA

Variable demográfica		n=58 (%)									
Edad (promedio del grupo)		5.7 años									
Etapa de desarrollo	Sexo /	M	F	Frec	Casos MRSA	M MRSA	F MRSA	MRSA +	MRSA -	χ <sup>2</sup>	p
	1. Recién Nacidos		5	3	8 (14%)	1 (2%)	1	0	1		
2. Lactante		5	2	7 (12%)	1 (2%)	1	0	1	6		
3. Preescolar		9	9	18 (31%)	5 (9%)	2	3	5	13	2.167	0.705
4. Escolar		7	7	14 (24%)	2 (3%)	1	1	2	12		
5. Adolescente		3	8	11 (19%)	1 (2%)	1	0	1	10		
<b>Totales</b>		<b>29</b>	<b>29</b>	<b>58</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>48</b>		

Fuente: Expedientes clínicos. M.:Masculino, F.:Femenino, x2:Chi-cuadrada p (valor de p)

En cuanto a las variables clínicas observadas en la muestra estudiada, se encontró que al área médica que ordenó el mayor número de intervenciones quirúrgicas fue Cirugía General (24%) seguida de Cardiología y Oncología (22% cada una). Destaca que el mayor número de casos MRSA se dio en Terapia (5%).

Las enfermedades más frecuentes fueron las neoplasias y cáncer (33%), seguidas de las enfermedades del corazón (26%). Las cirugías mayores son las que se realizaron más frecuentemente (59%). La sala 6 es la que se utilizó con mayor frecuencia (48%), pero la sala 5 fue donde se intervinieron 6 pacientes con cultivos positivos a MRSA, que, aunque sólo fueron el 10% de la muestra total, estos pacientes representan el 60% de todos los casos con infección nosocomial con aislamiento de MRSA observados.

La mayoría de las intervenciones quirúrgicas tuvo una duración menor a 76 minutos.

**Cuadro 2.** Características clínicas del servicio

Variables clínicas observadas							n=58	
Servicio	Frec	%	Casos MRSA		Controles		x <sup>2</sup>	p-valor
1. Cirugía General	14	24%	2	3%	12	21%	33.83	0.000018 (1)
2. Cirugía Cardiovascular	13	22%	0	0%	13	22%		
3. Oncología	13	22%	0	0%	13	22%		
4. Neurología	8	14%	2	3%	6	10%		
5. Neonatología	2	3%	0	0%	2	3%		
6. Medicina Interna	3	5%	3	5%	0	0%		
7. Terapia	3	5%	3	5%	0	0%		
8. Otro	2	3%	0	0%	2	3%		
<b>Diagnóstico de base (Enfermedad)</b>								
1. Del corazón	15	26%	2	3%	13	22%	17.2	0.00086 (1)
2. Del tracto gastrointestinal	9	16%	2	3%	7	12%		
3. Neoplasias y cáncer	19	33%	0	0%	19	33%		
4. Autoinmune	2	3%	2	3%	0	0%		
5. Malformaciones congénitas	6	10%	1	2%	5	9%		
6. Cerebrales y del SNC	5	9%	2	3%	3	5%		
7. Bacteriana	2	3%	1	2%	1	2%		
<b>Cirugía Realizada</b>								
1. Cirugía mayor	34	59%	6	10%	28	48%	0.2126	0.8991
2. Cirugía menor	23	40%	4	7%	19	33%		
3. Cirugía electiva	0	0%	0	0%	0	0%		
4. Cirugía de emergencia	1	2%	0	0%	1	2%		
<b>Sala de quirófano</b>								
1. Sala 5	21	36%	6	10%	15	26%	14.95	0.0019 (1)
2. Sala 6	28	48%	2	3%	26	45%		
3. Sala 7	7	12%	0	0%	7	12%		
4. Otro	2	3%	2	3%	0	0%		
<b>Duración de la Cirugía</b>								
1. < 76 minutos	26	45%	6	10%	20	34%	4.21	0.239
2. 76 a 105 minutos	9	16%	0	0%	9	16%		
3. 106 a 140 minutos	6	10%	0	0%	6	10%		
4. >140 minutos	17	29%	4	7%	13	22%		
<b>Totales</b>	<b>58</b>	<b>100%</b>	<b>10</b>	<b>17%</b>	<b>48</b>	<b>83%</b>		

Fuente: Expedientes clínicos. (1) Presencia de frecuencias menores de 5 y de 1, x<sup>2</sup>:Chi-cuadrada



Continuando con la descripción de los hallazgos sobre las variables clínicas en la muestra, se observó que el tipo de herida quirúrgica más frecuente fue la herida limpia (81%), lo mismo sucede en los casos positivos a MRSA, alcanzando un total de 7 de los 10 casos.

En cuanto al uso de antibiótico profiláctico, este se utilizó en el 45% de los pacientes ingresados a quirófano, el tipo de antibiótico profiláctico más utilizado fue la cefalotina 38% del total de la muestra. Hay que destacar que en poco más de la mitad de los expedientes estudiados no se usó ningún antibiótico profiláctico (55%). En los casos de MRSA positivo esta razón fue de 6/10. Finalmente, en el caso de la administración de nutrimentos por vía intravenosa (NTP), esta condición sólo se presentó en el 19% de toda la muestra estudiada. Pero al observar los casos positivos a MRSA, se encuentra que en el 60% de los 10 casos de estudio, se requirió del uso de NTP. (Cuadro 3)

**Cuadro 3.** Intervenciones realizadas en el paciente

<b>VARIABLES CLÍNICAS OBSERVADAS</b>							<b>n=58</b>	
<b>Tipo de herida quirúrgica</b>	<b>Frec</b>	<b>%</b>	<b>Casos MRSA</b>		<b>Controles</b>		<b>χ<sup>2</sup></b>	<b>p-valor</b>
1. Herida Limpia	<b>47</b>	<b>81%</b>	<b>7</b>	<b>12%</b>	40	69%	1.56	0.668
2. Herida Limpia contaminada	7	12%	2	3%	5	9%		
3. Herida Contaminada	3	5%	1	2%	2	3%		
4. Herida Sucia	1	2%	0	0%	1	2%		
<b>Antibiótico profiláctico</b>							0.11	0.7358
0. No	<b>32</b>	<b>55%</b>	<b>6</b>	<b>10%</b>	26	45%		
1. Si	26	45%	4	7%	22	38%		
<b>Tipo de antibiótico profiláctico (AP)</b>							11.1	0.011 (1)
0. Ninguno	<b>32</b>	<b>55%</b>	<b>6</b>	<b>10%</b>	26	45%		
1. Cefalotina	22	38%	2	3%	20	34%		
2. Clindamicina	2	3%	2	3%	0	0%		
3. Otro	2	3%	0	0%	2	3%		
<b>Uso de NTP</b>							<b>13.2</b>	<b>0.00027</b>
0. No	<b>47</b>	<b>81%</b>	4	7%	43	74%		
1. Si	11	19%	<b>6</b>	<b>10%</b>	5	9%		

Fuente: Expedientes clínicos. Frec: Frecuencia, AP: Antibiótico Profiláctico, NTP: Nutrimentos vía intravenosa, χ<sup>2</sup>: Chi-cuadrada.

**Cuadro 4.** Administración del Antibiótico Profiláctico, de las Transfusiones Sanguíneas y reporte de los minutos de la cirugía.

<b>Variables clínicas observadas</b>		<b>n=58 (%)</b>							
<b>Administración de AP hasta 60 min antes de la cirugía</b>		<b>Frec</b>	<b>%</b>	<b>Casos MRSA</b>		<b>Controles</b>	<b><math>\chi^2</math></b>	<b>p-valor</b>	
0. No se administró AP		32	55%	6	10%	26	45%	0.12	0.94
1. Administró antes de cirugía		19	33%	3	5%	16	28%		
2. Administró después de cirugía		7	12%	1	2%	6	10%		
Minutos promedio en que se administró AP		15.46 min antes		25.5 min antes		13.65 min antes			
Desviación estándar		29 min		24 min		30 min			
<b>Número de dosis AP</b>									
Dosis de AP utilizadas		28	48.3%	5	8.6%	23	39.7%		
Dosis promedio usadas		1.04		1.25		1		1.82	0.403
Desviación estándar		0.19		0.5		0			
Pacientes con más de una dosis		1		1		0			
<b>Transfusión sanguínea</b>									
0. No		45	78%	6	10%	39	67%	2.15	0.1427
1. Si		13	22%	4	7%	9	16%		
<b>Tiempo de bomba de circulación extracorpórea</b>									
Uso de bomba		10	17%	1	2%	9	16%	0.44	0.5052
Minutos promedio de uso		128.2 min		142 min		126.7 min			
Desviación estándar		65.8 min				59.7 min			
<b>Minutos de cirugía</b>									
Promedio de minutos de cirugía		110.84 min		115.8 min		109.8 min			
Desviación estándar		95.58 min		121.2 min		92.2 min		0.08	0.784

Fuente: Expedientes clínicos. Frec: Frecuencia, AP: Antibiótico Profiláctico,  $\chi^2$ : Chi-cuadrada

El cuadro 4 muestra la frecuencia sobre la administración del antibiótico profiláctico, es decir cuántos pacientes no recibieron ningún antibiótico (55%); cuántos de ellos lo recibieron a tiempo (es decir hasta una hora antes de la cirugía, que fue el 33%) y a cuántos se les administró después. En promedio se les aplicó 15 minutos antes de la cirugía, pero en los casos positivos de MRSA ese promedio fue de 25 minutos antes de la cirugía. En el cuadro se reporta que sólo un caso de MRSA utilizó dos dosis de antibiótico profiláctico. Reporta además que el 78% de los pacientes no requirieron transfusión, pero 40% de los casos de estudio si recibió una transfusión.

Se capturaron 10 datos sobre el tiempo de uso de bomba de circulación extracorpórea, de los cuales sólo 1 paciente se registró con MRSA positivo. Finalmente se calculó el promedio de minutos en la cirugía, lo que resultó en 110.84 min promedio con una desviación estándar de 95.56 minutos; el promedio de minutos de cirugía en los casos de MRSA positivo fue 115.8 minutos, con una desviación estándar de 121.2 minutos. (Cuadro 4)

**Cuadro 5.** Modo de desinfección utilizado en las salas quirúrgicas

<b>Variables clínicas observadas</b>		<b>n=58 (%)</b>						
<b>Limpieza de quirófano previa a la cirugía</b>								
	<b>Frec</b>	<b>%</b>	<b>Casos MRSA</b>		<b>Controles</b>		<b><math>\chi^2</math></b>	<b>p-valor</b>
0. No	2	3%	1	2%	1	2%	1.56	0.212
1. Si	<b>56</b>	<b>97%</b>	<b>9</b>	<b>16%</b>	47	81%		
<b>Uso de Rayos UV</b>								
0. No	32	55%	<b>9</b>	<b>16%</b>	23	40%	<b>5.93</b>	<b>0.015</b>
1. Si	<b>26</b>	<b>45%</b>	1	2%	25	43%		

*Fuente: Registro de limpieza. Frec: Frecuencia,  $\chi^2$ : Chi-cuadrada.*

El cuadro 5 muestra que el 97% del total de salas de quirófano fueron limpiadas con cloro o peróxido de hidrógeno; aun así, se presentaron 9 casos de MRSA. Entre las salas que no tuvieron desinfección con luz UV-C, se dieron la mayor cantidad de casos positivos a MRSA. Sin embargo, observe que aun usando luz UV-C se presentó un caso MRSA positivo.

**Cuadro 6.** Prevalencia de infección y tipo

<b>Infección</b>	<b>Frec</b>	<b>%</b>	<b>Casos MRSA</b>		<b>Controles</b>		<b><math>\chi^2</math></b>	<b>p-valor</b>
0. No	27	47%	0	0%	27	47%	<b>10.52</b>	<b>0.00118</b>
1. Si	<b>31</b>	<b>53%</b>	10	17%	<b>21</b>	<b>36%</b>		
<b>Tipo de infección</b>								
0. Ninguna	<b>27</b>	<b>47%</b>	0	0%	27	47%	0.101	0.088
1. Sepsis	17	29%	<b>3</b>	<b>5%</b>	<b>14</b>	<b>24%</b>		
2. Urosepsis	3	5%	<b>3</b>	<b>5%</b>	0	0%		
3. Mediastinitis	3	5%	1	2%	2	3%		
4. Bacteriemia	3	5%	1	2%	2	3%		
5. Otra	5	9%	2	3%	3	5%		
<b>Totales</b>	<b>58</b>	<b>100%</b>	<b>10</b>	<b>17%</b>	<b>48</b>	<b>83%</b>		

*Fuente: Registro de limpieza. Frec: Frecuencia,  $\chi^2$ : Chi-cuadrada.*

El cuadro 6 muestra que el 53% de los pacientes que fueron intervenidos quirúrgicamente tuvieron una infección nosocomial, entre ellos se encuentran los 10 casos con infección nosocomial con aislamiento positivos a MRSA que representaron 3 de cada 10 infecciones totales registradas en este periodo.

**Cuadro 7.** Tiempo para la aparición de infecciones después de la cirugía

<b>Días después de la cirugía en que aparece infección de cualquier tipo</b>	<b>Frec</b>	<b>%</b>	<b>Casos MRSA</b>		<b>Controles</b>		<b>χ<sup>2</sup></b>	<b>p-valor</b>
0. < 8 días	19	32.8%	8	14%	11	19%	2.18	0.14
1. ≥ 8 días	12	20.7%	2	3%	10	17%		
Promedio de días luego de cx en que aparece infección	6.3 días		5.8 días		8.1 días			
Desviación estándar	7		4.4		7			

Fuente: Expedientes clínico, Frec: Frecuencia, x<sup>2</sup>:Chi-cuadrada.

En el cuadro 7 se observa que en los casos con infección nosocomial con aislamiento positivos a MRSA, el tiempo promedio en que aparece la infección es más corto 2.3 días en promedio que los controles. Lo anterior debido a que la mayoría de los casos aparecen en menos de 8 días de realizada la intervención quirúrgica, sólo 2 casos con cultivo positivos a MRSA aparecieron luego de 8 días de la cirugía.

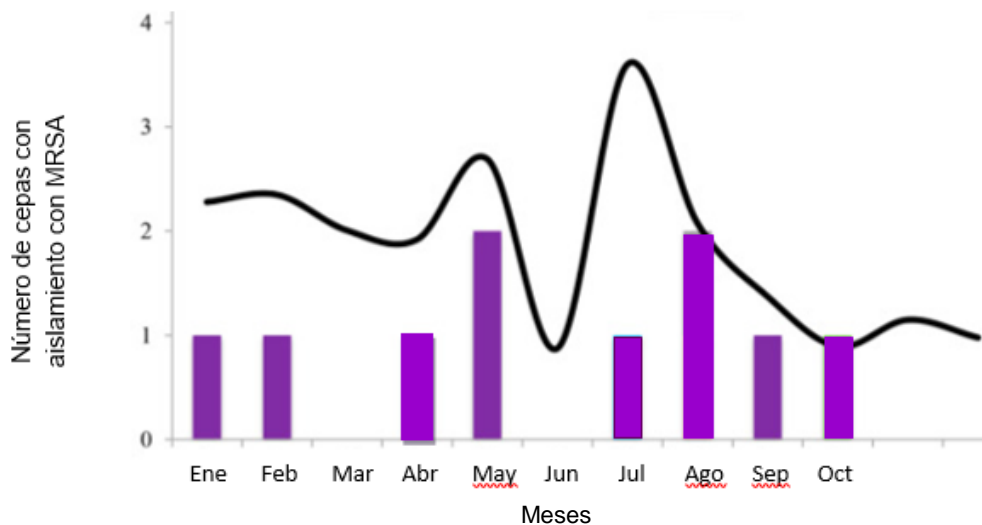
**Cuadro 8.** Tiempo para la aparición de infecciones después de la cirugía

<b>Días de estancia hospitalaria</b>	<b>Frec</b>	<b>%</b>	<b>Casos MRSA</b>		<b>Controles</b>		<b>χ<sup>2</sup></b>
0. < 50 días	43	74%	1	2%	42	72%	25.9
1. ≥ 50 días	15	26%	9	16%	6	10%	
Promedio de días de estancia hospitalaria	50 días		164.2 días		26.1 días		
Desviación estándar	89.8		168.6		31.1		
<b>Mortalidad</b>							
0. No	54	93%	8	14%	46	79.3%	3.23
1. Si	4	7%	2	3%	2	3.4%	
<b>Totales</b>	<b>58</b>	<b>100%</b>	<b>10</b>	<b>17%</b>	<b>48</b>	<b>83%</b>	

Fuente: Expedientes clínicos, Frec: Frecuencia, x<sup>2</sup>:Chi-cuadrada.

En el cuadro 8 se muestra que la mayoría de los pacientes atendidos (74.14%) tuvieron una estancia menor a la media que fue de 50 días; obsérvese que cerca de 1 de cada 3 pacientes intervenidos quirúrgicamente tuvo una estancia mayor de 50 días, los pacientes positivos a MRSA son quienes tienen una estancia hospitalaria media de 164 días.

**Grafica 1** Identificación de casos MRSA



Fuente: *Expedientes clínicos*

Para comprobar la hipótesis planteada en la investigación, se utilizó chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) con el fin de determinar la dependencia de realizar la desinfección con luz UV-C y la prevalencia de infección nosocomial con aislamiento de MRSA obteniéndose el siguiente resultado  $\chi^2 = 5.9261$ , p-valor (0.0149). Lo anterior implica que se rechaza la hipótesis nula y se resuelve que **las variables estudiadas están asociadas**. Es decir, utilizar o no utilizar la luz UV-C afecta la prevalencia de infección nosocomial con aislamiento de MRSA. Para encontrar el sentido y la fuerza de la asociación se utilizó el coeficiente de Spearman, obteniéndose como resultado -0.3196, p-valor (0.0144); indicando una correlación negativa baja entre las variables. Es decir, la luz UV-C disminuyó la presencia de casos con aislamiento

positivos a MRSA, de forma significativa dado que p-valor es menor de 0.05; con este dato se cumple el objetivo general de la investigación.

En cuanto a la hipótesis alterna, también se decidió probarla. Se obtuvo que entre las variables limpieza normal de quirófanos con cloro o peróxido de hidrógeno no hay una asociación de las variables al obtener el siguiente resultado:  $\chi^2= 1.557$ , valor-p (0.212); la respuesta no depende del tratamiento de acuerdo con el resultado de chi-cuadrado. El coeficiente de Spearman confirma el resultado obtenido (-0.163) valor-p (0.2190), aquí valor p es mayor de 0.05 por lo que el resultado no es estadísticamente significativo.

Para dar cumplimiento al primer objetivo específico se estudió la asociación de la infección nosocomial con aislamiento de MRSA con las variables demográficas de los pacientes y el tipo de cirugía que se les practicó, para ello se utilizaron chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para determinar dependencia de las variables estudiadas y el coeficiente Spearman para definir fuerza y sentido de la relación.

**Cuadro 9.** Asociaciones de variables demográficas, tipo de cirugía con infección positiva por MRSA.

Variable	MRSA+	MRSA-	$\chi^2$	p-valor	Interpretación del resultado $\chi^2$	Coef. Spearman	p-valor	Interpretación del resultado Coef. Spearman
<b>Edad</b>								
1. <5.7 años	8	27	1.9507	0.1625	La presencia o ausencia de MRSA no depende de la edad.	-0.2141	0.1066	La relación no es estadísticamente significativa dado que p-valor >0.05.
2. >=5.7 años	2	21						
<b>Etapas de desarrollo</b>								
1. Recién Nacidos	1	7	2.1672	0.705	La presencia o ausencia de MRSA no depende de la etapa de desarrollo.	-0.0617	0.6454	La relación no es estadísticamente significativa dado que p-valor >0.05.
2. Lactante	1	6						
3. Preescolar	5	13						
4. Escolar	2	12						
5. Adolescente	1	10						
<b>Sexo</b>								
1. Masculino	6	23	0.48333	0.4869	La presencia o ausencia de MRSA no depende del sexo.	-0.0913	0.4955	La relación no es estadísticamente significativa dado que p-valor >0.05.
2. Femenino	4	23						
<b>Tipo de cirugía</b>								
1. Mayor	6	28	0.21262	0.8991	La presencia o ausencia de MRSA no depende del tipo de cirugía.	-0.0191	0.8871	La relación no es estadísticamente significativa dado que p-valor >0.05.
2. Menor	4	19						
4. De Emergencia	0	1						

Fuente: Expedientes clínicos,  $\chi^2$ : Chi-cuadrada.

En el cuadro 9 se observa que la respuesta a las relaciones probadas Edad ↔ MRSA, Etapa de desarrollo ↔ MRSA, Sexo ↔ MRSA y Tipo de cirugía ↔ MRSA es que **son variables independientes**, dado que no se encontró asociación estadísticamente significativa alguna, con este hallazgo se cubre el objetivo específico número uno establecido en esta investigación.

El objetivo número dos que busca verificar las siguientes relaciones: Sala de quirófano ↔ MRSA, Duración de la cirugía ↔ MRSA, Tipo de herida quirúrgica ↔ MRSA, Uso de Antibiótico Profiláctico ↔ MRSA. En cuadros 10 y 11 se observan los resultados de las pruebas realizadas para determinar la dependencia o independencia de las variables.

**Cuadro 10.** Asociación Sala de quirófano ↔ MRSA

Variable	MRSA+	MRSA-	$\chi^2$	p-valor	Interpretación del resultado $\chi^2$
<b>Sala de quirófano</b>					
1. Sala 5	6	15	<b>9.9429</b>	<b>0.001615</b>	La proporción de pacientes que ingresaron a la sala de endoscopia y a la sala 8 para una cirugía y desarrollaron MRSA, fue significativamente superior a la proporción de pacientes en otras salas.
2. Sala 6	2	26			
3. Sala 7	0	7			
<b>4. Otros</b> (sala 8 y endoscopia)	<b>2</b>	<b>0</b>			
			<b>Coef. Spearman</b>	<b>p-valor</b>	<b>Interpretación del resultado Coef. Spearman</b>
			-0.128	0.0788	La relación no es estadísticamente significativa dado que p-valor >0.05.

Fuente: Expedientes clínicos,  $\chi^2$ : Chi-cuadrada

El cuadro 10 muestra que hay una asociación entre las variables sala de quirófano y MRSA. Sin embargo al tener una frecuencia esperada de menos de uno y 5 frecuencias esperadas de menos de cinco, existe la posibilidad de que esta relación sea espuria, lo que se corrobora con el p-valor del Coeficiente de Spearman que es un valor mayor a 0.05.



**Cuadro 11.** Asociaciones de variables clínicas con infección positiva por MRSA.

Variable	MRSA+	MRSA-	$\chi^2$	p-valor	Interpretación del resultado $\chi^2$	Coef. Spearman	p-valor	Interpretación del resultado Coef. Spearman
<b>Duración cirugía</b>								
1, <76 min	6	20	4.216	0.239	La presencia o ausencia de MRSA no depende de la duración de la cirugía	-0.0407	0.7617	La relación no es estadísticamente significativa dado que p-valor >0.05.
2. 76 a 105 min	0	9						
3. 106 a 140 min	0	6						
4. >140 min	4	13						
<b>Tipo de herida quirúrgica</b>								
1. Herida Limpia	7	40	1.5641	0.6676	La presencia o ausencia de MRSA no depende del tipo de herida quirúrgica	0.1238	0.3545	La relación no es estadísticamente significativa dado que p-valor >0.05.
2. Herida Limpia Contaminada	2	5						
3. Herida Contaminada	1	2						
4. Herida Sucia	0	1						
<b>Uso antibiótico profiláctico</b>								
1. Si	4	26	0.66516	0.4147	La presencia o ausencia de MRSA no depende del uso del antibiótico profiláctico	-0.1071	0.4236	La relación no es estadísticamente significativa dado que p-valor >0.05.
0. No	6	22						

Fuente: *Expedientes clínicos*,  $\chi^2$ : Chi-cuadrada

Ninguna variable clínica mostrada en el cuadro 11 está asociada con la variable MRSA, es decir **son variables independientes** y con este hallazgo se alcanza el segundo objetivo específico de la investigación.

Para alcanzar el objetivo específico número tres se requiere probar si existe alguna relación entre la limpieza del quirófano antes de una cirugía mediante el procedimiento normal de uso de cloro o peróxido de hidrógeno y la infección nosocomial con aislamiento de MRSA. Para ello, se calculó chi-cuadro y se obtuvo que  $\chi^2= 1.557$  y p-valor (0.212), al ser mayor que 0.05 el valor no es estadísticamente significativo. El p-valor para el Coeficiente de Spearman (0.2190) indica la misma condición sobre la relación Limpieza Normal  $\leftrightarrow$  MRSA, las variables son independientes.

Para cubrir el objetivo específico cuatro se requiere determinar si cualquier tipo de infección estuvo relacionada con la limpieza normal de quirófano previo a una cirugía, lo cual se muestra en el cuadro 12. Así como si hubo alguna relación entre los diversos tipos de infecciones y el uso de la luz UV, lo que se muestra en el cuadro 13, para probar las asociaciones, se volvieron a calcular chi-cuadrado y el Coeficiente de Spearman.

**Cuadro 12.** Asociación Tipo de Infección  $\leftrightarrow$  Limpieza

Variable	Limpieza +	Limpieza -	$\chi^2$	p-valor	Interpretación del resultado $\chi^2$
<b>Tipo de infección</b>					
0. Ninguna	27	0	4.9958	0.4164	La presencia o ausencia de limpieza es independiente del tipo de infección
1. Sepsis	15	2			
2. Urosepsis	3	0			
3. Mediastinisti	3	0			
4. Bacteriemia	3	0			
5. Otra	5	0			
			<b>Coef. Spearman</b>	<b>p-valor</b>	<b>Interpretación del resultado Coef. Spearman</b>
			-0.0912	0.496	La relación no es estadísticamente significativa dado que p-valor >0.05.

Fuente: Expedientes clínicos,  $\chi^2$ :Chi-cuadrada

El cuadro 12 indica que las variables estudiadas tipo de infección y limpieza normal de la sala de quirófano antes de una cirugía **son independientes**.

**Cuadro 13.** Asociación Tipo de Infección ↔ Luz UV

Variable	Luz UV +	Luz UV -	$\chi^2$	p-valor	Interpretación del resultado $\chi^2$
<b>Tipo de infección</b>					
0. Ninguna	21	7	<b>21.495</b>	<b>0.000653</b>	La presencia o ausencia de luz UV está asociado al tipo de infección
1. Sepsis	4	13			
2. Urosepsis	1	2			
3. Mediastinisti	0	3			
4. Bacteriemia	0	3			
5. Otra	0	4			
			<b>Coef. Spearman</b>	<b>p-valor</b>	<b>Interpretación del resultado Coef. Spearman</b>
			<b>-0.5967</b>	<b>&lt;0.0001</b>	Correlación negativa moderada estadísticamente significativa.

Fuente: Expedientes clínicos  $\chi^2$ :Chi-cuadrada

El cuadro 13 indica que las variables estudiadas: tipo de infección y el uso de luz UV en la sala de quirófano antes de una cirugía **están asociadas de forma inversa y moderada**. Esto podría implicar que cuando se utiliza la luz UV como germicida, la frecuencia en los diferentes tipos de infecciones baja y cuando no se utiliza la luz UV, la frecuencia de las infecciones sube. Sin embargo, al analizar las contribuciones de cada tipo de infección a la asociación descubierta, se encontró que la proporción en que no hubo ninguna infección (0) al usar la luz UV, es significativamente superior a la proporción alcanzada sobre los demás tipos de infección (del 1 al 5). Y, una vez que se analizan las proporciones de los tipos de infección del 1 al 5, sin considerar el rubro de ninguna infección, se encuentra que las variables no están relacionadas ( $\chi^2=4.9965$ , p-valor **0.2877**). En breve, se encontró que la aplicación de luz UV aumenta la frecuencia de casos negativos a las infecciones.

También se estudió lo que ocurre cuando se cumplen las dos condiciones de limpieza, es decir la normal con cloro y/o peróxido de hidrógeno, y la aplicación de luz UV como germicida, a esta combinación se le clasificó con el número 1 y si faltaba uno de los dos tipos de limpieza, se asignó el número 0 al constructo Li-UV. Al analizar el chi-cuadrado se obtuvo lo siguiente: ( $\chi^2=423,256$ , p-valor **0.0003016**), indicando que hay una asociación estadísticamente significativa entre el tipo de infección y la limpieza normal + el uso de luz UV en las salas de quirófano.

Esta asociación surge de la sub-clasificación de la infección identificada con el número 0, la cual indica que no se presenta ninguna infección. Por lo que se analizan las contribuciones realizadas por las infecciones clasificadas de la 1 a la 5, y se encuentra que el valor de  $\chi^2$  no es estadísticamente significativo al ser mayor a 0.05 (p-valor 0.1288). Lo anterior indica que el tipo de infección es independiente del tipo de limpieza que se realice en el quirófano, pero la asociación de estas variables surge porque al haber limpieza, no hay ningún tipo de infecciones. Es decir, el uso de la luz UV-C es un factor de protección contra las infecciones con un odds ratio esperado de 0.08 y un intervalo de confianza del 95% (OR 0.08; IC95% 0.02 – 0.29,  $p<0.001$ ).

Para abordar al quinto objetivo específico, se requiere determinar si las infecciones y el tipo de infección que desarrollaron los pacientes tuvieron algún impacto en los días de estancia hospitalaria. Para obtener este cálculo nuevamente se utilizó chi-cuadrado, el coeficiente de Spearman y en los casos que resultó significativo se calculó el odds ratio.

En el cuadro 14 se muestran los resultados obtenidos de  $\chi^2$ , los cuales indican que el tipo de infección y los días de estancia hospitalaria son variables que están asociadas en un sentido positivo, y la fuerza de su correlación es alta.

**Cuadro 14.** Asociación Tipo de Infección ↔ Estancia Hospitalaria

Variable	>=50 Días	<50 Días	$\chi^2$	p-valor	Interpretación del resultado $\chi^2$
<b>Tipo de infección</b>					
0. Ninguna	1	26	<b>14.812</b>	<b>0.0119</b>	La estancia mayor de 50 días o menor, está asociada al tipo de infección
1. Sepsis	7	10			
2. Urosepsis	2	1			
3. Mediastinisti	1	2			
4. Bacteriemia	2	1			
5. Otra	2	3			
			<b>Coef. Spearman</b>	<b>p-valor</b>	<b>Interpretación del resultado Coef. Spearman</b>
			<b>0.7018</b>	<b>&lt;0.0001</b>	Correlación positiva alta estadísticamente significativa.

Fuente: Expedientes clínicos,  $\chi^2$ :Chi-cuadrada

Se encontró que el que un paciente no tenga ninguna infección es un factor de protección para una estancia hospitalario mayor de 50 días, con un odds ratio esperado de 0.05 y un intervalo de confianza del 95% (OR 0.05; IC95% 0.01 – 0.39,  $p < 0.001$ ).

En cuanto a la asociación Infección ↔ Estancia Hospitalaria, se obtiene una  $\chi^2=12.936$  (p-valor **0.0003223**), indicando que existe una asociación estadísticamente significativa. El coeficiente de Spearman = 0.7470 indica una correlación positiva alta, y se encontró que la presencia de infección es un factor de riesgo para la prevalencia de una estancia hospitalaria mayor a 50 días, lo anterior se presentó con un odds ratio (OR) esperado de 21.41 y un intervalo de confianza de 95% (OR 21.41; IC95% 2.57 - 178.18, p-valor  $< 0.001$ ).

Se observó que MRSA positivo es factor de riesgo para una estancia hospitalaria mayor 50 días, con un odds ratio esperado de 63.00 y un intervalo de confianza de 95% (OR 63.00; IC95% 6.73 – 589.46, p-valor 0.000).

En este punto, en que ya se han cubierto todos los objetivos específicos de la investigación, es importante reportar que al explorar las variables con el Coeficiente de Spearman se encontraron asociaciones entre variables que fueron estadísticamente significativas y que conviene tener en consideración para futuras investigaciones.

**Cuadro 15.** Hallazgos de variables asociadas  $p < 0.05$

Correlación			Coef. Spearman	p-valor
Luz UV-C	↔	# Días en que aparece la infección luego de cx	-0.5262	<0.0001
Luz UV-C	↔	Tipo de infección	-0.5967	0.0003
Luz UV-C	↔	Tratamiento	0.5344	0.0054
Luz UV-C	↔	Transfusión sanguínea	-0.3182	0.0149
Edad	↔	Estancia Hospitalaria	-0.3134	0.0166
Edad	↔	Duración de la cirugía	-0.4885	0.0001
Edad	↔	Infección	-0.2757	0.0362
# Días en que aparece la infección luego de cx	↔	Tipo de infección	<b>0.8235</b>	<0.0001
# Días en que aparece la infección luego de cx	↔	MRSA	0.3485	0.0073
# Días en que aparece la infección luego de cx	↔	Tratamiento	<b>-0.6695</b>	<0.0001
# Días en que aparece la infección luego de cx	↔	Estancia Hospitalaria	<b>0.7541</b>	<0.0001
Estancia Hospitalaria	↔	Tipo de infección	<b>0.7018</b>	<0.0001
Estancia Hospitalaria	↔	Antibiótico profiláctico	0.2908	0.0268
Estancia Hospitalaria	↔	Tratamiento	-0.5748	<0.0001
Clasificación del Tx	↔	Infección	-0.8585	<0.0001
Duración cx	↔	Etapa de desarrollo	-0.5041	0.0187
Servicio	↔	MRSA	0.3616	0.0053

Fuente: Expedientes clínicos

## DISCUSIÓN

El uso de luz UV-C como desinfectante de superficies induce una reducción de los conteos de bacterias vegetativas disminuyendo el riesgo de infecciones nosocomiales, particularmente por MRSA.

El control de las infecciones por MRSA se logró mediante la desinfección UV-C de todos los quirófanos, donde se reforzó la limpieza y desinfección de los equipos de anestesiología. Los pacientes que ingresaron al quirófano en donde previamente se usó luz UV-C no desarrollaron una infección por MRSA.

La literatura consultada asocia la infección por cepas de MRSA con un aumento en la mortalidad durante la hospitalización y aumento en los costos de la atención médica relacionados al aumento de la estancia intrahospitalaria. Nuestro estudio no encontró una relación significativa con la mortalidad, sin embargo, los pacientes con infección por MRSA documentada alcanzaron un promedio de estancia de 147.36 días de estancia, el triple de los pacientes controles sin infección reportada.

Ante lo expuesto resulta de suma utilidad contar con un protocolo de uso de la UV-C para la desinfección de las áreas quirúrgicas de las cuales se debiera considerar el tiempo de inhabilitación del área en que se requiere que la lámpara esté encendida, como parte del costo del protocolo de desinfección con luz UV-C.

El uso de UV-C expuesto en esta investigación, fue durante un brote de MRSA en el Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG) en el 2017, el cual fue declarado como tal debido al incremento de al menos dos veces el valor de los casos base de *S. aureus* meticilino resistente, lo cual representaron 0.15/100 pacientes. Un estudio español propone puntos de corte de incidencia para considerar una elevada trasmisión de MSAR, consideran que se dan en función del tamaño de los hospitales, esto es: para un hospital <200 camas, 0.013 casos/100 ingresos; 200-499 camas, 0.25; ≥500 camas, 0.5. Considerando que el HIMFG contaba con 229 camas (46), de aplicar este criterio no se hubiera puesto en práctica el control del brote motivo de esta investigación. El estudio citado contiene

una metodología para construir una guía consensuada de recomendaciones para hospitales en México.

Se evaluó la potencia estadística de este estudio con ayuda de la página [clinical.com](http://clinical.com), obteniéndose un resultado de 99.3%, por lo que se infiere que el reducido tamaño de la muestra que se estudió no es una limitación para este estudio.

Usar luz UV-C como método de desinfección depende de ciertos factores como son la distancia al objeto a ser irradiado, la potencia de la radiación, la presencia de objetos que absorben la luz ultravioleta, la presencia de zonas como sombras en las que la luz UVC no llega directamente, etc. La irradiación con luz UV-C presenta una serie de limitaciones, el patógeno ha de estar expuesto directamente a la radiación para ser eliminado. Sin embargo, el uso de lámparas ultravioletas es efectiva contra la desinfección de determinadas áreas y superficies, aunque no se aconseja siempre su utilización. Por ejemplo, no deben usarse sobre la piel, pues la radiación puede producir irritaciones o graves efectos secundarios, y precisamente por ello no resultan adecuadas para tratar organismos vivos.

Continuar con las medidas de higiene como son el lavado de manos y la limpieza de quirófanos, implementando el uso de luz UV-C ayudó de manera eficaz a controlar un brote de MRSA. La desinfección con luz UV-C es más efectiva como adyuvante de la desinfección manual de superficies y no como reemplazo de esta. Los autores de distintas publicaciones concluyen que el uso de luz UV-C como desinfectante demuestra la eficacia para la inactivación de diferentes patógenos en niveles hospitalarios. Por lo que se concluye la eficacia de la luz UV-C como desinfectante.

Los resultados de nuestro estudio indican que la desinfección de MRSA con dispositivos de luz UV-C es eficaz y relativamente fácil y rápida.



## CONCLUSIONES

El brote se controló tratando a los portadores de MRSA y MSSA y desinfectando las áreas afectadas y el equipo en los quirófanos con luz UV-C. La higiene de las manos se reforzó como una estrategia para reducir las infecciones por MRSA. La higiene de manos debe controlarse constantemente para reducir los brotes

La asociación de desinfección de los quirófanos con luz UV-C usada como de con la prevalencia de infección nosocomial con aislamiento por *S. Aureus* meticilino resistente (MRSA, por sus siglas en inglés) en el Hospital Infantil de México Federico Gómez de la Ciudad de México durante el mes de enero y diciembre de 2017 fue estadísticamente significativa (p-valor 0.0149). Dicha asociación se dio en sentido negativo y fue de baja fuerza, -0.3196 p-valor (0.0144), de acuerdo con el coeficiente Spearman obtenido de los datos analizados. Las condiciones expresadas anteriormente, dieron lugar a aceptar la hipótesis de trabajo de esta investigación. Destacamos la importancia en la transmisión de *S. aureus* MRSA así como la importancia de estrategias en el control epidemiológico; siendo en nuestro caso la luz UV-C una medida que marco el control del brote.

En cuanto a los objetivos específicos planteados se concluye que:

1. Las variables demográficas y el tipo de cirugía con los datos de la muestra fueron independientes de la prevalencia de infección nosocomial con aislamiento de MRSA.
2. El tiempo de la cirugía, el tipo de herida quirúrgica y la utilización de antibiótico profiláctico fueron independientes de la prevalencia de infección nosocomial con aislamiento de MRSA. La sala quirúrgica utilizada, resultó también ser una variable independiente, ya que en el primer análisis mostró una asociación estadísticamente significativa, sin embargo, esta resultó ser espuria debido al bajo número de

observaciones con las que se contaba para las salas de endoscopia y la sala quirúrgica no. 8.

3. No existe asociación estadísticamente significativa entre la limpieza del quirófano previa a una cirugía, cuando se utiliza el procedimiento normal de uso de cloro o peróxido de hidrógeno, con la prevalencia de infección nosocomial con aislamiento de MRSA (p-valor 0.212).
4. Existe asociación significativa con la disminución de infección nosocomial cuando además de la limpieza normal, se usa la luz UV-C como germicida, (p-valor 0.01492).
5. Las variables tipo de infección y limpieza normal de la sala de quirófano antes de una cirugía son independientes. Sin embargo, la desinfección con uso de luz UV-C si hay una asociación que resulta en que ésta es un factor de protección contra las infecciones (OR 0.08; IC95% 0.02 – 0.29,  $p < 0.001$ ).
6. El tipo de infección y los días de estancia hospitalaria son variables que están asociadas en un sentido positivo, y la fuerza de su correlación es alta ( $p < 0.001$ ). Se encontró que la presencia de alguna infección es un factor de riesgo para la estancia hospitalaria mayor a 50 días (OR 21.41; IC95% 2.57 - 178.18, p-valor  $< 0.001$ ). La evidencia indica que MRSA positivo es factor de riesgo para una estancia hospitalaria mayor 50 días (OR 63.00; IC95% 6.73 – 589.46, p-valor 0,000).

La evidencia encontrada en este trabajo nos revela que hemos de comprometernos en combatir la aparición de infecciones para evitar que la estancia hospitalaria de los pacientes se alargue y los resultados obtenidos del análisis muestran que el uso de luz UV-C como germicida es un factor de protección contra las infecciones.

Por lo que se sugiere continuar con esta línea de investigación, para continuar conociendo los efectos del uso de la luz UV-C como germicida en el campo sanitario, con el fin de determinar la conveniencia de incluirlo dentro de una guía de recomendaciones para el control de MRSA en México.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Feb	Mar	Abr	May
1. Desarrollo y aprobación del proyecto	X	X		
2. Desarrollo de marco teórico	X	X		
3. Elaboración archivo de registro		X		
4. Revisión de expedientes completos		X	X	
5. Captura de información			X	
6. Análisis estadístico				X
7. Informe de resultados				X

## LIMITACIONES

Se ubicó poca literatura en México sobre el uso de luz UV-C en el campo sanitario. Considerando que la luz UV-C rompe enlaces de ADN para conseguir la destrucción de microorganismos, se debe tener más evidencias sobre la efectividad de la misma como germicida ya que ésta puede modificarse al presentar variaciones en la carga orgánica, tipo de patógeno, intensidad de la dosis, distancia del dispositivo, tiempo de exposición, tamaño, y forma de la superficie. Considerando lo anterior, las limitaciones de este trabajo son que no se cuenta con el registro de los tiempos y dosis utilizados en aplicaciones de luz UV-C. Tampoco se conocen las ubicaciones precisas utilizadas para aplicación de luz UV-C dentro de las salas de quirófano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jinadatha C, Villamaria FC, Restrepo MI, Ganachari-Mallappa N, Liao I, Stock EM, Copeland LA, Zeber JE. Is the pulsed xenon ultraviolet light no-touch disinfection system effective on methicillin resistant *Staphylococcus aureus* in the absence of manual cleaning?. *American Journal of Infection Control*. 2015: 1-4
2. Weber DJ, Anderson D, Rutula WA. The role of the Surface Environment in Healthcare Associated Infections. *Curr Opin Infect Dis*. 2013, 26: 338-344.
3. Cabrera CE, Gómez RF, Zúñiga AE. La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación. *Colombia Médica* 2007; 38(2):149-158.
4. Dossi MT, Zepeda G, Lederman W. Portación nasal de *Staphylococcus aureus* en una cohorte de niños con cáncer. *Revista Chilena de Infectología* 2007:194-198
5. Toraño G, Quiñones D, Hernández I, Hernández T, Tamargo I, Borroto S, *et al*. Portadores nasales de *S. aureus* resistente a la metilina entre niños cubanos que asisten a círculos infantiles. *Enferm Infect Microbiol Clin* 2001; 19:367-70
6. Hidalgo M, Reyes J, Cardenas AM, Diaz L, Rincón S, Vanegas N, y cols. Perfiles de resistencia a fluoroquinolonas en aislamientos clínicos de cocos Gram positivos provenientes de hospitales colombianos, 1994-2004. *Biomédica* 2008; 284-294.
7. Londoño JF, Ortiz GM, Gaviria AM. Prevalencia de *Staphylococcus aureus* resistente a metilina en personal de la unidad de terapia intensiva de la Clínica Universitaria Bolivariana Medellín, 2004. *Infectio* 2006; 10(3): 160-166.
8. Herrera H, Ochoa U, Padilla L. Infecciones estafilocócicas: estafilococos positivos y negativos a coagulasa. En: González N, Torales N, Gómez D. *Infectología clínica pediátrica*. 7a ed. México. McGraw Hill; 2003. p. 423-452.
9. Centers for Disease Control and Prevention. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections among competitive sports participants: Colorado, Indiana, Pennsylvania, and Los Angeles County, 2000-2003. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2003; 52:793-795.
10. Cortes JA, Gómez CA, Cuervo SI, Leal AL. Implicaciones en salud pública de

Staphylococcus aureus meticilino resistente adquirido en la comunidad en Bogotá, Colombia. Rev. Salud Pública (Bogotá) 2007; 9(3):448-454.

11. Hernández I, Toraño G, González GI. Staphylococcus aureus Resistente a la Meticilina: Detección de Portadores entre Niños Hospitalizados y Niños Sanos de la Comunidad. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí" Revista Cubana de Medicina Tropical 2003; 55(3):153-161.

12. Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Management of Multidrug-Resistant Organisms In Healthcare Settings 2006. CDC. <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/mdro/>

13. Marra AR, Schweizer ML, Edmond MB. No- Touch Disinfection Methods to Decrease Multidrug- Resistant Organism Infections: A Systematic Review and Meta-analysis. Infect Control Hosp Epidemio 2017; 1-12.

14. Weber DJ, Rutula WA, Anderson DJ, Chen LF, Sickbert-Bennett EE, Boyce JM. Effectiveness of ultraviolet devices and hydrogen peroxide systems for terminal room decontamination: Focus on clinical trials. American Journal of Infection Control. 2016, 44: 77-84

15. Organización mundial de la Salud. (2002). Prevención de las infecciones nosocomiales (2a ed.). Recuperado de [https://www.who.int/csr/resources/publications/ES\\_WHO\\_CDS\\_CSR\\_EPH\\_2002\\_12.pdf](https://www.who.int/csr/resources/publications/ES_WHO_CDS_CSR_EPH_2002_12.pdf)

16. Martínez, F.C C., & Padilla, M.G.V (2015). Prevalencia de infecciones nosocomiales en un hospital de segundo nivel de atención en México. Rev Med Inst Mex Seguro soc., 53(6), 686-690. Recuperado de [http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista\\_medica/article/viewFile/98/235](http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista_medica/article/viewFile/98/235)

17. Organización panamericana de la salud. (2012). Vigilancia epidemiologica de las infecciones asociadas a la atención de la salud. Retrieved from [http://www2.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&qid=22315&itemid&itemid=270](http://www2.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&qid=22315&itemid&itemid=270)

18. US Department Health and Human Services. Nosocomial Infections Surveillance System, Procedure Manual. Atlanta:, CDC Atlanta; 1988. Report No.: 13:1.

- 19 SSA/DGAE. Norma Oficial Mexicana NOM-045- SSA2-2005, Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las infecciones nosocomiales. Ciudad de México; 2005.
20. Pittet D, Taraara D, Wenzel RP. Nosocomial bloodstream infections in critically ill patients. Excess length of stay, extra costs, and attributable mortality. *JAMA*, 1994, 271:1598–1601.
- 21 Mayon-White R et al. An international survey of the prevalence of hospital-acquired infection. *J Hosp Infect*, 1988, 11 (suppl A):43–48.
22. Girard R. Guide technique d'hygiène hospitalière. Alger, Institut de la Santé publique et Lyon, Fondation Marace Mérieux, 1990
23. Peacock SJ, Paterson GK. Mechanisms of Methicillin Resistance in *Staphylococcus aureus*. *Annu Rev Biochem* 2015; 84:577.
24. De Lencastre H, De Jonge BLM, Matthews PR, Tomasz A. Molecular aspects of methicillin resistance in *Staphylococcus aureus*. *J Antimicrob Chemother* 1994; 33:7-24.
25. Kloos WE, Bannerman TL. *Staphylococcus* and *Micrococcus*. En: Murray PR et al. (eds.). *Manual of Clinical Microbiology*, 8th ed. 2003. American Society for Microbiology Press, Washington D.C, pp 282-298.
26. Verón MT, Ojeda MG, Avino F, Spelzzini A, Barboza A, Pedrozzino Y. Incidencia y distribución estacional de *Staphylococcus aureus* resistente a la metilina en pacientes adultos ambulatorios en una clínica de la provincia de Buenos Aires: período 2006 – 2011. *Rev Argent Microbiol*. 2012;44(4):306-11.
27. García-Agudo L, Huertas M, Asencio MA, Carranza R, García-Martos P. Sensibilidad a antimicrobianos de cepas de *Staphylococcus aureus* resistente a metilina procedentes de pacientes ambulatorios. *Rev Esp Quimioter*. 2011;24(2):91-5.
28. Noriega LM, González P, Hormazábal JC, Pinto C, Canals M, Munita JM et al. *Staphylococcus aureus* comunitario resistente a cloxacilina: Comunicación de los primeros cinco casos descritos en Chile. *Rev Med Chile*. 2008;136(7):885-91.

29. Castellano M, Pedrozo A, Vivas R, Ginestre M, Rincón G. Tipificación molecular y fenotípica de *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina (SAMR) en un hospital universitario. *Rev Chilena Infectol.* 2009;26(1):39-48.
30. Klein E, Smith DL, Laxminarayan R. Community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in outpatients, United States, 1999-2006. *Emerg Infect Dis.* 2009;15 (12):1925-30.
31. Cercenado E, Ruiz de Gopegui E. *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina de origen comunitario. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 2008;26(Supl13):19-24.
- 32 Wayne, PA Clinical and Laboratory Standards Institute. M100 Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. Vol 31. No. 1. CLSI, 2017.
- 33 [Lee AS, de Lencastre H, Garau J, et al. Methicillin-resistant \*Staphylococcus aureus\*. \*Nat Rev Dis Primers\* 2018; 4:18033.](#)
- 34 Deen J, von Seidlein L, Andersen F, Elle N, White NJ, Lubell Y, 2012. Infecciones bacterianas adquiridas por la comunidad en el torrente sanguíneo en países en desarrollo en el sur y sureste de Asia: una revisión sistemática . *Lancet Infect Dis* 12 : 480–487
35. Kaur, J., Singh, P., Sharma, D. et al. A potent enzybiotic against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Virus Genes* (2020). <https://doi.org/10.1007/s11262-020-01762-4>
36. Budowsky EI, Bresler SE, Friedman EA, Zheleznova NV. Principios de inactivación selectiva del genoma viral. I. Inactivación inducida por UV del virus de la gripe. *Arch Virol.* 1981; 68 (3–4): 239–47.
37. Zaffina S, Camisa V, Lembo M, Vinci MR, Tucci MG, Borra M, et al. Exposición accidental a la radiación UV producida por la lámpara germicida: reporte de caso y evaluación de riesgos. *Photochem Photobiol.* 2012; 88 (4): 1001–4. Epub 31/03/2012. pmid: 22458545.
38. Hardjawinata K, Setiawati Rina, Dewi W. Bactericidal Efficacy of Ultraviolet Irradiation on *Staphylococcus aureus*. *Asian J Oral Maxillofac Surg* 2005;17(3):157-161

39. Buonanno M, Randers-Pehrson G, Bigelow AW, Trivedi S, Lowy FD, Spotnitz HM, et al. Luz UV de 207 nm: una herramienta prometedora para la reducción segura y de bajo costo de las infecciones del sitio quirúrgico. I: estudios in vitro. Más uno. 2013; 8 (10): e76968. Epub 2013/10/23. [pii] pmid: 24146947; PubMed Central PMCID: PMC3797730.
40. Narita K, Asano K, Morimoto Y, Igarashi T, Hamblin MR, Dai T, et al. Desinfección y efectos curativos de la luz UVC de 222 nm sobre la infección por *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina en heridas de ratón. *Revista de Fotoquímica y Fotobiología B: Biología*. 2018; 178 (Suplemento C): 10–8. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2017.10.030>.
41. Welch D, Buonanno M, Shuryak I, Randers-Pehrson G, Spotnitz HM, Brenner DJ (2018) Effect of far ultraviolet light emitted from an optical diffuser on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in vitro. *PLoS ONE* 13(8): e0202275. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202275>
42. Gayán E, García-Gonzalo D, Alvarez I, Condón S. Resistance of *Staphylococcus aureus* to UV-C light and combined UV-heat treatments at mild temperatures. *Int J Food Microbiol*. 2014 Feb 17;172:30-9. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.12.003. Epub 2013 Dec 10.
43. Thai, T.P., Houghton, P.E., Keast, D.H., Campbell, K.E., and Woodbury, M.G. 2002. Ultraviolet light C in the treatment of chronic wounds with MRSA: a case study. *Ostomy Wound Manage*. 48(11): 52–60. PMID:12426452
44. Green CF, Elbe LA, Neal TD, Lowe JJ, Gibbs SG. Ultraviolet germicidal irradiation susceptibility of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* compared with methicillin-susceptible *S. aureus*. *Can J Microbiol*. 2015 Nov;61(11):871-5. doi: 10.1139/cjm-2015-0243. Epub 2015 Aug 25.
45. Lecam MS. Study of UV-C radiation as a method of disinfecting environments and surfaces with focus in preventing COVID-19 contagion. Environmental Engineer. Head of the Research Department at UVROBOTICS Argentina. 2020. Disponible en: [https://www.academia.edu/43256014/Study\\_of\\_UV\\_C\\_radiation\\_as\\_a\\_method\\_of\\_disinfecting\\_environments\\_and\\_surfaces\\_with\\_focus\\_in\\_preventing\\_COVID\\_19\\_contagion](https://www.academia.edu/43256014/Study_of_UV_C_radiation_as_a_method_of_disinfecting_environments_and_surfaces_with_focus_in_preventing_COVID_19_contagion)
46. Rodríguez-Baño J, Millán, A, Ángeles Domínguez, M, Almirante, B, Cercenado, E, Padilla, B, & Pujol, M. (2006). Medidas de control de *Staphylococcus aureus*



resistente a meticilina en hospitales españoles. Encuesta del proyecto SARM 2003 GEIH/GEMARA/REIPI. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 24(3), 149–156. <https://doi.org/10.1157/13086546>

## ANEXOS

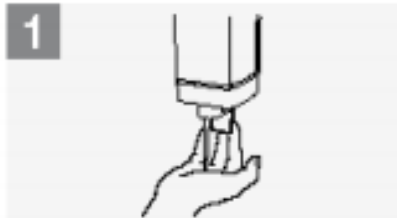
### Anexo 1. Técnica de lavado de manos



Duración de todo el procedimiento: 40-60 segundos



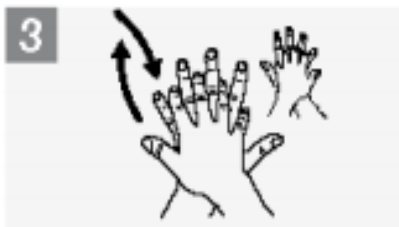
0 Mójese las manos con agua;



1 Aplique suficiente cantidad de jabón para cubrir todas las superficies de las manos;



2 Frótese las palmas de las manos entre sí;



3 Frótese la palma de la mano derecha contra el dorso de la mano izquierda entrelazando los dedos y viceversa;



4 Frótese las palmas de las manos entre sí, con los dedos entrelazados;



5 Frótese el dorso de los dedos de una mano con la palma de la mano opuesta, agarrándose los dedos;



6 Frótese con un movimiento de rotación el pulgar izquierdo atrapándolo con la palma de la mano derecha y viceversa;



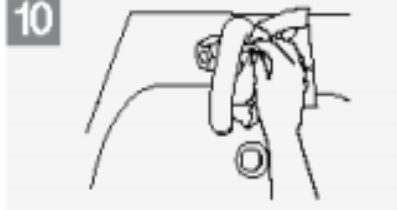
7 Frótese la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación, y viceversa;



8 Enjuéguese las manos con agua;



9 Séquese las manos cuidadosamente con una toalla de un solo uso;



10 Utilice la toalla para cerrar el grifo;



11 Ahora sus manos son seguras.