



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE MEDICINA

Riesgo de transmisión de bacterias portadoras de betalactamasas de espectro extendido en cirugía laparoscópica y su impacto en el equipo quirúrgico.

Trabajo de Titulación para optar al título de Médico General

Autor:

Lara Dutan, Angel Cristóbal

Tutor:

Dr. Félix Javier Valdivieso Menéndez MgSc.

Riobamba, Ecuador. 2024

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Angel Cristobal Lara Dutan, con cédula de ciudadanía 0604752345, autor del trabajo de investigación titulado: **Riesgo de transmisión de bacterias portadoras de betalactamasas de espectro extendido en cirugía laparoscópica y su impacto en el equipo quirúrgico**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 17 de Julio del 2024.



Angel Cristobal Lara Dutan

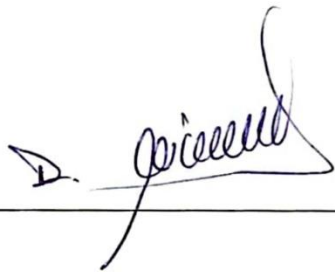
C.I: 0604752345

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

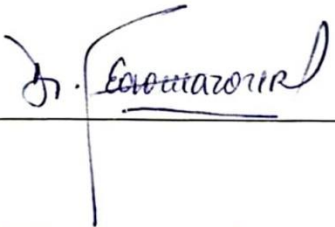
Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación **“Riesgo de transmisión de bacterias portadoras de betalactamasas de espectro extendido en cirugía laparoscópica y su impacto en el equipo quirúrgico”** presentado por **Angel Cristobal Lara Dutan**, con cédula de identidad número **0604752345**, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, el 17 de julio de 2024.

Dr. Wilson Nina
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Geovanny Cazorla
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Patricio Altamirano.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Felix Valdivieso.
TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL


Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Riesgo de transmisión de bacterias portadoras de betalactamasas de espectro extendido en cirugía laparoscópica y su impacto en el equipo quirúrgico” presentado por Angel Cristobal Lara Dutan, con cédula de identidad número 0604752345, bajo la tutoría de Dr. Félix Javier Valdivieso Menéndez; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, el 17 de julio de 2024.


Presidente del Tribunal de Grado
Dr. Wilson Nina



Miembro del Tribunal de Grado
Dr. Geovanny Cazorla Badillo



Miembro del Tribunal de Grado
Dr. Patricio Altamirano





Comisión de Investigación y Desarrollo
FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA SALUD



Riobamba, 15 de julio del 2024
Oficio N°046-2024-1S-TURNITIN -CID-2024

Dr. Patricio Vásconez
DIRECTOR CARRERA DE MEDICINA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por el **Dr. Félix Javier Valdivieso Menéndez**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N° 1235-D-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa TURNITIN, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos de los estudiantes	% TURNITIN verificado	Validación	
					Si	No
1	1235-D-FCS-20-12-2023	Riesgo de transmisión de bacterias portadoras de betalactamasas de espectro extendido en cirugía laparoscópica y su impacto en el equipo quirúrgico	Lara Dutan Ángel Cristobal	8	x	

Atentamente



PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Delegado Programa TURNITIN
FCS / UNACH
C/c Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

Av. Antonio José de Sucre, Km. 1.5
Correo: francisco.ustariz@unach.edu.ec
Riobamba - Ecuador

Unach.edu.ec
en movimiento



CIENCIAS DE LA SALUD SOLUDABLE recomienda: utilizar ropa y calzado que cubra áreas expuestas a sol, gafas, gorra o sombrero para la realización de actividades al aire libre, que de preferencia se realizarán en espacios con sombra entre las 10h00 y 15h00, crema fotoprotectora de amplio espectro resistente al agua todos los días y cada dos horas si hay exposición al sol. La protección solar y cuidado de la piel es nuestra responsabilidad, POR NUESTRA PIEL SOLUDABLE.



DEDICATORIA

Dedicado a mi familia, cuyo apoyo incondicional fue fundamental para superar los desafíos económicos y emocionales que encontré en mi camino hacia este logro. A mi pareja, quien no solo me ofreció un refugio acogedor, sino también el apoyo constante que necesitaba para avanzar con determinación en este proceso.

AGRADECIMIENTO

Me agradezco a mí mismo por la perseverancia y determinación. Esta tesis ha sido un desafío enorme, lleno de noches sin dormir y momentos de duda. A pesar de todo, nunca dejé de avanzar. Estoy agradecido por la fuerza y resiliencia que encontré en mí para superar cada dificultad. Este logro es una prueba de que, con esfuerzo y fe, se puede alcanzar cualquier meta.

Gracias por no rendirme y por mantener la esperanza hasta el final

A mi Universidad Nacional de Chimborazo por haber tenido la oportunidad de forjar mis habilidades en sus aulas en donde obtuve competencias que me han servido mucho en el ámbito profesional

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCION..... 14

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 18

2.1 Bacterias portadores de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) 18

2.1.1 Definición 18

2.1.2 Epidemiología de colonización de BLEE en hospitales de Ecuador 18

2.1.3 Clasificación 19

CAPÍTULO III. METODOLOGIA. 21

3.1. Tipo de Investigación..... 21

3.2. Diseño de Investigación 22

3.3. Técnicas de recolección de datos 22

3.4. Población de estudio y tamaño de muestra 22

3.5. Métodos de análisis, y procesamiento de datos. 23

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES 27

4.1 RESULTADOS	27
4.2 DISCUSION.....	39
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1 Conclusiones.....	43
5.2 Recomendaciones.....	45
BIBLIOGRAFÍA.....	47

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Frecuencia de microorganismos sujetos a vigilancia mayormente reportados por el sistema Whonet	19
Tabla 2: Clasificación de las Betalactamasas	20
Tabla 3: Niveles de evidencia Centro de Medicina Basada en Evidencia Oxford (CEBM)....	25
Tabla 4: Grados de recomendación (CEBM)	26
Tabla 5: Significado de los grados de recomendación.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo PRISMA	24
--	----

RESUMEN

Durante los procedimientos laparoscópicos el personal quirúrgico está expuestos a diversas fuentes de contaminación bacteriana, incluido el contacto con el paciente, los instrumentos y el entorno quirúrgico. Sin embargo, la transmisión de estas bacterias resistentes no se considera con suficiente frecuencia. Por ello el objetivo de este estudio fue investigar cual es el riesgo de transmisión de bacterias portadoras de betalactamasas de espectro extendido durante cirugías laparoscópicas y comprender su impacto en el equipo quirúrgico. Para el análisis se realizó una investigación de tipo cualitativo, descriptivo y exploratorio usando como fuente de información artículos científicos con una antigüedad de máximo 5 años, ubicadas en diferentes bases científicas como PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, Google Scholar, Up to Date, Science Direct entre otros. Se obtuvo un total de 115 artículos que luego de aplicar una serie de criterios de inclusión y exclusión, permitió reducir dicho número a una muestra final 48 estudios. Los factores de riesgo identificados para la transmisión de bacterias productoras de BLEE al equipo quirúrgico durante cirugías laparoscópicas incluyen: microperforaciones en guantes, altas cargas bacterianas en barba de los profesionales, contactos húmedos en vestimenta quirúrgica, carga bacteriana en el aire del quirófano, humo quirúrgico y las salpicaduras de fluidos del paciente. Sin embargo, hace falta mayor investigación en este campo para cuantificar este riesgo.

Palabras claves: Factores de Riesgos, Transmisión, BLEE, Laparoscopia, Complicaciones, Personal de Salud

Abstract

During laparoscopic procedures, surgical personnel are exposed to various sources of bacterial contamination, including contact with the patient, instruments, and the surgical environment. However, the transmission of resistant bacteria is not considered frequently enough. Therefore, this study aimed to investigate the risk of transmitting bacteria carrying extended-spectrum beta-lactamases during laparoscopic surgeries and understand its impact on the surgical team. For the analysis, qualitative, descriptive, and exploratory research was carried out using as a source of information scientific articles of a maximum of 5 years old from different scientific bases such as PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, Google Scholar, Up to date, Science Direct among others. A total of 115 articles were obtained, and after applying a series of inclusion and exclusion criteria, this number was reduced to a final sample of 54 studies. The risk factors identified for the transmission of ESBL-producing bacteria to the surgical team during laparoscopic surgeries include micro-perforations in gloves, high bacterial loads in professionals' beards, wet contacts in surgical clothing, bacterial load in the operating room air, surgical smoke and fluid splashes from the patient. However, more research is needed in this field to quantify this risk.

Keywords: Risk Factors, Transmission, ESBL, Laparoscopy, Complications, Health Personnel.



Reviewed by:
Lic. Jenny Alexandra Freire Rivera
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 0604235036

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

Las bacterias portadoras de BLEE (betalactamasas de espectro extendido) son microorganismos gramnegativos que desactivan una amplia gama de antibióticos betalactámicos, lo que restringe las opciones terapéuticas para el tratamiento de las infecciones causadas por ellas. Estas bacterias portadoras de BLEE son principalmente *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca* y *Escherichia coli*, aunque también están presentes los géneros *Acinetobacter*, *Burkholderia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Morganella*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Serratia* y *Shigella*. A pesar de la diversidad de bacterias que albergan BLEE, según el estudio SMART (Study for Antimicrobial Resistance Trends), los microorganismos más relevantes por su frecuencia son *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli* (1).

Comprender y abordar la transmisión de bacterias BLEE es importante debido a su impacto significativo en la seguridad del personal quirúrgico y la calidad de la atención médica. Las BLEE representan una amenaza cada vez mayor en entornos hospitalarios debido a su capacidad para resistir múltiples antibióticos, lo que complica el tratamiento de las infecciones asociadas y aumenta los riesgos de complicaciones posoperatorias (2).

Durante los procedimientos laparoscópicos, los cirujanos y el personal quirúrgico están expuestos a diversas fuentes de contaminación bacteriana, incluido el contacto con el paciente, los instrumentos y el entorno quirúrgico. La presencia de BLEE aumenta la probabilidad de infecciones nosocomiales (3).

Además, la transmisión de BLEE en cirugías laparoscópicas presenta desafíos importantes para las prácticas de control de infecciones hacia el personal en los hospitales. Es posible que las medidas preventivas estándar no sean suficientes para mitigar este riesgo, ya que las bacterias pueden permanecer en el aire y en las superficies incluso después del procedimiento quirúrgico (4). Comprender cómo se propagan estas bacterias durante la cirugía laparoscópica puede ayudar a desarrollar estrategias efectivas de prevención y control de infecciones que protejan tanto al personal quirúrgico como a los pacientes.

Los estudios han documentado que hasta el 18% de los cirujanos y el 12% de otros profesionales de la salud adquieren infecciones nosocomiales durante las cirugías, principalmente debido a la exposición a fluidos corporales contaminados, como sangre y secreciones. Si bien las tasas específicas varían según el tipo de cirugía y las medidas de

control de infecciones empleadas, una proporción considerable de estas infecciones se atribuye a BLEE y otras bacterias multirresistentes (5,6).

Se ha demostrado que los trabajadores de la salud que están frecuentemente expuestos a pacientes infectados con BLEE en entornos hospitalarios, incluidas las unidades de cuidados intensivos, pueden estar colonizados. En un estudio reciente, Thuy et al. encontraron que el 65% de los trabajadores de la salud estudiados pertenecientes a una unidad de cuidados intensivos estaban colonizados con *Escherichia coli* productora de BLEE/AmpC β -lactamasa. Esto subraya la frecuencia de la transmisión y la necesidad de medidas preventivas más rigurosas (7,8).

Se establece en este estudio una necesidad de investigar los factores que contribuyen a la transmisión de bacterias BLEE al equipo quirúrgico durante los períodos intraoperatorios. Si bien la literatura existente aborda aspectos como las microperforaciones de los guantes, el contacto húmedo con la ropa quirúrgica, el humo quirúrgico, el vello facial, la contaminación del aire y las salpicaduras, faltan estudios integrales que integren estos elementos dentro del contexto de la BLEE. Esta brecha en la investigación subraya la importancia de explorar cómo estos factores pueden facilitar la transmisión de BLEE, promoviendo así mejores prácticas de prevención de infecciones y protección del personal quirúrgico (9).

La literatura actual sobre la transmisión de microorganismos a los equipos quirúrgicos durante las cirugías revela importantes lagunas de conocimiento, particularmente en lo que respecta a la transmisión bacteriana. Aunque los estudios han abordado la contaminación ambiental y otras fuentes potenciales de infección, las áreas críticas requieren más investigación. Un punto notable es la falta de comprensión específica de cómo ciertos procedimientos quirúrgicos, como la cirugía laparoscópica, pueden influir en la transmisión bacteriana al personal quirúrgico (10)(11).

La metodología de investigación propuesta utilizará bases de datos médicas como PubMed y Scopus para identificar estudios relevantes sobre la transmisión de bacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) al personal quirúrgico en cirugías laparoscópicas. Se aplicarán criterios de inclusión y exclusión para seleccionar artículos en función de la relevancia temática y la calidad metodológica. Los datos recopilados se

estructurarán en tablas categorizadas según el nivel de evidencia, utilizando criterios estándar para evaluar la calidad de los estudios epidemiológicos y clínicos, garantizando la confiabilidad de la investigación.

Comprender las diferencias entre contagio, colonización y transmisión de patógenos es crucial. El contagio se refiere a la transmisión de enfermedades entre individuos. La colonización significa la presencia de microorganismos en un huésped sin síntomas clínicos. Por otro lado, la transmisión describe cómo los patógenos se transfieren de un reservorio a un huésped susceptible mediante contacto directo, contacto indirecto, gotitas respiratorias, aerosoles u otras vías (12). Este estudio considerará como sinónimos equipo quirúrgico, personal médico y profesionales, refiriéndose a los cirujanos.

Determinar la relevancia clínica y práctica de estos factores podría ayudar a mejorar las políticas hospitalarias y las prácticas quirúrgicas. La identificación de estos factores podría afectar directamente la seguridad tanto del personal médico como de los pacientes. Al comprender mejor cómo las prácticas quirúrgicas pueden facilitar la transmisión de BLEE, los hospitales pueden implementar medidas preventivas más efectivas y específicas, como protocolos de esterilización mejorados, capacitación adecuada del personal en técnicas para disminuir el riesgo de contaminarse en el quirófano y la adopción de tecnologías y equipos diseñados para minimizar el riesgo de contaminación bacteriana al personal quirúrgico. Estas iniciativas no solo pueden disminuir la incidencia de infecciones nosocomiales, sino también mejorar los resultados clínicos y la eficiencia de los servicios de atención médica (13).

El objetivo general de esta investigación es: Realizar una revisión bibliográfica que identifique cual es el riesgo de transmisión de bacterias portadoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) durante cirugías laparoscópicas hacia en el equipo quirúrgico.

Los objetivos específicos son:

- Describir la naturaleza, clasificación y epidemiología de las bacterias betalactamasas de espectro extendido.
- Identificar los factores de riesgo asociados con la transmisión de bacterias portadoras de BLEE desde el paciente y el entorno hospitalario hacia el equipo quirúrgico durante procedimientos de cirugía laparoscópica.

- Investigar la eficacia del equipo de protección personal para hacer frente a los factores de riesgo de contaminación bacteriana durante cirugías laparoscópicas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bacterias portadores de betalactamasas de espectro extendido (BLEE)

2.1.1 Definición

Bacterias BLEE: Se definen como bacterias que en su estructura poseen ciertas enzimas catalíticas conocidas como “betalactamasas”, que tienen la capacidad de hidrolizar penicilinas, cefalosporinas de primera y segunda generación, una o más oximinocefalosporinas (en particular, cefotaxima, ceftriaxona y ceftazidima) y monobactámicos (aztreonam). Las BLEE representan uno de los mecanismos más eficaces de las bacterias para evitar el efecto de los antibióticos betalactámicos (14).

Para entender como las BLEE evaden el efecto de los antibióticos betalactámicos es necesario entender cómo funcionan estos fármacos.

Los antibióticos betalactámicos tienen dos mecanismos de acción. 1. Inhiben la síntesis de la pared bacteriana de las bacterias en la última fase de su formación aprovechando la similitud del anillo betalactámico con los pentapéptidos para “suplantarlas” y unirse en su lugar a las transpeptidasas y así evitando formar tetrapéptidos, necesarios para la formación de la pared. 2. Activando una lisina endógena bacteriana que destruye el peptidoglicano (Treviño, 2022).

La resistencia de las betalactamasas se produce porque estas hidrolizan el anillo betalactámico y, por tanto, inactivan el antibiótico antes de su unión con las transpeptidasas. Hay diversos tipos de BLEE y en la actualidad se han identificado más de 300 variantes. La transmisión de estas enzimas puede ocurrir a través de plásmidos o integración en el cromosoma de microorganismos. Como se indicó en la introducción, *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* son los principales productores de estas enzimas, aunque muchas bacterias pertenecen a este grupo (16).

2.1.2 Epidemiología de colonización de BLEE en hospitales de Ecuador

El Ecuador cuenta con un sistema de monitoreo de la resistencia antimicrobiana en el sector salud, a través del sistema integrado de vigilancia epidemiológica (SIVE). Este sistema utiliza la notificación en el sistema WHONET, que utiliza datos reportados por laboratorios de microbiología de 44 hospitales distribuidos en 9 distritos a nivel nacional (17). Los datos

recopilados de los años 2014 a 2018 fueron analizados y publicados en 2019 con las siguientes frecuencias:

Tabla 1: Frecuencia de microorganismos sujetos a vigilancia mayormente reportados por el sistema Whonet

Microorganismo	Número de aislados							
	2014	%	2015	%	2016	%	2017	%
Escherichia coli	13.620	58	21.457	64	25.020	63	33.554	61
Klebsiella pneumoniae ss. Pneumoniae	4.752	20	6.001	18	6.922	17	11.791	21
Staphylococcus aureus	2.940	12	3.820	11	4.585	12	5.518	10
Pseudomonas aeruginosa	2.289	10	2.433	7	3.111	8	4.243	8
Número total	23.601		33.711		39638		55.106	

Fuente: (17)

El microorganismo bajo vigilancia por resistencia a antimicrobianos que se ha reportado con más frecuencia a partir de aislados en servicios hospitalarios es Escherichia coli, superando el 50%, seguido de Klebsiella pneumoniae, Staphylococcus aureus y Pseudomonas aeruginosa (17).

2.1.3 Clasificación

Posterior al descubrimiento de diversas β -lactamasas, con el paso de los años fue necesario adquirir un sistema para clasificarlas debido a su gran variedad. Resulta común clasificarlas en dos esquemas generales:

1. Esquema de Clasificación Molecular de Ambler: Se divide en cuatro categorías A, B, C y D y la base de clasificación resulta en la similitud de los aminoácidos. Las clases A, C y D se conocen como serinasas debido a que todas poseen serina en su sitio activo, lo que facilita la hidrólisis del anillo β -lactámico del antibiótico. En cambio, la clase B se caracteriza por tener una o dos moléculas de zinc en su sitio activo y se denominan metalo- β -lactamasas. Este tipo de enzima emplea el zinc para atacar directamente los grupos carbonilo y amida de todos los betalactámicos, excepto los carbapenémicos (16).

2. Clasificación de Bush-Jacoby -Medeiros: Este sistema se sustenta para clasificar a las BLEE en sus similitudes funcionales como es el perfil de sustrato (estructura que ataca el antibiótico) e inhibidor (capacidad ser inhibidas por sustancias como el ácido clavulánico, tazobactam o EDTA) y se compone por 4 grupos mayores y varios subgrupos(16).

Tabla 2: Clasificación de las Betalactamasas

Serina β -lactamasa	Metallo β -lactamasa	Serina β -lactamasa	Serina β -lactamasa
Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
Beta-lactamasas con Espectro Extendido			
TEM		AmpC	OXA-2, 9
SHV		CMY, DHA	OXA-48
CTX-M		MOX, FOX	OXA-23, 24, 58
Carbapenemasas			
KPC	VIM		
GES	IMP, NDM		
SME	GOB, GIM		

Fuente: (16)

Los diferentes tipos de enzimas que pertenecen a cada grupo se denominan derivados. En la tabla anterior se puede observar que A, C Y D tienen Betalactamasas de espectro extendido, en contraste el grupo A, B Y D a su vez también tienen betalactamasas de tipo carbapenemasas (16).

Los genes y enzimas mencionados representan diversas formas en que las bacterias adquieren resistencia a antibióticos clave. Por ejemplo, enzimas como KPC (*Klebsiella pneumoniae* carbapenemasa), NDM (New Delhi metalo-beta-lactamasa), VIM (Verona integron-encoded metalo-beta-lactamasa) e IMP (imipenemasa), al igual que las metalo- β -lactamasas, confieren resistencia a los carbapenémicos. Los genes VAN-B (Vancomycin resistance genes B) proporcionan resistencia a la vancomicina, mientras que el CFR (chloramphenicol florfenicol resistance) confiere resistencia al cloranfenicol y al florfenicol. Por otro lado, los genes CTX-M (Cefotaximase-Munich, beta-lactamase enzyme) codifican BLEE, responsables de la resistencia a cefalosporinas y carbapenémicos (17).

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

3.1. Tipo de Investigación.

Cualitativa: El estudio empleó un enfoque cualitativo debido a la necesidad de realizar una revisión sistemática exhaustiva de investigaciones previas. Este método permitió recopilar y analizar críticamente una amplia variedad de estudios relevantes sobre el objeto de estudio. A través de este enfoque, se pudo sintetizar la información más pertinente y generar nuevas perspectivas que enriquecieron el conocimiento existente sobre el tema. La metodología cualitativa en este contexto no implicó la participación directa de sujetos ni la realización de entrevistas, sino más bien el uso de técnicas como el análisis de contenido y la interpretación reflexiva de los datos documentales. Estas estrategias facilitaron una comprensión profunda y contextualizada del fenómeno investigado, contribuyendo significativamente al avance teórico en el campo.

Descriptivo: Este estudio se clasificó como descriptivo, centrándose en proporcionar una descripción detallada de los factores de riesgo de transmisión, y el impacto de cirugía laparoscópica en la diseminación de BLEE en el equipo quirúrgico. Se llevó a cabo una revisión sistemática utilizando análisis para sintetizar y presentar los datos recopilados de manera objetiva. Se evitaron manipulaciones de variables, asegurando una representación de las características y distribución de los factores estudiados. Las técnicas empleadas incluyeron análisis documental y síntesis de datos de estudios previos, proporcionando una comprensión profunda del fenómeno sin establecer relaciones causales entre variables.

Exploratoria: Este estudio se clasifica como exploratorio debido a su enfoque en investigar un área que no ha sido ampliamente estudiada previamente. La investigación se centró en comprender cuales son los factores de riesgo que incrementan el riesgo de transmisión de BLEE en el equipo quirúrgico que es un tema poco estudiado. Dado que existe una falta de información bastante considerable sobre este fenómeno específico, el objetivo usando esta técnica fue explorar y mapear el terreno de este campo de investigación emergente. Utilizando una revisión sistemática de la literatura existente, este estudio buscó identificar patrones, tendencias y brechas en el conocimiento actual. A través de un análisis detallado y crítico de los estudios previos, este enfoque exploratorio facilitó una comprensión inicial del fenómeno investigado, proporcionando una base sólida para investigaciones posteriores más específicas y profundas.

3.2. Diseño de Investigación

Esta investigación revisa y sintetiza literatura científica usando análisis de contenido, análisis temático y análisis del discurso para descubrir patrones y relaciones. Se adoptó un enfoque estructurado y exhaustivo para identificar, evaluar y sintetizar la evidencia científica, siguiendo un protocolo meticuloso que garantiza la integridad y validez de los resultados. Esto incluye objetivos claros, criterios de inclusión y exclusión, estrategias de búsqueda, métodos de selección de estudios y técnicas de extracción y síntesis de datos.

3.3. Técnicas de recolección de datos

Se siguió un enfoque sistemático para identificar, evaluar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre el tema. Este diseño permitió una comprensión mejorada de los datos de las fuentes de revisión (investigaciones previas) encontradas en una variedad de bases de datos médicas, en términos de fecha de publicación, autores, población, muestra y/o unidad de análisis y aún más importantes las conclusiones o aportes nuevos al tema que investigamos.

3.4. Población de estudio y tamaño de muestra

La población de estudio se constituyó por investigaciones o estudios disponibles en bases de datos electrónicas como PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, Google Scholar, Up to Date, Science Direct entre otros, así como también aquellos provenientes de revistas médicas especializadas en cirugía, microbiología e infectología.

Entre estas fuentes de información se incluyeron investigaciones originales, ensayos clínicos, metaanálisis, revisiones sistemáticas, estudios de seguimiento, y análisis de datos secundarios. Además, se incluyó libros de texto, artículos físicos y guías de práctica clínica del Ministerio de Salud no disponibles en internet. Por tanto, se contó con fuentes de información secundarias. Para la selección adecuada en una basta cantidad de artículos científicos se aplicaron criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de Inclusión, estudios que:

- Hayan sido publicados con un máximo de 5 años de anterioridad
- Fueron escritos en inglés o español.
- Aborden el tema de transmisión bacteriana al equipo quirúrgico.

- Investiguen medios de transmisión bacteriana al personal de salud en otros entornos hospitalarios.
- Analicen efectividad de los medios de protección de transmisión bacteriana en entornos hospitalarios

Criterios de Exclusión, estudios que:

- Contengan una calidad metodológica poco desarrollada
- Esten influenciados por opiniones
- Tengan información duplicada
- No aborden ninguna de las variables del estudio

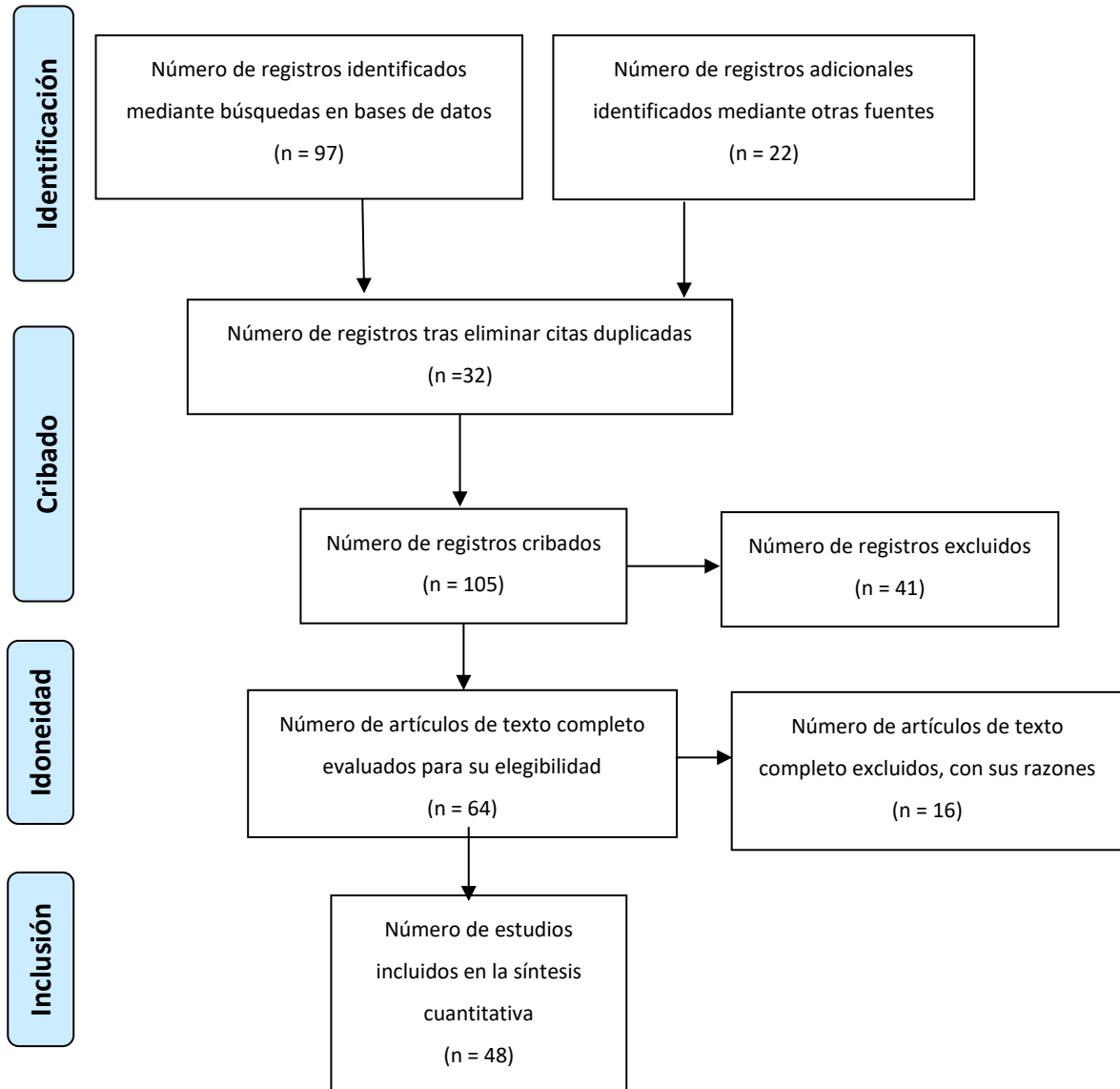
Para encontrar de la información en motores de búsqueda se determinó el uso de términos MeSH: "RISK FACTORS", "ESBL OR EXTENDED-ESPECTRUM BETA-LACTAMASES", "SPREAD", "SURGICAL INFECTIONS", "HEALTH PERSONNEL", entre otros similares. Se describen en inglés, pero para la búsqueda de información se usó también MeSH en español. La aplicación de operadores booleanos permitió fusionar expresiones y mapear rutas de búsqueda de información científica con mayor precisión y dirección. La utilización unificada de ambas herramientas refinó y mejoró los resultados de la búsqueda de información, acercando los resultados al logro de los objetivos específicos identificados para la investigación.

3.5. Métodos de análisis, y procesamiento de datos.

Para iniciar con la búsqueda de información se obtuvieron un total de 115 artículos científicos provenientes de las diferentes bases de datos medicas antes descritas, Esta técnica basada en el método para revisiones sistemáticas "PRISMA" el mismo que permite clasificar artículos en diferentes categorías, depurar artículos poco valiosos para el estudio y llegar a aquellos que si se adecuan a las necesidades de información de la investigación. Dicho proceso se resume en el siguiente esquema.

Figura 1
Diagrama de flujo PRISMA

 **PRISMA Diagrama de Flujo**



Fuente: Elaboración propia.

La identificación primaria de artículos en bases de datos medicas obtuvo un total de 115 elementos (n = 97). Artículos duplicados excluidos (n = 32) Artículos después de examinación (n =105) Artículos luego de aplicar criterios inclusión y exclusión (n = 64)

Artículos excluidos luego de revisión completa (n = 16) Artículos seleccionados tras revisión completa (n = 48).

Una vez que se tuvo el total final de artículos para el análisis se realizó una lectura detallada de todas las partes de cada estudio, extrayendo información relevante e importante para arrojar luz sobre el tema elegido.

La información seleccionada a través de la lectura crítica de los documentos incluidos en la muestra de estudio fue organizada y sintetizada sistemáticamente incorporándola a una matriz. Los documentos se sometieron a una revisión exhaustiva para evaluar la calidad metodológica y la relevancia para el problema de investigación.

El análisis de esta información jugó un papel central para sacar conclusiones relacionadas con los objetivos del estudio y formular recomendaciones para abordar el problema de investigación. Se respetó estrictamente el cumplimiento de los derechos de autor al obtener y utilizar la información. La investigación incorporó la jerarquía de evidencia con niveles de evidencia y grados de recomendación como lo describe el Centro de Medicina Basada en Evidencia de Oxford (CEBM). Estas directrices fueron diseñadas por el CEBM para ayudar a los médicos a clasificar la solidez de la evidencia médica según el tipo y la calidad de los estudios. La escala representada en la ilustración clasifica los estudios desde el nivel más alto de evidencia (grado 1a) hasta el más bajo (grado 4), lo que proporciona una valiosa brújula para evaluar la calidad de la evidencia en la práctica clínica.

Tabla 3: Niveles de evidencia Centro de Medicina Basada en Evidencia Oxford (CEBM)

Nivel de evidencia	Tipo de Estudio
1a	Revisión sistemática (metaanálisis) que contiene al menos algunos ensayos con evidencia de nivel 1b, en los cuales los resultados de ensayos realizados de manera independiente y por separado son consistentes.
1b	Ensayo controlado aleatorizado de buena calidad y tamaño de muestra adecuado (cálculo de potencia).
2a	Ensayo controlado aleatorizado de calidad razonable y/o tamaño de muestra inadecuado.
2b	Ensayos no aleatorizados, investigación comparativa de cohortes paralelas.
2c	Ensayo no aleatorizado, investigación comparativa (cohorte histórica, controles de la literatura).

3	Ensayos no aleatorizados, no comparativos, investigación descriptiva.
4	Opiniones de expertos, incluyendo la opinión de los miembros del grupo de trabajo.

Fuente: (18)

Tabla 4: Grados de recomendación (CEBM)

Grado de recomendación	Nivel de evidencia
A	Estudios de nivel 1
B	Estudios de nivel 2-3, o extrapolación de estudios de nivel 1
C	Estudios de nivel 4, o extrapolación de estudios de nivel 2-3
D	Estudios de nivel 5, o estudios no concluyentes de cualquier nivel

Fuente: (18)

Tabla 5: Significado de los grados de recomendación

Grado de recomendación	Significado
A	Extremadamente recomendable
B	Recomendación favorable
C	Recomendación favorable, pero no concluyente
D	No se recomienda ni se desaprueba

Fuente: (18)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 RESULTADOS

La evidencia reunida se enfoca en la “transmisión” de patógenos desde el paciente o su entorno hacia el equipo quirúrgico. A continuación, se presentan los factores de riesgo analizados junto con una tabla que contiene los hallazgos encontrados, categorizados según los niveles de evidencia científica CEBM:

Durante la búsqueda de información que evidencie esta transmisión se encontró pocos estudios que investiguen específicamente el riesgo de transmisión exclusivamente de bacterias BLEE, por lo que se consideró incluir investigaciones que abarcaban la transmisión bacteriana en otros entornos hospitalarios, los cuales también arrojan datos interesantes.

HUMO QUIRURGICO

EVIDENCIA	GRADACION
<p>El humo quirúrgico contiene partículas inhalables, sustancias tóxicas y bacterias.</p> <p>El humo quirúrgico es un término utilizado para referirse a varios subproductos gaseosos producidos por instrumentos quirúrgicos. Específicamente, el término "humo" representa productos de combustión, mientras que "aerosol" se refiere a una suspensión de partículas líquidas. Los dispositivos electroquirúrgicos producen una columna de humo y los dispositivos ultrasónicos generan vapores o aerosoles. En este contexto, es útil para los fines del estudio hacer referencia al humo quirúrgico para abarcar los términos humo o aerosol. La definición de humo quirúrgico presenta un peligro ya que contiene partículas lo suficientemente pequeñas como para ser inhaladas. Se ha demostrado que contiene diversas sustancias tóxicas, así como bacterias (19).</p>	1b
<p>En cirugía abierta, se produce más humo quirúrgico que en cirugía laparoscópica.</p> <p>En el estudio de Taweerutchan et al., se investigó la cantidad de humo quirúrgico y la contaminación generada en cirugía laparoscópica versus</p>	2b

<p>abierta utilizando cadáveres frescos para colecistectomía laparoscópica versus cirugía abierta en 4 modalidades: colecistectomía laparoscópica, colecistectomía laparoscópica con evacuador de humo, colecistectomía abierta, y colecistectomía abierta con evacuador de humo. Lo mismo se realizó para los casos de apendicectomía. Se concluyó que existe una mayor contaminación visual media, en el abordaje abierto (20%) en comparación con el abordaje laparoscópico (10%), con un nivel de significancia de $P < 0,001$ (20).</p>	
<p>La laparoscopia no supone mayor riesgo que la cirugía abierta para el equipo quirúrgico en cuanto a humo quirúrgico.</p> <p>Patterson y cols. realizaron una revisión de la literatura para evaluar el riesgo contaminación del personal médico durante cirugías con neumoperitoneo (laparoscópicas) y sin neumoperitoneo (abiertas). Concluyeron que los estudios disponibles son limitados y heterogéneos, impidiendo una comparación significativa entre ambas técnicas. No encontraron evidencia de que el abordaje mínimamente invasivo sea inferior a la cirugía abierta. Pasquier et al., en su revisión sistemática, llegaron a la misma conclusión, indicando que no hay suficiente evidencia para preferir una técnica sobre, contrariamente a la recomendación de Royal Colleges of Surgeons. La mayoría de los estudios muestran que un sistema seguro y confiable de filtrado y evacuación de gases en laparoscopia proporciona mejor control de la contaminación en comparación con la cirugía abierta (19).</p>	<p>1b</p>
<p>El humo quirúrgico puede contener patógenos como Serratia marcescens y Escherichia coli, entre otros.</p> <p>El factor crucial es si existen patógenos viables en el humo quirúrgico. Recientemente se han realizado investigaciones que han encontrado Escherichia coli, Lactococcus garvieae y Citrobacter freundii en el humo quirúrgico de 21 pacientes (21). Sin embargo, no existen estudios</p>	<p>2c</p>

específicos para determinar la presencia de bacterias BLEE al utilizar el electrocauterio, pero se debe considerar esta perspectiva.	
<p>Existen bacterias en el humo quirúrgico, pero no se ha demostrado científicamente su capacidad infecciosa en humanos.</p> <p>Sólo se encontró un estudio que evaluó la presencia de bacterias viables en el humo quirúrgico generado durante las cirugías. Mowbray y cols. reportaron la presencia de Staphylococcus coagulasa negativo, Corynebacterium e incluso Neisseria en el humo quirúrgico del 38% de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica (22).</p>	2a

MICROPERFORACIONES DE GUANTES QUIRÚRGICOS

EVIDENCIA	GRADACION
Durante las cirugías, el equipo quirúrgico está en constante contacto con los tejidos y fluidos del paciente. Los guantes quirúrgicos actúan como una barrera física crucial para prevenir la transmisión de microorganismos en ambas direcciones. Sin embargo, su integridad puede verse comprometida por diversos mecanismos, reduciendo su capacidad protectora (23).	1b
La pérdida de integridad de los guantes quirúrgicos puede ocurrir debido a la exposición a la humedad, ya sea por contacto directo con fluidos durante la cirugía o por la humedad interna del guante causada por la sudoración de las manos, a veces denominada "jugo quirúrgico". Además, se ha demostrado que desinfectar los guantes con alcohol puede ser contraproducente ya que aumenta la frecuencia de microperforaciones en los guantes (24).	1b
<p>La incidencia de perforación de guantes entre cirujanos podría ser alta y no siempre se detecta.</p> <p>Jahangiri y colegas, en su metaanálisis, encontraron que la incidencia general de perforación del guante fue del 14,44%, y los cirujanos tuvieron la tasa de incidencia más alta. Además, el 68,88% de las</p>	1b

<p>perforaciones de guantes no fueron identificadas por los profesionales sanitarios (23).</p>	
<p>Se ha reportado transmisión de bacteria resistentes por medio de microperforaciones de guantes.</p> <p>Klupp et al. encontraron que, de 199 interacciones en salas de operaciones con pacientes colonizados por cepas de bacterias BLEE, como <i>Escherichia coli</i>, y <i>Klebsiella pneumoniae</i>, el 38.7% de cirujanos que realizaron cirugía abierta a estos pacientes tenían estas bacterias en sus guantes. Además, en un 9% de los casos, las bacterias cruzaron el guante y llegaron a la piel a través de microperforaciones (25).</p>	1b
<p>Los guantes en cirugía laparoscópica sufren más daños que en la cirugía abierta.</p> <p>La integridad de los guantes depende del tipo de cirugía realizada. Enz et al. investigaron la frecuencia de microperforaciones en distintos tipos de cirugía, incluyendo la laparoscópica y la abierta. Se incluyeron un total de 448 cirugías: 488 guantes de 244 cirugías abiertas y 212 guantes de 106 procedimientos laparoscópicos. Encontraron que en la laparoscopia se detectaron microperforaciones en el 21.7% de las cirugías, mientras que en la cirugía abierta la frecuencia fue del 17.6% (26).</p>	2a
<p>Las causas de los daños de guantes en laparoscopia incluyen la manipulación de instrumentos rotatorios, instrumentos con bordes cortantes, tracción con la mano subordinada, suturas quirúrgicas y anudados. Por otro lado, en la cirugía abierta, los daños se deben a la manipulación de agujas y bisturíes, manipulación de implantes, anudado y detección de la tensión (26).</p>	2 a
<p>Sin embargo, según Guanche Garcell et al. en su revisión sistemática que abarcó 31 artículos de 5 países diferentes, manifiesta que la cirugía abierta produce microperforaciones en los guantes con una frecuencia mayor (24%) en comparación con la laparoscopia 16% (27).</p>	1b

<p>El uso de doble guante reduce significativamente la contaminación y las microperforaciones.</p> <p>Verbeek et al., en su revisión sistemática, demuestran que el uso de doble guante reduce el riesgo de contaminación bacteriana de un 66% cuando se usa doble guante a un 24% cuando se usa doble guante (RR 0,34). La robustez de esta afirmación se evidencia en el intervalo de confianza (IC) reportado por los investigadores, que es del 95%: 0,17 a 0,66 (28). Además, existen estudios que han demostrado que el uso de doble guante reduce a la mitad el número de casos de microperforaciones y duplica la cantidad de cirujanos perfectamente protegidos contra contactos anormales con los líquidos biológicos del paciente ($p < 0.001$) (28). (29)</p>	1b
<p>El uso de doble guante previene la contaminación bacteriana en enfermeras quirúrgicas.</p> <p>En un estudio aleatorizado que involucró a 40 profesionales durante 37 cirugías de diferentes modalidades se demostró la eficacia de la práctica de usar doble guante en la prevención de contaminación bacteriana. Se encontró que el 10% de las enfermeras presentaron microperforaciones que contaminaron su piel al usar un solo guante en comparación con el 0% de enfermeras contaminadas que utilizaron doble guante (30).</p>	2 ^a
<p>A pesar de la evidencia que respalda el uso de doble guante, no se ha aclarado de manera concluyente el porcentaje de cirujanos que siguen esta recomendación. Es posible que menos cirujanos opten por usar doble guante debido a la pérdida de sensibilidad táctil que implica su uso (29).</p>	2 a
<p>El cambio rutinario de guantes reduce las microperforaciones durante cirugías.</p> <p>Ante este problema, otra práctica recomendada para la prevención de microperforaciones durante cirugías laparoscópicas y abiertas, como</p>	1 a

<p>alternativa al uso de doble guante, es el cambio rutinario de guantes. El reciente estudio aleatorizado multicéntrico, realizado en 7 países, evaluó la relación entre el cambio rutinario de guantes y la tasa de microperforaciones en cirugía general y laparoscópica. La tasa de microperforaciones en el grupo control fue del 28.9%, mientras que esta cifra se redujo al 6% en el grupo de cirujanos que cambiaban rutinariamente de guantes durante la cirugía. Esto muestra un beneficio robusto al cambiar los guantes, previniendo el contacto con fluidos del paciente (31).</p>	
<p>Se recomienda cambiar los guantes cada 30 minutos de cirugía, pero se requieren más estudios para establecer pautas universales.</p> <p>Las recomendaciones para el cambio de guantes en cirugía varían ampliamente, desde 30 hasta 180 minutos. En cirugía visceral, se sugiere cambiar los guantes del cirujano y del primer asistente a los 90 minutos, y los de las enfermeras y segundos asistentes a los 150 minutos desde el inicio de la operación. Sin embargo, las tasas de perforación pueden variar según el tipo de cirugía, por lo que estas recomendaciones específicas no pueden aplicarse a otras especialidades sin estudios adicionales. Se necesitan investigaciones adicionales para establecer recomendaciones sólidas que mejoren la seguridad tanto de los pacientes como del personal médico (31).</p>	1 ^a

ROPA QUIRURGICA HUMEDA

EVIDENCIA	GRADACION
<p>Uno de los hallazgos destacados en la investigación actual es la observación de que los contactos húmedos en la ropa quirúrgica podrían estar asociados con una mayor frecuencia de transferencia de patógenos. En una revisión sistemática que incluyó 25 estudios observacionales, se encontró que la ropa quirúrgica húmeda presentaba una tasa de contaminación bacteriana significativamente mayor (7.5×10^4 UFC/cm²) en comparación con la ropa seca (2.3×10^4 UFC/cm²,</p>	1b

<p>p<0.01). Además, los resultados mostraron que los contactos húmedos eran más frecuentes en cirugías abiertas (65%) en comparación con las cirugías laparoscópicas (45%, p<0.05). Estos datos sugieren que la humedad, especialmente en el contexto de cirugías abiertas, puede ser un factor crítico en la transferencia de patógenos, lo que destaca la importancia de mantener la ropa quirúrgica seca durante los procedimientos (28).</p>	
<p>Contactos húmedos en ropa quirúrgica aumentan fallos de barrera y carga microbiana alta.</p> <p>En un estudio reciente de Wolfensberger et al, se investigó la frecuencia de fallos en los uniformes quirúrgicos. Se detectaron 158 fallos en total, de los cuales 76 correspondieron a casos de fallo de barrera debido a ropa húmeda. Sorprendentemente, la mayoría de estos fallos (79%) no fueron percibidos por el personal de salud en la sala de operaciones. Además, se encontró que las zonas húmedas en los uniformes quirúrgicos estaban asociadas con una alta carga microbiana (aproximadamente 10-1000 UFC por cada 5 yemas de dedos), en mientras que las zonas secas no presentaron carga detectable. Estos hallazgos sugieren que los contactos húmedos en la ropa quirúrgica pueden aumentar significativamente la transferencia de patógenos. No se encontró una reducción significativa en el número de alarmas con el uso de batas reforzadas en las mangas, independientemente del tipo de cirugía o del análisis estadístico utilizado (32). (33)</p>	<p>1b</p>
<p>Es crucial que los uniformes quirúrgicos sean completamente impermeables para evitar que el personal quirúrgico se exponga a fluidos durante las operaciones. Las prendas que no cumplen esta condición pueden humedecerse con manchas de fluidos, comprometiendo el aislamiento del personal dentro de la sala de operaciones y facilitando la transmisión de microorganismos (32).</p>	<p>2a</p>

SALPICADURAS CON FLUIDOS CORPORALES

EVIDENCIA	GRADACION
<p>Las salpicaduras durante procedimientos quirúrgicos o médicos son pequeñas gotas o aerosoles de fluidos corporales que pueden contener microorganismos patógenos como bacterias, virus u otros agentes infecciosos presentes en la sangre u otros fluidos corporales del paciente. Estas gotas representan una preocupación significativa en el contexto quirúrgico, ya que pueden contaminar al personal médico y al equipo quirúrgico (34).</p>	2 a
<p>Las salpicaduras en la zona periocular durante cirugías abiertas frecuentemente pasan desapercibidas por los cirujanos.</p> <p>Davies et al. en su estudio que contó con la participación de 53 cirujanos y la investigación de salpicaduras en la región ocular durante 223 cirugías laparoscópicas, encontraron que en el 45% de las cirugías, al menos una salpicadura alcanza la zona periocular de los cirujanos principales. Además, se reporta que el 86% de los cirujanos no son conscientes de estas salpicaduras debido a que no son visibles a simple vista (35).</p>	2 ^a
<p>Existen salpicaduras en la región periocular de cirujanos en el 50.3% de cirugías y es mayor para el cirujano principal</p> <p>Un estudio multicéntrico en más de seis instituciones médicas investigó la frecuencia de salpicaduras que alcanzan la región periocular de los cirujanos. Se analizaron 600 protectores oculares utilizados en 200 cirugías de diversas especialidades quirúrgicas para evaluar la contaminación por salpicaduras de sangre cuando no se utiliza protección ocular. Se encontró que el 50.3% de los protectores oculares estaban contaminados. La incidencia de salpicaduras fue mayor en el cirujano principal (83.5%), el primer asistente (68.5%), y la enfermera de instrumentación (46%) en comparación con otros miembros del equipo quirúrgico. Específicamente, en las cirugías gastrointestinales, la tasa de contaminación alcanzó el 60% (36). Tehrani et al. encontraron</p>	2a

resultados similares, con una frecuencia de salpicaduras de sangre del 45% en las gafas de los cirujanos (37).	
<p>Son más frecuentes las salpicaduras en cirugías laparoscópicas que cirugías abiertas.</p> <p>En un estudio adicional sobre la frecuencia de salpicaduras de fluidos corporales en las gafas de los cirujanos, se observó que el 45% de 384 operaciones mostraron salpicaduras de sangre o fluidos. La incidencia fue significativamente mayor en cirugías laparoscópicas (50%) en comparación con cirugía abierta (26%), colorrectal (19%) y menor que cirugía vascular (81%). Más del 50% de cirujanos de otras especialidades notaron salpicaduras durante la operación, mientras que los cirujanos laparoscópicos no las percibieron hasta el final del procedimiento. La exposición a proyectiles de sangre y fluidos en casos laparoscópicos puede aumentar al final del procedimiento, cuando se retiran los puertos y se libera el neumoperitoneo (38).</p>	1b
<p>Sin embargo, por el contrario, otro estudio encontró que el riesgo de salpicaduras parece ser menor (47%) en relación con las cirugías abiertas (65%). Este hallazgo no fue estadísticamente significativo (39).</p>	2a

CONTAMINACION AEREA EN EL QUIROFANO

EVIDENCIA	GRADACION
<p>La cirugía abierta predice mayor contaminación bacteriana aérea que la laparoscópica, y aumenta con la duración.</p> <p>Según un estudio reciente de Albertini et al, se evidencio que la cirugía abierta es un predictor más significativo de contaminación bacteriana en el aire comparado con la cirugía laparoscópica ($p < 0.001$). Además, la carga microbiana del aire aumenta con la duración de la operación, sugiriendo que las partículas finas podrían servir como un indicador de la complejidad del procedimiento quirúrgico (Albertini et al., 2023).</p>	1b

<p>Se ha encontrado bacterias multirresistentes en suspendidas en el aire de quirófanos.</p> <p>Aunque no se han encontrado estudios específicos sobre la presencia de bacterias productoras de beta-lactamasas de espectro extendido (BLEE) en el aire, Montazer et al. analizaron muestras de cultivos de aire de 60 quirófanos en Irán. La recolección se realizó antes y después de cirugías en dos modalidades 12 abiertas y 13 laparoscópicas. Encontraron altas cargas microbianas en quirófanos (180 UFC/m³) e identificaron bacterias resistentes en el 47% de las muestras, incluyendo <i>Staphylococcus aureus</i> y enterobacterias como <i>E. coli</i> (41).</p>	2b
<p>Los dispositivos de succión quirúrgica no contribuyen significativamente a la contaminación del aire en quirófanos.</p> <p>En un estudio reciente que comparó cuatro sistemas de succión quirúrgica diferentes, se evaluó la efectividad de filtración y la emisión de colonias microbianas a través de los puertos de salida, en comparación con el aire circulante que ingresa al quirófano. Se recogieron y analizaron un total de 400 muestras de aire durante procedimientos quirúrgicos. Los resultados demostraron que todos los sistemas estudiados mantuvieron una emisión promedio de bacterias de 2 UFC/m³, sin diferencias significativas entre ellos ($p=0.75$) (42).</p>	2b

MASCARILLA QUIRURGICA VS MASCARILLA N95

EVIDENCIA	GRADACION
<p>En un metaanálisis realizado por Long et al., que incluyó a 2538 cirujanos de diferentes modalidades de cirugía, se encontró un efecto protector significativo de los respiradores N95 contra la colonización bacteriana confirmada por cultivo (RR = 0.58; IC del 95%: 0.43-0.78). Esto indica que el uso de mascarillas N95 reduce el riesgo de colonización bacteriana en personal de salud en un 12% en comparación con el uso de mascarillas quirúrgicas (43).</p>	1a

<p>La elección de mascarillas debe basarse en la duración del procedimiento, la concentración de aerosoles y la comodidad del usuario.</p> <p>La elección del tipo de mascarilla debe adaptarse a la situación específica, considerando factores como la duración del procedimiento, el riesgo de aerosoles y la comodidad del usuario. Estas decisiones deben basarse en directrices respaldadas por recomendaciones de expertos y organizaciones médicas internacionales (44).</p>	1a
---	----

BARBA DEL PERSONAL QUIRURGICO

EVIDENCIA	GRADACION
<p>Las barbas son objeto de investigación debido a su potencial contribución a la contaminación bacteriana en quirófanos. En un estudio multicéntrico con la participación de 154 cirujanos se ha observado que el vello facial puede albergar patógenos más abundantes (medido en 4.5×10^3 UFC/cm²) y/o más virulentos en comparación con la piel de la cara (1.2×10^3 UFC/cm²), lo que podría convertir a las barbas en un sitio más propenso para la colonización bacteriana ($p < 0.05$) (45).</p>	2 ^a
<p>La barba de cirujanos permite mayor acumulación de bacterias desde el ambiente quirúrgico.</p> <p>En un ensayo clínico aleatorizado realizado por Parry et al., en el que participaron un total de 80 cirujanos, se tomaron muestras de varias zonas de su barba y se compararon con un grupo sin barba. Se demostró que el crecimiento bacteriano fue significativamente mayor en los cirujanos con barba en comparación con aquellos sin barba (5.8×10^4 UFC/cm³ frente a 2.1×10^4 UFC/cm³, $p < 0.05$). Además, se encontró que el 27.2% de los participantes con barba tenían presencia de bacterias resistentes al meropenem. Adicionalmente, al comparar cirujanos con barba en cirugías laparoscópicas versus abiertas, no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de bacterias (4.6×10^4</p>	2a

<p>UFC/cm³ en cirugías laparoscópicas frente a 4.8×10^4 UFC/cm³ en cirugías abiertas, $p=0.68$). Esto indica que el tipo de cirugía no influye en el nivel de colonización bacteriana en las barbas de los cirujanos (46).</p>	
<p>La barba puede afectar el ajuste de la mascarilla, potencialmente aumentando la transmisión bacteriana en entornos médicos.</p> <p>El motivo de esta diferencia podría estar relacionado con un menor ajuste de la mascarilla, reduciendo el sellado y aumentando la probabilidad de transmisión bacteriana. Así lo demostró un estudio realizado por Torres et al. que analizó a 150 cirujanos en cirugías laparoscópicas y encontró que el 60% del personal con barba experimentaron falta de hermeticidad en el sellado de la mascarilla, lo que resultó en un aumento del 40% en la tasa de contaminación bacteriana (6.2×10^4 UFC/cm³) en comparación con los cirujanos sin barba (3.1×10^4 UFC/cm³, $p<0.01$)(47).</p>	<p>2 a</p>
<p>Sin embargo, otro estudio encontró que los profesionales sanitarios con barba que usan mascarillas quirúrgicas no parecen aumentar la probabilidad de contaminación bacteriana en comparación con los cirujanos sin barba: 1.1 UFC/m³ vs. 1.4 UFC/m³ ($p=0.5$). Este estudio se realizó con solo 20 participantes, sin embargo, tiene falta de detalles específicos sobre el método de recolección de muestras bacterianas de las barbas de los participantes introduce incertidumbre sobre la validez del estudio y reduce la confianza en sus conclusiones (48).</p>	<p>3</p>
<p>Se recomienda a los proveedores de atención médica que se mantengan la cara bien afeitada cuando utilicen respiradores con filtro para lograr un ajuste adecuado. Otra opción podría ser el uso de respiradores faciales completos (46).</p>	<p>2 a</p>

4.2 DISCUSION

En esta investigación, la atención se centró en investigar el riesgo de transmisión de bacterias BLEE durante las cirugías laparoscópicas y su impacto en el equipo quirúrgico. Varios factores contribuyen a la escalada de este riesgo:

1. Humo quirúrgico

Durante la cirugía laparoscópica, el humo quirúrgico puede escapar entre la piel y los trócares, transmitiendo bacterias y virus (20), nivel de evidencia 2b. Un estudio realizado por Taweerutchana et al. sobre una cohorte de 12 pacientes contaminados con BLEE reveló que se genera una mayor cantidad de humo quirúrgico en la cirugía laparoscópica en comparación con la cirugía abierta, $p < 0.005$ (20), nivel de evidencia 2b. Aunque se podría hipotetizar que una mayor cantidad de humo quirúrgico incrementa el riesgo de transmisión bacteriana, Pasquier et al. sugieren que no hay diferencias en las tasas de infección causadas por el humo quirúrgico al comparar la cirugía laparoscópica con la cirugía abierta, aunque en la primera se produjo más humo, según su estudio con un nivel de evidencia 1b.

Desafortunadamente, no hay suficiente evidencia que demuestre la transmisión de bacterias a cirujanos. Uno de los pocos estudios que investiga su presencia en el humo quirúrgico es el realizado por Zhou y colaboradores, quienes detectaron bacterias viables en el humo quirúrgico de pacientes tales como *E. coli* y *Citrobacter freundii* (20), nivel de evidencia 2c. No obstante, la evidencia disponible sobre la capacidad de transmisión de bacterias a través de este medio es aún escasa, y lo es aún más al investigar transmisión de bacterias BLEE en el humo quirúrgico. Incluso el estudio de Zhou et al. que indica la presencia de bacterias en el humo no cuenta con un alto nivel de evidencia, ya que el número de cirugías (21) en las que se detectaron estas bacterias no es significativo y no se identificaron específicamente en cirugías laparoscópicas, sino en diversos tipos de procedimientos quirúrgicos.

2. Microperforaciones en guantes quirúrgicos

Las microperforaciones de guantes son un factor de riesgo importante debido a que su incidencia global es de 14,4% en cirujanos (23), nivel de evidencia 1b. En un estudio realizado por Klupp et al., se identificó que el 38,7% de los cirujanos que operaban a pacientes colonizados por *E. coli* y *K. pneumoniae* portaban estas bacterias multirresistentes en sus guantes al finalizar las cirugías. Mientras que el 9% de los profesionales, además

presentaron microperforaciones que permitieron que estas bacterias alcancen las yemas de sus dedos (25), nivel de evidencia 1b.

El riesgo de sufrir microperforaciones varía entre las cirugías laparoscópicas y las abiertas. Enz et al. reportan que el riesgo de microperforaciones en cirugía laparoscópica es del 21,7%, comparado con el 17,6% en cirugía abierta (26), nivel de evidencia 2a. Según este nivel de evidencia, se debe considerar que la laparoscopia aumenta el riesgo de microperforaciones en comparación a la cirugía abierta. Sin embargo, Garcell et al. contradicen esta conclusión, encontrando que en cirugía abierta los guantes se microperforan en el 24% de los casos, frente al 16% en laparoscopia (27), nivel de evidencia 1b. Al comparar los estudios, es evidente que la investigación de Garcell, basado en una revisión exhaustiva de 31 artículos con un diseño multicéntrico, presenta resultados más confiables que el estudio de Enz et al., que incluyó 448 cirugías con diferentes proporciones entre cirugías abiertas y laparoscópicas, lo que podría introducir sesgos.

3. Salpicaduras con fluidos corporales de pacientes.

Actualmente, no hay evidencia que aborde la frecuencia de salpicaduras que contienen bacterias BLEE (34), nivel de evidencia 2a.

El tipo de cirugía también contribuye a este factor. Gordon et al., en un estudio que abarcó 384 operaciones divididas equitativamente entre procedimientos laparoscópicos y abiertos, encontraron que la incidencia de salpicaduras era significativamente mayor en cirugía laparoscópica que en cirugía abierta, con un 50% frente a un 26%, respectivamente (38) nivel de evidencia 1b. Este hallazgo podría atribuirse a la liberación del neumoperitoneo durante las laparoscopias, lo que provoca que gotas de aire aerolizadas escapen a través de los trócares. La evidencia que respalda este resultado es significativa, ya que comprende estudios con buena calidad metodológica y tamaños de muestra adecuados, lo que indica que la cirugía laparoscópica podría generar más salpicaduras que la cirugía abierta.

4. Barba del personal quirúrgico

Herrón et al. y Parry et al. coinciden en que la barba es una zona del cuerpo favorable para albergar microorganismos en comparación con la piel. En su estudio, Herron et al. encontraron que la carga bacteriana en la barba de los cirujanos era mayor que la medida en la piel de sus frentes, con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$), destacando una distinción clara (50), nivel de evidencia 2a. Por su parte, en un ensayo clínico

aleatorizado, Parry et al. también demostraron una mayor carga bacteriana en la barba que en la piel de los cirujanos. Además, reportaron la presencia de bacterias resistentes a Meropenem en el 27,2% de los cirujanos. Aunque no se centra específicamente en BLEE, la existencia de dichas bacterias es preocupante, ya que indica la presencia potencial de bacterias resistentes a los antibióticos que podrían transmitirse al sistema respiratorio de los cirujanos (51), nivel de evidencia 2b. Sin embargo, una limitación de este estudio es que no se realizó específicamente en cirugías laparoscópicas, lo que sugiere que el porcentaje de contaminación por bacterias resistentes podría variar al realizarse exclusivamente bajo esta modalidad.

Un estudio con nivel de evidencia 2a indica que no hay diferencias en la cantidad de bacterias en la barba de los profesionales que realizan cirugías laparoscópicas versus cirugías abiertas, con una carga bacteriana de 4.6×10^4 vs. 4.8×10^4 , respectivamente ($p=0.68$) (51), nivel de evidencia 2a. Según este estudio, se sugiere que la contaminación de la barba es independiente del tipo de cirugía. Aunque estos resultados se obtuvieron bajo condiciones controladas, faltan más pruebas que aborden este tema para comparar datos de manera más exhaustiva.

5. Contactos húmedos en ropa quirúrgica

Los contactos húmedos en la vestimenta quirúrgica se asocian con un mayor riesgo de transmisión de patógenos desde los fluidos y gases del paciente, así como desde el aire del quirófano. Wolfensberger et al., en un estudio con buen nivel de evidencia 1b, detallaron que los contactos húmedos pasan desapercibidos para los cirujanos durante la realización de procedimientos quirúrgicos (76 de 158 cirujanos). Estos contactos húmedos se asociaron con mayores cargas bacterianas en comparación con el resto de la vestimenta quirúrgica que estaba seca ($p < 0,05$). De manera similar, Verbeek et al. llegaron a la misma conclusión en su investigación, demostrando que los contactos húmedos en la vestimenta quirúrgica exhibían una tasa significativamente mayor de contaminación bacteriana que los contactos secos ($7,5 \times 10^4/\text{cm}^2$ frente a $2,3 \times 10^4/\text{cm}^2$, $p < 0,01$). Esto indica que las bacterias son más abundantes en contactos húmedos en comparación con contactos secos (28), nivel de evidencia 1b. Estas observaciones sugieren que la presencia de humedad en la vestimenta usada durante los procedimientos quirúrgicos podría facilitar la adherencia y el transporte de microorganismos patógenos.

El tipo de cirugía que los profesionales realizan también influye en la tasa de contactos húmedos. Otro hallazgo del estudio de Verbeek et al. indica que los contactos húmedos son más frecuentes en cirugías abiertas (65%) en comparación con cirugías laparoscópicas (45%, $p < 0,05$) nivel de evidencia 1b. La humedad en las cirugías abiertas puede aumentar la transferencia de patógenos, lo que subraya la importancia de mantener seca la vestimenta quirúrgica. Este hallazgo resalta la necesidad de implementar medidas preventivas adicionales en cirugías abiertas para reducir el riesgo de contaminación y transmisión de patógenos.

6. Contaminación del aire

La contaminación del aire, a diferencia de otros factores considerados en esta investigación, se evaluó como una fuente de contaminación intrínseca del quirófano y no influenciada por pacientes. Albertini et al. encontraron que la contaminación bacteriana media en el aire, medida en unidades formadoras de colonias (UFC), es mayor en cirugía abierta que en cirugía laparoscópica ($p < 0,001$). Este hallazgo plantea la cuestión de si en estas bacterias podría encontrarse BLEE (bacterias productoras de beta-lactamasas de espectro extendido) (40). Sin embargo, no se han encontrado estudios que aborden específicamente este tema.

Un estudio pequeño pero aleatorizado encontró cargas microbianas en 25 quirófanos donde se realizaban cirugías abiertas y laparoscópicas. El estudio halló una carga bacteriana media de 180 UFC/m³ y, más relevante aún, en el 47% de las muestras se identificaron enterobacterias resistentes como *Escherichia coli* BLEE. Cabe recalcar que los procedimientos fueron realizados en pacientes infectados por BLEE, sugiriendo que la carga bacteriana en cirugías abiertas contaminadas por BLEE es mayor que en cirugías laparoscópicas de pacientes infectados por BLEE (41), nivel de evidencia 2b. Sin embargo, este estudio presenta limitaciones importantes: contó con una muestra pequeña, los resultados no se reprodujeron en varios establecimientos de salud y el hospital donde se realizaron no se regía por altos estándares de calidad en cuanto a seguridad ocupacional.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Después de realizar el análisis y discusión de los resultados obtenidos es posible formular las siguientes conclusiones:

Las bacterias portadoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) son microorganismos desarrollaron evolutivamente enzimas capaces de hidrolizar antibióticos betalactámicos, lo que les confiere resistencia a estos antibióticos por lo que representan un peligro para la salud pública. Su clasificación es compleja, el esquema de clasificación molecular de Ambler, que categoriza las betalactamasas en cuatro clases. A, B, C y D. Las diferentes enzimas BLEE se agrupan en estas clases en función de su similitud de aminoácidos. Las bacterias BLEE han venido incrementándose en el Ecuador años tras año hasta el último reporte del 2017, en los hospitales de nuestro país las bacterias más frecuentes en orden descendente son: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *Staphylococcus aureus*.

Durante la investigación, se realizó una búsqueda sistemática de evidencia científica. Se identificaron seis factores que influyen en la transmisión de bacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) al equipo quirúrgico durante cirugías laparoscópicas: las microperforaciones en los guantes quirúrgicos, que conllevan a un incremento del 9% en la probabilidad de transmisión hacia los dedos de los cirujanos al operar a pacientes colonizados (nivel de evidencia 1b); la portación de barba, donde la presencia de vello facial facilita la transmisión bacteriana hacia los cirujanos, con una carga bacteriana de 4.5×10^3 UFC/cm³ con barba versus 1.2×10^3 UFC/cm³ sin barba ($p < 0.005$) (nivel de evidencia 2a); los contactos húmedos en la vestimenta quirúrgica, que significativamente incrementan la transmisión de BLEE al equipo quirúrgico, con 7.5×10^4 UFC/cm² en ropa húmeda versus 2.3×10^4 UFC/cm² en ropa seca ($p < 0.01$) (nivel de evidencia 2a); la carga bacteriana de quirófano, en procedimientos quirúrgicos con pacientes contaminados por BLEE se ha medido que el 47% de la carga bacteriana del aire son BLEE (nivel de evidencia 2c); aunque el humo quirúrgico y las salpicadura contribuyen al incremento de este riesgo, la evidencia actual sugiere que su contribución es mínima, ya que se necesita evidencia más sólida para determinar su impacto significativo en la transmisión de bacterias portadoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) al equipo quirúrgico. Se ha comprobado que, durante las cirugías laparoscópicas, las

microperforaciones, el contacto con superficies húmedas, la contaminación aérea y el humo quirúrgico aumentan más el riesgo de transmisión que en las cirugías abiertas ($p < 0.005$).

La eficacia del equipo de protección personal (EPP) fue evaluada considerando mascarillas N95/quirúrgicas, doble guante/cambio de guante y gafas de protección ocular para la prevención de los factores de transmisión: carga bacteriana en el aire, microperforación de guantes y salpicaduras, respectivamente. El uso de mascarillas N95 reduce el riesgo de colonización bacteriana en el personal de salud en un 42% en comparación con las mascarillas quirúrgicas (nivel de evidencia 1a), demostrando así una protección significativamente mayor contra la colonización bacteriana. Actualmente no existe evidencia suficiente para demostrar la efectividad de las gafas de protección ocular en la protección de la transmisión de bacterias (nivel de evidencia 2b). El uso de doble guante ha demostrado ser significativamente más eficaz que el uso de un solo guante para la protección contra microperforaciones en cirugías laparoscópicas, reduciendo el riesgo en un 42% ($p < 0,001$, nivel de evidencia 1b). Cambiar los guantes a intervalos regulares durante la cirugía laparoscópica reduce el riesgo de microperforaciones del 30% sin cambio de guantes al 6% con la introducción del cambio de guantes (nivel 2a). El tiempo ideal para el cambio de guantes es entre 30 y 40 minutos, aunque este período puede variar según los diferentes tipos de cirugías

5.2 Recomendaciones

- Utilizar guantes dobles durante cirugías laparoscópicas para reducir el riesgo de microperforaciones y la transmisión de BLEE – Grado de recomendación A
- Implementar el cambio regular de guantes cada 30-40 minutos para mitigar la carga bacteriana en manos y reducir el riesgo de microperforaciones – Grado de recomendación B.
- Considerar el uso preferente de mascarillas N95 sobre mascarillas quirúrgicas para reducir la colonización bacteriana durante procedimientos quirúrgicos, incluidas las cirugías laparoscópicas - Grado de recomendación B.
- Realizar estudios que demuestren la presencia de bacterias en salpicaduras y humo durante cirugías laparoscópicas, especialmente las productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE), es fundamental para mejorar la comprensión y gestión de este riesgo en entornos quirúrgicos.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Las limitaciones de este estudio fueron la escasez de investigaciones específicas sobre la transmisión de BLEE desde pacientes colonizados con BLEE en cirugías laparoscópicas. Tras una revisión exhaustiva, se observó una notable falta de datos centrados en este tipo de bacterias, lo cual abre un campo de estudio para mejorar el entendimiento de este tema. Además, la mayoría de los estudios disponibles abordaron la contaminación general, sin una atención detallada en BLEE, lo que complicó la evaluación precisa del riesgo asociado en entornos quirúrgicos. Esta falta de información específico y la variabilidad en los métodos de investigación utilizados también dificultaron la comparación directa entre estudios, lo que podría producir sesgos en las conclusiones sobre la verdadera magnitud del riesgo de transmisión de BLEE en cirugías laparoscópicas y abiertas hacia el equipo quirúrgico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Huemer M, Mairpady Shambat S, Brugger SD, Zinkernagel AS. Antibiotic resistance and persistence-Implications for human health and treatment perspectives. *EMBO Rep* [Internet]. 2020 Dec 3 [cited 2024 Jul 9];21(12). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33400359/>
2. Pitout JDD. Extraintestinal Pathogenic *Escherichia coli*: A Combination of Virulence with Antibiotic Resistance. *Front Microbiol* [Internet]. 2019 [cited 2024 Jul 9];3(JAN). Available from: [/pmc/articles/PMC3261549/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33261549/)
3. Murray TS, Peaper DR. The contribution of extended-spectrum β -lactamases to multidrug-resistant infections in children. *Curr Opin Pediatr* [Internet]. 2020 Feb 21 [cited 2024 Jul 9];27(1):124–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25565574/>
4. Géry A, Mouet A, Gravey F, Fines-Guyon M, Guerin F, Ethuin F, et al. Investigation of *Serratia marcescens* surgical site infection outbreak associated with peroperative ultrasonography probe. *J Hosp Infect* [Internet]. 2021 May 1 [cited 2024 Jul 9];111:184–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33582202/>
5. Weiner LM, Webb AK, Limbago B, Dudeck MA, Patel J, Kallen AJ, et al. Antimicrobial-Resistant Pathogens Associated With Healthcare-Associated Infections: Summary of Data Reported to the National Healthcare Safety Network at the Centers for Disease Control and Prevention. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2022 Nov 1 [cited 2024 Jul 9];37(11):1288–301. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27573805/>
6. Berriós-Torres SI, Umscheid CA, Bratzler DW, Leas B, Stone EC, Kelz RR, et al. Centers for Disease Control and Prevention Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection. *JAMA Surg* [Internet]. 2019 Aug 1 [cited 2024 Jul 9];152(8):784–91. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28467526/>
7. Fernández-Verdugo A, Forcelledo L, Rodríguez-Lozano J, Rodríguez-Lucas C, Barreiro-Hurlé L, Canut A, et al. Prospective multicentre study of rectal carriage of multidrug-resistant Enterobacteriaceae among health-care workers in Spain. *Clin Microbiol Infect* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2024 Jul 15];26(5):649.e1-649.e4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31972320/>
8. Duong BT, Duong MC, Campbell J, Nguyen VMH, Nguyen HH, Bui TBH, et al. Antibiotic-Resistant Gram-negative Bacteria Carriage in Healthcare Workers

- Working in an Intensive Care Unit. *Infect Chemother* [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2024 Jul 15];53(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34405594/>
9. Weber DJ, Rutala WA, Miller MB, Huslage K, Sickbert-Bennett E. Role of hospital surfaces in the transmission of emerging health care-associated pathogens: *Clostridium difficile*, and *Acinetobacter* species. *Am J Infect Control* [Internet]. 2020 Jun [cited 2024 Jul 9];38(5 Suppl 1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20569853/>
 10. Humphreys H, Coleman DC. Contribution of whole-genome sequencing to understanding of the epidemiology and control of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Hospital Infection*. 2019 Jun 1;102(2):189–99.
 11. Engelhart ST, Hanes-Derendorf L, Exner M, Kramer MH. Prospective surveillance for healthcare-associated infections in German Hospitals. *Journal of Hospital Infection* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2024 Jul 9];60(1):46–50. Available from: <http://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195670104004736/fulltext>
 12. Namihira D, Namihira R. Glosario epidemiológico 2020. 2020; Available from: <http://svgo.es/sites/default/files/Medicina%20basada%20en%20la%20evidencia.pdf>
 13. Kardaś-Słoma L, Fournier S, Dupont JC, Rochaix L, Birgand G, Zahar JR, et al. Cost-effectiveness of strategies to control the spread of carbapenemase-producing Enterobacterales in hospitals: a modelling study. *Antimicrob Resist Infect Control* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2024 Jul 9];11(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36117231/>
 14. SAHEALTH. Extended-spectrum beta-lactamase (ESBL) producing bacteria. 2019; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10135299/>
 15. Natalia Treviño. Antibióticos: mecanismos de acción y resistencia bacteriana. In: *Generalidades de Bacteriología*. 2022. Available from: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/136280/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 16. Grabein B, Ebenhoch M, Kühnen E, Thalhammer F. Calculated parenteral initial treatment of bacterial infections: Infections with multi-resistant Gram-negative rods – ESBL producers, carbapenemase-producing Enterobacteriaceae, carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii*. *GMS Infect Dis* [Internet]. 2020 [cited 2024 Jul 1];8:Doc04. Available from: [/pmc/articles/PMC7186793/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7186793/)

17. SIVE. Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública Reporte de datos de Resistencia a los Antimicrobianos en Ecuador 2014-2018 . Ecuador; 2019 Aug. Available from: https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/gaceta_ram2018.pdf
18. CEBM. Niveles de Evidencia CEBM. Oxford University. 2020; Available from: <http://svgo.es/sites/default/files/Medicina%20basada%20en%20la%20evidencia.pdf>
19. Pasquier J, Villalta O, Sarria Lamorú S, Balagué C, Vilallonga R, Targarona EM. Are Smoke and Aerosols Generated During Laparoscopic Surgery a Biohazard? A Systematic Evidence-Based Review. *Surg Innov* [Internet]. 2021 Aug 1 [cited 2024 Jun 26];28(4):485–95. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33573518/>
20. Taweerutchana V, Suwatthanarak T, Methasate A, Akaraviputh T, Swangsri J, Phalanusitthepha C, et al. Laparoscopic surgery produced less surgical smoke and contamination comparing with open surgery: the pilot study. 2020 [cited 2024 Jun 26]; Available from: <https://doi.org/10.1186/s12893-021-01432-8>
21. Zhou Y zhi, Wang C qun, Zhou M hua, Li Z yu, Chen D, Lian A ling, et al. Surgical smoke: A hidden killer in the operating room. *Asian J Surg* [Internet]. 2023 Sep 1 [cited 2024 Jul 5];46(9):3447–54. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37002044/>
22. Mowbray N, Ansell J, Warren N, Wall P, Torkington J. Is surgical smoke harmful to theater staff? a systematic review. *Surg Endosc* [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 26];27(9):3100–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23605191/>
23. Jahangiri M, Choobineh A, Malakoutikhah M, Hassanipour S, Zare A. The global incidence and associated factors of surgical gloves perforation: A systematic review and meta-analysis. *Work* [Internet]. 2022 [cited 2024 Jun 27];71(4):859–69. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35253703/>
24. Thom KA, Rock C, Robinson GL, Reisinger HRS, Baloh J, Chasco E, et al. Alcohol-based decontamination of gloved hands: A randomized controlled trial. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2024 Apr 23 [cited 2024 Jun 27];45(4):467–73. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37994538/>
25. Klupp EM, Knobling B, Franke G, Belmar Campos C, Maurer PM, Knobloch JK. Activity of antimicrobial examination gloves under realistic conditions: challenge not fulfilled. *Antimicrob Resist Infect Control* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2024 Jun 27];12(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37876020/>

26. Enz A, Kamaledine I, Groß J, Schafmayer C, Alwafai E, Sievers L, et al. Is Single Gloving Still Acceptable? Investigation and Evaluation of Damages on Sterile Latex Gloves in General Surgery. *J Clin Med* [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2024 Jun 27];10(17). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34501334/>
27. Guancho Garcell H, Gonzalez Valdés A, Gonzalez Alvarez L, Fresneda Septiem G, Cardenás Goulet K, Matos Figueroa Y, et al. Glove perforation in selected surgical procedures in a general hospital in La Habana, Cuba. *Infection Prevention in Practice*. 2022 Dec 1;4(4):100238.
28. Verbeek JH, Rajamaki B, Ijaz S, Sauni R, Toomey E, Blackwood B, et al. Personal protective equipment for preventing highly infectious diseases due to exposure to contaminated body fluids in healthcare staff. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2020 Apr 15 [cited 2024 Jun 27];2020(4). Available from: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD011621.pub4/full>
29. Jackson SS, Harris AD, Magder LS, Stafford KA, Johnson JK, Miller LG, et al. Bacterial burden is associated with increased transmission to health care workers from patients colonized with vancomycin-resistant *Enterococcus*. *Am J Infect Control* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2024 Jul 15];47(1):13–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30268592/>
30. Guo YP, Wong PM, Li Y, Or PPL. Is double-gloving really protective? A comparison between the glove perforation rate among perioperative nurses with single and double gloves during surgery. *The American Journal of Surgery*. 2019 Aug 1;204(2):210–5.
31. Bywater E, Martinez L, Habumuremyi S, Ntirenganya F, Williams E, Tabiri S, et al. Routine sterile glove and instrument change at the time of abdominal wound closure to prevent surgical site infection: a model-based cost-effectiveness analysis of a pragmatic, cluster-randomised trial in seven low-income and middle-income countries. *Lancet Glob Health*. 2024 Feb 1;12(2):e235–42.
32. Wolfensberger A, Clack L, Kuster SP, Passerini S, Mody L, Chopra V, et al. Transfer of pathogens to and from patients, healthcare providers, and medical devices during care activity—a systematic review and meta-analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2024 Jul 2];39(9):1093–107. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30039774/>
33. Russotto V, Cortegiani A, Fasciana T, Iozzo P, Raineri SM, Gregoretti C, et al. What Healthcare Workers Should Know about Environmental Bacterial Contamination in

- the Intensive Care Unit. *Biomed Res Int* [Internet]. 2017 [cited 2024 Jul 15];2017. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29214175/>
34. Mutualia. *Manual para la prevención del riesgo de accidente biológico*. 2020.
 35. Davies CG, Khan MN, Ghauri ASK, Ranaboldo CJ. Blood and body fluid splashes during surgery--the need for eye protection and masks. *Ann R Coll Surg Engl* [Internet]. 2021 Nov [cited 2024 Jul 5];89(8):770–2. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17999818/>
 36. Endo S, Kanemitsu K, Ishii H, Narita M, Nemoto T, Yaginuma G, et al. Risk of facial splashes in four major surgical specialties in a multicentre study. *J Hosp Infect* [Internet]. 2020 Sep [cited 2024 Jul 2];67(1):56–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17669549/>
 37. Tehrani H, Juma A, Lambe G, James MI. The risk of eye splash in burn surgery. *Burns*. 2019 Jun;35(4):587–9.
 38. Lorna Gordon, Emma Young. *Standard Infection Control Precautions (SICPs) and Transmission Based Precautions (TBPs) Literature Review: Personal Protective Equipment (PPE) – Eye/Face protection*. 2020; Available from: <https://www.nipcm.hps.scot.nhs.uk/media/1689/2020-08-sicp-tbp-lr-eyeface-protection-v1.pdf>
 39. Marasco S, Woods S. The risk of eye splash injuries in surgery. *Aust N Z J Surg* [Internet]. 2019 [cited 2024 Jul 5];68(11):785–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9814742/>
 40. Albertini P, Mainardi P, Bagattini M, Lombardi A, Riccio P, Ragosta M, et al. Risk Influence of Some Environmental and Behavioral Factors on Air Contamination in the Operating Room: An Experimental Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2023 Aug 1 [cited 2024 Jun 29];20(16). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37623177/>
 41. Montazer M, Soleimani N, Vahabi M, Abtahi M, Etemad K, Zendehtdel R. Assessment of Bacterial Pathogens and their Antibiotic Resistance in the Air of Different Wards of Selected Teaching Hospitals in Tehran. *Indian J Occup Environ Med* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2024 Jun 29];25(2):78. Available from: </pmc/articles/PMC8341418/>

42. Brock-Utne JG, Ward JT, Jaffe RA. Potential sources of operating room air contamination: a preliminary study. *J Hosp Infect* [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2024 Jun 29];113:59–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33895163/>
43. Long Y, Hu T, Liu L, Chen R, Guo Q, Yang L, et al. Effectiveness of N95 respirators versus surgical masks against bacterial colonization: A systematic review and meta-analysis. *J Evid Based Med* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2024 Jun 28];13(2):93–101. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32167245/>
44. Azap A, Erdinç FŞ. Medical mask or N95 respirator: When and how to use? *Turk J Med Sci* [Internet]. 2020 [cited 2024 Jul 3];50(SI-1):633–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32336079/>
45. Herron JBT, Kuht JA, Hussain AZ, Gens KK, Gilliam AD. Do theatre staff use face masks in accordance with the manufacturers' guidelines of use? *J Infect Prev* [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2024 Jul 5];20(2):99–106. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30944594/>
46. Parry JA, Karau MJ, Aho JM, Taunton M, Patel R. To Beard or Not to Beard? Bacterial Shedding Among Surgeons. *Orthopedics* [Internet]. 2020 Mar 1 [cited 2024 Jul 5];39(2):e290–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26942473/>
47. Abreu-Irizarry R, Torres-Lugo NJ, De Virgilio-Salgado L, Echegaray-Casaldue G, Deliz-Jimenez D, Martinez-Ramos J, et al. Is bad use of surgical masks increasing the contamination of surgeons? *Am J Infect Control*. 2023 Mar 1;51(3):349–50.
48. De-Yñigo-mojado B, Becerro-De-bengoa-vallejo R, Losa-Iglesias ME, Madera-García J, Rodríguez-Sanz D, Calvo-Lobo C, et al. Facial Hair Decreases Fit Factor of Masks and Respirators in Healthcare Providers. *Biology (Basel)* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2024 Jun 29];10(10). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34681128/>