

# MÁSTER UNIVERSITARIO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Universidad Miguel Hernández de Elche



## TRABAJO FÍN DE MÁSTER

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RIESGO BIOLÓGICO  
ENTRE UN QUIRÓFANO Y UNA SALA DE CURAS NO  
ESTÉRIL**

CURSO 2024-2025

**Autor:** Lidia Betoret Benavente

**Tutores:** María José Ferrer Carrascosa.



## INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

D.<sup>a</sup> M.<sup>a</sup> José Ferrer Carrascosa, Tutora del Trabajo Fin de Máster, titulado 'ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RIESGO BIOLÓGICO ENTRE UN QUIRÓFANO Y UNA SALA DE CURAS NO ESTÉRIL" y realizado por la estudiante Lidia Betoret Benavente.

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 30 de junio de 2025

## RESUMEN

El riesgo biológico, en el ámbito sanitario, representa una de las amenazas más relevantes tanto para los pacientes como para el personal debido a factores como la exposición continua a fluidos y tejidos contaminados al realizar procedimientos invasivos o semi-invasivos y/o el contacto directo entre materiales contaminados, pacientes y personal sanitario.

Su seguridad constituye un eje fundamental para el desarrollo de una correcta atención sanitaria ya que supone un enorme problema de morbimortalidad, así como de sostenibilidad del propio sistema sanitario por con llevar a una prolongación de estancia media hospitalaria y aumento de costes secundaria a la aparición de enfermedades infecciosas.

En ciertos espacios asistenciales como quirófanos y salas de curas no estériles, donde la exposición a riesgo biológicos es muy elevada, debido a sus diferencias en diseño, protocolo de uso, frecuencia de exposición y medidas de bioseguridad implementadas, los niveles de exposición al riesgo biológico son diferentes.

El objetivo principal de este trabajo es analizar cómo varía el nivel de riesgo biológico entre estos dos entornos sanitarios específicos: el quirófano, considerado una zona crítica con estrictos controles de esterilidad, y la sala de curas no estéril, un espacio clínico con menor exigencia en cuanto a control ambiental.

A través de una comparación entre ambos, se pretende valorar la percepción del riesgo, la eficacia de las medidas preventivas y las oportunidades de mejora en la gestión del riesgo biológico en estos niveles asistenciales aplicables en la práctica clínica diaria fortaleciendo la seguridad de pacientes y personal sanitario.

**Palabras clave:** Riesgo biológico, quirófano, sala de curas no estéril, protocolos, medidas seguridad.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN -----	5
1.1. ¿QUÉ ES EL RIESGO BIOLÓGICO?-----	5
1.2. RIESGO BIOLÓGICO EN EL ENTORNO SANITARIO.-----	7
1.2.1. RIESGO BIOLÓGICO EN QUIRÓFANO.-----	11
1.2.1.1. Ventilación y Filtración del aire.-----	12
1.2.1.2. Esterilización instrumental quirúrgico (44,45,46).-----	15
1.2.1.3. Indumentaria del personal quirúrgico (47,48,49,50).-----	16
1.2.1.4. Protocolos quirúrgicos -----	18
1.2.2. RIESGO BIOLÓGICO EN SALA DE CURAS-----	23
2. JUSTIFICACIÓN -----	26
3. OBJETIVOS-----	27
4. MATERIALES Y MÉTODOS-----	28
5. ANÁLISIS COMPARATIVO Y DISCUSIÓN.-----	35
6. CONCLUSIÓN-----	43
7. BIBLIOGRAFIA-----	44

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.

Tabla 1 .....	6
Tabla 2 .....	8
Tabla 3 .....	9
Tabla 4 .....	13
Tabla 5.....	14
Imagen 1 .....	14
Imagen 2 .....	17
Imagen 3 .....	17
Tabla 6 .....	19
Imagen 4 .....	21
Imagen 5 .....	22
Imagen 6 .....	23
Imagen 7 .....	24
Imagen 8 .....	25

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. ¿QUÉ ES EL RIESGO BIOLÓGICO?

El concepto de riesgo biológico hace referencia a la posibilidad de que un individuo sea afectado por agentes biológicos capaces de perjudicar su salud (1).

Este término incluye una serie de factores y circunstancias que pueden exponer a las personas a microorganismos dañinos como virus, bacterias, hongos, parásitos...etc. incluyendo los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, capaces de provocar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad (2).

Estos agentes biológicos se clasifican, en función del riesgo de infección, en cuatro grupos (2) (Tabla 1):

- a) Agente biológico del grupo 1: aquél que resulta poco probable que cause una enfermedad en el hombre.
- b) Agente biológico del grupo 2: aquél que puede causar una enfermedad en el hombre y puede suponer un peligro para los trabajadores, siendo poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.
- c) Agente biológico del grupo 3: aquél que puede causar una enfermedad grave en el hombre y presenta un serio peligro para los trabajadores, con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo generalmente una profilaxis o tratamiento eficaz.
- d) Agente biológico del grupo 4: aquél que causando una enfermedad grave en el hombre supone un serio peligro para los trabajadores, con muchas probabilidades de que se propague a la colectividad y sin que exista generalmente una profilaxis o un tratamiento eficaz.

GRUPO DE RIESGO	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
NIVEL DE BIOSEGURIDAD	BSL-1	BSL-2	BSL-3	BSL-4
BACTERIAS	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Bacillus sutilis.</i></li> <li><i>Escherichia coli</i></li> <li><i>Streptococcus suis</i></li> <li><i>Mcobacterium tuberculosis</i></li> <li><i>Yersinia pestis</i></li> </ul>			
VIRUS	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Virus del Mosaico del tabaco</i></li> <li><i>Bacteriofagos</i></li> <li><i>Epstein-Barr</i></li> <li><i>Coronaviridae</i></li> <li><i>Virus de inmunodeficiencia humana (VIH)</i></li> <li><i>Virus de la Fiebre Amarilla</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Virus del tabaco</i></li> <li><i>Aspergillus fumigatus</i></li> <li><i>Candida albicans</i></li> <li><i>Histoplasma capsulatum</i></li> <li><i>Paracoccidioides brasiliensis</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Virus de inmunodeficiencia humana (VIH)</i></li> <li><i>Virus de la Fiebre Amarilla</i></li> <li><i>Echinococcus granulosus</i></li> <li><i>Taenia solium</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Virus Ébola</i></li> <li><i>Virus de la Virulea</i></li> </ul>
HONGOS	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Saccharomyces cerevisiae</i></li> <li><i>Penicillium roqueforti</i></li> </ul>			
PARASITOS.	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Ditylenchus dipsaci</i></li> <li><i>Tylenchulus semipenetrans</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Trichinella spiralis</i></li> <li><i>Toxocara canis</i></li> </ul>		

Tabla 1. Ejemplo de agentes biológicos en relación a su nivel de bioseguridad.

Desde el punto de vista de la seguridad laboral, el riesgo biológico se considera un riesgo ocupacional significativo en sectores como el sanitario, el veterinario, el agroalimentario, la investigación biomédica y el tratamiento de residuos, entre otros (2,3,4).

La evaluación y gestión de este tipo de riesgo implica la identificación de los agentes biológicos presentes, la caracterización de su peligrosidad, y la implementación de medidas de control y prevención

Los grupos de personas más afectado por exposición a agentes patógenos, con peligros ocupacionales y necesidad de implementar medidas de bioseguridad son:

- Trabajadores de la salud. Se encuentran constantemente en contacto con pacientes y muestras biológicas que pueden albergar agentes patógenos como bacterias, virus y hongos (5,6).

- Trabajadores de laboratorios: Especialmente aquellos que trabajan en laboratorios de microbiología, virología, bacteriología y micología. Estos laboratorios necesitan medidas de bioseguridad rigurosas para evitar infecciones derivadas de experimentos de laboratorio. Es fundamental informar sobre los niveles de bioseguridad para determinar el riesgo y las acciones de seguridad requeridas (7,8,9,10).
- Trabajadores en contacto con animales: Incluye veterinarios, trabajadores de granjas y laboratorios de investigación animal, expuestos a zoonosis (11).
- Trabajadores de gestión de residuos: Incluye aquellos que manejan residuos médicos y biológicos, así como trabajadores de plantas de tratamiento de aguas residuales. Estos empleados se encuentran en contacto con bioaerosoles y polvo que podrían albergar microorganismos dañinos (11).
- Personal de biobancos: Los biobancos almacenan muestras biológicas que pueden contener agentes patógenos. Es esencial establecer medidas de bioseguridad para salvaguardar tanto al personal como al entorno natural (11).

## 1.2. RIESGO BIOLÓGICO EN EL ENTORNO SANITARIO.

En el ámbito sanitario, la probabilidad de interactuar con agentes biológicos que podrían ser patógenos, capaces de provocar infecciones o enfermedades contagiosas es considerablemente elevada. Comprenden bacterias, virus, hongos, parásitos y priones, y su exposición puede ocurrir por múltiples vías.

Las vías de transmisión pueden ser múltiples entre las que destacan la vía mucocutánea, inhalatoria o por contacto directo con superficies contaminadas o instrumental esterilizado de manera incorrecta, sobre todo al manipular secreciones o tejidos que podrían ser contagiosos.

Este peligro aumenta debido a factores como la exposición continua a fluidos y tejidos contaminados, al realizar procedimientos invasivos o semi-invasivos y/o el contacto directo entre materiales contaminados, pacientes y personal sanitario.

Para regular la detección, análisis, prevención y supervisión del riesgo biológico en el entorno laboral, se han llevado a cabo numerosos estudios a nivel nacional e internacional.

En España se publicó, en 1997, El Real Decreto 664/1997 sobre la protección frente a agentes biológicos en el trabajo que establece las obligaciones del empleador y del trabajador en cuanto a riesgos biológicos (2).

A escala global, organizaciones como la OMS y el CDC establecen pautas concretas para reducir el riesgo biológico en el ámbito sanitario, particularmente en zonas críticas como quirófanos, Unidades de Cuidados Intensivos y laboratorios clínicos, donde el personal está diariamente expuesto a estas amenazas.

El manejo incorrecto del riesgo biológico provoca la aparición de infecciones hospitalarias o adquiridas en el hospital, más conocidas como infecciones asociadas a la atención sanitaria (IRAS), generando un grave problema de salud pública, dado que incrementan la morbilidad, la permanencia en el hospital y los gastos de atención (13).

En España, el estudio ENEAS afirma que las IRAS representan el 25% de los efectos adversos hospitalarios (Tabla 2) y el 55% se hubieran podido prevenir y evitar (Tabla 3). Se estima que diariamente, más de 1,4 millones de personas en todo el mundo sufren una o más IRAS, siendo mucho mayor el riesgo en países en vías de desarrollo (13).

Pacientes con EAs	N	%	IC 95%
Ligados a la enfermedad	276	26,0%	23,3-28,6
Ligados a la asistencia sanitaria	787	74,0%	71,4-76,7
<i>Mínima o ligera probabilidad</i>	262	24,6%	22,1-27,2
<i>Moderada o elevada probabilidad</i>	525	49,4%	46,4-52,4
TOTAL	1.063	100%	

Tabla 2. Distribución de efectos adversos y subtipos del estudio ENEAS (13).

NATURALEZA	Méd.	Quir.	Totales	Evitables
Relacionados con un procedimiento	11,2	37,6	25,0	31,7
Relacionados infección nosocomial	21,2	29,2	25,3	56,6
Relacionados con la medicación	53,8	22,2	37,4	34,8
Relacionado con los cuidados	8,7	6,7	7,6	56,0
Relacionados con el diagnóstico	2,9	2,9	2,7	84,2
Otros	2,2	1,5	1,8	33,3
Total	312	343	655	278 (42,6%)

Tabla 3. Naturales del Efecto adverso y evitabilidad (13).

Dependiendo del tipo de agente biológico y del grado y frecuencia de la exposición pueden aparecer enfermedades de diversa etiología y gravedad. Dentro de estas patologías podemos encontrar enfermedades como:

- Enfermedades respiratorias por exposición a bioaerosoles. Se ha evidenciado en múltiples estudio una correlación entre la exposición a bioaerosoles y patologías respiratorias como son el asma, la bronquitis y otras afecciones pulmonares (14).
- Cáncer. Existen agentes biológicos que se categorizan como carcinógenos. La exposición a estos compuestos puede incrementar la probabilidad de padecer determinados tipos de cáncer como el cáncer de páncreas, tumores cerebrales o linfomas no Hodgkin (15,16).
- Reacciones alérgicas e inflamatorias: La exposición a microorganismos y sus productos puede desencadenar reacciones alérgicas e inflamatorias (17).
- Enfermedades emergentes y reemergentes: El manejo de agentes patógenos en laboratorios de biotecnología puede propiciar la aparición de nuevas enfermedades o la reactivación de enfermedades previamente controladas (18).

El riesgo biológico en el ambiente sanitario no solo se depende del tipo de agente biológico, sino también elementos como la carga microbiana ambiental; la duración y la regularidad de

la exposición; la vulnerabilidad individual y la efectividad de las medidas de protección y prevención implementadas.

En el ámbito de la salud, hay ciertos profesionales que suelen estar más expuestos a los riesgos biológicos, tales como enfermeros, trabajadores de cuidados intensivos (UCI), investigadores que llevan a cabo estudios con patógenos y personal que labora en áreas como quirófanos o salas de cuidados intensivos (19, 20,21).

Estas profesionales necesitan acciones preventivas concretas, tales como la utilización correcta de equipos de protección personal (EPP), vacunación y capacitación constante en control de infecciones para reducir su riesgo de exposición a agentes biológicos (22,23).

Para aplicar correctamente las medidas de seguridad en el personal de salud más vulnerable, en los centros sanitarios, las zonas se categorizan según su grado de riesgo y la necesidad de control ambiental. Las estancias se dividen en 3 zonas (24,25,26,27):

- Zonas críticas: Aquellas donde se realizan procedimientos altamente invasivos o se trata a pacientes inmunocomprometidos. Ejemplos: quirófanos, UCI, unidades de trasplantes. Requieren ambiente estéril o altamente controlado, con sistemas de ventilación especiales y uso obligatorio de EPP.
- Zonas semicríticas: Espacios donde se manipulan fluidos, heridas abiertas o materiales contaminados, pero no se requiere ambiente completamente estéril. Ejemplos: salas de curas, consultas de enfermería, urgencias. El riesgo es moderado, pero constante.
- Zonas no críticas: Áreas administrativas, pasillos o zonas de espera, con bajo nivel de exposición directa a material biológico.

Esta clasificación sirve como base para establecer las medidas de protección, los protocolos de limpieza y los estándares de bioseguridad que deben adoptarse en cada entorno.

Dentro de los entornos asistenciales podemos diferenciar varios escenarios de alto riesgo biológico a lo que está expuesto el personal sanitario como son los quirófanos y las salas de curas.

### **1.2.1. RIESGO BIOLÓGICO EN QUIRÓFANO.**

El quirófano es un espacio especialmente diseñado para la realización de procedimientos invasivos que requieren un nivel de asepsia y control ambiental máximo.

La OMS estima que las infecciones en el quirófano suponen hasta un 15% del total provocadas en la asistencia sanitaria en general, y un 37% de las específicas que se dan en el hospital.

Estas infecciones suponen un enorme problema para los pacientes, en términos de morbilidad y mortalidad, así como de sostenibilidad del propio sistema sanitario, ya que se asocia a una prolongación de estancia media hospitalaria y aumento de costes (28).

Debido al contacto directo con cavidades corporales estériles, tejidos profundos o sistemas vasculares, cualquier contaminación biológica representa un riesgo elevado de infección, lo que puede derivar en complicaciones postoperatorias graves e incluso en la muerte del paciente (29).

Por todo ello, los riesgos biológicos en el quirófano son múltiples y pueden afectar tanto a los pacientes como al personal sanitario. Entre los principales riesgos se encuentran:

- **Patógenos transmitidos por la sangre:** Los virus como el VIH, el VHB y el VHC representan riesgos significativos. La transmisión de estos virus ocurre a través de sangre infectada. Tanto el VIH, como el VHB y el VHC siguen siendo preocupaciones importantes, especialmente en ausencia de vacunación o medidas de control de infecciones adecuadas (30,31,32).
- **Contaminación aérea y humo quirúrgico:** El uso de instrumentos electro quirúrgicos genera humo que contiene partículas ultrafinas, microorganismos y sustancias tóxicas. Este humo puede causar irritación respiratoria y ocular, y potencialmente transmitir enfermedades infecciosas si no se utilizan sistemas de evacuación adecuados (33,34).
- **Contaminación de superficies:** Las superficies del quirófano pueden contaminarse con patógenos, que luego pueden ser transferidos a los pacientes o al personal sanitario, aumentando el riesgo de infecciones del sitio quirúrgico (ISQ) (35,36).

- Exposición a gases anestésicos: Los gases anestésicos volátiles como el isoflurano y el sevoflurano pueden representar riesgos para la salud del personal del quirófano, especialmente si los niveles de exposición superan los límites recomendados. Es crucial mantener sistemas de ventilación y métodos de captura de gases eficientes (37).

Además, hay que tener en cuenta los casos de mujeres embarazadas o lactantes ya que aumenta el riesgo en caso de exposición a, gases anestésicos, metilmetacrilato, estrés físico y radiación, siendo esencial el uso de equipos de protección personal adecuados y la minimización de la exposición son para reducir estos riesgos (38).

Por todo ello, el quirófano está considerado como una zona crítica de riesgo biológico, y su diseño y funcionamiento están regidos por estrictas normativas de bioseguridad y control de infecciones.

Medidas como la ventilación, la filtración del aire, la esterilización de equipos, la indumentaria del personal y los protocolos quirúrgicos buscan minimizar al máximo el riesgo de infección.

#### 1.2.1.1. Ventilación y Filtración del aire.

Uno de los aspectos fundamentales del quirófano es el control del aire, tanto en cuanto a calidad microbiológica como a presión y flujo. El objetivo es reducir al mínimo la presencia de partículas suspendidas en el aire que puedan transportar microorganismos.

Debido a las particularidades del área quirúrgica, las instalaciones de acondicionamiento y filtración del aire deben ser capaces de diluir los gérmenes generados por el equipo quirúrgico y los pacientes en el quirófano como las posibles fugas de gases de anestesia, mediante un número adecuado de renovaciones hora de aire. Además, deben evitar la entrada de aire de salas contiguas usando las diferentes presiones del aire y crear un patrón de flujo que desplace el aire contaminado lejos de la mesa de operaciones y de la de instrumental. Todo ello proporciona un ambiente confortable para el equipo quirúrgico y los pacientes controlando la temperatura, humedad y la ventilación.

No todos los quirófanos tienen las mismas exigencias ambientales. El riesgo de infección postoperatoria está presente en todos los procedimientos quirúrgicos, pero puede ser especialmente alto en ciertos tipos de intervenciones. Dada la influencia del sistema de climatización y ventilación en los factores que condicionan el riesgo de infección durante la

intervención, los quirófanos se clasificarán en quirófanos de cirugía especial o alta tecnología, quirófanos convencionales y quirófanos de cirugía ambulatoria (39) (Tabla 4).

<b>Tipo</b>	<b>Denominación</b>	<b>Aptos para</b>	<b>Norma Europea</b>
<b>A</b>	Quirófanos de cirugía especial o alta tecnología	Trasplante de órganos, cirugía cardíaca, cirugía vascular con implante.	H1a
<b>B</b>	Quirófanos convencionales	Cirugía convenciones y de urgencias.	H1c
<b>C</b>	Quirófanos de cirugía ambulatoria	Cirugía ambulatoria y sala de partos.	H1c

Tabla 4. Clasificación de los quirófanos (39).

La distribución del aire dentro del quirófano puede ser de dos tipos: por difusión o unidireccional, dependiendo del tipo de quirófano, aunque se recomienda el sistema de impulsión de aire unidireccional y de flujo vertical. Para mantener estéril el campo de operaciones en los sistemas de flujo horizontal se precisa limitar de forma estricta los movimientos del equipo quirúrgico alrededor de la mesa de operaciones. Independientemente del tipo de distribución de aire dentro del quirófano la velocidad del aire sobre la mesa de operaciones será inferior a 0,15 m/s (39).

Como en el resto de edificios y de estancias del hospital la función principal de la instalación de climatización es la de proporcionar una calidad de aire interior aceptable mediante un nivel de ventilación y filtraje satisfactorio, así como un confort en las condiciones medioambientales, manteniendo en un rango definido la temperatura y la humedad relativa.

Se debe cumplir la UNE 100713, ya que es la única norma española de referencia y además el RITE indica que sus valores son válidos. Esta norma establece desde el punto de vista higiénico dos niveles de locales (40):

- Clase de local I: con exigencias muy elevadas. Tres niveles de filtración.
- Clase de local II: con exigencias habituales. Dos niveles de filtración.

Tanto la zona de quirófanos, pasillos, almacén, material estéril, entrada y salida, como la de recuperación son consideradas locales clase I. El resto de zonas del BQ deberían considerarse clase II y por lo tanto con un sistema de climatización de todo aire similar al de resto de zonas del hospital con dos niveles de filtración. Únicamente se deberá prestar especial atención a la regulación de las sobrepresiones para evitar el paso de aire desde las zonas más sucias a los más limpios (40) (Tabla 5).

NIVEL DE FILTRACIÓN (CLASE LOCAL)	CLASE DE FILTRO (EFICIENCIA)	NORMA	LOCALIZACIÓN
1 (I, II)	F5(40%<60%)	UNE-EN 779	En la toma de aire exterior, si la longitud del conducto es >10m, sino, en la entrada de aire de la central de tratamiento o después de la eventual sección de mezcla.
2 (I, II)	F9(>95%)	UNE-EN 779	Después de la unidad de tratamiento de aire y al comienzo del conducto de impulsión.
3(I)	H13(99,95%)	UNE-EN 1822-1	Lo más cerca posible del local al tratar. En locales clase I, en la propia unidad de impulsión del aire.

Tabla 5. Clase de filtros localización (41).

El quirófano está integrado con un sistema de filtros denominados HEPA (High Efficiency Particulate Air) (Imagen 1) capaces de retener la inmensa mayoría de las partículas de un tamaño igual o superior a 0,3 micras, incluyendo bacterias y esporas. Estos filtros permiten mantener un aire limpio y controlado (40,41).

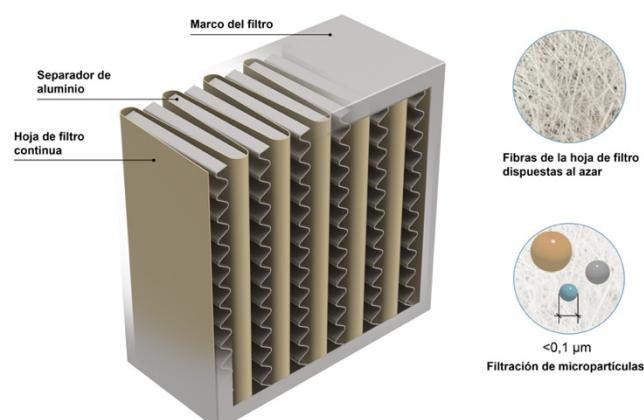


Imagen1. Filtro tipo HEPA (High Efficiency Particulate Air).

Además, el sistema de flujo laminar de tipo unidireccional, proporcionan un flujo constante de aire filtrado en una sola dirección, desde el techo hacia el suelo, evitando turbulencias y minimizando la dispersión de partículas. Con ello se mantiene una presión superior dentro del quirófano en comparación con las áreas circundantes, lo que impide la entrada de aire potencialmente contaminado del exterior (42,43).

#### 1.2.1.2. Esterilización instrumental quirúrgico (44,45,46).

Todo el material utilizado en un procedimiento quirúrgico debe pasar por procesos de esterilización, que eliminan cualquier forma de vida microbiana.

Los métodos más comunes para la esterilización son la autoclave, siendo el más utilizado por su eficacia y bajo costo; el óxido de etileno, utilizado sobre todo para materiales termosensibles y el plasma de peróxido de hidrógeno o gas formaldehído.

El óxido de etileno se ha utilizado para dispositivos médicos sensibles al calor y la humedad. En los últimos 15 años, se han desarrollado varios sistemas nuevos de esterilización a baja temperatura (p. ej., plasma de gas de peróxido de hidrógeno, peróxido de hidrógeno vaporizado) que se utilizan para esterilizar dispositivos médicos.

El material quirúrgico (instrumental, dispositivos médicos implantables etc.) deben estar estériles al usarse, ya que cualquier contaminación microbiana podría provocar la transmisión de enfermedades. Si el material es resistente al calor, el proceso de esterilización recomendado es la esterilización por vapor, ya que ofrece el mayor margen de seguridad debido a su fiabilidad, consistencia, letalidad y menor efecto de los residuos orgánicos/inorgánicos. Sin embargo, el reprocesamiento de material sensible al calor y la humedad requiere la utilización de métodos de esterilización a baja temperatura.

La esterilización con vapor es atóxica, económica, rápidamente microbicida y esporicida, y calienta y penetra rápidamente los tejidos. Como todos los procesos de esterilización, la esterilización con vapor tiene efectos nocivos en algunos materiales, como la corrosión y la combustión de los lubricantes asociados con las piezas de mano dentales, la reducción de la capacidad de transmisión de la luz asociada con los laringoscopios y el aumento del tiempo de endurecimiento (de cinco a seis veces) con el yeso. El principio básico de la esterilización con vapor, tal como se realiza en una autoclave, consiste en exponer cada elemento al contacto directo con vapor, a la temperatura y presión requeridas durante el tiempo especificado.

La presión sirve como medio para obtener las altas temperaturas necesarias para la eliminación de los microorganismos. Las temperaturas de esterilización con vapor son 121 °C y 132 °C que deben mantenerse, 30 minutos a 121 °C en un esterilizador por desplazamiento por gravedad, o de 4 minutos a 132 °C en un esterilizador de prevacío.

En los esterilizadores de desplazamiento por gravedad, el vapor se introduce por la parte superior o lateral de la cámara de esterilización y, al ser más ligero que el aire, lo expulsa por la parte inferior de la cámara a través del orificio de drenaje y se utiliza principalmente para procesar medios de laboratorio, agua, productos farmacéuticos, residuos médicos regulados y artículos no porosos cuyas superficies están en contacto directo con el vapor.

Los esterilizadores de prevacío de alta velocidad están equipados con una bomba de vacío (o eyector) para garantizar la extracción del aire de la cámara de esterilización y de la carga antes de que se introduzca el vapor. La ventaja de una bomba de vacío es que la penetración del vapor es casi instantánea, incluso en cargas porosas.

Los esterilizadores de vapor suelen monitorizarse midiendo la temperatura, el tiempo a la temperatura y la presión. Normalmente, se fijan indicadores químicos en el exterior e incorporados al envase para su monitorización.

Todo el instrumental esterilizado se conserva en envases sellados con indicadores que certifican la eficacia del proceso; siendo responsabilidad del personal quirúrgico el verificar el estado de esterilidad antes de su uso, siguiendo protocolos de apertura estéril del material.

#### 1.2.1.3. Indumentaria del personal quirúrgico (47,48,49,50).

La barrera física entre el personal sanitario y el campo quirúrgico es imprescindible para evitar la transmisión cruzada de microorganismos.

En la práctica actual, es una opinión generalizada entre los profesionales sanitarios que el uso de uniformes quirúrgicos limpios en áreas restringidas de centros sanitarios, como el quirófano, ayuda a garantizar la limpieza y reduce las infecciones al limitar la introducción de microorganismos del personal sanitario al entorno del quirófano.



Imagen 2. Personal sanitario equipado con gorro, mascarilla, uniforme quirúrgico y calzado.

Los uniformes quirúrgicos deben estar limpios y confeccionados con un tejido tupido. Sin embargo, hay poca evidencia científica que demuestre que usar uniformes quirúrgicos fuera del quirófano y regresar al mismo sin cambiarse a un uniforme limpio aumente las tasas de infección. Para minimizar la propagación de microorganismos por parte del personal sanitaria deben de cambiarse el uniforme cada vez que salgan de la zona quirúrgica.

Para mantener el estado de esterilidad se debe utilizar ropa quirúrgica estéril que incluye bata quirúrgica, gorro, mascarilla quirúrgica o FFP2 (dependiendo del tipo de intervención), guantes estériles y, en algunos casos, gafas o pantallas faciales (Imagen 3).



Imagen 3. Personal sanitario equipado con gorro, mascarilla, uniforme quirúrgico, calzado, batas y guantes estériles preparado para una intervención quirúrgica.

En general, en el entorno quirúrgico se ha demostrado que el uso de gorro quirúrgico por parte del personal reduce la contaminación bacteriana del campo operatorio. Además, la utilización del doble guante no solo reduce el riesgo infección en procedimientos limpios, sino que disminuye el riesgo de contagio ocupacional de virus como la hepatitis B, hepatitis C o Virus de la inmunodeficiencia humana.

Todo el personal que accede al quirófano debe cambiarse en áreas restringidas y vestirse con ropa específica para el área quirúrgica incluyendo el calzado.

#### 1.2.1.4. Protocolos quirúrgicos

Todo el funcionamiento del quirófano, tanto del personal como del instrumental, está regulado por una serie de protocolos estrictos, que de no cumplirse pueden aumentar el riesgo biológico.

Para que la seguridad ambiental esté garantizada, el quirófano debe cumplir una serie de protocolos de temperatura, humedad, presión diferencial y renovaciones de aire/hora.

La temperatura del quirófano debe permanecer entre 22 y 26º C y la humedad relativa entre el 45 y 55 % según UNE 100713 (40). En quirófanos de altas prestaciones (quirófano tipo A) hay determinadas intervenciones cardíacas donde la temperatura debe poder descender hasta 17º. Debido al uso intrínseco del quirófano (operaciones en la que en la mayoría de los casos el paciente se encuentra expuesto por la cirugía a la acción de los patógenos) se debe reducir la posibilidad de infección por vía área y uno de los encargados de realizar esta función es el sistema de climatización.

Además de la temperatura, la humedad, debe estar situada entre el 30 y el 70%, con una presión diferencial entre 5 y 10 pascales, que permite mantener una barrera de entrada a la contaminación desde salas adyacentes; y unas 15/20 renovaciones del aire por hora (28). La monitorización de estos valores permite conocer en qué condiciones ambientales está el quirófano y si hay que tomar medidas en caso de no cumplir los protocolos (Tabla 6).

TIPO DE QUIRÓFANO	CAUDAL MÍNIMO DE AIRE IMPULSADO	MOVIMIENTOS /HORA (MH)	TEMPERATURA HUMEDAD	PRESIÓN	FILTROS
CLASE A	2400 m3/h 1200m3/h (aire exterior)	Mínimo 30 Mínimo 20	18°C-26°C 45-55% humedad 22-26°C	+20Pa a +25Pa	F5/f9/h14
CLASE B	1200m3/h (aire exterior)	Mínimo 15	45-55% humedad		F5/f9/H13
CLASE C					

Tabla 6. Caudal de ventilación, movimientos hora del aire, temperaturas, presión y filtros indicados para quirófanos.

Para que se produzca una infección en el paciente se tienen que dar diversos factores: que la tasa de concentración de partículas infecciosas sea alta, que el tiempo de exposición sea el suficiente, y que el nivel de defensas del paciente sea bajo (40,41).

El sistema de climatización debe funcionar de tal forma que reduzca la dosis y tiempo de exposición de partículas por metro cúbico considerados como posibles infecciosos. Para ello se instalará un sistema de filtros compuesto por tres niveles. Con ello se asegura que todo el aire introducido en el local esté dentro de los valores permitidos. Pero, debido al tráfico constante del personal en quirófano, se puede producir una contaminación de los espacios adyacentes (40,41).

Para minimizar este riesgo, en el quirófano, se genera una sobrepresión que evita la entrada de aire de las estancias contiguas, funcionando como una caja totalmente estanca. El número de personas en el interior del quirófano actúa por tanto como factor de contaminación a tener en cuenta limitando el número de personal en el área quirúrgica (40,41).

Otra de las funciones que debe cumplir la instalación de climatización es la dilución de gases o contaminantes que puedan existir en el interior de la sala de operaciones, como gases anestésicos, gases medicinales u otro tipo de contaminantes (40,41).

La monitorización se lleva a cabo mediante registros diarios antes de iniciar el funcionamiento de los quirófanos. Mensualmente se revisan los valores de las renovaciones de aire/hora; y

periódicamente se realizan controles microbiológicos tomando muestras de las superficies quirúrgicas.

Además, se llevan cabo medidas como la limpieza y desinfección ambiental tras cada procedimiento realizando una limpieza integral del quirófano con desinfectantes de amplio espectro; se mantienen las puertas de quirófano cerradas durante la intervención para evitar cambios en la presión del aire y/o la entrada de contaminantes; y se lleva a cabo un control estricto del personal y del material limitando la circulación del personal dentro del quirófano.

Es importante que la información sobre estos aspectos sea ágil y útil. No solo informar de manera rutinaria sobre las adecuadas condiciones de bioseguridad sino, en aquellas situaciones en las que haya alguna amenaza, real o potencial, trasladar esta información para adoptar las medidas necesarias (51, 28).

En el día a día de los servicios sanitarios nos encontramos con dificultades organizativas y personales que favorecen la aparición de errores y aumenta la aparición de infecciones. Uno de los aspectos más importantes dentro de la cirugía es la seguridad del paciente para control de riesgos, efectos adversos y errores humanos.

En 2008, la Organización Mundial de la Salud implementó el desarrollo de una Lista de Verificación de Seguridad Quirúrgica (LVSQ) que se administraría en varios momentos durante el proceso quirúrgico como un esfuerzo combinado por parte de los miembros de equipos quirúrgicos, de anestesia y de enfermería. El objetivo de la lista de verificación es asegurar la preparación y planificación de la cirugía, documentar los problemas si los hubiere, evitarlos preferentemente y mejorar el trabajo en equipo y la comunicación para asegurar que se cumplan todas las medidas de seguridad antes, durante y después de la cirugía (52,53,54,55).

Uno de los protocolos más importante y necesario para el control de la infección es el lavado quirúrgico de manos. Fue una de las primeras medidas preventivas de higiene que se llevó a cabo en el medio sanitario, pilar fundamental para evitar la transmisión de enfermedades infectocontagiosas.



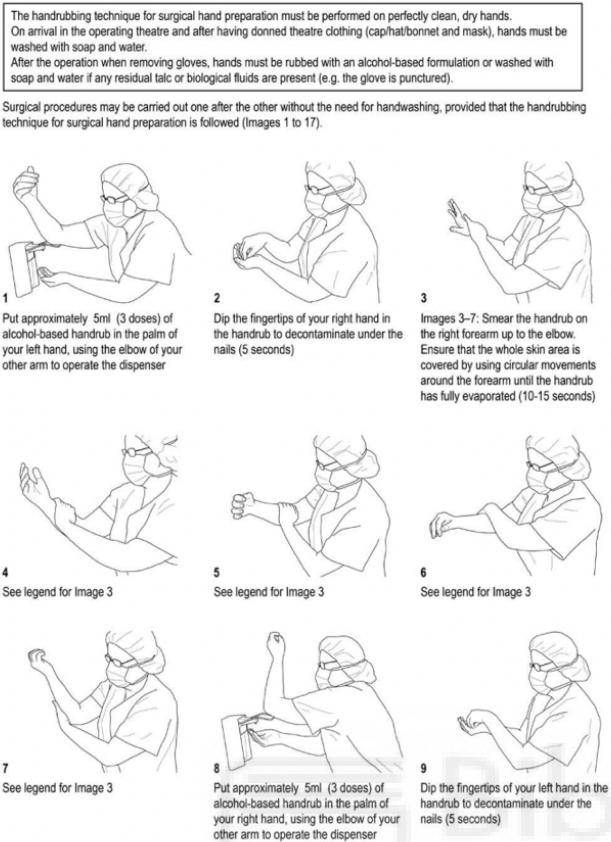
Imagen 4. Zona de lavado de manos del área quirúrgica.

El lavado de manos quirúrgico es el proceso destinado a eliminar la mayor cantidad de patógenos de las manos y antebrazos, evitando la transmisión de microorganismos y reduciendo la flora resistente, asegurando unas condiciones de asepsia necesarias en quirófano (56,57,58,59,60).

Se realiza siempre inmediatamente antes de cualquier intervención quirúrgica y previo a la colocación de la bata y los guantes estériles. El proceso dura aproximadamente unos 5 minutos. Se utiliza Jabón antiséptico de amplio espectro de acción rápida y prolongada, que no sea irritante ni sensibilizante como Povidona yodada al 7,5%, que ejerce rápidamente su acción microbiana frente a microorganismos Gram positivos y Gram negativos y/o gluconato de clorhexidina en concentración acuosa al 4%, que ofrece también un efecto antimicrobiano frente a los microorganismos Gram positivos y Gram negativos, cuyo efecto residual se mantiene durante más de 6 horas (58,59, 60).

**Figure I.13.1**

Surgical hand preparation technique with an alcohol-based handrub formulation



**Figure I.13.1**

Surgical hand preparation technique with an alcohol-based handrub formulation



Imagen 5. Folleto explicativo del proceso de lavado de manos quirúrgico según la Organización Mundial de la Salud (60).

## 1.2.2. RIESGO BIOLÓGICO EN SALA DE CURAS

La sala de curas es un espacio en la que se realizan procedimientos menores como curas, extracciones o suturas que, aunque no requieren un entorno completamente estéril, sí implican contacto con la piel, mucosas, heridas abiertas o fluidos biológicos (60,61).

En este sentido, la sala de curas representa un espacio semi-crítico dentro del riesgo biológico, donde existe una exposición alta tanto para pacientes como para profesionales sanitarios, aunque sin las garantías de seguridad de un quirófano.

A diferencia del quirófano, la sala de curas (Imagen 6) no cuenta con requisitos tan estrictos en cuanto a su diseño arquitectónico y control ambiental.



Imagen 6. Estancia típica de una sala de curas no estéril.

En ella no se dispone de sistemas de aire filtrado tipo HEPA ni flujo laminar. La ventilación puede ser natural o forzada, con filtros estándar, lo que implica una menor capacidad para controlar la carga microbiana ambiental.

Además, el mobiliario y los revestimientos están diseñados para facilitar la limpieza y desinfección, pero no siempre se cumplen los estándares hospitalarios más altos, sobre todo en centros de atención primaria o áreas de urgencias con alto tránsito. En muchas ocasiones, la sala de curas comparte funciones con otros procedimientos lo que aumenta la rotación de pacientes y la posibilidad de contaminación.

A pesar de que en la sala de curas se llevan a cabo intervenciones clínicas menores, implican la manipulación directa de tejidos o fluidos biológicos como son la limpieza y cura de heridas (crónicas o agudas), retirada de puntos o grapas, infiltraciones, pequeñas biopsias, incisiones y drenajes superficiales, extracción de cuerpos extraños, colocación y retirada de sondas, vías periféricas, catéteres, y manipulación de úlceras por presión o heridas quirúrgicas en seguimiento postoperatorio. Estas intervenciones, aunque no requieren condiciones de esterilidad absoluta, implican riesgo biológico directo al exponerse a sangre, exudados, tejidos necróticos o material contaminado.

A pesar de no ser un entorno estéril, existen protocolos y medidas de higiene y control de infecciones que deben cumplirse rigurosamente para reducir el riesgo biológico,

La higiene de manos es considerada la medida más eficaz. Debe realizarse antes y después de cada procedimiento, utilizando solución hidroalcohólica o lavado con agua y jabón (63,64).



Imagen 7. Zona de lavado de manos y material estéril en sala de curas.

Además, es imprescindible el uso de guantes no estériles como barrera física para cualquier procedimiento con contacto con fluidos o piel lesionada. En algunos casos, se utilizan guantes estériles (Imagen 8), mascarillas, gafas protectoras o batas desechables.



Imagen 8. Guantes estériles.

Las superficies deben limpiarse y desinfectarse entre paciente y paciente con productos de amplio espectro. Esto incluye la camilla, el instrumental reutilizable y el mobiliario. El instrumental no desechable debe de haber pasado por procesos de esterilización similares a los realizados en instrumentales quirúrgicos (64,65,66).

Todo el material que haya estado en contacto con fluidos debe desecharse en contenedores específicos (punzocortantes, bolsas de residuos biosanitarios) según normativa vigente.

A pesar de las medidas descritas, las limitaciones propias al entorno de sala de curas (ausencia de filtración ambiental especializada, mayor flujo de pacientes y personal, intervalos más cortos entre procedimientos, con menor tiempo para limpieza y ventilación, limitada formación específica del personal en control de infecciones en algunos niveles asistenciales... etc.) suponen un riesgo adicional frente al quirófano (67,68).

## 2. JUSTIFICACIÓN

El peligro biológico representa uno de los riesgos más significativos para la seguridad de los profesionales de la salud y de los pacientes en los contextos clínicos. A pesar de que todos los ambientes asistenciales pueden ser un posible lugar de exposición a riesgos biológicos, hay variaciones considerables en los niveles de control, acciones preventivas y protocolos definidos según el sector clínico.

Evaluar el riesgo biológico entre un quirófano, considerado un lugar altamente regulado y estéril, y una sala de curas no estéril, con un control ambiental más limitado, es importante para comprender las variaciones en las condiciones de bioseguridad a las que se enfrentan los expertos en salud. Al comparar ambos entornos, se reconocen las diferencias en términos de aplicación de protocolos, en la utilización de equipos de protección individual, en el cumplimiento de normativas de higiene y en la administración del riesgo tras exposiciones accidentales.

Además, el análisis comparativo posee un significativo valor educativo y organizativo. Desde una perspectiva de salud laboral, identificar con exactitud los elementos que elevan el riesgo en entornos poco regulados puede impulsar la adopción de mejoras en la infraestructura, capacitación del personal y fortalecimiento de los sistemas de monitorización.

De manera similar, facilita la adaptación de las políticas de prevención a cada entorno, lo que es fundamental para disminuir las infecciones nosocomiales y proteger al personal sanitario ante enfermedades transmisibles como el VIH, el VHB, el VHC o la tuberculosis.

Este trabajo, por tanto, no solo aborda una problemática actual en los sistemas de salud, sino que también pretende ayudar a la mejora de la seguridad a través de la evidencia científica, la valoración de los protocolos existentes y la prevención basada en la evaluación de riesgos.

Una correcta gestión del riesgo biológico en todos los niveles asistenciales (quirófano, salas de curas, consultas) es esencial para prevenir complicaciones, proteger al personal y garantizar una atención segura y de calidad.

### 3. OBJETIVOS

El objetivo general del trabajo es analizar y comparar los riesgos biológicos entre una sala de curas no estéril y un quirófano, identificando diferencias en cuanto a medidas de prevención, control y exposición, con el fin de proponer estrategias específicas que mejoren la seguridad tanto del personal sanitario como del paciente.

En cuanto a los objetivos específicos del trabajo se encuentra:

- Identificar los agentes biológicos más comunes a los que se expone el personal sanitario en una sala de curas no estéril y en un quirófano
- Evaluar las diferencias en los procedimientos, protocolos y condiciones ambientales que influyen en el nivel de riesgo biológico en ambos entornos asistenciales.
- Determinar el grado de implementación de las medidas preventivas (como uso de equipos de protección individual, ventilación, esterilización, y barreras físicas) en cada entorno.
- Analizar los factores que incrementan la probabilidad de exposición ocupacional al riesgo biológico en cada área, tales como tipo de procedimientos realizados, frecuencia de contacto con fluidos biológicos, o manejo de instrumental cortopunzante.
- Revisar la normativa aplicable a la gestión del riesgo biológico en contextos asistenciales diferenciados (áreas críticas como quirófanos versus zonas de atención básica como salas de curas no estéril).
- Proponer medidas de mejora adaptadas a cada contexto para reducir el riesgo biológico y reforzar la cultura de prevención entre los profesionales sanitarios.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

A día de hoy, para intentar disminuir los riesgos biológicos tanto del personal sanitario como de los pacientes es fundamental la implementación de medidas preventivas específicas de bioseguridad y la educación del personal para el control de infecciones.

Para la realización de este trabajo se han revisado y analizado varias de las medidas más importantes para disminuir y/o evitar el riesgo biológico y su situación actual en el entorno de un quirófano y una sala de curas no estéril. Entre estas medidas se encuentran la inmunización preexposición, la adherencia a las medidas de precaución basadas en la transmisión, el uso adecuado de los equipos de protección, protocolos actuales ante la exposición al riesgo biológico, profilaxis post-exposición etc.

En cuanto a la inmunización preexposición, los trabajadores deben recibir vacunas para prevenir enfermedades como sarampión, rubéola, varicela, tos ferina, hepatitis B e influenza viral, disminuyendo así el riesgo de infecciones ocupacionales (69,70).

Es importante la adherencia de los trabajadores a las precauciones estándar como la higiene de manos antes y después del contacto con pacientes, y aplicar precauciones basadas en la transmisión, (por ejemplo, precauciones de contacto, gotas y aire) según sea necesario (71), incluyendo la desinfección regular de superficies y equipos, y la gestión adecuada de residuos biológicos (69).

Para reducir significativamente las lesiones percutáneas y la exposición a patógenos transmitidos por sangre, se debe de utilizar dispositivos de seguridad como agujas con mecanismos de protección o la utilización de equipos de protección individual como guantes, batas, mascarillas quirúrgicas, respiradores N95, protección ocular y respiradores purificadores de aire. Los respiradores N95 deben ser aprobados por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) y ajustados al trabajador. La CDC recomienda seguir las guías específicas para la colocación y retirada del equipo de protección para minimizar la contaminación (72,73,74).

Otra de las medidas estudiadas, basadas en las recomendaciones de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), es la mejora de la ventilación y utilización de sistemas de filtración de aire para reducir la exposición a bioaerosoles, especialmente durante procedimientos en los que se pueden generar (71,75) y la utilización de habitaciones

con presión negativa para el manejo de pacientes con enfermedades transmisibles por vía aérea, con una evaluación rápida e implementación de medidas de aislamiento adecuadas para prevenir la propagación de las infecciones (69,75).

Otro de los aspectos que se tuvieron en cuenta fue la formación continua en el control de infecciones, el uso de equipos de protección personal (EPP) y protocolos de bioseguridad, vital para asegurar la adherencia y eficacia de las medidas preventivas. Esto incluye la capacitación en la colocación y retirada del EPP y la prueba de ajuste de los respiradores (71,72,73,76).

Si el profesional sanitario llegara a estar expuesto al riesgo biológico se debe de realizar una evaluación y administración si fuera necesaria, de profilaxis post-exposición y seguir protocolos específicos de exposición accidental (76,77).

En caso de exposición accidental a riesgos biológicos (p. ej., objetos punzantes, salpicaduras en mucosas, contacto con sangre u otros fluidos potencialmente infecciosos), se revisaron los protocolos específicos e inmediatos que se deben de seguir para minimizar el riesgo de infección.

Los puntos clave incluyen la evaluación inmediata y la protección adecuada del personal antes de intervenir en una persona en riesgo (71, 78, 79).

Cuando se trate de trabajos que impliquen la exposición a varias categorías de agentes biológicos, los riesgos se evaluarán basándose en el peligro que supongan todos los agentes biológicos presentes. Esta evaluación deberá repetirse periódicamente y, en cualquier caso, cada vez que se produzca un cambio en las condiciones que pueda afectar a la exposición de los trabajadores a agentes biológicos. Además, se procederá a una nueva evaluación del riesgo cuando se haya detectado en algún trabajador una infección o enfermedad que se sospeche que sea consecuencia de una exposición a agentes biológicos en el trabajo (2).

En caso de exposición accidental a riesgos biológicos, el primer paso es la descontaminación y el lavado inmediato. La ropa de la persona expuesta debe quitarse lo antes posible, idealmente fuera del hospital, ya que esto elimina más del 85 % de la contaminación de la superficie. La descontaminación puede ser seca (quitarse la ropa con materiales absorbentes) o húmeda (ducha con agua tibia y presión moderada, añadiendo jabón suave si el agente es

a base de aceite). La Academia Americana de Pediatría enfatiza que la descontaminación debe realizarse a los pocos minutos de la exposición para una máxima eficacia (79).

Las heridas punzantes y otras lesiones cutáneas deben lavarse con agua y jabón. Cuando la lesión presente un defecto visible, la herida debe irrigarse con solución salina estéril, un desinfectante u otra solución adecuada. Las mucosas oral y nasal expuestas deben descontaminarse mediante un enjuague vigoroso con agua. Los ojos deben irrigarse con agua limpia, solución salina o irrigantes estériles diseñados para este fin.

El paciente debe ser ubicado en áreas designadas para prevenir la propagación del agente. El agua y los materiales contaminados deben aislarse y gestionarse adecuadamente (79). Para lograr esto, se deben proporcionar áreas de descontaminación, contenedores para riesgo biológico, ventilación adecuada y procedimientos de limpieza y desinfección ambiental posteriores al incidente (80,82).

Después de la exposición a un riesgo biológico, se debe realizar una evaluación médica. Se debe identificar el agente biológico y evaluar el riesgo de transmisión. En casos de exposición a patógenos transmitidos por la sangre (como el VIH, el VHB y el VHC), se recomiendan pruebas diagnósticas, considerar la profilaxis posterior a la exposición y la monitorización clínica (81,82).

Se debe evaluar el estado de infección por VIH, VHB y VHC del paciente fuente y, si es posible, realizar pruebas de VIH. De igual manera, se deben realizar pruebas iniciales de VIH, VHB y VHC al trabajador expuesto después de la exposición (71).

La profilaxis posterior a la exposición debe iniciarse según la naturaleza y la fuente de exposición. La elección, el inicio y la duración de la profilaxis deben individualizarse, teniendo en cuenta el tipo de exposición, el estado inmunológico del trabajador, la posibilidad de cepas farmacorresistentes y la disponibilidad de pruebas de diagnóstico rápido (71,76,83).

Para la profilaxis post-exposición al VIH, se recomienda iniciar la terapia antirretroviral combinada lo antes posible, generalmente dentro de los 28 días, tras una exposición significativa a sangre o fluidos corporales potencialmente infecciosos (71,76,83).

Para la profilaxis de la hepatitis B, si el profesional sanitario expuesto no está vacunado o no ha respondido a la vacuna, se debe administrar inmunoglobulina contra la hepatitis B y se debe iniciar o completar la vacunación. Si la fuente es HBsAg positiva y el profesional no responde, se recomienda la inmunoglobulina y la revacunación (71,76,83).

Para la profilaxis de la hepatitis C, no existe una profilaxis farmacológica eficaz; se recomienda la monitorización serológica y la evaluación clínica (71,76,83).

Tras la exposición, es fundamental monitorizar al profesional expuesto y brindarle asesoramiento y apoyo para prevenir la transmisión secundaria (p. ej., abstenerse de tener relaciones sexuales, usar preservativos, evitar la donación de sangre o tejidos) (71).

Otro de los protocolos que se revisó es el de la notificación tras la exposición y la prestación de atención de seguimiento. Todos los incidentes deben documentarse y notificarse a los servicios y autoridades de salud ocupacional pertinentes para garantizar el seguimiento y la vigilancia epidemiológicos (82).

Idealmente, los sistemas de notificación deben permitir el acceso rápido a consultores expertos y proteger el anonimato del trabajador expuesto. Muchas instituciones han implementado líneas directas atendidas por médicos expertos las 24 horas del día, quienes coordinan la notificación y el manejo inicial de las personas expuestas. Si el personal del servicio de urgencias o del servicio de salud laboral proporciona este servicio, los responsables de la atención posterior a la exposición deben estar familiarizados con los protocolos de tratamiento. Además, los empleados que hayan estado expuestos ocupacionalmente deben ser evaluados y tratados con prioridad.

En estos casos es fundamental mantener la confidencialidad de los historiales médicos de los empleados. En el caso de empleados que han sufrido exposición ocupacional sus historiales se deben de archivar de forma separada de los historiales médicos rutinarios de los empleados. El acceso a estos historiales debe estar estrictamente controlado.

En los protocolos revisados, las muestras de laboratorio enviadas para las pruebas de VIH, VHB y VHC no deben etiquetarse con el nombre del empleado ni con otros identificadores. El empleado debe estar plenamente informado de los procedimientos utilizados para garantizar la confidencialidad y tener la seguridad de que sus historiales no se divulgarán sin su

consentimiento. La privacidad de un profesional de la salud cuyos resultados de laboratorio se hayan ingresado en el sistema informático de su institución con identificadores está en riesgo. Por esta razón, algunos profesionales de la salud que han experimentado exposiciones ocupacionales prefieren recibir atención posterior a la exposición en instituciones distintas a la suya (81).

Para determinar el protocolo adecuado tras la exposición del personal sanitario se debe obtener la información precisa con la recopilación de datos descriptivos para identificar actividades de alto riesgo, proporcionar objetivos de intervención y, en última instancia, contribuir a nuestra comprensión general de los factores que contribuyen al riesgo de infección tras exposiciones ocupacionales. Se debe registrar el tipo de exposición (punción, laceración, abrasión, inoculación de mucosas, contaminación de piel no intacta, mordedura). Se debe describir la información demográfica del trabajador expuesto, el lugar y el mecanismo de exposición, el dispositivo implicado (si lo hubiera) y la actividad en curso en el momento de la exposición.

La identificación del dispositivo específico responsable de la exposición es útil, especialmente en entornos donde se han introducido nuevos productos de seguridad y se encuentran en evaluación. También se debe intentar caracterizar la gravedad de la exposición. En el caso de las punciones con aguja, la determinación del tipo de aguja (hueca, quirúrgica u otra), el calibre de la aguja, la profundidad de penetración y el volumen de sangre inyectada (si se inyecta) puede proporcionar información útil sobre la epidemiología de las infecciones ocupacionales.

Se debe obtener un historial preciso del evento de exposición para determinar el protocolo de manejo adecuado. Además, la recopilación de datos descriptivos sobre las exposiciones con fines de vigilancia puede ayudar a identificar actividades de alto riesgo, proporcionar objetivos de intervención y, en última instancia, contribuir a nuestra comprensión general de los factores que contribuyen al riesgo de infección tras exposiciones ocupacionales. Se debe registrar el tipo de exposición (punción, laceración, abrasión, inoculación de mucosas, contaminación de piel no intacta, mordedura).

La documentación del uso de medidas de precaución, como guantes, protección ocular y mascarillas por parte del trabajador expuesto, también puede proporcionar información útil

para identificar deficiencias en la disponibilidad de materiales, procedimientos de control de infecciones defectuosos o incumplimiento de las políticas institucionales recomendadas (81).

Además de revisar el estado actual de los protocolos implementados tras la exposición del riesgo biológico en el ámbito sanitario, se realizó una revisión de las normativas legales, directrices técnicas y criterios de calidad a nivel nacionales como internacionales; así como protocolos internos y pautas propias de los centro de salud que regulan el uso de equipos de protección personal, procesos de limpieza y desinfección, gestión de residuos biosanitarios, respuesta ante accidentes biológicos y esterilidad del material y mobiliario.

A nivel nacional destaca el Real Decreto 664/199 (2), que establece la regulación de la protección ante el riesgo biológico en el ámbito laboral, destacando la obligación de evaluar dicho riesgo y adoptar medidas preventivas adecuadas. La Ley 31/1995 (87) de prevención de riesgos laborales también establece la obligación de incorporar la seguridad en las actividades cotidianas, abarcando la gestión del riesgo biológico en los procesos asistenciales.

A escala europea e internacional, la Directiva 2000/54/CE (88) del Parlamento Europeo establece normas sobre la exposición a agentes biológicos en el entorno laboral, mientras que la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Centro de Control y Prevención de enfermedades (CDC) proporcionan orientaciones adicionales sobre el control de infecciones y las precauciones estándar que se deben seguir (89,90).

Asimismo, hay normas UNE como la UNE-EN ISO 14644 para la validación de espacios limpios y la UNE 171340:2020 sobre la cualificación de entornos controlados en hospitales, que son fundamentales para asegurar un entorno seguro en cirugía (91,92).

El cumplimiento de esa normativa es fundamental para salvaguardar la salud pública y promover una cultura de prevención y seguridad en todos los ámbitos sanitarios particularmente en sectores como la sala de curas no estéril.

Partiendo de este marco teórico, se ha llevado a cabo un estudio descriptivo y comparativo de tipo cualitativo, con el objetivo de analizar las diferencias en el riesgo biológico al que se expone el personal sanitario en dos entornos clínicos: el quirófano y la sala de curas no estéril.

Para ello, se ha realizado una revisión bibliográfica de la literatura y de la normativa nacional e internacional relacionada con el control del riesgo biológico en el ámbito hospitalario.

Asimismo, se utilizaron guías clínicas, protocolos institucionales y documentos técnicos de organismos oficiales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Ministerio de Sanidad de España, el Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades (ECDC) y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (CDC).

Se incluyeron publicaciones en español e inglés que tratan temas relacionados con la bioseguridad, el control de infecciones, la indumentaria quirúrgica, la higiene de manos y la gestión de exposiciones accidentales a agentes biológicos.

Se priorizaron, sobre todo, artículos científicos guías clínicas oficiales y documentos técnicos publicados entre los años 2000 y 2025. Se excluyeron fuentes de carácter divulgativo, documentos no validados científicamente y artículos no disponible en acceso completo.

Además, se realizó una búsqueda bibliográfica en bases de datos científicas como PubMed, Scopus, Cochrane Library, Google Scholar y SciELO, así como en los sitios web oficiales de los organismos mencionados.

Los términos de búsqueda incluyeron palabras clave como: riesgo biológico, quirófano, sala de curas, bioseguridad, exposición accidental, equipo de protección individual, profilaxis post-exposición, lavado de manos y normativas sanitarias; y sus múltiples combinaciones.

Los documentos seleccionados fueron analizados mediante lectura crítica, identificando las medidas de prevención, los factores de riesgo y las estrategias de control más relevantes en cada entorno asistencial. Posteriormente, se compararon los hallazgos para determinar las diferencias y similitudes en la gestión del riesgo biológico entre el quirófano y la sala de curas no estéril.

Al tratarse de una revisión bibliográfica sin participación directa de humanos ni animales no se requirió aprobación por parte de un comité ético. No obstante, se garantizó el uso responsable y ético de la información, respetando los derechos de autor y citando adecuadamente todas las fuentes conforme a las normas de Vancouver.

## 5. ANÁLISIS COMPARATIVO Y DISCUSIÓN.

En el ámbito sanitario, la bioseguridad se considera un elemento crucial para prevenir infecciones y salvaguardar tanto al paciente como al personal de salud. Las investigaciones tanto actuales como clásicas están de acuerdo en indicar que los riesgos biológicos siguen representando una amenaza visible, tanto en hospitales como en laboratorios de investigación. En el contexto del estudio ENEAS, Aranaz-Andrés et al. (13) mostraron una elevada prevalencia de eventos adversos en hospitales españoles, muchos de estos vinculados a errores en los protocolos de prevención.

Las infecciones generadas en laboratorios se han registrado ampliamente. Peng et al. (7) y Coelho & García Díez (8) insisten en que ante la falta de aplicaciones de medidas de seguridad, especialmente en los entorno sanitarios, puede desencadenar efectos adversos graves; Wurtz et al. (9) identificaron múltiples casos de infecciones en laboratorios subrayando la necesidad de protocolos estrictos y formación continua del personal, al igual que en los estudios llevados a cabo por Hofmann (11) y Corrao et al. (3) que pone de manifiesto la constante exposición de los trabajadores de entornos sanitarios a riesgos biológicos, químicos y físicos, necesitando un monitoreo sistemático y control ambiental permanente.

Durante estos años, varias investigaciones han evidenciado la eficacia de llevar a cabo acciones preventivas, tales como la correcta utilización de barreras físicas, la desinfección rigurosa del equipo y la puesta en marcha de protocolos estandarizados de higiene.

Investigaciones como las realizadas por Rutala y Weber (44) han enfatizado la importancia de la desinfección y esterilización indicando que actuaciones incorrectas pueden causar brotes hospitalarios prevenibles. Por otro lado, las pautas del CDC y de la OMS (89) establecen un marco esencial para la creación e implementación de políticas efectivas en el control de infecciones.

En cuanto al análisis comparativo del riesgo biológico entre un quirófano y una sala de curas no estéril, se observan diferencias en cuanto a condiciones ambientales, normativas aplicadas y grado de exposición del personal sanitario. A pesar de que ambos espacios forman parte del entorno clínico asistencial y comparten ciertos principios de bioseguridad, su gestión y percepción del riesgo difieren sustancialmente.

La bibliografía científica demuestra que el quirófano, por su naturaleza cerrada y controlada, está mejor equipado para minimizar la transmisión de agentes infecciosos gracias a sistemas de ventilación filtrada, uso estricto de indumentaria estéril y protocolos de bioseguridad reforzados (40, 41).

En cuanto al nivel de riesgo y control ambiental, el quirófano está diseñado como un entorno cerrado, con presión positiva, filtración del aire mediante sistemas HEPA y flujo laminar en muchos casos, lo que permite un control ambiental riguroso y una drástica reducción de la carga microbiana, haciendo del quirófano un entorno de alta seguridad microbiológica demostrando su eficacia en artículos como el de Haynes en 2009 (54) o guías como la publicada en 2008 por la Organización Mundial de la Salud (52).

En su investigación de 2011, García-González (43), resalta la importancia de mantener una calidad óptima del aire en quirófanos, dado que los sistemas de ventilación deficientes pueden aumentar la probabilidad de contaminación cruzada. Por otro lado, Sattar (45), Rutala y Weber (44) subrayan la importancia de una adecuada aplicación de protocolos de esterilización como herramienta esencial para prevenir infecciones.

Investigaciones como las realizadas por Romano et al. (33) y Okoshi et al. (34) evidencian que, en los quirófanos, elementos como el humo quirúrgico, la ventilación insuficiente o la contaminación de superficies son riesgos latentes pero controlables. Por otro lado, en las salas de curas, donde el tráfico del personal y pacientes es mayor, y las medidas de control son menos estandarizadas, el peligro de contaminación cruzada se incrementa de manera significativa (35).

Un elemento fundamental para prevenir infecciones hospitalarias y garantizar la protección del personal sanitario es la calidad del aire, especialmente en áreas críticas como los quirófanos. En este contexto, la Norma UNE 100713:2005 (40) establece pautas concretas para las instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales, definiendo parámetros esenciales como la velocidad de renovación del aire, la presión diferencial y los niveles de filtrado requeridos para preservar un entorno regulado. Esta norma es fundamental para prevenir el crecimiento de microorganismos en zonas quirúrgicas y de cuidados intensivos.

Además, Rosell-Farrás y Muñoz-Martínez (41) en la Nota Técnica de Prevención 859 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, subrayan la relevancia de la ventilación mecánica general ajustada al nivel de riesgo de cada área hospitalaria. Sostienen

que una ventilación deficiente o desprotegida puede actuar como medio de propagación de agentes sobre todo en entornos donde se realizan procedimientos invasivos.

En 2005, Cruceta-Arbolés (42) destacan la necesidad de verificar de manera sistemática la bioseguridad en quirófanos, a través de auditorías y mediciones ambientales. La validación del flujo de aire, el control de partículas en suspensión y la monitorización microbiológica son acciones esenciales para asegurar que se cumplen los estándares exigidos para ambientes estériles.

De manera similar, en 2011, García-González (43) evidencia en su estudio que la limpieza y desinfección periódica de los sistemas de aire acondicionado y de las unidades de tratamiento de aire tiene un impacto directo en la reducción de contaminantes. Tras estas intervenciones, se observaron niveles significativamente más bajos de partículas y microorganismos en el ambiente quirúrgico, lo que refuerza la importancia del mantenimiento preventivo como estrategia de bioseguridad ambiental.

Este conjunto de evidencias apoya la necesidad de incorporar prácticas sistemáticas de control ambiental dentro de los protocolos de prevención de infecciones. La ventilación no solo actúa como barrera física, sino que también contribuye tanto a la seguridad del paciente como del trabajador sanitario.

A pesar de que los procedimientos quirúrgicos llevados a cabo en quirófano suelen ser de gran complejidad e invasividad, con la manipulación de cavidades corporales y exposición a estructuras profundas, se mantiene un control total de la esterilidad para prevenir complicaciones como infecciones postoperatorias graves o sepsis.

Por otro lado, la sala de curas no estéril carece de estos sistemas de ventilación especializados ni de regulación de la presión. A pesar de que se llevan a cabo labores de desinfección, la carga de microorganismos en el entorno es más alta y no hay un control microbiológico sistemático. Esto aumenta la posibilidad de contagio y exposición a microorganismos patógenos, particularmente en procedimientos con objetos punzocortantes, contacto directo con fluidos biológicos y superficies contaminadas.

Esto genera un riesgo de exposición directa a agentes biológicos para el personal, especialmente si no se siguen las recomendaciones de uso de equipos de protección personal (EPP) o si el entorno físico no se desinfecta adecuadamente entre paciente y paciente.

Estudios como el de Tian et al. (72) y Verbeek et al. (73) evidencian la eficacia del equipo de protección personal cuando es correctamente utilizado.

La exposición a patógenos sanguíneos representa una amenaza para los profesionales, especialmente en áreas quirúrgicas. Investigaciones como la de Fry (31,32) y Mohebati et al. (30) destacan el riesgo elevado de infecciones por virus como VIH, VHB y VHC tras exposiciones percutáneas siendo los mecanismos más comunes de exposición los pinchazos, cortes o salpicaduras. En 2010, Fry (30) enfatiza, en un nuevo estudio, la importancia de la educación continua, el uso correcto de equipos de protección y la adopción de tecnologías sin aguja para reducir riesgos. A esto se suma la vulnerabilidad particular de ciertos grupos profesionales, como mujeres embarazadas o en lactancia, tal como señala Downes et al. (38).

Para la prevención y el manejo post-exposición a patógenos de transmisión vía sanguínea, Gerberding y Henderson (81) y Shenoy y Weber (83) aportan guías detalladas para la evaluación y tratamiento del personal expuesto a virus como VIH o hepatitis B y C. A su vez, van Wijk et al. (82) resaltan la necesidad de controles de calidad sistemáticos ante exposiciones accidentales a sangre, un aspecto clave para mitigar el riesgo biológico.

Otros estudios como los de Deuffic-Burban et al. (74) y Beltrami et al. (77) proponen estrategias integradas que combinan vacunación, entrenamiento, evaluación de riesgos y acceso inmediato a tratamientos antirretrovirales cuando corresponda. Estos enfoques se alinean con las recomendaciones de organismos internacionales como el Ministerio de Sanidad de España y el Centro Europeo para la Prevención y el Control de Enfermedades.

En cuanto a medidas preventivas, la higiene de manos sigue siendo una de las medidas más costo-efectivas y críticas en la prevención de infecciones, como lo indican múltiples estudios (63, 56, 59). La integración de alcohol gel y la observancia de protocolos establecidos por la OMS (89) han demostrado mejorar la adherencia del personal y reducir los eventos adversos.

En la sala de curas no estériles, aunque suelen aplicarse el lavado de manos y el uso de guantes, la ausencia de una barrera física completa (batas estériles, mascarillas de alta eficiencia, zonas de acceso restringido) aumenta el riesgo inherente.

En 2013, Canales Carmona y Salazar Campos (56) evaluaron la efectividad del lavado de manos prequirúrgico con y sin cepillo, concluyendo que ambas técnicas pueden ser eficaces, aunque sin diferencias significativas cuando se respetan los tiempos y técnicas adecuadas. De forma complementaria, Serjan y Saraceni (57) y Garay et al. (58) refuerzan la importancia

del alcohol gel como una alternativa eficaz y accesible para reducir la carga microbiana en personal médico y de enfermería.

En el contexto quirúrgico, el uso de antisépticos como la clorhexidina-alcohol frente al povidona-yodada también ha sido objeto de estudio. Darouiche et al. (62) demostraron una mayor eficacia del primero en la prevención de infecciones en el sitio quirúrgico, evidencia que ha sido incorporada en actualizaciones como la de Calderwood et al. (84), quienes proponen estrategias específicas para hospitales de cuidados agudos

No obstante, la calidad de las guías de lavado de manos puede variar entre instituciones, como revelan Vázquez-Espinosa et al. (59) en su evaluación crítica de los protocolos españoles. Por esta razón, organismos como la Organización Mundial de la Salud (60) y los CDC (61) han publicado directrices robustas para estandarizar las prácticas de higiene, destacando momentos críticos y recomendaciones específicas según el nivel de riesgo.

Por otro lado, el control ambiental y la limpieza del entorno hospitalario no deben subestimarse. Pérez-Fernández y López-Herce (64), así como García (65), subrayan la importancia de la desinfección sistemática de superficies y el cumplimiento estricto de protocolos institucionales. Este aspecto es reforzado por Rutala y Weber (66), quienes proponen un enfoque integral que contempla no solo la esterilización de equipos, sino también la gestión de residuos hospitalarios.

Esta desigualdad plantea una brecha de seguridad que puede pasar desapercibida si no se concibe la sala de curas como una unidad susceptible de exposición biológica. La falta de controles ambientales sistemáticos en estas salas representa una oportunidad de mejora importante.

Para llevar a cabo la protección del personal sanitario se deben de incluir medidas estructurales y organizativas. Wu y Nilles (71) proponen lineamientos específicos para personal médico y de laboratorio en entornos de riesgo biológico, y Peichl (85) destaca la importancia del diseño seguro de laboratorios de investigación. A su vez, Han y Henderson (76) detallan esquemas de profilaxis post-exposición frente a patógenos seleccionados, integrando así la prevención primaria y secundaria como ejes de una política efectiva de salud ocupacional.

En cuanto a las barreras de protección y estandarización de protocolos el quirófano cuenta con protocolos altamente estandarizados, como la lista de verificación quirúrgica de la OMS,

control del acceso, vestimenta estéril, tiempos estrictos de lavado quirúrgico y monitoreo continuo del entorno.

En relación con los listados de verificación quirúrgica, hay consenso en la literatura sobre su eficacia. El trabajo de Haynes et al. (54), apoyado por la OMS (52,60), muestra una reducción significativa en la morbilidad quirúrgica tras la implementación del checklist de cirugía segura. Revisión sistemática realizada por Treadwell et al. (53) respalda esta evidencia, destacando su impacto positivo sobre la seguridad del paciente.

Por otro lado, en la sala de curas, si bien existen protocolos de bioseguridad y prevención, estos no siempre están tan estructurados ni auditados con la misma rigurosidad. En muchos centros de atención primaria o áreas de urgencias con alta rotación, se observa una mayor variabilidad en el cumplimiento de las normas, lo que puede derivar en fallos en la prevención del riesgo biológico.

Diversos estudios han documentado también la relación entre la indumentaria del personal de salud y la transmisión de patógenos. Investigaciones como las de McHugh et al. (47), Treakle et al. (48) y Mitchell et al. (49) indican que la ropa clínica puede actuar como reservorio microbiano si no se cumplen con protocolos de higiene adecuados, lo cual resalta la importancia de las prácticas rigurosas en vestimenta y conducta en el área quirúrgica.

Igualmente, el incumplimiento parcial de estas medidas, particularmente en situaciones de gran demanda de atención o falta de recursos, pone en riesgo considerable la seguridad del personal sanitario (53).

Otro de los aspectos a tener en cuenta, y que ocasiona una diferencia entre quirófanos y sala de curas, es el nivel de formación del personal en medidas de bioseguridad y esterilidad. En las salas de curas, la percepción del peligro puede ser reducida, especialmente si los procedimientos son vistos como "fáciles" o de "bajo riesgo", lo que podría llevar a no adoptar las medidas de protección adecuadas como la higiene de manos o el uso correcto de guantes y mascarillas. Esto ocasiona una sobreestimación de la seguridad Con una percepción errónea del nivel de exposición ocasionando incidentes prevenibles, tanto en el personal (accidentes biológicos, contacto con fluidos) como en los pacientes (infecciones nosocomiales superficiales o profundas).

Por otra parte, se observa una deficiencia en la formación continua sobre el manejo de exposiciones accidentales, especialmente en salas de curas. La implementación efectiva de

protocolos de profilaxis post-exposición y la vigilancia activa del personal expuesto son componentes esenciales que deben reforzarse institucionalmente.

La literatura también evidencia que las condiciones sociales y laborales influyen en la vulnerabilidad del personal. King et al. (12) asocian los factores contextuales y sociales con riesgos biológicos acumulativos, mientras que estudios como los de Romero Starke et al. (19) y Rai et al. (21) resaltan la falta de protección adecuada en países de ingresos bajos y medios.

Los organismos internacionales como el CDC y el Ministerio de Sanidad han establecido directrices claras, pero su aplicación efectiva depende de la cultura de seguridad y del compromiso organizacional. Solo con una política integral y sostenida se podrán minimizar los riesgos biológicos en todos los entornos asistenciales como recalca Serrano, García y López (24) en su estudio donde insisten en la necesidad de revisar y actualizar periódicamente estos protocolos para adaptarse a los cambios tecnológicos, epidemiológicos y operativos

En conjunto, la literatura respalda firmemente la implementación de un sistema integral de bioseguridad basado en la evidencia científica y la mejora continua de procesos. La vigilancia activa, la formación del personal, y la adherencia a protocolos internacionalmente aceptados son componentes imprescindibles para un entorno quirúrgico seguro como queda expuestos en los trabajos de Chung et al. (79) y Tejada-Pérez et al. (80) en la necesidad de capacitación continua y vigilancia epidemiológica activa.

Tabla 7. Tabla comparativa entre Quirófano vs. Sala de Curas No Estéril.

CRITERIO	QUIRÓFANO	SALA DE CURAS NO ESTÉRIL
<b>NIVEL DE RIESGO BIOLÓGICO</b>	Alto riesgo (zona crítica)	Riesgo moderado (zona semicrítica)
<b>AMBIENTE CONTROLADO</b>	Sí, con presión positiva y sistemas de flujo laminar	No, ventilación estándar sin control microbiológico
<b>FILTRACIÓN DEL AIRE</b>	Filtros HEPA, flujo laminar y renovación constante del aire	Filtros convencionales, sin control específico del aire
<b>ESTERILIZACIÓN DEL INSTRUMENTAL</b>	Obligatoria para todo el material quirúrgico	Esterilización o desinfección de material según procedimiento
<b>USO DE EPP</b>	Uso obligatorio de indumentaria estéril: bata, guantes, mascarilla, gafas	Uso de guantes no estériles, mascarilla en procedimientos con fluidos
<b>LAVADO DE MANOS</b>	Lavado quirúrgico prolongado (5-10 min) antes de cada cirugía	Higiene de manos antes y después del procedimiento con solución alcohólica
<b>SUPERVISIÓN DEL ACCESO</b>	Acceso controlado, personal mínimo	Acceso más libre, mayor tránsito de personal y pacientes
<b>LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN</b>	Limpieza terminal tras cada intervención, control microbiológico periódico	Limpieza entre pacientes, sin control microbiológico ambiental habitual
<b>PROTOCOLOS ESPECÍFICOS</b>	Protocolos estandarizados y checklist quirúrgica obligatoria	Protocolos generales de prevención de infecciones
<b>TIPO DE PROCEDIMIENTOS</b>	Cirugías invasivas en cavidades estériles o tejidos profundos	Curas, extracciones, infiltraciones, pequeñas incisiones superficiales

## 6. CONCLUSIÓN

Aunque el riesgo biológico es inherente en ambos entornos, el quirófano debido a su infraestructura, organización y protocolos reducen drásticamente el riesgo biológico real, con una cultura de seguridad consolidada, reduciendo la posibilidad de incidentes de exposición y contagio a pesar la naturaleza de los procedimientos.

En cambio, la sala de curas no estéril, a pesar de trabajar con procedimientos menos complejos, puede presentar niveles de riesgo elevados si no se siguen medidas estrictas de bioseguridad, especialmente por la alta rotación del personal y pacientes, la falta de control ambiental y la posible infravaloración del riesgo.

Existe por tanto una necesidad urgente de reforzar la formación del personal, protocolizar procedimientos, estandarizar medidas de bioseguridad y mejorar la vigilancia ambiental en salas de curas, para garantizar un entorno asistencial más seguro y homogéneo. Esto se podría llevar a cabo con la implementación de listas de verificación breves para procedimientos en sala de curas, formación periódica en bioseguridad, y auditorías internas de cumplimiento podría reducir considerablemente los eventos adversos relacionados con el riesgo biológico.

La gestión del riesgo biológico debe ser abordada desde una perspectiva global e integrada, sin limitarse únicamente a las áreas quirúrgicas, si se pretende avanzar hacia una atención sanitaria realmente segura y libre de infecciones evitables.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Coelho AC, García Díez J. Biological Risks and Laboratory-Acquired Infections: A Reality That Cannot Be Ignored in Health Biotechnology. *Front Bioeng Biotechnol.* 2015;3:56.
2. Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE núm. 124, 24/05/1997.
3. Corrao CR, Mazzotta A, La Torre G, De Giusti M. Biological Risk and Occupational Health. *Industrial Health.* 2012;50(4):326-37.
4. Ta L, Gosa L, Nathanson DA. Biosafety and Biohazards: Understanding Biosafety Levels and Meeting Safety Requirements of a Biobank. *Methods in Molecular Biology* (Clifton, N.J.). 2019;1897:213-225.
5. Singh K. Laboratory-Acquired Infections. *Clinical Infectious Diseases : An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America.* 2009;49(1):142-7.
6. Haagsma JA, Tariq L, Heederik DJ, Havelaar AH. Infectious Disease Risks Associated With Occupational Exposure: A Systematic Review of the Literature. *Occupational and Environmental Medicine.* 2012;69(2):140-6.
7. Peng H, Bilal M, Iqbal HMN. Improved Biosafety and Biosecurity Measures and/or Strategies to Tackle Laboratory-Acquired Infections and Related Risks. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2018;15(12):E2697.
8. Afework A., Tamene A., Tafa A., Tesfaye A., Gemedo S. The prevalence of occupational accidents and the associated factors among janitorial staff at a university teaching hospital in South Ethiopia. *Risk Manag Healthc Policy.* 2023;16:1499–507.
9. Wurtz N, Papa A, Hukic M, et al. Survey of Laboratory-Acquired Infections Around the World in Biosafety Level 3 and 4 Laboratories. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases : Official Publication of the European Society of*

Clinical

Microbiology.2016;35(8):1247-58.

10. Ta L, Gosa L, Nathanson DA. Biosafety and Biohazards: Understanding Biosafety Levels and Meeting Safety Requirements of a Biobank. *Methods in Molecular Biology* (Clifton, N.J.). 2019;1897:213-225.
11. Hofmann F. Biological Hazards in the Work Environment. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*. 2008;51(3):313-21.
12. King KE, Morenoff JD, House JS. Neighborhood Context and Social Disparities in Cumulative Biological Risk Factors. *Psychosomatic Medicine*. 2011;73(7):572-9.
13. Aranaz-Andrés J.M., et al. Los sucesos adversos en los hospitales españoles: resultado del estudio ENEAS. *Med. prev*, 2007, p. 64-70.
14. Iqbal MA, Siddiqua SA, Faruk MO, Md Towfiqul Islam AR, Salam MA. Systematic Review and Meta-Analysis of the Potential Threats to Respiratory Health From Microbial Bioaerosol Exposures. *Environmental Pollution* (Barking, Essex : 1987). 2024;341:122972.
15. McDiarmid M.A. Hazards of the health care sector: Looking beyond infectious disease. *Ann. Glob. Health*. 2014;80:315–319. doi: 10.1016/j.aogh.2014.08.001.
16. Rachet B, Partanen T, Kauppinen T, Sasco AJ. Cancer Risk in Laboratory Workers: An Emphasis on Biological Research. *American Journal of Industrial Medicine*. 2000;38(6):651-65.
17. Madsen AM, Raulf M, Duquenne P, et al. Review of Biological Risks Associated With the Collection of Municipal Wastes. *The Science of the Total Environment*. 2021;791:148287.
18. Vecchio D., Sasco A.J., Cann C.I. Occupational risk in health care and research. *Am. J. Ind. Med.* 2003;43:369–397. doi: 10.1002/ajim.10191.

19. Romero Starke K, Friedrich S, Schubert M, et al. Are Healthcare Workers at an Increased Risk for Obstructive Respiratory Diseases Due to Cleaning and Disinfection Agents? A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2021;18(10):5159.
20. Martin CA, Pan D, Melbourne C, et al. Risk Factors Associated With SARS-CoV-2 Infection in a Multiethnic Cohort of United Kingdom Healthcare Workers (UK-REACH): A Cross-Sectional Analysis. *PLoS Medicine.* 2022;19(5):e1004015.
21. Rai R, El-Zaemey S, Dorji N, Rai BD, Fritschi L. Exposure to Occupational Hazards Among Health Care Workers in Low- And Middle-Income Countries: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2021;18(5):2603.
22. Henry Wu, Eric Nilles. Health Care Workers, Including Public Health Researchers & Medical Laboratorians. *CDC Yellow Book: Health Information for International Travel.* 2026.
23. Chou R, Dana T, Buckley DI, et al. Epidemiology of and Risk Factors for Coronavirus Infection in Health Care Workers: A Living Rapid Review. *Annals of Internal Medicine.* 2020;173(2):120-136.
24. Serrano M, García J, López M. Protocolos de bioseguridad en centros sanitarios. *Rev Esp Salud Pública.* 2018;92:e201805056.
25. World Health Organization. Infection prevention and control in healthcare. Geneva: WHO; 2016. Disponible en: <https://www.who.int/infection-prevention/publications/ipc-guidelines/en/>
26. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. *Morb Mortal Wkly Rep.* 2003;52(RR-10):1-42.
27. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Guía de bioseguridad en centros sanitarios. Madrid: Ministerio; 2019.

28. Agencia de Calidad Sanitaria de Andalucía. Claves de bioseguridad en el quirófano [Internet]. Blog Calidad ACSA; [citado 2025 may 24]. Disponible en: <https://blog.calidadacsacom/claves-de-bioseguridad-en-el-quirofano/>
29. Agencia de Calidad Sanitaria de Andalucía. Bioseguridad ambiental en quirófanos [Internet]. Hospitecnia; [citado 2025 may 24]. Disponible en: <https://hospitecnia.com/documentacion/documentos/bioseguridad-ambiental-quirfanos/>
30. Mohebati A, Davis JM, Fry DE. Current Risks of Occupational Blood-Borne Viral Infection. Surgical Infections. 2010;11(3):325-31.
31. Fry DE. Occupational Risks of Blood Exposure in the Operating Room. The American Surgeon. 2007;73(7):637-46.
32. Fry DE. Occupational Blood-Borne Diseases in Surgery. American Journal of Surgery. 2005;190(2):249-54.
33. Romano F, Milani S, Gustén J, Joppolo CM. Surgical Smoke and Airborne Microbial Contamination in Operating Theatres: Influence of Ventilation and Surgical Phases. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020;17(15):E5395.
34. Okoshi K, Kobayashi K, Kinoshita K, et al. Health Risks Associated With Exposure to Surgical Smoke for Surgeons and Operation Room Personnel. Surgery Today. 2015;45(8):957-65.
35. Yezli S, Barbut F, Otter JA. Surface Contamination in Operating Rooms: A Risk for Transmission of Pathogens?. Surgical Infections. 2014;15(6):694-9.
36. Edmiston CE, Seabrook GR, Cambria RA, et al. Molecular Epidemiology of Microbial Contamination in the Operating Room Environment: Is There a Risk for Infection?. Surgery. 2005;138(4):573-9; discussion 579-82.

37. Dehghani F, Kamalinia M, Omidi F, Fallahzadeh RA. Probabilistic Health Risk Assessment of Occupational Exposure to Isoflurane and Sevoflurane in the Operating Room. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021;207:111270.
38. Downes J, Rauk PN, Vanheest AE. Occupational Hazards for Pregnant or Lactating Women in the Orthopaedic Operating Room. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2014;22(5):326-32.
39. Francisco Castro Ruiz, Julio Francisco San José Alonso, José Manuel Villafruela Espina, Álvaro Guijarro Rubio. Manual de diseño de la climatización y ventilación de quirófanos y habitaciones en centros hospitalarios de Castilla y León. Universidad de Valladolid, 2011.
40. Norma UNE 100713:2005. Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales.
41. Rosell-Farrás, MG, Muñoz-Martínez, A. Ventilación General en Hospitales. Nota Técnica de Prevención 859. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2010.
42. .Cruceta-Arbolés, G. Verificación de la Bioseguridad en Áreas Quirúrgicas. Ponencia del Congreso de Salud Pública. 2005
43. García-González, E . Medición de calidad de aire en un quirófano tras la limpieza y desinfección de conductos de aire y unidad de tratamiento de aire. *Revista de Calidad Ambiental Interior en Hospitales y Salas de Ambiente Controlado*, Núm. 7. 2011.
44. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection and sterilization in health care facilities: an overview and current issues. *Infect Dis Clin North Am*. 2016;30(2):609-637.
45. Sattar SA. Sterilization and disinfection. In: Mayhall CG, editor. *Hospital Epidemiology and Infection Control*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2012. p. 123-138.
46. Rutala WA, Weber DJ. Principles of sterilization and disinfection. *Infect Dis Clin North Am*. 2016;30(2):609-637.

47. McHugh SM, Corrigan MA, Hill ADK, Humphreys H. Surgical attire, practices and their perception in the prevention of surgical site infection. *Surgeon*. 2014;12(1):47-52.
48. Treakle AM, Thom KA, Furuno JP, Strauss SM, Harris AD, Perencevich EN. Bacterial contamination of healthcare workers' white coats. *Am J Infect Control*. 2009;37(2):101-105.
49. Mitchell A, Spencer M, Edmiston CE Jr. Role of healthcare apparel and other healthcare textiles in the transmission of pathogens: a review of the literature. *J Hosp Infect*. 2015;90(4):285-292.
50. Bearman G, Bryant K, Leekha S, et al. Healthcare personnel attire in non-operating-room settings. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2014;35(2):107-121.
51. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. **Guía de bioseguridad en centros sanitarios** [Internet]. Madrid: Ministerio de Sanidad; 2019 [citado 2025 jun 20]. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/areas/calidadAsistencial/excelenciaClinica/docs/BQ.pdf>
52. World Health Organization. World alliance for patient safety: implementation manual surgical safety checklist [Internet]. 1st ed. Geneva: WHO; 2008 [cited 2015 Jul 21].
53. Treadwell JR, Lucas S, Tsou AY. Surgical checklists: a systematic review of impacts and implementation. *BMJ Qual Saf*. 2014;23(4):299–318. doi:10.1136/bmjqqs-2012-001797.
54. Haynes AB, Weiser TG, Berry WR, Lipsitz SR, Breizat AH, Dellinger EP, et al.; Safe Surgery Saves Lives Study Group. A surgical safety checklist to reduce morbidity and mortality in a global population. *N Engl J Med*. 2009;360(5):491–9.
55. Arribalzaga EB, Lupica L, Delor SM, Ferraina PA. Implementación del listado de verificación de cirugía segura. *Rev Argent Cir*. 2012;102(1):8–12.

56. Canales Carmona F, Salazar Campos MA. Efectividad del lavado de manos prequirúrgico con cepillo y sin cepillo. *Enferm Actual Costa Rica*. 2013;(25).
57. Serjan MA, Saraceni L. Higiene en manos. *Rev Hosp Materno Infant Ramón Sardá*. 2005;24(4):158–63.
58. Garay UA, et al. Efectividad de la aplicación de alcohol gel en la higiene de manos de las enfermeras y médicos. *Rev Enferm Inst Mex Seguro Soc*. 2005;13(1):15–22.
59. Vázquez-Espinosa E, et al. Evaluación de la calidad de las guías y protocolos de lavado de manos existentes en España. *Med Clin (Barc)*. 2010;135:67–72. doi:10.1016/S0025-7753(10)70023-3.
60. World Health Organization. WHO guidelines on hand hygiene in health care: first global patient safety challenge clean care is safer care. Geneva: WHO Press; 2009.
61. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities [Internet]. Atlanta (GA): CDC; 2020 [cited 2025 Apr 18].
62. Darouiche RO, Wall MJ Jr, Itani KM, Otterson MF, Webb AL, Carrick MM, et al. Chlorhexidine–Alcohol versus Povidone–Iodine for Surgical-Site Antisepsis. *N Engl J Med*. 2010;362(1):18–26. DOI: 10.1056/NEJMoa0810988
63. Pittet D, Boyce JM. Hand hygiene and infection prevention. *Infect Dis Clin North Am*. 2001;15(4):635–652. DOI: 10.1016/S0891-5520(05)70266-2.
64. Pérez-Fernández E, López-Herce J. Control de infecciones hospitalarias: aspectos esenciales. *Med Intensiva*. 2018;42(2):104–12.
65. Serrano M, García P. Control de infecciones en el entorno sanitario: protocolos y medidas preventivas. *Rev Esp Salud Pública*. 2015;89(3):245-253.
66. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection, sterilization, and control of hospital waste. In: Mandell GL, Douglas RG, Bennett JE, editors. *Principles and practice of infectious diseases*. 9th ed. Elsevier; 2019.

67. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Normativa y protocolos de control de infecciones en centros sanitarios [Internet]. Madrid: MSCBS; 2018 [citado 2025 may 28].
68. European Centre for Disease Prevention and Control. Guidance on infection prevention and control in healthcare settings [Internet]. Stockholm: ECDC; 2012 [citado 2025 may 28].
69. Weber DJ, Rutala WA, Schaffner W. Lessons Learned: Protection of Healthcare Workers From Infectious Disease Risks. Critical Care Medicine. 2010;38(8 Suppl):S306-14.
70. Weber DJ, Rutala WA. Occupational Health Update: Focus on Preventing the Acquisition of Infections With Pre-Exposure Prophylaxis and Postexposure Prophylaxis. Infectious Disease Clinics of North America. 2016;30(3):729-57.
71. Henry Wu, Eric NillesHealth Care Workers, Including Public Health Researchers & Medical Laboratorians. CDC Yellow Book 2024: Health Information for International Travel. New York: Oxford University Press, 2023.
72. Tian C, Lovrics O, Vaisman A, et al. Risk Factors and Protective Measures for Healthcare Worker Infection During Highly Infectious Viral Respiratory Epidemics: A Systematic Review and Meta-Analysis. Infection Control and Hospital Epidemiology. 2022;43(5):639-650.
73. Verbeek JH, Rajamaki B, Ijaz S, et al. Personal Protective Equipment for Preventing Highly Infectious Diseases Due to Exposure to Contaminated Body Fluids in Healthcare Staff. The Cochrane Database of Systematic Reviews. 2020;5:
74. Deuffic-Burban S, Delarocque-Astagneau E, Abiteboul D, Bouvet E, Yazdanpanah Y. Blood-Borne Viruses in Health Care Workers: Prevention and Management. Journal of Clinical Virology : The Official Publication of the Pan American Society for Clinical Virology. 2011;52(1):4-10.

75. Klompas M, Milton DK, Rhee C, Baker MA, Leekha S. Current Insights Into Respiratory Virus Transmission and Potential Implications for Infection Control Programs : A Narrative Review. *Annals of Internal Medicine*. 2021;174(12):1710-1718.
76. Han A, Henderson DK. Postexposure Prophylaxis for Occupational Exposure to Selected Pathogens for Healthcare Personnel. *Current Opinion in Infectious Diseases*. 2024;37(4):296-303.
77. Beltrami EM, Williams IT, Shapiro CN, Chamberland ME. Risk and Management of Blood-Borne Infections in Health Care Workers. *Clinical Microbiology Reviews*. 2000;13(3):385-407.
78. Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, Chiarello L. 2007 Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Health Care Settings. *American Journal of Infection Control*. 2007;35(10 Suppl 2):S65-164.
79. Chung S, Baum CR, Nyquist AC. Chemical-Biological Terrorism and Its Impact on Children. *Pediatrics*. 2020;145(2):e20193750.
80. Tejada-Pérez JJ, Herrera-Burgos MR, Parrón-Carreño T, Alarcón-Rodríguez Biohazard Accidents, Harmful Elements to the Wellness of Healthcare Workers, and Their Risk Factors. *R. International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(20):13214.
81. Gerberding JL, Henderson DK. Management of Occupational Exposures to Bloodborne Pathogens: Hepatitis B Virus, Hepatitis C Virus, and Human Immunodeficiency Virus. *Clinical Infectious Diseases : An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America*. 1992;14(6):1179-85.
82. P Th L van Wijk PT, Pelk-Jongen M, Wijkmans C, Voss A, Schneeberger PM. Quality Control for Handling of Accidental Blood Exposures. *The Journal of Hospital Infection*. 2006;63(3):268-74.

83. Shenoy ES, Weber DJ. Occupational Health Update: Evaluation and Management of Exposures and Postexposure Prophylaxis. Infectious Disease Clinics of North America. 2021;35(3):735-754.
84. Calderwood MS, Anderson DJ, Bratzler DW, et al. Strategies to Prevent Surgical Site Infections in Acute-Care Hospitals: 2022 Update. Infection Control and Hospital Epidemiology. 2023;44(5):695-720. doi:10.1017/ice.2023.67.
85. Peichl P. Health, Safety and Environmental Protection in a Biological Research Laboratory. International Archives of Occupational and Environmental Health. 2000;73 Suppl:S8-13.
86. Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE n.º 120, de 13 de mayo de 1997.
87. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales. BOE n.º 269, de 9 de noviembre de 1995.
88. Directiva 2000/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2000, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos en el trabajo. Diario Oficial de la Unión Europea, 2000.
89. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guía sobre higiene de manos en la atención sanitaria. Ginebra: OMS; 2009.
90. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities. MMWR Recomm Rep. 2003;52(RR-10):1-42.
91. UNE-EN ISO 14644-1:2015. Calidad del aire. Salas limpias y entornos controlados asociados. Parte 1: Clasificación de la limpieza del aire. Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación; 2015.

92. UNE 171340:2020. Validación y cualificación de salas de ambiente controlado en hospitales. Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación; 2020.

