

Sistemas de desinfección con luz ultravioleta C para la reducción de las infecciones nosocomiales

Ficha de Evaluación de Tecnologías
Nuevas y Emergentes

INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN



Sistemas de desinfección con luz ultravioleta C para la reducción de las infecciones nosocomiales

Ficha de Evaluación de Tecnologías
Nuevas y Emergentes

INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN



Sistemas de desinfección con luz ultravioleta C para la reducción de las infecciones nosocomiales. Alicia del Cura Bilbao, Juan Ignacio Martín Sánchez, Silvia Vázquez Fernández del Pozo, María Pilar Blas Díez. - Madrid: Ministerio de Sanidad; Zaragoza: Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud (IACS), 2021

85 p. – 24 cm. (Colección: Informes, estudios e investigación) (Serie: Ficha de Evaluación de Tecnologías Nuevas y Emergentes. IACS)

NIPO: 133-21-097-4

ISBN: 978-84-09-34433-8

DOI: https://doi.org/10.46994/ets_34

1. Tecnologías nuevas y emergentes. 2. Descontaminación de superficies. 3. Infección nosocomial.
I. Del Cura Bilbao, A II. España. Ministerio de Sanidad III. Aragón. Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud (IACS)

Edición: 2021

Edita: Ministerio de Sanidad

Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud (IACS)

NIPO: 133-21-097-4

ISBN: 978-84-09-34433-8

DOI: https://doi.org/10.46994/ets_34

Maquetación: ARPIrelieve, S.A.

Este informe ha sido realizado por el Instituto Aragonés de ciencias de la Salud (IACS), en el marco de la financiación del Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social para el desarrollo de las actividades del Plan anual de Trabajo de la Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Prestaciones del SNS, aprobado en el Pleno del Consejo Interterritorial del SNS de 15 de noviembre de 2018. (Conforme al Acuerdo del Consejo de Ministros de 7 de diciembre de 2018)

Para citar este informe:

Del Cura Bilbao A, Martín Sánchez JI, Vázquez Fernández del Pozo S, Blas Diez MP. Sistemas de desinfección con luz ultravioleta C para la reducción de las infecciones nosocomiales. Ministerio de Sanidad. Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud; 2021. Ficha de Evaluación de Tecnologías Nuevas y Emergentes: IACS

Índice

Índice de tablas	11
Autoría	13
Revisión externa	15
Declaración de intereses	17
Abreviaturas	19
Glosario	21
Datos generales	23
Nombre de la tecnología	23
Compañía comercial o elaboradora del producto	23
Breve descripción de la tecnología	23
Población diana	26
Descripción de la patología a la que se aplica la tecnología	27
Área de especialización / abordaje	28
Desarrollo y uso de la tecnología	29
Grado de desarrollo de la tecnología	29
Tipo y uso de la tecnología	29
Lugar o ámbito de la aplicación de la tecnología	29
Relación con tecnologías previas	29
Aportación de la nueva tecnología en relación a la tecnología en uso actual	30
Licencia, reintegro de gastos u otras autorizaciones	31
Importancia sanitaria de la condición clínica o la población a la que se aplica	33
Incidencia / Prevalencia	33
Carga de la enfermedad	34

Requerimiento para usar la tecnología	37
Requerimientos de infraestructura y formación	37
Coste y precio unitario	38
Riesgos y seguridad	39
Materiales	39
Personal que manipula la tecnología / profesionales sanitarios	39
Pacientes	41
Microorganismos	41
Eficacia / Efectividad	43
Eficacia de la radiación UV-C en placas inoculadas intencionadamente con MMR	44
Efectividad de la aplicación de UV-C como método de descontaminación de superficies de alto riesgo de salas de hospitalización de pacientes	45
Riesgo de colonización o IN por MMR tras uso de UV-C como método de descontaminación de salas de hospitalización de pacientes	45
Evaluación económica	47
Impactos	49
Impacto en salud	49
Impacto ético, social, legal, político y cultural de la implantación de la tecnología	49
Impacto económico de la tecnología	50
Difusión e introducción esperada de la tecnología	51
Recomendaciones e investigación en curso	53
Investigación en curso	53
Guías y directrices	53

Puntos clave	55
Bibliografía	57
Anexos	65
Anexo 1. Metodología empleada para la realización de la ficha técnica	65
Anexo 2. Estrategias de búsqueda	67
Anexo 3. Diagrama de flujo. Identificación estudios de eficacia y seguridad de UV-C	70
Anexo 4. Tablas de síntesis de la evidencia científica	71
Anexo 5. Tabla de estudios excluidos y motivos	83

Índice de Tablas

Tabla 1. Tecnología y compañía comercializadora / fabricante	23
Tabla 2. Estimación de tiempo (minutos) empleado para la desinfección complementaria por ciclo con lámpara de mercurio tras el alta de pacientes	26
Tabla 3. Pruebas sobre la relación entre contaminación de superficies e IN	28
Tabla 4. Distribución de pacientes y prevalencia de infecciones	34
Tabla 5. Límites máximos de exposición a radiación UV-C según su longitud de onda	41
Tabla 6. Resultados de eficacia desinfectante/germicida de la radiación UV-C en placas inoculadas intencionadamente con MMR.	44
Tabla 7. Resultados de eficacia de UV-C en superficies de habitaciones hospitalarias	45
Tabla 8. Tasa de infección e incidencia acumulada de IN global	46

Autoría

Alicia Del Cura Bilbao. Médico Especialista en Medicina Preventiva y Salud Pública. Unidad Docente de Medicina Preventiva y Salud Pública de Aragón. Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud, Zaragoza.

Juan Ignacio Martín Sánchez. Médico Especialista en Medicina Preventiva y Salud Pública. Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud, Zaragoza.

Silvia Vázquez Fernández del Pozo. Médico Especialista en Medicina Preventiva y Salud Pública. Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud, Zaragoza.

María Pilar Blas Diez. Documentalista. Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud, Zaragoza.

Revisión externa

Teresa Giménez Júlvez. Médico Especialista en Medicina. Preventiva y Salud Pública. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

La Revisora Externa del documento no suscribe necesariamente todas y cada una de las conclusiones y recomendaciones finales, que son responsabilidad exclusiva de los autores.

Declaración de intereses

Todos los profesionales que han participado en este proyecto de evaluación han completado el formulario de declaración de intereses. Tras la aplicación del procedimiento de gestión de los conflictos de interés de la Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Prestaciones del SNS se declara que: ningún profesional fue excluido del proceso en base a la información declarada.

Abreviaturas

ABMR	<i>Acinetobacter baumannii</i> multirresistente.
ADN	ácido desoxirribonucleico.
ARN	ácido ribonucleico.
CAD	dólares canadienses.
CD	<i>Clostridium difficile</i> .
EA	evento adverso.
ERV	Enterococcus resistente a vancomicina.
IC95%	intervalo de confianza del 95%.
IN	infección nosocomial.
MMR	microorganismos multirresistentes.
nm	nanómetro (1 nm = 1 x 10 ⁻⁹ metros).
NNT	número de habitaciones necesario a tratar.
RAR	reducción absoluta del riesgo.
RR	riesgo relativo.
RRR	reducción relativa del riesgo.
SARM	<i>Staphylococcus aureus</i> resistente a la meticilina.
SNS	Sistema Nacional de Salud.
UCIs	unidades de cuidados intensivos.
UFC	unidades formadoras de colonias.
UV	ultravioleta.
UV-C	ultravioleta C.

Glosario

Densidad de potencia: también llamada **irradiancia**, es el cociente de la potencia radiante que incide perpendicular a una superficie, dividida por el área de esa superficie. Se expresa en vatios dividido por metro cuadrado (W/m^2). Se trata de una magnitud apropiada para expresar la exposición a frecuencias muy altas, donde la profundidad de penetración del campo en el cuerpo es baja.

Desinfección terminal estándar: proceso de limpieza con el objetivo de eliminar potenciales patógenos de una habitación tras el alta de un paciente, para preparar la habitación destinada a un nuevo ocupante.

Dosis reflejada: cuando el dispositivo se apaga, el sensor que mira hacia el área menos reflejada de la habitación ha recibido una dosis reflejada preestablecida.

Espectro electromagnético: hace referencia a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas (ver *radiación electromagnética*).

Evento adverso: todo accidente imprevisto e inesperado, recogido en la historia clínica que ha causado una lesión y/o incapacidad y/o prolongación de la estancia y/o exitus, que se deriva de la asistencia sanitaria y no de la enfermedad de base del paciente.

Exposición radiante: se trata de la *densidad de potencia* integrada respecto al tiempo y expresada como julios por metro cuadrado.

Infección nosocomial: es la contraída por pacientes ingresados en un recinto de atención a la salud (no solo hospitales). Otras expresiones similares son: contagio hospitalario, infección intrahospitalaria o infecciones relacionadas con la asistencia sanitaria.

Placas Dey-Engley: son placas de Petri que contienen un agar con una sustancia bacteriostática que inhibe el crecimiento y la reproducción de bacterias sin matarlas.

Radiación electromagnética: proceso en el que se emite energía bajo la forma de ondas o partículas materiales que pueden propagarse tanto a través de un medio material como en el vacío. Se diferencian unas de otras en el valor de su frecuencia. Cuanto mayor es la frecuencia de una radiación, mayor es su energía.

Radiación óptica: toda radiación electromagnética cuya longitud de onda esté comprendida entre 100 nm y 1 mm. El espectro de radiación óptica se divide en radiación ultravioleta, radiación visible y radiación infrarroja.

Radiación ultravioleta: toda radiación cuya longitud de onda está entre los 100 y los 400 nm. La fuente más habitual de radiación ultravioleta es el Sol, aunque también se puede conseguir artificialmente mediante lámparas UV. La radiación ultravioleta se divide en tres rangos: UV-A, UV-B y UV-C, todos ellos están considerados como probables cancerígenos para el ser humano.

Datos generales

Nombre de la tecnología

Son numerosos los dispositivos que están saliendo al mercado con el objetivo de eliminar o reducir el número de posibles patógenos en el medio sanitario. Independientemente del nombre que se le pueda dar a la tecnología, todos ellos tienen en común la generación y emisión de radiación ultravioleta-C (UV-C). La fuente de emisión de UV-C puede ser mediante lámparas de gas de mercurio o de xenón. En este informe se analiza el papel del Sistema TRU-D SmartUVC™ y, en su defecto, sistemas que emplean lámparas de mercurio. Ver tabla 1.

Compañía comercial o elaboradora del producto

En la tabla 1 se presentan los datos de contacto de la empresa que vende el dispositivo TRU-D SmartUVC™, así como la identificación de sus patentes que datan de los años 2003 y 2005.

Tabla 1. Tecnología y compañía comercializadora / fabricante

TECNOLOGÍA	COMPAÑÍA Y DATOS DE CONTACTO	PATENTES
Sistema TRU-D SmartUVC™	TRU-D SmartUVC (Memphis, TN, EEUU). (800) 774-5799. 743 S. Dudley, Memphis, TN 38104. info@tru-d.com. https://tru-d.com/	6,656,424 6,911,177

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/>) tiene registrada la empresa descrita en la tabla 1 como establecimiento productor de dispositivos y/o pesticidas nacionales y extranjeros activos por su dispositivo: Sistema TRU-D SmartUVC™.

Breve descripción de la tecnología

En instituciones sanitarias, la limpieza y desinfección de superficies y equipos no críticos se realiza normalmente aplicando manualmente un desinfectante.

tante líquido a la superficie con un paño, fregona^a o toallita¹. Se ha demostrado que la *desinfección terminal estándar* de una habitación no es suficiente para eliminar la contaminación de las superficies de la misma. Estrategias de desinfección complementarias pueden reducir el riesgo de transmisión de microorganismos en el entorno sanitario².

Para esta estrategia de desinfección complementaria, se está trabajando con dispositivos sin contacto (*no-touch technologies*) emisores de radiación UV-C. Estos pueden presentarse como dispositivos fijos, anclados en paredes o techos, dispositivos manuales de pequeño tamaño, y móviles automatizados. Estos últimos son objeto de estudio de este informe, empleados habitualmente como método complementario de desinfección de superficies, tras la limpieza estándar. Su empleo en centros sanitarios trata de reducir las *infecciones nosocomiales*.

Las superficies ambientales pueden desempeñar un papel importante en la transmisión de patógenos asociados a la atención médica como *Clostridium difficile*, *Staphylococcus aureus resistente a meticilina* (SARM) y *Enterococcus resistente a vancomicina* (ERV). Los pacientes pueden adquirir estos patógenos a través del contacto directo con superficies contaminadas o a través de las manos de los trabajadores de la salud, que pueden transmitir patógenos de superficies contaminadas a pacientes susceptibles³.

La radiación ultravioleta (UV) presenta una longitud de onda entre los 100 nm y los 480 nm. El tipo A se sitúa entre los 315 y 400 nm, el tipo B entre los 280 y 315 nm y la radiación UV-C entre los 100 y 280 nm. De las radiaciones UV, la radiación UV-C es considerada la más dañina para los organismos vivos por su capacidad de producir alteraciones en el ADN y ARN. Por otra parte, en el entorno natural, es la menos relevante ya que la atmósfera terrestre se encarga de impedir que ésta llegue a la superficie de la tierra⁴.

La longitud de onda de UV-C de 200 a 270 nm es germicida e implica, mediante la absorción de fotones, la ruptura de enlaces moleculares en el ADN y ARN, lo que resulta en la muerte de microorganismos. Las ventajas de la tecnología UV-C incluyen su actividad microbicida contra una amplia gama de patógenos asociados con el cuidado de la salud, incluido *C. difficile*, y la capacidad para una descontaminación de la habitación más rápida en comparación con los sistemas de peróxido de hidrógeno^{3,5}.

a Nota de la revisora: Aunque la limpieza de suelos puede realizarse con fregona en doble cubo en áreas de bajo riesgo, es tendencia que la limpieza en áreas de medio (hospitalización) y alto riesgo (UCIS, quirófanos) se realice con mopas de microfibras que se retiran tras limpiar cada habitación o un número de metros y luego se procesan en lavadoras termodesinfectadoras para su reutilización.

Los dispositivos que emplean lámparas de mercurio, emiten radiación UV-C con una frecuencia en torno a los 254 nm. La liberación de esta radiación es continua y se acumula hasta alcanzar dosis letales dependiendo de la duración de la exposición y la distancia desde el foco emisor⁶. El rango de longitud de onda (187 nm a 254 nm) demostró ser muy eficiente para destruir bacterias indeseables, y las lámparas de esterilización estaban disponibles comercialmente antes del año 1911⁷. Los dispositivos que emplean lámparas de xenón, emiten radiación UV-C con una frecuencia que abarca desde los 100 a 280 nm e incluso el espectro visible (comprendido entre los 380 y 700 nm) y, a diferencia de las lámparas de mercurio, emiten la radiación en pulsos cortos de alta intensidad⁶.

Se ha demostrado que diferentes microorganismos son susceptibles a la inactivación mediante el uso de radiación UV-C, e incluye bacterias, virus, hongos y esporas. La inactivación es directamente proporcional a la dosis de UV-C que se recibe, y esta a su vez, es el resultado de la intensidad y duración de la exposición⁸.

El sistema TRU-D SmartUVCTM utiliza bombillas de gas de mercurio de baja presión⁹ e incorpora unos sensores que permiten medir la cantidad de radiación UV-C que, tras alcanzar las superficies objetivo, se refleja en el dispositivo para confirmar la administración de una dosis determinada. La magnitud física que se emplea es la *densidad de potencia*, expresada como microwatios dividido por centímetro cuadrado ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$). Este dispositivo puede llegar a suministrar una dosis reflejada de 22.000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ a 36.000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ para esporas de *C. difficile* y 12.000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ para bacterias vegetativas^{1,3}.

Cuando la cantidad de mercurio involucrada es muy pequeña, el espectro de emisión de la lámpara de baja presión resultante se concentra en el ultravioleta (del orden del 90% a 187 y 254 nm). Este rango de longitud de onda demostró ser muy eficiente para destruir bacterias indeseables, y las lámparas de esterilización estaban disponibles comercialmente antes de 1911.

Existen varios dispositivos de mercurio, que se diferencian en el número de lámparas y la potencia emitida (pueden ser lámparas de potencia estándar o máxima). Durante el funcionamiento del dispositivo, nadie debe estar ni entrar en las habitaciones. Los dispositivos están programados para detenerse automáticamente si la puerta se abre o detectan movimiento en la habitación.

Para una habitación estándar de hospitalización, con un área media de 18,2 m² (incluido el baño), el tiempo medio de exposición a UV-C puede estimarse en 17 minutos. El tiempo se verá incrementado si se quieren elimi-

nar también esporas¹. Las indicaciones de los fabricantes sugieren el emplazamiento del dispositivo en diferentes localizaciones para mejorar el rendimiento del mismo, aunque otros como el fabricante del sistema TRU-D SmartUVC™ sugieren una única localización en el centro de la habitación con la puerta del baño abierta. El dispositivo se apaga automáticamente cuando todos los sensores han alcanzado la dosis reflejada preestablecida. Para espacios de mayor tamaño, se requieren más de 45 minutos por ciclo para una habitación estándar⁹, alcanzando hasta los 55 minutos¹⁰. En quirófanos, el tiempo necesario para alcanzar los objetivos puede incrementarse hasta los 75 minutos⁹. Puede haber localizaciones que precisen de hasta 100 minutos por ciclo, especialmente si se trata de erradicar esporas de *C. difficile*⁵. Ver tabla 2.

Tabla 2. Estimación de tiempo (minutos) empleado para la desinfección complementaria por ciclo con lámpara de mercurio tras el alta de pacientes

VARIABLE	PARA C. DIFFICILE	PARA SAMR / ERV	QUIRÓFANO
Mover y configurar el dispositivo a la habitación.	20	20	20
Desinfección habitación.	20 a 40	15 a 25	60 a 75
Tiempo total	40 a 60	35 a 45	80 a 95

Fuente: Health Quality Ontario 2018⁹.

Entre las desventajas que supone el uso de esta tecnología, se encuentran: no se sabe si el uso disminuye la incidencia de infección nosocomial (IN); la descontaminación se realiza solo en la desinfección terminal (no en la limpieza diaria); todos los pacientes y el personal deben desalojar la habitación o el área; los costes de bienes de capital son sustanciales; no elimina el polvo y las manchas, que son importantes para los pacientes y visitantes; y tiene parámetros de uso sensibles (por ejemplo, dosis de UV administrada)¹. Además, el equipo y los muebles deben alejarse de las paredes para evitar sombras porque los sistemas UV-C no pueden desinfectar áreas sin una línea de visión directa o indirecta. Por último, estas unidades requieren un tiempo considerable para una desinfección eficaz y, por lo tanto, pueden afectar negativamente al tiempo de renovación de la habitación⁵.

Población diana

Cualquier persona que acceda a un recinto del sistema sanitario, que incluye al paciente hospitalizado, así como a segmentos poblacionales como neonatos, población en edad pediátrica, personas de edad avanzada y personas

que presentan factores de riesgo como patologías crónicas, quemaduras, intervención quirúrgica reciente, inmunocomprometidos y pacientes remitidos a unidades de cuidados intensivos (UCIs).

Toda persona que accede a las instalaciones de un sistema sanitario es susceptible de ser colonizada o infectada por un microorganismo, resistente, multirresistente o no con los riesgos que ello comporta.

Por otra parte, al analizar el empleo de lámparas de mercurio para la emisión de radiación UV-C, deben tenerse en cuenta las superficies de las salas y habitaciones de hospitalización, las características de los materiales con las que están fabricadas y la respuesta de estos a la exposición a este tipo de radiación.

Descripción de la patología a la que se aplica la tecnología

Se trata de dispositivos que tratan de reducir la IN, para lo que hay que tener en cuenta que, por ejemplo, en las UCIs se ha estimado que la principal fuente de patógenos causantes de la IN fue la flora endógena del paciente (entre un 40% y 60% de los casos), las infecciones cruzadas a través de las manos del personal sanitario (entre un 20% y 40%), cambios en la flora por los antibióticos prescritos (entre un 20 y 25%) y otras causas que supondrían en torno al 20% y que incluye la contaminación del ambiente. Además, la contaminación de las manos de los profesionales sanitarios puede deberse al tocar directamente al paciente o indirectamente, tras tocar superficies ambientales contaminadas. Existen pruebas de que los guantes o las manos de los profesionales sanitarios tienen la misma probabilidad de contaminarse al tocar a un paciente que al tocar una superficie de la habitación de un paciente¹¹.

La contaminación de las superficies de las habitaciones de los hospitales juega un papel importante en la transmisión de patógenos claves asociados a la IN, incluido el SARM, ERV, *C. difficile*, *Acinetobacter spp* y norovirus. En general, todos ellos comparten las siguientes características: capacidad de sobrevivir durante períodos prolongados de tiempo en superficies ambientales, capacidad de permanecer virulento después de la exposición ambiental, contaminación frecuente del ambiente hospitalario, capacidad para colonizar pacientes, capacidad para colonizar transitoriamente las manos de los profesionales sanitarios y transmisión a través de las manos contaminadas de estos. Los norovirus y *C. difficile* también se destacan por su pequeña dosis de inoculación y una resistencia relativa a los antisépticos y desinfectantes usados en superficies ambientales¹¹. Ver tabla 3.

Tabla 3. Pruebas sobre la relación entre contaminación de superficies e IN.

Las superficies de las habitaciones y salas de pacientes colonizados o infectados están frecuentemente contaminadas con el patógeno.
El patógeno es capaz de sobrevivir en las superficies de las habitaciones del hospital y en el equipo médico durante un período de tiempo prolongado.
El contacto con las superficies de las habitaciones del hospital o el equipo médico, por parte del profesional sanitario, frecuentemente conduce a la contaminación de las manos o los guantes.
La frecuencia con la que se contaminan las superficies de la habitación se correlaciona con la frecuencia de contaminación de las manos o los guantes por parte del profesional sanitario.
El paciente ingresado en una habitación previamente ocupada por un paciente colonizado o infectado con un patógeno (por ejemplo, SARM, ERV, <i>C. difficile</i> , <i>Acinetobacter spp</i>) tiene una mayor probabilidad de desarrollar colonización o infección con ese patógeno.
La limpieza terminal complementaria de las habitaciones conduce a una menor tasa de colonización e infección de pacientes individuales.
Una limpieza terminal complementaria de las habitaciones conduce a una menor tasa de colonización e infección en toda la instalación.
La desinfección terminal complementaria con un dispositivo sin contacto conduce a una disminución de la tasa de infección en los pacientes ingresados posteriormente en una habitación donde el ocupante anterior fue colonizado o infectado.
La desinfección terminal complementaria con un dispositivo sin contacto conduce a una menor tasa de colonización e infección en toda la instalación.

Fuente: Weber et al. 2016¹¹

Área de especialización/abordaje

Puede emplearse en cualquier servicio sanitario, especialmente en aquellos en los que manejan un mayor volumen de pacientes como salas de espera, y aquellas localizaciones en las que los pacientes son más vulnerables a la contaminación o infección como, por ejemplo, unidades de quemados, quirófanos o UCIs.

Los servicios de limpieza son los encargados de manejar estos dispositivos.

Desarrollo y uso de la tecnología

Grado de desarrollo de la tecnología

Se trata de una tecnología (empleo de dispositivos automatizados emisores de UV-C) sobre la que se sigue investigando, estando su comercialización difundida en Canadá, Estados Unidos y Europa, e incluso introducida en numerosos centros sanitarios internacionales y españoles.

Se han encontrado documentos que actualizan las pruebas sobre el uso de dispositivos similares que emplean lámparas de xenón o de lámparas recubiertas de teflón.

Tipo y uso de la tecnología

Carácter preventivo. Dispositivo destinado a una desinfección complementaria de las superficies y orientado a la reducción del riesgo de adquisición de IN producidas o no por microorganismos resistentes o multirresistentes.

Lugar o ámbito de aplicación de la tecnología

Centros de atención sanitaria, especialmente hospitales, en sus unidades y servicios en los que los pacientes son más vulnerables, como quirófanos, UCIs o incluso habitaciones destinadas o programadas para el aislamiento de pacientes.

Relación con tecnologías previas

Se definen tres modalidades distintas para la desinfección rutinaria de las superficies de habitaciones y salas de centros sanitarios: desinfectantes químicos, superficies autodesinfectantes y dispositivos sin contacto.

El empleo de dispositivos emisores de radiaciones UV-C forma parte de las tecnologías sin contacto que tratan de complementar la limpieza

ambiental tradicional. Hay hospitales en EEUU que complementan la limpieza terminal estándar con el uso de otro tipo de tecnología sin contacto, en concreto, con dispositivos de emisión de vapor de peróxido de hidrógeno. En este informe se contempla el uso de dispositivos emisores de radiación UV-C mediante lámparas de mercurio como complemento a la limpieza terminal estándar de salas y habitaciones de hospitalización, es decir, tras el cese en las salas de actividad de personas o tras el alta o derivación del paciente a otra unidad. En España, el uso de dispositivos emisores de peróxido de hidrógeno está poco extendida.

En los hospitales habitualmente se utilizan cinco categorías de agentes químicos (amonios cuaternarios, hipoclorito, peróxido de hidrógeno, fenoles y ácido peracético). Estos desinfectantes presentan distintas modalidades de aplicación y su selección puede ser un proceso complejo que incluye una cuidadosa consideración de sus ventajas e inconvenientes. De este modo, para un protocolo de desinfección eficaz, se deben tener en cuenta los microorganismos objetivo, el tipo de superficie, las características de un desinfectante específico, coste y facilidad de uso, y la seguridad del personal encargado de la limpieza. Además, hay que tener en cuenta que la eficacia de todos los desinfectantes, independientemente de la categoría, se ve significativamente afectada por la forma en que se utilizan en el entorno hospitalario del mundo real (por ejemplo, suficiente tiempo de contacto, temperatura, concentración)⁵.

Aportación de la nueva tecnología en relación a la tecnología en uso actual

Los productos y tecnologías de limpieza y desinfección de superficies se han estudiado ampliamente y, a partir de las pruebas existentes y la opinión de expertos, hay un consenso sobre el valor de los productos a base de amonio cuaternario y cloro. Estos agentes químicos son los principales desinfectantes utilizados para la desinfección de rutina de las habitaciones de los hospitales, y los hipocloritos a menudo se recomiendan para las habitaciones de los pacientes infectados con *C. difficile*. El uso de toallitas impregnadas en ácido peracético o peróxido de hidrógeno puede ser una alternativa a los productos a base de amonio cuaternario y a la lejía para la desinfección manual de superficies⁵.

El uso de tecnologías sin contacto se ha sumado a la limpieza terminal estándar debido al valor potencial que presentan para mejorar los resultados en cuanto a la eliminación de microorganismos sobre superficies y con-

secuentemente, a la reducción del riesgo de transmisión cruzada, colonización e/o infección de pacientes, pero los costes de productos, mantenimiento y capacitación del personal pueden disuadir a los hospitales (y a los sistemas sanitarios) de adquirir estos dispositivos⁵.

Hay estudios que destacan el papel del empleo de la radiación UV-C como complemento a la limpieza terminal estándar, en la reducción de las IN y especialmente las debidas a patógenos como *C. difficile* o ERV¹².

Licencia, reintegro de gastos u otras autorizaciones

Esta tecnología debe incluir en la documentación del producto una declaración UE de conformidad con el objeto de aportar la información requerida sobre el cumplimiento de la regulación europea aplicable, según las especificaciones UNE 0068: 2020^b.

No se ha podido documentar que el sistema TRU-D SmartUVCTM haya obtenido el mercado CE.

b Disponible el 26 de abril de 2021 en la siguiente URL:
https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Especificacion_UNE_0068-2020.pdf

Importancia sanitaria de la condición clínica o la población a la que se aplica

Dentro de los *eventos adversos* (EA) que se pueden observar en los hospitales públicos españoles, los asociados a IN constituyen un 25,3% de los mismos. De estos, casi el 57% podrían evitarse, lo que contribuiría a reducir las causas de discapacidad y mortalidad, así como evitar estancias hospitalarias más largas e incrementar el consumo de recursos sanitarios¹³.

De esto se deduce que el ambiente en centros sanitarios puede ser una fuente importante de transmisión de microorganismos, con el riesgo de que estos pueden ser multirresistentes a antibióticos o tratarse de *C. difficile*, que contaminan superficies y pueden sobrevivir sobre las mismas durante días o, como en el caso de *C. difficile*, durante meses. A ello se le puede añadir que se ha estimado que solo el 50% de las superficies de habitaciones hospitalarias están suficientemente limpias antes del ingreso de un nuevo paciente tras el alta del paciente anterior. Ello implica que pacientes que ingresan en una habitación en la que permaneció ingresado previamente un paciente con colonización o infección por microorganismos multirresistentes o por *C. difficile*, se vea expuesto a un riesgo incrementado de infección o colonización por alguno de estos microorganismos. A todo ello hay que añadir que la contaminación ambiental constituye también una fuente importante de contaminación de manos de los profesionales sanitarios¹⁴.

Incidencia / Prevalencia

A partir del estudio sobre los EA ligados a la hospitalización, se extrae que la incidencia de EA relacionados con la asistencia sanitaria en pacientes fue del 9,3% (525/5624), IC95%: 8,6% a 10,1%. Los relacionados con la asistencia hospitalaria (excluidos los pacientes de atención primaria, consultas externas y ocasionados en otro hospital) se estimó en un 8,4% (473/5624), IC95%: 7,7% a 9,1%. De un total de 655 EA en 525 pacientes, 166 (25,3%) EA se relacionaron con la IN de cualquier tipo. La incidencia de EA relacionados con la IN se estima en un 2,95% (166/5624)¹⁵.

Del estudio sobre seguridad de los pacientes en atención primaria de salud, se identificaron 2059 alertas, de las cuales, 93 (4,52%) fueron EA relacionados con infecciones de cualquier tipo¹⁶.

En España, en el año 2019, se estimó que la prevalencia de pacientes con IN fue del 7,03%. En el mismo periodo de tiempo, se estimó que el 17,77% de los pacientes ingresados presentaban una infección de origen comunitario. Al hacer una descripción de las infecciones desagregada por grupos de edad, la prevalencia de IN en menores de 16 años se sitúa en torno al 4,19% y las infecciones comunitarias en torno al 13,06%. En personas con 65 ó más años de edad, estas cifras se estiman en el 7,72% y en el 21,24% respectivamente¹⁷. Ver tabla 4.

Tabla 4. Distribución de pacientes y prevalencia de infecciones¹⁷

Pacientes	N	PACIENTES CON IN			PACIENTES CON INFECCIÓN COMUNITARIA		
		n	%	IC95%	n	%	IC95%
Hospitalizados	60.153	4.226	7,03	6,82 a 7,23	10.687	17,77	17,46 a 18,07
Grupo edad	N	n	%	IC95%	n	%	IC95%
< 16 años	4.388	184	4,19	3,60 a 4,79	573	13,06	12,06 a 14,06
16 a 64 años	22.697	1.490	6,56	6,24 a 6,89	3.090	13,61	13,17 a 14,06
≥ 65 años	33.063	2.552	7,72	7,43 a 8,01	7.024	21,24	20,80 a 21,69
Estancia	N	n	%	IC95%	n	%	IC95%
1 a 3 días	24.991	638	2,55	2,36 a 2,75	3.745	14,99	14,54 a 15,43
4 a 7 días	14.160	939	6,63	6,22 a 7,04	3.286	23,21	22,51 a 23,90
8 a 14 días	9.994	1.022	10,23	9,63 a 10,82	2.130	21,31	20,51 a 22,12
≥ 15 días	10.856	1.622	14,94	14,27 a 15,61	1.506	13,87	13,22 a 14,52

Carga de la enfermedad

A partir de los datos ofrecidos por un estudio sobre la limpieza diaria de las habitaciones de pacientes, de las 1404 superficies pertenecientes a 157 habitaciones que fueron analizadas tras la limpieza diaria, sólo el 47% de las superficies habían sido limpiados realmente. Esto puso de manifiesto las

dificultades y otros problemas que pueden presentarse en un entorno sanitario en relación a las potenciales áreas de mejora para reducir o limitar la transmisión cruzada de microorganismos¹⁸.

En el caso de que un nuevo paciente sea hospitalizado en una habitación que ha estado ocupada previamente por un paciente colonizado o infectado como, por ejemplo, con un microorganismo multirresistente, aquél presenta un mayor riesgo de colonización o infección por el mismo¹⁹, incrementándose el riesgo por encima del 39%²⁰.

En 2019 se publicó un estudio que estimó la carga de infecciones causadas por bacterias resistentes a los antibióticos de interés para la salud pública en los países de la Unión Europea y el Espacio Económico Europeo en el año 2015. Para ello, estimaron el número de casos, muertes atribuibles y años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) a partir de los datos extraídos de la *European Antimicrobial Resistance Surveillance Network* (EARS-Net). Durante el año 2015 se estimaron 671.689 (IC95%: 583.148 a 763.966) infecciones por bacterias resistentes a antibióticos. De las cuales, el 63,5% se asociaron con los cuidados en salud. Estas infecciones representaron una estimación de 33.110 (IC95%: 28.480 a 38.430) muertes atribuibles y 874.541 (IC95%: 768.837 a 989.068) AVAD. La carga por grupos de edad fue mayor en los lactantes (< de 1 año) y personas de 65 años ó más, con un aumento de la misma desde el año 2007²¹.

En un estudio previo, se llegó a la conclusión que la carga generada por seis de las infecciones relacionadas con cuidados en salud (neumonía, infección del tracto urinario, infección del sitio quirúrgico, infección por *Clostridium difficile*, sepsis neonatal y bacteriemia) fue más alta que todas las demás enfermedades transmisibles bajo vigilancia por el European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC)²².

Las infecciones nosocomiales suponen una fuente importante de morbi-mortalidad en los pacientes. En Estados Unidos, a partir de una muestra de hospitales de agudos, aproximadamente el 4% de los pacientes presentan, al menos, una infección nosocomial. Se estimaron en torno a 722.000 infecciones nosocomiales durante el año 2011 en hospitales para agudos, de los cuales, en torno a 75.000 pacientes hospitalizados con una infección nosocomial fallecieron durante su hospitalización¹¹.

A través del estudio de prevalencia de las IN en España, se pone de manifiesto la asociación que existe entre la duración de la estancia y la prevalencia de las IN, llegando casi al 15% para aquellos pacientes que tienen una estancia de 15 días o más, y siendo del 2,55% para pacientes que permanecen ingresados de 1 a 3 días¹⁷ (ver tabla 4).

En España, la mortalidad relacionada con IN se estima en 3.200 al año (algo más de 8 muertes al día), todo lo cual supone un mayor número de muertes que el de los accidentes de tráfico, cifrado en torno a las 2.500 muertes anuales²³.

A todo ello se le pueden añadir los costes de la “no seguridad” relacionados con la medicación, la IN y los procedimientos quirúrgicos en pacientes hospitalizados durante el año 2011. En conjunto, supusieron 2.474 millones de euros para el Sistema Nacional de Salud (SNS) español²⁴.

Los episodios asociados a la diarrea por *C. difficile* en los hospitales españoles se estimaron durante el año 2012 en 7.601 (incidencia 17,1 episodio/año/10.000 altas hospitalarias) con un gasto anual para el SNS de 32.157.093 €, siendo el 95,6% de este gasto generado por la prolongación de la estancia hospitalaria, el 0,5% al tratamiento antibiótico, el 2,8% a intervenciones quirúrgicas y el 1,1% a las medidas de control de la infección²⁵.

De todo esto se extrae que las IN suponen un reto en la limpieza habitual y terminal de los espacios sanitarios, un mayor riesgo para los pacientes de contaminarse o infectarse y en muchos casos con microorganismos multirresistentes, lo que implica un aumento de las cargas para los sistemas sanitarios y proveedores de salud con un incremento de las estancias hospitalarias y un aumento de la morbi-mortalidad.

Requerimiento para usar la tecnología

Requerimientos de infraestructura y formación

Antes de utilizar esta tecnología en un espacio concreto, se debe haber realizado la limpieza y desinfección terminal con el procedimiento habitual. Es recomendable retirar objetos y muebles de paredes, para que los haces de radiación UV-C puedan alcanzar directa o indirectamente todas las superficies.

Se precisa de personal que maneje y traslade el dispositivo de una habitación a otra y debe estar definido el tipo de ciclo que se va a aplicar, en función de los microorganismos objetivo en estado vegetativo o en forma de esporas que se quieran eliminar.

Esta tecnología está diseñada para funcionar por control remoto, da información a través de un portal electrónico que incluye datos de patógenos específicos, dosis, habitación, operador y tiempos de ciclos. Proporciona datos visuales e informes en tiempo real, con gráficos y hojas de cálculo exportables.

Para su uso se requiere que no haya personas en la habitación. Dispone de un sensor de movimiento para pararse en caso de que detecte movimiento dentro del espacio en el que está funcionando. Se debe tener en cuenta que, en espacios con paredes con gran superficie revestida de cristal, como ocurre en las UCIs, éstas deben cubrirse con sábanas o algún tipo de material que permita que la radiación UV-C se vea reflejada para incidir sobre otras superficies del espacio tratado y sobre el propio dispositivo. Esta tecnología cuenta con unos sensores que cuantifican la radiación UV-C reflejada y que, una vez alcanzada la dosis definida se apaga automáticamente y emite alguna señal de aviso de finalización de la intervención.

Las personas encargadas de aplicar las radiaciones UV-C deben contar con los equipos de protección adecuados y acreditar una formación específica sobre los requisitos de seguridad de los aparatos o equipos que utilizan radiaciones UV-C²⁶.

Coste y precio unitario

El coste de un dispositivo con lámpara de mercurio se estima en Canadá en 249.034 dólares canadienses (CAD) (170.571,23 € de 2017^c) que, con un horizonte temporal a 5 años, y la inclusión de costes de mantenimiento y del personal de limpieza se traduce en un impacto presupuestario de 634.255 CAD (434.421,23 € (2017)). El mayor impacto económico se produce el primer año con la adquisición del dispositivo. El resto de años, el coste es generado por el mantenimiento del dispositivo y los costes del personal. El impacto presupuestario final variará en función del número de dispositivos adquiridos, la frecuencia de uso y el tiempo del personal⁹.

c Estimado el cambio en 1 € = 1,46 CAD durante el año 2017.

Riesgos y seguridad

Se realizó una búsqueda de efectos adversos en MAUDE - Manufacturer and User Facility Device Experience de la Food and Drug Administration (FDA), no encontrándose ninguno^d.

Materiales

Se ha puesto de manifiesto que las radiaciones UV-C no penetran en sábanas y cortinas, y niveles altos de radiación UV-C pueden reducir la vida útil de materiales como plásticos y telas²⁷.

La radiación UV-C interacciona con los materiales que se ven expuestos a la misma. Cuando las radiaciones inciden en una superficie, éstas pueden ser transmitidas, absorbidas o reflejadas. Dado que la radiación UV-C no se transmite en la mayoría de objetos sólidos y hay relativamente poca reflexión de esta radiación, la gran mayoría de la misma se absorbe. Esta absorción puede causar fotodegradación que resulta en una alteración del color, textura o propiedades mecánicas del objeto. En quirófanos, estos cambios se hacen evidentes en el amarilleo de los plásticos blancos y el aclaramiento de objetos coloreados. Por otra parte, la mayor parte de objetos de metal no se ven afectados. La exposición de cualquier material susceptible a la radiación UV-C cambiará las propiedades del mismo, pero la magnitud de estos cambios va a depender de variables como la distancia, el tiempo y el espectro de la radiación²⁸.

Personal que manipula la tecnología / profesionales sanitarios

Se describe, en el curso de una investigación, el caso de una enfermera que no había sido entrenada en el manejo del dispositivo que, en el intento de apagar el dispositivo durante un ciclo en una habitación, entró en la habitación. Tras la exposición a radiación UV-C de aproximadamente 1 minuto,

d En la siguiente URL:
<https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfMAUDE/search.CFM>

describió cefaleas y alteraciones de la visión en forma de manchas solares. Fue tratada sintomáticamente sin complicaciones posteriores. El incidente se produjo por el fallo de distintos sistemas, incluido el fallo del sensor de apertura de puertas²⁹.

La exposición directa y prolongada a la radiación ultravioleta, en general, puede producir una irritación temporal de la córnea y conjuntiva ocular¹⁸.

En España, aplica el Real Decreto 486/2010 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados a la exposición de *radiaciones ópticas* artificiales³⁰, y se refiere al riesgo para la salud y la seguridad de los trabajadores debido a los efectos nocivos en los ojos y en la piel causados por la exposición a radiaciones ópticas artificiales. Así, los trabajadores que se vean expuestos en el lugar de trabajo a los riesgos derivados de las radiaciones ópticas artificiales deben recibir la información y formación necesarias para, entre otros, poder desarrollar una práctica de trabajo segura, con el fin de reducir al mínimo los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ópticas artificiales y un uso correcto de los equipos de protección individual³⁰.

La radiación UV-C (así como la UV-A y UV-B) presenta riesgos para la salud cuando se supera el valor límite de exposición de 30 J/m² (valor referido a 8 horas de exposición)³⁰, como son fotoqueratitis de la córnea, conjuntivitis y cataratas. La córnea del ojo es muy sensible a los UV-C y con sobreexposición puede aparecer una fotoqueratitis dolorosa. Este efecto es bien conocido entre soldadores no adecuadamente protegidos. La fotoqueratitis debida a rayos UV desaparece en 24-48 horas sin dejar secuelas. Con el uso de esta tecnología, es muy poco probable que una persona pueda estar expuesta durante 8 horas a este tipo de radiación.

En el año 2020 se publicó la especificación UNE 0068^e que detalla los requisitos de seguridad para aparatos UV-C utilizados para la desinfección de aire de locales y superficies. Ofrecen un listado con los requisitos generales y de seguridad de estos dispositivos e informan que la *International Commission Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) ha proporcionado una guía para la exposición ocupacional a la radiación UV (incluida la radiación UV-C) en la que se expresa que la exposición en ojos/piel sin protección no debe exceder los 30 J/m² para radiación de 270 nm. Ver tabla 5.

e Disponible el 26 de abril de 2021 en la siguiente URL:
https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Especificacion_UNE_0068-2020.pdf

Tabla 5. Límites máximos de exposición a radiación UV-C según su longitud de onda

LONGITUD DE ONDA	LÍMITE MÁXIMO DE EXPOSICIÓN (EXPOSICIÓN RADIANTE)
270 nm	30 J/m ²
254 nm	60 J/m ²
222 nm	240 J/m ²

J: julios; nm: nanómetro.

Pacientes

El uso de esta tecnología se realiza como complemento de la desinfección terminal de un espacio como, por ejemplo, una habitación de hospitalización. Por este motivo, no hay pacientes ni debe haber pacientes durante el empleo de esta tecnología, en el espacio dentro del cual se utilice esta tecnología.

Independientemente de si se centran los riesgos sobre profesionales sanitarios, de la limpieza o en los propios pacientes, existe un riesgo de exposición para los pacientes y el personal a la radiación UV-C, si el sensor no activa la desconexión automática de la fuente emisora al abrir la puerta. Este aspecto puede ser importante si la habitación cuenta con varias entradas, como sucede en quirófanos²⁷.

Dado que la radiación UV ha sido identificada como potencialmente cancerígena, deben adoptarse medidas de protección para minimizar ese riesgo. Las radiaciones UV-C no se pueden aplicar en presencia de personas, debido a que un uso inadecuado de estos equipos puede provocar posibles daños para la salud humana y dar una falsa sensación de seguridad. El uso de lámparas de desinfección UV para desinfectar las manos u otras áreas de la piel no está recomendado salvo que esté clínicamente justificado²⁶.

Microorganismos

Se debe tener presente que la radiación UV-C es un mutágeno conocido, por lo que aquellos microorganismos que no son inactivados completamente por la radiación, una proporción de los mismos son susceptibles de adquirir mutaciones³¹.

Eficacia / Efectividad

Se han identificado 12 estudios^{1-3,14,27,32-38}, con una elevada heterogeneidad metodológica que, no ha permitido metaanalizar los estimadores individuales de los estudios. Analizan los siguientes desenlaces:

1. Eficacia de la radiación UV-C en placas inoculadas intencionadamente con microorganismos multirresistentes (MMR). La eficacia se muestra como:
 - a. Reducción logarítmica [Log_{10}] de unidades formadoras de colonias (UFC) por centímetro cuadrado (cm^2).
 - b. Reducción porcentual del recuento de UFC/ cm^2 de MMR.
2. Efectividad de la aplicación de UV-C como método de descontaminación de superficies de alto riesgo de salas de hospitalización de pacientes. En términos de:
 - a. Reducción Log_{10} de la presencia de MMR tras la aplicación de UV-C.
 - b. Reducción porcentual del recuento de UFC o superficies contaminadas tras la aplicación de UV-C.
3. Riesgo de colonización o IN por MMR tras uso de UV-C como método de descontaminación de salas de hospitalización de pacientes. Determinado como:
 - a. Incidencia acumulada. Si fue posible su cálculo, se ofrecen también estimadores relativos como el riesgo relativo (RR), reducción relativa del riesgo (RRR), y estimadores absolutos como reducción absoluta del riesgo (RAR) y número de habitaciones necesarias a tratar (NNT).
 - b. Tasa de incidencia de infección.

La presencia de los MMR analizados incluye: SARM, ERV, *Clostridium difficile* (incluye sus esporas) y *Acinetobacter spp.* y específicamente *Acinetobacter baumannii*.

Para los desenlaces 1 y 2 los estudios tienen como referencia diversas localizaciones de elevada frecuencia de contacto o elevado riesgo de contaminación como, por ejemplo, barandillas de cama, mesa sobrecama, man-

do de la televisión, agarres del baño, asiento del inodoro y otros, clasificándolas según la exposición a la radiación UV-C en localizaciones de exposición directa o indirecta.

Los tiempos de exposición de las superficies, la localización de los dispositivos emisores de UV-C y la densidad de potencia administrada varía entre estudios y en función del objetivo (bacterias vegetativas o esporas de *C. difficile*).

Se debe tener presente que reducciones logarítmicas de las UFC inferiores a 2 es sinónimo de una reducción de las UFC inferior al 99%²⁷, lo que puede implicar un resultado insuficiente, especialmente en áreas de riesgo o de uso frecuente por múltiples usuarios.

Eficacia de la radiación UV-C en placas inoculadas intencionadamente con MMR

Se identificaron 5 estudios^{1,3,27,33,38} que cuentan con un diseño antes-después y analizan la carga microbiológica en placas que han sido previamente inoculadas con una carga conocida. Ver tabla 6.

Tabla 6. Resultados de eficacia desinfectante/germicida de la radiación UV-C en placas inoculadas intencionadamente con MMR

Estudio		Locs.	% Red (rango)	Red log ₁₀ (rango)
Boyce et al. 2011 ³³	Bacterias vegetativas	5	84,0% a 100%	0,79 a 0,81*
	Esporas <i>C. difficile</i>			0,01 a 4,9**
Mahida et al. 2013 ²⁷	Exposición directa UV-C	6	99,7% a 99,9%	3,5 a > 4
	Exposición indirecta UV-C			1 a > 4
Nerandzic et al. 2010 ³	Global	De 3 a 8	79% al 100%	2 a 4,5
	Según dosis reflejada (de 5.000 a 22.000 µWs/cm ²).			1,1 a 4,1***
Rutala et al. 2010 ¹	Global	45 a 50	-	1,2 a 5,34
	UV-C directa	10 a 15	-	2,99 a 5,50
	UV-C indirecta	32 a 40	-	1,46 a 5,25
Wong et al. 2016 ³⁸	<i>SAMR, ERV, C. difficile</i>	6	93,4% a 98,5%	-

Locs: hace referencia al número de localizaciones (por ejemplo: mando de la televisión, manilla puertas, mesa sobrecamara, etc.) que se han analizado en los estudios. MMR: microorganismos multirresistentes. Red Log₁₀: reducción logarítmica del recuento de UFC/cm² de MMR. % Red: reducción porcentual del recuento de UFC/cm² de MMR.

*: Reducción logarítmica de aquellas localizaciones en las que la UV-C no erradicó los MMR.

** : Datos para esporas de *C. difficile*. Pobres resultados en baño.

***: A menos dosis reflejada, menor reducción logarítmica, especialmente con las esporas de *C. difficile*.

Los resultados varían en función de si se trata de bacterias vegetativas o esporas, así como de las dosis reflejadas y duración de tiempos de emisión de UV-C, dando como resultado, en el peor de los casos, una reducción de las UFC del 79%.

Efectividad de la aplicación de UV-C como método de descontaminación de superficies de alto riesgo de salas de hospitalización de pacientes

Se han identificado y evaluado 6 estudios^{1,3,32,34,36,38}. Presentan un diseño antes-después para la aplicación de UV-C. Los estudios se caracterizan por su heterogeneidad clínica y metodológica, entre las que cabe destacar los diferentes microorganismos objetivos de las investigaciones, superficies analizadas, modalidades de limpieza, etc. Todo ello lleva a obtener, por ejemplo, en el peor de los casos, una reducción de las superficies contaminadas del 77,8%. Ver tabla 7.

Tabla 7. Resultados de eficacia de UV-C en superficies de habitaciones hospitalarias

Estudio	Reducción Log ₁₀ UFC	% Reducción UFC	% Reducción superficies contaminadas
Anderson et al. 2013 ^{32*}	1,07	Entre 93,1 y 98,1%	-
Napolitano et al 2015 ³⁴	-	-	77,8%
Nerandzic et al. 2010 ³	-	Entre 79 y 100%	Entre 85,7 y 92,9%
Penno et al. 2017 ³⁶	Entre 1,01 y 1,31	Entre 90,3 y 95,1%	-
Rutala et al. 2020 ¹	Entre 0,95 y 1,79	Entre 88,8 y 98,4%	-
Wong et al. 2016 ³⁸	-	-	Entre 88,0 y 100%

*: resultados combinados de exposición directa e indirecta a UV-C.

Riesgo de colonización o IN por MMR tras uso de UV-C como método de descontaminación de salas de hospitalización de pacientes

Se identificaron 5 estudios para el análisis de este desenlace^{2,14,34,35,37}. Dos de ellos presentan un diseño de ensayo clínico^{2,14}, uno es un análisis de

serie temporal³⁵ y los dos restantes presentan un diseño antes-después^{34,37}. Ver tabla 8.

Tabla 8. Tasa de infección e incidencia acumulada de IN global

Estudio	Tasa de infección [§]	Incidencia acumulada (%)	Comentarios
Anderson et al. 2017 ¹⁴	51,3 / 33,9 / 45,6*	2,3 / 1,5 / 2,2	Sólo se observan diferencias estadísticamente significativas tras el empleo de amonio cuaternario + UV-C. RR: 0,7 (IC95%: 0,5 a 0,98); RAR: 0,87% (IC95%: 0,32% a 1,4%)
Anderson et al. 2018 ²	18,1 / 17,2 / 17,4**	0,86 / 0,84 / 0,86	No se observan diferencias estadísticamente significativas.
Napolitano et al. 2015 ³⁴	37,0 vs. 24,0	-	Diferencias estadísticamente significativas.
Pegues et al. 2017 ³⁵	30,34 vs. 22,85		No se observan diferencias estadísticamente significativas. Solo se analizan infecciones por CD.
Raggi et al. 2018 ³⁷	48,7 vs. 39,4	2,46 vs. 1,86	Diferencias estadísticamente significativas. RAR: 0,6% (IC95%: 0,24% a 0,95%)

§: salvo que se exprese de otra forma, se muestran las tasas previas al uso de UV-C y posterior a su uso. Todas las tasas se expresan por 10.000 pacientes-día.

*: Tasas en pacientes expuestos y expresado como por cada 10.000 días de exposición. Se muestra el valor basal, tras uso de amonio cuaternario + UV-C y tras uso de lejía + UV-C respectivamente.

** : Se muestra el valor basal, tras uso de amonio cuaternario + UV-C y tras uso de lejía + UV-C respectivamente.

Se observa un conjunto de datos inconsistentes, explicado en gran parte por la citada heterogeneidad clínica y metodológica de los diferentes estudios.

Evaluación económica

No se han identificado estudios de evaluación económica para el empleo de dispositivos portátiles emisores de radiación UV-C con lámparas de gas de mercurio de baja presión. Ver apartado de costes y precio unitario para tener una aproximación del impacto presupuestario que puede ofrecer la adquisición de estos dispositivos.

Impactos

Impacto en salud

El fabricante del dispositivo Tru-D SmartUVC informa que este dispositivo puede influir positivamente en la prevención frente a la adquisición de IN³⁹. En el mismo sentido, otros estudios informan que la contaminación e infección por microorganismos multirresistentes, así como por *C. difficile*, constituye un proceso complejo, en el que el paciente presenta un riesgo de estar expuesto a los mismos, pero que dicho riesgo puede modificarse, mejorando los resultados en salud para los pacientes^{14,34}.

Por otro lado, dada la elevada heterogeneidad clínica y metodológica de los estudios identificados, así como las limitaciones que presentan los mismos, no se tiene la certeza de que la radiación UV-C reduzca las IN⁹.

Impacto ético, social, legal, político y cultural de la implantación de la tecnología

La comercialización de estos dispositivos está sujeta a la legislación vigente^{40,41}. No parece que la potencial incorporación de esta tecnología a los sistemas sanitarios pueda tener un impacto significativo en las áreas de este apartado, más allá del componente ético de implementar el uso de una tecnología que, si bien señala la capacidad de limitar y reducir el crecimiento de microorganismos procedentes de superficies contaminadas y parece que existen indicios que señalan a que puede contribuir a la reducción de las IN, se debe tener presente que la reducción y control de las IN en los entornos sanitarios dependen de múltiples intervenciones de aplicación secuencial y concomitantemente.

Se ha considerado el potencial impacto ambiental de esta tecnología, dado que emplea lámparas con gas de mercurio. Estas lámparas de uso profesional deben cumplir las limitaciones impuestas por la legislación vigente en cuanto a contenido de mercurio en su interior⁴² así como las condiciones de almacenamiento, recogida y transporte^{43,44}.

Cuando la cantidad de mercurio involucrada es muy pequeña, el espectro de emisión de la lámpara de baja presión resultante se concentra en el ultravioleta (del orden del 90% a 187 y 254 nm)⁷.

Impacto económico de la tecnología

La contaminación de pacientes y la adquisición de IN por los mismos, se puede agrupar con los costes de la no seguridad que, para el Sistema Nacional de Salud español, en el año 2011, supuso un desembolso extra de 2.474 millones de euros²⁴.

La estimación del coste extra anual generado por las diarreas asociadas a *C. difficile* en España se ha estimado en 32.157.093 €, siendo el coste anual estimado de las recurrencias en 10.426.750 €. De estos costes, el 95,6% del coste se debería a la prolongación de las estancias hospitalarias²⁵.

La implementación de un sistema de radiación UV-C a la limpieza terminal estándar, en el medio sanitario, puede suponer un desembolso económico importante que puede verse compensado por los costes evitados, que en el estudio de Pegues et al. 2017 supuso un ahorro en costes directos, durante el año fiscal de 2014, entre 348.525\$ y 1.537.000\$ americanos³⁵. Otros autores estiman un ahorro en costes directos (para un periodo de un año), de 1.219.878\$³⁷.

Los datos sobre potenciales ahorros en costes directos, tienen que contextualizarse, dado que el impacto de la adquisición de esta tecnología puede variar significativamente en función de la cantidad de dispositivos a adquirir, la frecuencia de uso diario y el tiempo de personal requerido para su uso⁹.

Difusión e introducción esperada de la tecnología

El sistema TRU-D SmartUVC™, se comercializa en Estados Unidos y Canadá. No se ha identificado que tenga el marcado CE para su comercialización en Europa. Otros dispositivos que emplean, por ejemplo, lámparas de xenón emisoras de radiación UV-C se comercializan en Europa.

La patente del sistema TRU-D SmartUVC™, se puede fechar en el año 2003. Esto puede hacernos pensar que la difusión de este tipo de tecnología ha sido muy limitada a través del tiempo. Puede deberse a múltiples factores que no son autoexcluyentes, sino que pueden haber influido conjuntamente en esta limitada difusión. El coste elevado ha podido ser un elemento disuasorio inicialmente, y las limitadas pruebas sobre su papel en el control y reducción de las IN.

La situación actual de pandemia, que ha llevado a los distintos estados a situaciones puntuales de colapso de los sistemas sanitarios, a una ralentización y caída de la economía mundial, son circunstancias que pueden reavivar el interés por este tipo de tecnología, tanto para su uso sanitario como para otros entornos.

Sin perder de vista la situación de pandemia, la comodidad de uso que presenta esta tecnología y su seguridad, así como la necesidad de limitar las IN, especialmente en pacientes de riesgo, son características que pueden facilitar su difusión dado que, además, tiene buena aceptabilidad por parte del personal sanitario y de los pacientes^{3,29,45}.

El sistema TRU-D SmartUVC™ ya fue noticia en la web^f de Hospimedica en noviembre de 2012.

^f Información identificada el 13 de abril de 2021 en la siguiente URL:
<https://www.hospimedica.es/cuidados-de-pacientes/articulos/294743494/sistema-ultravioleta-suministra-desinfeccion-rapida-de-habitaciones.html>

Recomendaciones e investigación en curso

Investigación en curso

Se hizo una búsqueda de estudios en curso en ClinicalTrials.gov, EU Clinical Trials Register, International Clinical Trials Registry Platform (WHO) Current Controlled Trials (ISRCTN registry). En ClinicalTrials.gov se identificó un registro de ensayo clínico finalizado (NCT01579370) y que fue publicado en 2017¹⁴ Es un estudio multicéntrico realizado en EEUU en el que los investigadores emplearon el dispositivo TRU-D SmartUVC™.

Guías y directrices

En noviembre de 2020, el Ministerio de Sanidad de España emitió una *Nota sobre el uso de productos que utilizan radiaciones Ultravioleta-C para la desinfección del SARS-CoV-2*²⁶ concluye que “La evidencia disponible sugiere que los dispositivos de radiación UV-C podrían inactivar el SARS-CoV-2 de una forma fácil y rápida. Sin embargo, esta evidencia es todavía escasa y muy heterogénea”.

Según la Comisión Internacional de la Iluminación, la radiación UVC debe utilizarse de manera competente y con el debido cuidado en lo que respecta a la dosis y la seguridad. El uso inapropiado de UVC puede dar lugar a problemas para la salud y la seguridad humanas y producir una desactivación insuficiente de los agentes infecciosos⁴⁶.

En base a ello, el Ministerio de Sanidad hace las siguientes recomendaciones respecto al uso de dispositivos UVC para desinfección de SARS-CoV-2:

1. Las Radiaciones UV-C no se pueden aplicar en presencia de personas.
2. Los aplicadores deben contar con los equipos de protección adecuados y acreditar una formación específica sobre los requisitos de seguridad de los aparatos o equipos que utilizan radiaciones UV-C.

3. Un uso inadecuado de estos equipos puede provocar posibles daños para la salud humana y dar una falsa sensación de seguridad. No se recomienda el uso de estos equipos o dispositivos para un uso doméstico.
4. El uso de lámparas de desinfección UV para desinfectar las manos u otras áreas de la piel no está recomendado salvo que esté clínicamente justificado.
5. Los instaladores profesionales de las UV-C deben informar a los clientes sobre el cumplimiento de la Especificación UNE 0068 y de los principales aspectos relacionados con el uso seguro y la no superación de los límites de exposición.

La actualización de la Guía de Práctica Clínica para infección por *Clostridium difficile* en niños y adultos elaborada por la Sociedad Americana de Enfermedades Infecciosas (IDSA) y la Sociedad Americana de Epidemiología de la salud (SHEA), no recomiendan el uso de dispositivos automáticos de desinfección terminal utilizando un método esporicida para prevenir la infección por *Cl. Difficile*, basándose en los pocos estudios disponibles. La razón es que no encuentran evidencia de que estos dispositivos reduzcan la tasa de infección de manera superior a otros métodos esporicidas⁴⁷.

Puntos clave

- La contaminación de superficies por microorganismos, en espacios sanitarios, supone un riesgo de transmisión cruzada de los mismos entre usuarios del sistema sanitario y profesionales de la salud.
- La contaminación o infección de pacientes por microorganismos patógenos o multirresistentes a antibióticos es un problema grave que genera una importante morbi-mortalidad en el propio paciente, constituye un riesgo sanitario para cualquier persona que acceda al sistema sanitario, como usuario o como profesional de la salud y se asocia a un incremento de los costes asistenciales muy importantes para los sistemas sanitarios.
- La limpieza terminal estándar de espacios sanitarios es una medida eficaz para controlar la IN.
- Añadir el empleo de tecnologías “*sin contacto*” automatizadas puede mejorar los resultados sobre contaminación de superficies, especialmente aquellas de uso frecuente puede ser, por tanto, una opción que complemente la limpieza terminal estándar.
- El empleo de dispositivos automatizados de emisión de radiación UV-C a partir de lámparas de gas de mercurio supone un incremento de costes importante. Debe considerarse evaluar su valor óptimo en términos de tipo de tecnología y ubicaciones en las que usarlos.
- Puede tomarse la decisión de emplear esta tecnología en unidades y áreas de atención a pacientes con alto riesgo de infección, pero debe recordarse que estas tecnologías, independientemente de la localización en la que se deseen emplearse, no eliminan la necesidad de otras prácticas para el control de infecciones.
- Nunca se aplicarán en espacios ocupados por personas que puedan verse expuestas a la radiación UV-C.
- En caso de adoptarse la decisión de adquirir este tipo de tecnología, es deseable que exista un trabajo colaborativo con todos los servicios del centro sanitario y, especialmente, con servicios de Medicina Preventiva y Microbiología.

- Es recomendable que se recopile información sobre tasas de infección hospitalaria antes y después de la implementación, tasas de readmisión, tiempo de desinfección y de inactividad del espacio desinfectado. Esta información puede alertar de un incumplimiento o relajación de otras medidas necesarias para el control de infecciones.

Bibliografía

1. Rutala WA, Gergen MF, Weber DJ. Room decontamination with UV radiation. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2010;31(10):1025-9. <https://doi.org/10.1086/656244>.
2. Anderson DJ, Moehring RW, Weber DJ, Lewis SS, Chen LF, Schwab JC, et al. Effectiveness of targeted enhanced terminal room disinfection on hospital-wide acquisition and infection with multidrug-resistant organisms and *Clostridium difficile*: a secondary analysis of a multicentre cluster randomised controlled trial with crossover design (BETR Disinfection). *Lancet Infect Dis.* 2018;18(8):845-53. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(18\)30278-0](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(18)30278-0).
3. Nerandzic MM, Cadnum JL, Pultz MJ, Donskey CJ. Evaluation of an automated ultraviolet radiation device for decontamination of *Clostridium difficile* and other healthcare-associated pathogens in hospital rooms. *BMC Infect Dis.* 2010;10:197. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-10-197>.
4. Owens MU DD, Shoemaker MO, Knudson GB, Meszaros JE, Deal JL. High-Dose Ultraviolet C Light Inactivates Spores of *Bacillus Atrophaeus* and *Bacillus Anthracis Sterne* on Nonreflective Surfaces. *Applied Biosafety.* 2005;10(4):240-7.
5. Leas BF, Sullivan N, Han JH, Pegues DA, Kaczmarek JL, Umscheid CA. AHRQ Comparative Effectiveness Technical Briefs. Environmental Cleaning for the Prevention of Healthcare-Associated Infections. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US). AHRQ Publication No. 15-EHC020-EF; 2015. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK311016/toc/?report=reader>.
6. Nerandzic MM, Thota P, Sankar CT, Jencson A, Cadnum JL, Ray AJ, et al. Evaluation of a pulsed xenon ultraviolet disinfection system for reduction of healthcare-associated pathogens in hospital rooms. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2015;36(2):192-7. <https://doi.org/10.1017/ice.2014.36>.
7. Rubin MB. The development of the mercury lamp. *Bull Hist Chem.* 2010;35(2):105-10.
8. Lindblad M, Tano E, Lindahl C, Huss F. Ultraviolet-C decontamination of a hospital room: Amount of UV light needed. *Burns.* 2020;46(4):842-9. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2019.10.004>.

9. Health Quality Ontario. Portable Ultraviolet Light Surface-Disinfecting Devices for Prevention of Hospital-Acquired Infections: A Health Technology Assessment. *Ont Health Technol Assess Ser.* 2018;18(1):1-73.
10. Nottingham M, Peterson G, Doern C, Doll M, Masroor N, Sanogo K, et al. Ultraviolet-C light as a means of disinfecting anesthesia workstations. *Am J Infect Control.* 2017;45(9):1011-3. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2017.02.016>.
11. Weber DJ, Rutala WA, Anderson DJ, Chen LF, Sickbert-Bennett EE, Boyce JM. Effectiveness of ultraviolet devices and hydrogen peroxide systems for terminal room decontamination: Focus on clinical trials. *Am J Infect Control.* 2016;44(5 Suppl):e77-84. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.11.015>.
12. Marra AR, Schweizer ML, Edmond MB. No-Touch Disinfection Methods to Decrease Multidrug-Resistant Organism Infections: A Systematic Review and Meta-analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2018;39(1):20-31. <https://doi.org/10.1017/ice.2017.226>.
13. Aranaz-Andrés JM, Aibar-Remón C, Vitaller-Burillo J, Requena-Puche J, Terol-García E, Kelley E, et al. Impact and preventability of adverse events in Spanish public hospitals: results of the Spanish National Study of Adverse Events (ENEAS). *Int J Qual Health Care.* 2009;21(6):408-14. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzp047>.
14. Anderson DJ, Chen LF, Weber DJ, Moehring RW, Lewis SS, Triplett PF, et al. Enhanced terminal room disinfection and acquisition and infection caused by multidrug-resistant organisms and *Clostridium difficile* (the Benefits of Enhanced Terminal Room Disinfection study): a cluster-randomised, multicentre, crossover study. *Lancet.* 2017;389(10071):805-14. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)31588-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)31588-4).
15. Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaría General de Sanidad. Dirección General de la Agencia de Calidad del Sistema Nacional de Salud. Estudio Nacional sobre los Efectos Adversos ligados a la Hospitalización. ENEAS 2005. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud. Seguridad del Paciente. 2006.
16. Estudio APEAS. Estudio sobre la seguridad de los pacientes en atención primaria de salud. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 2008.
17. Sociedad Española de Medicina Preventiva, Salud Pública e Higiene. EPINE, Estudio de Prevalencia de las Infecciones Nosocomiales en

- España. Informe España. Prevalencia de infecciones (relacionadas con la asistencia sanitaria y comunitarias) y uso de antimicrobianos en hospitales de agudo. Versión 1.0. Estudio EPINE-EPPS nº 30. 2019.
18. Chemaly RF, Simmons S, Dale C, Jr., Ghantaji SS, Rodriguez M, Gubb J, et al. The role of the healthcare environment in the spread of multidrug-resistant organisms: update on current best practices for containment. *Ther Adv Infect Dis.* 2014;2(3-4):79-90. <https://doi.org/10.1177/2049936114543287>.
 19. Mitchell BG, Dancer SJ, Anderson M, Dehn E. Risk of organism acquisition from prior room occupants: a systematic review and meta-analysis. *J Hosp Infect.* 2015;91(3):211-7. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2015.08.005>.
 20. Weber DJ, Kanamori H, Rutala WA. 'No touch' technologies for environmental decontamination: focus on ultraviolet devices and hydrogen peroxide systems. *Curr Opin Infect Dis.* 2016;29(4):424-31. <https://doi.org/10.1097/qco.0000000000000284>.
 21. Cassini A, Högberg LD, Plachouras D, Quattrocchi A, Hoxha A, Simonsen GS, et al. Attributable deaths and disability-adjusted life-years caused by infections with antibiotic-resistant bacteria in the EU and the European Economic Area in 2015: a population-level modelling analysis. *Lancet Infect Dis.* 2019;19(1):56-66. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(18\)30605-4](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(18)30605-4).
 22. Cassini A, Plachouras D, Eckmanns T, Abu Sin M, Blank HP, Ducomble T, et al. Burden of Six Healthcare-Associated Infections on European Population Health: Estimating Incidence-Based Disability-Adjusted Life Years through a Population Prevalence-Based Modelling Study. *PLoS Med.* 2016;13(10):e1002150. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002150>.
 23. Gaceta Médica. Las infecciones nosocomiales son todo un reto sanitario [internet]. Madrid: Gaceta Médica; 2017 [acceso 21 de abril de 2021], Disponible en: <https://gacetamedica.com/seccion-investigacion/>.
 24. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Estrategia de seguridad del paciente del Sistema Nacional de Salud. Período 2015-2020. 2016.
 25. Asensio A, Bouza E, Grau S, Rubio-Rodríguez D, Rubio-Terrés C. Coste de la diarrea asociada a *Clostridium difficile* en España. *Rev Esp Salud Pública.* 2013;87:25-33.
 26. Ministerio de Sanidad. Nota sobre el uso de productos que utilizan radiaciones Ultravioleta-C para la desinfección del SARS-CoV-2. 2020.

27. Mahida N, Vaughan N, Boswell T. First UK evaluation of an automated ultraviolet-C room decontamination device (Tru-D). *J Hosp Infect.* 2013;84(4):332-5. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2013.05.005>.
28. Simmons S, Dale C, Holt J, Velasquez K, Stibich M. Role of Ultraviolet Disinfection in the Prevention of Surgical Site Infections. *Adv Exp Med Biol.* 2017;996:255-66. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56017-5_21.
29. Anderson DJ, Knelson LP, Moehring RW, Lewis SS, Weber DJ, Chen LF, et al. Implementation Lessons Learned From the Benefits of Enhanced Terminal Room (BETR) Disinfection Study: Process and Perceptions of Enhanced Disinfection with Ultraviolet Disinfection Devices. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2018;39(2):157-63. <https://doi.org/10.1017/ice.2017.268>.
30. España. Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales. *Boletín Oficial del Estado*, 24 de abril de 2010, núm: 99, pp. 36103-36120.
31. Otter JA, Yezli S, Perl TM, Barbut F, French GL. The role of 'no-touch' automated room disinfection systems in infection prevention and control. *J Hosp Infect.* 2013;83(1):1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2012.10.002>.
32. Anderson DJ, Gergen MF, Smathers E, Sexton DJ, Chen LF, Weber DJ, et al. Decontamination of targeted pathogens from patient rooms using an automated ultraviolet-C-emitting device. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2013;34(5):466-71. <https://doi.org/10.1086/670215>.
33. Boyce JM, Havill NL, Moore BA. Terminal decontamination of patient rooms using an automated mobile UV light unit. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2011;32(8):737-42. <https://doi.org/10.1086/661222>.
34. Napolitano NA, Mahapatra T, Tang W. The effectiveness of UV-C radiation for facility-wide environmental disinfection to reduce health care-acquired infections. *Am J Infect Control.* 2015;43(12):1342-6. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.07.006>.
35. Pegues DA, Han J, Gilmar C, McDonnell B, Gaynes S. Impact of Ultraviolet Germicidal Irradiation for No-Touch Terminal Room Disinfection on *Clostridium difficile* Infection Incidence Among Hematology-Oncology Patients. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2017;38(1):39-44. <https://doi.org/10.1017/ice.2016.222>.
36. Penno K, Jandarov RA, Sopirala MM. Effect of automated ultraviolet C-emitting device on decontamination of hospital rooms with and

- without real-time observation of terminal room disinfection. *Am J Infect Control*. 2017;(no pagination). <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2017.06.015>.
37. Raggi R, Archulet K, Haag CW, Tang W. Clinical, operational, and financial impact of an ultraviolet-C terminal disinfection intervention at a community hospital. *Am J Infect Control*. 2018;46(11):1224-9. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.05.012>.
 38. Wong T, Woznow T, Petrie M, Murzello E, Muniak A, Kadora A, et al. Postdischarge decontamination of MRSA, VRE, and *Clostridium difficile* isolation rooms using 2 commercially available automated ultraviolet-C-emitting devices. *Am J Infect Control*. 2016;44(4):416-20. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.10.016>.
 39. Tru-D® SmartUVC [Internet]. EE.UU [Última actualización 2021] [citado 10/05/2021]. Disponible en: <https://tru-d.com/>.
 40. España. Real Decreto 1591/2009, de 16 de octubre, por el que se regulan los productos sanitarios. *Boletín Oficial del Estado*, 6 de noviembre de 2009, núm: 268, pp. 92708-92778.
 41. Unión Europea. Reglamento (UE) n.º 745/2017 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de abril de 2017, sobre los productos sanitarios, por el que se modifica la Directiva 2001/83/CE, el Reglamento (CE) n.º 178/2002 y el Reglamento (CE) n.º 1223/2009 y por el que se derogan las Directivas 90/385/CEE y 93/42/CEE del Consejo. *Diario Oficial de la Unión Europea*. L 117, 5 de mayo de 2017, pp. 1-175.
 42. España. Real Decreto 219/2013, de 28 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos. *Boletín Oficial del Estado*, 23 de marzo de 2013, núm: 71, pp. 1-30.
 43. España. Real Decreto 27/2021, de 19 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos, y el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *Boletín Oficial del Estado*, 20 de enero de 2021, núm: 17, pp. 4851-4901.
 44. España. Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *Boletín Oficial del Estado*, 21 de febrero de 2015, núm: 45, pp. 14211-14312.
 45. Rock C, Curless MS, Carson KA, Nowakowski E, Scheeler V, Maragakis LL. Patient and health care worker perceptions of daily use of

- ultraviolet-C technology as an adjunct to daily cleaning in an academic hospital: Secondary study of Ultra Violet-C Light Evaluation as an Adjunct to Removing Multi-Drug Resistant Organisms. *Am J Infect Control*. 2018;46(3):348-9. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2017.08.039>.
46. CIE. Comisión Internacional de la Iluminación. Declaración de la posición de la CIE sobre el uso de la radiación ultravioleta (UV) para gestionar el riesgo de transmisión de la COVID-19. [Internet]. 2020 [Última actualización 14/05/2020] [citado 10/05/2021]. Disponible en: <https://smart-lighting.es/declaracion-posicion-cie-radiacion-ultravioleta-covid-19/>.
 47. McDonald LC, Gerding DN, Johnson S, Bakken JS, Carroll KC, Coffin SE, et al. Clinical Practice Guidelines for *Clostridium difficile* Infection in Adults and Children: 2017 Update by the Infectious Diseases Society of America (IDSA) and Society for Healthcare Epidemiology of America (SHEA). *Clin Infect Dis*. 2018;66(7):e1-e48. <https://doi.org/10.1093/cid/cix1085>.
 48. López de Argumedo M, Reviriego E, Gutiérrez A, Bayón JC. Actualización del Sistema de Trabajo Compartido para Revisiones Sistemáticas de la Evidencia Científica y Lectura Crítica (Plataforma FLC 3.0). Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del País Vasco; 2017. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: OSTEBA.
 49. Barbut F. How to eradicate *Clostridium difficile* from the environment. *J Hosp Infect*. 2015;89(4):287-95. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2014.12.007>.
 50. Beal A, Mahida N, Staniforth K, Vaughan N, Clarke M, Boswell T. First UK trial of Xenex PX-UV, an automated ultraviolet room decontamination device in a clinical haematology and bone marrow transplantation unit. *J Hosp Infect*. 2016;93(2):164-8. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2016.03.016>.
 51. Bernard H, Little J. The impact of ultraviolet (UV) disinfection system coupled with evidence-based interventions on the incidence of hospital onset *Clostridium difficile* (HO-C-Diff). *Am J Infect Control*. 2015;43:S27.
 52. Blazejewski C, Guerry MJ, Preau S, Durocher A, Nseir S. New methods to clean ICU rooms. *Infect Disord Drug Targets*. 2011;11(4):365-75. <http://www.eurekaselect.com/88502/article>

53. Boyce JM. Modern technologies for improving cleaning and disinfection of environmental surfaces in hospitals. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2016;5:10. <https://doi.org/10.1186/s13756-016-0111-x>.
54. Catalanotti A, Abbe D, Simmons S, Stibich M. Influence of pulsed-xenon ultraviolet light-based environmental disinfection on surgical site infections. *Am J Infect Control*. 2016;44(6):e99-e101. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.12.018>.
55. Doll M, Morgan DJ, Anderson D, Bearman G. Touchless Technologies for Decontamination in the Hospital: a Review of Hydrogen Peroxide and UV Devices. *Current Infectious Disease Reports*. 2015;17(9). <https://doi.org/10.1007/s11908-015-0498-1>.
56. Donskey CJ. Decontamination devices in health care facilities: Practical issues and emerging applications. *Am J Infect Control*. 2019;47s:A23-a8. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2019.03.005>.
57. Levenson SM, Trexler PC, van der Waaij D. Nosocomial infection: prevention by special clean-air, ultraviolet light, and barrier (isolator) techniques. *Curr Probl Surg*. 1986;23(7):453-558.
58. Mason J. A Pulsed-Xenon UV Light Disinfection System for Hospital Rooms. Canada: Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. Health Technology Update. Issue 19, 2017.
59. McMullen K, Wood H, Buol W, Johnson D, Bradley A, Woeltje K, et al. Impact of a Pulsed Xenon Ultraviolet Light (PX-UV) Light Room Disinfection System on Clostridium difficile Rates. *Open Forum Infectious Diseases*. 2015;2(suppl_1). <https://doi.org/10.1093/ofid/ofv133.1264>.
60. Memarzadeh F, Olmsted RN, Bartley JM. Applications of ultraviolet germicidal irradiation disinfection in health care facilities: effective adjunct, but not stand-alone technology. *Am J Infect Control*. 2010;38(5 Suppl 1):S13-24. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2010.04.208>.
61. Nct. Ultra Violet-C Light Evaluation as an Adjunct to Removing Multi-Drug Resistant Organisms (UVCLEAR-MDRO). 2015. <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02605499>.
62. Nct. Pulsed UV Xenon Disinfection to Prevent Resistant Healthcare Associated Infection. 2017. <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03349268>.
63. Petersson LP, Albrecht UV, Sedlacek L, Gemein S, Gebel J, Vonberg RP. Portable UV light as an alternative for decontamination. *Am J*

- Infect Control. 2014;42(12):1334-6. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2014.08.012>.
64. Piluso LG, Moffatt-Smith C. Disinfection using ultraviolet radiation as an antimicrobial agent: a review and synthesis of mechanisms and concerns. PDA J Pharm Sci Technol. 2006;60(1):1-16.
 65. Qureshi Z, Yassin MH. Role of ultraviolet (UV) disinfection in infection control and environmental cleaning. Infect Disord Drug Targets. 2013;13(3):191-5. <http://www.eurekaselect.com/115893/article>
 66. Reid D, Ternes K, Winowiecki L, Yonke C, Riege B, Fregoli F, et al. Germicidal irradiation of portable medical equipment: Mitigating microbes and improving the margin of safety using a novel, point of care, germicidal disinfection pod. Am J Infect Control. 2020;48(1):103-5. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2019.07.021>.
 67. Rutala WA, Weber DJ. Disinfectants used for environmental disinfection and new room decontamination technology. Am J Infect Control. 2013;41(5 Suppl):S36-41. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2012.11.006>.
 68. Sampathkumar P, Nation L, Folkert C, Wentink JE, Zavaleta KW. A Trial of pulsed xenon ultraviolet disinfection to reduce *C. Difficile* Infection. Am J Infect Control. 2016;44(6):S32-S3. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.04.022>.
 69. Sampathkumar P, Folkert C, Barth JE, Nation L, Benz M, Hesse A, et al. A trial of pulsed xenon ultraviolet disinfection to reduce *Clostridioides difficile* infection. Am J Infect Control. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.09.018>.
 70. Sliney D. Balancing the risk of eye irritation from UV-C with infection from bioaerosols. Photochem Photobiol. 2013;89(4):770-6. <https://doi.org/10.1111/php.12093>.
 71. Weber DJ, Rutala WA. Self-disinfecting surfaces: review of current methodologies and future prospects. Am J Infect Control. 2013;41(5 Suppl):S31-5. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2012.12.005>.
 72. Zeber JE, Pfeiffer C, Baddley JW, Cadena-Zuluaga J, Stock EM, Copeland LA, et al. Effect of pulsed xenon ultraviolet room disinfection devices on microbial counts for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and aerobic bacterial colonies. Am J Infect Control. 2018;46(6):668-73. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.02.001>.

Anexos

Anexo 1. Metodología empleada para la realización de la ficha técnica

Pregunta de investigación:	El empleo adicional, de dispositivos emisores de radiación UV-C mediante lámparas de gas de mercurio, a la limpieza terminal de espacios sanitarios, ¿mejora los resultados en salud de los pacientes?
Objetivos específicos:	Valorar la modificación de la incidencia de contaminación o de IN en pacientes a riesgo de adquirir IN.
Búsqueda bibliográfica:	<p>Fecha de búsqueda: 16 de enero de 2019. Complementado con sistema de alertas hasta mayo de 2021.</p> <p>Bases de datos generales: Medline, Embase, CRD databases, The Cochrane Library.</p> <p>Bases de datos de ensayos clínicos en desarrollo: ClinicalTrials.gov, EU Clinical Trials Register, International Clinical Trials Registry Platform (WHO), Current Controlled Trials (ISRCTN registry).</p> <p>Otras: Manufacturer and User Facility Device Experience (MAUDE), European Patent Office.</p> <p>Palabras clave utilizadas: “Ultraviolet Rays”, Tru-D, “Tru-D SmartUVC”, Tru-D UVC, Tru-D Rapid Room Disinfection device, Xenex, ultraviolet disinfection device, ultraviolet disinfection system, (ultraviolet devices, ultraviolet light devices, ultraviolet C, UV devices, UV-C, UVC, UV-C light, UV light, UV-C irradiation, UV radiation, ultraviolet radiation, ultraviolet irradiation, ultraviolet-C radiation, ultraviolet-C irradiation, no touch technolog*, no touch strateg*, ultraviolet germicidal irradiation, germicidal irradiation, ultraviolet-C emitting, automated ultraviolet-C room decontamination device, automated ultraviolet radiation device, automated mobile UV light, portable ultraviolet light surface-disinfecting device*</p>
Criterios de inclusión:	<p>Población: personas en riesgo de contaminación por microorganismos en un ámbito sanitario o de IN.</p> <p>Intervención: Empleo de dispositivos de UV-C tras la limpieza terminal estándar de espacios sanitarios.</p> <p>Resultados: Modificación de las UFC, la expresión logarítmica de UFC en placas inoculadas voluntariamente, en placas procedentes de superficies de riesgo de espacios sanitarios y modificación de la incidencia de contaminación por microorganismos o de IN.</p> <p>Diseño de estudio y tipo de publicación: Informes de evaluación de tecnologías sanitarias, revisiones sistemáticas con o sin meta-análisis, estudios experimentales y cuasi-experimentales.</p> <p>Idioma: inglés. castellano.</p>

Criterios de exclusión:	Revisiones narrativas, cartas al director, editoriales, notas, protocolos de investigación, medios ajenos a los sistemas sanitarios.
Extracción de datos:	Los datos relevantes de los estudios fueron extraídos de un modo uniforme en tablas de síntesis de la evidencia. Se recopiló información general como autoría, año de publicación, e información específica como objetivos del estudio, características de la intervención y desenlaces de interés. La síntesis de los resultados se realizó de forma cualitativa en las tablas de evidencia recogidas en el anexo 4, basadas en las fichas de lectura crítica, Plataforma Web 3.0 ⁴⁸ .
Valoración de la calidad de la evidencia:	Para la valoración de la calidad de la evidencia recuperada y su riesgo de sesgo, se utilizó la herramienta de lectura crítica ⁴⁸ .

Anexo 2. Estrategias de búsqueda

Medline:

#1 “Ultraviolet Rays”[Mesh] OR Tru-D OR “Tru-D SmartUVC” OR (Tru-D UVC[tiab]) OR (Tru-D Rapid Room Disinfection device[tiab]) OR Xenex OR (ultraviolet disinfection device*[tiab]) OR (ultraviolet disinfection system*[tiab]) OR (ultraviolet devices[tiab]) OR (ultraviolet light devices[tiab]) OR (ultraviolet C[tiab]) OR (UV devices[tiab]) OR UV-C[tiab] OR UVC[tiab] OR (UV-C light[tiab]) OR (UV light[tiab]) OR (UV-C irradiation[tiab]) OR (UV radiation[tiab]) OR (ultraviolet radiation[tiab]) OR (ultraviolet irradiation[tiab]) OR (ultraviolet-C radiation[tiab]) OR (ultraviolet-C irradiation[tiab]) OR (no touch technolog*[tiab]) OR (no touch strateg*[tiab]) OR (ultraviolet germicidal irradiation[tiab]) OR (germicidal irradiation[tiab]) OR (ultraviolet-C emitting[tiab]) OR (automated ultraviolet-C room decontamination device*[tiab]) OR (automated ultraviolet radiation device*[tiab]) OR (automated mobile UV light unit[tiab]) OR (portable ultraviolet light surface-disinfecting device*[tiab])

#2 “Disinfection/methods”[Mesh] OR “Decontamination/methods” [Mesh] OR disinfection[tiab] OR decontamination[tiab] OR (surface environment[tiab])

#3 “Drug Resistance, Multiple, Bacterial”[Mesh] OR “Cross Infection/prevention and control”[Mesh] OR “Infection Control”[Mesh] OR (cross infection[tiab]) OR (infection control[tiab]) OR (hospital infection [tiab]) OR (health care–associated infection*[tiab]) OR (multidrug-resistant organisms[tiab]) OR (healthcare-associated pathogen*[tiab]) OR (environmental pathogen*[tiab])

#1 AND #2 AND #3

Embase:

#1 ‘ultraviolet radiation’/exp OR Tru-D OR “Tru-D SmartUVC” OR (Tru-D UVC):ab,ti OR (Tru-D Rapid Room Disinfection device):ab,ti OR Xenex OR (ultraviolet disinfection device*):ab,ti OR (ultraviolet disinfection system*):ab,ti OR (ultraviolet devices):ab,ti OR (ultraviolet light devices):ab,ti OR (ultraviolet C):ab,ti OR (UV devices):ab,ti OR UV-C:ab,ti OR UVC:ab,ti OR (UV-C light):ab,ti OR (UV light):ab,ti OR (UV-C irradiation):ab,ti OR (UV radiation):ab,ti OR (ultraviolet radiation):ab,ti

OR (ultraviolet irradiation):ab,ti OR (ultraviolet-C radiation):ab,ti OR (ultraviolet-C irradiation):ab,ti OR (no touch technolog*):ab,ti OR (no touch strateg*):ab,ti OR (ultraviolet germicidal irradiation):ab,ti OR (germicidal irradiation):ab,ti OR (ultraviolet-C emitting):ab,ti OR (automated ultraviolet-C room decontamination device*):ab,ti OR (automated ultraviolet radiation device*):ab,ti OR (automated mobile UV light unit):ab,ti OR (portable ultraviolet light surface-disinfecting device*):ab,ti

#2 'disinfection'/exp OR 'decontamination'/exp OR disinfection:ab,ti OR decontamination:ab,ti OR (surface environment):ab,ti

#3 'multidrug resistance'/exp OR 'cross infection'/exp OR 'infection control'/exp OR (cross infection):ab,ti OR (infection control):ab,ti OR (hospital infection):ab,ti OR (health care-associated infection*):ab,ti OR (multidrug-resistant organisms):ab,ti OR (healthcare-associated pathogen*):ab,ti OR (environmental pathogen*):ab,ti

#1 AND #2 AND #3

The Cochrane Library:

#1 MeSH descriptor: [Ultraviolet Rays] explode all trees

#2 (Tru-D OR "Tru-D SmartUVC" OR (Tru-D UVC) OR (Tru-D Rapid Room Disinfection device) OR Xenex OR (ultraviolet disinfection device*) OR (ultraviolet disinfection system*) OR (ultraviolet devices) OR (ultraviolet light devices) OR (ultraviolet C) OR (UV devices) OR UV-C OR UVC OR (UV-C light) OR (UV light) OR (UV-C irradiation) OR (UV radiation) OR (ultraviolet radiation) OR (ultraviolet irradiation) OR (ultraviolet-C radiation) OR (ultraviolet-C irradiation) OR (no touch technolog*) OR (no touch strateg*) OR (ultraviolet germicidal irradiation) OR (germicidal irradiation) OR (ultraviolet-C emitting) OR (automated ultraviolet-C room decontamination device*) OR (automated ultraviolet radiation device*) OR (automated mobile UV light unit) OR (portable ultraviolet light surface-disinfecting device*)):ti,ab,kw (Word variations have been searched)

#3 #1 OR #2

#4 MeSH descriptor: [Disinfection] explode all trees

#5 MeSH descriptor: [Decontamination] explode all trees

#6 (disinfection OR decontamination OR (surface environment)):ti,ab,kw (Word variations have been searched)

#7 #4 OR #5 OR #6

#8 #3 AND #7

CRD databases:

(Tru-D OR “Tru-D SmartUVC” OR (Tru-D UVC) OR (Tru-D Rapid Room Disinfection device) OR Xenex OR (ultraviolet disinfection device*) OR (ultraviolet disinfection system*) OR (ultraviolet devices) OR (ultraviolet light devices) OR (ultraviolet C) OR (UV devices) OR UV-C OR UVC OR (UV-C light) OR (UV light) OR (UV-C irradiation) OR (UV radiation) OR (ultraviolet radiation) OR (ultraviolet irradiation) OR (ultraviolet-C radiation) OR (ultraviolet-C irradiation) OR (no touch technolog*) OR (no touch strateg*) OR (ultraviolet germicidal irradiation) OR (germicidal irradiation) OR (ultraviolet-C emitting) OR (automated ultraviolet-C room decontamination device*) OR (automated ultraviolet radiation device*) OR (automated mobile UV light unit) OR (portable ultraviolet light surface-disinfecting device*))

Registros de ensayos clínicos:

Clinicaltrials.gov

Tru-D OR “Tru-D SmartUVC”

EU Clinical Trials Register

Tru-D OR “Tru-D SmartUVC”

International Clinical Trials Registry Platform (WHO)

Tru-D OR “Tru-D SmartUVC”

Current Controlled Trials (ISRCTN registry)

Tru-D OR “Tru-D SmartUVC”

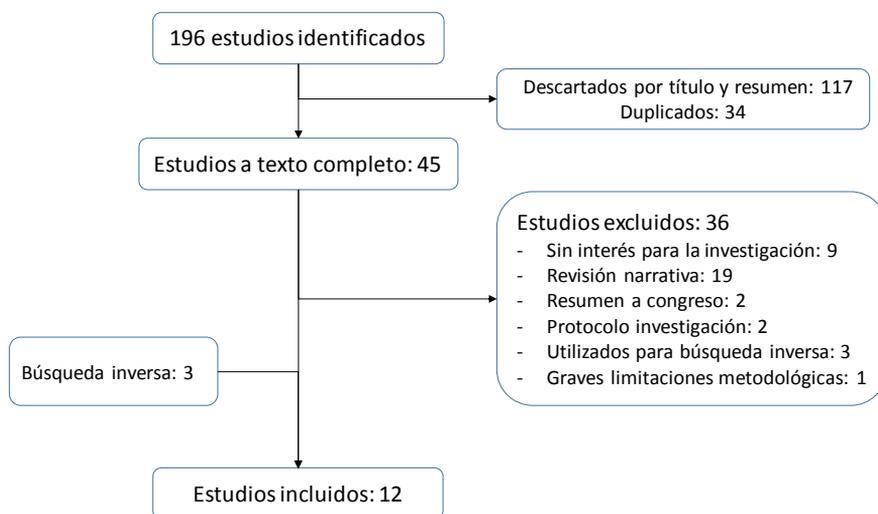
Eventos adversos:

MAUDE - Manufacturer and User Facility Device Experience

Brand Name: Tru-D Report Date From: 01/01/2013 Report Date To: 01/16/2019

Patentes: Espacenet.

Anexo 3. Diagrama de flujo. Identificación estudios de eficacia y seguridad de UV-C



Anexo 4. Tablas de síntesis de la evidencia científica

CITA ABREVIADA	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIONES																																																																																
<p>Anderson et al. 2013³²</p> <p>Diseño: antes después.</p> <p>Objetivos: Determinar eficacia UV-C frente a ERV, CD y <i>Acinetobacter spp</i> en habitaciones ocupadas previamente por pacientes colonizados o infectados por éstos.</p> <p>Loc.: EEUU, 2 hosp (753 y 804 camas).</p> <p>Periodo realización: Jul 2011 a Sep 2012</p>	<p>Población: 39 habitaciones. Tras alta pacientes colonizados o infectados por ERV (27), CD (10), y <i>Acinetobacter spp</i> (2).</p> <p>Intervención: UV-C. Tras cultivos, se realiza limpieza terminal estándar.</p> <p>Dispositivo: Tru-D SmartUVC; Lumalier.</p> <p>Dosis UV-C reflejada y tiempo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bacterias vegetativas (ERV, <i>A. spp</i>): 12.000 µWs/cm²; 25 min (20 a 30). - Esporas (CD): 22.000 µWs/cm²; 45 min (rango: 42 a 61). <p>Superficies:</p> <p><u>B. vegetativas</u> (n=5): Barra cama, mesilla, brazo silla, mesa sobrecama, lavabo.</p> <p><u>Esporas</u> (n=8). Anteriores + inodoro, suelo ducha y suelo adyacente inodoro.</p> <p>Variables resultado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción % UFC - Reducción logarítmica UFC. 	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="10">EFICACIA DE UV-C EN DESCONTAMINACIÓN DE 39 HABITACIONES. REDUCCIÓN % DE LAS UFC Y REDUCCIÓN LOGARÍTMICA DE UFC.</th> </tr> <tr> <th></th> <th colspan="3">Exposición directa + indirecta combinadas</th> <th colspan="3">Exposición directa</th> <th colspan="3">Exposición indirecta</th> </tr> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>% Red UFC</th> <th>Red Log₁₀</th> <th>N</th> <th>% Red UFC</th> <th>Red Log₁₀</th> <th>N</th> <th>% Red UFC</th> <th>Red Log₁₀</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Total UFC</td> <td>152</td> <td>91,5%</td> <td>1,07</td> <td>143</td> <td>91,5%</td> <td>1,07</td> <td>9</td> <td>91,5%</td> <td>1,07</td> </tr> <tr> <td>TM</td> <td>229</td> <td>95,6%</td> <td>1,35</td> <td>194</td> <td>97,6%</td> <td>1,61</td> <td>35</td> <td>93,3%</td> <td>1,18</td> </tr> <tr> <td>ERV</td> <td>142</td> <td>97,9%</td> <td>1,67</td> <td>135</td> <td>97,9%</td> <td>1,67</td> <td>8</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>CD</td> <td>77</td> <td>93,1%</td> <td>1,16</td> <td>51</td> <td>84,2%</td> <td>0,8</td> <td>26</td> <td>93,3%</td> <td>1,18</td> </tr> <tr> <td><i>A. spp.</i></td> <td>10</td> <td>98,1%</td> <td>1,71</td> <td>9</td> <td>98,0%</td> <td>1,71</td> <td>1</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>A. spp: <i>Acinetobacter spp</i>. CD: <i>Clostridium difficile</i>. ERV: Enterococo resistente a vancomicina. Red Log₁₀: Reducción logarítmica de las UFC. TM: total de microorganismos. UFC: unidades formadoras de colonias. % Red UFC: ↓% de UFC.</p>	EFICACIA DE UV-C EN DESCONTAMINACIÓN DE 39 HABITACIONES. REDUCCIÓN % DE LAS UFC Y REDUCCIÓN LOGARÍTMICA DE UFC.											Exposición directa + indirecta combinadas			Exposición directa			Exposición indirecta				N	% Red UFC	Red Log ₁₀	N	% Red UFC	Red Log ₁₀	N	% Red UFC	Red Log ₁₀	Total UFC	152	91,5%	1,07	143	91,5%	1,07	9	91,5%	1,07	TM	229	95,6%	1,35	194	97,6%	1,61	35	93,3%	1,18	ERV	142	97,9%	1,67	135	97,9%	1,67	8	-	-	CD	77	93,1%	1,16	51	84,2%	0,8	26	93,3%	1,18	<i>A. spp.</i>	10	98,1%	1,71	9	98,0%	1,71	1	-	-	<p>Los dispositivos automatizados de emisión UV-C pueden ↓ la carga de patógenos en habitaciones de hospitales.</p> <p>No se observan diferencias significativas entre efecto directo o indirecto de la UV-C en desinfección de habitaciones de pacientes.</p> <p>Habitaciones tratadas con UV-C previo a limpieza terminal estándar. La presencia de suciedad, posible limitación que infraestime el efecto de UV-C, Para <i>A. spp</i> sólo se evalúan 2 habitaciones. Posible limitación.</p>
EFICACIA DE UV-C EN DESCONTAMINACIÓN DE 39 HABITACIONES. REDUCCIÓN % DE LAS UFC Y REDUCCIÓN LOGARÍTMICA DE UFC.																																																																																			
	Exposición directa + indirecta combinadas			Exposición directa			Exposición indirecta																																																																												
	N	% Red UFC	Red Log ₁₀	N	% Red UFC	Red Log ₁₀	N	% Red UFC	Red Log ₁₀																																																																										
Total UFC	152	91,5%	1,07	143	91,5%	1,07	9	91,5%	1,07																																																																										
TM	229	95,6%	1,35	194	97,6%	1,61	35	93,3%	1,18																																																																										
ERV	142	97,9%	1,67	135	97,9%	1,67	8	-	-																																																																										
CD	77	93,1%	1,16	51	84,2%	0,8	26	93,3%	1,18																																																																										
<i>A. spp.</i>	10	98,1%	1,71	9	98,0%	1,71	1	-	-																																																																										

REFERENCIA	PREGUNTA INVESTIGACIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIONES																																													
Anderson et al. 2017 ¹⁴	<p>POBLACIÓN: 21.395 pacientes expuestos.</p> <p>Grupos: Estrategia A: 4.916 pacientes. Estrategia B: 5.178 p. Estrategia C: 5.438 p. Estrategia D: 5.863 p.</p> <p>Criterios inclusión (casos incidentes): Hospitalización ≥ 24 h. Cultivo o test + para microorganismos objeto y es el mismo que en estancia precedente.</p> <p>Criterios exclusión: Infección comunitaria. Historia de infección o colonización previa (12 meses) con el mismo microorganismo.</p> <p>Intervenciones:</p> <p>Estrategia A (de referencia): limpieza con amonio cuaternario (ac-lj) (o lejía para CD).</p> <p>Estrategia B: limpieza con ac-lj + UV-C.</p> <p>Estrategia C: limpieza con lejía (lj).</p> <p>Estrategia D: limpieza con lj + UV-C. Cada estrategia aplicada en cada hospital 6 meses más 1 mes de "blanqueo".</p> <p>Variables de resultado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incidencia de todos los microorganismos objeto en pacientes expuestos en las habitaciones seleccionadas. Incidencia de infección por CD entre pacientes expuestos en las habitaciones seleccionadas. - Incidencia entre pacientes expuestos a microorganismos objeto. - Eventos adversos. - RAR,NNT Calculados x investigadores. 	<p>ANÁLISIS POR INTENCIÓN DE TRATAR. INFECCIÓN NOSOCOMIAL GLOBAL EN PACIENTES EXPUESTOS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Global</th> <th>Estrategia A</th> <th>Estrategia B</th> <th>Estrategia C</th> <th>Estrategia D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pacs. expuestos</td> <td>4.916</td> <td>5.178</td> <td>5.438</td> <td>5.863</td> </tr> <tr> <td>Casos incidentes</td> <td>115 (2,3%)</td> <td>76 (1,5%)</td> <td>101 (1,9%)</td> <td>131 (2,2%)</td> </tr> <tr> <td>Días exposición</td> <td>22.426</td> <td>22.389</td> <td>24.261</td> <td>28.757</td> </tr> <tr> <td>Tasa infección*</td> <td>51,3</td> <td>33,9</td> <td>41,6</td> <td>45,6</td> </tr> <tr> <td>RR (IC95%)</td> <td>Referencia</td> <td>0,70 (0,50 a 0,98)</td> <td>0,85 (0,69 a 1,04)</td> <td>0,91 (0,76 a 1,09)</td> </tr> <tr> <td>RRR</td> <td>Referencia</td> <td>↓37% (↓17% a ↓53%)</td> <td>↓21% (↓3% a ↓39%)</td> <td>↓4% (↓21% a ↓25%)</td> </tr> <tr> <td>RAR</td> <td>Referencia</td> <td>↓0,87% (↓0,32 a ↓1,4%)</td> <td>↓0,48% (↓0,08% a ↓1,03%)</td> <td>↓0,1% (↑0,47% a ↓0,67%)</td> </tr> <tr> <td>NNT</td> <td>Referencia</td> <td>115 (71 a 308)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>NNT: n° de habitaciones a tratar que cumplen condiciones para evitar un evento. RAR: Reducción absoluta del riesgo; RR: Riesgo relativo; RRR: Reducción relativa del riesgo; (↑) Incremento % del riesgo de IN; (↓) Reducción % del riesgo de IN. *: expresado por cada 10.000 días de exposición. Para CD no se observan diferencias estadísticamente significativas entre estrategia C y D.</p> <p>Aspectos organizativos: Cumplimiento de medidas de control de la infección: Lavado manos, cumplimiento protocolo limpieza, desinfección..., similar entre grupos de intervención comparados.</p> <p>Pérdidas: Habitaciones sin documentar uso UV-C: Estrategia B (n=2.330) (44,9%) y Estrategia D (n=2.162) (36,8%).</p> <p>NOTAS: Incidencia se calculó como el n° de casos incidentes por 10.000 días de exposición. Los días de exposición se calcularon como el n° de días que el paciente expuesto pasó en la habitación. Se contempla cumplimiento de: higiene de manos, limpieza de habitación y presión de colonización.</p>	Global	Estrategia A	Estrategia B	Estrategia C	Estrategia D	Pacs. expuestos	4.916	5.178	5.438	5.863	Casos incidentes	115 (2,3%)	76 (1,5%)	101 (1,9%)	131 (2,2%)	Días exposición	22.426	22.389	24.261	28.757	Tasa infección*	51,3	33,9	41,6	45,6	RR (IC95%)	Referencia	0,70 (0,50 a 0,98)	0,85 (0,69 a 1,04)	0,91 (0,76 a 1,09)	RRR	Referencia	↓37% (↓17% a ↓53%)	↓21% (↓3% a ↓39%)	↓4% (↓21% a ↓25%)	RAR	Referencia	↓0,87% (↓0,32 a ↓1,4%)	↓0,48% (↓0,08% a ↓1,03%)	↓0,1% (↑0,47% a ↓0,67%)	NNT	Referencia	115 (71 a 308)	-	-	<p>El ambiente sanitario es una importante fuente para la adquisición de microorganismos multirresistentes y CD.</p> <p>El riesgo de adquisición de éstos a partir del entorno sanitario puede modificarse.</p> <p>Calidad evidencia: Media.</p>
Global	Estrategia A	Estrategia B	Estrategia C	Estrategia D																																												
Pacs. expuestos	4.916	5.178	5.438	5.863																																												
Casos incidentes	115 (2,3%)	76 (1,5%)	101 (1,9%)	131 (2,2%)																																												
Días exposición	22.426	22.389	24.261	28.757																																												
Tasa infección*	51,3	33,9	41,6	45,6																																												
RR (IC95%)	Referencia	0,70 (0,50 a 0,98)	0,85 (0,69 a 1,04)	0,91 (0,76 a 1,09)																																												
RRR	Referencia	↓37% (↓17% a ↓53%)	↓21% (↓3% a ↓39%)	↓4% (↓21% a ↓25%)																																												
RAR	Referencia	↓0,87% (↓0,32 a ↓1,4%)	↓0,48% (↓0,08% a ↓1,03%)	↓0,1% (↑0,47% a ↓0,67%)																																												
NNT	Referencia	115 (71 a 308)	-	-																																												

CITA ABREVIADA	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN/MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES																																																		
<p>Anderson et al. 2018²</p> <p>Diseño: Ensayo clínico aleatorizado por conglomerados, pragmático, multicéntrico y cruzado.</p> <p>Objetivos: Evaluar impacto de 4 estrategia terminal de habitaciones en hospital sobre la incidencia global en de infecciones por microorganismos multirresistentes (SARM, ERV, ABMR) y CD.</p> <p>Loc. y periodo de realización: 9 hospitales. EEUU. Abr 2012- jul 2014</p> <p>T. seguim: 28 meses.</p>	<p>Población: 314.610 ingresos.</p> <p>Grupos: Estrategia A: 73.071 ingresos. Estrategia B: 81.621 ingresos. Estrategia C: 78.760 ingresos. Estrategia D: 81.158 ingresos.</p> <p>Criterios inclusión: Paciente con ingreso mínimo de 48 h. Casos <i>incidentes</i>: Hospitalización ≥ 24 h. Cultivo o test + para microorganismos objeto.</p> <p>Criterios exclusión: Infección comunitaria. Hª de infección o colonización previa (12 meses) con el mismo microorganismo.</p> <p>Intervenciones:</p> <p>Estrategia A (de referencia): limpieza con amonio cuaternario (ac-ij) (o lejía para CD).</p> <p>Estrategia B: limpieza con ac-ij + UV-C.</p> <p>Estrategia C: limpieza con lejía (ij).</p> <p>Estrategia D: limpieza con ij + UV-C.</p> <p>Variables de resultado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incidencia global en hospital de los microorganismos objeto. - Incidencia global en hospital de cada microorganismo objeto. - RAR, NNT Calculados x investigadores. <p>NOTAS: <i>Incidencia hospitalaria global se calculó como el nº de casos incidentes por 10.000 pacientes-día.</i></p>	<table border="1" data-bbox="831 300 1767 1059"> <thead> <tr> <th colspan="5" data-bbox="831 300 1767 363">ANÁLISIS POR INTENCIÓN DE TRATAR. INFECCIÓN NOSOCOMIAL GLOBAL EN EL HOSPITAL (MICROORGANISMOS OBJETO)</th> </tr> <tr> <th data-bbox="831 363 1032 440">Global</th> <th data-bbox="1032 363 1167 440">Estrategia A</th> <th data-bbox="1167 363 1391 440">Estrategia B</th> <th data-bbox="1391 363 1581 440">Estrategia C</th> <th data-bbox="1581 363 1767 440">Estrategia D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="831 440 1032 504">Ingresos expuestos</td> <td data-bbox="1032 440 1167 504">73.071</td> <td data-bbox="1167 440 1391 504">81.621</td> <td data-bbox="1391 440 1581 504">78.760</td> <td data-bbox="1581 440 1767 504">81.158</td> </tr> <tr> <td data-bbox="831 504 1032 576">Casos incidentes (%)</td> <td data-bbox="1032 504 1167 576">626 (0,86%)</td> <td data-bbox="1167 504 1391 576">683 (0,84%)</td> <td data-bbox="1391 504 1581 576">671 (0,85%)</td> <td data-bbox="1581 504 1767 576">701 (0,86%)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="831 576 1032 632">Pacientes-días</td> <td data-bbox="1032 576 1167 632">345.484</td> <td data-bbox="1167 576 1391 632">397.222</td> <td data-bbox="1391 576 1581 632">382.388</td> <td data-bbox="1581 576 1767 632">401.822</td> </tr> <tr> <td data-bbox="831 632 1032 687">Tasa de infección*</td> <td data-bbox="1032 632 1167 687">18,1</td> <td data-bbox="1167 632 1391 687">17,2</td> <td data-bbox="1391 632 1581 687">17,5</td> <td data-bbox="1581 632 1767 687">17,4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="831 687 1032 759">RR (IC95%)</td> <td data-bbox="1032 687 1167 759">Referencia</td> <td data-bbox="1167 687 1391 759">0,89 (0,79 a 1,00)</td> <td data-bbox="1391 687 1581 759">0,92 (0,79 a 1,08)</td> <td data-bbox="1581 687 1767 759">0,99 (0,89 a 1,11)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="831 759 1032 839">RRR</td> <td data-bbox="1032 759 1167 839">Referencia</td> <td data-bbox="1167 759 1391 839">↓11% (↓21% a 0%)</td> <td data-bbox="1391 759 1581 839">↓8% (↓21% a ↑8%)</td> <td data-bbox="1581 759 1767 839">↓1% (↓11% a ↑11%)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="831 839 1032 919">RAR</td> <td data-bbox="1032 839 1167 919">Referencia</td> <td data-bbox="1167 839 1391 919">↓0,02% (↑0,07% a ↓0,11%)</td> <td data-bbox="1391 839 1581 919">0% (↑0,1% a ↓0,1%)</td> <td data-bbox="1581 839 1767 919">0% (↑0,1% a ↓0,1%)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="831 919 1032 967">NNT</td> <td data-bbox="1032 919 1167 967">Referencia</td> <td data-bbox="1167 919 1391 967">-</td> <td data-bbox="1391 919 1581 967">-</td> <td data-bbox="1581 919 1767 967">-</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="831 967 1767 1031">NNT: nº de habitaciones a tratar para evitar un evento. RAR: Reducción absoluta del riesgo; RR: Riesgo relativo; RRR: Reducción relativa del riesgo.</p> <p data-bbox="831 1031 1767 1059">*: Infecciones por 10.000 pacientes-día.</p> <p data-bbox="831 1059 1767 1110">No se observan diferencias estadísticamente significativas.</p> <p data-bbox="831 1110 1767 1174">Para microorganismos objeto individualizados: No se observan diferencias estadísticamente significativas.</p> <p data-bbox="831 1174 1767 1222">Cada estrategia aplicada en cada hospital 6 meses más 1 mes de “blanqueo”.</p>	ANÁLISIS POR INTENCIÓN DE TRATAR. INFECCIÓN NOSOCOMIAL GLOBAL EN EL HOSPITAL (MICROORGANISMOS OBJETO)					Global	Estrategia A	Estrategia B	Estrategia C	Estrategia D	Ingresos expuestos	73.071	81.621	78.760	81.158	Casos incidentes (%)	626 (0,86%)	683 (0,84%)	671 (0,85%)	701 (0,86%)	Pacientes-días	345.484	397.222	382.388	401.822	Tasa de infección*	18,1	17,2	17,5	17,4	RR (IC95%)	Referencia	0,89 (0,79 a 1,00)	0,92 (0,79 a 1,08)	0,99 (0,89 a 1,11)	RRR	Referencia	↓11% (↓21% a 0%)	↓8% (↓21% a ↑8%)	↓1% (↓11% a ↑11%)	RAR	Referencia	↓0,02% (↑0,07% a ↓0,11%)	0% (↑0,1% a ↓0,1%)	0% (↑0,1% a ↓0,1%)	NNT	Referencia	-	-	-	<p>↓ de infecciones adquiridas por <i>Cl. difficile</i> y ERV en subgrupo de habitaciones de riesgo en todos los pacientes hospitalizados, por métodos directos e indirectos</p> <p>Notas: Cumplimiento procedimiento higiene de manos y procedimiento de limpieza de habitación.</p> <p>Limitaciones: No se realiza cribado de colonización de los pacientes al ingreso, ni se cuantifica uso de antimicrobianos</p>
ANÁLISIS POR INTENCIÓN DE TRATAR. INFECCIÓN NOSOCOMIAL GLOBAL EN EL HOSPITAL (MICROORGANISMOS OBJETO)																																																					
Global	Estrategia A	Estrategia B	Estrategia C	Estrategia D																																																	
Ingresos expuestos	73.071	81.621	78.760	81.158																																																	
Casos incidentes (%)	626 (0,86%)	683 (0,84%)	671 (0,85%)	701 (0,86%)																																																	
Pacientes-días	345.484	397.222	382.388	401.822																																																	
Tasa de infección*	18,1	17,2	17,5	17,4																																																	
RR (IC95%)	Referencia	0,89 (0,79 a 1,00)	0,92 (0,79 a 1,08)	0,99 (0,89 a 1,11)																																																	
RRR	Referencia	↓11% (↓21% a 0%)	↓8% (↓21% a ↑8%)	↓1% (↓11% a ↑11%)																																																	
RAR	Referencia	↓0,02% (↑0,07% a ↓0,11%)	0% (↑0,1% a ↓0,1%)	0% (↑0,1% a ↓0,1%)																																																	
NNT	Referencia	-	-	-																																																	

CITA ABREVIADA	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN /MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES																																																
<p>Boyce et al. 2011³³</p> <p>Diseño: antes-después.</p> <p>Objetivos:</p> <p>Evaluar capacidad germicida de UV-C para reducir contaminación de superficies de habitaciones de pacientes.</p> <p>Localización: H. 500 camas EEUU.</p> <p>Per. realización: no especificado.</p>	<p>Población: 20 habitaciones. Muestras microbiológicas inoculadas de manera intencionada.</p> <p>Intervención: Desinfección UV-C</p> <p>Dispositivo: Tru-D SmartUVC (Lumalier Corp, Memphis, TN)</p> <p>Procedimiento 1 etapa: (habitaciones 1 a 20): Uso del dispositivo UVC (Tru-D; Lumalier) a dosis de 22.000 µW/cm², tras limpieza terminal en centro habitación con puerta baño abierta, a 22.000 µW/cm². Tamaño de 46,3 a 86,1 m³, la mediana de duración de un ciclo fue 67,8 min (rango 34,2 a 100,1).</p> <p>Procedimiento 2 etapas: (habitaciones 21-25). Se trata de un análisis exploratorio por lo que no se muestran resultados.</p> <p>Localizaciones colonias aeróbicas: barandilla de la cama (L1), mesa sobre cama (L2), mando a distancia de televisión (L3), barra de agarre del baño (L4), y asiento del inodoro (L5)</p> <p>Localizaciones estudio esporas C. difficile: Suelo debajo cama (L6), mesa (L7), silla (L8), suelo ducha (L9), inodoro (L10). Definición lugares sin sombra (línea directa de luz UV-C) y con sombras (línea indirecta-para localizaciones del baño).</p> <p>Variables de resultado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recuento de media y mediana colonias de bacterias aeróbicas en UFC por placa. Antes (a)-Después (b) - Media y mediana ↓ogarítmica localizaciones de alto riesgo para colonias aeróbicas y esporas <i>Clostridium Difficile</i>. 	<p style="text-align: center;">ETAPA 1. MEDIANA COLONIAS AERÓBICAS (HABITACIONES 1 A 20)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 10%;">UFC (a)</th> <th style="width: 10%;">UFC (b)</th> <th style="width: 10%;">Red (%)</th> <th style="width: 10%;">Log₁₀ (a)</th> <th style="width: 10%;">Log₁₀ (b)</th> <th style="width: 10%;">Red. log₁₀</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Localizaciones</td> <td>L1</td> <td>15,5</td> <td>0</td> <td>100%</td> <td>1,19</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>8,5</td> <td>0</td> <td>100%</td> <td>0,92</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>9,5</td> <td>0</td> <td>100%</td> <td>0,97</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>L4</td> <td>84</td> <td>13</td> <td>84,52%</td> <td>1,92</td> <td>1,11</td> <td>0,81</td> </tr> <tr> <td>L5</td> <td>12,5</td> <td>2</td> <td>84%</td> <td>1,09</td> <td>0,3</td> <td>0,79</td> </tr> </tbody> </table> <p>Valores Log₁₀ calculados por los autores del informe. Reducción estadísticamente significativa de UFC antes-después (p=0,02) para todas las superficies analizadas.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">REDUCCIÓN LOG. MEDIA DE ESPORAS DE C. DIFFICILE EN DISCOS DE ACERO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 60%;">Habitaciones 1 a 20 (rango)</td> <td style="text-align: center;">2,2 (0,01 a 4,9)</td> </tr> </tbody> </table>			UFC (a)	UFC (b)	Red (%)	Log ₁₀ (a)	Log ₁₀ (b)	Red. log ₁₀	Localizaciones	L1	15,5	0	100%	1,19			L2	8,5	0	100%	0,92			L3	9,5	0	100%	0,97			L4	84	13	84,52%	1,92	1,11	0,81	L5	12,5	2	84%	1,09	0,3	0,79	REDUCCIÓN LOG. MEDIA DE ESPORAS DE C. DIFFICILE EN DISCOS DE ACERO		Habitaciones 1 a 20 (rango)	2,2 (0,01 a 4,9)	<p>La unidad de luz UV-C móvil redujo significativamente el recuento de colonias aeróbicas y las esporas de <i>C. difficile</i> en superficies contaminadas en habitaciones de pacientes.</p>
		UFC (a)	UFC (b)	Red (%)	Log ₁₀ (a)	Log ₁₀ (b)	Red. log ₁₀																																												
Localizaciones	L1	15,5	0	100%	1,19																																														
	L2	8,5	0	100%	0,92																																														
	L3	9,5	0	100%	0,97																																														
	L4	84	13	84,52%	1,92	1,11	0,81																																												
	L5	12,5	2	84%	1,09	0,3	0,79																																												
REDUCCIÓN LOG. MEDIA DE ESPORAS DE C. DIFFICILE EN DISCOS DE ACERO																																																			
Habitaciones 1 a 20 (rango)	2,2 (0,01 a 4,9)																																																		

CITA ABREVIADA	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN/MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES																																																																																																				
<p>Mahida et al. 2013²⁷</p> <p>Diseño: Estudio antes-después.</p> <p>Objetivos:</p> <p>Evaluar la eficacia dispositivo emisor UV-C (Tru-D SmartUVC, Lumalier) en la eliminación microbiológica de patógenos multiresistentes (SARM, ERV, ABMR) y Aspergillus.</p> <p>Localización:</p> <p>Nottingham, Reino Unido.</p> <p>Periodo realización:</p> <p>No especificado</p>	<p>Población: 6 salas laterales de una UCI, un quirófano y una sala de aislamiento de una planta (con un baño en-suite).</p> <p>Estudio muestras microbiológicas</p> <p>Placas de Petri inoculadas con 4 tipos de microorganismos. Inoculación en solución salina (1,5 a 3 x 10⁸ UFC/mL).</p> <p>Dispositivo Tru-D (Tru-D SmartUVC, Lumalier)</p> <p>Dosis UV-C y duración procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bacterias vegetativas (SARM,ERV,ABMR): (12.000 mWs/cm²); 30-40 min/hab. - Esporas de Aspergillus (22.000 μWs/cm²). 60-90 minutos/hab. <p>Variables resultado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción unidades formadoras de colonias (UFC) - Media de la reducción logarítmica [Red Log₁₀] UFC/cm². <p>Volumen y superficie de las habitaciones (4 m² del baño hasta 42 m² del quirófano).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5" data-bbox="996 312 1785 347">Efecto directo de UV-C</th> </tr> <tr> <th data-bbox="996 347 1093 395">Ámbito</th> <th data-bbox="1093 347 1294 395">Microorganismo</th> <th data-bbox="1294 347 1462 395">N° muestras</th> <th data-bbox="1462 347 1594 395">↓ (%) UFC</th> <th data-bbox="1594 347 1785 395">Media ↓ (Log₁₀)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="996 395 1093 435">Q</td> <td data-bbox="1093 395 1294 435">SARM</td> <td data-bbox="1294 395 1462 435">5</td> <td data-bbox="1462 395 1594 435">99,99%</td> <td data-bbox="1594 395 1785 435">≥4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 435 1093 483">Q</td> <td data-bbox="1093 435 1294 483">ERV</td> <td data-bbox="1294 435 1462 483">5</td> <td data-bbox="1462 435 1594 483">99,97%</td> <td data-bbox="1594 435 1785 483">3,5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 483 1093 531">H</td> <td data-bbox="1093 483 1294 531">ERV</td> <td data-bbox="1294 483 1462 531">5</td> <td data-bbox="1462 483 1594 531">99,99%</td> <td data-bbox="1594 483 1785 531">≥4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 531 1093 579">H</td> <td data-bbox="1093 531 1294 579">ABMR</td> <td data-bbox="1294 531 1462 579">3</td> <td data-bbox="1462 531 1594 579">99,99%</td> <td data-bbox="1594 531 1785 579">≥4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 579 1093 627">H</td> <td data-bbox="1093 579 1294 627">Aspergillus</td> <td data-bbox="1294 579 1462 627">3</td> <td data-bbox="1462 579 1594 627">99,99%</td> <td data-bbox="1594 579 1785 627">≥4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 627 1093 675">H</td> <td data-bbox="1093 627 1294 675">ERV</td> <td data-bbox="1294 627 1462 675">5</td> <td data-bbox="1462 627 1594 675">99,99%</td> <td data-bbox="1594 627 1785 675">≥4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 675 1093 722">H</td> <td data-bbox="1093 675 1294 722">ABMR</td> <td data-bbox="1294 675 1462 722">3</td> <td data-bbox="1462 675 1594 722">99,99%</td> <td data-bbox="1594 675 1785 722">≥4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 722 1093 770">H</td> <td data-bbox="1093 722 1294 770">Aspergillus</td> <td data-bbox="1294 722 1462 770">3</td> <td data-bbox="1462 722 1594 770">99,99%</td> <td data-bbox="1594 722 1785 770">≥4</td> </tr> <tr> <th colspan="5" data-bbox="996 770 1785 805">Efecto indirecto de UV-C</th> </tr> <tr> <td data-bbox="996 805 1093 845">Q</td> <td data-bbox="1093 805 1294 845">SARM</td> <td data-bbox="1294 805 1462 845">5</td> <td data-bbox="1462 805 1594 845">99,99%</td> <td data-bbox="1594 805 1785 845">≥4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 845 1093 893">Q</td> <td data-bbox="1093 845 1294 893">ERV</td> <td data-bbox="1294 845 1462 893">5</td> <td data-bbox="1462 845 1594 893">99,6%</td> <td data-bbox="1594 845 1785 893">2,4 (1 a 4)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 893 1093 941">H</td> <td data-bbox="1093 893 1294 941">ERV</td> <td data-bbox="1294 893 1462 941">5</td> <td data-bbox="1462 893 1594 941">99,5%</td> <td data-bbox="1594 893 1785 941">2,3 (1 a 3,5)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 941 1093 989">H</td> <td data-bbox="1093 941 1294 989">ABMR</td> <td data-bbox="1294 941 1462 989">3</td> <td data-bbox="1462 941 1594 989">98,%</td> <td data-bbox="1594 941 1785 989">1,7 (1 a 3)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 989 1093 1037">H</td> <td data-bbox="1093 989 1294 1037">Aspergillus</td> <td data-bbox="1294 989 1462 1037">3</td> <td data-bbox="1462 989 1594 1037">99%</td> <td data-bbox="1594 989 1785 1037">2 (1 a 3)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 1037 1093 1085">H</td> <td data-bbox="1093 1037 1294 1085">ERV</td> <td data-bbox="1294 1037 1462 1085">5</td> <td data-bbox="1462 1037 1594 1085">99,97%</td> <td data-bbox="1594 1037 1785 1085">3,5 (2,5 a 4)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 1085 1093 1133">H</td> <td data-bbox="1093 1085 1294 1133">ABMR</td> <td data-bbox="1294 1085 1462 1133">3</td> <td data-bbox="1462 1085 1594 1133">99,90%</td> <td data-bbox="1594 1085 1785 1133">3 (2 a 4)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="996 1133 1093 1181">H</td> <td data-bbox="1093 1133 1294 1181">Aspergillus</td> <td data-bbox="1294 1133 1462 1181">3</td> <td data-bbox="1462 1133 1594 1181">90%</td> <td data-bbox="1594 1133 1785 1181">1 (1 a 1)</td> </tr> <tr> <td colspan="5" data-bbox="996 1181 1785 1227">H. Habitación; Q: quirófano.</td> </tr> </tbody> </table>	Efecto directo de UV-C					Ámbito	Microorganismo	N° muestras	↓ (%) UFC	Media ↓ (Log ₁₀)	Q	SARM	5	99,99%	≥4	Q	ERV	5	99,97%	3,5	H	ERV	5	99,99%	≥4	H	ABMR	3	99,99%	≥4	H	Aspergillus	3	99,99%	≥4	H	ERV	5	99,99%	≥4	H	ABMR	3	99,99%	≥4	H	Aspergillus	3	99,99%	≥4	Efecto indirecto de UV-C					Q	SARM	5	99,99%	≥4	Q	ERV	5	99,6%	2,4 (1 a 4)	H	ERV	5	99,5%	2,3 (1 a 3,5)	H	ABMR	3	98,%	1,7 (1 a 3)	H	Aspergillus	3	99%	2 (1 a 3)	H	ERV	5	99,97%	3,5 (2,5 a 4)	H	ABMR	3	99,90%	3 (2 a 4)	H	Aspergillus	3	90%	1 (1 a 1)	H. Habitación; Q: quirófano.					<p>UV-C es una tecnología emergente eficaz para reducir la contaminación bacteriana en el entorno clínico. Hay ventajas significativas para UV-C, y, sobre la base de los resultados de este estudio, recomiendan el uso de Tru-D con el ajuste de cantidad de radiación reflejada de</p> <p>22.000 mWs/cm² para la desinfección terminal de habitaciones en la mayoría de los servicios de salud.</p> <p>Limitaciones escasas muestras. 1 sólo quirófano resto habitaciones individuales.</p> <p><i>Nota: El dispositivo es fácil de transportar y tras acabar la desinfección se nota un ligero olor que desaparece rápido.</i></p>
Efecto directo de UV-C																																																																																																							
Ámbito	Microorganismo	N° muestras	↓ (%) UFC	Media ↓ (Log ₁₀)																																																																																																			
Q	SARM	5	99,99%	≥4																																																																																																			
Q	ERV	5	99,97%	3,5																																																																																																			
H	ERV	5	99,99%	≥4																																																																																																			
H	ABMR	3	99,99%	≥4																																																																																																			
H	Aspergillus	3	99,99%	≥4																																																																																																			
H	ERV	5	99,99%	≥4																																																																																																			
H	ABMR	3	99,99%	≥4																																																																																																			
H	Aspergillus	3	99,99%	≥4																																																																																																			
Efecto indirecto de UV-C																																																																																																							
Q	SARM	5	99,99%	≥4																																																																																																			
Q	ERV	5	99,6%	2,4 (1 a 4)																																																																																																			
H	ERV	5	99,5%	2,3 (1 a 3,5)																																																																																																			
H	ABMR	3	98,%	1,7 (1 a 3)																																																																																																			
H	Aspergillus	3	99%	2 (1 a 3)																																																																																																			
H	ERV	5	99,97%	3,5 (2,5 a 4)																																																																																																			
H	ABMR	3	99,90%	3 (2 a 4)																																																																																																			
H	Aspergillus	3	90%	1 (1 a 1)																																																																																																			
H. Habitación; Q: quirófano.																																																																																																							

CITA ABREVIADA	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN /MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES															
<p>Napolitano et al. 2015³⁴</p> <p>Diseño: Antes-después.</p> <p>Objetivos: Evaluar efectividad de UV-C en la ↓ de patógenos e incidencia de la IN.</p> <p>Localización: EEUU. 420 camas. 9.000 hospitalizaciones/año.</p> <p>Per. Realización: - Basal: oct 2011 a feb 2012. - Intervención: oct 2012 a mar 2013.</p>	<p>Población:</p> <p>Fase 1: Efectividad germicida de la Luz UV-C. Muestras (54) de 6 habitaciones. 9 localizaciones de alto riesgo. (3 x habitación y 3 cultivos x superficie). Diferentes superficies.</p> <p>- Muestras A: tomados tras alta paciente y antes de la limpieza terminal estándar. Valor de referencia.</p> <p>- Muestras B: adyacentes a muestras A, tras limpieza terminal y previo a UV-C.</p> <p>- Muestras C: posterior a UV-C. Muestras B y C empaquetadas</p> <p>Descontaminación procedimiento estándar previo toma muestras B y C</p> <p>Fase 2: Estudio piloto de efectividad de riesgo de infección nosocomial. 125 habitaciones (Cardíacas, UCI quirúrgicos, cardíaca / telemetría, médicas / quirúrgicas; rehabilitación aguda)</p> <p>- Habitaciones UCI con un alta, independientemente del estado de aislamiento del paciente,</p> <p>- Habitaciones no UCI (alta paciente con precauciones de aislamiento).</p> <p>Intervención: desinfección con dispositivo IRiS 3200m con SteriTrak tras limpieza terminal.</p> <p>Variables resultado:</p> <p>- Reducción de placas positivas con crecimiento microbiano</p> <p>- Tasa de Incidencia de infección nosocomial por 1.000 pacientes-día global.</p>	<p>Fase 1.</p> <table border="1" data-bbox="981 352 1700 632"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="4">% de superficies contaminadas.</th> </tr> <tr> <th>n/N (%)</th> <th>M. A</th> <th>M. B</th> <th>M. C</th> <th>% Red B-C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestras positiva</td> <td>10/18 (55,6%)</td> <td>9/18 (50%)</td> <td>2/18 (11,1%)</td> <td>77,8%</td> </tr> </tbody> </table> <p>M: muestras. Sin diferencias estadísticamente significativas entre muestras A y B (p=1,0). Diferencias estadísticamente significativas entre muestras B y C (p=0,03).</p> <p>Fase 2.: Tasa de incidencia de IN previo al empleo de UV-C y tras el empleo de UV-C: 3,7 (x 1.000 pacientes-día) vs. 2,4 (x 1.000 pacientes-día). P< 0,001.</p> <p>Tiempo: Dependiente de volumen o área habitación.</p> <p>Ciclo desinfección: Organismos vegetativos (8 minutos); Organismos formadores esporas (18 minutos).</p>		% de superficies contaminadas.				n/N (%)	M. A	M. B	M. C	% Red B-C	Muestras positiva	10/18 (55,6%)	9/18 (50%)	2/18 (11,1%)	77,8%	<p>Se muestra una disminución en la tasa de incidencia de IN.</p>
	% de superficies contaminadas.																	
n/N (%)	M. A	M. B	M. C	% Red B-C														
Muestras positiva	10/18 (55,6%)	9/18 (50%)	2/18 (11,1%)	77,8%														

CITA ABREVIADA	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN /MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES																																																		
<p>Nerandzic et al. 2010³</p> <p>Diseño: Antes-después.</p> <p>Objetivos: Evaluar eficacia de UV-C en desinfección ambiental en laboratorio frente SARM, ERV y <i>C. difficile</i> (CD).</p> <p>Evaluar efectividad en desinfección habitaciones ocupadas por pacientes con SARM o CD.</p> <p>Loc: Hospital veteranos EEUU. 202 camas.</p> <p>Per. realización: 2 semanas.</p>	<p>Eficacia de UV-C: Estudio de placas inoculadas “intencionadamente” con SARM, ERV, CD (inóculo inicial aprox. 9 Log₁₀ UFC/mL) y estudio de inóculo de microorganismos en suspensiones de albúmina (10 mg/ ml).</p> <p>Efectividad descontaminación UV-C: 66 habitaciones tras alta de pacientes con SARM (n=59) o CD (n=7).</p> <p>Muestras 4 superficies (barandilla cama, mesa, botón llamada, teléfono)</p> <p>Total muestras (n=261).</p> <p>Intervención: Desinfección UV-C</p> <p>Dispositivo: Tru-D SmartUVC (Lumalier Corp, Memphis, TN) Dosis: 12.000 μW/cm² (para bacterias vegetativas) (20 minutos) y 22.000 μW/cm² (para esporas) (45 minutos)</p> <p>Variables de resultado: Eficacia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción placas de petri de UFC [Antes-Después] UV-C. - Reducción logarítmica [Log₁₀] UFC/cm² - Efecto germicida a diferente dosis UV-C (μW/cm²): [5.000, 10.000, 15.000, 20.000] <p>Efectividad desinfección superficies</p> <ul style="list-style-type: none"> - % de superficies contaminadas. 	<p>Eficacia de UV-C</p> <table border="1" data-bbox="996 355 1718 834"> <thead> <tr> <th colspan="5">↓ media [log₁₀] UFC/cm² en superficies de alta frecuencia de contacto.</th> </tr> <tr> <th>Microorganismo</th> <th>Muestras</th> <th>↓ UFC (%)</th> <th colspan="2">↓ [Log₁₀] UFC/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SARM</td> <td>3</td> <td>ND</td> <td colspan="2">entre 2,5 a 3,5 Log₁₀</td> </tr> <tr> <td>ERV</td> <td>3</td> <td>ND</td> <td colspan="2">entre 3 a 4,5 Log₁₀</td> </tr> <tr> <td>CD</td> <td>8</td> <td>ND</td> <td colspan="2">entre 2 y 3,5 Log₁₀</td> </tr> <tr> <th colspan="5">Reducción logarítmica [Log₁₀] UFC/cm² por dosis reflejada(μW/cm²)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>5.000</th> <th>10.000</th> <th>15.000</th> <th>20.000</th> </tr> <tr> <td>SARM</td> <td>2,9</td> <td>2,95</td> <td>3</td> <td>3,1</td> </tr> <tr> <td>ERV</td> <td>3,8</td> <td>3,9</td> <td>4</td> <td>4,1</td> </tr> <tr> <td>CD</td> <td>1,1</td> <td>1,2</td> <td>1,9</td> <td>2,7</td> </tr> </tbody> </table> <p>Sin diferencias significativas en la reducción de patógenos en las muestras en suspensión (p=1).</p> <p>Efectividad UV-C desinfección habitaciones aislamiento hospital por SARM y CD:</p> <p>% muestras superficies habitaciones positivas. 66 habitaciones. Sin limpieza previa:</p> <p>SARM: 28/261 muestras (10,7%) vs. 2 (0,8%) Reducción porcentual (92,9%); p < 0,001. ERV: 7 muestras positivas (2,7%) vs.1 muestra (0,38%) Reducción porcentual (%) (85,9%);(p=0,07). CD: 9 muestras (3,4%) vs. 1(0,38%); Reducción porcentual (%) (88,8%); (p=0,02). ↓ recuento UFC: Estadísticamente significativa (p<0,001)</p> <p>Media UFC antes-después: SARM [0,02 a 0,0042]; ERV [0,003 a 0]; CD [0,01 a 0,0004 UFC/cm². ↓ % media UFC: SARM (79%); ERV (100%); <i>C. difficile</i> (96%)</p>	↓ media [log ₁₀] UFC/cm ² en superficies de alta frecuencia de contacto.					Microorganismo	Muestras	↓ UFC (%)	↓ [Log ₁₀] UFC/cm ²		SARM	3	ND	entre 2,5 a 3,5 Log ₁₀		ERV	3	ND	entre 3 a 4,5 Log ₁₀		CD	8	ND	entre 2 y 3,5 Log ₁₀		Reducción logarítmica [Log ₁₀] UFC/cm ² por dosis reflejada(μW/cm ²)						5.000	10.000	15.000	20.000	SARM	2,9	2,95	3	3,1	ERV	3,8	3,9	4	4,1	CD	1,1	1,2	1,9	2,7	<p>El dispositivo Tru-D es una tecnología de desinfección ambiental novedosa, automatizada y eficiente que ↓ significativamente la contaminación por <i>C. difficile</i>, ERV y SARM en superficies hospitalarias con alta frecuencia de contacto.</p> <p>Futuras investigaciones son necesarias para evaluar el efecto del uso de TRU-D en la desinfección ambiental en la reducción de las tasas de infección y colonización por patógenos como SARM, ERV y <i>Clostridium Difficile</i>.</p>
↓ media [log ₁₀] UFC/cm ² en superficies de alta frecuencia de contacto.																																																					
Microorganismo	Muestras	↓ UFC (%)	↓ [Log ₁₀] UFC/cm ²																																																		
SARM	3	ND	entre 2,5 a 3,5 Log ₁₀																																																		
ERV	3	ND	entre 3 a 4,5 Log ₁₀																																																		
CD	8	ND	entre 2 y 3,5 Log ₁₀																																																		
Reducción logarítmica [Log ₁₀] UFC/cm ² por dosis reflejada(μW/cm ²)																																																					
	5.000	10.000	15.000	20.000																																																	
SARM	2,9	2,95	3	3,1																																																	
ERV	3,8	3,9	4	4,1																																																	
CD	1,1	1,2	1,9	2,7																																																	

CITA ABREVIADA	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN /MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES																																
<p>Pegues et al. 2017³⁵</p> <p>Diseño: Estudio prospectivo (grupo de comparación).</p> <p>Objetivos: Evaluar impacto del uso de UV-C en unidades de hospitalización con tasas de infección por <i>Clostridium difficile</i> (CD) persistentemente altas, a pesar de medidas de control infección.</p> <p>Localización: Pennsylvania, EEUU. 789 camas. 3.200 ingresos/anuales en estas unidades hemato-oncología.</p> <p>Per. realización:</p> <p>Pre-intervención: Ene -dic 2013.</p> <p>Post-intervención: Feb 2014 – ene 2015 12 meses cada periodo de observación.</p>	<p>Población: 75 habitaciones individuales y 7 habitaciones semiprivadas de pacientes con infección por CD o con precauciones de contacto de 3 unidades de hematología-oncología para adultos, [U1,U2,U3] con tasas de infección por CD elevadas.</p> <p>Selección de habitaciones:</p> <p>1ª Priorización: habitaciones donde los pacientes tenían precauciones de contacto para CD.</p> <p>2ª Prioridad: Habitaciones pacientes con precauciones de contacto para SARM o ERV.</p> <p>Intervención: Limpieza terminal estándar con lejía + uso de UV-C.</p> <p>Dispositivo: Optimum-UV, (Dispatch, Clorox Healthcare, Oakland, CA).</p> <p>2 ciclos (8 minutos) a cada lado de la cama.</p> <p>Variables de resultado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Riesgo relativo para la infección por CD. - Tasa de infección por CD por 10.000 pacientes-día. 	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">INCIDENCIA DE INFECCIONES POR CD Y DIFERENCIA DE TASAS (10.000 PACIENTES-DÍA)</th> </tr> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Basal</th> <th colspan="2">Tras UV-C</th> <th rowspan="2">RR (IC95%)</th> <th rowspan="2">Dif. tasas</th> </tr> <tr> <th>Casos</th> <th>Tasa</th> <th>Casos</th> <th>Tasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Todas unidades</td> <td>87</td> <td>30,34</td> <td>66</td> <td>22,85</td> <td>0,75 (0,55 a 1,04)</td> <td>-7,49</td> </tr> <tr> <td>Unidades ajenas al estudio</td> <td>108</td> <td>5,77</td> <td>127</td> <td>6,71</td> <td>1,16 (0,91 a 1,51)</td> <td>0,95</td> </tr> </tbody> </table>	INCIDENCIA DE INFECCIONES POR CD Y DIFERENCIA DE TASAS (10.000 PACIENTES-DÍA)								Basal		Tras UV-C		RR (IC95%)	Dif. tasas	Casos	Tasa	Casos	Tasa	Todas unidades	87	30,34	66	22,85	0,75 (0,55 a 1,04)	-7,49	Unidades ajenas al estudio	108	5,77	127	6,71	1,16 (0,91 a 1,51)	0,95	<p>El uso de UV-C en habitaciones de pacientes de alto riesgo en el momento del alta redujo la incidencia de IN por CD sin afectar negativamente nuevos ingresos en las habitaciones.</p>
INCIDENCIA DE INFECCIONES POR CD Y DIFERENCIA DE TASAS (10.000 PACIENTES-DÍA)																																			
	Basal		Tras UV-C		RR (IC95%)	Dif. tasas																													
	Casos	Tasa	Casos	Tasa																															
Todas unidades	87	30,34	66	22,85	0,75 (0,55 a 1,04)	-7,49																													
Unidades ajenas al estudio	108	5,77	127	6,71	1,16 (0,91 a 1,51)	0,95																													

CITA ABREVIADA	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN /MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES																				
<p>Penno et al. 2017³⁶</p> <p>Diseño: antes-después.</p> <p>Objetivos: Evaluar efectividad de UV-C en escenario clínico y comparar con desinfección terminal observada.</p> <p>Localización: H. universitario. EEUU. 699 camas.</p> <p>Per.realización: Ene-Abr 2016</p>	<p>Población: 594 muestras. Superficies de 22 habitaciones.</p> <p>Intervención:</p> <p>FASE 1: Muestras de 11 superficies. Tras limpieza terminal estándar (LTE) y tras UV-C (TUV-C).</p> <p>FASE 2: Muestras de 11 superficies. Antes de limpieza terminal estándar (ALTE), tras limpieza terminal estándar (LTE) y tras UV-C (TUV-C). Hay una supervisión de la limpieza.</p> <p>Dispositivo: Intelligent Automated Syndicate UV-C system</p> <p>Variables resultado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción porcentual de la media de UFC (%). - Media de reducción logarítmica. <p>NOTA: Se ofrecen resultados comparados de muestras tras la limpieza terminal estándar y tras el uso de UV-C.</p>	<table border="1" data-bbox="1025 331 1697 722"> <thead> <tr> <th colspan="5" data-bbox="1025 331 1697 368">↓% de la media de UFC y ↓logarítmica media.</th> </tr> <tr> <th data-bbox="1025 368 1171 448"></th> <th data-bbox="1171 368 1339 448">LTE (IC95%)</th> <th data-bbox="1339 368 1507 448">TUV-C (IC95%)</th> <th data-bbox="1507 368 1603 448">% Red UFC</th> <th data-bbox="1603 368 1697 448">Red Log₁₀</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1025 448 1171 523">Fase 1</td> <td data-bbox="1171 448 1339 523">10,98 (3,57 a 18,39)</td> <td data-bbox="1339 448 1507 523">1,07 (-0,88 a 3,02)</td> <td data-bbox="1507 448 1603 523">90,3 %</td> <td data-bbox="1603 448 1697 523">1,01</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1025 523 1171 598">Fase 2</td> <td data-bbox="1171 523 1339 598">1,62 (0,52 a 2,72)</td> <td data-bbox="1339 523 1507 598">0,08 (0 a 0,15)</td> <td data-bbox="1507 523 1603 598">95,1%</td> <td data-bbox="1603 523 1697 598">1,31</td> </tr> </tbody> </table> <p>Localizaciones: Barra cama (L1), botón llamada (L2),teléfono (L3), mesa sobrecama (L4), silla (L5), pomo puerta (L6), tirador cajón (L7), interruptor luz (L8), grifo (L9), cadena inodoro (L10), asiento inodoro (L11)</p>	↓% de la media de UFC y ↓logarítmica media.						LTE (IC95%)	TUV-C (IC95%)	% Red UFC	Red Log ₁₀	Fase 1	10,98 (3,57 a 18,39)	1,07 (-0,88 a 3,02)	90,3 %	1,01	Fase 2	1,62 (0,52 a 2,72)	0,08 (0 a 0,15)	95,1%	1,31	<p>El uso de UV-C ↓ carga microbiana y mejora limpieza. Complemento útil cuando se usa con la desinfección terminal estándar. No encontramos diferencias significativas entre la desinfección terminal observada sola versus combinarla con un dispositivo emisor de UV-C, lo que sugiere que los programas de prevención de infecciones pueden obtener el beneficio al desarrollar un sistema de compañeros para la limpieza ambiental con o sin dispositivos emisores de UV-C.</p>
↓% de la media de UFC y ↓logarítmica media.																							
	LTE (IC95%)	TUV-C (IC95%)	% Red UFC	Red Log ₁₀																			
Fase 1	10,98 (3,57 a 18,39)	1,07 (-0,88 a 3,02)	90,3 %	1,01																			
Fase 2	1,62 (0,52 a 2,72)	0,08 (0 a 0,15)	95,1%	1,31																			

CITA ABREVIADA	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN /MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES																																
<p>Raggi et al. 2018³⁷</p> <p>Diseño: antes-después.</p> <p>Objetivos: Evaluar UV-C en hospital para la limpieza terminal.</p> <p>Localización: California. EEUU. 377 camas</p>	<p>Población: Pacientes pre UV-C: 12.747. Post UV-C: 13.177.</p> <p>Intervención: Tras limpieza terminal estándar: UV-C.</p> <p>Dispositivo: Skytron IPT UV-C devices.</p> <p>Variables resultado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tasa de incidencia global de IN por 1.000 pacientes-día.. - Incidencia acumulada global de IN. Se calculan RR, RRR, RAR, y NNT. <p>Tiempo seguimiento: 12 meses.</p> <p>Datos pre-intervención abr 2015-mar 2016.</p> <p>Post-Intervención: abril 2016-marzo 2017.</p> <p>Microorganismos analizados: <i>Acinetobacter baumannii</i>, <i>Klebsiella pneumoniae</i>, SARM, ERV, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>.</p> <p>NOTA: Excluyen del análisis a <i>C. difficile</i>.</p>	<table border="1" data-bbox="1025 320 1742 804"> <thead> <tr> <th colspan="4">Incidencia y tasa de IN global</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Antes- UV-C</th> <th>Después UV-C</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Incidencia (%)</td> <td>313/12.747 (2,46%)</td> <td>245/13.177 (1,86%)</td> <td>0,001</td> </tr> <tr> <td>Tasa infección*</td> <td>4,87</td> <td>3,94</td> <td>0,007</td> </tr> <tr> <td>RR (IC95%)</td> <td colspan="2">0,76 (IC95%: 0,64 a 0,89)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>RRR (IC95%)</td> <td colspan="2">24% (IC95%:11% a 36%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>RAR (IC95%)</td> <td colspan="2">0,6% (IC95%:0,24 a 0,95%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NNT (IC95%)</td> <td colspan="2">168 (IC95%: 105 a 412)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>*: expresado por 1.000 pacientes-día.</p> <p>Ahorro costes: ↓ 56 estancias período intervención (185) que preintervención (241). Exceso estancia hospitalaria acumulada se ↓en 739,3 días-paciente. Ahorro de costes estimado de \$1,219,878.</p>	Incidencia y tasa de IN global					Antes- UV-C	Después UV-C	p	Incidencia (%)	313/12.747 (2,46%)	245/13.177 (1,86%)	0,001	Tasa infección*	4,87	3,94	0,007	RR (IC95%)	0,76 (IC95%: 0,64 a 0,89)			RRR (IC95%)	24% (IC95%:11% a 36%)			RAR (IC95%)	0,6% (IC95%:0,24 a 0,95%)			NNT (IC95%)	168 (IC95%: 105 a 412)			<p>UV-C ↓ significativamente las IN y ↓ la carga financiera sin afectar el proceso de ingreso hospitalario.</p> <p>Comentario: No modificaron protocolos desinfección y limpieza durante el estudio. No se realizan actividades o programas de refuerzo de higiene de manos durante estudio.</p>
Incidencia y tasa de IN global																																			
	Antes- UV-C	Después UV-C	p																																
Incidencia (%)	313/12.747 (2,46%)	245/13.177 (1,86%)	0,001																																
Tasa infección*	4,87	3,94	0,007																																
RR (IC95%)	0,76 (IC95%: 0,64 a 0,89)																																		
RRR (IC95%)	24% (IC95%:11% a 36%)																																		
RAR (IC95%)	0,6% (IC95%:0,24 a 0,95%)																																		
NNT (IC95%)	168 (IC95%: 105 a 412)																																		

C. ABREVIADA	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIONES																																																																																																																				
<p>Rutala et al. 2010¹</p> <p>Diseño: antes-después</p> <p>Objetivos: Determinar eficacia de UV-C para eliminar patógenos en habitación contaminada por SARM, ERV, A. baumannii, C. difficile (CD)</p> <p>Loc. y per. realización: EEUU. Ene – Dic 2009</p>	<p>FASE 1: Estudios de placas microbiológicas inoculadas (inóculo 10⁴ – 10⁵ microorganismos) SARM, ERV, CD, A. baumannii. Habitaciones vacías.</p> <p>Intervención: Desinfección UVC</p> <p>Dispositivo: Tru-D SmartUVC (Lumalier).</p> <p>FASE 2: Estudio de superficies.</p> <p>Dosis UV-C: Fase 1 y 2 Bacterias vegetativas 12.000 mWs/cm²; Esporas CD: 36.000 mWs/cm².</p> <p>Duración: Fase 1 Bacterias vegetativas (15 min); Esporas (50 minutos). Fase 2: exposición (17 minutos).</p> <p>Variables resultado:</p> <p>Fase 1: - ↓media % de UFC. - ↓ Log₁₀ UFC/cm².</p> <p>Fase 2: - ↓logarítmica y % UFC.</p>	<p style="text-align: center;">Fase 1: Reducción logarítmica media de UFC.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Exposición UV-C</th> <th>Global</th> <th>Directa</th> <th>Indirecta</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th>↓ log. (IC95%)</th> <th>N</th> <th>↓ log. (IC95%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SARM</td> <td>50</td> <td>3,94 (2,54 a 5,34)</td> <td>10</td> <td>4,31 (3,13 a 5,50)</td> <td>40</td> <td>3,85 (2,44 a 5,25)</td> </tr> <tr> <td>ERV</td> <td>47</td> <td>3,46 (2,16 a 4,81)</td> <td>15</td> <td>3,90 (2,99 a 4,81)</td> <td>32</td> <td>3,25 (1,97 a 4,62)</td> </tr> <tr> <td>A. baumannii</td> <td>47</td> <td>3,88 (2,59 a 5,16)</td> <td>10</td> <td>4,21 (3,27 a 5,15)</td> <td>37</td> <td>3,79 (2,47 a 5,10)</td> </tr> <tr> <td>CD</td> <td>45</td> <td>2,79 (1,20 a 4,37)</td> <td>10</td> <td>4,04 (3,70 a 4,37)</td> <td>35</td> <td>2,43 (1,46 a 3,40)</td> </tr> </tbody> </table> <p>N: n° de muestras. Resultados en negrita: diferencias estadísticamente significativas respecto a inóculo.</p> <p style="text-align: center;">Fase 2. Descontaminación de superficies (habitaciones de pacientes SARM).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>↓ UFC</th> <th>↓Log₁₀</th> <th></th> <th>N</th> <th>↓ UFC</th> <th>↓Log₁₀</th> <th></th> <th>N</th> <th>↓ UFC</th> <th>↓Log₁₀</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L1</td> <td>8</td> <td>91,8%</td> <td>1,09</td> <td>L7</td> <td>8</td> <td>92,1%</td> <td>1,10</td> <td>L13</td> <td>1</td> <td>92,8%</td> <td>1,14</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>6</td> <td>98,4%</td> <td>1,79</td> <td>L8</td> <td>4</td> <td>91,7%</td> <td>1,08</td> <td>L14</td> <td>4</td> <td>97,2%</td> <td>1,55</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>8</td> <td>97,7%</td> <td>1,63</td> <td>L9</td> <td>7</td> <td>97,4%</td> <td>1,59</td> <td>L15</td> <td>1</td> <td>97,9%</td> <td>1,68</td> </tr> <tr> <td>L4</td> <td>7</td> <td>96,8%</td> <td>1,49</td> <td>L10</td> <td>5</td> <td>98,2%</td> <td>1,74</td> <td>L16</td> <td>1</td> <td>88,8%</td> <td>0,95</td> </tr> <tr> <td>L5</td> <td>12</td> <td>96,0%</td> <td>1,40</td> <td>L11</td> <td>1</td> <td>91,7%</td> <td>1,08</td> <td colspan="4" rowspan="2" style="text-align: center;">Red. UFC: ↓% de las UFC. Red. Log₁₀: ↓logarítmica de UFC.</td> </tr> <tr> <td>L6</td> <td>6</td> <td>94,4%</td> <td>1,25</td> <td>L12</td> <td>1</td> <td>97,9%</td> <td>1,68</td> </tr> </tbody> </table>	Exposición UV-C	Global	Directa	Indirecta	N	↓ log. (IC95%)	N	↓ log. (IC95%)	SARM	50	3,94 (2,54 a 5,34)	10	4,31 (3,13 a 5,50)	40	3,85 (2,44 a 5,25)	ERV	47	3,46 (2,16 a 4,81)	15	3,90 (2,99 a 4,81)	32	3,25 (1,97 a 4,62)	A. baumannii	47	3,88 (2,59 a 5,16)	10	4,21 (3,27 a 5,15)	37	3,79 (2,47 a 5,10)	CD	45	2,79 (1,20 a 4,37)	10	4,04 (3,70 a 4,37)	35	2,43 (1,46 a 3,40)		N	↓ UFC	↓Log ₁₀		N	↓ UFC	↓Log ₁₀		N	↓ UFC	↓Log ₁₀	L1	8	91,8%	1,09	L7	8	92,1%	1,10	L13	1	92,8%	1,14	L2	6	98,4%	1,79	L8	4	91,7%	1,08	L14	4	97,2%	1,55	L3	8	97,7%	1,63	L9	7	97,4%	1,59	L15	1	97,9%	1,68	L4	7	96,8%	1,49	L10	5	98,2%	1,74	L16	1	88,8%	0,95	L5	12	96,0%	1,40	L11	1	91,7%	1,08	Red. UFC: ↓% de las UFC. Red. Log₁₀: ↓logarítmica de UFC.				L6	6	94,4%	1,25	L12	1	97,9%	1,68	<p>El dispositivo UV-C fue eficaz para eliminar las bacterias vegetativas en superficies contaminadas tanto en la línea de visión como detrás de los objetos en aproximadamente 15 minutos y para eliminar las esporas de C. difficile en 50 minutos.</p> <p>Se usó un conjunto de 2 dispositivos en cada habitación en cada habitación (uno en la habitación y otro en el baño). Área de cada habitación (incluido baño), en torno a 12,1 m².</p>
Exposición UV-C	Global	Directa	Indirecta																																																																																																																				
N	↓ log. (IC95%)	N	↓ log. (IC95%)																																																																																																																				
SARM	50	3,94 (2,54 a 5,34)	10	4,31 (3,13 a 5,50)	40	3,85 (2,44 a 5,25)																																																																																																																	
ERV	47	3,46 (2,16 a 4,81)	15	3,90 (2,99 a 4,81)	32	3,25 (1,97 a 4,62)																																																																																																																	
A. baumannii	47	3,88 (2,59 a 5,16)	10	4,21 (3,27 a 5,15)	37	3,79 (2,47 a 5,10)																																																																																																																	
CD	45	2,79 (1,20 a 4,37)	10	4,04 (3,70 a 4,37)	35	2,43 (1,46 a 3,40)																																																																																																																	
	N	↓ UFC	↓Log ₁₀		N	↓ UFC	↓Log ₁₀		N	↓ UFC	↓Log ₁₀																																																																																																												
L1	8	91,8%	1,09	L7	8	92,1%	1,10	L13	1	92,8%	1,14																																																																																																												
L2	6	98,4%	1,79	L8	4	91,7%	1,08	L14	4	97,2%	1,55																																																																																																												
L3	8	97,7%	1,63	L9	7	97,4%	1,59	L15	1	97,9%	1,68																																																																																																												
L4	7	96,8%	1,49	L10	5	98,2%	1,74	L16	1	88,8%	0,95																																																																																																												
L5	12	96,0%	1,40	L11	1	91,7%	1,08	Red. UFC: ↓% de las UFC. Red. Log₁₀: ↓logarítmica de UFC.																																																																																																															
L6	6	94,4%	1,25	L12	1	97,9%	1,68																																																																																																																

CITA ABREVIADA	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN /MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSIONES																																																																
<p>Wong et al. 2016³⁸</p> <p>Diseño: antes-después.</p> <p>Objetivos: Evaluar eficacia y efectividad de 2 dispositivos UV-C en reducir concentración de SARM, ERV y <i>C. difficile</i> (CD) en habitaciones de aislamiento.</p> <p>Localización: Hospital terciario. 728 camas. Vancouver, Canadá.</p> <p>Periodo de realización: Feb a Nov 2013.</p>	<p>Población: 361 muestras superficies</p> <p>66 habitaciones tras alta pacientes con SARM, ERV o CD.</p> <p>Intervención: Desinfección UVC</p> <p>Dispositivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> R-D Rapid Disinfectior (Steriliz, Rochester, NY) Tru-D SmartUVC (Lumalier Corp, Memphis, TN) <p>Variables resultado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción media UFC / placas - % superficies contaminadas por SAMR, ERV y CD 	<p>Reducción de UFC por placa antes, tras limpieza manual y tras desinfección con UV-C.</p> <table border="1" data-bbox="703 363 1789 715"> <thead> <tr> <th>Muestras</th> <th>N</th> <th>(a) UFC</th> <th>(b) UFC</th> <th>(c) UFC</th> <th>a-b (%)</th> <th>a-c (%)</th> <th>b-c (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5 superficies*</td> <td>300</td> <td>88,0 ± 274,3</td> <td>19,6 ± 779,1</td> <td>1,3 ± 20,4</td> <td>77,7%</td> <td>98,5%</td> <td>93,4%</td> </tr> <tr> <td>Suelos*</td> <td>61</td> <td>241,4 ± 184,6</td> <td>590,9 ± 97,7</td> <td>8,8 ± 9,5</td> <td>-144,8%</td> <td>96,4%</td> <td>98,5%</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>361</td> <td>114,0 ± 210,1</td> <td>116,2 ± 390,8</td> <td>2,6 ± 12,3</td> <td>-1,9%**</td> <td>97,7%</td> <td>97,8%</td> </tr> </tbody> </table> <p>N: muestras pareadas; (a) Antes limpieza manual; (b) Posterior limpieza manual y pre-UV-C; (c) Post-UV-C. UFC: valor medio y desviación estándar.</p> <p>*: mesa sobre cama, mando ajuste de cama, lavabo, borde inodoro, pasamanos baño y suelo.</p> <p>** : Significación estadística en todas comparaciones, excepto comparación total (a) - (b). Obsérvese que en suelos se incrementa el nº de UFC tras limpieza manual.</p> <p>Reducción de contaminación de superficies, tras limpieza manual y tras desinfección con UV-C.</p> <table border="1" data-bbox="703 884 1789 1235"> <thead> <tr> <th>Microorganismo</th> <th>N</th> <th>(a) SC</th> <th>(b) SC</th> <th>(c) SC</th> <th>a-b (%)</th> <th>a-c (%)</th> <th>b-c (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SAMR</td> <td>360</td> <td>50 (13,9%)</td> <td>21 (5,8%)</td> <td>2 (0,6%)</td> <td>58,0%</td> <td>96,0%</td> <td>90,5%</td> </tr> <tr> <td>ERV</td> <td>360</td> <td>41 (11,4%)</td> <td>25 (6,9%)</td> <td>3 (0,8%)</td> <td>39,0%</td> <td>92,7%</td> <td>88,0%</td> </tr> <tr> <td>CD</td> <td>125</td> <td>9 (7,2%)</td> <td>5 (4,0%)</td> <td>0 (0,0%)</td> <td>44,4%</td> <td>100,0%</td> <td>100,0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>SC: superficies contaminadas. (a) Antes limpieza manual; (b) Posterior limpieza manual y pre-UV-C; (c) Post-UV-C. En negrita, diferencias estadísticamente significativas.</p>	Muestras	N	(a) UFC	(b) UFC	(c) UFC	a-b (%)	a-c (%)	b-c (%)	5 superficies*	300	88,0 ± 274,3	19,6 ± 779,1	1,3 ± 20,4	77,7%	98,5%	93,4%	Suelos*	61	241,4 ± 184,6	590,9 ± 97,7	8,8 ± 9,5	-144,8%	96,4%	98,5%	Total	361	114,0 ± 210,1	116,2 ± 390,8	2,6 ± 12,3	-1,9%**	97,7%	97,8%	Microorganismo	N	(a) SC	(b) SC	(c) SC	a-b (%)	a-c (%)	b-c (%)	SAMR	360	50 (13,9%)	21 (5,8%)	2 (0,6%)	58,0%	96,0%	90,5%	ERV	360	41 (11,4%)	25 (6,9%)	3 (0,8%)	39,0%	92,7%	88,0%	CD	125	9 (7,2%)	5 (4,0%)	0 (0,0%)	44,4%	100,0%	100,0%	<p>Los dispositivos de UV-C son efectivos de manera adicional a la limpieza manual.</p> <p>La limpieza manual de las habitaciones de los pacientes no es óptima. Dispositivos de UV-C reducen eficazmente la contaminación de la habitación, superando a limpieza manual, cuando se aplican secuencialmente.</p> <p>NOTA: Los responsable de la desinfección de superficies conocían que estaban siendo auditados.</p>
Muestras	N	(a) UFC	(b) UFC	(c) UFC	a-b (%)	a-c (%)	b-c (%)																																																												
5 superficies*	300	88,0 ± 274,3	19,6 ± 779,1	1,3 ± 20,4	77,7%	98,5%	93,4%																																																												
Suelos*	61	241,4 ± 184,6	590,9 ± 97,7	8,8 ± 9,5	-144,8%	96,4%	98,5%																																																												
Total	361	114,0 ± 210,1	116,2 ± 390,8	2,6 ± 12,3	-1,9%**	97,7%	97,8%																																																												
Microorganismo	N	(a) SC	(b) SC	(c) SC	a-b (%)	a-c (%)	b-c (%)																																																												
SAMR	360	50 (13,9%)	21 (5,8%)	2 (0,6%)	58,0%	96,0%	90,5%																																																												
ERV	360	41 (11,4%)	25 (6,9%)	3 (0,8%)	39,0%	92,7%	88,0%																																																												
CD	125	9 (7,2%)	5 (4,0%)	0 (0,0%)	44,4%	100,0%	100,0%																																																												

Anexo 5. Tabla de estudios excluidos y motivos.

1	Barbut 2015 ⁴⁹	Revisión narrativa.
2	Beal et al. 2016 ⁵⁰	Intervención sin interés para la pregunta de investigación.
3	Bernard et al. 2015 ⁵¹	Resumen a Congreso.
4	Blazejewski et al. 2011 ⁵²	Revisión narrativa.
5	Boyce 2016 ⁵³	Revisión narrativa.
6	Catalanotti et al. 2016 ⁵⁴	Intervención sin interés para la pregunta de investigación.
7	Chemaly et al. 2014 ¹⁸	Revisión narrativa.
8	Doll et al. 2015 ⁵⁵	Revisión narrativa.
9	Donskey 2019 ⁵⁶	Revisión narrativa.
10	Leas et al. 2015 ⁵	Utilizado para búsqueda inversa.
11	Levenson et al. 1986 ⁵⁷	Revisión narrativa.
12	Lindblad et al. 2020 ⁸	Revisión narrativa.
13	Marra et al. 2018 ¹²	Utilizado para búsqueda inversa.
14	Mason 2017 ⁵⁸	Intervención sin interés para la pregunta de investigación.
15	McMullen et al. 2015 ⁵⁹	Resumen a Congreso.
16	Memarzadeh et al. 2010 ⁶⁰	Revisión narrativa.
17	Nct. 2015 ⁶¹	Protocolo de investigación.
18	Nct. 2017 ⁶²	Protocolo de investigación.
19	Nerandzic et al. 2015 ⁶	Intervención sin interés para la pregunta de investigación.
20	Nothingham et al. 2017 ¹⁰	Graves limitaciones metodológicas.
21	Ontario Health Technology 2018 ⁹	Utilizado para búsqueda inversa.
22	Otter et al. 2013 ³¹	Revisión narrativa.
23	Owens et al. 2005 ⁴	Revisión narrativa.
24	Petersson et al. 2014 ⁶³	Intervención sin interés para la pregunta de investigación.
25	Piluso et al. 2006 ⁶⁴	Revisión narrativa.
26	Qureshi et al. 2013 ⁶⁵	Revisión narrativa.

27	Reid et al. 2020 ⁶⁶	Intervención sin interés para la pregunta de investigación.
28	Rutala et al. 2013 ⁶⁷	Revisión narrativa.
29	Sampathkumar et al. 2016 ⁶⁸	Intervención sin interés para la pregunta de investigación.
30	Sampathkumar et al. 2018 ⁶⁹	Intervención sin interés para la pregunta de investigación.
31	Simmons et al. 2017 ²⁸	Revisión narrativa.
32	Sliney 2013 ⁷⁰	Revisión narrativa.
33	Weber et al. 2013 ⁷¹	Revisión narrativa.
34	Weber et al. 2016a ²⁰	Revisión narrativa.
35	Weber et al. 2016b ¹¹	Revisión narrativa.
36	Zeber et al. 2018 ⁷²	Intervención sin interés para la pregunta de investigación.

