

Galván Contreras, Rafael¹ Villeda Gabriel, Graciela¹
 Villegas Mota, Isabel¹ Segura Cervantes, Enrique¹
 Cortés Bonilla, Manuel² Luna Gordillo, Rufino¹
 Cabrera Sánchez, Claudia E.¹ Solórzano Santos, Fortino³

Eficacia y efectividad de la radiación ultravioleta como procedimiento de descontaminación ambiental hospitalaria

Efficacy and effectiveness of ultraviolet radiation as a procedure to carry out the hospital environmental decontamination

Fecha de aceptación: diciembre 2020

Resumen

INTRODUCCIÓN. Las superficies pueden contribuir a la contaminación cruzada secundaria, por medio de las manos de los profesionales de la salud y de los instrumentos o productos contaminados. Ha sido necesario desarrollar equipos de descontaminación ambiental que eviten problemas relacionados con la desinfección manual.

MATERIAL Y MÉTODO. Se realizó un estudio prospectivo, transversal, analítico en dos etapas, para evaluar la eficacia y efectividad de la descontaminación ambiental hospitalaria con el procedimiento de radiación ultravioleta, con equipo que emite radiación UV con longitud de onda de 254 nm con tiempo de exposición de 30 minutos, en 2 consultorios destinados a la atención de pacientes con sospecha o infección por SARS-COV2, con tomas de muestra pre y post intervención. Estudio de 2 etapas para evaluar eficacia y efectividad.

RESULTADOS. En la etapa 1 (evaluación de eficacia) se sembraron cepas de referencia ATCC posteriormente se realizó intervención con radiación UV, el crecimiento de microorganismos fue en 0/3 en las micas, es decir; se logró eliminar la carga bacteriana en el 100 % (3 muestras). En la etapa 2 (evaluación de la efectividad), se realizaron muestras microbiológicas de 15 sitios de los consultorios en condiciones basales, se encontró que había crecimiento de microorganismos en 12/15 superficies previo a intervención. Posterior a descontaminación con radiación UV el crecimiento de microorganismos fue en 4/15 en las micas, se logró eliminación bacteriana en el 73.34% de las superficies muestreadas y persistió la carga bacteriana en el 26.66% de las áreas muestreadas. Posterior a la intervención de descontaminación a través de luz UV se logró una eliminación de la cuenta bacteriana significativa (prueba Chi Cuadrado $p = 0.0002$).

CONCLUSIONES. El proceso de descontaminación con luz UV en espacios cerrados con equipo que emite radiación con longitud de onda de 254 nm, durante 30 minutos resultó una intervención efectiva para disminuir y eliminar la carga bacteriana de las superficies hospitalarias.

Palabras clave: Descontaminación, Rayos ultravioleta, Radiación.

Abstract

INTRODUCTION. The hospital surfaces can contribute to secondary cross contamination, through the hands of health care personnel or contaminated material. It has been necessary to develop ambient automatic decontamination equipment without the problems related with manual disinfection.

MATERIAL AND METHOD. An analytical, prospective, cross-sectional study was carried out, to evaluate the efficacy and effectiveness of ambient decontamination at the hospital, with ultraviolet radiation of a 245 nm wavelength equipment, on two semi critical areas, meant for clinical attention to patients with SARS-COV-2 infection, with pre and post intervention sampling. 2-stage study to evaluate efficiency and effectiveness.

RESULTS. In stage 1 (efficacy evaluation) ATCC reference strains were sown, subsequently intervention with UV radiation was carried out, the growth of microorganisms was 0/3 in the micas, that is; it was possible to eliminate the bacterial load in 100% (3 samples). In stage 2 (evaluation of effectiveness), microbiological samples were taken from 15 clinic sites under baseline conditions, it was found that there was growth of microorganisms on 12/15 surfaces prior to intervention. After decontamination with UV radiation, the growth of microorganisms was 4/15 in the micas, bacterial elimination was achieved in 73.34% of the sampled surfaces and the bacterial load persisted in 26.66% of the sampled areas. After the decontamination intervention through UV light, a significant bacterial count elimination was achieved (Chi Square test $p = 0.0002$).

CONCLUSIONS. The decontamination process with UV light in closed spaces with equipment that emits radiation with a wavelength of 254 nm for 30 minutes was an effective intervention to reduce and eliminate the bacterial load from hospital surfaces.

Key words: Decontamination, Ultraviolet rays, Radiation.

¹ Unidad de Enfermedades Infecciosas y Epidemiología. Instituto Nacional de Perinatología, Ciudad de México, México

² Dirección Médica. Instituto Nacional de Perinatología, Ciudad de México, México

³ Unidad de Investigación en Enfermedades Infecciosas. Hospital

Infantil de México "Federico Gómez"

Correspondencia: Dra. Isabel Villegas Mota
 Instituto Nacional de Perinatología, Ciudad de México, México.
Dirección electrónica: isavillegas13@hotmail.com

Introducción

Actualmente, el ambiente hospitalario es foco de especial atención en relación al riesgo que representa como un área de diseminación de microorganismos diversos. Los hospitales pueden actuar como reservorios de patógenos potencialmente causantes de infecciones relacionadas a la asistencia en salud (IAS), incluidas bacterias multirresistentes.¹

El mantenimiento de las superficies limpias y desinfectadas, consigue reducir hasta en un 99% el número de microorganismos (MO) existentes, mientras que en las superficies que solo fueron limpiadas, la reducción de los MO existentes solo es del 80%.²

Las superficies tienen un riesgo mínimo de transmisión directa de infecciones, pero pueden contribuir a la contaminación cruzada secundaria, por medio de las manos de los profesionales de la salud y de los instrumentos o productos que podrían ser contaminados o entrar en contacto con esas superficies y posteriormente, contaminar a equipos o pacientes.³

Entre los factores que favorecen la contaminación de los ambientes y áreas hospitalarias se encuentran:

- Las manos de los profesionales de salud en contacto con las superficies
- La ausencia de la utilización de técnicas básicas de asepsia por los profesionales de la salud
- Mantenimiento de superficies húmedas o mojadas
- Mantenimiento de superficies polvorosas
- Condiciones precarias de revestimientos
- Mantenimiento de la materia orgánica

En múltiples artículos médicos se ha evaluado, la necesidad de seleccionar los materiales desinfectantes más adecuados para destinarlos a procesos de desinfección del equipo biomédico y el medio ambiente hospitalario. Asimismo, se han publicado estudios que documentan la infección de pacientes, después de efectuar en el hospital procesos inadecuados de desinfección.² En este mismo contexto, es importante resaltar que en los hospitales, la desinfección de superficies y artículos no críticos, habitualmente se realiza mediante la aplicación directa de desinfectantes líquidos con paños de limpieza. Recientemente se han identificado importantes oportunidades para mejorar la limpieza de superficies y artículos de mayor contacto con los pacientes. Estudios epidemiológicos han demostrado que pacientes hospitalizados en habitaciones previamente ocupadas por pacientes infectados o colonizados con *Staphylococcus aureus* meticilina resistente (SAMR), *Enterococo* resistente a vancomicina (ERV) o *Clostridium difficile* presentan un riesgo significativo de adquirir estos microorganismos desde las superficies contaminadas de la habitación.⁴

La Norma Oficial Mexicana NOM-045-SSA2-2005 "Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las infecciones nosocomiales", establece en los numerales 10.6.7.1 y 10.6.7.2 la importancia de contar con un Manual de Procedimientos en el que se estipulen las características, frecuencia de aseo y limpieza de las distintas áreas.⁵

En los hospitales, el tipo de limpieza que se suele realizar con más frecuencia consiste en descontaminar y desinfectar.⁶

Lo anterior ha llevado a desarrollar equipos de descontaminación ambiental que eviten problemas relacionados con la desinfección manual. Entre estos se han propuesto equipos que utilizan radiación ultravioleta (longitud de onda, 254 nm). Este equipo usa y selecciona sensores ultravioletas que determinan y alcanzan áreas específicas para liberar dosis definidas de energía ultravioleta que destruye microorganismos. Es automático y no requiere modificar la ventilación de la habitación durante su uso. Calcula la radiación reflejada en las paredes, cielos, pisos u otros artículos de la habitación y determina el tiempo de exposición requerido para destruir microorganismos.

En este estudio se determinó evaluar la eficacia y efectividad de la descontaminación hospitalaria con radiación UV utilizando una longitud de onda de 254 nm con la finalidad de eliminar agentes patógenos en superficies de distintos ambientes hospitalarios mediante la aplicación de un reto microbiológico, bajo condiciones controladas (uso de ATCC) y habituales (muestreo de sitios sin previa desinfección o descontaminación de áreas).

Material y método

Se diseñó un estudio prospectivo, transversal, analítico, para evaluar la eficacia y efectividad de la descontaminación ambiental hospitalaria con el procedimiento de radiación ultravioleta.

El estudio se realizó el 02 de julio del año 2020, en el Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes" (INPer), en 2 consultorios destinados a la atención de pacientes con sospecha o infección por SARS-COV-2, dichos espacios se encontraban desocupados el momento de efectuar el estudio.

Los consultorios en donde se efectuó el estudio tienen las siguientes dimensiones:

- Consultorio 1 Triage COVID: 5.40 x 3.00 metros
- Consultorio 2 Triage COVID: 6.20x 2.70 metros

El estudio se realizó en 2 etapas. En la primera se realizó la toma de muestras microbiológicas en sitios específicos delimitados en los cuales se inocularon por separado cepas de referencia ATCC de *E. coli*, *E. faecalis* y *S. epidermidis*. En la segunda etapa se realizaron muestras de lugares bajo un marco de 20 x 20 cm, sin utilizar cepas de referencia, (condiciones habituales de contaminación hospitalaria).

Se utilizó el equipo MaxUV360® de E-Sanity Stewardship entropía, el equipo consta de lámparas UV Phillips con certificado UL, 6 tubos UV de 30 W de uso germicida. El equipo emite radiación con longitud de onda de 254 nm con desinfección de manera terminal y sin necesidad de tocar ninguna superficie.⁷

Etapa 1

Evaluación de la eficacia (uso de ATCC): Se utilizaron cepas de referencia de 3 tipos de microorganismos por cada placa. Estos fueron: *S. epidermidis*, *Enterococcus faecalis* y *E. coli*, cepas que se sembraron con hisopo húmedo sobre placas previamente desinfectadas con alcohol étílico AL 70%,

posterior a la siembra a dilución de 0.5 (estándar de turbidez de McFarland que equivale a una concentración 1.5×10^8 bacterias) se dejaron secar a temperatura ambiente por 5 minutos. Posteriormente se procedió a realizar hisopado de las micas previo al proceso de descontaminación, posteriormente se procedió a la activación del equipo MaxUV360®, dejando actuar la luz por un periodo de 30 minutos. En total de colocaron 3 micas diferentes inoculadas con cepas de referencia ATCC en el consultorio 1. Se tomaron muestras de 3 micas pre-intervención y 3 muestras post-intervención.

Etapa 2

Posteriormente, para evaluar la efectividad (efecto bajo condiciones habituales, no controladas) se tomaron muestras de distintas áreas de consultorios 1 de triage área COVID y consultorio 2 MMF área COVID, con la finalidad de evaluar el estado microbiológico pre-intervención (radiación UV) y efecto post-intervención (disminución de la carga bacteriana o eliminación total e la misma). Se definieron las áreas a muestrear con base a una matriz plástica de 20x20 cm, la cual fue señalizada también con tela adhesiva, con la finalidad de obtener mayor precisión para muestrear el mismo lugar en pre y post-intervención, reduciendo el sesgo de medición (del instrumento). De la misma manera que en la etapa 1, se utilizó hisopo húmedo para la toma de muestras.

La toma de muestras y procesamiento de las mismas quedó a cargo de 2 personas con entrenamiento específico en el procedimiento pertenecientes al equipo de trabajo de laboratorio de Microbiología de INPER. Los procedimientos microbiológicos se realizaron de acuerdo a las normas nacionales.⁸⁻¹¹

Las áreas de intervención se definieron de acuerdo a la clasificación de Spaulding (1968) como área semicrítica, por tratarse de consultorios en los cuales se tiene contacto con pacientes y se realizan procedimientos como tomas de muestra, exploración física, entre otros.⁶

Metodología de muestreo microbiológico

Descripción del muestreo. Para evaluar la eficacia de la intervención de uso de radiación UV para descontaminación ambiental, se efectuaron muestreos microbiológicos con técnica de hisopado sobre tres micas plásticas de 28x22 cm, las cuales fueron sometidas a un proceso de limpieza con alcohol etílico al 70%, aplicado con torundas estériles, previo a siembra de cepas de referencia ATCC, posterior a la aplicación de alcohol etílico se dio un lapso de tiempo de 5 minutos para que secara completamente el desinfectante y proceder a la siembra de ATCC para cada mica a dilución de 0.5, de la siguiente manera:

- Mica 1: Inoculación de ATCC 12228: *S. epidermidis*
- Mica 2: Inoculación de ATCC 35218: *E. coli*
- Mica 3: Inoculación de ATCC 29212: *E. faecalis*

Posterior a la siembra sobre mica plástica se dejó un lapso de 5 minutos y se procedió a realizar la intervención aplicando radiación UV con longitud de onda de 254 nm por un periodo de exposición de 30 minutos, evitando el ingreso de cualquier persona en el área durante el procedimiento. Se tomó muestra microbiológica posterior a la intervención con radiación UV.

Procedimiento para la toma de la muestra por método del hisopo. Se frotó con un hisopo previamente humedecido en una solución diluyente, el área determinada con un hisopo de algodón de 12 cm. Con el hisopo inclinado en ángulo de 30° se frotó 4 veces la superficie delimitada por la plantilla de 20 x 20 cm, cada una en dirección opuesta a la anterior. Una vez obtenida la muestra el hisopo se depositó en un tubo de ensayo con tapa hermética con 10 ml de solución diluyente estéril.

Las muestras recolectadas se colocaban en un contenedor isotérmico, con gel refrigerante, para asegurar que la temperatura no excediera los 10 °C hasta llegar al laboratorio de microbiología.

Procesamiento de la Muestra. Cada muestra se inoculó en tres cajas de Petri con los medios: Agar de papa-dextrosa (PDA) para el crecimiento de agentes micóticos y levaduras), MacConkey, medio selectivo para crecimiento de bacterias Gram negativas y fermentadores de lactosa y Sangre de carnero, medio de enriquecimiento para una gran variedad de bacterias.

El crecimiento se verificó a las 24 y 72 horas, realizando una o dos resiembras de las cajas en las que se observó un crecimiento de colonias.

La función del laboratorio fue determinar de forma cualitativa y cuantitativa, la ausencia de agentes patógenos post-descontaminación con radiación UV con longitud de onda de 254 nm y tiempo de exposición de 30 minutos.

De acuerdo a la normatividad vigente, para determinar la actividad microbiana, se llevó a cabo el método basado en la determinación del porcentaje de reducción de un número de UFC del microorganismo evaluado, cuando se pone en contacto con un agente germicida o descontaminante, en este caso, la luz UV.

Para evaluar si hubo diferencia significativa en la eliminación bacteriana post-intervención, dividimos 2 grupos y utilizamos prueba Chi cuadrado.

Resultados

Se muestrearon en total 18 superficies de diferentes áreas: 3 correspondientes a las micas plásticas con ATCC y 15 correspondientes a diferentes áreas de los 2 consultorios seleccionados: Consultorio 1 y 2 triage COVID (Cuadro 1 y 2).

Del total de las áreas sometidas a descontaminación con radiación UV los resultados fueron los siguientes:

Etapa 1, Evaluación de eficacia: En las superficies en las que se sembraron cepas de referencia ATCC descontaminadas con radiación UV, se obtuvo el crecimiento de microorganismos en 1/3 superficies de la mica plástica antes del proceso de inoculación de ATCC, posterior a inoculación de ATCC (y previo a descontaminación) se obtuvo crecimiento 3/3. Después de la intervención con luz UV por 30 minutos el crecimiento de microorganismos fue en 0/3 en las micas, es decir; se logró eliminar la carga bacteriana en el 100 % (3 muestras) (Figura 1).

Etapa 2, Evaluación de efectividad de radiación UV: En las superficies en las que se no se sembró cepas

de referencia ATCC para evaluar la efectividad de la descontaminación con radiación UV (15 superficies), se encontró que había crecimiento de microorganismos en 12/15 superficies previo a intervención. Posterior a descontaminación por 30 minutos con radiación UV el crecimiento de microorganismos fue en 4/15 en las micas (persistieron las muestras positivas

en 4 de 15 muestras), es decir; se logró eliminación bacteriana en el 73.34% de las superficies muestreadas y persistió la carga bacteriana en el 26.66% de las áreas muestreadas (Figura 2). Posterior a la intervención de descontaminación a través de luz UV se logró una eliminación de la cuenta bacteriana significativa (prueba Chi Cuadrado $p = 0.0002$) (Figura 3).

Cuadro 1.
Área Consultorio1 COVID, Toma de muestras, 02 de julio 2020. Con cepas de referencia ATCC (Eficacia)

Evaluación de eficacia con ATCC			
Número de mica plástica	Intervención ATCC, control positivo	Antes de descontaminación con radiación uv	Después de descontaminación con radiación uv
Mica plástica 1 control negativo: negativo, sin desarrollo bacteriano	Mica plástica 1: ATCC <i>S. epidermidis</i>	Desarrollo de <i>S. epidermidis</i>	Negativo, sin desarrollo bacteriano
Mica plástica 2 control negativo: <i>Bacillus sp.</i>	Mica plástica 2: ATCC <i>E. coli</i>	<i>Bacillus</i> y <i>E. coli</i>	Negativo, sin desarrollo bacteriano
Mica plástica 3 control negativo: negativo, sin desarrollo bacteriano	Mica plástica 3: ATCC <i>E. faecalis</i>	<i>E. faecalis</i>	Negativo, sin desarrollo bacteriano

Cuadro 2.
Áreas de consultorio 1 y 2 bajo, (efectividad)

Evaluación de efectividad sin ATCC, condiciones habituales: Consultorio 1 triage COVID		
Consultorio COVID 1		
Área de muestreo	Antes de descontaminación con radiación uv	Después de descontaminación con radiación uv
Mesa de exploración consultorio COVID 1 (muestra 4)	Desarrollo de <i>Bacillus sp.</i>	Desarrollo de <i>Bacillus sp.</i>
Pared frontal adyacente a despachador consultorio COVID 1 (muestra 5)	Desarrollo de <i>Bacillus sp.</i> y <i>scn</i>	Negativo, sin desarrollo bacteriano
Tarja- lavamanos ángulo izquierdo consultorio COVID 1 (muestra 6)	Desarrollo de <i>Bacillus sp.</i>	Negativo, sin desarrollo bacteriano
Escritorio consultorio COVID 1 (muestra 7)	Desarrollo de <i>Bacillus sp.</i>	Negativo, sin desarrollo bacteriano
Piso adyacente a bote de basura consultorio COVID 1 (muestra 8)	Desarrollo de <i>Bacillus sp.</i> y <i>scn</i>	Desarrollo de <i>Bacillus sp.</i> y <i>scn</i>
Ventana consultorio COVID 1 (muestra 9)	Desarrollo de <i>scn</i>	Negativo, sin desarrollo bacteriano
Consultorio 2, triage COVID		
Área de muestreo	Antes de descontaminación con radiación uv	Después de descontaminación con radiación uv
Escritorio consultorio 2 MMF (muestra 10)	Desarrollo de <i>Bacillus sp.</i> y <i>scn</i>	Desarrollo de <i>Bacillus sp.</i>
Mesa de exploración consultorio 2 MMF (muestra 11)	Desarrollo de <i>scn</i>	Negativo, sin desarrollo bacteriano
Lavamanos/tarja ángulo izquierdo consultorio 2 MMF (muestra 12)	Negativo, sin desarrollo bacteriano	Negativo, sin desarrollo bacteriano
Primer carro de instrumental (mesa mayo) consultorio 2 MMF (muestra 13)	Desarrollo de <i>Bacillus sp.</i>	Desarrollo de <i>Bacillus sp.</i>
Segundo carro de instrumental (mesa mayo) consultorio 2 MMF (muestra 14)	Desarrollo de <i>scn</i>	Negativo, sin desarrollo bacteriano
Silla consultorio 2 MMF (muestra 15)	Desarrollo de <i>Bacillus sp.</i> y <i>Pantoea sp.</i>	Negativo, sin desarrollo bacteriano
Pared frontal adyacente a marco de puerta consultorio 2 MMF (muestra 16)	Desarrollo de <i>Bacillus sp.</i>	Negativo, sin desarrollo bacteriano
Puerta consultorio 2 MMF (muestra 17)	Negativo, sin desarrollo bacteriano	Negativo, sin desarrollo bacteriano
Ventana consultorio 2 MMF (muestra 18)	Negativo, sin desarrollo bacteriano	Negativo, sin desarrollo bacteriano

*Muestras microbiológicas efectuados con base a una matriz de 20x20 cm, el 02 de julio 2020.

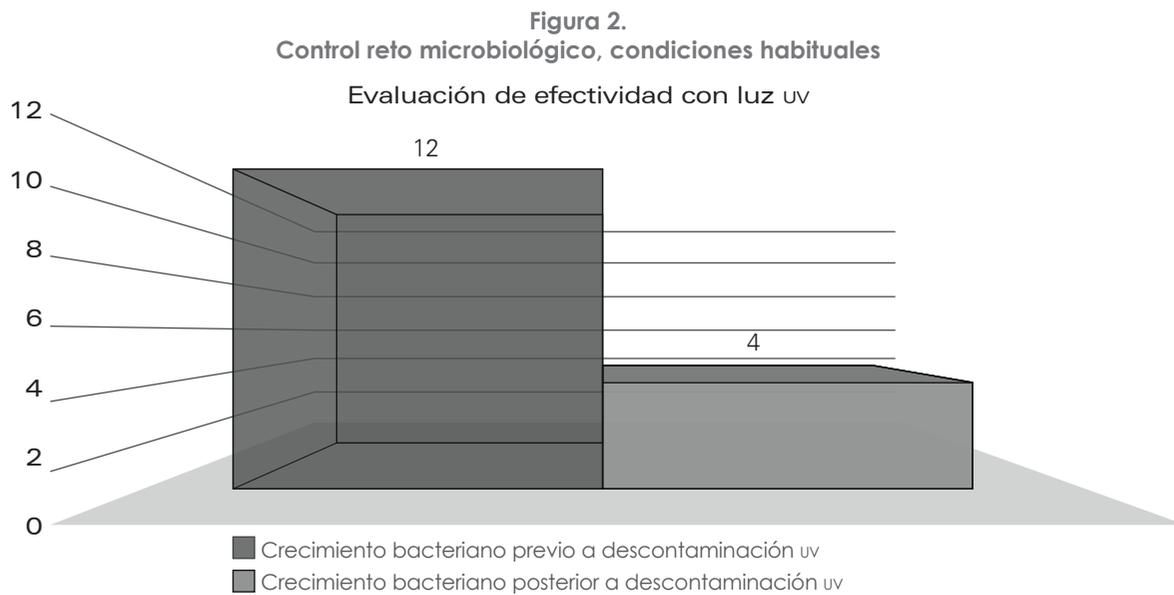
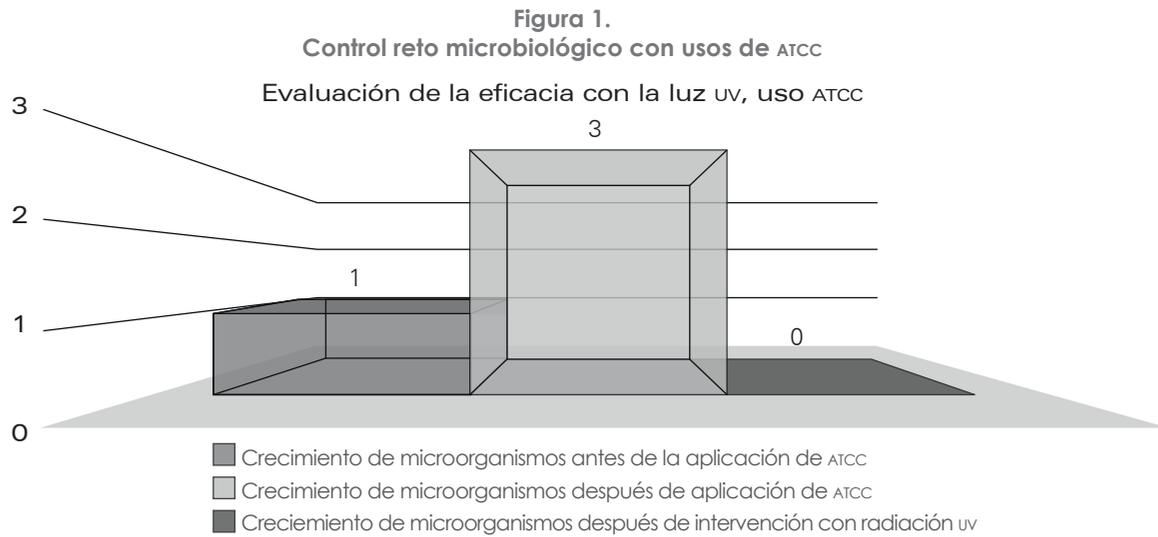
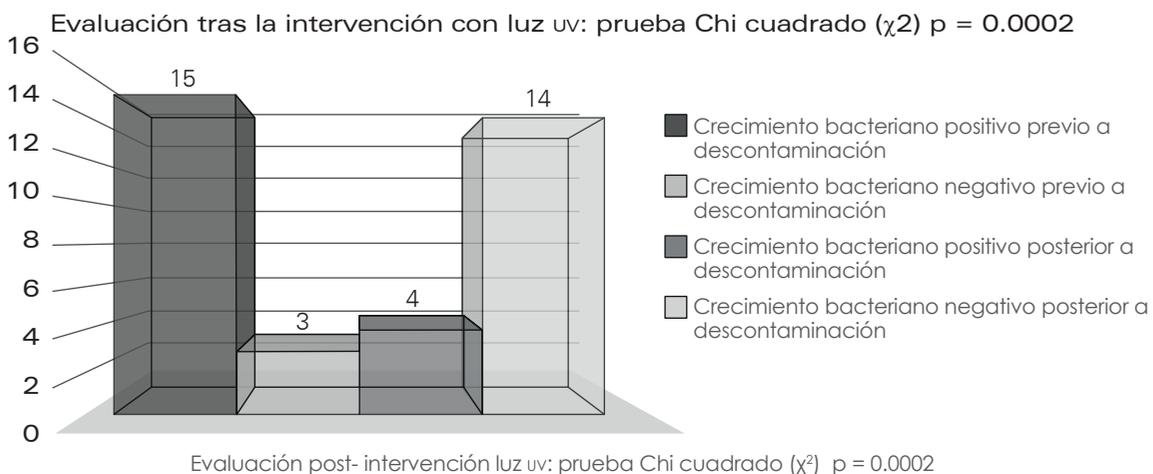


Figura 3.
Crecimiento de microorganismos antes y después del proceso de descontaminación con luz ultravioleta



Discusión

En todo proceso de limpieza hospitalaria no basta con realizar limpieza exhaustiva con desinfectantes habituales; el realizar un procedimiento complementario adicional puede proporcionar un ambiente más seguro y libre de bacterias. Si bien, el proceso de limpieza de áreas hospitalarias es una necesidad imperativa para evitar la propagación de infecciones asociadas a la atención en Salud (IAAS), el uso adicional de procedimientos alternativos de descontaminación constituye una ganancia para disminuir la posibilidad de generación de IAAS y reducir el impacto de la transmisión cruzada. A la hora de afrontar un trabajo de limpieza en el medio hospitalario, hay que tener en cuenta que la limpieza tiene tres niveles en función de la profundidad del proceso: descontaminación, desinfección y esterilización.¹²

Este estudio se evaluó la capacidad del equipo de luz UV para descontaminar habitaciones que en forma experimental o natural se encontraban contaminadas con microorganismos epidemiológicamente importantes, tales como SAMR, ERV, *Acinetobacter baumannii* y esporas de *C. difficile*.⁴

Las lámparas de luz ultravioleta tienen un efecto germicida cuando se usan en áreas de alto riesgo por contaminación de virus, bacterias u otros riesgos biológicos, alcanza tasas de éxito en desinfección de superficies y aire hasta del 99% en minutos, no deja residuos químicos, no causa riesgos sobre las personas o su entorno.¹³ Los resultados obtenidos en el presente estudio probaron la eficacia y efectividad de la descontaminación con luz UV como procedimiento extra en la descontaminación hospitalaria, con una eficacia del 100% y una efectividad del 73%.

El proceso de descontaminación con luz UV en espacios cerrados utilizando equipo especializado que emite radiación con longitud de onda de 254 nm, durante 30 minutos resultó una intervención eficaz para disminuir y eliminar la carga bacteriana de las superficies hospitalarias.

Siempre se debe tener el entendido que este tipo de procedimientos no sustituyen la limpieza habitual de las áreas hospitalarias con agentes desinfectantes, por lo que se sugiere que sea una práctica adicional al proceso habitual de limpieza, con la finalidad de minimizar los riesgos de generación de IAAS por transmisión cruzada.

Las lámparas ultravioletas tienen acción germicida cuando se usan en áreas de alto riesgo por contaminación de virus, bacterias u otros riesgos biológicos alcanza tasas de éxito en desinfección de superficies y aire hasta del 99% en minutos, no deja residuales químicos no causa riesgos sobre las personas o su entorno.¹³

Se ha establecido que la luz ultravioleta puede destruir efectivamente los contaminantes biológicos y químicos tales como el moho, bacterias, esporas, virus, polen, alérgenos, humo de cigarrillo, olores de cocina y mascotas, humos diésel, patógenos como: *E. coli*, SARS, MERS, Lassa, Marburgo, Ébola, H1N1, SARS-CoV-2 (COVID-19), *Legionella* o moho, compuestos orgánicos volátiles y miles de contaminantes presentes en el aire.¹³

Se sabe que la radiación ultravioleta programada con una longitud de onda de entre 200 y 280 nanómetros, tiene efecto germicida que altera el ADN de los microorganismos impidiendo su reproducción y haciendo que se vuelvan no patógenos, o incapaces de causar enfermedades. Dicha radiación no penetra la capa de ozono o el vidrio. Permite la descontaminación de las habitaciones y también del mobiliario y equipamiento, el sistema de ventilación no necesita ser desactivado ni sellado.¹⁴

La utilización de luz UV a nivel hospitalario puede ser una buena alternativa de descontaminación, siguiendo las precauciones necesarias para evitar riesgos en el personal hospitalario.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. <http://www.cloro.info/upload/public/Publications/datos-clave-sobre-el-cloro-2011.pdf>.
2. Polaco J, Villalobos MA, Mercado BM, Peña C, Baños C. Asepsia y antisepsia. En: Tápiá-Jurado J, Archundia-García A, Reyes-Arellano W. Introducción a la cirugía. México. McGraw-Hill/UNAM. 2011.
3. Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria. Manual de Limpieza y Desinfección de Superficies Hospitalarias. Brasilia. Brasil ANVISA. 2010.
4. Zambrano A. Descontaminación ambiental con radiación UV. Rev Chil Infect 2010; 27 (6): 573-574.
5. NORMA Oficial Mexicana NOM-045-SSA2-2005, Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las infecciones nosocomiales. México. Secretaría de Salud. 2005.
6. Sattar S. Conceptos básicos de Control de Infecciones, 2014. En: https://www.theific.org/wp-content/uploads/2014/08/Spanish_ch12_PRESS.pdf. Consultado el 21 de julio 2020.
7. E- Sanity Stewardship. Max Health. MaxUV360. Desinfección con luz Ultravioleta avanzada. Tríptico.
8. NOM-092-SSA1-1994 Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. México. Secretaría de Salud. 1994.
9. NOM-113-SSA1-1994 Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. México. Secretaría de Salud. 1994.
10. NOM-111-SSA1-1994 Método para la cuenta de mohos y levaduras. México. Secretaría de Salud. 1994.
11. NOM-115-SSA1-1994 Método para la determinación de *Staphylococcus aureus*. México. Secretaría de Salud. 1994.
12. ALDABA. Descontaminación, desinfección y esterilización: Los tres niveles de limpieza. En: <https://aldabacee.com/descontaminacion-desinfeccion-esterilizacion-los-tres-niveles-la-limpieza/>. Consultado el 03 de agosto 2020.
13. SYNERTECH, Colombia. Lámparas de desinfección Ultravioleta. En: <https://www.nyfdecolombia.com/uv/ultravioleta>. Consultado el 03 de agosto 2020. Moratilla L.
14. Hospital de Fuenlabrada. El Hospital de Fuenlabrada utiliza luz ultravioleta continua para desinfectar. En: <https://www.lavanguardia.com/vida/20200417/48571444361/el-hospital-de-fuenlabrada-utiliza-luz-ultravioleta-continua-para-desinfectar.html>.