

## Ozono como método de desinfección del ambiente hospitalario

### (Ozone a method of disinfection of the environment of hospitals)

Gloria Esther Lara-Fernández,<sup>1</sup> Concepción María Ariosa- Acuña,<sup>1</sup> Vivian Borroto-Rodríguez,<sup>1</sup> Ángela Puerta-Armas,<sup>1</sup> Raúl Ortiz-Hernández,<sup>1</sup> César Villalobos-Morales<sup>2</sup>

#### Resumen

**Justificación y objetivo:** las infecciones asociadas a la asistencia sanitaria elevan los costos, prolongan la estadía hospitalaria e incrementan la mortalidad, por lo que se hace necesaria la desinfección ambiental como método de disminuir este problema. El objetivo del estudio fue evaluar el impacto del uso del ozono para la desinfección ambiental, en áreas de alto riesgo hospitalario.

**Métodos:** se realizó una intervención para la desinfección de ambiente con el empleo de equipos de ozono en áreas de alto riesgo del Instituto de Neurología y Neurocirugía de Cuba, y se evaluó el resultado mediante las siguientes variables: estado microbiológico ambiental, número de fallecidos en general, por sepsis, y consumo de antibióticos durante enero - junio de 2019.

**Resultados:** de las 12 áreas evaluadas, previo a la aplicación de ozono ambiente, teniendo en cuenta la cantidad de unidades formadoras de colonias por m<sup>3</sup>, 2 se clasificaron como ambiente no aceptable, 3 como ambiente aceptable, 7 como ambiente limpio. Posterior a la aplicación de ozono, se obtuvo en las 12, resultados correspondientes a ambiente muy limpio. El consumo de antibióticos disminuyó a un tercio en las áreas expuestas evaluadas y se elevó en las no expuestas. Hubo menor número de fallecidos que en similar periodo del año anterior a la intervención.

**Conclusiones:** la desinfección ambiental con ozono en áreas hospitalarias de alto riesgo fue útil para generar ambientes limpios, y favorecer la disminución del consumo de antibióticos, la estadía hospitalaria y la mortalidad por infecciones asociadas a la asistencia sanitaria.

**Descriptores:** desinfección, ozono, microbiología, infecciones intrahospitalarias.

#### Summary

**Background and aim:** health care-associated infections raise costs, prolong hospital stays and increase mortality, making environmental disinfection necessary as a method of reducing this problem. The aim of this study was to evaluate the impact of the use of ozone for environmental disinfection in areas of high hospital risk.

**Methods:** an intervention was carried out to disinfect the environment with the use of ozone equipment in high-risk areas of the Cuban Institute of Neurology and Neurosurgery and the result was evaluated using the following variables: environmental microbiological status, number of deaths in general and for sepsis, and consumption of antibiotics from January to June 2019.

**Results:** of the 12 areas evaluated, prior to the application of ozone, taking into account the number of colony forming units per m<sup>3</sup>, 2 were classified as unacceptable, 3 as an acceptable environment and 7 as a clean environment. After the ozone application, the results of the 12 areas showed a very clean environment. Antibiotic use decreased to a third in the exposed areas evaluated and rose

**Trabajo realizado en y afiliación de los autores:** <sup>1</sup>Instituto de Neurología y Neurocirugía "Prof. Dr. José Rafael Estrada González", La Habana, Cuba; <sup>2</sup>Clínica St. Louis Medical Group, San José, Costa Rica.

**Abreviaturas:** infecciones asociadas a la asistencia sanitaria, IAAS; Organización Mundial de la Salud, OMS; Instituto de Salud e Higiene en el Trabajo, INSHT; Unidad de Cuidados Intensivos, UCI; unidades formadoras de colonias, ufc; no crecimiento bacteriano, ncb.

**Conflicto de intereses:** los autores declaran que no existen conflictos de intereses entre las partes involucradas.

✉ drcesar.medesteticspa@gmail.com

in the unexposed areas. There were fewer deaths than in a similar period of the year prior to the intervention.

**Conclusions:** environmental disinfection with ozone in high-risk hospital areas is useful to generate clean environments, and favor the decrease in antibiotic consumption and mortality due to infections associated with healthcare.

**Keywords:** disinfection, ozone, microbiology, in-hospital infections.

**Fecha recibido:** 28 de octubre 2019

**Fecha aprobado:** 05 de marzo 2020

Antes de la introducción de las buenas prácticas básicas de higiene y del uso de los antibióticos, las infecciones nosocomiales, en su mayoría, se debían a agentes patógenos de origen externo o eran causadas por microorganismos externos a la flora normal de los pacientes. El progreso alcanzado en el tratamiento de las infecciones bacterianas con antibióticos redujo de manera considerable la mortalidad por muchas enfermedades infecciosas,<sup>1</sup> aunque después de la introducción de los primeros antibióticos, rápidamente comenzaron a aparecer los reportes de resistencia a dichos compuestos por parte de las bacterias, a través de diversos mecanismos,<sup>2</sup> cambiando el panorama en cuanto a las infecciones nosocomiales o infecciones asociadas a la asistencia sanitaria (IAAS), lo cual es un problema creciente a nivel mundial.<sup>3</sup> Constituye una proporción importante en cuanto a enfermedades infecciosas se refiere, fenómeno que afecta en gran medida los centros de salud públicos y privados, con énfasis en factores como incremento de mortalidad, costos y prolongación de la estadía hospitalaria.<sup>1</sup>

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que la máxima prevalencia de IAAS ocurre en unidades de cuidados intensivos y en pabellones quirúrgicos y ortopédicos de atención de enfermedades agudas.<sup>4-6</sup> Del 38 % de pacientes que fallecen por infección postoperatoria, el 77 % de los casos se origina en el área quirúrgica.<sup>9</sup>

Las IAAS tienen un origen multifactorial dado por tres componentes que forman la cadena de infección e interactúan: el huésped, el medio ambiente y los agentes infecciosos (bacterias, virus, hongos y parásitos).<sup>10</sup> Se ha observado que la aparición de la resistencia no obedece solo al uso de fármacos, sino que la exposición de las bacterias a biocidas, particularmente a los desinfectantes, puede favorecer la selección y supervivencia de microorganismos resistentes.<sup>11,12</sup>

En relación con el medio ambiente, la transmisión de enfermedades puede ser favorecida a través de herramientas de trabajo y superficies contaminadas; sin embargo, en las últimas décadas ha quedado demostrado el rol del aire en la transmisión de microorganismos y otras sustancias nocivas para la salud, no solo de los pacientes hospitalizados, sino también del personal y visitantes de estos centros. Estos contaminantes ambientales están constituidos por partículas o moléculas. Su supervivencia, reproducción y dispersión en el ambiente dependen, en gran medida, de las condiciones del entorno en que se encuentran, tales como: temperatura, humedad relativa, movimiento de aire, luz y disponibilidad nutricional.<sup>13</sup>

Esta situación higiénico-epidemiológica conduce a la búsqueda constante de opciones para establecer un control adecuado de los ambientes hospitalarios, con el objetivo de disminuir las IAAS y los costos que ello implica.

La desinfección de aire interior con ozono es una práctica en España, donde su uso es regulado por la correspondiente norma UNE (norma española UNE 400-201-94: Generadores de ozono. Tratamiento de aire. Seguridad química), basada en las Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Instituto de Salud e Higiene en el Trabajo (INSHT).

El O<sub>3</sub> es un oxidante 1,5 veces más potente que el cloro, muy corrosivo y letal para el hombre a concentraciones superiores a 4 ppm. Aun así, no se acumula en los tejidos grasos, no causa efectos crónicos, ni se le considera cancerígeno o mutagénico. La principal acción que se le atribuye es microbicida y esterilizante, con un espectro antimicrobiano más amplio que el cloro (Rego *et al.*, 2002). El O<sub>3</sub> es activo contra bacterias Gram negativas y positivas, hongos, levaduras, virus, protozoos, esporas fúngicas y bacterianas, siendo más efectivo contra las bacterias celulares vegetativas que frente a esporas de bacterias y hongos.<sup>14</sup>

Aunque en nuestro centro las infecciones asociadas con la asistencia sanitaria no son un problema, siquiera en las áreas de alto riesgo como la unidad quirúrgica y la de cuidados intensivos, sí se dificulta la desinfección del ambiente, incluyendo los sistemas de clima, a los cuales es imposible realizar labores de mantenimiento y desinfección de sus conductos, por deficiencias constructivas.

A esto se agregan las deficiencias en la red hidrosanitaria, lo elevado de la temperatura y la humedad ambiental. Por ello, consideramos necesaria la implementación de nuevas opciones, de forma permanente, para lograr entornos saludables implementar acciones que favorezcan la desinfección del ambiente de forma segura y controlada, mediante el empleo del ozono para la desinfección del ambiente, en áreas hospitalarias de alto riesgo.

---

## Métodos

---

En diciembre de 2018 se realizó en el Instituto de Neurología y Neurocirugía de Cuba, la instalación de un sistema para el tratamiento y desinfección ambiental por ozono, en las

áreas más vulnerables de presentar una contaminación del ambiente hospitalario, con un posible impacto negativo en la incidencia de infecciones nosocomiales; estas áreas son: Unidad Quirúrgica, Unidad de Cuidados Intensivos, Departamento de Neurooftalmología (por humedad y moho en las paredes), y Área de esterilización, que en ese momento tenía rotura de su sistema de clima.

Las áreas intrahospitalarias se clasificaron de acuerdo con el riesgo de transmisión de infecciones con base en las actividades realizadas en cada una. El objetivo de esta clasificación es orientar sobre la complejidad, puntualidad y detalle de los servicios de higienización en tales áreas, de modo que el proceso de limpieza y desinfección se adecue al riesgo.

Áreas de alto riesgo (críticas): ambientes en los cuales existe mayor riesgo de transmisión de infecciones, ya que ahí se encuentran hospitalizados los pacientes más delicados y es donde se realiza con mayor frecuencia procedimientos de riesgo, donde se pueden encontrar pacientes inmunodeprimidos, por ejemplo: quirófano, unidad quirúrgica, unidad de terapia intensiva, de diálisis, de hemodinamia, de quemados, de trasplantes, unidades de aislamiento, laboratorio de análisis, banco de sangre, cuneros, central de materiales y esterilización, banco de leche, entre los más importantes.

Áreas de riesgo intermedio (semicríticas): son las salas ocupadas por pacientes con enfermedades infecciosas de baja transmisibilidad y enfermedades no infecciosas. Ejemplos de este tipo de áreas: central de enfermería, consultorios, baños, elevadores y pasillos.

Áreas de riesgo bajo (no críticas): son las demás áreas de los establecimientos asistenciales de salud, no ocupadas por pacientes y donde no se realizan procedimientos de riesgo, ejemplo: vestidores, dormitorios, oficinas, áreas administrativas, almacenes, biblioteca, etc.<sup>15</sup>

Se mantuvo la desinfección mediante cloro, alcohol, y otros químicos, como surfanio y el stambimed, además del propelynglicon, utilizado mediante vaporizaciones, después de la desinfección mecánica general de los locales.

Se instaló en la Unidad Quirúrgica un ozonificador marca ASP, modelo SP-MINI, para producción de 2 gramos de ozono y capacidad para cubrir un volumen máximo de 1600 m<sup>3</sup>, suficiente para abarcar el área correspondiente a la Unidad Quirúrgica y la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). Se realizó la conexión desde el generador hacia las diferentes áreas de la Unidad Quirúrgica (pasillo de acceso central, sala de recuperación, tres quirófanos) y la UCI (*lobby* de entrada con una salida de las conexiones provenientes del generador; salón central con dos salidas, dos habitaciones con una salida cada una, y área de enfermería con una salida), a través de un sistema de tuberías de 4mm de diámetro, conectadas entre sí por llaves de tres pasos, empleadas en procedimientos de anestesia, para controlar el flujo del ozono.

El SP-MINI se mantiene encendido las 24 horas del día. Se configuró para alternar ciclos de generación de ozono de 45 minutos, con ciclos de inactividad de 15 minutos. Este modelo

cuenta con un temporizador situado en su parte frontal, el cual permite configurar ciclos individuales de generación o inactividad, según convenga.

Por la ubicación distante y aislada del Servicio de Oftalmología y las complejas barreras estructurales por vencer para alcanzar la Central de Esterilización, se situó en cada uno de estos servicios un ozonificador ASP; el de esterilización fue un modelo Z6000 Turbo para producción de 75 mg de ozono por hora, y en oftalmología, un modelo Z3000, que produce 34 mg por hora, los cuales se mantienen encendidos las 24 horas del día. Durante su operación alternan ciclos de generación de ozono, con ciclos de inactividad (15 minutos sin generación por 45 minutos de generación). El ozono generado es esparcido directamente al ambiente por los equipos.

A la salida del generador se instaló un sistema de secciones de manguera con puntos de aspersión, para liberar la producción de ozono. El sistema de secciones quedó constituido por tres ramales y dos circuitos, entre los que se distribuyeron nueve puntos de aspersión, de la siguiente manera: tres entre los tres ramales de los quirófanos del Salón de Operaciones, tres en el circuito Servicio de Recuperación, pasillo del Salón de Operaciones, tres en el circuito de la UCI.

Posteriormente, se identificó y cuantificó las unidades formadoras de colonias por metro cúbico para microorganismos aeróbicos mesófilos, levaduras y mohos, en el aire y en las superficies de las unidades elegidas.

El control microbiológico se realizó haciendo incidir el aire muestreado sobre un medio de cultivo de Agar soya tripticasa y Agar saboreaud determinado con Cloranfenicol, según se pretendan valorar bacterias u hongos. Posteriormente, se procede a la incubación a una temperatura adecuada y por último, se efectúa el conteo de colonias, expresando el resultado en unidades formadoras de colonias por metro cúbico (ufc/m<sup>3</sup>). El volumen de aire muestreado en cada unidad es equivalente a 100 litros.

Todos los medios utilizados poseen referencias según el lote utilizado, así como fecha de caducidad y certificado de control de calidad.

El sistema se encuentra descrito por el INSHT y adecuado a los requerimientos de "Regulations for medicines and European Community Vol IV". Norma AFNOR G 07 - 172, proyecto de norma europea CEN/TC 243/WG2, el medio de cultivo está conforme a la Norma AFNOR G 07 - 172; método acreditado INTE-ISO/IEC 17025:2005.

La medición de ozono se realizó por la composición de una serie de medidas de niveles de inmisión de ozono en distintos puntos del local, según lo dispuesto en la norma UNE 400-201-94 Generadores de ozono. Tratamiento de aire. Seguridad química.

Las evaluaciones de las mediciones del recuento de gérmenes se realizaron antes de instalar el sistema y seis meses después de instalado, momento del corte preliminar para valorar los resultados de la intervención. También se comparó la incidencia de fallecidos en la Unidad de Cuidados Intensivos, en el mismo periodo del

año anterior con el del año de instalación del sistema; además, se midió el consumo de antibióticos en dos áreas de mayor consumo histórico de antibióticos de nuestra institución, una en la que se instaló ozono ambiente y otra en la que no: Unidad de Cuidados Intensivos con ozono y Sala de Neurocirugía sin ozono.

Los parámetros tomados en cuenta para la interpretación de los resultados son los siguientes: recuento de aerobios: los valores de bioseguridad admisibles dependieron del tipo de requerimiento en las áreas y se indicaron en unidades formadoras de colonias (ufc) por m<sup>3</sup>: ambiente muy limpio: <10 ufc/m<sup>3</sup>; ambiente limpio: 10-100 ufc/m<sup>3</sup>; ambiente aceptable: 100-200 ufc/m<sup>3</sup>; recuento de hongos filamentosos; ambiente no aceptable: >200 ufc/m<sup>3</sup>.

Las mediciones de ozono residual se realizaron cada 15 días a partir de instalado el sistema de ozonificación. Además, se evaluó la incidencia de eventos adversos.

estaban por encima de 200 ufc/m<sup>3</sup> (440 y 1110 ufc/m<sup>3</sup>), por lo que se consideró ambiente no aceptable, mientras que otras dos de las otras áreas calificaron dentro de un ambiente aceptable (100 y 140 ufc/m<sup>3</sup>), y una como ambiente limpio, con 70 ufc/m<sup>3</sup>. (Cuadro 1)

En el área de recuperación de las dos zonas evaluadas, una se consideró como ambiente aceptable (110 ufc/m<sup>3</sup>) y otra como ambiente limpio (20 ufc/m<sup>3</sup>), mientras que en las demás áreas todas las zonas clasificaron como ambiente limpio, porque estaban entre (10 y 100 ufc/m<sup>3</sup>) (Cuadro 1).

Después de instalado el sistema de ozonización del aire, se realizaron nuevos controles microbiológicos, con los mismos medios de cultivos y método volumétrico, donde todas las áreas clasificaron como un ambiente muy limpio 10 zonas con 0 ufc/m<sup>3</sup>, una con 6 ufc/m<sup>3</sup> y otra con 9 ufc/m<sup>3</sup> (Cuadro 1).

La evaluación del recuento de levaduras y mohos, en el aire y en las superficies en todas las unidades elegidas fue de 0 ufc/m<sup>3</sup> después de la instalación, y en el área de oftalmología, donde se apreciaba visiblemente las señales de presencia de moho, con 4 ufc/m<sup>3</sup>; apenas a los 3 días de instalado el sistema de ozonización de aire, no hubo incremento de las áreas con moho, y a los 7 días no se percibía olor a humedad en el

## Resultados

Al realizar la evaluación del recuento de aerobios antes de la instalación del sistema de ozonización del aire, se constató que en la unidad quirúrgica de las cinco zonas evaluadas, dos

**Cuadro 1. Resultados microbiológicos del recuento de aerobios, comparación antes y después de instalado el sistema de ozono ambiente**

Área evaluada	ufc/m <sup>3</sup> antes de instalar ozono ambiente	ufc/m <sup>3</sup> después de instalar ozono ambiente
<b>Unidad Quirúrgica</b>		
Pasillo de entrada	440	6 ufc/m <sup>3</sup>
Pasillo de acceso	70	ncb
Salón # 1	1110	ncb
Salón # 2	100	ncb
Salón # 3	140	9 ufc/m <sup>3</sup>
<b>Recuperación</b>		
Lateral izquierda	20	ncb
Lateral derecha	110	ncb
<b>Central de Esterilización</b>		
Área estéril	40	ncb
<b>Unidad de Cuidados Intensivos</b>		
Salón central derecho	10	ncb
Salón central izquierdo	20	ncb
Salón 2	10	ncb
Salón 3	10	ncb

Fuente: planillas de recolección de datos y acta del comité fármaco terapéutico acápite de microbiología

ambiente, lo que permitió al personal técnico laborar en dichas áreas, donde previamente no se podía permanecer.

A los 15 días se realizó lavado y pintura de paredes y puertas, tanto interiores como exteriores; en las áreas interiores expuestas a ozono no se observan cambios de la pintura, permaneciendo en buen estado paredes y puertas. Al realizar el recuento a los seis meses, fue de 0 ufc/m<sup>3</sup> el interior del local.

En las áreas exteriores no expuestas a ozono, se aprecia presencia de moho, nuevamente.

En la medición efectuada en el aire en las áreas donde se instalaron los ozonizadores, se pudo constatar que las concentraciones de ozono residual se mantienen dentro de los límites de seguridad, por debajo de 0,05ppm en todas las mediciones efectuadas. Resultados obtenidos hasta el momento del corte que se realiza a los 6 meses de comenzada la intervención.

En una zona del área de la Unidad de Cuidados Intensivos (lobby), en la primera medición la concentración de ozono residual fue de 0,05ppm, se realizó un ajuste de los puntos de aspersión y en las próximas mediciones resultó en 0,02ppm.

<b>Cuadro 2. Comparación del consumo de antimicrobianos en el periodo enero-junio, 2018-2019, entre la sala de UCI con ozono y la sala de Neurocirugía sin ozono</b>				
Antibióticos	UCI		Cirugía	
	2018	2019	2018	2019
Amoxicilina + Sulbactan	512	838	135	195
Aztreonam	60	60		
Amikacina	417	296	78	234
Cefotaxima	0	120	143	189
Cefepime	1000	180	84	75
Ceftriazona	0	0	48	14
Colistina	90	56	0	90
Sulfaprim	80	28	84	204
Ciprofloxacina	706	28	326	382
Gentamicina	0	10		
Metronidazol	195	233	198	247
Meropenem	180	171	60	104
Piperazilina + Tazobactan	872	140	147	144
Vancomicina	154	158	297	382
<b>Total</b>	<b>4266</b>	<b>2318</b>	<b>1600</b>	<b>2260</b>

Fuente: historias clínicas y acta del comité fármaco terapéutico, acápite de farmacia

Los resultados al comparar el consumo de antibiótico en el mismo periodo de 2018 anterior a la implementación de esta intervención, con el de 2019 posterior a esta, en la Unidad de Cuidados Intensivos a la que se le puso ozono y en la de la Sala de Neurocirugía donde no se instaló ozonificador, reflejó que hubo una disminución de 1948 dosis de antibióticos en la UCI después de ser tratada con ozono, mientras la sala de Neurocirugía no tratada con , se mantuvo casi igual, con un aumento de 660 dosis (Cuadro 2).

Los resultados de la comparación de la incidencia de fallecidos en la Unidad de Cuidados Intensivos en el mismo periodo de 2018, antes de efectuar la instalación del ozono ambiente y en 2019, después de su implantación, demostró una incidencia de 14 fallecidos menos en 2019, lo que representa un 66,7 % menos que el año anterior, con un universo similar de atención en cuanto a: ingresos, operaciones y procedimientos realizados (Cuadro 3). Del total de fallecidos en 2018 (21), 8 fueron relacionados directa o indirectamente con sepsis, mientras que de los fallecidos en similar periodo de 2019 (7), solo uno estuvo relacionado con la sepsis.

Un aspecto por destacar es que en las pesquisas realizadas entre los trabajadores, se reportó que sentían olor a limpio, no "olor a hospital"; el olor de los locales cambió y se percibió una sensación de tranquilidad y relajación que les hizo menos cansada la jornada laboral.

No hubo incidencia de efectos adversos relacionados con la intervención que se está evaluando.

## Discusión

En el Instituto de Neurología y Neurocirugía, Prof. Dr. José Rafael Estrada González, de La Habana, Cuba, después de la implementación de este protocolo de intervención se obtuvieron resultados positivos en todos los parámetros evaluados.

<b>Cuadro 3. Incidencia de fallecidos, comparación antes y después de instalado el sistema de ozono ambiente</b>		
Meses	Fallecidos en Unidad de Cuidados Intensivos	
	2018	2019
Enero	5	1
Febrero	5	1
Marzo	4	1
Abril	3	1
Mayo	2	1
Junio	2	2
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>7</b>

Fuente: historias clínicas y acta del comité fármaco terapéutico, comité de mortalidad y comité para el control de las IAAS e informes de registros médicos

La presencia en la atmósfera de microorganismos y partículas inertes, ejerce un papel determinante en la calidad microambiental de quirófanos y Unidades de Cuidados Intensivos (UCI). El control de estos ambientes es imprescindible, ya que si no se lleva a cabo de forma rigurosa, puede ser una de las causas de mortalidad registradas como consecuencia de infecciones asociadas a la asistencia sanitaria.

Existen estudios que demuestran que con el ozono a pequeñas concentraciones en el aire, con una generación de ozono residual por debajo de 0,05 ppm/m<sup>3</sup>, se consiguen reducciones muy elevadas en conteos de microorganismos; es capaz de reducir la población del estafilococo *aureus* CCCD S003, *Escherichia coli* CCCD E003, Tifus de la Salmonella CCCD S009, *Pseudomona aeruginosa* CCCD P013, *Streptococcus mutans* ATCC 25175, *Enterococos faecalis* ATCC 18211, con un efecto bactericida de manera proporcional para la concentración de células bacterianas y el tiempo de exposición al ozono.<sup>16</sup>

En este estudio pudimos confirmar que la ozonización del aire fue capaz de disminuir considerablemente las unidades formadoras de colonias de aerobios, transformando un ambiente no aceptable en uno muy limpio.

La medición de ozono residual también fue un aspecto evaluado en esta intervención; en las áreas ozonizadas no quedó ozono residual, excepto en la Unidad de Cuidados Intensivos, que en la primera medición reportó 0,05 ppm /m<sup>3</sup> y los trabajadores refirieron que sentían el olor del ozono, por lo que se realizó un ajuste de los puntos de aspersión y en las próximas mediciones resultó en 0,02 ppm /m<sup>3</sup>. Estos valores se encuentran por debajo del valor permitido, de manera que estuvo bien realizado el cálculo para la ozonización de estas áreas.

En la comparación de la incidencia de fallecidos en la Unidad de Cuidados Intensivos en el mismo periodo del año anterior con el del año de instalación del sistema, se comprueba que hubo una disminución de dos terceras partes del número de pacientes fallecidos; en el año posterior a la intervención no hubo decesos por sepsis, mientras que en el año anterior, la mayoría de las muertes fueron causadas por infecciones. Este resultado puede relacionarse con la mayor calidad del aire que está libre de gérmenes por la acción del ozono, aun manteniendo las mismas condiciones desfavorables que no se puede modificar, como la dificultad con la desinfección del ambiente, incluyendo los sistemas de clima, a los cuales es imposible realizar labores de mantenimiento y desinfección a los conductos por deficiencias constructivas, a esto se agregan las deficiencias en la red hidrosanitaria, que generan filtraciones, y también la capilaridad del terreno.

Tras la implementación de este sistema de ozonización del aire en el área de mayor consumo histórico de antibióticos de la institución (Unidad de Cuidados Intensivos), que fue ozonizada, disminuyó considerablemente el consumo de antibiótico en relación con el mismo periodo del año anterior, sin embargo, en la sala de Neurocirugía, que también es muy consumidora de antibióticos, donde no se realizó la intervención con ozono,

se mantuvo igual de elevado que en el mismo periodo del año precedente (2018). Esto es indicativo de que puede ser el efecto del ozono en el ambiente lo que influenció en que se requiriera menos antibióticos, lo cual además de ser beneficioso para los pacientes, es también un beneficio económico para la institución.

El hecho de que no se presentaran eventos adversos es indicativo de que los valores de ozono residual en valores tan bajos como los que se presentan, no son perjudiciales para la salud de las personas expuestas, confirmando lo expuesto en otros estudios.<sup>17</sup>

Numerosos médicos en el mundo utilizan el ozono en sus consultas y obtienen buenos resultados. Sin embargo, la aplicación generalizada de la ozonoterapia y su regulación por parte de las autoridades, es un tema crítico.<sup>18</sup>

En nuestro centro se ha utilizado históricamente la desinfección mecánica de las superficies con el uso de agentes químicos como: cloro, alcohol, clorhexidina, stabimed o surfanio y propelynglicol, en vaporizaciones. Durante el periodo de utilización del ozono, se mantuvo los métodos empleados antes, por lo que los cambios en los resultados obedecen a la introducción del ozono para desinfección ambiental de forma permanente, dado que no tenemos acceso a otros métodos, como la desinfección ambiental mediante tecnologías automatizadas (equipos productores de luz ultravioleta y máquinas productoras de peróxido de hidrógeno en vapor, aerosol o neblina).<sup>19-21</sup>

Para la prevención y control de la IAAS, la desinfección con máquinas productoras de luz UV no ha demostrado ser más efectiva que la desinfección manual con productos químicos. Tampoco se ha documentado de manera consistente que su uso, adicional a las medidas de limpieza y desinfección manual, se asocie a menor incidencia de estas.<sup>22,23</sup>

Sin embargo, con la desinfección ambiental con ozono, nuestro centro ha disminuido las infecciones asociadas a la asistencia sanitaria. Se reconoce como limitación del estudio, el hecho de que no se efectuaran las mediciones volumétricas del ambiente una vez que se utilizó cada método de desinfección individualmente, sino que se realizaron comprobando el efecto global de ellos, incluido el ozono como desinfectante de novo. Esta particularidad se ha de tener en cuenta en las próximas mediciones, durante el seguimiento y evaluación sistemática de esta intervención.

---

## Referencias

---

1. Pérez L, Zurita I, Pérez N, Cabrera N y Calvimonte O. Infecciones intrahospitalarias: Agentes, Manejo Actual y Prevención. Rev Cient Med. 2010; 13: 90-94
2. González Mendoza Jorge, Maguiña Vargas Ciro, González Ponce Flor de María. La resistencia a los antibióticos: un problema muy serio. Acta méd. Perú. 2019; 36:145-151.
3. Maguiña Vargas Ciro. Infecciones nosocomiales. Acta méd. Perú. 2016; 33:175-177.

4. Olaechea P, Insausti J, Blanco A, Luque P. Epidemiología e impacto de las infecciones nosocomiales. *Med Intensiva*. 2010; 34: 256-267
5. World Health Organization. Antimicrobial Resistance Global Report on Surveillance [en línea]. Geneva: WHO; 2014 Vives-Soto M, Difabio M. Tratamiento de las infecciones por enterobacterias. *Medicine*. 2010;10:3432-3439.
6. Yomayusa N, Gaitán H, Suárez I, Ibáñez M, Hernández P, Álvarez, *et al*. Validación de índices pronósticos e infección del sitio quirúrgico en hospitales de Colombia. *Rev Med salud pública*. 2008; 10: 744-755.
7. Infectious Diseases Society of America (IDSA). Combating Antimicrobial Resistance: policy Recommendations to Save Lives. *Clin Infect Dis*, 2011; 52 Suppl 5: S397-428.
8. Infectious Diseases Society of America. The10x20' Initiative: pursuing a global commitment to develop 10 new antibacterial drugs by 2020. *Clin Infect Dis*, 2010; 50:1081-1083.
9. Hecker MT, Aron DC, Patel NP, Lehmann MK, Donskey CJ. Unnecessary use of antimicrobials in hospitalized patients: current patterns of misuse with an emphasis on the antianaerobic spectrum of activity. *Arch Intern Med*, 2003; 163: 972-978.
10. Serra M, O'Farril R. La infección intrahospitalaria en el diagnóstico de salud del Hospital General Docente "Enrique Cabrera". 2012. La Habana. Cuba. *Rev Haban Cienc Med*. 2014; 13: 258-269
11. Webber MA, Whitehead RN, Mount M, Loman NJ, Pallen MJ, Piddock LJV. Parallel evolutionary pathways to antibiotic resistance selected by biocide exposure. *J Antimicrob Chemother* 2015; 70: 2241–2248.
12. Chacón Jiménez L, Rojas Jiménez K. Resistencia a desinfectantes y su relación con la resistencia a los antibióticos. *Acta med costarric*. 2020; 62:7-12
13. Izzeddin N, Medina L, Rojas T. Evaluación de bioaerosoles en ambientes de centros de salud de la ciudad de Valencia, Venezuela. *Kas*. 2011; 39: 59-67
14. Aguayo Encarna, Gómez Perla, Artés-Hernández Francisco, Artés Francisco. Tratamientos químicos desinfectantes de hortalizas de IV gama: ozono, agua electrolizada y ácido peracético. *Agrociencia Uruguay*. 2017; 21:7-14.
15. Zúñiga Carrasco IR, Caro Lozano J. Importancia de la limpieza y la desinfección en el área hospitalaria para el control de infecciones nosocomiales. *J Medicine*. 2019; 8
16. Dora Inés Kozusny-Andreani, I Giovanna Andreani, I Luiz Fernando Avezum do Prado, I Amanda Oliva Spaziani, I Rodolpho César Oliveira Mellem Kairala, I Felipe Seixas Da Silva, I Renato Amaro Zangaro II *Revista Cubana de Medicina Tropical*. 2018;70:34-44.
17. Nogales CG, Ferreira MB. Lage-Marques JL, Antoniazzi JH. Comparison of the antimicrobial activity of three different concentrations of aqueous ozone on *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, and *Enterococcus faecalis* – in vitro study. *Rev Esp Ozonoterapia*. 2014; 4:9-15.
18. Amutio, N. Ozonoterapia en paciente intoxicado por monóxido de carbono. *Revista Española de Ozonoterapia*. 2016; 6:141-164.
19. 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; 29:424-31
20. Weber DJ, Rutala WA, Anderson DJ, Chen LF, Sickbert-Bennett EE, Boyce JM. Effectiveness of ultraviolet device and hydrogen peroxide systems for terminal room decontamination: Focus on clinical trials. *Am J Infect Control*. 2016;44:e77-84
21. Leas BB, Sullivan N, Han JJ, Pegues D, Kaczmarek JJ, Umscheid CC. Environmental Cleaning for the prevention of Health Care-Associated Infections. *Agency Healthc Res Qual*. Rockville, MD; 2015:121
22. Anderson DJ, Moehring RW, Weber DJ, Lewiss SS, Chen LF, Schwab JC, *et al*. Effectiveness of targeted enhance terminal room disinfection on hospital-wide acquisition and infection with multidrug-resistant organism and *Clostridium Difficile*: A secondary analysis of multicentre cluster randomized controlled trial with crossover. *Lancet Infect Dis*. 2018;3099:1-9
23. Anderson DJ, Chen LF, Weber DJ, Moehring RW, Lewiss SS, Triplett PF, *et al*. Enhanced terminal room disinfection and acquisition of infection caused by multidrug-resistant organisms and *Clostridium Difficile* (the Benefits of Enhanced terminal Room Disinfection study): a cluster-randomised, multicentre, cross-over study. *Lancet*. 2017;389:805-14.