

Reactor Rebotador de radiación Ultravioleta Potenciada (R3UVP)

Introducción

“We appeal to the medical community and to the relevant national and international bodies to recognize the potential for airborne spread of COVID-19. There is significant potential for inhalation exposure to viruses in microscopic respiratory droplets (microdroplets) at short to medium distances (up to several meters, or room scale), and we are advocating for the use of preventive measures to mitigate this route of airborne transmission”. (“**It is time to address airborne transmission of covid -19**” (1)

Un caso particular, en las actuales circunstancias, lo constituye la pandemia generada por la propagación del virus SARS-COV 2. El conocimiento sobre el comportamiento de este virus es aun incompleto, sin embargo, caben dudas muy razonables para suponer que las gotas eliminadas por las personas infectadas caen al suelo o a otras superficies a no más de un metro de distancia mientras que las partículas más finas (aerosoles) se comportan más como un gas y pueden viajar por el aire a mayor distancia (1) (2) (3)

El síndrome respiratorio agudo grave (SARS) en 2003 infectó a personas a larga distancia, el SARS-CoV-2 o coronavirus generado en el año 2019 en Wuhan, China, ha sido detectado como aerosol en hospitales y hay evidencia de que al menos algunas cepas del SARS permanecieron suspendidas y activas durante 3 horas, lo cual sugiere la posibilidad de una transmisión por aerosol. (4)

Las infecciones asociadas a la atención de salud (IAAS) constituyen una complicación tanto para la atención nosocomial como para el nivel primario, porque se asocian con aumento de la morbilidad, mortalidad y costo de y para los pacientes atendidos.

La OMS en base a la evidencia científica ha señalado que el virus SARS - COV-2 se transmite por vía aérea entre personas que se encuentran cerca, a través de gotas contaminadas que entran en contacto con mucosas (boca, nariz) o conjuntivas (ojos).

Una vía adicional, recientemente reconocida por la OMS como probable vía aérea de contagio en esta **pandemia (5)**, es a través de micro gotas con presencia de los virus suspendidos y transportados por el aire. Estos bioaerosoles pueden permanecer en el aire largos períodos de tiempo y potencialmente tienen la capacidad de transmitir patógenos a mayores distancias.

La transmisión del SARS-CoV-2 por el aire es lo suficientemente probable como para que la exposición por vía aérea al virus por aerosoles deba ser controlada en los establecimientos de salud, especialmente en las áreas crítica de atención. Se trata de incorporar a la solución del problema una medida más de prevención.

Este invento busca contribuir a dar soluciones.

El problema

En Chile se notifican alrededor de 70.000 IIH anuales y se estima que cada IIH prolonga en promedio 10 días la estadía hospitalaria lo cual significaría 700.000 días cama utilizados en IIH y un costo para el país de US\$ 70.000.000.(6) El conocimiento del costo de las IIH en las diferentes realidades, es fundamental para estimar el costo beneficio de los programas de intervención y su impacto en términos económicos.

En un estudio de prevalencia de las IAAS realizado en el país el año 2015 se encontró que el mayor número de casos (76.6%) se daba en los hospitales de mayor complejidad con una tasa de prevalencia del 4,7%. La tasa subía a 4.8% en los hospitales de mediana complejidad y a 9.0% en los establecimientos de menor complejidad (7)

Estudios publicados en E.U.A. (6), muestran que en ese país se producen alrededor de 2.000.000 de IIH anuales y que en promedio presentan alrededor de 5 días de sobre estadía (herida operatoria 7,5 días, bacteriemias 7 a 21 días, neumonía 6,8 a 30 días e infección urinaria 1 a 4 días). Lo anterior significaría 8.676.000 días cama utilizadas en infecciones intrahospitalarias y US\$ 4.532.000.0001.

El desafío para los hospitales y centros de salud en general es cómo ofrecer ambientes con el mínimo o nulo riesgo de adquirir infecciones que, a diferencia de la condición del paciente, si es teóricamente posible de modificar. Esto se traduce en la necesidad de identificar las mejores prácticas para que el ambiente hospitalario sea seguro y no constituya un factor que aumente el riesgo de infecciones tanto para los pacientes como para el personal sanitario.

Se reconoce que en un establecimiento hospitalario, principalmente en las áreas críticas,

- A menor ventilación mayor riesgo de contagio
- A mayor concentración de pacientes y personal mayor riesgo de contagio

Luego para prevenir los contagios será necesario reducir la ocupación de los espacios, lo que no siempre es posible, por ejemplo en las UCI, y/o aumentar la ventilación y purificación del aire.

En Chile desde 1982 existe un programa nacional dirigido por el Ministerio de Salud que tiene por objeto disminuir las infecciones intrahospitalarias y sus regulaciones se aplican a todos los establecimientos de salud, públicos o privados (8)

En el control de infraestructura de acuerdo a requerimientos del MINSAL se especifica que debe haber un sistema de ventilación que permita 6 renovaciones de aire por hora para quirófanos y pabellones de cirugía menor y otros sectores hospitalarios, dado que es necesario mantener una ventilación constante por términos de seguridad e higiene; sin embargo, no se menciona un procedimiento de desinfección en el sistema de ventilación.

Uno de los factores que no ha sido considerado en los protocolos de limpieza de los hospitales es la desinfección del aire más allá de una correcta ventilación y purificación de quirófanos y otras habitaciones mediante recambios completos de aire.

La Guía para la operación de sistemas de climatización de edificios durante la pandemia COVID-19, (3) entre sus recomendaciones propone “considerar el uso de desinfección por radiación ultravioleta, protegiendo a los ocupantes de las radiaciones, particularmente en espacios de alto riesgo”.

El manejo del aire acondicionado en los hospitales se ajusta a una serie de requisitos estipulados por norma emitida por la autoridad sanitaria, tales como temperatura, humedad, presión y filtración.

La solución en general

Una de las tecnologías ampliamente reconocida por su capacidad germicida es la luz ultravioleta de radiación corta UV C. La luz ultravioleta UV GI se ha destacado por su poder para inactivar todo tipo de microorganismos incluidos los virus. En estudios de laboratorio se ha observado la eficacia de las radiaciones UV C en la desinfección de distintos patógenos incluyendo el SARS- COV y MERS - COV de la misma familia de virus del SARS – COV 2.

Los sistemas de desinfección en base a radiación ultravioleta UV C, poseen amplias ventajas comparativas respecto de otros tipos de desinfectantes, las que principalmente se relacionan a que esta tecnología no introduce materias extrañas a los líquidos o al aire, requiere períodos de contactos cortos, y ante cualquier sobredosis accidental no será perjudicial a la calidad del agua o del aire, sino por el contrario, puede mejorar el proceso de purificación.

En el sector salud, por el evidente daño al ser humano que produce la exposición directa a la radiación ultravioleta, esta tecnología se ha utilizado en recintos cerrados como quirófanos, salas de aislamiento o laboratorios, los que posteriormente se reabren. Hoy en día se trata de utilizar en forma continua todo el potencial germicida de la radiación UV C.

Los microorganismos son particularmente vulnerables a la luz ultravioleta a longitudes de onda cerca de los 254 nanómetros ya que esta representa la longitud de onda de absorción máxima de su molécula de ácido desoxirribonucleico. A nivel de una célula biológica los factores de la luz ultravioleta son absorbidos por los ácidos nucleicos que conducen a la formación de dímeros de Pirimidina y otros productos letales. La formación de dímeros de Pirimidina conduce a cambios en la estructura de doble hélice, la mutación de células y a su muerte

Existe evidencia del uso de UV para esterilizar ambientes y superficies, pero no hay una investigación completa que se aplique en sistemas de ventilación. Por lo que es necesario identificar cada uno de los tiempos de efectividad de esta luz, dependiendo del microorganismo, tiempos de residencia del aire frente a la luz UV, longitud de onda ideal para esta finalidad y de esta forma adaptarlo a un sistema de ventilación intrahospitalaria que permita provocar un cambio en las áreas críticas como quirófanos, UCI, UTI, o donde se requiera de cuidados intensivos en el manejo de infecciones.

La iluminación UV-C puede penetrar en la pared celular de los microorganismos y alterar la estructura del ADN de manera que el microorganismo se vuelva no viable; incapaz de reproducir o infectar a un paciente. Un estudio muestra que la desinfección con ultravioleta elimina hasta un 97,7% de patógenos en la sala de operaciones.

El Invento: Reactor Rebotador de Radiación UVC Potenciada (R3UVP)

La intervención que se propone es adicionar a nivel central, al establecimiento, y posterior a la etapa de filtración, un sistema potenciado de rayos UV que inerte de manera continua el aire que posteriormente llegará a los distintos recintos hospitalarios. (3)

Al potencial germicida de la luz UV se agregan las siguientes ventajas:

- No altera el color, olor, acidez ni sabor de los flujos tratados

- Es ecológicamente inerte:
- No requiere de aditivos químicos y por lo tanto no implica almacenaje ni manipulación de productos
- Proceso en línea de acción inmediata, no requiere de tiempo de retención
- Costo de operación y mantención es bajo
- Operación simple

Este nuevo instrumento de control y eliminación de agentes patógenos como virus hongos y bacterias consiste en un filtro de luz ultravioleta que permite eliminar la contaminación microbiana y viral del aire y medios líquidos transparentes y semitransparentes, con un alto grado de eficiencia.

Este es un equipo patentado, cerrado, de tratamiento del aire contaminado que opera con una radiación de $30\text{mJ}/\text{cm}^2$ (9). La radiación se emite en un reactor cerrado de acero inoxidable por lo que no puede afectar a pacientes ni personal. Opera con un sistema de control de velocidad del aire y puede ser instalado para generar presión positiva o negativa en diferentes puntos del sistema de ventilación, o directamente en el o los espacios que es necesario tratar con un equipo móvil, sin limitación de tiempo, pudiendo mantener una operación permanente.

La eficiencia del Rebotador de radiación potenciada ha sido probada en medios más complejos que el aire, como son los residuos industriales líquidos (RIL) de agua de mar, provenientes del filtrado del fouling de la limpieza de cascos de grandes buques a flote, el tratamiento de aguas de lastre y de la limpieza de las mallas de los centros de engorda salmoneros. Este sistema fue patentado por el autor el año 2008 a través de una PCT.

De este modo la radiación UVC no afecta a los pacientes, ni al personal hospitalario. Permite desinfectar el aire de un centro hospitalario completo, protegiendo, además al personal y personas no implicadas directamente en la atención de pacientes y otros recintos. Esta solución permite mantener el aire continuamente desinfectado y sin ningún efecto negativo para las personas.

El flujo de aire es atraído desde, o insuflado al interior del recinto que se sanitiza mediante ventiladores, que pueden regular diferentes caudales de aire. La inclusión de este equipo integrado en distintos puntos del sistema de ventilación o instalado directamente para controlar un área determinada, permite extraer el aire contaminado con aerosoles y reducir en cantidades significativas la contaminación aérea de patógenos a otros sectores del centro de salud, o más bien evitar el crecimiento constante en las líneas de ventilación intrahospitalarias.

Se recomienda mantener una presión positiva del aire en las zonas que deban estar lo más limpias posible. Eso se logra suministrando a una zona más aire del que pueda sacarse con el tubo de escape del sistema de ventilación. Esto produce una corriente externa alrededor de las puertas y otras aberturas y reduce la entrada de aire de zonas más contaminadas. Se recomienda presión negativa del aire para las zonas contaminadas y para aislamiento de pacientes con infecciones propagadas por el aire.

Para reducir al mínimo las partículas transmitidas por el aire a tratar, preferentemente el aire debe hacerse circular en el recinto con una velocidad mínima de $0,25$ m/segundo a través de un filtro de partículas, de alto rendimiento (HEPA), que excluye las partículas de un tamaño definido. Si se retiran las partículas de $0,3$ μm de diámetro y mayores, el aire que entre al recinto estará esencialmente limpio y libre de contaminantes bacterianos.

Por lo tanto considerar elementos como tasa de ventilación, dirección del flujo de aire y el modo de distribución, son de gran importancia a la hora de controlar y evitar infecciones intrahospitalarias.

Se han realizado estudios asociados a la descontaminación mediante sistema de sanitización UV en superficies, y en sistema de aire, sin embargo, no se ha considerado la implementación de un sistema de ventilación UV que se incluya en la línea de aire de los lugares más críticos de los hospitales.

En relación a la desinfección ambiental mediante tecnología sin contacto existen lámparas o equipos portátiles productores de luz ultravioleta (luz UV-con sistemas emisores de pulsos de luz xenón que emiten UV-B y UV.C), que ayudan a desinfectar ciertos puntos críticos.

En los establecimientos donde no se dispone de un sistema centralizado o no se puede utilizar, la alternativa será una unidad portátil.

El uso de la radiación ultravioleta como germicida en establecimientos de salud ha estado siempre limitado a la desinfección de productos en laboratorio y ambientes cerrados, sin pacientes ni personal sanitario por su capacidad para generar daño al ser humano. Con respecto al aire como medio de transmisión de infecciones la recomendación habitual ha sido alcanzar la mayor purificación del aire posible (8) (10). En la actual pandemia de SARS COV 19 ha resurgido el reconocimiento del alto poder germicida de los rayos ultravioletas y la recomendación de estudiar su uso para la desinfección del aire (3).

El Reactor Rebotador de Radiación UVC Potenciada (R3UVP) resuelve este problema. Aporta aire libre de agentes patógenos en forma continua sin exponer a pacientes y personal al riesgo de exposición a la luz ultravioleta puesto que, por diseño, la desinfección se produce a distancia, en un espacio protegido. En términos económicos estos equipos requieren de una inversión inicial, pero sus costos de operación y mantención son muy bajos.

Centros de Salud: ¿Limpieza de todo el aire? Si, de todo el aire.

Es interesante pensar además el uso de estos sistemas en aeropuertos, centros comerciales, comedores de grandes empresas y en general en espacios que concentren una gran cantidad de personas, particularmente cuando los sindicatos están preocupados por las condiciones de trabajo de sus afiliados.

Bibliografía

1. - It is time to address airborne transmission of covid -19

Lidia Morawska, Donald K. Milton.

Downloaded from <https://academic.oup.com/cid/article-abstract/doi/10.1093/cid/ciaa939/5867798> by guest on 07 July 2020

2.- Aerosol y estabilidad de la superficie del sars-cov-2 en comparación con el sars-cov-1

Neeltje van Doremalen, Ph.D. Trenton Bushmaker, B.Sc. Instituto Nacional de Alergias y Enfermedades Infecciosas, Hamilton, MT. et al.

carta publicada el 17 de marzo de 2020. New England Journal of Medicine

3.- Documento de posicionamiento de ASHRAE sobre aerosoles infecciosos. Aprobado por el Comité de Dirección (BOD) de ASHRAE el 14 de abril 2020. [www. Ashrae.org](http://www.Ashrae.org)

4.- Lawrence J. Schoen. P.E., Fellow/Life Member ASHRAE.(marzo 2020). **Guía para la operación de sistemas de climatización de edificios durante la pandemia COVID-19.** Journal Newsletter. Traducción Xavier Novoa (marzo 2020). Pandemia COVID-19. Hospitecna.

5.- **Transmisión del coronavirus/ la OMS no descarta que se pueda propagar por el aire ¿qué significa?**.BBC News Mundo 8 junio 2020

6.- Brenner, P., Nercelles, P., Pohlenz, M., & Otaíza, F. (2003). **Costo de las infecciones intrahospitalarias en hospitales chilenos de alta y mediana complejidad**. Revista chilena de infectología, 20(4), 285-290

7.- **Informe de vigilancia de infecciones asociadas a la atención de salud**. Depto. Calidad y Seguridad de Atención. Control de IAAS. Ministerio de Salud. Chile 2015

8.- **Norma técnica 124 de los programas de prevención y control de las infecciones asociadas a la atención de salud (IAAS)**. Depto. de Calidad y Seguridad del Paciente. Subsecretaría de Redes Asistenciales. Ministerio de Salud. Chile 2011

9.- **EFSEN. UV &EB**

<https://www.efsen.dk/uvc-for-disinfection-of-surfaces/>)

10.- **Prevención y control de infecciones asociadas a la atención de la salud. Recomendaciones Básicas**. Washington, D.C. : Organización Panamericana de la Salud : 2017

Jose A. Ochoa

Inventor