

El presente documento es un artículo traducido al Español que se puede encontrar íntegro en su versión original en [sanuvox.com](http://sanuvox.com)

### Prevención de infecciones: limpieza ambiental y control práctico de infecciones

Por Barry Hunt, Clase 1 Inc., Canadá

Los eventos recientes en la industria de la salud de EE. UU. Se han combinado para crear un apuro por parte de las instalaciones de salud hacia la adopción de tecnología para la desinfección total de la habitación. Los eventos incluyen: 1) cambios a la Ley del Cuidado de Salud a Bajo Precio que redujo la CMS y la compensación de las aseguradoras a los hospitales debido a las altas tasas de Infecciones adquiridas de atención médica (HAI); 2) eliminación de los reembolsos de la CMS y de la aseguradora a los hospitales por los costos de atención médica de cada paciente, en caso de que un paciente desarrolle una HAI; 3) una serie de publicaciones revisadas por pares de los sistemas de desinfección total de la habitación utilizados en la descarga terminal que demuestran reducciones exitosas de biocarga o HAI o ambas; 4) defensor del presentador en las recientes conferencias profesionales de prevención de infecciones, que incluyen la prevención estadounidense y el control de infecciones (APIC) y la Sociedad de Epidemiología de la Salud de América (SHEA); 5) innovación en la industria; y 6) promoción de la industria.

En la competencia en el mercado subsiguiente entre la nebulización de vapor de peróxido de hidrógeno (HPV) y los sistemas de desinfección total de la sala UV, UV parece ser el líder en los Estados Unidos, probablemente por razones de velocidad, seguridad y facilidad de uso<sup>19</sup>. El personal de limpieza bien capacitado puede desinfectar por completo de 20 a 50 habitaciones de pacientes por día, dependiendo de la velocidad del sistema UV móvil elegido. Cuanto más rápido sea el sistema de desinfección, más rápido será el cambio de sala y mayor será la mejora en los ingresos del hospital; cuanto menor sea el tiempo requerido por el personal del SVE, menores serán los costos operativos del hospital; y no hay riesgo para el personal o los pacientes de exposición al desinfectante residual en aerosol.

De los dos tipos de sistemas de desinfección basados en energía que se comercializan hoy en día, UVC ha sido una tecnología comprobada para desinfectar aire, agua e instrumentos durante más de un siglo<sup>2,3</sup>. UVC es una tecnología de espectro estrecho que funciona a una frecuencia de 254 nm, muy cerca de la frecuencia germicida óptima (263 nm a 266 nm) para la desinfección bacteriana y viral.

PX light es una tecnología de amplio espectro desarrollada en la década de 1950 principalmente para fotografía con flash. Sin embargo, PX incluye algo de UV germicida en su rango de frecuencias de luz emitidas.

### Eficiencia

Los emisores UVC de espectro estrecho son relativamente eficientes para generar UV germicida con un rango conocido de eficiencia del 24% al 38%. Eso significa que una bombilla con una potencia de entrada de 100 W de un fabricante puede emitir 24 W de UV germicida, mientras que una bombilla de 100 W de otro fabricante de dispositivos puede producir hasta 38 W de radiación germicida. Las tecnologías conocidas por impactar esta gama incluyen materiales para tubos y gestión de la temperatura. Se puede lograr una mayor optimización de la emisión de energía UV en las superficies con la tecnología de reflectancia.

Por el contrario, las bombillas PX son relativamente ineficientes para generar UV germicida con una eficiencia publicada de solo el 9%. Gran parte de la energía de entrada se desperdicia como calor y luz visible, en lugar de convertirse en UV germicida. En consecuencia, para cualquier potencia de entrada dada, una lámpara UVC emitirá aproximadamente 4 veces más UV germicida que su contraparte PX.

Dado el ejemplo de un receptáculo hospitalario típico de los EE. UU. Que suministra hasta 2000 vatios de energía eléctrica, la salida UV germicida máxima de un dispositivo PX solo puede ser 180 vatios (9% x 2000 vatios = 180 vatios), mientras que un dispositivo UVC puede generar 760 vatios de UV germicida (38% x 2000 vatios = 760 vatios).

La eficacia de la desinfección es una función directa de la potencia germicida UV suministrada y del tiempo de exposición. Por lo tanto, queda bastante claro que UVC puede desinfectar hasta 4 veces más rápido, o 4 veces más, que un dispositivo PX desde un solo emisor que usa la misma potencia (760 vatios / 180 vatios = 4.2X).

### Eficacia

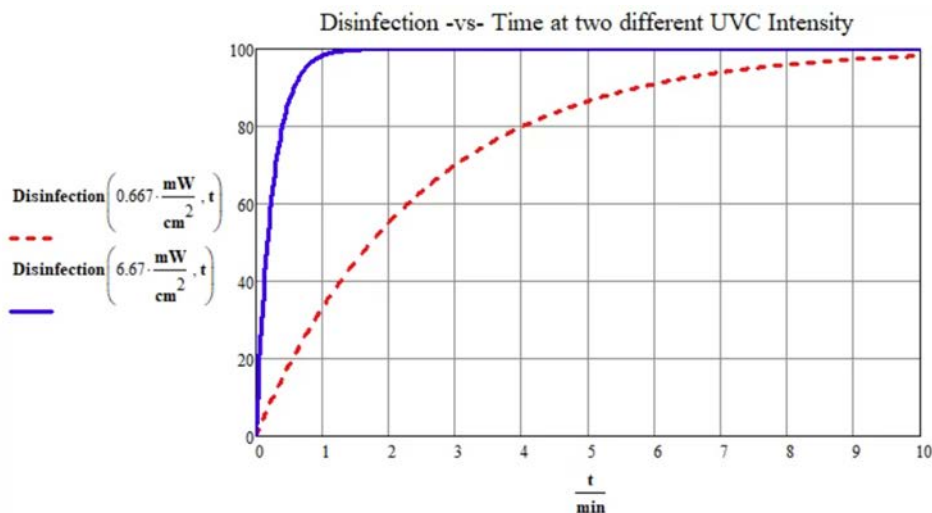
Se han publicado constantes de UVC para todas las bacterias y virus, lo que permite calcular fácilmente el tiempo y la potencia necesarios para la desactivación con UV germicida. Las constantes de desinfección varían mucho con el organismo. En general, las bacterias vegetativas se desactivan muy rápidamente, las esporas requieren mucho más tiempo.

#### Relative Disinfection Times:

	UVC	PX
<i>Klebsiella Pneumonia</i>	x	4.2X
Vancomycin-Resistance <i>Enterococci</i> (VRE)	2X	8.4X
Methicillin-Resistance <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	4X	16.8X
<i>Clostridium. Difficile</i> Spores (CDI)	15X	63X

Name	k in AIR or Surf SI unit		Source Ref.	Time for Log 6 Disinfection (minutes)	
				Continuous UVC	Pulsed Xenon
<b>Clostridium Difficile sp.</b>	0,003846	m2/J	ATS Lab, Minnesota 2011	<b>4,99</b>	<b>20,95</b>
<b>VRE</b>	0,04	m2/J	Smirnov 1992 - Water	<b>0,48</b>	<b>2,01</b>
<b>Klebsiella Pneumoniae</b>	0,0548	m2/J	Kemke 1990	<b>0,46</b>	<b>1,92</b>
<b>Ebola Virus</b>	0,0921	m2/J	Kowalski Genomics 2016	<b>0,21</b>	<b>0,88</b>
<b>MRSA</b>	0,113	m2/J	Nakamura 1987 - AIR Low RH	<b>0,17</b>	<b>0,71</b>

Con una dosis de energía UVC de 400 mJ/cm<sup>2</sup>, todos los patógenos epidemiológicamente importantes (EIP) conocidos, incluidas las esporas de Clostridium difficile, se vuelven inertes. Germicida UV crea dímeros de timina-timina y dímeros de timina-citosina de moléculas vecinas en cadenas de ADN y ARN, evitando la replicación de organismos.



Cuanto mayor es la energía emitida del dispositivo, más rápido se alcanza la dosis de energía objetivo y más rápido es el ciclo de desinfección. Por ejemplo, si el dispositivo emitiera 400 mJ/cm<sup>2</sup>/minuto a la distancia objetivo, solo se necesitaría un minuto de operación para la desinfección. Si el dispositivo emitiera 40 mJ/cm<sup>2</sup> / minuto (más comúnmente expresado como 0.667 mJ/cm<sup>2</sup>/s, es decir, 0.667 mW/cm<sup>2</sup>) a la distancia objetivo, se necesitarían 10 minutos para lograr la misma dosis de desinfección.

### **Ciclo de vida / mantenimiento:**

La vida de una bombilla PX se cuenta por la cantidad de pulsos que puede soportar antes de que se destruyan los electrodos. Los valores típicos publicados para el ciclo de vida de PX varían de 1 a 10 millones de pulsos. Suponiendo un ciclo de vida promedio de 5 millones de pulsos y una velocidad de flash de 3 veces por segundo (el valor informado por un fabricante de PX), esto solo dará como resultado una vida esperada de 463 horas. (5 millones / 3 = 1,67 millones de segundos = 463 horas). Dado que un ciclo de desinfección típico dura 15 minutos según un fabricante de PX, esto significa que la lámpara PX deberá reemplazarse después de 1,852 ciclos. Suponiendo que la unidad PX se usa 20 veces al día, entonces las lámparas PX deberán reemplazarse cada 3 meses.

En comparación, la esperanza de vida publicada de una lámpara UVC típica es de entre 10,000 y 17,000 horas. Para al menos un fabricante, eso podría significar el reemplazo de la bombilla tan poco como cada 5 años.

### **Seguridad operacional y de proximidad:**

Debido a su modo de funcionamiento del flash de alta temperatura inherente, las superficies de la lámpara PX se calientan mucho (1000 o C) y pueden convertirse en un peligro de incendio o causar lesiones graves si se tocan accidentalmente después de la descarga (similar a una bombilla quemada de una cámara con flash de los años 50). Además, la presión de gas que se acumula dentro de la lámpara caliente se presuriza a varias atmósferas y puede explotar violentamente proyectando desechos de vidrio. Esta puede ser la razón por la que al menos un fabricante de PX retrae las lámparas PX en un recipiente protector inmediatamente después de la descarga.

### **Seguridad de visualización:**

La UVC se puede ver de manera segura y cómoda desde detrás del vidrio. UVC no penetra el vidrio o los plásticos. Esto permite una alta visibilidad del proceso de desinfección en áreas con paredes de vidrio como la UCI.

Por el contrario, los dispositivos PX descargan una luz estroboscópica intensamente brillante de ritmo rápido de luz visible. El personal debe estar capacitado para proteger a los pacientes, visitantes y al personal de ver accidentalmente el dispositivo a través del vidrio mientras está en funcionamiento. Esto puede requerir la instalación de cortinas o persianas adicionales, así como la capacitación del personal del SVE y el personal clínico que trabaja en áreas comúnmente acristaladas como la UCI. Incluso el contacto casual al caminar junto a un vidrio parcialmente cubierto puede someter a los transeúntes a la incomodidad del intenso destello de luz blanca.

**Mercurio:**

Al menos un fabricante de PX promueve el hecho de que su producto no contiene mercurio. Cierto. Por el contrario, las lámparas UVC contienen una pequeña cantidad de mercurio, lo mismo que todas las lámparas fluorescentes utilizadas en hospitales, edificios comerciales e industriales y residencias en todo el mundo. La cantidad de mercurio gaseoso que podría liberarse de una lámpara UVC rota en un hospital es demasiado baja para crear un riesgo para la salud. Muchos fabricantes también encapsulan sus lámparas en una funda protectora de teflón que elimina cualquier posible liberación de vapor de mercurio y sirve para proteger a los ocupantes de la exposición a fragmentos de vidrio roto en caso de rotura.

**Discusión****Mejoramiento:**

Toda la energía de la luz, ya sea visible o invisible, UV o no UV, UVC o PX, sigue una ley del cuadrado inverso. Si la distancia desde la fuente puntual hasta el objetivo se duplica, la energía disminuye al 25%. Por el contrario, si la distancia al objetivo se reduce a la mitad, la densidad de energía se cuadruplica. Por lo tanto, si se usa un PX con un 9% de eficiencia o un UVC con un 38% de eficiencia, el uso de dos emisores en lugar de uno reduciría la distancia al objetivo para todas las superficies a la mitad y reduciría el tiempo de desinfección de la habitación en un 75%.

Una estrategia adicional de optimización de la efectividad sería ubicar los dos emisores equidistantes a cada lado de la cama del paciente con un patrón de emisión de rayos UV superpuesto y configurado para lograr una reducción Log<sub>6</sub> en la superficie de la pared exterior más distante. Esto duplicaría el UV germicida en la vecindad de la cama del paciente entre los emisores, el área más crítica en la habitación, y proporcionaría una reducción de Log<sub>12</sub>. Agregar emisores adicionales acortaría aún más el tiempo de desinfección de la habitación, pero la ley de rendimientos decrecientes sugeriría que dos o tres emisores son óptimos.

**Conclusión**

Se ha demostrado que tanto UVC como PX reducen drásticamente la carga biológica y las HAI. Sin embargo, UVC parece ser 4 veces más eficiente energéticamente que PX, y 4 veces más rápido o más efectivo que PX. UVC parece proporcionar una vida útil de la lámpara 10 veces más larga y reducir drásticamente los costos del ciclo de vida que PX. La UVC no expone al personal al riesgo de contacto con temperaturas excesivamente altas o con lámparas que pueden explotar PX. La UVC se puede ver de manera segura y cómoda mientras está en funcionamiento desde detrás de un vidrio o plástico, mientras que PX presenta un riesgo de cegamiento temporal o molestias para los transeúntes.

Todos los sistemas UV germicidas pueden acortar sustancialmente los tiempos de desinfección de la sala y optimizar el tiempo de respuesta de la sala utilizando dos o tres emisores.

UVC parece ofrecer importantes ventajas tecnológicas, operativas, de seguridad y de costos sobre PX. Quizás es por eso que UVC es la tecnología predominante de desinfección de aire, agua y superficie utilizada en todas las demás industrias. Hay millones de instalaciones de UVC en todo el mundo y no hay ningún movimiento aparente en marcha en ninguna industria para cambiar de UVC a PX. La cuota de mercado de UVC en otras industrias probablemente sea del orden del 99,99%. Tal vez deberíamos hacer una pausa para considerar ese contexto, así como los costos de seguridad, operación, eficiencia, eficacia, ciclo de vida y mantenimiento, cuando consideramos nuestras opciones para la desinfección germicida de la superficie UV UV para el cuidado de la salud.

## Referencias

- Koutchma, T., Orlovska, M., Zhu, Y., luz UV para frutas y productos a base de frutas, Agricultura y Agroalimentación de Canadá, Centro de Investigación de Alimentos Guelph. p.69, tabla 2.2.
- Schaefer, R., Grapperhaus, M. Nueva fuente de luz pulsada de descarga de superficie UV C-1, Tercer Congreso Internacional de Tecnologías Ultravioleta, Whistler, 2005.
- Schaefer, R., Grapperhaus, M., Schaefer, I., Linden, K. Rendimiento de la lámpara UV pulsada y comparación con las lámparas UV de mercurio. Ing. Sci. Vol. 6 págs. 303-310, 2007.
- Nerandzic, M., Thota, P., Et ali, Evaluación de un sistema de desinfección ultravioleta pulsada de xenón para la reducción de los patógenos asociados a la atención sanitaria en las habitaciones de los hospitales. Control de infecciones y epidemiología hospitalaria, febrero de 2015, Vol.36, no.2.
- Reed, NG La historia de la irradiación germicida ultravioleta para la desinfección del aire Representante de salud pública. 2010 enero-febrero; 125 (1): 15-27.
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Ultraviolet\\_germicidal\\_irradiation](https://en.wikipedia.org/wiki/Ultraviolet_germicidal_irradiation)
- Bloque, desinfección SS, esterilización y preservación Lippincott Williams & Wilkins 5ª edición 2001
- Hurst, transmisión de la enfermedad de modelado CJ y su prevención por desinfección Cambridge University Press 1996
- Bolton, JR, Cotton, CA El manual de desinfección ultravioleta American Water Works Association 2008
- Huang, SS, Datta, R., Platt, R. 2006. Riesgo de adquirir bacterias resistentes a los antibióticos de los ocupantes anteriores de la habitación. Archivos de medicina interna. 166 (18), 1945-1951.
- Drees, M., Snyderman, DR, Schmid, CH, Barefoot, L., Hansjosten, K., Vue, PM, Cronin, M., Nasraway, SA, Golan, Y. 2008. La contaminación ambiental previa aumenta el riesgo de adquisición de enterococos resistentes a la vancomicina. Enfermedades infecciosas clínicas. 46 (5), 678-685.
- Hamel, M., Zoutman, D., O'Callaghan, C. 2010. La exposición a los compañeros de cuarto del hospital como factor de riesgo de infección asociada a la atención médica. Revista estadounidense de control de infecciones. 38 (3), 173-181.
- Otter, JA, Yezli, S., Salkeld, JA, French GL 2013. Evidencia de que las superficies contaminadas contribuyen a la transmisión de patógenos hospitalarios y una visión general de las estrategias

para abordar las superficies contaminadas en entornos hospitalarios. Revista estadounidense de control de infecciones. 41 (5 Supl.), S6-S11.

- Huslage, K., Rutala, WA, Gergen, MF, Sickbert-Bennett, EE, Weber, DJ 2013. Evaluación microbiana de las superficies de las habitaciones de hospital de contacto alto, medio y bajo. Control de infecciones y epidemiología hospitalaria. 34 (2), 211-212.
- Stiefel, U., Cadnum, JL, Eckstein, BC, Guerrero, DM, Tima, MA, Donskey, CJ 2011. Contaminación de las manos con *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina después del contacto con superficies ambientales y después del contacto con la piel de pacientes colonizados. Control de infecciones y epidemiología hospitalaria. 32 (2), 185-187.
- Morgan, DJ, Rogawski, E., Thom, KA, Johnson, JK, Perencevich, EN, Shardell, M., Leekha, S., Harris, AD 2012. Transferencia de bacterias resistentes a múltiples fármacos a los guantes y batas de los trabajadores de la salud después de el contacto del paciente aumenta con la contaminación ambiental. Medicina de Terapia Intensiva. 40 (4), 1045-1051.
- Hayden, MK, Blom, DW, Lyle, EA, Moore, CG, Weinstein, RA 2008. Riesgo de contaminación de manos o guantes después del contacto con pacientes colonizados con enterococos resistentes a la vancomicina o el entorno de los pacientes colonizados. Control de infecciones y epidemiología hospitalaria. 29 (2), 149-154.
- Carling, PC, Parry, MF, Bruno-Murtha, LA, Dick, B. 2010. Mejora de la higiene ambiental en 27 unidades de cuidados intensivos para disminuir la transmisión bacteriana resistente a múltiples fármacos. Medicina de Terapia Intensiva. 38 (4), 1054-1059.
- Nerandzic, M., Cadnum, JL, Pultz, MJ, Donskey, CJ Evaluación de un dispositivo automatizado de radiación ultravioleta para la descontaminación de *Clostridium difficile* y otros patógenos asociados a la atención médica en las habitaciones de los hospitales. BMC Infect Dis. 2010; 10: 197
- Anderson DJ, Gergen MF, Smathers, E., Sexton DJ, Chen LF, Weber, DJ, Rutala, WA y el Programa de Epicentros de Prevención de los CDC. Descontaminación de patógenos dirigidos desde las habitaciones de los pacientes utilizando un dispositivo de emisión de rayos ultravioleta automatizado. Infectar Control Hosp Epidemiol. 2013 mayo; 34 (5): 466-471.
- Levin, J., Riley, LS, Parrish, C., English, D., Ahn, S. El efecto de la luz ultravioleta pulsada portátil de xenón después de la limpieza terminal en la infección por *Clostridium difficile* asociada a un hospital en un hospital comunitario. American Journal of Infection Control, agosto de 2013 Volumen 41, Número 8, páginas 746-748
- Simmons, S., Morgan, M., Hopkins, T., Helsabeck, K., Stachowiak, J., Stibich, M. Impacto de una intervención multihospitalaria que utiliza pruebas de detección, educación sobre higiene de manos y ultravioleta de xenón pulsado (PX-UV ) sobre la tasa de infección hospitalaria por *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina. Journal of Infection Prevention, septiembre de 2013 vol. 14 no. 5 172-174
- CADTH 2015. Informe de respuesta rápida: resumen de resúmenes. Agentes ambientalmente activos para la prevención de infecciones en centros de salud: efectividad clínica, rentabilidad y pautas.
- Andersen, D., Chen LF, Weber DJ, Moehring RW, Lewis SS, Triplett P., Blocker M., Becherer P., Schwab JC, Knelson LP, Lokhnygina Y, Rutala W., Sexton DJ, CDC Epicenters Program, Duke Red de extensión de control de infecciones, Centro médico de la Universidad de Duke, Atención médica de la Universidad de Carolina del Norte, Sistema de salud regional High Point, Centro de salud regional de Alamance, Rex Healthcare, Atención médica regional de Chesapeake, Universidad de Duke. 2015 Los beneficios del estudio de desinfección de sala terminal mejorada

Desinfección UV:

Revisión tecnológica comparativa de UVC continua y UV de Xenón Pulsado (PX)

(BETR): un estudio cruzado aleatorio multicéntrico en racimo con diseño factorial  $2 \times 2$  para evaluar el impacto de la desinfección de sala terminal mejorada en la adquisición e infección causada por organismos resistentes a múltiples fármacos (MDRO). SHEA Featured Abstract Society of Healthcare Epidemiology of America, IDWeek 9 de octubre de 2015, San Diego, California.

Vea el artículo original en [www.sanuvoy.com](http://www.sanuvoy.com).