

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE DESINFECCIÓN DE MASCARILLAS N95

El presente equipo ha sido desarrollado en el marco de la emergencia sanitaria decretada en el país a partir de la pandemia de SARS-CoV- 2 (Covid-19). Es el producto del desarrollo tecnológico sinérgico producido por la Udelar representado por Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (Escuela Universitaria Centro de Diseño) y el Hospital de Clínicas.

El equipo ha sido diseñado para realizar una desinfección de mascarillas N95 desechables, mediante el uso de radiación UV-C germicida [Foo20]. Para ello se ha buscado realizar una cuidada irradiación de toda la superficie de la máscara. El equipo utiliza tres tubos emisores de luz UV en la banda C (germicida) Phillips TUV T8 1 SL/25 (libre de ozono) de 30 Watts y un reflector en aluminio específicamente diseñado para obtener una adecuada homogeneidad en la energía radiante incidente en la superficie de las mascarillas, tanto sobre su cara interior como exterior, así como sobre sus riendas o bandas elásticas.

Las medidas de radiación UV-C realizadas sobre una mascarilla muestra una intensidad de radiación incidente perpendicularmente sobre su superficie exterior que varía entre un mínimo aproximado de 2 mW/cm^2 en el punto menos irradiado sobre el borde de la mascarilla, a un máximo aproximado de 3 mW/cm^2 en el punto más próximo al tubo UV. En el caso de la superficie interna la intensidad es más homogénea, fluctuando en torno a $2,5 \text{ mW/cm}^2$.

Para estos niveles de intensidad incidentes perpendicularmente a la superficie de la mascarilla, la dosis recomendada de energía UV-C es aproximadamente $1\text{-}2 \text{ J/cm}^2$ [Mill18] [Low20][Der20]. Una dosis de 2 J/cm^2 se obtiene para el punto menos irradiado en aproximadamente 13 minutos, considerando que al encender los tubos estos tienen un transitorio inicial de aproximadamente un minuto, en el cual la intensidad se incrementa desde un valor cercano a la mitad de su valor de régimen.

El equipo además incorpora un detector UV-C, que detecta exclusivamente esta radiación germicida, y que es utilizado para calibrar la dosis a suministrar. El equipo al ser encendido realiza una calibración de la radiación que emiten sus tubos y que es a su vez reflejada por los reflectores. De este modo se toma en cuenta el efecto del envejecimiento de los tubos emisores y del polvo u otro tipo de suciedad que depositada sobre los reflectores puede reducir la radiación UV que llega a las mascarillas. Este dispositivo de seguridad aumenta sustancialmente la vida útil del equipo a la vez que reduce la frecuencia de mantenimiento, y reduce el riesgo de sub-irradiación.

Las mascarillas serán dispuestas en un soporte cuyo objetivo es ubicarlas adecuadamente dentro de la cámara de irradiación. Para evitar todo tipo de sombras sobre las mascarillas, este soporte es esencialmente un marco que sostiene a las mascarillas suspendidas de sus riendas. Dicho soporte permite sostener hasta 4 mascarillas.

El mismo se introduce deslizándolo en la cámara de irradiación al abrir una compuerta ubicada en la entrada “sucia” al equipo (indicada con color rojo). Una vez finalizado el proceso de desinfección, el soporte con sus mascarillas es extraído al abrir otra compuerta “limpia” ubicada en el otro extremo de la cámara de irradiación (indicada en verde).

La cámara de irradiación permanece cerrada durante la desinfección, evitando así irradiar al/los operario/s. Los emisores UV-C sólo se encienden cuando un operario lo indica mediante un pulsador, y sólo si las compuertas están cerradas. Detectores en las compuertas detectan una apertura prematura de cualquiera de ellas y apagan la emisión UV-C (el proceso luego continúa al cerrar las puertas) para evitar una exposición del operario a esta radiación.

La radiación UV-C de alta intensidad, como la que utiliza este equipo, puede tener un efecto sobre la capacidad de filtrado y sobre la resistencia mecánica de los materiales constituyentes de las mascarillas. Si bien este efecto es poco importante [Lin15][Lia20], no hay consenso en la bibliografía sobre el máximo número de veces que es recomendable desinfectar una mascarilla. Consideramos a 5 como un número conservador de desinfecciones. Este número de desinfecciones multiplica por 5 el número efectivo de mascarillas disponibles para uso en la actual pandemia. Por lo tanto estas deberán estar identificadas con el nombre del usuario y con el número de desinfecciones a las que ha sido sometida.

El equipo va acompañado de un protocolo de uso, donde se recomienda el modo en el cual las mascarillas deben ser manipuladas.

A continuación incorporamos algunas imágenes y bocetos (no actualizados) realizados durante el proceso de diseño a los efectos de visualizar cómo es la disposición del mismo y las dimensiones relativas del equipo respecto al operador.

Referencias

- [Foo20] Optimizing Respirator Decontamination to Ensure Supplies for Emergency Preparedness. (Food and Drugs Administration, USA, 24 marzo de 2020) <https://www.fda.gov/emergency-preparedness-and-response/mcm-regulatory-science/optimizing-respirator-decontamination-ensure-supplies-emergency-preparedness>
- [Lin15] Lindsley WG et al. Effects of Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) on N95 Respirator Filtration Performance and Structural Integrity. J. Occup Environ Hyg. (2015) 12(8)509-517, doi:10.1080/15459624.2015.1018518.
- [Low20] Lowe JL et al. “N95 Filtering Facepiece Respirator Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) Process for Decontamination and Reuse”, Nebraska Medicine, aún no publicado.
- [Mil18] Mills et al. “Ultraviolet germicidal irradiation of influenza-contaminated N95 filtering facepiece respirators”, American Journal of Infection Control 46 (2018) vol 4, e49-e55. <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2018.e00046>
- [Lia20] Lei Liao, Wang Xiao, Mervin Zhao, Xuanze Yu, Haotian Wang, Qiqi Wang, Steven Chu, Yi Cui. Can N95 respirators be reused after disinfection? And for how many times?, preprint (doi: <https://doi.org/10.1101/2020.04.11.20062018>).
- [Der20] José G B Derraik, William A Anderson, Elisabeth A Connelly, Yvonne C Anderson. Rapid evidence summary on SARS-CoV-2 survivorship and disinfection, and a reusable PPE protocol using a double-hit process (doi: <https://doi.org/10.1101/2020.04.01.20050443>).

