

## **Segunda Parte: Métodos para la descontaminación y reutilización de respiradores N95**

Claudette Díaz, MD, CBSP,MSIC

Este resumen tiene como objetivo informar a los profesionales de la salud sobre los métodos más prometedores, los prometedores con limitación y los no recomendados.

**Estas informaciones se actualizarán a medida que surjan los nuevos hallazgos.**

Es importante tener en cuenta que, dado que el SAR-CoV-2 es tan nuevo, gran parte de la investigación se ha realizado sobre virus sustitutos, como otros tipos de coronavirus y diversas cepas de influenza. Al momento de escribir este artículo, se desconoce si la inactivación de estos virus sustitutos es realmente representativa de la inactivación de SARS-CoV-2. Como tal, la investigación y la orientación disponible deben interpretarse con precaución. Además, algunas metodologías logran la esterilización, mientras que otras apuntan solo a la inactivación del virus objetivo. En la última situación, otra vida microbiana potencialmente dañina puede permanecer activa en el respirador. Toda la orientación reglamentaria disponible sugiere que cualquier máscara que se haya sometido a uno de estos procedimientos debe manipularse como si fuera una máscara infectada, solo que se toca con guantes, utilizada por la misma persona que la usó inicialmente y almacenada en un recipiente o bolsa para evitar la máscara es tocada por cualquier otro individuo. Para ver detalles sobre los métodos mencionados utilizar los links al final.

Los métodos de descontaminación más prometedores son el vapor de peróxido de hidrógeno, irradiación germicida ultravioleta y el calor húmedo, dado que los mismos no parecen descomponer ni comprometer el filtro. Sin embargo muchos de estos solo se pueden usar por tiempo limitado.

En las siguientes tablas resumiremos los compentes evaluados. Mas detalles en este link. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/decontamination-reuse-respirators.html>

Tabla 1. Proporciona el resumen de los estándares y recomendaciones de descontaminación en momento de crisis.

Table 1. Summary of crisis standards of care decontamination recommendations

Method	Manufacturer or third-party guidance or procedures available	Recommendation for use after decontamination	Additional use considerations
Ultraviolet germicidal irradiation (UVGI)	Yes	Can be worn for any patient care activities	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clean hands with soap and water or an alcohol-based hand sanitizer before and after touching or adjusting the FFR.</li> <li>• Avoid touching the inside of the FFR.</li> <li>• Use a pair of clean (non-sterile) gloves when donning and performing a user seal check.</li> <li>• Visually inspect the FFR to determine if its integrity has been compromised.</li> <li>• Check that components such as the straps, nose bridge, and nose foam material did not degrade, which can affect the quality of the fit, and seal.</li> <li>• If the integrity of any part of the FFR is compromised, or if a successful <a href="#">user seal check</a> cannot be performed, discard the FFR and try another FFR.</li> <li>• Users should perform a <a href="#">user seal check</a> immediately after they don each FFR and should not use an FFR on which they cannot perform a successful user seal check.</li> </ul>
Vaporous hydrogen peroxide (VHP)			
Moist heat			
Ultraviolet germicidal irradiation (UVGI)	No	Can be worn for patient care activities except when performing or present for an aerosol generating procedure	
Vaporous hydrogen peroxide (VHP)			
Moist heat			

En esta tabla podrá ver que solo están los 3 métodos recomendados tiene las guías y procedimientos del fabricante o una entidad terciario y que su **excepción** esta para cuando se usa en procedimientos que generan aerosoles.

La Tabla 2. Proporciona un resumen de todos los métodos de descontaminación evaluados (citados en la literatura referenciada) y el efecto en el desempeño/ajuste de los respiradores. Donde pueden evidenciar porque solo tres (3) fueron los métodos recomendados.

Table 2. Summary of the decontamination method and effect on FFR performance

Method	Treatment level	FFR filtration performance	FFR fit performance	Other observations	References
Vaporous hydrogen peroxide (VHP)	Battelle report: Bioquell Clarus C HPV generator: The HPV cycle included a 10 min conditioning phase, 20 min gassing phase at 2 g/min, 150 min dwell phase at 0.5 g/min, and 300 min of aeration.  Bergman et. al.: Room Bio-Decontamination Service (RBDST <sup>TM</sup> , BIOQUELL UK Ltd, Andover, UK, which utilizes four portable modules: the Clarus® R HPV generator (utilizing 30% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ), the Clarus R20 aeration unit, an instrumentation module and a control computer. Room concentration = 8 g/m <sup>3</sup> , 15 min dwell, 125 min total cycle time.	Passed	FFR fit was shown to be unaffected for up to 20 VHP treatments cycles using a head form	Degradation of straps after 30 cycles (Battelle report)	3, 4
Ultraviolet germicidal irradiation (UVGI)	0.5–950 J/cm <sup>2</sup>	Passed	90–100% passing rate after 3 cycles depending on model		2, 3, 7, 8, 9, 10
Microwave generated steam	1100–1250 W microwave models (range: 40 sec to 2 min)	All models passed filtration evaluation for 1 or 20 treatment cycles as per test	95–100% passing rate after 3 and 20 cycles for all models tested		9, 10, 14
Microwave steam bags	1100 W, 90 sec (bags filled with 60 mL tap water)	Passed	Not evaluated		15
Moist heat incubation	15 min–30 min (60°C, 80% RH)	6 of 6 models passed after 3 cycles of contamination	Passed		3, 9, 10
Liquid hydrogen peroxide	1 sec to 30 min (range: 3–6%)	Passed	Not evaluated		3, 7
Ethylene oxide	1 hour at 55°C; conc. range: 725–833/L	Passed	Not evaluated		2, 3, 7

La tabla 3 proporciona un resumen de los métodos de descontaminación utilizados los niveles de tratamiento, los microbios analizados y la eficacia antimicrobiana. (Referencias al final)

Tabla 3. Resumen de la eficacia antimicrobiana del método descontaminación

Method	Treatment level	Microbe tested	Antimicrobial efficacy	References
Vaporous hydrogen peroxide (VHP)	Battelle report: Bioquell Clarus C HPV generator: The HPV cycle included a 10 min conditioning phase, 20 min gassing phase at 2 g/min, 150 min dwell phase at 0.5 g/min, and 300 min of aeration.  Bergman et. al.: Room Bio-Decontamination Service (RBDST <sup>™</sup> , BIOQUELL UK Ltd, Andover, UK), which utilizes four portable modules: the Clarus <sup>®</sup> R HPV generator (utilizing 30% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ), the Clarus R20 aeration unit, an instrumentation module and a control computer. Room concentration = 8 g/m <sup>3</sup> , 15 min dwell, 125-min total cycle time. Kenney personal communication: Bioquell BQ-50 generator: The HPV cycle included a 10 minute conditioning phase, 30-40 min gassing phase at 16 g/min, 25 min dwell phase, and a 150 min aeration phase.	<i>Geobacillus stearothermophilus</i> spores T1, T7, and phi-6 bacteriophages	>99.999%	3, 4, 6
Ultraviolet germicidal irradiation (UVGI)	0.5-950 J/cm <sup>2</sup>	Influenza A (H1N1) Avian influenza A virus (H5N1), low pathogenic Influenza A (H7N9), A/Anhui/1/2013 Influenza A (H7N9), A/Shanghai/1/2013 MERS-CoV SARS-CoV H1N1 Influenza A/PR/8/34 MS2 bacteriophage	99.9% for all tested viruses	12, 13, 14
Microwave generated steam	1100-1250 W microwave models (range: 40 sec to 2 min)	H1N1 influenza A/PR/8/34	99.9%	14
Microwave steam bags	1100 W, 90 sec (bags filled with 60 mL tap water)	MS2 bacteriophage	99.9%	15
Moist heat incubation	15-30 min (60°C, 80% RH)	H1N1 influenza A/PR/8/34	99.99%	14
Liquid hydrogen peroxide	1 sec to 30 min (range: 3-6%)	Not evaluated	Not evaluated	
Ethylene oxide	1 hour at 55°C; conc. range: 725-833 mg/L	Not evaluated	Not evaluated	

La eficacia antimicrobiana al igual que los estudios microbiológicos fueron evaluados en los métodos de peróxido de hidrógeno líquido (agua Oxigenada) y óxido de etileno por estos y muchas otras variables no están como recomendados.

La tabla 4 proporciona el resumen de los métodos de descontaminación evaluados para cada modelo de respirador

Table 4. Decontamination methods evaluated for each FFR model

FFR Model	Type	VHP	UVGI	EtO	Steam	Moist heat	Hydrogen peroxide
3M 1860	N95	x	x	x	x	x	x
3M 1870	N95	x	x	x	x	x	x
3M 8000	N95	x	x	x	x	x	x
3M 8210	N95	x	x	x	x	x	x
3M 9210	N95		x				
3M Vflex 1805	N95		x				
Alpha protech	N95		x				
Cardinal Health	N95				x		
Gerson 1730	N95		x				
Kimberly Clark PFR-95	N95	x	x	x	x	x	x
Moldex 1512	N95		x				
Moldex 1712	N95		x				
Moldex 2200	N95	x	x	x	x	x	
Moldex 2201	N95	x	x	x	x	x	x
Precept 65-3395	N95		x				
Prestige Ameritech RP88020	N95		x				
Sperian HC-NB095	N95		x				
Sperian HC-NB295	N95		x				
U.S. Safety AD2N95A	N95		x				
U.S. Safety AD4N95A	N95		x				
3M 8293	P100	x	x	x			
Moldex 2360	P100	x	x				
North 8150	P100	x	x				

VHP= Vapor de peróxido de hidrogeno; UVGI= irradiacion germicida ultravioleta;ETO=oxido de etielno; Steam=vapor;Moist heat= calor humedo

## Métodos Recomendados como prometedores

### **Calor húmedo**

El calor húmedo, que consta de 60 ° C y 80% de HR, causó una degradación mínima en el rendimiento de filtración y ajuste de los FFR probados [3, 9, 10]. Heimbuch y col. los FFR desinfectados contaminados con H1N1 utilizando calor húmedo, de 65 ° C y 85% de HR, y lograron una reducción mínima del 99,99% en el virus [14]. Una limitación del método de calor húmedo es la incertidumbre de la eficacia de desinfección para varios patógenos para más detalles técnicos entrar al link [https://static1.squarespace.com/static/5e8126f89327941b9453eeef/t/5e86d4b6c806bd1197556052/1585894582592/200402\\_N95DECON\\_Heat\\_technicalreport\\_v1.2\\_final.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5e8126f89327941b9453eeef/t/5e86d4b6c806bd1197556052/1585894582592/200402_N95DECON_Heat_technicalreport_v1.2_final.pdf)

### **Vapor de peróxido de hidrógeno y gas plasma**



Vapor de Peróxido de Hidrógeno (Bioquell Clarus)



Gas Plasma(Sterrad)

Este método es bien conocido en los hospitales que se usan en diferentes presentaciones como VPH húmedo o seco, gas de peróxido y plasma. Estos dos últimos inactivan patógenos altamente resistente, incluidas esporas nosocomiales. Una serie de estudios han demostrado que los respiradores N95 pueden ser descontaminados de forma segura mediante este método.

Las investigaciones sobre sobre la descontaminación por VHP de los FFR proporcionan evidencia de un efecto mínimo en la filtración y el ajuste, al tiempo que demuestran una eficacia del 99.9999% en la eliminación de esporas bacterianas. VHP no redujo el rendimiento de filtración de los diez modelos N95 FFR probados al tiempo que mostró una reducción de 6 log en las esporas de *Geobacillus stearothermophilus* [2-4].

En un informe preparado por el Instituto Battelle Memorial, se demostró que el 3M 1860 FFR mantiene el rendimiento de filtración durante 50 ciclos de tratamiento de VHP, también conocido como HPV por algunos fabricantes de sistemas de descontaminación, utilizando el generador de Clarus® R HPV Bioquell (utilizando 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Además, se demostró que el ajuste FFR no se ve afectado por hasta 20 ciclos de tratamientos VHP utilizando la forma

de cabeza avanzada estática NPPTL [4, 5]. La degradación de la correa ocurrió después de 20 ciclos de tratamiento. Kenney et al., Co-contaminaron FFR 3M 1870 con tres bacteriófagos, T1, T7 y Phi 6, y descontaminaron los FFR usando VHP generado a partir del sistema BQ-50 de Bioquell. El tratamiento con VHP se mostró inactivo > 99.999% de todos los fagos que estaba por debajo del límite de detección [6]. Viscusi y col. descubrieron que 9 modelos de FFR (tres N95 en partículas, tres FFR N95 quirúrgicos y tres P100) expuestos a un ciclo de tratamiento VHP utilizando el esterilizador de plasma de gas STERRAD 100S H2O2 (Advanced Sterilization Products, Irvine, CA) tenían filtro de penetración de aerosol y resistencia al flujo de aire del filtro niveles similares a los modelos no tratados; sin embargo, Bergman et al. Descubrieron que tres ciclos de tratamiento VHP con el esterilizador de plasma de gas STERRAD 100S H2O2 afectaron negativamente el rendimiento de la filtración [2, 3]. Bergman y col. midió un rendimiento de filtración aceptable para seis modelos de FFR (tres FFR en partículas y tres quirúrgicos) que recibieron tres ciclos de tratamiento VHP utilizando el generador Clarus® R HPV (que utiliza H2O2 al 30%) [3]. VHP es un método prometedor con un potencial de rendimiento de alta capacidad, pero ciertos sistemas VHP, como el generador Clarus® R HPV, pueden ser más compatibles con la descontaminación FFR. Para más detalles técnicos acceder al link [https://static1.squarespace.com/static/5e8126f89327941b9453eeef/t/5e8541760211467623b1e4e4/1585791351199/200401\\_N95DECON\\_UV\\_technicalreport\\_v1.2\\_final.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5e8126f89327941b9453eeef/t/5e8541760211467623b1e4e4/1585791351199/200401_N95DECON_UV_technicalreport_v1.2_final.pdf)

Link de ASP para descontaminación con sterrad [https://www.asp.com/sites/default/files/covid19/AP2000011Instructions\\_for\\_Use\\_for\\_Reprocessing\\_N95\\_Masks\\_in\\_STERRAD\\_Sterilization\\_Systems.pdf](https://www.asp.com/sites/default/files/covid19/AP2000011Instructions_for_Use_for_Reprocessing_N95_Masks_in_STERRAD_Sterilization_Systems.pdf)

### ***Irradiación germicida ultravioleta***



Foto: University of Nebraska Medical Center (UNMC)

La UVGI es un método prometedor, pero la eficacia de la desinfección depende de la dosis. No todas las lámparas UV proporcionan la misma intensidad, por lo que los tiempos de tratamiento tendrían que ajustarse en consecuencia. Además, es poco probable que UVGI mate todos los virus y bacterias en un FFR debido a los efectos de sombra producidos por

las múltiples capas de la construcción del FFR. Se registró un rendimiento de filtración aceptable para once modelos de FFR expuestos a varias dosis de UV que oscilan aproximadamente entre 0,5 y 950 J / cm<sup>2</sup> y se demostró que UVGI tiene un efecto mínimo sobre el ajuste [2, 3, 7, 8, 9, 10] Heimbuch y col. probó la filtración y el ajuste de 15 FFR y no encontró efectos adversos en el rendimiento de FFR [11]. Lindsley y col. informó una reducción de la durabilidad de los materiales de los FFR para dosis que van de 120 a 950 J / cm<sup>2</sup>; sin embargo, se logró una inactivación aproximada del 99,9% del bacteriófago MS2, un virus sin envoltura y la gripe A / PR / 8/34 H1N1 con dosis mucho más bajas de aproximadamente 1 J / cm<sup>2</sup> [12–14]. Heimbuch y col. probó el rendimiento de 1 J / cm<sup>2</sup> de UVGI contra la Influenza A (H1N1), el virus de la gripe aviar A (H5N1), la Influenza A (H7N9) A / Anhui / 1/2013, la Influenza A (H7N9) A / Shanghai / 1/2013 , MERS-CoV y SARS-CoV y la inactivación de virus informada de 99.9% a más de 99.999% [11]. UVGI es dañino. Se requieren precauciones adecuadas para evitar la exposición a los rayos UVGI en la piel y los ojos.

### Conclusión

UVGI ha demostrado ser prometedor como un método eficaz para la inactivación de virus, bacteria y esporas en material de respirador N95; sin embargo, UVGI no puede inactivar patógenos que no iluminar. Por esa razón, UVGI puede no descontaminar efectivamente las capas internas de la máscara y puede ser necesario un método auxiliar de descontaminación para las correas FFR. Además, para evitar la contaminación cruzada de usuario a usuario, los FFR N95 deben devolverse a su usuario original como no todos los patógenos pueden ser desactivados de manera efectiva por el tratamiento con UVGI. (Máscara dependiente del modelo)

Se ha informado la eficacia de descontaminación. **Los protocolos UVGI deben implementarse solo si existe una grave escasez de máscaras N95 y se aprobó hacerlo.** Si se implementa correctamente, con validación de la dosis administrada de UVGI a la máscara, es probable que UVGI se inactive SARS-CoV-2 en las capas externas de las regiones no sombreadas del N95, según los resultados de virus similares, pero no confirmados directamente para SARS-CoV-2 al 31/03/2020. **Tratamiento UVGI debe considerarse como gestión de riesgos en lugar de descontaminación completa. Nosotros recomendar que el personal de atención médica continúe manejando el respirador como si fuera contaminado y reutilizar solo su propia máscara.** para más detalles técnico [acceder](https://static1.squarespace.com/static/5e8126f89327941b9453eeef/t/5e8541760211467623b1e4e4/1585791351199/200401_N95DECON_UV_technicalreport_v1.2_final.pdf)  
[allinkhttps://static1.squarespace.com/static/5e8126f89327941b9453eeef/t/5e8541760211467623b1e4e4/1585791351199/200401\\_N95DECON\\_UV\\_technicalreport\\_v1.2\\_final.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5e8126f89327941b9453eeef/t/5e8541760211467623b1e4e4/1585791351199/200401_N95DECON_UV_technicalreport_v1.2_final.pdf)



## **Métodos prometedores con algunas limitaciones**

### ***Peróxido de hidrógeno líquido***

El peróxido de hidrógeno líquido no mostró efecto del rendimiento de filtración de FFR [3, 7] Bergman y col. evaluó seis FFR para el rendimiento de filtración después de una inmersión de 30 minutos en peróxido de hidrógeno al 6%. Los seis modelos FFR probados no mostraron cambios en el rendimiento del filtro después de tres ciclos de descontaminación. Sus limitaciones es que no evaluaron la eficacia de ajuste y desinfección, al igual que su proceso de Inmersión de 30 minutos en solución de peróxido de hidrogeno líquido al 6% (una parte de peróxido de hidrógeno por cuatro partes de agua desionizada) Especificación de fabricación: 30% de peróxido de hidrógeno; Cat No. H325-500, CAS Nos. 7722-84-1, 7732-18-5, 12058-66-1 (Fisher Scientific, Fair Lawn, NJ). Después de cada exposición, los respiradores (FFR) se colgaron en un tablero de clavijas de laboratorio y se secaron durante un mínimo de 16hrs con la ayuda de un ventilador.

### ***Vapor***

El tratamiento con vapor puede ser un enfoque adecuado para descontaminar los FFR. El número limitado de estudios para el vapor informa un efecto mínimo sobre la filtración de FFR y el rendimiento del ajuste y una reducción mínima del 99,9% en H1N1 y bacteriófago MS2 [14, 15]. Fisher y col. utilizó bolsas de vapor de microondas, diseñadas para desinfectar equipos de alimentación infantil, para descontaminar seis modelos FFR y lograr una inactivación del 99,9% del bacteriófago MS2. Rendimiento de filtración de todos los FFR probados con puntajes superiores a los requisitos de certificación de NIOSH. Tres FFR se evaluaron adicionalmente para tres ciclos de exposición al vapor y no demostraron ningún cambio en el rendimiento de filtración [15]. Bergman y col. También demostró un rendimiento de filtración aceptable después de tres ciclos de exposición al vapor generado por microondas [3]. El vapor generado por microondas tuvo poco efecto sobre el ajuste de FFR después de la exposición a hasta tres ciclos de vapor [9, 10]. El uso de microondas para producir vapor para descontaminar los FFR no está exento de limitaciones. No todas las microondas están construidas de la misma manera y algunas son más potentes que otras. Se desconoce el efecto de las microondas de mayor potencia en los FFR. Además, las bandas nasales de metal de los FFR pueden causar arcos, chispas dentro del horno de microondas, durante la exposición a las microondas

## **Métodos no recomendados como estrategias de emergencia o crisis**

- Esterilización en autoclave
- Toallitas desinfectantes
- calor seco
- alcohol isopropílico
- jabón
- irradiación con microondas seco
- lejía
- El óxido de etileno no se recomienda como estrategia de crisis, ya que puede ser perjudicial para el usuario.

## Referencias

1. Van Doremalen, N., et al., *Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1*. J New England Journal of Medicine, 2020.
2. Viscusi, D.J., et al., *Evaluation of five decontamination methods for filtering facepiece respirators*. Annals of occupational hygiene, 2009. **53**(8): p. 815-827.
3. Bergman, M., et al., *Evaluation of Multiple (3-Cycle) Decontamination Processing for Filtering Facepiece Respirators*. Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 2010. **5**(4): p. 33-41.
4. Battelle. *Final Report for the Bioquell Hydrogen Peroxide Vapor (HPV) Decontamination for Reuse of N95 Respirators*. 2016; Available from: <https://www.fda.gov/emergency-preparedness-and-response/mcm-regulatory-science/investigating-decontamination-and-reuse-respirators-public-health-emergenciesexternal icon>.
5. Bergman, M.S., et al., *Development of an advanced respirator fit-test headform*. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2014. **11**(2): p. 117-125.
6. Kenney, Patrick, et al. *Hydrogen Peroxide Vapor sterilization of N95 respirators for reuse*. medRxiv (2020).
7. Viscusi, D.J., King, W.P., Shaffer, R.E., *Effect of decontamination on the filtration efficiency of two filtering facepiece respirator models*. Journal of the International Society for Respiratory Protection, 2007. **24**: p. 93-107.
8. Lindsley, W.G., et al., *Effects of ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) on N95 respirator filtration performance and structural integrity*. Journal of Occupational and Environmental Hygiene 2015. **12**(8): p. 509-517.
9. Bergman, M., et al., *Impact of Three Cycles of Decontamination Treatments on Filtering Facepiece Respirator Fit*. Journal of the International Society for Respiratory Protection, 2011. **28**(1): p. 48-59.
10. Viscusi, D.J., et al., *Impact of three biological decontamination methods on filtering facepiece respirator fit, odor, comfort, and donning ease*. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2011. **8**(7): p. 426-36.
11. Heimbuch, B.K. and D. Harnish. *Research to Mitigate a Shortage of Respiratory Protection Devices During Public Health Emergencies*. 2019; Available from: <https://www.ara.com/news/ara-research-mitigate-shortage-respiratory-protection-devices-during-public-health-emergenciesexternal icon>
12. Fisher, E.M. and R.E. Shaffer, *A method to determine the available UV-C dose for the decontamination of filtering facepiece respirators*. Journal of Applied Microbiology, 2011. **110**(1): p. 287-295.
13. Mills, D., et al., *Ultraviolet germicidal irradiation of influenza-contaminated N95 filtering facepiece respirators*. American Journal of Infection Control, 2018. **46**(7): p. e49-e55.
14. Heimbuch, B.K., et al., *A pandemic influenza preparedness study: use of energetic methods to decontaminate filtering facepiece respirators contaminated with H1N1 aerosols and droplets*. American Journal of Infection Control, 2011. **39**(1): p. e1-e9.
15. Fisher, E.M., J.L. Williams, and R.E. Shaffer, *Evaluation of microwave steam bags for the decontamination of filtering facepiece respirators*. PLoS One, 2011. **6**(4).
16. Rutala, W.A. and D.J. Weber. *Guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities*, 2008. 2008; Available from: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/disinfection/>.

17. Occupational Safety and Health Administration. Ethylene oxide: 29 CFR 1910.1047
18. Heimbuch, B.K., et al., *Cleaning of filtering facepiece respirators contaminated with mucin and Staphylococcus aureus*. American Journal of Infection Control, 2014. **42**(3): p. 265-270.
19. Eickmann, M., et al., *Inactivation of Ebola virus and Middle East respiratory syndrome coronavirus in platelet concentrates and plasma by ultraviolet C light and methylene blue plus visible light, respectively*. Transfusion, 2018. **58**(9): p. 2202-2207.
20. 3M. *Disinfection of Filtering Facepiece Respirators*. Technical Bulletin 2020; Available from: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1816576O/disinfection-of-disposable-respirators-technical-bulletin.pdf>