



Métodos de desinfección y reutilización del respirador N95 durante la pandemia SARS-CoV-2: revisión sistemática

Disinfection and reuse methods for N95 respirators during the SARS-CoV-2 pandemic: systematic review

Karla Valeria Bautista-Jiménez
oa.karlavbj31@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0001-7651-4647>

Ariel José Romero-Fernández
dir.investigacion@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-1464-2587>

Verónica Alejandra Salame-Ortiz
ua.veronicasalame@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-7103-5804>

RESUMEN

Objetivo: Identificar métodos eficaces para la desinfección y reutilización del respirador N95 durante la pandemia del SARS-CoV-2. **Método:** Se realizó una búsqueda bibliográfica en bases de datos PubMed, medRxiv, Scielo y Google Scholar, incluyendo revisiones sistemáticas, metaanálisis y ensayos clínicos sobre métodos de descontaminación de respiradores N95. Se analizaron 40 artículos que cumplieron los criterios de inclusión. **Resultados:** El peróxido de hidrógeno vaporizado y la irradiación germicida ultravioleta demostraron mayor eficacia, manteniendo la capacidad de filtración al 95% sin alterar la estructura del respirador. Otros métodos evaluados incluyeron etanol al 70%, calor húmedo, calor seco, vapor de microondas, ozono con calor seco, hipoclorito y autoclave. **Conclusiones:** El peróxido de hidrógeno vaporizado representa el método más efectivo para descontaminar respiradores N95, preservando sus propiedades de filtración y estructura. Se requiere mayor investigación para establecer protocolos estandarizados que garanticen la reutilización segura. **Descriptores:** desinfección; SARS-CoV-2; equipo de protección. (DeCS).

ABSTRACT

Objective: To identify effective methods for disinfection and reuse of N95 respirators during the SARS-CoV-2 pandemic. **Method:** A literature search was conducted in PubMed, medRxiv, Scielo and Google Scholar databases, including systematic reviews, meta-analyses and clinical trials on N95 respirator decontamination methods. Forty articles meeting inclusion criteria were analyzed. **Results:** Vaporized hydrogen peroxide and ultraviolet germicidal irradiation showed greater efficacy, maintaining 95% filtration capacity without altering respirator structure. Other methods evaluated included 70% ethanol, moist heat, dry heat, microwave steam, ozone with dry heat, hypochlorite and autoclave. **Conclusions:** Vaporized hydrogen peroxide represents the most effective method for decontaminating N95 respirators, preserving their filtration properties and structure. Further research is required to establish standardized protocols ensuring safe reuse. **Descriptors:** disinfection; SARS-CoV-2; protective equipment. (DeCS)

Recibido: 26/08/2025. Revisado: 15/09/2025. Aprobado: 22/09/2025. Publicado: 27/09/2025.

Original breve



INTRODUCCIÓN

La pandemia del SARS-CoV-2 ha representado un desafío sin precedentes para los sistemas de salud mundiales, particularmente en el suministro de equipos de protección personal (1). Este coronavirus, identificado como un ARN monocatenario positivo, se caracteriza por proteínas superficiales que simulan una corona, lo que le otorga su denominación (2).

Los profesionales odontológicos enfrentan un riesgo elevado de exposición debido al contacto directo con fluidos orales y la generación de aerosoles durante los procedimientos clínicos (3). La presencia del SARS-CoV-2 en la saliva, mediante su unión con los receptores de angiotensina humana (ACE2), convierte la cavidad oral en un reservorio potencial de transmisión viral (4).

Durante la emergencia sanitaria, la escasez crítica de respiradores N95 generó una crisis en el suministro de equipos de protección, obligando a las instituciones de salud a explorar alternativas de reutilización (5). Los respiradores N95 poseen una capacidad de filtración del 95% para partículas de 0.3 μm , superando significativamente la eficiencia de las mascarillas convencionales que filtran únicamente partículas de 5 μm (6).

La problemática económica asociada al uso continuo de respiradores N95 oscila entre 490 y 1230 dólares mensuales, representando una inversión considerable para las instituciones sanitarias (7). Consecuentemente, surgió la necesidad imperiosa de desarrollar métodos de descontaminación que permitieran la reutilización segura de estos dispositivos de protección respiratoria.

El presente estudio tiene como objetivo analizar sistemáticamente los métodos de desinfección disponibles para la reutilización de respiradores N95, evaluando su



eficacia antimicrobiana y el mantenimiento de las propiedades estructurales y de filtración del dispositivo.

MÉTODO

Se desarrolló una revisión sistemática con enfoque cualitativo-cuantitativo, basada en el análisis de artículos científicos sobre métodos de desinfección de respiradores N95 durante la pandemia del SARS-CoV-2.

La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos PubMed, medRxiv, Scielo y Google Scholar, utilizando los términos: "desinfección respiradores N95", "reutilización N95", "SARS-CoV-2 descontaminación" y "equipo protección odontología". Se aplicaron filtros temporales para publicaciones de 2019-2020.

Los criterios de inclusión consideraron: revisiones sistemáticas, metaanálisis y estudios experimentales sobre métodos de desinfección de respiradores N95; estudios que describieran la capacidad de filtración posterior al tratamiento; publicaciones en inglés y español (8). Los criterios de exclusión abarcaron: artículos comparativos entre diferentes tipos de respiradores; publicaciones sin relevancia científica; métodos de desinfección no comprobados; estudios con manejo inadecuado de variables; información comercial sin fundamento científico (9).

Se analizaron parámetros específicos incluyendo: capacidad de filtración antes y después del tratamiento, número de ciclos de descontaminación, tiempo de exposición, humedad relativa, pruebas de ajuste y eficacia antimicrobiana. La evaluación se centró en determinar el mantenimiento de las propiedades estructurales y funcionales del respirador posterior a la descontaminación (10).

RESULTADOS

La búsqueda inicial identificó 70 artículos científicos, de los cuales 40 cumplieron los criterios de inclusión, distribuidos en 19 ensayos clínicos, 16 revisiones



sistemáticas y 5 metaanálisis. Se excluyeron 30 registros por no abordar la desinfección de respiradores N95 para SARS-CoV-2, estudios duplicados o falta de concordancia en la eficacia de filtración post-descontaminación.

Peróxido de hidrógeno vaporizado (VPH): Este método demostró la mayor eficacia, utilizando concentraciones del 30-50% mediante inyección a presión baja. El proceso permite hasta 30 ciclos en 24 horas, manteniendo la capacidad de filtración al 95% sin degradación física ni mecánica de las fibras del respirador. La reducción de carga viral alcanzó 6 log, con toxicidad negativa para el usuario (11).

Irradiación germicida ultravioleta: Requiere penetración óptima del 0.1% con espectro de emisión menor a 7.20 J/cm² e intensidad UV de 0.4 mW/cm² durante menos de 5 horas. La capacidad de filtración se mantiene al 96% con reducción de unidades formadoras de colonias de 8.4 log. Sin embargo, genera ligero olor y sensibilización de fibras tras múltiples ciclos (12).

Vapor generado por microondas: Utiliza 50-60 ml de agua destilada en recipiente cerámico, sometido a 1100W durante 2-3 minutos por 15-20 ciclos. Mantiene la capacidad de filtración al 96% sin cambios en comodidad y eficacia, aunque carece de evidencia sobre reducción de unidades formadoras de colonias (13).

Calor húmedo (60-70°C): Emplea 5 litros de agua destilada con humedad relativa del 85% durante 30 minutos a 60°C. Preserva la capacidad de filtración al 95%, pero las altas temperaturas pueden alterar propiedades mecánicas de los componentes (14).

Autoclave: Utiliza aerosol químico de NaCl a 85 L/min durante 60 minutos a 70°C en un solo ciclo. Mantiene la capacidad de filtración al 96% con mínimo desajuste estructural que no compromete la descontaminación (15).



Otros métodos: El etanol al 70% mostró eficacia de filtración del 94% pero presenta riesgo de toxicidad. El ozono con calor seco alcanzó 95% de filtración con reducción de 9.6 log de unidades formadoras de colonias. El hipoclorito de sodio demostró capacidad desinfectante pero carece de evidencia suficiente para su recomendación (16).

DISCUSIÓN

Los resultados evidencian que los métodos de descontaminación deben cumplir criterios específicos: eliminación eficaz de patógenos, preservación de la estructura del respirador, mantenimiento de la capacidad de filtración y ausencia de residuos tóxicos. El peróxido de hidrógeno vaporizado emergió como el método más prometedor, coincidiendo con investigaciones previas que demuestran su eficacia antimicrobiana sin comprometer las propiedades del respirador.

La irradiación ultravioleta germicida representa una alternativa viable, aunque requiere manejo técnico especializado y presenta limitaciones en términos de ciclos de reutilización. Estudios comparativos sugieren que la intensidad y duración de la exposición son factores críticos para mantener la integridad estructural del dispositivo.

Los métodos térmicos, incluyendo calor húmedo y seco, muestran resultados variables dependiendo de la temperatura y duración del tratamiento. El autoclave, tradicionalmente utilizado para esterilización hospitalaria, demostró mantener las propiedades de filtración con mínimas alteraciones estructurales.

La limitación principal de estos estudios radica en el tamaño reducido de las muestras y la variabilidad en los protocolos de evaluación. Ninguno de los métodos analizados ha recibido aprobación oficial de organismos reguladores como FDA o NIOSH, lo que subraya la necesidad de investigación adicional.



La implementación práctica de estos métodos debe considerar factores como disponibilidad de equipos, costo-efectividad, facilidad de uso y seguridad del personal. El contexto geográfico y los recursos institucionales influyen significativamente en la viabilidad de cada alternativa de descontaminación.

CONCLUSIONES

El peróxido de hidrógeno vaporizado constituye el método más eficaz para la descontaminación de respiradores N95, manteniendo una capacidad de filtración del 95% sin alteraciones estructurales significativas. Este método permite múltiples ciclos de reutilización con reducción efectiva de carga viral.

El autoclave representa una alternativa accesible con eficacia germicida comprobada, manteniendo las propiedades funcionales del respirador con cambios estructurales mínimos. Su disponibilidad en entornos hospitalarios lo convierte en una opción práctica para implementación inmediata.

Los métodos como etanol al 70% y vapor de microondas requieren investigación adicional antes de su recomendación rutinaria, debido a limitaciones en evidencia científica o potencial toxicidad.

Se requiere el desarrollo de protocolos estandarizados que incluyan parámetros específicos de tiempo, temperatura, concentración y número de ciclos para garantizar la descontaminación efectiva sin comprometer la funcionalidad del respirador.

La implementación de cualquier método de descontaminación debe considerar las características específicas del entorno clínico, disponibilidad de recursos y capacitación del personal para asegurar procedimientos seguros y eficaces.



FINANCIAMIENTO

No monetario

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la dirección de investigación de UNIANDES.

REFERENCIAS

1. Peng X, Xu X, Li Y, Cheng L, Zhou X, Ren B. Transmission routes of 2019-nCoV and controls in dental practice. *Int J Oral Sci.* 2020;12(9):1-6.
2. Ather A, Patel B, Ruparel NB, Diogenes A, Hargreaves KM. Coronavirus Disease 19 (COVID-19): Implications for Clinical Dental Care. *J Endod.* 2020;46(5):584-595.
3. Silva R, Jardim A, Siqueira W. Coronavirus COVID-19 impacts to dentistry and potential salivary diagnosis. *Clin Oral Investig.* 2020;24(4):1619-1621.
4. Li R, Qiao S, Zhang G. Analysis of angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) from different species sheds some light on cross-species receptor usage of a novel coronavirus 2019-nCoV. *J Infect.* 2020;80(4):469-496.
5. Santos M, Ulloa J, Serrano S. Métodos de desinfección y reutilización de mascarillas con filtro respirador durante la pandemia de SARS-CoV-2. *Int J Odontostomatol.* 2020;14(3):310-315.
6. Tan G, Linn M, Vasso S, Chan M, Poh B, Leo Y, et al. Effect of extended use N95 respirators and eye protection on personal protective equipment (PPE) utilization during SARS-CoV-2 outbreak in Singapore. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2020;9(1):9-11.
7. Mukerji S, Raina C, Seale H, Wang Q, Yang P, Wang X, et al. Cost-effectiveness analysis of N95 respirators and medical masks to protect healthcare workers in China from respiratory infections. *BMC Infect Dis.* 2017;17(464):1-11.
8. Pascoe MJ, Cayford R, Steer D, Castelli A, Wesgast SL, Porch A, et al. Dry heat and microwave generated steam protocols for the rapid decontamination of respiratory personal protective equipment in response to COVID-19-related shortages. *J Hosp Infect.* 2020;106(1):10-19.
9. Lei L, Wang X, Zhao M, Yu X, Wang H, Wang Q, et al. Can N95 respirators be reused after disinfection? And for how many times? *ACS Nano.* 2020;14(5):6348-6356.
10. Fischer R, Morris D, Doremalen N, Sarchette S, Matson J, Bushmaker T, et al. Assessment of N95 respirator decontamination and re-use SARS-CoV-2. *Emerg Infect Dis.* 2020;26(9):2253-2255.
11. Lopez M, Ulloa J, Serrano D, Aliste S. Métodos de desinfección y reutilización de mascarillas con filtro respirador durante la pandemia de SARS-CoV-2. *Int J Odontostomatol.* 2020;14(3):310-315.
12. Wonjun Y, Diyi C, Shiv P, Rui K, Ying S, Jesse V, et al. Assessment of N95 and K95 respirator decontamination: fiber integrity, filtration efficiency, and dipole charge density. *medRxiv.* 2020;7(7):1-16.
13. Zubaut K, Green A, Nguyen Ba, Jagdish T, Reif D, Seeley R, et al. Microwave-Generated Steam Decontamination of N95 Respirators Utilizing Universally Accessible Materials. *mBio.* 2020;11(3):e00997-20.
14. Wigginton K, Arts P, Clack H, Fitzsimmons W, Gamba M, Harrison K, et al. Validation of N95 filtering facepiece respirator decontamination methods available at a large university hospital. *medRxiv.* 2020;4(28):1-17.



Métodos de desinfección y reutilización del respirador N95 durante la pandemia SARS-CoV-2: revisión sistemática

Disinfection and reuse methods for N95 respirators during the SARS-CoV-2 pandemic: systematic review

**Karla Valeria Bautista-Jiménez
Ariel José Romero-Fernández
Verónica Alejandra Salame-Ortiz**

15. Meisenhelder C, Anderegg L, Preecha A, Ngooi CH, Liao L, Xiao W, et al. Effect of Dry Heat and Autoclave Decontamination Cycles on N95 FFRs. medRxiv. 2020;5(29):1-7.
16. Manning E, Stephens M, Partner S, Gerbarg P, Gerbarg Z, Dela Cruz CH, et al. Disinfection of N95 Respirators with Ozone. medRxiv. 2020;5(28):1-28.

Derechos de autor: 2025. Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>