

# Medidas de protección respiratoria de tuberculosis en personal de salud: revisión integrativa

Medidas de proteção respiratória de tuberculose no pessoal de saúde: revisão integrativa

Respiratory protection measures anti-tuberculosis in health personnel: integrative review

Cómo citar: Muñoz-Sánchez AI, Antolínez-Figueroa C. Medidas de protección respiratoria de tuberculosis en personal de salud: revisión integrativa. Av Enferm. 2019; 37(3):353-363. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.15446/av.enferm.v37n3.77318>

## 1 Alba Idaly Muñoz-Sánchez

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Enfermería, Departamento de Salud de Colectivos, Grupo de Investigación Salud y Cuidado de los Colectivos.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0504-8316>

Correo electrónico: [aimunozs@unal.edu.co](mailto:aimunozs@unal.edu.co)

**Contribución:** participó en todas las etapas de elaboración del artículo.

## 2 Carolina Antolínez-Figueroa

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Enfermería, Grupo de Investigación Salud y Cuidado de los Colectivos.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1981-988X>

Correo electrónico: [cantolinezf@unal.edu.co](mailto:cantolinezf@unal.edu.co)

**Contribución:** participó en todas las etapas de elaboración del artículo.

DOI: <https://doi.org/10.15446/av.enferm.v37n3.77318>

Recibido: 18/1/2019 Aprobado: 15/7/2019



## Resumen

**Introducción:** los trabajadores de la salud (TS) son vulnerables a la infección por tuberculosis. Se suma el desconocimiento de los TS de las medidas de protección respiratoria que puede aumentar el riesgo individual de adquirir tuberculosis en instituciones de salud.

**Objetivo:** describir la producción de literatura científica en las bases de datos científicas sobre las medidas de protección respiratoria de la infección tuberculosa durante el periodo 2012-2018.

**Síntesis de contenido:** revisión integrativa a través de: formulación de la pregunta de investigación, recolección de datos, evaluación, análisis e interpretación de datos y presentación de los resultados. 45 artículos cumplieron con los criterios de inclusión. Las características predominantes de los estudios fueron: año 2017 con mayor número de publicaciones, en el continente de África, la metodología de estudio cuantitativo cuasiexperimental. En los estudios se identificaron las características del respirador N95 y la mascarilla quirúrgica, los conocimientos, actitudes y prácticas de las medidas de protección respiratoria y programas educativos.

**Conclusiones:** se evidenció que el respirador N95 es la medida de protección individual más eficiente para el control de la infección tuberculosa en los TS. También se identificó la necesidad del diseño de programas educativos sobre las medidas de protección de la infección tuberculosa.

**Descriptor:** Personal de Salud; Tuberculosis; Protección Personal; Control de Enfermedades Transmisibles; Control de Infecciones (fuente: DeCS, BIREME).

## Resumo

**Introdução:** os trabalhadores de saúde (TS) são vulneráveis à infecção por tuberculose. Além disso, há uma falta de conhecimento dos TS sobre medidas de proteção respiratória que podem aumentar o risco individual de adquirir tuberculose em instituições de saúde.

**Objetivo:** descrever a produção de literatura científica em bases de dados sobre medidas de proteção respiratória para infecção por tuberculose no período de 2012 e 2018.

**Síntese do conteúdo:** revisão integrativa através de: formulação da questão da pesquisa, coleta de dados, avaliação, análise e interpretação dos dados e apresentação dos resultados. 45 artigos preencheram os critérios de inclusão. As características gerais dos estudos foram predominantes: ano de publicação em 2017, no continente africano, metodologia de estudo quantitativo quase experimental. Nos estudos, encontramos as características do respirador N95 e da máscara cirúrgica, conhecimentos, atitudes e práticas de medidas de proteção respiratória e programas educacionais.

**Conclusões:** o presente estudo mostrou que o respirador N95 é a medida de proteção individual mais eficiente para o controle da infecção tuberculosa em TS. A necessidade de elaborar programas educacionais sobre medidas de proteção contra a infecção tuberculosa também foi identificada.

**Descritores:** Pessoal de Saúde; Tuberculose; Proteção Pessoal; Controle de Doenças Transmissíveis; Controle de Infecções (fonte: DeCS, BIREME).

## Abstract

**Introduction:** health workers (TS) are vulnerable to tuberculosis infection. To this it is added the lack of knowledge of respiratory protection measures among TS, which can increase the individual risk of acquiring tuberculosis in health institutions.

**Objective:** to describe the production of scientific literature in scientific databases about respiratory protection measures for tuberculosis infection during the period 2012 - 2018.

**Content synthesis:** integrative review through: formulation of the research question, data collection, evaluation, analysis and interpretation of data, and presentation of results. 45 articles fulfilled the inclusion criteria. The predominant characteristics of the studies were: year 2017 with the largest number of publications, in the continent of Africa, the methodology of quasi-experimental quantitative study. The characteristics of the N95 respirator and surgical mask, the knowledge, attitudes and practice of respiratory protection measures and educational programs were identified in the studies.

**Conclusions:** it was shown that the N95 respirator is the most efficient individual protection measure for the control of tuberculosis infection among TS. The need for the design of educational programs on protection measures for tuberculosis infection was also identified.

**Descriptors:** Health Personnel; Tuberculosis; Personal Protection; Communicable Disease Control; Infection Control (source: DeCS, BIREME).

## Introducción

La tuberculosis (TB) es una enfermedad infecciosa, de fácil transmisión y de gran interés para la salud pública y laboral. La TB se transmite por gotas (microgotas < 5 micras) suspendidas en el aire cuando una persona enferma de TB pulmonar o laríngea que no se encuentra en tratamiento tose, estornuda o habla (1). El *Global Tuberculosis Report 2018* destaca que la TB es la novena causa de muerte en el mundo y la principal causa de muerte por un agente infeccioso. Se estimó que para el año 2017, hubo diez millones de casos nuevos de TB, de los cuales el 90 % fueron adultos (2). La Organización Mundial de la Salud (OMS) mencionó que para 2017 se reportó un total de 9 299 trabajadores de la salud (TS) con TB en 65 países, de los cuales China reportó el 35 % de los casos y en seis países (Brunéi, Colombia, República Dominicana, Honduras, Paraguay y Zimbabue) el número de casos reportados por cien mil TS fue el doble de la tasa de notificación de la población general (2).

En Colombia, durante el año 2017 se notificaron 14 409 casos de TB al Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública, de estos, 12 996 eran casos nuevos. Para el 2015 se notificaron 193 casos de TB en TS, lo que representó un aumento del 30 % en comparación con el año 2014 de forma predominante en mujeres, el 67 % de los casos de tipo pulmonar (3). En Bogotá para 2016 se notificaron 1 150 casos de TB (8,2 %) siendo los grupos más afectados: los habitantes de calle, población privada de la libertad, indígenas y TS (4). Para 2017, 35 fueron los casos en TS, lo que representó para este año 3,1 % más casos de TB en población trabajadora de la salud que en otras poblaciones (5).

El Centro de Control de Enfermedades (CDC) establece que los TS presentan un riesgo elevado de contagio de TB por su alto contacto con pacientes infectados, sumado a las deficiencias en la implementación de las medidas de protección de la infección, aspectos que incrementan la susceptibilidad de los TS. Otros estudios reportan que los TS tienen hasta tres veces más riesgo de contagio que la población general, probabilidad de infección que no puede eliminarse, pero sí reducirse (6).

La OMS y el CDC recomiendan un conjunto de medidas de protección para reducir la transmisión de la

infección por TB en los TS, que incluye tres niveles de protección: medidas de control administrativo, ambiental y protección respiratoria (6). Algunos estudios han corroborado que, la implementación de las medidas de control de la infección tuberculosa realmente genera algún grado de efectividad (35 al 100 %) para la disminución de la transmisibilidad de la infección tuberculosa en las instituciones de salud (6).

Las medidas de protección personal respiratoria incluyen el uso del respirador de alta eficacia que protege al TS de la inhalación de aire contaminado con *Mycobacterium tuberculosis*; sin embargo, la eficacia de esta medida de protección dependerá entre otros, del conocimiento sobre el elemento de protección personal (EPP), disponibilidad, estructura, sus indicaciones y su adecuado uso (5). En la literatura científica se verifica que el desconocimiento de los TS sobre la transmisión, patogénesis y el adecuado uso de las medidas de protección respiratoria de la TB favorece el desarrollo de esta enfermedad en las instituciones de salud, teniendo en cuenta que los TS son un grupo poblacional con alto riesgo de padecer TB por su exposición ocupacional (7).

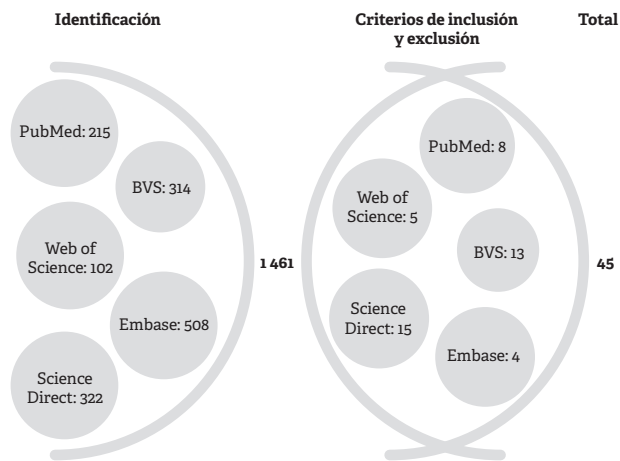
El déficit de conocimientos sobre la infección tuberculosa por parte de los TS, especialmente sobre el diagnóstico, tratamiento y medidas de control de la infección (8), limita la adecuada educación a los pacientes con TB, su familia y a las comunidades, lo que afecta los procesos de diagnóstico precoz e inicio de tratamiento oportuno de la TB, favoreciendo a su vez las prácticas erróneas y la estigmatización frente a la enfermedad (9, 10). El uso de las medidas de protección respiratoria es esencial para el control de la infección tuberculosa en las instituciones de salud y la protección de los TS. Así entonces, se hace necesario describir la producción de literatura científica sobre las medidas de protección respiratoria de la infección por TB en el periodo 2012-2018.

## Metodología

Se realizó una revisión integral de la literatura sobre medidas de protección respiratoria de la infección tuberculosa, mediante las siguientes etapas: formulación de la pregunta de investigación; recolección de datos; evaluación, análisis e interpretación de datos y presentación de los resultados (11). Se inició con la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál ha sido la producción científica sobre medidas de protección respiratoria de la infección tuberculosa desde el año 2012 hasta 2018?

Como criterios de inclusión se establecieron: textos en inglés, español y portugués, textos completos, artículos publicados entre enero de 2012 y diciembre de 2018 y textos que describieran resultados específicos sobre las medidas de protección respiratoria de la infección tuberculosa en ts; para ello se revisaron las bases de datos de: Biblioteca Virtual en Salud, Web of Science, Embase, PubMed y ScienceDirect. Para dar cumplimiento al objetivo del estudio, se diseñó una matriz en Excel para identificar la información relevante de cada artículo con las siguientes variables: título, año de publicación, país, método del estudio y principales temas del estudio sobre las medidas de protección respiratoria de la infección tuberculosa. Una vez se determinaron los criterios de inclusión y exclusión de los artículos, se realizó una lectura exhaustiva de los documentos encontrados tal como se representa en la Figura 1.

**Figura 1.** Selección de artículos



Fuente: elaboración propia.

Se identificaron 1 461 artículos posibles, con los términos y estrategias de búsqueda: *Tuberculosis and health workers; infection control measures and tuberculosis*; sin embargo, al aplicar los criterios de exclusión, 45 artículos cumplieron con los criterios de inclusión para este estudio.

## Resultados

Como resultados de la revisión integral de literatura científica realizada en cinco bases de datos, en la Tabla 1 se presentan las características generales de los estudios identificados.

**Tabla 1.** Descripción general de la producción científica identificada

Año	N.º artículos	Porcentaje (%)
2012	4	9
2013	5	11
2014	6	13
2015	7	16
2016	7	16
2017	10	22
2018	6	13
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100</b>
Continente	N.º artículos	Porcentaje (%)
Asia	16	35
África	17	38
Norteamérica	6	13
Suramérica	3	7
Europa	3	7
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100</b>
Tipo	N.º artículos	Porcentaje (%)
Cuantitativo-cuasi experimental	16	36
Cuantitativo-ensayo clínico aleatorizado	14	31
Cualitativo	10	22
Mixto	5	11
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100</b>
Nivel SIGN (11)	N.º artículos	Porcentaje (%)
Rango (1++ a 1-)	15	33
Rango (2++ a 2-)	22	49
3	8	18
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia.

Con la descripción de las características generales se evidenció que la mayoría de estudios se realizaron en: el año 2017 (10 estudios), en el continente de África (17 estudios), con la metodología de estudio cuantitativo cuasiexperimental (16 estudios) y con rango en el nivel de evidencia de 2++ a 2- (22 estudios) según la escala SIGN (niveles de evidencia Scottish Intercollegiate Guidelines Network) (12). Posterior a la descripción de las características generales, se hizo la clasificación de las categorías, las cuales se seleccionaron por ser las temáticas que más se reiteraron durante la lectura de los estudios encontrados. Los artículos fueron incluidos en el programa Atlas.ti para la estructuración de categorías y subcategorías, que a su vez permitieron el reconocimiento de aspectos importantes para identificar las medidas de protección respiratoria de la infección tuberculosa (véase Figura 2).

**Figura 2.** Categorías identificadas en los artículos incluidos en el estudio



1. Características de la mascarilla N95 y de la mascarilla quirúrgica
2. Conocimientos, actitudes y prácticas de las medidas de protección respiratoria
3. Programas educativos en las medidas de protección respiratoria

**Fuente:** elaboración propia.

Como se evidencia en la Figura 2, en la literatura científica se detectaron tres categorías que permiten detallar los aspectos que más se describieron en los estudios encontrados acerca de las medidas de protección respiratoria de la infección tuberculosa en ts (véase Figura 3).

**Figura 3.** Temas identificados en cada categoría

<b>Características de la mascarilla N95 y de la mascarilla quirúrgica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficacia de la mascarilla quirúrgica y el respirador N95: características físicas.</li> <li>• Características de filtración: reutilización del respirador N95, medición de partículas dentro y fuera del respirador, condiciones para la mayor efectividad del respirador</li> <li>• Pruebas de ajuste del respirador N95: tipos de prueba de ajuste, evaluación de las pruebas, factor de ajuste, influencias en el ajuste seguro, hermeticidad del respirador, postura adecuada para el ajuste</li> </ul>
<b>Conocimientos, actitudes y prácticas de las medidas de protección respiratoria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos: importancia del uso del respirador N95</li> <li>• Actitudes: barreras para el uso del respirador: disponibilidad limitada, baja percepción del riesgo, conocimiento insuficiente</li> <li>• Prácticas: uso de protección personal (factores que afectan el cumplimiento, características de las prácticas después de recibir capacitación)</li> </ul>
<b>Programas educativos en las medidas de protección respiratoria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación y formación sobre medidas de control</li> <li>• Barreras para realizar capacitación y formación</li> <li>• Desconocimiento conlleva diagnóstico tardío de la tuberculosis y propagación de la infección tuberculosa</li> </ul>

**Fuente:** elaboración propia.

## Discusión

La revisión integral de la literatura evidenció que las medidas de protección respiratoria son un tema con poca producción investigativa, puesto que los artículos encontrados fueron limitados y generalizados para las medidas de protección de infección. Sin embargo, se halló que desde el año 2015 hay una tendencia creciente de producción científica sobre el tema, predominantemente en el continente de África (13). A continuación, se realizará la discusión de acuerdo con los resultados obtenidos por cada una de las categorías y temas identificados:

## Características de la mascarilla N95 y de la mascarilla quirúrgica

### Eficacia de la mascarilla quirúrgica y el respirador N95

El respirador N95 es el *gold standard* para la protección contra la infección tuberculosa; es el EPP más eficaz por sus características físicas. Su efectividad protectora se debe a la filtración del 95 % de las partículas con diámetro mayor a 0,5 micras (14, 15). La efectividad a su vez depende de la capacidad de filtración de partículas que proveen las fibras eléctricas que se encuentra entre el 0,6 % (16) y el 5,6 % (17, 18), también obedece a la distribución en el aire y el tamaño de las partículas dispersas en el ambiente que son retenidas por el respirador, la presencia de sudor o polvo en la cara, el movimiento de los músculos faciales y el aumento de la frecuencia respiratoria (19, 20). Además de las características y condiciones favorables de uso del respirador, se constató que los ts que usan el respirador N95 presentaron bajas tasas de infección y colonización por bacterias y virus (21).

En algunos estudios se compara el respirador N95 y la mascarilla quirúrgica, y se verifica que la mascarilla quirúrgica no posee fibras eléctricas y protege únicamente de gotas de gran diámetro, por lo cual no protege al ts de adquirir TB (22, 23). Existen recomendaciones para el uso de respiradores N95 o mascarillas quirúrgicas según el agente infeccioso al cual se encuentre expuesto el ts (22). La transmisión del *Mycobacterium tuberculosis* es aérea, a través de la generación de partículas de aerosol del tracto respiratorio de un individuo infectado y que transporta partículas o núcleos de gotitas (AGP); esto exige de una protección contra aerosoles con la filtración de aire contaminado inhalado, protección que brindan los respiradores N95, ya que cubren boca, nariz y tracto respiratorio inferior contra salpicaduras, gotitas y aerosoles (22).

Por ello, es conveniente emplear el respirador N95 en los procedimientos que generan aerosoles como son: intubación, extubación, ventilación manual y aspiración abierta, reanimación cardiopulmonar, broncoscopia, cirugía y procedimientos *post mortem*, algunos procedimientos dentales, ventilación no invasiva, ventilación oscilante, inducción de espanto, entre otros (22).

### *Características de filtración*

La efectividad del respirador N95 se afecta por su reutilización; por ello, el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) indica algunas condiciones específicas para que los respiradores N95 reutilizados aún sean efectivos, estas son: correcta higiene (ausencia de polvo o secreciones corporales), estar en adecuadas condiciones (sin pliegues, deformidades o marcas) y correcto almacenamiento y mantenimiento (24). Por otro lado, a pesar de que en la literatura científica identificada no se menciona con mucha frecuencia el tiempo específico de uso de la mascarilla, un estudio recomienda que no sea mayor a doce horas de trabajo continuo (22) y otras investigaciones refieren que se limite la reutilización a cinco veces por dispositivo. Algunos estudios indican desecharse cuando el respirador sea utilizado durante ocho horas de uso continuo o intermitente (15, 25). Se encontró que algunos trabajadores reportaron en estudios incomodidades asociadas al uso del respirador N95 como son: presión sobre la estructura facial, la nariz (52,2 %), dificultad para respirar (19,4 %) y cefalea (13,4 %), además de aumento de la temperatura facial (26).

Finalmente, pese a que las medidas de protección respiratoria no sustituyen las medidas de control administrativas y ambientales, es importante destacar que los EPP son un factor de protección adicional y constituyen la última línea de defensa individual de los TS, con el fin de mitigar el riesgo de transmisión y contagio de la infección tuberculosa a los TS en las instituciones de salud (27, 28). Por tanto, el respirador N95 es un elemento que proporciona protección respiratoria eficaz sobre todo en países y en organismos de salud con bajos recursos (29); también es una barrera que reduce la propagación de la TB, siempre y cuando se emplee correctamente y se realicen las pruebas de ajuste necesarias (30).

### *Pruebas de ajuste del respirador N95*

La prueba de ajuste es una de las estrategias que permite evaluar la capacidad de hermeticidad entre los bordes del respirador N95 y la superficie facial del TS para identificar fugas; se mide a través del factor de ajuste expresado como la relación entre la concentración de partículas en el ambiente y las encontradas al interior del respirador; un valor mayor o igual a cien significa que el respirador tiene un adecuado ajuste a la cara del trabajador, por ende, este valor se constituye en un factor protector que disminuye el riesgo de penetración de partícu-

las patógenas que puedan ser inhaladas (31, 32). Por tanto, la prueba de ajuste proporciona un medio para determinar el modelo y el tamaño del respirador que se ajusta mejor al TS así como para comprobar y evaluar la postura correcta del respirador (33).

Existen dos tipos de pruebas de ajuste: (i) cualitativas, las cuales se apoyan en el sentido del gusto o del olfato, o la respuesta a un irritante para identificar fugas en el respirador; esta prueba indica si se filtra o no la sustancia, no revela la cantidad de la misma. Consiste en un procedimiento con algunos ejercicios de inhalación y exhalación profundas, mientras las manos forman un cuenco sobre la totalidad del respirador para que el trabajador pueda identificar la fuga de aire y acomodar el equipo para realizar nuevamente la prueba (24, 34). (ii) Cuantitativas, miden la concentración de partículas dentro y fuera del respirador en la realización de diferentes ejercicios respiratorios y el valor exacto de factor de ajuste, en el tiempo real durante la jornada de trabajo (31); no obstante, para un adecuado ajuste se deberá tener en cuenta medidas como la longitud y el ancho de la cara y se utiliza el panel bivariado de NIOSH (metodología para obtener valores representativos de las medidas antropométricas faciales para la población trabajadora) para establecer las dimensiones y certificar equipos de protección respiratoria.

La literatura científica reportó que al efectuar las pruebas de ajuste se presentaron más fugas en el área de la nariz, barbilla y mejillas; el respirador tipo "pico de pato" presenta un 18,3 % mayor factor de ajuste que el respirador tipo "concha" (3,3 %) (31). Con todo, uno de los estudios demuestra que no hubo diferencias significativas en el valor de factor de ajuste entre uso de N95 con o sin prueba de ajuste (21). Por último, un estudio señala que no existe suficiente evidencia científica sobre la periodicidad de realizar estas pruebas; aunque se recomienda ejecutarlas en las siguientes circunstancias: al cambiar a otro tipo de respirador, si hay pérdida o ganancia de peso del TS, presencia de cicatrices, lunares alrededor del área del sello facial del respirador N95, entre otras (23).

## **Conocimientos, actitudes y prácticas de las medidas de protección respiratoria**

### *Conocimientos*

Con relación a los conocimientos se identificó en la literatura que los TS saben que los respiradores

se utilizan en situaciones, procedimientos y áreas de alto riesgo (35, 36); sin embargo, a pesar de que es una población con una probabilidad de entre 8 % y 4 % más que la población general de adquirir TB (37), hay variabilidad de los conocimientos sobre la existencia de la prueba de ajuste y en qué momento se debe realizar (34, 32), así como sobre su reutilización. En uno de los estudios se encontró que el 34 % de los participantes cree que el respirador N95 ofrece la misma protección que la mascarilla quirúrgica (32), dado que se ignora el uso de cada tipo de EPP y las características del agente infeccioso del cual protege cada uno (22).

Por tanto, el nivel apropiado de conocimientos en los TS puede orientar o no comportamientos adecuados. No obstante, otros estudios revelan que estos EPP no se usan de forma correcta, aumentando así el riesgo de exposición ocupacional al *Mycobacterium tuberculosis* (38, 40); lo anterior se identificó al observar que: (i) los TS no implementan la prueba de verificación del sellado y en dado caso que existan fugas se deberá reajustar la lámina metálica (41, 42); (ii) los TS no tocan únicamente las bandas elásticas para retirarse la mascarilla de alta eficiencia N95 y (iii) no desechan en la caneca roja el respirador (43).

### Actitudes

Con respecto a las actitudes de los TS frente al uso de la protección respiratoria, se observó que se sienten más seguros y protegidos al usar el respirador N95 que la mascarilla quirúrgica, el respirador es referido como más incómodo que la mascarilla (36) y algunos señalan sensación de asfixia durante su uso (44). También se evidenció, que los TS prefieren respiradores desechables y sugieren que sean más cómodos, debido a que la adherencia es directamente proporcional con el confort del trabajador (30). Por otro lado, la literatura científica describe que hay aspectos importantes que influyen en el uso de protección respiratoria: la alteración de la apariencia física (34) y el temor que se genera en los niños (45) por su uso y en adultos por la estigmatización de compañeros en el lugar de trabajo por un diagnóstico de TB ocupacional (46).

### Prácticas

Se comprobó que no hay uso rutinario de los elementos de protección respiratoria, ni ejecución de pruebas de ajuste, puesto que la adherencia al uso del respirador dependerá de la percepción y susceptibilidad a las amenazas de enfermedades infecciosas por los TS (13). Los estudios también

evidenciaron que existen barreras para la utilización del respirador N95, como es su limitada disponibilidad en las instituciones de salud y la restringida realización de las pruebas de ajuste (47). Frente a ello, un estudio halló que de 592 TS, solo 182 refirieron haber tenido acceso a los respiradores N95 (25) y que se suministró exclusivamente a personal en áreas de alto riesgo como urgencias y unidades de cuidado intensivo (48, 50); en otro estudio se mostró que de diez hospitales en ninguno se proveyó respiradores N95 a los TS y en solo tres se proporcionaron a los pacientes que presentaban tos (51), lo que conlleva que el mismo personal sanitario deba comprar sus elementos de protección (52); esto es para algunos autores un punto crítico (53).

En otras investigaciones se encontró que los TS usan dos o tres respiradores N95: uno sobre el otro cuando creen que el paciente está infectado (27, 47), y otras evidencian la reutilización de los respiradores por más de un turno cuando se realizan métodos de descontaminación como lavado manual en casa, lavado en la lavandería, esterilización por autoclave, uso de microondas por vapor, calor húmedo, radiación ultravioleta germicida y toallitas antimicrobianas (40, 54).

### Programas educativos en las medidas de protección respiratoria

La literatura científica probó que los TS desconocen las medidas de protección respiratoria como es el uso adecuado del respirador N95, elemento que suministra protección contra la inhalación de aerosoles infecciosos de TB (55), por ello el respirador debe ser utilizado por el TS y no por el paciente (56). En otro estudio se identificó que los trabajadores consideraban que la mascarilla N95 solamente se debía utilizar en la atención de casos de TB farmacorresistente (57) o con coinfección VIH/TB (58), otros TS desconocen la eficiencia del filtrado de la mascarilla N95 y su adecuado uso (23).

De igual manera, los TS ignoran las pruebas de ajuste cualitativas y cuantitativas del respirador de alta eficiencia N95 y confunden el respirador N95 con la mascarilla quirúrgica (36, 59). Cabe mencionar que algunos estudios indican que el limitado uso de elementos de protección respiratoria favorece el diagnóstico tardío de casos de TB, en tanto que en muchas ocasiones, el inicio del uso de estos elementos se da cuando el paciente ya había sido diagnosticado y previamente trabajadores y pacientes se habían expuesto a pacientes infecciosos

con TB, sin ninguna protección, especialmente, en los servicios de urgencias (43, 50).

Por esto, se advierte sobre la necesidad de desarrollar programas de inducción dirigidos a los TS, que incluyan procesos de intervención y sensibilización con los respiradores (31, 60) y con todos los EPP que se adecúen a la necesidad en el entorno de trabajo (61), así mismo, es necesaria la evaluación médica de cada TS y la selección del respirador que más se ajuste, una vez que la adherencia al uso de los EPP dependerá de factores como: condiciones de trabajo y salud, confort, entre otros (62). Por último, la literatura recomienda que la formación de los TS sobre las medidas de control de la infección tuberculosa debe ser inherente a la carga de infección que exista en las instituciones de salud (37, 63).

## Conclusiones

El presente estudio evidenció que el respirador N95 es más eficiente que las mascarillas quirúrgicas para la protección de la infección tuberculosa; sin embargo, la disponibilidad de este respirador en las instituciones de salud es muchas veces limitada. El desconocimiento acerca de las medidas de protección respiratoria y el uso inadecuado del respirador N95 por parte de los TS pueden aumentar la exposición a la infección.

Se identificó la necesidad de diseñar programas educativos sobre las medidas de control de la infección tuberculosa con el fin de contribuir al reconocimiento de la importancia y uso correcto del respirador N95 y otros EPP de acuerdo con el agente patógeno al cual se encuentren expuestos los TS en sus entornos laborales. La baja producción científica en Latinoamérica sobre estudios relacionados con las medidas de protección respiratoria para el control de la infección por TB advierte la conveniencia de abordar la temática y trascender en el alcance y nivel de evidencia en relación con las investigaciones sobre este asunto.

## Apoyo financiero

Estudio sin financiación.

## Referencias

- (1) Ministerio de Salud de Argentina. Guía para el equipo de salud. Enfermedades infecciosas: tuberculosis. 2009. 54 p. Disponible en: <https://bit.ly/2qykndy>
- (2) Organización Mundial de la Salud. Global Tuberculosis Report 2018. Ginebra: OMS; 2018. 277 p. Disponible en: <https://bit.ly/2K2FgWg>
- (3) Ministerio de Salud y la Protección Social. Plan estratégico "Hacia el fin de la tuberculosis" Colombia 2016-2025. Bogotá: Ministerio de Salud y la Protección Social; 2016. Disponible en: <https://bit.ly/2CwM3DF>
- (4) Instituto Nacional de Salud. Boletín epidemiológico semanal. Las enfermedades transmitidas por alimentos-ETA. Bogotá: Instituto Nacional de Salud; 2018. 31 p. Disponible en: <https://bit.ly/2Q3BeRd>
- (5) Secretaría de Salud de Bogotá. Vigilancia epidemiológica de la tuberculosis en todas sus formas. Bogotá: Secretaría de Salud de Bogotá; 2017.
- (6) Schmidt BM, Engel ME, Abdullahi L, Ehrlich R. Effectiveness of control measures to prevent occupational tuberculosis infection in health care workers: a systematic review. BMC Public Health. 2018;18(661):1-15. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5518-2>
- (7) Centers for Disease Control and Prevention. Tuberculosis (TB) disease: symptoms and risk factors. 2015. Atlanta: CDC. Disponible en: <https://www.cdc.gov/features/tbsymptoms/index.html>
- (8) Cruz OA, Flórez EL, Muñoz AI. Conocimientos sobre tuberculosis en trabajadores de la salud en una localidad de Bogotá D. C. Av Enferm. 2011;29(1):143-51. Disponible en: <https://bit.ly/2pKJV8x>
- (9) Bojovic O, Medenica M, Zivkovic D, Rakocevic B, Trajkovic G, Kusic-Tepavcevic AG. Factors associated with patient and health system delays in diagnosis and treatment of tuberculosis in Montenegro, 2015-2016. PLoS One. 2018;13(3):1-13. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193997>
- (10) Ministerio de Salud y la Protección Social. Lineamientos 2014, para la prevención, vigilancia y control en salud pública. Bogotá: Instituto Nacional de Salud; 2014.
- (11) Mendes KDS, Silveira RCCP, Galvão CM. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. Texto Contexto Enferm. 2008;17(4):758-64. Disponible en: DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>



- (12) Mazo M, Viana C. Calidad de la evidencia y grado de recomendación. *Guías Clínicas*. 2007;7(1):1-6.
- (13) Mukerji S, MacIntyre R, Newall A. Review of economic evaluations of mask and respirator use for protection against respiratory infection transmission. *BMC Infect Dis*. 2015;15(413):1-8. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-015-1167-6>
- (14) Cho JK, Turkevich L, Miller M, McKay R, Grinshpun SA, Ha KC, Reponen T. Penetration of fiber versus spherical particles through filter media and face seal leakage of N95 filtering facepiece respirators with cyclic flow. *J Occup Environ Hyg*. 2013;10(3):109-15. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1080/15459624.2012.752321>
- (15) Castañeda JL, Hernández HG. Mascarilla N95: una medida útil en la prevención de la tuberculosis pulmonar. *Acta Pediatr Mex*. 2017;38(2):128-33. Disponible en: DOI: <http://dx.doi.org/10.18233/APM38No2pp128-1331365>
- (16) Bergman M, Zhuang Z, Brochu E, Palmiero A. Fit assessment of N95 filtering-facepiece respirators in the U.S. centers for disease control and prevention strategic national stockpile. *J Int Soc Respir Prot*. 2015;32(2):50-64. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4752193/>
- (17) Chughtai, Ahmad A, Seale H, MacIntyre CR. Availability, consistency and evidence-base of policies and guidelines on the use of mask and respirator to protect hospital health care workers: a global analysis. *BMC Research Notes*. 2013;6(1):1-9. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1186/1756-0500-6-216>
- (18) Kim H, Baek JE, Seo HK, Lee JE, Myong JP, Lee SJ *et al.* Assessing real-time performances of N95 respirators for health care workers by simulated workplace protection factors. *Industrial Health*. 2015;53(1):553-61. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.2486/indhealth.2014-0259>
- (19) MacIntyre CR, Wang Q, Rahman B, Seale H, Ridda I, Gao Z *et al.* Efficacy of face masks and respirators in preventing upper respiratory tract bacterial colonization and co-infection in hospital healthcare workers. *Prev Med (Baltim)*. 2014;62:1-7. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.01.015>
- (20) MacIntyre CR, Wang Q, Seale H, Yang P, Shi W, Gao Z *et al.* A randomized clinical trial of three options for N95 respirators and medical masks in health workers. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(9):960-6. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1164/rccm.201207-1164OC>
- (21) Duarte PL, Miola CE, Cavalcante FN, Bammann RH. Estado de conservação de respiradores PFF-2 após uso na rotina hospitalar. *Rev Esc Enferm*. 2010;44(4):1011-6. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1590/S0080-62342010000400022>
- (22) Coia JE, Ritchie L, Adisesh A, Makison C, Bradley C, Bunyan D *et al.* Guidance on the use of respiratory and facial protection equipment. *J Hosp Infect*. 2013;85(3):170-82. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2013.06.020>
- (23) Bunyan D, Ritchie L, Jenkins D, Coia JE. Respiratory and facial protection: a critical review of recent literature. *J Hosp Infect*. 2013;85:165-9. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jhin.2013.07.011>
- (24) Baig AS, Knapp C, Eagan AE, Radonovich LJ. Health care workers' views about respirator use and features that should be included in the next generation of respirators. *Am J Infect Control*. 2010;38(1):18-25. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ajic.2009.09.005>
- (25) Zinatsa F, Michelle E, Van Rensburg A, Kigozi G. Voices from the frontline: barriers and strategies to improve tuberculosis infection control in primary health care facilities in South Africa. *BMC Health Serv Res*. 2018;18(269):1-12. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1186/s12913-018-3083-0>
- (26) Radonovich LJ, Bessesen MT, Cummings DA, Eagan A, Gaydos C, Gibert C *et al.* The Respiratory Protection Effectiveness Clinical Trial (ResPECT): a cluster-randomized comparison of respiratory and medical mask effectiveness against respiratory infections in healthcare personnel. *BMC Infect Dis*. 2016;16:1-10. Disponible en: <http://doi.org/10.1186/s12879-016-1494-2>
- (27) Flick RJ, Munthali A, Simon K, Hosseini M, Kim MH, Mlauzi L *et al.* Assessing infection control practices to protect health care workers and patients in Malawi from nosocomial transmission of *Mycobacterium tuberculosis*. *PLoS One*. 2017;12(2):e0189140. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189140>
- (28) Katanekwa SN, Dahlback E. Prevention of tuberculosis cross infection; in the process of nursing care. *AJMS*. 2016;7(3):1-7. Disponible en: DOI: <http://dx.doi.org/10.3126/ajms.v7i3.13499>
- (29) Alele FO, Franklin RC, Emeto TI, Leggat P. Occupational tuberculosis in healthcare workers in sub-Saharan Africa: a systematic review. *Arch Environ Occup H*. 2018;74(3):1-15. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1080/19338244.2018.1461600>
- (30) Verkuijl S, Middelkoop K. Protecting our front-liners: occupational tuberculosis prevention through infection control strategies. *Clin Infect Dis*. 2016;62(3):231-7. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1093/cid/civ1184>
- (31) Ciotti C, Pellissier G, Rabaud C, Lucet JC, Abiteboul D, Bouvet E. Effectiveness of respirator masks for healthcare workers, in France. *Med Mal Infect*. 2012;42(6):264-9. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1016/j.medmal.2012.05.001>

- (32) Dokubo EK, Odume B, Lipke V, Muianga C, Onu E, Olutola A *et al.* Building and strengthening infection control strategies to prevent tuberculosis - Nigeria, 2015. *Morb Mortal Wkly Rep.* 2016;65(10):263-6. Disponible en: <https://bit.ly/2rrilNX>
- (33) Lee JY. Tuberculosis infection control in health-care facilities: environmental control and personal protection. *Tuberc Respir Dis.* 2016;79(1):234-40. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.4046/trd.2016.79.4.234>
- (34) Kanjee Z, Amico KR, Li F, Mbolekwa K, Moll AP, Friedland GH. Tuberculosis infection control in a high drug-resistance setting in rural South Africa: information, motivation, and behavioral skills. *J Infect Public Health.* 2012;5(1):67-81. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jiph.2011.10.008>
- (35) Chughtai AA, Seale H, Dung TC, Maher L, Nga PT, MacIntyre CR. Current practices and barriers to the use of face masks and respirators among hospital-based health care workers in Vietnam. *Am J Infect Control.* 2015;43(1):72-7. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ajic.2014.10.009>
- (36) Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades. Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). Atlanta: CDC; 2012. Disponible en: <http://www.cdc.gov/spanish/niosh/ab-sp.html>
- (37) O'Hara LM, Yassi A, Zungu M, Malotle M, Bryce EA, Barker SJ *et al.* The neglected burden of tuberculosis disease among health workers: a decadelong cohort study in South Africa. *BMC Infect Dis.* 2017 [citado 2018 nov. 10];17(547):1-11. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1186/s12879-017-2659-3>
- (38) Cabezas C. Tuberculosis en personal y estudiantes de la salud: un tema pendiente para los servicios de salud y la universidad. *Rev Peru Med Exp Salud Pública.* 2012;29(2):179-80.
- (39) Morton R. Barriers to managing TB in emergency departments. *Nursing Times.* 2014; 111(13): 15-17. Disponible en: <https://bit.ly/34KCgWt>
- (40) Malangu N, Mngomezulu M. Evaluation of tuberculosis infection control measures implemented at primary health care facilities in Kwazulu-Natal province of South Africa. *BMC Infect Dis.* 2015;15(117):1-8. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1186/s12879-015-0773-7>
- (41) Mirtskhulava V, Whitaker JA, Kipiani M, Harris DA, Tabagari N, Owen-Smith AA *et al.* Determinants of tuberculosis infection control-related behaviors among healthcare workers in the country of Georgia. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2015;36(5):522-8. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1017/ice.2015.5>
- (42) Unahalekhaka A, Lueang-A-Papong S, Chitreecheur J. Status of nosocomial tuberculosis transmission prevention in hospitals in Thailand. *Am J Infect Control.* 2014; 42 (3): 340-3. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ajic.2013.09.019>
- (43) Chau JP, Thompson DR, Lee DT, Twinn S. Infection control practices among hospital health and support workers in Hong Kong. *J Hosp Infect.* 2010;75(4):299-303. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jhin.2009.10.014>
- (44) Khaund K, Sudhakar C, Vaz CJ. Infection control prevention practices on pulmonary TB transmission among health care personnel of selected hospital in India. *J Clin Diagn Res.* 2018;12(11):10-15. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jhin.2009.10.014>
- (45) Gizaw GD, Alemu ZA, Kibret KT. Assessment of knowledge and practice of health workers towards tuberculosis infection control and associated factors in public health facilities of Addis Ababa, Ethiopia: a cross-sectional study. *Arch Public Health.* 2015;73:1-9. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1186/s13690-015-0062-3>
- (46) Ehrlich R, Van de Water N, Yassi A. Tuberculosis in health workers as an occupational disease. *Antro Áfr Aust.* 2018;41(4):309-22. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1080/23323256.2018.1539624>
- (47) Chen B, Gu H, Wang K, Wang F, Peng Y, Ge E, *et al.* Prevalence and determinants of latent tuberculosis infection among frontline tuberculosis healthcare workers in southeastern China: A multilevel analysis by individuals and health facilities. *Intern. J Infect Dis.* 2019;79(1):26-33. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2018.11.010>
- (48) Tenna A, Stenehjem EA, Margoles L, Kacha E, Blumberg HM, Kempker RR. Infection control knowledge, Attitudes, and practices among healthcare workers in Addis Ababa, Ethiopia. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2013;34(12):1289-96. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1086/673979>
- (49) Kassahun T, Belaynew W, Muluken A. Tuberculosis infection control practices and associated factors among health care workers in health centers of West Gojjam zone, Northwest Ethiopia: a cross-sectional study. *BMC Health Serv Res.* 2016; 16:359. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1186/s12913-016-1608-y>
- (50) Heimbuch BK, Kinney K, Lumley AE, Harnish DA, Bergman M, Wander JD. Cleaning of filtering facepiece respirators contaminated with mucin and *Staphylococcus aureus*. *Am J Infect Control.* 2014;42(3):265-70. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2013.09.014>
- (51) Li Y, Harries AD. Tuberculosis infection control measures in diabetes clinics in China: a rapid assessment of 10 hospitals. *Trop Med Int Health.* 2015;20(9):1196-200. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1111/tmi.12537>
- (52) Bryce E, Forrester L, Scharf S, Eshghpour M. What do healthcare workers think? A survey of facial protection equipment user preferences. *J Hosp Infect.* 2008;68(3):241-7. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jhin.2007.12.007>

(53) Weng Y, Thulile P, Chiou H, Yang C, Chiu Y. Perceived risk of tuberculosis infection among healthcare workers in Swaziland. *BMC Infect Dis.* 2016;16(697):1-8. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1186/s12879-016-2029-6>

(54) Yu Y, Jiang L, Zhuang Z, Liu Y, Wang X, Liu J *et al.* Fitting characteristics of N95 filtering-facepiece respirators used widely in China. *PLoS ONE.* 2014;9(1):e85299. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085299>

(55) Temesgen C, Demissie M. Knowledge and practice of tuberculosis infection control among health professionals in Northwest Ethiopia; 2011. *BMC Health Serv Res.* 2014;14:593-9. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1186/s12913-014-0593-2>

(56) Punjabi CD, Perloff SR, Zuckerman JM. Preventing transmission of *Mycobacterium tuberculosis* in health care settings. *Infect Dis Clin N Am.* 2016;30:1013-22. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1016/j.idc.2016.07.003>

(57) Evans TG, Bekker LG. Tuberculosis and health-care workers in underresourced settings. *Clin Infect Dis.* 2016;62(3):S229-30. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1093/cid/ciw015>

(58) Ticona E, Huaroto L, Kirwan DE, Chumpitaz M, Munayco C, Maguiña M *et al.* Impact of infection control measures to control an outbreak of multidrug-resistant tuberculosis in a human immunodeficiency virus ward, Peru. *Am J Trop Med Hyg.* 2016;95(6):1247-56. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0712>

(59) Tamir K, Wasie B, Azage M. Tuberculosis infection control practices and associated factors among health care workers in health centers of West Gojjam zone, Northwest Ethiopia: a cross-sectional study. *BMC Health.* 2016;16(a):359-69. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1186/s12913-016-1608-y>

(60) SH H, Nabihah S, Nabilah S. Knowledge and practice among nurses on management of tuberculosis in a teaching hospital. *Med & Health.* 2018;13(1):153-64. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.17576/MH.2018.1301.15>

(61) Soon H, Uhm D. Occupational exposure to infection risk and use of personal protective equipment by emergency medical personnel in the Republic of Korea. *Am J Infect Control.* 2016;44:647-51. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.12.022>

(62) Cohen HJ, Birkner JS. Respiratory protection. *Clin Chest Med.* 2012;33(1):783-93. Disponible en: DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ccm.2012.09.005>

(63) Brosseau LM, Conroy LM, Sietsema M, Cline K, Durski K. Evaluation of Minnesota and Illinois hospital respiratory protection programs and health care worker respirator use. *J Occup Environ Hygiene.* 2015;12(1):1-15. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1080/15459624.2014.930560>