

Evaluación de la eficacia de las lengüetas en las tiras de la mascarilla autofiltrante para mejorar las técnicas de retirada adecuadas al mismo tiempo que se reduce la transmisión por contacto de los patógenos

Amanda L. Strauch, Tyler M. Brady, George Niezgoda, Claudia M. Almaguer, Ronald E. Shaffer & Edward M. Fisher

To cite this article: Amanda L. Strauch, Tyler M. Brady, George Niezgoda, Claudia M. Almaguer, Ronald E. Shaffer & Edward M. Fisher (2021) Evaluación de la eficacia de las lengüetas en las tiras de la mascarilla autofiltrante para mejorar las técnicas de retirada adecuadas al mismo tiempo que se reduce la transmisión por contacto de los patógenos, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 18:sup1, S35-S43, DOI: [10.1080/15459624.2021.1877058](https://doi.org/10.1080/15459624.2021.1877058)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/15459624.2021.1877058>



Published online: 06 Apr 2021.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 56



View related articles [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)



Evaluación de la eficacia de las lengüetas en las tiras de la mascarilla autofiltrante para mejorar las técnicas de retirada adecuadas al mismo tiempo que se reduce la transmisión por contacto de los patógenos

Amanda L. Strauch, Tyler M. Brady, George Niezgoda, Claudia M. Almaguer, Ronald E. Shaffer, and Edward M. Fisher

National Institute for Occupational Safety and Health, National Personal Protective Technology Laboratory, Pittsburgh, Pennsylvania

RESUMEN

Las mascarillas respiratorias autofiltrantes (*filtering facepiece respirators*, FFR) N95 certificadas por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Laborales (National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH) se utilizan en los centros de atención sanitaria como medida de control para mitigar las exposiciones a partículas atmosféricas infecciosas. Cuando la superficie externa de una FFR se contamina, supone un riesgo de transmisión para el usuario. La guía de los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (Centers for Disease Control and Prevention, CDC) recomienda que el personal sanitario retire las FFR agarrando las tiras en la parte posterior de la cabeza para evitar el contacto con la superficie posiblemente contaminada. Al parecer, la adherencia a la técnica de retirada adecuada es baja, debido a numerosos factores que incluyen la dificultad para ubicar y agarrar las tiras. En este estudio se compara el impacto de lengüetas ubicadas en las tiras de la FFR con el de mascarillas comparativas (sin lengüetas) sobre la retirada adecuada, la facilidad de uso, la comodidad y la reducción de la transmisión de la contaminación al usuario. El uso de un agente fluorescente como rastreador de contactos para explorar la contaminación de las FFR en manos y áreas de la cabeza de 20 sujetos humanos demostró que no hubo diferencia entre las tiras de la FFR con lengüetas y las mascarillas comparativas en el sentido de estimular la retirada adecuada de las mismas ($p = 0.48$), pero la hizo más fácil ($p = 0.04$), según indican siete de ocho sujetos que usaron las lengüetas. Siete de 20 sujetos opinaron que las FFR con lengüetas son más fáciles de retirar, mientras que solo dos de 20 sujetos indicaron que las FFR sin lengüetas son más fáciles de retirar. La incomodidad no fue un factor relevante para ninguno de los tipos de tiras de las FFR. Al retirar una FFR con las manos contaminadas, el uso de lengüetas redujo de forma importante la cantidad del rastreador de contactos transferida en comparación con las tiras sin lengüetas ($p = 0.012$). Las FFR con lengüetas en las tiras están asociadas con la facilidad de la retirada y una transferencia notablemente menor del rastreador de contactos fluorescente.

PALABRAS CLAVE

EPP; FFR N95; personal sanitario; retirada transmisión por contacto; vector pasivo

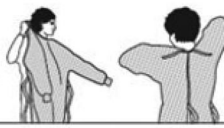



Introducción

La respuesta al brote de Ébola ha desempeñado un papel importante en el énfasis dado al uso de equipo de protección personal (EPP) en la jerarquía de medidas de seguridad destinadas a proteger al personal sanitario de los patógenos encontrados cuando se administra atención al paciente.^[1] El brote de Ébola y la infección subsiguiente del personal sanitario aumentó el grado de conciencia respecto al vacío de procedimientos para el uso adecuado del EPP. Los tipos de EPP utilizados en la atención sanitaria, que incluyen batas quirúrgicas y delantales, mascarillas protectoras y mascarillas autofiltrantes, gafas y

pantallas faciales, además de guantes, proporcionan una barrera entre el personal sanitario y los materiales posiblemente infecciosos. Los beneficios y defectos en el uso de EPP en la atención sanitaria no son un tema nuevo y han recibido mucha atención en el caso de otros patógenos encontrados en la atención sanitaria, como la gripe, el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS), el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y la tuberculosis (TB).^[2–5] El EPP es la última categoría de la jerarquía de controles de seguridad que involucran la capacitación y los controles administrativos, controles de ingeniería y controles de práctica laboral y, a menudo, representa la última línea de


SECUENCIA PARA PONERSE EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (PPE)

El tipo de EPP que se debe utilizar depende del nivel de precaución que sea necesario; por ejemplo, equipo estándar y de contacto o de aislamiento de infecciones transportadas por gotas o por aire.

- BATA**
 - Cubra con la bata todo el torso desde el cuello hasta las rodillas, los brazos hasta la muñeca y dóblela alrededor de la espalda
 - Átesela por detrás a la altura del cuello y la cintura.
- MASCARILLA O MÁSCARA AUTOFILTRANTE**
 - Asegúrese los cordones o la banda elástica en la mitad de la cabeza y en el cuello
 - Ajústese la banda flexible en el puente de la nariz
 - Acomódese en la cara y por debajo del mentón
 - Verifique el ajuste la mascarilla
- GAFAS O PANTALLAS PROTECTORAS**
 - Colóquelas sobre la cara y los ojos y ajústela
- GUANTES**
 - Extienda los guantes para que cubran la parte del puño en bata de aislamiento

UTILICE PRÁCTICAS DE TRABAJO SEGURAS PARA PROTEGERSE USTED MISMO Y LIMITAR LA PROPAGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

- Mantenga las manos alejadas de la cara
- Limite el contacto con superficies
- Cambie los guantes si se rompen o están demasiado contaminados
- Realice la higiene de las manos



SECUENCIA PARA QUITARSE EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (PPE)

Con excepción de la mascarilla autofiltrante, quítese el EPP en la entrada de la puerta o en la antesala. Quítese la mascarilla autofiltrante después de salir de la habitación del paciente y de cerrar la puerta.

- GUANTES**
 - ¡El exterior de los guantes está contaminado!
 - Agarre la parte exterior del guante con la mano opuesta en la que todavía tiene puesto el guante y quíteselo.
 - Deslice los dedos de la mano sin guante por debajo del otro guante que no se ha quitado todavía, a la altura de la muñeca.
 - Quítese el guante de manera que acabe cubriendo el primer guante.
- GAFAS O PANTALLAS PROTECTORAS**
 - ¡El exterior de las gafas protectoras está contaminado!
 - Para quitárselas tómelas por la parte de la banda de la cabeza o de las tiras de las orejas
 - Colóquelas en un recipiente para procesar materiales
- BATA**
 - ¡La parte delantera de la bata y las mangas están contaminadas!
 - Desate los cordones
 - Tocando solamente el interior de la bata, pásela por encima del cuello y de los hombros
 - Voltee la bata al revés
 - Dóblela o enróllela y deséchela
- MASCARILLA O MÁSCARA AUTOFILTRANTE**
 - La parte delantera de la máscara o respirador está contaminada ¡NO LA TOQUE!
 - Primero agarre la parte de abajo, luego los cordones o banda elástica de arriba y por último quítese la máscara o respirador
 - ¡Arrojela en el recipiente de deshechos

EFFECTÚE LA HIGIENE DE LAS MANOS INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE QUITARSE CUALQUIER EPP



Figura 1. Procedimientos de colocación (izquierda) y retirada (derecha) recomendados por los CDC.

protección física para el personal sanitario. A pesar de su importancia, en la atención sanitaria se detecta la falta de un uso adecuado del EPP y del cumplimiento de la protección respiratoria.^[6,7] El EPP puede ser difícil de seleccionar y usar, incómodo para llevarlo puesto y requiere adherirse a los procedimientos adecuados de colocación y retirada.^[8] Estos problemas pueden conllevar a su colocación y retiro inadecuados, lo cual puede aumentar la posible transmisión de patógenos del vector pasivo del EPP al usuario.

Uno de los motivos por los cuales el EPP es difícil de usar es la posible falta de conocimiento del personal sanitario sobre prendas y conjuntos específicos de protección. Las recomendaciones relativas a los tipos específicos de EPP necesarios para proteger al personal sanitario se sustentan en múltiples factores, como el tipo de contacto anticipado con el paciente, el modo de transmisión del patógeno, la virulencia del patógeno y la durabilidad del EPP.^[9] Las recomendaciones en torno al EPP pueden variar dependiendo del nivel de precauciones utilizado. De acuerdo con las directrices de los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) 2007 sobre las precauciones de aislamiento, aquellas basadas en la transmisión se utilizan además de las estándar cuando

estas no interrumpen completamente la(s) vía(s) de transmisión.^[9] Las precauciones basadas en la transmisión se emplean para patógenos específicos que pueden encontrarse con una frecuencia intermitente y a veces dejan poca oportunidad para que el personal sanitario obtenga experiencia con los dispositivos de protección concretos recomendados para ese patógeno específico de acuerdo con la(s) vía(s) de transmisión. El EPP usado más intuitivamente podría ayudar al personal sanitario a atravesar la curva de aprendizaje del EPP cuando las situaciones de emergencia ameritan aumentar las precauciones

Un tipo de EPP que el personal sanitario utiliza con frecuencia intermitente es la mascarilla autofiltrante (FFR) N95 certificada por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Laborales (NIOSH). Los CDC han recomendado su uso como parte de las precauciones de aislamiento para patógenos transmitidos por vía aérea, como la TB, y durante ciertos procedimientos médicos relacionados con algunos organismos epidemiológicamente importantes como el Ébola.^[10,11] Las FFR reducen la exposición a la inhalación de partículas infecciosas por el usuario y lo restringen de tocarse la boca y la nariz, lo que limita las oportunidades de transferir patógenos de las manos a la

mucosa del usuario. Estudios realizados en diversos lugares de trabajo han demostrado que cuando las FFR con prueba de ajuste se usan en un programa completo de protección respiratoria, son efectivas en la reducción de exposiciones a la inhalación.^[12-14] Al igual que muchas otras intervenciones (por ejemplo, el lavado de manos, la vacunación, etc.), la eficacia de las FFR es regida, en definitiva, por el cumplimiento y el uso adecuado, lo que incluye la adherencia a los procedimientos de colocación y retirada.

El uso de la técnica adecuada de retirada es fundamental para minimizar la transferencia de materiales infecciosos del EPP al usuario; sin embargo, podría ocurrir transmisión por contacto aun siguiendo el uso adecuado.^[15,16] La superficie externa de la FFR puede contaminarse y servir como fuente de patógenos en la cadena de transmisión por contacto. Como se detalla en el afiche de la secuencia de retirada del EPP recomendada por los CDC (Figura 1), las mascarillas protectoras son la pieza del EPP que se retira en último lugar y deben retirarse agarrando las tiras de sujeción en la parte posterior de la cabeza. Esta forma de realizar el retiro de la FFR permite que el usuario evite el contacto con la superficie de filtración posiblemente contaminada de la FFR. Desafortunadamente, falta adherencia al uso de la técnica adecuada de retirada de la FFR.^[17-19] Además, las manos del personal sanitario pueden contaminarse mientras retiran adecuadamente otros tipos de EPP, como gafas, mascarillas y batas quirúrgicas. Tomando en cuenta que las FFR y las mascarillas son los últimos dispositivos en ser retirados, según lo descrito en la secuencia recomendada de retirada del EPP, es posible que la contaminación se esparza hacia el área de la cabeza y el cuello del usuario, incluso si la mascarilla protectora se retira usando la técnica adecuada.

Se han identificado muchas posibles barreras al uso adecuado del EPP, que incluyen falta de conocimiento, falta de responsabilidad ante el incumplimiento y restricciones de tiempo.^[20] A menudo, se menciona que el diseño actual de las FFR es una de las principales causas de incomodidad y de la falta de disposición para su uso y retirada adecuados.^[21] Las tiras de la FFR en la parte posterior de la cabeza pueden enredarse en el cabello del usuario, lo cual hace difícil encontrarlas y agarrarlas. Algunas modificaciones al diseño actual de las tiras de la FFR pueden promover su retiro adecuado, haciendo que las tiras sean más accesibles y fáciles de agarrar.

Nuestro objetivo principal en este estudio fue evaluar la utilidad de lengüetas adheridas a las tiras de las FFR para disminuir la posible transferencia de

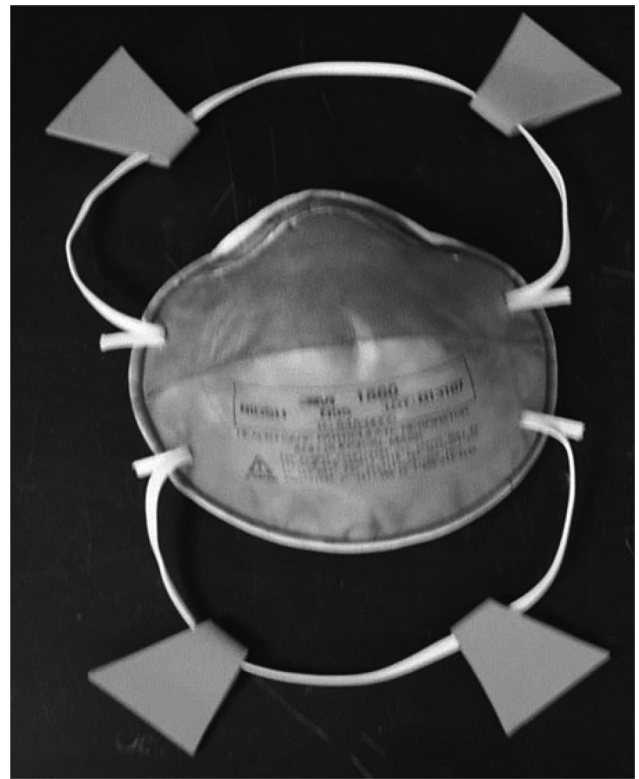


Figura 2. Tiras con lengüetas de la FFR.

contaminación y la incomodidad durante la retirada. El propósito de las lengüetas es proporcionar una “manipulación” fácilmente accesible, que permita que el personal sanitario retire la FFR sin tocar sus superficies contaminadas, al mismo tiempo que minimiza el contacto incómodo y posiblemente peligroso de los dedos con el cabello. Adicionalmente, las lengüetas podrían servir como un recordatorio visual y táctil para usar la técnica de retirada de la FFR adecuada (es decir, retirar la FFR usando solamente las tiras).

Métodos

Sujetos

El estudio fue aprobado por el Comité de Revisión de Sujetos Humanos del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Laborales (NIOSH). Todos los sujetos proporcionaron su consentimiento informado oral y escrito. Para este estudio se reclutó un total de 20 sujetos cuyas edades estaban comprendidas entre 18 y 60 años. Se prefirieron participantes actualmente empleados como personal sanitario, inscritos en un programa de protección respiratoria y con experiencia en el uso de una FFR. Sin embargo, no se excluyeron posibles sujetos, aun cuando no cumplieran con todas estas cualidades. Sí se excluyeron del estudio participantes

con antecedentes de cáncer de piel, sensibilidad a la luz ultravioleta (UV) o quemaduras por luz ultravioleta.

Modificación de la FFR N95 y lengüetas

La mascarilla autofiltrante N95 modelo 1860 (3M, St. Paul, MN) utilizada para este estudio es una FFR N95 aprobada por el NIOSH, utilizada comúnmente por el personal sanitario. La Administración de Alimentos y Medicamentos (Food and Drug Administration, FDA) aprobó su uso como mascarilla quirúrgica. Algunas de las FFR 3M 1860 empleadas en este estudio fueron modificadas colocando cuatro lengüetas rojas de esponja en las tiras (Figura 2). Es importante señalar que esta modificación de las FFR en el lugar de trabajo puede dar lugar a que el dispositivo tenga una configuración no aprobada. En este sentido, el uso de dispositivos modificados debe limitarse sólo a esfuerzos de investigación y desarrollo; no deben usarse como dispositivos destinados a la protección en lugares de trabajo reales. Las lengüetas se cortaron en forma de “corbatín” y se doblaron alrededor de la tira configurando una forma trapezoidal con un área de superficie de un lado de aproximadamente 11 cm². El diseño de las lengüetas estuvo influenciado por una breve investigación de la literatura relacionada con la eficacia de las etiquetas de advertencia. Con base en estos estudios determinamos que tanto el color rojo como la forma triangular (truncada en forma trapezoidal por durabilidad) eran dos características de las etiquetas de advertencia fácilmente reconocidas y recordadas.^[22-25] Las lengüetas medían 3.81 cm (1.5 t) de largo; estudios preliminares que evaluaron la comodidad del agarre de las lengüetas hallaron que el área de las mismas era suficiente para acomodar la cara anterior del dedo índice y el dedo medio en un lado de la lengüeta y la cara anterior del pulgar en el lado opuesto.^[26,27]

Rastreador de contactos fluorescente

La simulación de la transferencia de contaminación se visualizó usando un rastreador de contactos fluorescente no tóxico reactivo a la luz UV. Dicho rastreador se preparó suspendiendo un gramo de polvo de GloGerm (Glo Germ Company; Moab, UT) en 25 ml de aceite mineral. Con el fin de contaminar las FFR, se cepillaron 7 ml del rastreador de contactos fluorescente en toda la superficie externa de la FFR de prueba. Para cada sujeto se contaminaron seis FFR con el rastreador de contactos fluorescente; tres con

lengüetas y tres sin lengüetas. Como solo la superficie externa de la FFR se contaminó con el rastreador de contactos fluorescente, la transferencia de la FFR a las manos solo podía ocurrir si la FFR era retirada de forma inadecuada, agarrando la superficie contaminada. Para la última prueba realizada por cada sujeto, también se aplicó y frotó 1 ml del rastreador de contactos fluorescente en las manos de los sujetos de prueba antes de retirar una FFR limpia con o sin lengüetas.

Procedimiento de prueba del sujeto

Retirada de las FFR contaminadas (transferencia de las FFR a las manos)

Para comprobar la utilidad de las lengüetas como recordatorio para realizar la retirada adecuada de la FFR y limitar la transferencia de la contaminación, cada sujeto realizó un total de seis retiradas de las FFR. En orden aleatorio se probaron tres FFR con lengüetas y tres FFR sin lengüetas. Cada sujeto fue supervisado para determinar la duración de cada procedimiento de colocación y retirada y todas las observaciones se registraron en el cuaderno del laboratorio. Cada retirada fue registrada como adecuada o inadecuada. Se otorgaba una valoración adecuada cuando el sujeto utilizaba las tiras de la parte posterior de la cabeza o las lengüetas conectadas a las tiras de la FFR. Cuando el sujeto agarraba la superficie frontal de la FFR o agarraba las tiras cerca del lugar en que las tiras se adhieren a la FFR (cerca de la mejilla), se registraba una valoración inadecuada.

Antes de iniciar la prueba el sujeto recibió una breve capacitación y un curso de instrucción sobre las técnicas adecuadas de colocación y retiro, según los carteles de recomendación de colocación y retirada de los CDC (Figura 1), pero no se le dieron instrucciones específicas relacionadas con el uso de las lengüetas. Luego, los sujetos lavaron sus manos siguiendo el protocolo de lavado de manos de la Organización Mundial de la Salud (OMS)^[28] y se colocaron un par de guantes de nitrilo limpios. Se les dio instrucciones para colocarse la primera FFR siguiendo los procedimientos de colocación recomendados por los CDC; solo se brindó ayuda cuando usaba una técnica inadecuada. Los sujetos se retiraban los guantes empleando la técnica adecuada para minimizar la transferencia de contaminación a sus manos. Luego, se revisaban las manos de los sujetos con el fin de determinar la contaminación fluorescente bajo la luz UVA. Si se detectaba alguna contaminación se les daban instrucciones de lavar sus manos nuevamente. Después de la

colocación de la FFR, los sujetos realizaban una simulación computarizada de una interacción con un paciente con gripe. El propósito de la simulación era recordar al sujeto que era personal sanitario que usaba una FFR en presencia de un paciente infectado y proporcionar una distracción, de forma que el sujeto no se enfocara en la técnica adecuada de colocación y retirada. Luego se le dieron instrucciones para que retirara la FFR y la botara en una papelera etiquetada. Se tomaron fotografías bajo luz UVA tanto de las manos como del cabello. Este procedimiento se repitió para cada FFR restante.

Retirada adecuada con manos contaminadas (transferencia de las manos a la cabeza)

Para evaluar la capacidad de las lengüetas de limitar la transferencia de contaminación de las manos a la cabeza y al cabello del usuario mientras usaba la técnica adecuada de retirada, cada sujeto retiraba una FFR asignada al azar, con o sin lengüetas. Solo se utilizó un tipo de FFR por cada sujeto, ya que no era viable que el sujeto lavara su cabello y su cara entre las pruebas. Los sujetos lavaron sus manos y se colocaron la última FFR siguiendo el protocolo de la OMS. Se dividió en partes 1 ml del rastreador de contactos fluorescente sobre las palmas del sujeto y este frotó sus manos durante 30 segundos para dispersarlo uniformemente. Luego se le dieron instrucciones para que se retirara adecuadamente la FFR y la botara en una papelera etiquetada. Se tomaron fotografías bajo luz UVA y se midió la longitud del cabello del sujeto desde la parte posterior de la cabeza para determinar el efecto de la misma en la comodidad y la facilidad de uso de la FFR.

Cuestionario aplicado al sujeto después de la prueba (facilidad de uso y comodidad)

Se pidió a cada sujeto que respondiera un cuestionario breve de tres preguntas relacionado con la comodidad y la facilidad de colocación y retirada de las FFR con lengüetas en comparación con las FFR sin lengüetas.

Obtención de imágenes y análisis

La transferencia de contaminación fluorescente a las manos o el área de la cabeza de los sujetos de prueba se capturó bajo la iluminación UVA (Utilitech Fluorescent Light Fixture TL 8W 05UV, Hughesville, PA) con una cámara fotográfica digital Nikon D3000 (Nikon Corp., Japón). La cámara se mantuvo a una distancia fija de aproximadamente 33 cm desde la

superficie específica (manos o área de la cabeza). La velocidad de obturación de la cámara se fijó a 1/8 s. Las fotografías se guardaron en una tarjeta de memoria Secure Digital (SD) en la cámara y se importaron a una computadora de escritorio.

Las mismas se analizaron con el software Adobe Photoshop CS4 versión 11 (Adobe Systems Incorporated, San Jose, CA) mediante la medición cuantitativa de la intensidad/brillo (lúmenes: brillo o intensidad de la fuente de luz en la fotografía) y el área de superficie de cada región de contaminación fluorescente. Cada imagen se analizó por triplicado con la herramienta Lasso (en Photoshop) para medir y generar valores en el histograma correspondientes a cada zona de contaminación visual.

Análisis estadístico

Las características del cumplimiento de la FFR se analizaron usando la prueba de McNemar para evaluar las diferencias en la correlación entre la retirada adecuada y la retirada inadecuada de las FFR con ambos tipos de tiras. El promedio de los valores de luminosidad de la contaminación fluorescente se comparó con el uso de la prueba *t* bilateral para comprobar la predicción de que existe menos transferencia de contaminación cuando se usan lengüetas en las tiras de la FFR. Los datos del cuestionario relacionados con la comodidad y la facilidad de uso fueron analizados empleando la prueba exacta de Fisher. La significación estadística se aceptó cuando $p < 0.05$. Las pruebas se realizaron con el software SPSS (IBM Corporation, Armonk, NY).

Resultados

En este estudio participó un total de 20 sujetos que completaron las pruebas: 5 masculinos y 15 femeninos. Diecisiete de los 20 sujetos habían realizado las pruebas de ajuste formales para el uso de la FFR N95 dentro de un plazo de un año del estudio. Solo seis de los sujetos respondieron que habían usado una FFR N95 como parte de las responsabilidades que conlleva ser personal sanitario.

Para las 60 pruebas que implicaron FFR contaminadas con lengüetas (evaluación de la transferencia de las FFR a las manos), 83% de las retiradas se realizó adecuadamente, mientras que 17% se realizó usando una técnica inadecuada. De estas 50 ocurrencias de retirada adecuada, 25 se realizaron empleando las tiras, incluso cuando estaban presentes las lengüetas, 21 se realizaron usando las lengüetas y cuatro usaron una combinación de lengüetas y tiras. Para las 10

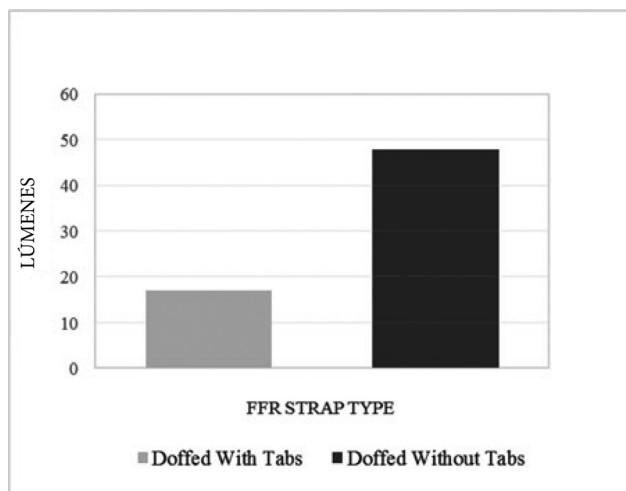


Figura 3. Contaminación fluorescente medida desde las FFR al usuario.

ocurrencias de retirada inadecuada, nueve se realizaron agarrando la superficie de filtrado de la FFR, mientras que una se efectuó agarrando las tiras cerca del lugar en que se adhieren a la FFR. En el caso de las 60 pruebas que implicaron FFR contaminadas sin lengüetas, 87% de las retiradas se caracterizó por usar la técnica adecuada, mientras que 13% de las retiradas se efectuó usando una técnica inadecuada. Para las ocho ocurrencias de retirada inadecuada, siete se realizaron agarrando la superficie de filtrado de la FFR, mientras que una se realizó agarrando las tiras cerca del lugar en que se adhieren a la FFR. No hubo una diferencia importante en la ocurrencia de la retirada adecuada de las FFR con lengüetas en comparación con las FFR sin lengüetas ($p = 0.4795$).

En total, 35% de los sujetos ($n = 20$) opinó que la mascarilla autofiltrante con lengüetas fue más fácil de retirar, 10% consideró que la mascarilla autofiltrante sin lengüetas era más fácil de retirar y 55% mencionó que no había diferencia en la retirada de cada una de las mascarillas autofiltrantes. En términos de incomodidad general experimentada por el usuario, 80% de los sujetos no experimentó ninguna incomodidad durante el uso de la mascarilla autofiltrante; dos sujetos opinaron que experimentaron malestar al usar una mascarilla autofiltrante con lengüetas, un sujeto opinó que sintió incomodidad al usar una mascarilla autofiltrante sin lengüetas y solo un sujeto notificó incomodidad al usar ambos tipos de mascarillas. Siete de ocho sujetos, que incluyen 5 de 6 que se desempeñan como personal sanitario, que utilizaron las lengüetas para retirar adecuadamente las FFR, indicaron que las FFR con lengüetas eran más fáciles de retirar ($p = 0.0387$). De los sujetos que opinaron

que retirar una FFR con lengüetas era más fácil, 86% eran mujeres con cabello largo. El cuestionario de la investigación y los resultados se detallan en la **Tabla 1**.

Para las 10 pruebas que implicaron la retirada adecuada de las FFR con las manos contaminadas (evaluación de la transferencia de las manos a la cabeza), 100% de los sujetos transfirió la contaminación a cabeza, cara o áreas del cabello al usar FFR sin lengüetas. Para las 10 pruebas que implicaron la retirada adecuada de las FFR con las manos contaminadas (evaluación de la transferencia de las manos a la cabeza), 30% de los sujetos transfirió la contaminación a cabeza, cara o áreas del cabello al usar FFR con lengüetas. Como se muestra en la **Figura 3**, el promedio de la intensidad de la cantidad de contaminación fluorescente medida se redujo notablemente ($p = 0.0002$) cuando se usaban las lengüetas (55.19 lúmenes) respecto a cuando no se usaban (97.12 lúmenes).

Discusión

En este estudio evaluamos la utilidad de las lengüetas adheridas a las tiras de las FFR para proporcionar una “manipulación” fácilmente accesible que permitiera que al personal sanitario retirar la FFR sin tocar la superficie de filtración contaminada mientras se minimizaba el contacto con el cabello.

Originalmente propusimos evaluar solamente al personal sanitario, ya que está acostumbrado a los protocolos y las técnicas especiales requeridos para retirar las FFR debido al posible contacto con patógenos infecciosos sobre la superficie de filtrado. Sin embargo, no pudimos reclutar el número propuesto de personal sanitario, por lo que se modificó el protocolo de evaluación y se aprobó que participaran sujetos que no se desempeñaban como personal sanitario. El grupo de sujetos estuvo compuesto por 5 hombres y 15 mujeres, una proporción que refleja con exactitud la distribución notificada de género en la atención sanatoria.^[29] Un grupo más amplio de sujetos humanos seleccionados requirió, subsiguientemente, una breve capacitación y un curso de instrucción sobre las técnicas adecuadas de colocación y retirada de las FFR antes de iniciar las pruebas. Este factor, aunado a la ausencia de las distracciones típicas en el lugar de trabajo, pudo haber influenciado la tasa de retiro adecuado de las FFR (85%) y puede no ser indicativo de lo observado en el centro de atención sanatoria, donde la adherencia reportada fue de solo 43% (las mascarillas autofiltrantes se retiraron con el uso correcto de las tiras).^[6] La alta tasa de adherencia

Tabla 1. Cuestionario y resultados del sujeto.

| Preguntas del cuestionario | Respuestas | | | |
|--|-------------------------|-----------------------|---|--|
| ¿Cuál de las mascarillas autofiltrantes fue más fácil de retirar? | a. Con lengüetas | b. Sin lengüetas | c. No hubo diferencia entre los tipos de mascarillas autofiltrantes | |
| Resultados: | 7 ^a /20 (35) | 2/20 (10) | 11/20 (55) | |
| ¿Experimentó la incomodidad de tirar de su cabello mientras se retiraba la mascarilla? | a. Sí | b. No | | |
| Resultados: | 4/20 (20) | 16/20 (80) | | |
| Si su respuesta a la pregunta anterior es afirmativa, ¿qué mascarilla autofiltrante se estaba retirando cuando experimentó la incomodidad? | a. Con lengüetas | b. Sin lengüetas | c. No recuerdo | d. Ambos tipos de mascarillas autofiltrantes |
| Resultados: | 2/4 (50) ^b | 1/4 (25) ^b | 0/4 (0) ^b | 1/4 (25) ^b |

Nota: Los números entre paréntesis son porcentajes.

^aOcho sujetos usaron las lengüetas para retirar las FFR.

^bRepresenta el porcentaje de participantes que respondieron "sí".

a la técnica adecuada de retirada observada en este estudio no puede discernir de manera apropiada el valor de las lengüetas en el aumento del cumplimiento de la retirada adecuada; sin embargo, esto demuestra el valor de la formación y la capacitación oportunas antes de usar una FFR N95.

Las lengüetas se crearon como una extensión de las tiras de sujeción para permitir que el usuario ubique y agarre con mayor facilidad la FFR en la parte posterior de la cabeza sin agarrar su cabello al mismo tiempo, lo que causa incomodidad. Las menciones específicas de incomodidad asociadas con las tiras que se enredan en el cabello o tiran de él al ser retiradas no fueron un problema identificado por los sujetos; por lo tanto, no pudo determinarse el efecto sobre la comodidad. En cuanto a la facilidad de retirada, una vista superficial de los resultados indica que las lengüetas sobre las tiras de la FFR no hicieron más fácil la retirada, ya que la mayoría de los sujetos indicó que no hubo una diferencia notable entre las FFR con lengüetas y las FFR sin lengüetas (Tabla 1). Sin embargo, excepto un sujeto, todos aquellos que usaron las lengüetas para retirar las FFR consideraron que estas eran más fáciles de usar (Tabla 1). Además, los resultados indican que el uso de lengüetas puede ser más útil para quienes tienen el cabello más largo. Ya que solo ocho de 20 sujetos usaron las lengüetas, se puede concluir que el uso de las mismas para retirar las FFR no fue intuitivo, pero al igual que todos los EPP y las nuevas tecnologías, la capacitación y la educación son imperativas para mejorar el cumplimiento y el uso adecuados.

Existe una alta posibilidad de que las manos se contaminen antes de retirar la FFR. Ello puede ocurrir mientras se administra la atención al paciente si el

personal sanitario no usa guantes.^[30–33] Incluso si protegen sus manos con guantes, la secuencia de retirada adecuada del EPP (Figura 1) dicta que la FFR o mascarilla es la pieza del EPP que debe retirarse en último lugar. Si las manos se contaminan durante el proceso de retirada del EPP, es fácil deshacerse de los posibles organismos infecciosos realizando la higiene de las manos. De hecho, el procedimiento y la secuencia para la retirada del EPP recomendados por los CDC dice que se “realice la higiene de las manos entre los pasos si las manos se contaminan e inmediatamente después de remover todo el EPP”.^[16] El cumplimiento de la higiene adecuada de las manos en los centros de atención sanatoria es deficiente.^[34] Además, si los patógenos se transfieren a la cabeza o a la región del cuello del personal sanitario sin que este se dé cuenta, la remoción de los patógenos podría no ocurrir hasta que se duchen, probablemente después de finalizar su turno. Durante el tiempo que transcurre entre la contaminación y la remoción de la misma, la cabeza y el cabello del personal sanitario sirven como una fuente de patógenos para su posterior transmisión. El uso de lengüetas para la retirada de las FFR reduce el contacto entre las manos, el cabello y la cabeza del usuario, minimizando la posible transmisión por contacto. Las lengüetas no evitan todo contacto entre las manos y el cabello y la cabeza del sujeto, especialmente en casos en que el cabello del sujeto es largo u ondulado; sin embargo, la capacitación adecuada y quizá el diseño mejorado de la lengüeta pueden aumentar su eficacia protectora. Ya iniciada esta investigación se lanzó el Grand Challenge Partnership (Colaboración para combatir el gran problema) (Lucha contra el Ébola: un gran problema para el desarrollo) para ayudar al personal sanitario a

brindar atención segura y eficiente a las personas afectadas y prevenir la propagación del virus del Ébola en África Occidental. Algunas de las innovaciones que resultaron del Grand Challenge emplearon lengüetas en diversos tipos de EPP, como una manera de promover una retirada más sencilla.^[35]

Conclusiones

Los resultados de esta investigación proporcionan una evaluación inicial de las lengüetas colocadas en el EPP, en particular en las FFR, como un medio para mejorar la técnica adecuada de retirada, limitando la autocontaminación, haciendo más cómodo el uso del EPP y reduciendo la transferencia de contaminación del EPP al usuario, incluso cuando se utilizan técnicas adecuadas de retirada. El uso de las lengüetas no fue intuitivo y podría concluirse que estas tuvieron poca influencia en la promoción del uso de la técnica adecuada de retirada durante este estudio. Sin embargo, las lengüetas hicieron más fácil la retirada y limitaron la transferencia de contaminación de las manos a la cabeza y áreas del cuello cuando se utilizaron las técnicas adecuadas.

Agradecimientos

Los autores desean expresar sincera gratitud a los doctores Raymond Roberge, Deborah Novak y William Lindsley por sus sugerencias y contribuciones.

Descargo de responsabilidad

Los hallazgos y conclusiones de este artículo no han sido difundidos formalmente por parte del NIOSH y no deberían interpretarse como la declaración ni la política de ninguna agencia. La mención de cualquier compañía, producto y política en la inclusión de cualquier referencia no ha sido aprobada por el NIOSH.

Referencias

- [1] **Fischer, W.A., N.A. Hynes, T.M. Perl:** Protecting health care workers from Ebola: personal protective equipment is critical but is not enough. *Ann. Intern. Med.* 161(10):753–754 (2014).
- [2] **Akduman, D., L.E. Kim, R.L. Parks, et al.:** Use of personal protective equipment and operating room behaviors in four surgical subspecialties: personal protective equipment and behaviors in surgery. *Infect. Control* 20(2):110–114 (1999).
- [3] **Daugherty, E.L., T.M. Perl, D.M. Needham, L. Rubinson, A. Bilderback, C.S. Rand:** The use of personal protective equipment for control of influenza among critical care clinicians: a survey study. *Crit. Care Med.* 37(4):1210–1216 (2009).
- [4] **Loutfy, M.R., T. Wallington, T. Rutledge, et al.:** Hospital preparedness and SARS. *Emerg. Infect. Dis.* 10(5):771 (2004).
- [5] **Jarvis, W.R., E.A. Bolyard, C.J. Bozzi, et al.:** Respirators, recommendations, and regulations: the controversy surrounding protection of health care workers from tuberculosis. *Ann. Intern. Med.* 122(2):142–146 (1995).
- [6] **Peterson, K., D. Novak, L. Stradtman, D. Wilson, L. Couzens:** Hospital respiratory protection practices in 6 U.S. states: a public health evaluation study. *Am. J. Infect. Control* 43(1):63–71 (2015).
- [7] **Beckman, S., B. Materna, S. Goldmacher, et al.:** Evaluation of respiratory protection programs and practices in California hospitals during the 2009–2010 H1N1 influenza pandemic. *Am. J. Infect. Control* 41(11):1024–1031 (2013).
- [8] **Gosch, M.E., R.E. Shaffer, A.E. Eagan, R.J. Roberge, V.J. Davey, L.J. Radonovich:** B95: a new respirator for health care personnel. *Am. J. Infect. Control* 41(12):1224–1230 (2013). doi:10.1016/j.ajic.2013.03.293
- [9] **Siegel, J.D., E. Rhinehart, M. Jackson, L. Chiarello, H.C.I.C.P.A. Committee:** 2007 guideline for isolation precautions: preventing transmission of infectious agents in health care settings. *Am. J. Infect. Control* 35(10):S65–S164 (2007).
- [10] **Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Emerging & Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID), Division of Healthcare Quality Promotion (DHQP):** Guidance for the Selection and use of Personal Protective Equipment (PPE) in Healthcare Settings: PPE Use in Healthcare Settings. Disponible en <http://www.cdc.gov/vhf/ebola/healthcareus/ppe/guidance.html> (acceso en abril 2015).
- [11] **Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Emerging & Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID), Division of Healthcare Quality Promotion (DHQP):** Guidance on Personal Protective Equipment to Be Used by Healthcare Workers During Management of Patients with Ebola Virus Disease in U.S. Hospitals, Including Procedures for Putting on (Donning) and Removing (Doffing). Disponible en <http://www.cdc.gov/media/releases/2014/fs1020-ebolapersonal-protective-equipment.html> (acceso en abril 2015).
- [12] **Han, D.:** Correlations between workplace protection factors and fit factors for filtering facepieces in the welding workplace. *Industr. Health* 40(4):328–334 (2002).
- [13] **Zhuang, Z., C.C. Coffey, P.A. Jensen, D.L. Campbell, R.B. Lawrence, W.R. Myers:** Correlation between quantitative fit factors and workplace protection factors measured in actual workplace environments at a steel foundry. *Am. Indust. Hyg. J.* 64:730–738 (2003).
- [14] **Janssen, L.J., T.J.N., K.T. Cuta:** Workplace protection factors for an N95 filtering facepiece respirator. *J. Occup. Environ. Hyg.* 4(9):698–707 (2007).

- [15] **Casanova, L., E. Alfano-Sobsey, W.A. Rutala, D.J. Weber, M. Sobsey:** Virus transfer from personal protective equipment to healthcare employees' skin and clothing. *Emerg. Infect. Dis.* 14(8):1291–1293 (2008).
- [16] **Centers for Disease Control and Prevention:** Sequence for Removing Personal Protective Equipment (PPE) Disponible en <http://www.cdc.gov/hai/pdfs/ppe/PPE-Sequence.pdf>
- [17] **Baig, A.S., C. Knapp, A.E. Eagan, L.J. Radonovich Jr.:** Health care workers' views about respirator use and features that should be included in the next generation of respirators. *Am. J. Infect. Control* 38(1):18–25 (2010).
- [18] **Chora, J.S.Y., S.K. Padab, I. Stephenson, et al.:** Differences in the compliance with hospital infection control practices during the 2009 influenza H1N1 pandemic in three countries. *J. Hosp. Infect.* 81(2):98–103 (2012).
- [19] **Mitchell, R., M. Toju Ogunremi, P.G. Astrakianakis, M.E. Bryce, M.R. Gervais, B.D. Gravel, et al.:** Impact of the 2009 influenza A (H1N1) pandemic on Canadian health care workers: a survey on vaccination, illness, absenteeism, and personal protective equipment. *Am. J. Infect. Control* 40(7):611–616 (2012).
- [20] **Pyrek, K.M.:** Addressing the Challenges of PPE Non-Compliance. Disponible en <http://www.infectioncontroltoday.com/articles/2011/10/addressing-the-challenges-ofppe-non-compliance.aspx> (acceso el 3 de junio de 2015).
- [21] **Locatelli, S.M.L., L. Sherri, M. Gosch:** Health care workers' reported discomfort while wearing filtering facepiece respirators. *Workplace Health Saf.* 62(7):362–368 (2014).
- [22] **Wogalter, M.S.L., R. Kenneth:** Warning! Sign and label effectiveness. *Curr. Direct. Physiol. Sci.* 5(2):33–37 (1996).
- [23] **Elliot, A.J., M.A. Maier:** Color psychology: effects of perceiving color on psychological functioning in humans. *Ann. Rev. Psychol.* 65:95–120 (2014).
- [24] **Young, S.L.:** Increasing the noticeability of warnings: effects of pictorial, color, signal icon and border. *Proc. of the Human Factors and Ergonomics Society Meeting* 35(9):580–584 (1991).
- [25] **Riley, M.W., D.J. Cochran, J.L. Ballard:** An investigation of preferred shapes for warning labels. *Hum. Fact. J. Hum. Fact. Ergonom. Soc.* 24(6):737–742 (1982).
- [26] **Murai, M., H.K. Lau, B.P. Pereira, R.W. Pho:** A cadaver study on volume and surface area of the fingertip. *J. Hand Surg.* 22(5):935–941 (1997).
- [27] **Domalain, M., L. Vigouroux, F. Danion, V. Sevez, E. Berton:** Effect of object width on precision grip force and finger posture. *Ergonomics* 51(9):1441–1453 (2008).
- [28] **World Health Organization:** *WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care.* Geneva, Switzerland: WHO Press, 2009.
- [29] **Department of Human Resources for Health:** Gender and Health Workforce Statistics. In *Spotlight on Statistics: A Fact File in Health Workforce Statistics*, World Health Organization (ed.). Geneva, Switzerland: OMS, 2008.
- [30] **Khodavaisy, S., M. Nabili, B. Davari, M. Vahedi:** Evaluation of bacterial and fungal contamination in the health care workers' hands and rings in the intensive care unit. *J. Prevent. Med. Hyg.* 52(4) (2015).
- [31] **Landelle, C., M. Verachten, P. Legrand, E. Girou, F. Barbut, C.B. Buisson:** Contamination of health-care workers' hands with *Clostridium difficile* spores after caring for patients with *C. difficile* infection. *Infect. Control* 35(01):10–15 (2014).
- [32] **Duckro, A.N., D.W. Blom, E.A. Lyle, R.A. Weinstein, M.K. Hayden:** Transfer of vancomycin-resistant enterococci via health care worker hands. *Arch. Intern. Med.* 165(3):302–307 (2005).
- [33] **Morgan, D.J., S.Y. Liang, C.L. Smith, et al.:** Frequent multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* contamination of gloves, gowns, and hands of healthcare workers. *Infect. Control* 31(7):716–721 (2010).
- [34] **Gould, D., N. Drey, D. Moralejo, J. Grimshaw, J. Chudleigh:** Interventions to improve hand hygiene compliance in patient care. *J. Hosp. Infect.* 8(3):193–202 (2008).
- [35] **Tricoukes, N.D., B. Russell, K. Shara, T. Good:** PPE Design Retrofit Concepts. Disponible en <https://d3gxp3iknbs7bs.cloudfront.net/attachments/cbdd3dd1d4db-40bf-a0d4-5aa6c7a80710.pdf> (acceso en mayo de 2014).