

Estado: El preprint no ha sido enviado para publicación

# Modifications of the fit and combination of surgical masks and KN95 respirators to increase respiratory protection against SARS-CoV-2

Manuel Chavez Ruiz, Betsabe Ruffner Camargo, Lenin Rueda Torres, Cristofer Bellido

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.2266>

Este preprint fue presentado bajo las siguientes condiciones:

- Los autores declaran que son conscientes de que son los únicos responsables del contenido del preprint y que el depósito en SciELO Preprints no significa ningún compromiso por parte de SciELO, excepto su preservación y difusión.
- Los autores declaran que se obtuvieron los términos necesarios del consentimiento libre e informado de los participantes o pacientes en la investigación y se describen en el manuscrito, cuando corresponde.
- Los autores declaran que la preparación del manuscrito siguió las normas éticas de comunicación científica.
- El manuscrito depositado está en formato PDF.
- Los autores aceptan que el manuscrito aprobado esté disponible bajo licencia [Creative Commons CC-BY](#).
- Los autores declaran que los datos, las aplicaciones y otros contenidos subyacentes al manuscrito están referenciados.
- El autor que presenta el manuscrito declara que las contribuciones de todos los autores y la declaración de conflicto de intereses se incluyen explícitamente y en secciones específicas del manuscrito.
- Los autores declaran que el manuscrito no fue depositado y/o previamente puesto a disposición en otro servidor de preprints o publicado en una revista.
- Si el manuscrito está siendo evaluado o siendo preparando para su publicación pero aún no ha sido publicado por una revista, los autores declaran que han recibido autorización de la revista para hacer este depósito.
- El autor que envía el manuscrito declara que todos los autores del mismo están de acuerdo con el envío a SciELO Preprints.
- Los autores declaran que la investigación que dio origen al manuscrito siguió buenas prácticas éticas y que las aprobaciones necesarias de los comités de ética de investigación, cuando corresponda, se describen en el manuscrito.
- Los autores aceptan que si el manuscrito es aceptado y publicado en el servidor SciELO Preprints, será retirado tras su retractación.

Enviado en (AAAA-MM-DD): 2021-05-10

Postado en (AAAA-MM-DD): 2021-05-13

# Modificaciones del ajuste y combinación de mascarillas quirúrgicas y respiradores KN95 para el incremento de la protección respiratoria contra el SARS-CoV-2

M. Chávez-Ruiz<sup>1</sup>, L. Rueda-Torres<sup>2</sup>, B. Ruffner<sup>3</sup>, C. Bellido<sup>4</sup>

## RESUMEN

**Objetivo.** En el presente trabajo se ha desarrollado una metodología para la evaluación de la protección respiratoria en mascarillas quirúrgicas y respiradores de uso común en la población peruana, considerando las partículas de mayor probabilidad de contener virus activo del SARS-COV-2, la cual incluye la capacidad de filtración del material empleado y el ajuste proporcionado por el dispositivo de protección respiratoria.

**Metodología.** Se ha determinado una relación lineal directa entre el logaritmo de la concentración de partículas suspendidas en aire y el tiempo transcurrido; por lo cual es posible comparar la cantidad de partículas internas y externas a la mascarilla o respirador en un mismo período de tiempo y conocer el porcentaje de protección respiratoria de cada muestra evaluada.

**Conclusiones:** Se obtiene concordancia entre los valores obtenidos de protección respiratoria y los esperados considerando el nivel de filtración del material empleado que compone cada mascarilla quirúrgica o respirador, y el nivel de ajuste presentado por los mismos, observándose un incremento significativo en los niveles de protección respiratoria mejorando el ajuste en los mismos.

**Palabras clave:** SARS-COV-2; Mascarilla quirúrgica, Respirador, Eficiencia de filtración, Aerosoles.

## ABSTRACT

**Objective.** In the present work, a methodology has been developed for the evaluation of respiratory protection in surgical masks and respirators commonly used in the peruvian population, considering the particles most likely to contain active SARS-COV-2 virus, which includes the filtration capacity of the material used and the adjustment provided by the respiratory protection device.

**Methodology.** A direct linear relationship has been determined between the logarithm of the concentration of suspended particles in air and the elapsed time; so that, it is possible to compare the amount of internal and external particles to the mask or respirator in the same period of time and to know the percentage of respiratory protection of each sample evaluated.

**Conclusions:** Concordance is obtained between the values obtained for respiratory protection and those expected considering the level of filtration of the material used that makes up each surgical

---

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9693-024X>; Instituto Nacional de Salud. Laboratorio de salud ocupacional

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5685-6658>; Instituto Nacional de Salud. Laboratorio de salud ocupacional

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4288-5578>; Instituto Nacional de Salud. Laboratorio de salud ocupacional

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0699-8708>; Instituto Nacional de Salud. Laboratorio de salud ocupacional

mask or respirator, and the level of adjustment presented by them, observing a significant increase in the levels of protection improving the fit in them.

**Key words:** SARS-COV-2; Surgical mask, Respirator, Filtration efficiency, Aerosols.

## INTRODUCCION

La actual pandemia del nuevo coronavirus SARS-CoV-2, causante del síndrome agudo de distrés respiratorio (1) continúa diezmando a comunidades enteras en todo el mundo, desafiando la capacidad de los sistemas de salud y amenazando la estabilidad económica (2). A más de un año de su declaración por la OMS, los gobiernos continúan, adoptando estrategias de confinamiento, restricciones sociales e instando a sus ciudadanos al distanciamiento y uso de elementos de protección respiratoria (EPR).

La principal vía de transmisión del SARS-CoV-2 es a través de aerosoles o microgotas respiratorias (3). Estudios de simulación y modelado de las microgotas expelidas al hablar, toser o estornudar muestran una amplia distribución de tamaños (4) no obstante, se estima que más del 90% se encuentran en forma de aerosoles, menores a 5  $\mu\text{m}$  de diámetro (5,6). Estas partículas pueden permanecer suspendidas en el aire de ambientes sin ventilación por tres horas (21); otro estudio encuentra un tiempo de suspensión de hasta por 16 horas (7,8), lo cual favorece la mayor probabilidad de contacto con personas circulantes.

El uso obligatorio de EPR es una medida de prevención primaria que busca limitar la cadena de transmisión viral. Los respiradores y mascarillas certificadas limitan el paso de partículas de un gran espectro de tamaños y composición. Los respiradores N95 sustentan una eficiencia de filtración comprobada de al menos 95% de partículas no oleosas de 0.3  $\mu\text{m}$  de diámetro por lo cual se emplean principalmente en ambientes de alto riesgo biológico como áreas hospitalarias (9).

A nivel comunitario circulan las mascarillas no médicas, de diversos materiales, combinaciones y diseños de confección, conforme a las directrices de cada estado. A pesar de evidenciar considerablemente menor eficiencia de filtración que los respiradores N95 (10,11), la efectividad de esta intervención en ciertas poblaciones parece contribuir positivamente a la mitigación de la transmisibilidad viral (12,13)

Recientemente, se han reportado beneficios en el rendimiento de la protección respiratoria al implementar modificaciones prácticas en el uso de mascarillas comunitarias. El CDC muestra que el doble enmascaramiento, colocar una mascarilla de tela sobre una quirúrgica mejora significativamente la eficiencia de filtración (14). Por otro lado, el buen ajuste al rostro también es un factor que complementa y optimiza la protección respiratoria. Algunas opciones se han evaluado tales como el anudar las ligas de las mascarillas, uso de gasas para sellar aberturas visibles, bandas elásticas, entre otros. Todos ellos demostrando mejores resultados que la forma original (14,15)

Bajo el contexto de las nuevas variantes del SARS-CoV-2 que advierten mayor transmisibilidad y letalidad de la infección, apremia prestar atención a medidas simples y factibles que sustenten un mayor grado de protección en el entorno comunitario. Medidas asequibles y comprobadas son estrategias claves en salud pública contra la pandemia mientras se consiga extender el proceso de vacunación a la mayor cantidad de la población.

El presente estudio evalúa el rendimiento de alternativas para mejorar la protección respiratoria mediante la modificación del ajuste y combinación de respiradores o mascarillas individuales como recomendaciones para entornos comunitarios.

## PARTE EXPERIMENTAL

En el presente trabajo se ha desarrollado una metodología para la evaluación de la protección respiratoria la cual incluye la capacidad de filtración del material empleado en la mascarilla y respirador y el ajuste proporcionado por el dispositivo a ensayar.

Se ha determinado que la capacidad de partículas para transportar virus activos se incrementa con el tamaño de las partículas lo cual podría explicarse por un efecto de mayor blindaje del virus al aumentar el tamaño de las gotas que la hospedan (16). Asimismo en un estudio de exposición empleando el modelo murine, virus de la influenza aerosolizada en partículas de 2  $\mu\text{m}$ , resultó en una menor dosis de infección en comparación a las partículas de mayor tamaño (10  $\mu\text{m}$ ) (17); por otro lado se tiene que las partículas finas de 2.5  $\mu\text{m}$  de diámetro aerodinámico representan un tamaño de interés para la salud debido a que son suficientemente pequeñas para penetrar profundamente hasta los pulmones y dañar la pared alveolar (18)

A pesar de la poca información acerca de la presencia del virus SARS-COV-2 activos y su distribución en partículas menores a 10  $\mu\text{m}$ , se ha podido encontrar en un estudio la presencia de virus de la influenza A (IAV) y del *porcine reproductive and respiratory syndrome virus* (PRRSV) en partículas iguales y mas grandes que 2.1  $\mu\text{m}$  (19); en tanto en otros estudios (20) se ha demostrado la presencia del virus del SARS-COV-2 en partículas menores a 10  $\mu\text{m}$ . Por los sustentos precedentes en el presente trabajo se ha establecido como indicador de riesgo un tamaño de partícula de 2.5  $\mu\text{m}$  de diámetro con el fin de establecer un punto de comparación entre todos las muestras evaluadas de mascarillas quirúrgicas y respiradores.

La metodología empleada en el presente estudio se basa en la medición de partículas externas e internas al dispositivo en evaluación (Respirador o mascarilla) la cual está es colocada sobre un maniquí (**Figura 2**) al cual se le agregó una lámina de silicona para mejorar la adherencia a la superficie del mismo, se hizo pasar dos sondas, una para la toma de muestra de partículas que penetraron la protección respiratoria y la otra para simular la respiración humana la cual se calibró en 6 litros por minuto (Volumen de respiración por minuto). Se procedió a saturar de partículas el ambiente donde se realiza el ensayo; se ha empleado un generador de partículas neumático desarrollado en el laboratorio de química del Instituto Nacional de Salud el cual genera partículas polidispersas menores a 10  $\mu\text{m}$  de diámetro aerodinámico a partir de una solución de cloruro de sodio al 2%. Para el conteo de partículas se emplea un equipo detector de partículas de marca PCE modelo 01L el cual fue calibrado y trazable a un estándar NIST.

El ambiente empleado para los ensayos tiene un área de 1.5 x 2.5 m y cuenta con un punto de inyección de aire filtrado en el techo y un punto de extracción de aire ubicado a 25 cm por encima del piso, asimismo cuenta con un falso techo de plancha metálica con orificios de 2 cm de diámetro

para mejorar la dispersión de partículas en el ambiente; se ha monitoreado la humedad relativa y la temperatura ambiental, las cuales se encuentran entre 50 – 60% y 20 - 25 °C respectivamente.

Adicionalmente se ha determinado el parámetro de eficiencia de filtración de partículas (EFP), el cual tiene como fundamento la aplicación un fluido gaseoso libre de partículas con condiciones controladas de humedad y temperatura a un flujo establecido el cual se mezcla con la carga de aerosoles proveniente de un generador de aerosoles de cloruro de sodio al 2%; una vez homogenizada los componentes son forzadas a atravesar la muestra a ensayar (Mascarilla, respirador), con condiciones controladas de humedad, temperatura y velocímetros de aire, empleando un contador de partículas Marca PCE modelo 01L, se registra la cantidad de partículas antes y después de la muestra; una vez realizado el procedimiento de medición la información es recogida y tratada para determinar la eficiencia de filtración de partículas (**EFP**) por la muestra, la cual se determina empleando la **fórmula 2**.

$$EFP = 1 - (\# \text{ partículas después de la muestra} / \# \text{ partículas antes de la muestra}) * 100 \quad (\text{Formula 2})$$

Se han evaluado dos grupos de dispositivos de protección respiratoria empleados en Perú; las mascarillas quirúrgicas y los respiradores KN95; las muestras han sido obtenidas en una tienda dedicada a la provisión de artículos de seguridad. Adicionalmente se ha evaluado el incremento de la protección respiratoria al realizar modificaciones en su modo de uso o la adición de accesorios que incrementan el nivel de ajuste y por ende el nivel de protección respiratoria de los dispositivos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ha obtenido una relación lineal entre el tiempo transcurrido y el logaritmo del número de partículas (Figura 1) con lo cual se ha obtenido una ecuación que describe el comportamiento de la distribución de partículas con el tiempo transcurrido (**Ecuación 1**)

$$\text{Log}_{10} \#p = b \times t(s) + a \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

#p : Número de partículas ambientales en función al tiempo.

b : Pendiente de la ecuación

t(s) : Tiempo transcurrido desde el inicio del ensayo

a : Constante

El nivel de protección respiratoria (NPR) se ha obtenido al comparar en un mismo período de tiempo la cantidad de partículas del ambiente, obtenido de la **ecuación 1**, y la cantidad de partículas que lograron penetrar el respirador o mascarilla en evaluación expresado en porcentaje

(**Formula 2**); para determinar las partículas del ambiente se procedió a saturar el ambiente con el aerosol de cloruro de sodio al 2% y se tomó muestras cada 10 segundos por espacio de 15 minutos de tal manera que se obtiene un gráfico de concentración de partículas versus el tiempo transcurrido; para obtener la cantidad de partículas que lograron penetrar el respirador o mascarilla se ha tomado tres muestras del interior del mismo empleando una sonda al interior del mismo (Figura 2), en ambos casos la toma de muestra se realizó a 0.5 L/min.

$$\text{NPR} = (1 - \#p_{\text{int}} / \#p_{\text{ext}}) \times 100$$

**Formula 2**

Donde:

NPR : Nivel de protección respiratoria

#p<sub>int</sub> : Número de partículas internas de la mascarilla o respirador.

#p<sub>ext</sub> : Número de partículas ambientales externas a la mascarilla o respirador.

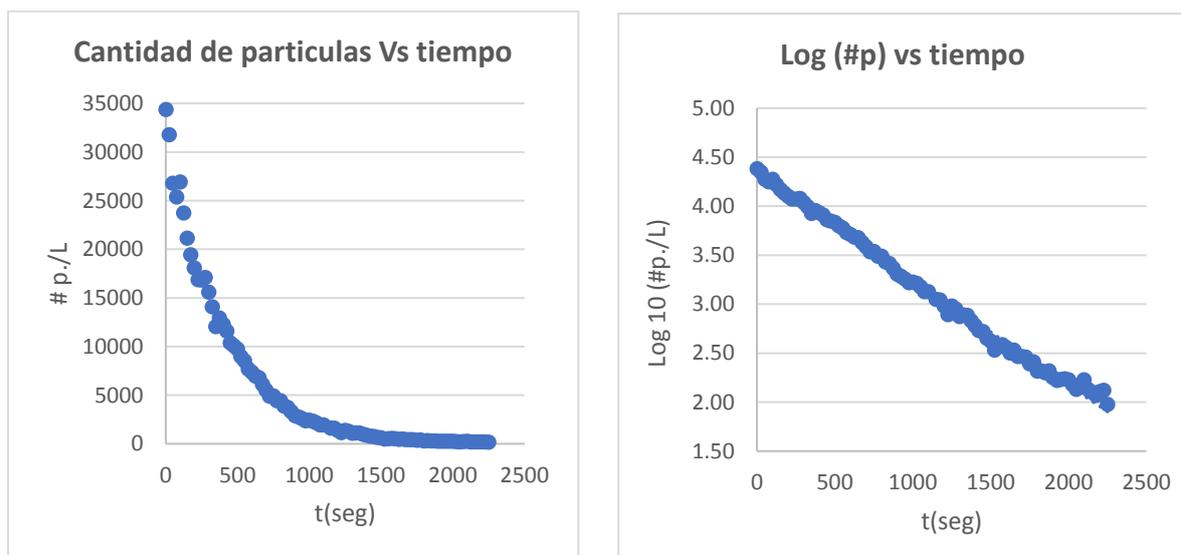
Se ha obtenido valores de protección respiratoria los cuales se muestran en la **tabla 1**; en un primer grupo de combinaciones con respiradores tipo KN95; se tiene que las mismas se expenden con ligas a las orejas, dicho respirador presenta un nivel de protección del 75% al emplearla tal cual se venden, cabe indicar que la muestra evaluada presenta un clip nasal metálico robusto lo cual no se da en todas los respiradores que se expenden en el mercado, seguidamente se ha evaluado una muestra del mismo tipo de respirador KN95 con una mascarilla quirúrgica debajo del mismo y ambos con ligas a las orejas, en dicha combinación no se observa un incremento significativo en cuanto al nivel de protección. A continuación se ha evaluado una muestra del mismo modelo de respiradores KN95 pero esta vez se ha adicionado una liga elastomérica simple amarrada a las ligas originales y ajustada contra la cabeza (**Figura 3A**) en la cual se aprecia un nivel de protección del 97%, es decir un incremento significativamente mejor en comparación a los dos primeros casos.

Otro dispositivo evaluado es el caso de las mascarillas quirúrgicas; en este caso al evaluar una mascarilla quirúrgica usada tal cual se venden, se ha encontrado que a pesar de su buen nivel de eficiencia de filtración de partículas del 90%, un pobre nivel de protección (32 %), esto se debería a su pobre nivel de ajuste de estos dispositivos los cuales han sido desarrollados con el objetivo de evitar la emisión de partículas por parte del usuario al exterior y no como un dispositivo de protección respiratoria al usuario. Se ha evaluado el empleo de dos mascarillas quirúrgicas con ajuste a las orejas, esto se ha realizado debido a que esta modalidad se viene empleando comúnmente en la población de Lima, resultando un nivel de protección del 41%, el cual no difiere significativamente del caso anterior; esta modificación mantiene la configuración básica con evidentes aberturas laterales, por lo cual el CDC no recomienda su uso (22)

A continuación se ha evaluado el empleo de una mascarilla quirúrgica con una mascarilla comunitaria de tela la cual presenta un buen nivel de ajuste con ligas a cabeza y nuca, asimismo un clip nasal metálico robusto, esta modalidad ha resultado en un nivel de protección considerablemente mejor (69%) en comparación a los dos primeros casos. Se ha estudiado el empleo de accesorios tales como la adición de ligas con ajuste a cabeza (Figura 3B) y sobre esta

modificación un clip metálico nasal (Figura 3C) en las mascarillas quirúrgicas, resultando que el empleo de ligas a la cabeza incrementa el nivel de protección hasta un 66%, sin embargo al adicionar a esta última modificación un clip metálico robusto resulta en un nivel de protección del 91% es decir un incremento significativo al resto de modalidades resultados similares al empleo de respiradores con un buen nivel de ajuste. Por último se ha evaluado el nivel de ajuste de un respirador certificado N95 como dispositivo de referencia al método empleado, y se ha encontrado un nivel de protección del 99.5%, el cual tiene concordancia con el dispositivo.

Otra observación importante es que en los dos tipos de dispositivos evaluados se tiene (**Tabla 1**) que sus eficiencias de filtración de partículas (EFP) son muy buenas para ambos casos, 99% para el caso del respirador KN95 y 97% para la mascarilla quirúrgica, por lo cual se demuestra que el pobre nivel de protección respiratoria se debe al mal ajuste y no al material del cual está compuesto los dispositivos evaluados. Nuestros hallazgos resaltan que el buen ajuste de la mascarilla es tan importante como el material de su composición. Aditamentos simples como bandas elásticas, clips nasales puede aumentar general de los EPR.



**Figura 1.** Gráfica de cantidad de partículas ambientales externas A) #p /L versus el tiempo transcurrido. B)  $\text{Log}_{10}$  #p/L versus el tiempo transcurrido.

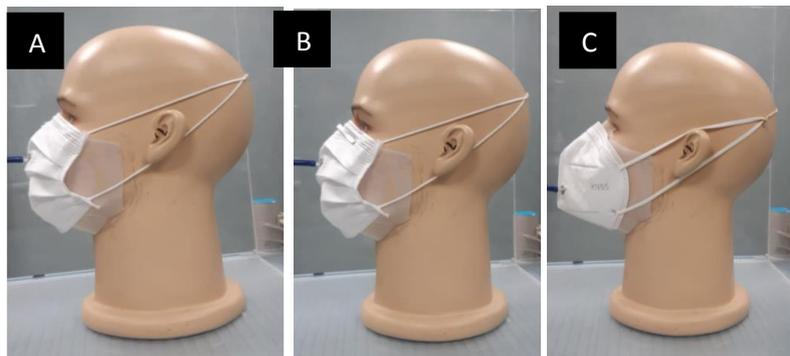
**Tabla 1. Nivel de protección ante partículas inhalables por parte de dispositivos de protección respiratoria de uso común en la población de peruana.**

<b>Tipo de protección</b>	<b>Modificación</b>	<b>EFP (%)</b>	<b>NPR (DESV. EST.)</b>	<b>Descripción</b>
Respirador KN95	Sin modificación.	99	75 % (+/-4.7%)	Respirador KN95 con sujetador a orejas y clip nasal metálico medianamente robusto <sup>5</sup> .
	Mascarilla quirúrgica más Respirador KN95.	-	89% (+/-2.2%)	Mascarilla quirúrgica sujeta a orejas y encima respirador KN95 mismo modelo y lote del caso anterior.
	Adición de ligas para ajuste a cabeza.	-	97 % (+/-1.2%)	Respirador KN95 mismo modelo y lote del caso anterior al cual se le adicionó una liga elastomérica para ajuste a cabeza.
Mascarilla quirúrgica	Sin modificación	97	32 % (+/- 10%)	Mascarilla quirúrgica de tres capas con clip nasal débil y sujeta a orejas.
	Adición de otra mascarilla quirúrgica encima de la inicial	-	41 % (+/-0.5%)	Dos mascarillas quirúrgicas puestas una encima de otra sujetadas a orejas del mismo lote que la prueba anterior.
	Adición de segunda mascarilla de tela ajustada encima.	-	74 % (+/-4.6%)	Adición de mascarilla de tela con ajuste a cabeza y clip nasal de aluminio robusto.
	Adición de liga elastomérica para ajuste a cabeza.	-	66 % (+/-3.9%)	Inserción de liga elastomérica para ajuste a cabeza.
	Adición de liga elastomérica y clip nasal robusto.	-	91 % (+/-1.7%)	Inserción de liga elastomérica para ajuste a cabeza y clip nasal de aluminio robusto.
Respirador N95	Sin modificación	99	99.6% (+/-0.1%)	Respirador N95 certificado NIOSH ligas a cabeza y clip nasal de aluminio robusto.

<sup>5</sup> Cabe indicar que esta muestra ha sido adquirida en un centro comercial formal de artículos de seguridad, asimismo es necesario indicar que esta muestra no representa todas las muestras de respirador de venta en el mercado, pues se observa que muchas de estas no presentan un clip nasal robusto, por ejemplo.



Figura 2. Fotografía del maniquí adaptado para la realización de los ensayos de protección respiratoria.



**Figura 3.** Fotografía de formas de empleo de mascarillas quirúrgicas y respiradores KN95. A) Mascarilla quirúrgica con adición de ligas de sujeción a cabeza. B) Mascarilla quirúrgica con adición de ligas de sujeción a cabeza y clip nasal metalico robusto. C) Respirador KN95 con adición de ligas de sujeción a cabeza

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La metodología de evaluación de protección respiratoria ante aerosoles representada por partículas finas de 2.5 µm propuesta en el presente trabajo proporcionan resultados concordantes con los niveles reportados de eficiencia de filtración de partículas en los certificados de análisis de las muestras evaluadas, y el nivel de ajuste observado.

Se observa que el nivel de protección de las mascarillas quirúrgicas empleadas tal cual se adquieren ofrecen un nivel de protección del 32%; sin embargo el empleo de accesorios o una segunda mascarilla incrementa dicho nivel de protección considerablemente; en el caso del empleo de una segunda mascarilla de tela, el nivel de protección se incrementa hasta un 74%.

En cuanto a las modificaciones y adición de accesorios, la adición de ligas elastoméricas para ajuste a cabeza puede incrementar el nivel de protección hasta un 66%, y si a esto se le adiciona un clip nasal metálico robusto el cual debe preservar la forma de la parte superior de la nariz y cerrar esos espacios de forma óptima el nivel de protección incrementa hasta un 91 %.

En el grupo de la evaluación de los respiradores KN95 se tiene que el mismo resulta en una protección del 75%, sin embargo la adición de ligas elastoméricas para ajuste a cabeza puede incrementar el nivel de protección hasta un 97%.

Se ha demostrado que varias formas sencillas con uso de ligas y clips pueden de mejorar el ajuste de respiradores KN95 y mascarillas quirúrgicas con el fin de mitigar la transmisión del SARS-CoV-2.

## BIBLIOGRAFIA

1. Li Q, Guan X, Wu P, Wang X, Zhou L, Tong Y, et al. Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus–Infected Pneumonia. *N Engl J Med*. 2020;382(13):1199–207.
2. Ibn-mohammed T, Mustapha KB, Godsell J, Adamu Z, Babatunde KA, Akintade DD. A critical analysis of the impacts of COVID-19 on the global economy and ecosystems and opportunities for circular economy strategies. *Resour Conserv Recycl*. 2021;164(January 2021):1–4.
3. Greenhalgh T, Jimenez JL, Prather KA, Tufekci Z, Fisman D, Schooley R. Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2. *Lancet (London, England)* [Internet]. 2021;6736(21):2–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33865497>
4. Han ZY, Weng WG, Huang QY. Characterizations of particle size distribution of the droplets exhaled by sneeze. *J R Soc Interface*. 2013;10(88).
5. Zayas G, Chiang MC, Wong E, MacDonald F, Lange CF, Senthilselvan A, et al. Cough aerosol in healthy participants: Fundamental knowledge to optimize droplet-spread infectious respiratory disease management. *BMC Pulm Med*. 2012;12(March).
6. Asadi S, Wexler AS, Cappa CD, Barreda S, Bouvier NM, Ristenpart WD. Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. *Sci Rep* [Internet]. 2019;9(1):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-38808-z>
7. Smither SJ, Eastaugh LS, Findlay JS, Lever MS. Experimental aerosol survival of SARS-CoV-2 in artificial saliva and tissue culture media at medium and high humidity. *Emerg Microbes Infect*. 2020;9(1):1415–7.
8. Fears AC, Klimstra WB, Duprex P, Hartman A, Weaver SC, Plante KS, et al. Persistence of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 in Aerosol Suspensions. *Emerg Infect Dis*. 2020;26(9).
9. Whiley H, Keerthirathne TP, Nisar MA, White MAF, Ross KE. Viral filtration efficiency of fabric masks compared with surgical and n95 masks. *Pathogens*. 2020;9(9):1–8.
10. Jung H, Kim J, Lee S, Lee J, Kim J, Tsai P, et al. Comparison of filtration efficiency and pressure drop in anti-yellow sandmasks, quarantine masks, medical masks, general masks, and handkerchiefs. *Aerosol Air Qual Res*. 2014;14(3):991–1002.
11. Li Y, Wong T, Chung J, Guo YP, Hy JY, Guan YT, et al. In vivo protective performance of N95 respirator and surgical facemask. *Am J Ind Med*. 2006;49(12):1056–65.
12. Brooks JT, Butler JC. Effectiveness of Mask Wearing to Control Community Spread of SARS-CoV-2. *JAMA*. 2021;325(10):998–9.
13. Bragazzi NL, Mahroum N, Damiani G, Kong JD, Wu J. Effectiveness of community face mask use on COVID-19 epidemiological trends and patterns in Italy: evidence from a “translational” study. *Infect Dis (Auckl)* [Internet]. 2021;53(4):252–4. Available from: <https://doi.org/10.1080/23744235.2021.1883731>
14. Brooks JT, Beezhold DH, Noti JD, Coyle JP, Derk RC, Blachere FM, et al. to Improve Performance and Reduce SARS-CoV-2 Transmission and Exposure, 2021. Vol. 70, *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2021.
15. O’Kelly E, Arora A, Pirog S, Pearson C, Ward J, John Clarkson P. Face Mask Fit Hacks: Improving the Fit of KN95 Masks and Surgical Masks with Fit Alteration Techniques. *medRxiv*. 2020;Preprint.
16. Zhili Zuo, et al. Association of Airborne Virus Infectivity and Survivability with its Carrier Particle Size. *Aerosol Science and Technology*, 47:373–382, 2013.

17. Scott, G. H., and Sydiskis, R. J. (1976). Responses of Mice Immunized with Influenza Virus by Aerosol and Parenteral Routes. *Infect. Immunity*, 13:696–703.
18. Xing YF, Xu YH, Shi MH, Lian YX. The impact of PM2.5 on the human respiratory system. *J Thorac Dis*. 2016;8(1):E69-E74. doi:10.3978/j.issn.2072-1439.2016.01.19.
19. Alonso C, Raynor PC, Davies PR, Torremorell M (2015) Concentration, Size Distribution, and Infectivity of Airborne Particles Carrying Swine Viruses. *PLoS ONE* (2015) 10(8): e0135675. doi:10.1371/journal.pone.0135675.
20. J.A. Lednicky, M. Lauzardo, Z.H. Fan et al. Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients. *International Journal of Infectious Diseases* 100 (2020) 476–482.
21. van Doremalen N, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, Tamin A, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 2020;382:1564–7.
22. Center for Disease Control and Prevention (CDC). Improve How Your Mask Protects You | CDC [Internet]. COVID-19. 2021 [cited 2021 Apr 26]. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/your-health/effective-masks.html>

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES:

M. Chávez-Ruiz, Autor principal

L Rueda-Torres, Análisis de datos

B. Ruffner, Parte experimental

C. Bellido; Temas éticos y legales