



Eficacia de la filtración bacteriana (EFB) de mascarillas quirúrgicas utilizadas durante ocho horas y mascarillas nuevas frente a *Staphylococcus aureus*

Bacterial filtration efficiency (BFE) of surgical masks used for eight hours and unused masks with *Staphylococcus aureus*

AUTORES

- (1,2)** Sara Batista
 [ORCID: 0000-0003-3917-0640]
- (1,3,4)** Genevove Cuesta
- (1,3,4)** Mariana Fernandez-Pittol
- (4)** Angely Roman
- (1,3,4)** Griselda Tudó*
 [ORCID: 0000-0002-9241-7051]
- (1,3,4,5)** Julián González-Martín**
 [ORCID: 0000-0001-7248-6706]

(*) Griselda Tudó y Julián González-Martín tuvieron la misma contribución.

FILIACIONES

- (1)** Unitat de Microbiologia, Departament de Fonaments Clínics, Facultat de Medicina i Ciències de la Salut, Universitat de Barcelona. BARCELONA, ESPAÑA.
- (2)** Fundació Clínic-Institut d'investigació Biomèdica Agustí Pi i Sunyer IDIBAPS. BARCELONA, ESPAÑA.
- (3)** ISGlobal Barcelona, Institute for Global Health. BARCELONA, ESPAÑA.
- (4)** Servei de Microbiologia, CDB, Hospital Clínic de Barcelona. BARCELONA, ESPAÑA.
- (5)** CIBER of Infectious Diseases (CIBERINFEC), Instituto de Salud Carlos III. MADRID, ESPAÑA.

CONTRIBUCIONES DE AUTORÍA

CONCEPTUALIZACIÓN: J González-Martín, G Tudó.

METODOLOGÍA: S Batista, G Cuesta, M Fernández-Pittol, A Roman.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS: S Batista, G Cuesta.

ESCRITURA DEL MANUSCRITO ORIGINAL: S Batista, J González-Martín, G Tudó.

ESCRITURA, CORRECCIÓN Y EDICIÓN DEL MANUSCRITO: J González-Martín y G Tudó.

Todos los autores han leído y están de acuerdo en la publicación de la versión publicada del manuscrito.

FINANCIACIÓN

No hubo.

CORRESPONDENCIA

Julián González-Martín
 gonzalez@clinic.cat

Servei de Microbiologia, CDB, Hospital Clínic de Barcelona. C/ Villarroel, 170. CP 08036. Barcelona, España.

CITA SUGERIDA

Batista S, Cuesta G, Fernandez-Pittol M, Roman A, Tudó G, González-Martín J. Eficacia de la filtración bacteriana (EFB) de mascarillas quirúrgicas utilizadas durante ocho horas y mascarillas nuevas frente a *Staphylococcus aureus*. Rev Esp Salud Pública. 2025; 99: 17 de junio e202506033.

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses

RESUMEN

FUNDAMENTOS // La normativa española y las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan no utilizar las mascarillas quirúrgicas durante más de cuatro horas. La gran demanda y la escasa disponibilidad de mascarillas quirúrgicas durante la pandemia de la COVID-19 puso en evidencia que ésta es una limitación importante. El objetivo de este estudio fue analizar la comparación de la eficacia de la filtración bacteriana (EFB) entre las mascarillas quirúrgicas usadas (ocho horas) y mascarillas sin usar (cero horas).

MÉTODOS // Se estudiaron 208 mascarillas quirúrgicas utilizadas durante ocho horas seguidas. Se colocaron sobre una placa de cultivo conteniendo agar sangre comercial (*Agar Columbia with sheep blood plus, Thermo Scientific*) y se rociaron a una distancia de treinta centímetros con una suspensión de *Staphylococcus aureus* (ATCC 29313). Las placas de cultivo se incubaron a 37 °C durante veinticuatro horas. Se efectuó un recuento de unidades formadoras de colonias (UFC). Como control de la EFB se incluyeron mascarillas nuevas sin utilización previa. Se utilizó una prueba T y una prueba Z al 95% de nivel de confianza para las comparaciones de las medias de los dos grupos.

RESULTADOS // Para establecer la EFB se compararon las UFC de los cultivos de las mascarillas usadas con los cultivos de control sin mascarilla. Asimismo, se comparó la EFB de las mascarillas usadas con la de las mascarillas nuevas. Los valores de media, mediana y moda de la EFB de las mascarillas tanto las usadas como las nuevas, fueron superiores al 99%. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las mascarillas usadas durante ocho horas y las mascarillas no utilizadas (cero horas).

CONCLUSIONES // Las mascarillas quirúrgicas mantienen a las ocho horas una EFB equivalente a la mostrada por mascarillas quirúrgicas nuevas sin usar.

PALABRAS CLAVE // Mascarilla quirúrgica; *Staphylococcus aureus*; Eficacia de la filtración bacteriana; Pandemia de SARS-CoV-2.

ABSTRACT

BACKGROUND // Spanish regulations and World Health Organization (WHO) guidelines recommend not using surgical masks for more than four hours. The high demand and low availability of surgical masks during the COVID-19 pandemic highlighted this as a major limitation. The objective of this study was to compare the bacterial filtration efficiency (BFE) between used surgical masks (eight hours) and unused masks (zero hours).

METHODS // 208 surgical masks worn for eight hours in a row were studied. They were placed on a culture plate containing blood agar (*Agar Columbia with sheep blood plus, Thermo Scientific*) and sprayed a suspension of *Staphylococcus aureus* (ATCC 29313) at a distance of thirty centimeters. Culture plates were incubated at 37 °C for twenty-four hours. A count of colony forming units (CFU) was carried out. As a control for BFE, new non-worn masks were included. A t-test and a z-test were used at a 95% confidence level to compare the means of the two groups.

RESULTS // To establish the BFE, the CFU of the cultures from the used masks were compared with the control cultures without a mask. Likewise, the BFE of used masks was compared to that of new masks. The mean, median and mode values of the BFE of both masks, used and new ones, were greater than 99%. No statistically significant differences were detected between eight hours used masks and not used ones (zero hours).

CONCLUSIONS // Surgical masks maintain a BFE equivalent to that new, unused surgical masks at eight hours.

KEYWORDS // Surgical mask; *Staphylococcus aureus*; Bacterial filtration efficacy; SARS-CoV-2 pandemic.

INTRODUCCIÓN

Las mascarillas quirúrgicas se utilizan como barrera de protección frente a la difusión de microorganismos, ya sean procedentes del exterior como del interior de la persona usuaria. Están diseñadas para usos puntuales de corta duración. Existen dos tipos de mascarillas quirúrgicas: tipos I y II. La protección y eficacia de su capacidad de filtración se determina mediante el estudio de la eficacia de filtración bacteriana (EFB). Este término se refiere a la capacidad que tiene la mascarilla de retener las partículas a través de los poros de las distintas capas de las cuales ésta consta. El primer tipo ofrece un 95% de EFB, mientras que el segundo proporciona un 98% de EFB (1). Su nivel de protección es inferior al conferido por las mascarillas faciales filtrantes tipo FP2 y FP3 (del inglés *Face Piece*). En España, las mascarillas quirúrgicas deben cumplir la normativa del país (RD 1591/2009, EN 14683:2019) (1). El Ministerio de Sanidad, Consumo y Servicios Sociales de España recomienda no utilizar la mascarilla más de cuatro horas. Esta recomendación también está respaldada por las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2) y de otros países (3,4).

La reciente pandemia de la enfermedad de coronavirus, COVID-19 (del inglés *CoronaVirus Disease*), obligó al uso generalizado de mascarillas quirúrgicas en exteriores, en el trabajo, en el transporte público, en reuniones y eventos sociales, siendo reconocida

como una medida eficaz para reducir la transmisión del virus (5,6,7,8). La propagación mundial del SARS-CoV-2 generó una escasez global en el suministro de respiradores faciales con filtro (FFR) N95 (no filtra aceite pero sí el 95% de partículas aéreas) y mascarillas quirúrgicas (9,10,11,12). Durante la pandemia ha sido común la reutilización de las mascarillas quirúrgicas, a pesar de haber sido diseñadas para un solo uso (13,14). Sin embargo, hay poca evidencia científica acerca de la EFB que proporcionan las mascarillas quirúrgicas (15) cuando se usan en periodos superiores a las cuatro horas (16). Hipotetizamos que las mascarillas quirúrgicas podrían mantener una EFB similar aun habiendo sido usadas por un periodo superior a cuatro horas, lo cual tendría un impacto socio-económico y ambiental en una situación de emergencia similar a la reciente pandemia. El objetivo de este estudio fue establecer la EFB de las mascarillas quirúrgicas al exponerlas a una suspensión bacteriana de *Staphylococcus aureus*, rociándolas con un pulverizador, después de haberlas usado durante ocho horas, y posterior contaje de las unidades formadas de colonias (UFC).

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio: Se analizó la eficacia de filtración bacteriana (EFB) de mascarillas quirúrgicas tipo II, después de ser utilizadas durante ocho horas seguidas. La EFB se comparó con la observada en mascarillas nuevas sin usar. La EFB se estudió mediante una

Este artículo tiene una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional. Usted es libre de Compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) bajo los siguientes términos: Atribución (debe darse el crédito apropiado, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo en cualquier manera razonable, pero no de alguna manera que sugiera que el licenciente lo respalda a usted o su uso); No comercial (no podrá utilizar el material con fines comerciales); Sin derivados (si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado); Sin restricciones adicionales (no puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros hacer cualquier cosa que la licencia permita). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

variante adaptada del procedimiento estándar (17), para poderlo reproducir de manera parecida al laboratorio sin equipos específicos, rociando directamente las mascarillas con una suspensión de *Staphylococcus aureus* y comprobando su filtración a un medio de cultivo bacteriano.

Obtención de las mascarilla. *Calculo de la muestra:* al no conocer la prevalencia de la filtración de las mascarillas a las ocho horas de uso, se decidió obtener una muestra de conveniencia. El periodo de recogida de las mascarillas comprendió del 6 de febrero de 2020 hasta el 21 de septiembre de 2021. Durante este periodo se realizaron un total de ocho ciclos de recogida, aproximadamente cada dos meses. Cada ciclo de recogida duró una semana. Cada participante aportó una o dos mascarillas.

Participaron en el estudio los propios investigadores y personas voluntarias del entorno familiar y profesional. Los criterios de inclusión fueron: aceptación de uso de mascarilla quirúrgica por un periodo de ocho horas; edad comprendida entre los dieciocho y los sesenta y cinco años; no cumplir ningún criterio de exclusión. Como criterios de exclusión se determinaron: mascarillas que presentaban deterioro o suciedad visible; uso de otros tipos de mascarilla. Un total de veinte participantes aportaron las 208 mascarillas quirúrgicas tipo II (*Biomedica Naturcare*® Gomas, Barcelona, España) utilizadas durante ocho horas del fin de semana. Las mascarillas se introdujeron en un sobre de papel sellado con cinta adhesiva y se almacenaron hasta su procesamiento, realizado una vez por semana, durante un total de ocho semanas. En cada uno de los ocho

ciclos de procesamiento, se utilizaron dos mascarillas nuevas (uso de cero horas).

Preparación del inóculo: Para realizar el estudio de la EFB (11) se utilizó una cepa de referencia de *Staphylococcus aureus* (*American Type Cell Culture*, ATCC 29313) siguiendo la normativa española UNE-EN 14683:2019 y de la Sociedad Americana para Materiales y Ensayos (*American Society for Testing and Materials*, ASTM) (18). La cepa fue mantenida en resiembras consecutivas en agar sangre (*Columbia-agar with sheep blood plus*, Thermo Scientific). El día del ensayo se preparó una suspensión de *Staphylococcus aureus* para preparar el inóculo, ajustado a una concentración final de $1,5 \times 10^5$ unidades formadoras de colonias (UFC)/ml en suspensión de agua estéril. El inóculo se introdujo en una botella estéril de 450 ml de capacidad y con un pulverizador incorporado.

Impregnación de las mascarillas: Se realizó utilizando una variante de la metodología descrita en la normativa UNE-EN 14683:20197. Las mascarillas se dividieron en dos categorías: las rociadas sobre la cara exterior de la mascarilla y las rociadas sobre la cara interior, en relación a la persona usuaria. Todas las mascarillas antes de rociarlas se apoyaron, sin presionarlas, sobre una placa de cultivo abierta conteniendo agar sangre. Con la botella que contenía el inóculo preparado en suspensión con agua destilada estéril, se pulverizó una sola vez a una distancia de treinta centímetros entre la mascarilla y la botella. Transcurridos treinta segundos se retiraron las mascarillas, siendo desechadas. Las placas de agar sangre se cerraron y sellaron con *Parafilm*® y se incubaron a 37 °C

durante veinticuatro horas. Las mascarillas nuevas y sin usar se trataron con el mismo procedimiento como control negativo. Se realizó una incubación de una placa de agar sangre sin inóculo y sin exposición a mascarilla para el control negativo del medio de cultivo. Asimismo, en cada ciclo se realizó un control positivo, pulverizando una placa de cultivo directamente sin mascarilla. Se optimizó el chorro del pulverizador, ajustando la boquilla de ésta hasta obtener un crecimiento en placa con un número total de UFC contable (entre 150-500 UFC) para el control positivo.

Eficacia de la filtración bacteriana (EFB):

Se realizó un recuento de las UFC en las placas de cultivo. Se calculó el porcentaje de UFC en las placas de cultivo de las mascarillas rociadas con respecto al control positivo de placas de cultivo rociadas sin presencia de mascarillas. Debido a que las mascarillas usadas potencialmente podían contener bacterias originarias de la flora bucal y cutánea de las personas que las utilizaron, únicamente se realizó el recuento de las colonias que correspondían a la misma morfología de las provenientes del inóculo de *Staphylococcus aureus*. La EFB se definió como: $100 - (\text{n}^\circ \text{ de UFC en la placa de cultivo de la mascarilla} \times 100 / \text{n}^\circ \text{ de UFC en la placa de control positivo})$.

Análisis de resultados: De las mascarillas estudiadas en cada uno de los ocho ciclos, se determinaron los valores de media, moda y mediana de los recuentos de UFC de cultivos de las mascarillas. Para determinar la EFB se compararon los resultados de los cultivos de las mascarillas usadas durante ocho horas con los observados en los cultivos de los controles sin mascarilla. En cada uno de los ocho ciclos, se com-

pararon los cultivos de las mascarillas con el cultivo control del propio ciclo. Así mismo, se compararon los resultados de EFB de los cultivos de las mascarillas usadas con los cultivos de las mascarillas nuevas. Para las comparaciones de las medias de los dos grupos se utilizó una prueba T y una prueba Z al 95% de nivel de confianza.

Este estudio no requirió aprobación por parte del Comité de Ética ya que se limitaron a analizar las mascarillas quirúrgicas proporcionadas de forma voluntaria por los participantes. No se recogieron ni trataron datos personales, clínicos o demográficos, ni se obtuvieron ni procesaron muestras de origen humano. Además, los participantes no realizaron ninguna actividad específica indicada por el estudio ni hubo tratamiento estadístico de los datos.

RESULTADOS

De las 208 mascarillas procesadas, 106 se estudiaron rociándolas sobre el lado exterior y 102 sobre el lado interior. Se estudiaron también dieciséis mascarillas nuevas, ocho rociadas sobre el lado exterior y ocho sobre el lado interior. El recuento medio de UFC en las placas de agar sangre expuestas sin mascarilla fue de 651 UFC por placa, con un rango de 342 a 783 UFC. En el caso de las mascarillas nuevas, no se detectaron colonias (cero UFC), mientras que, para las mascarillas utilizadas durante ocho horas, el recuento medio fue de 0,25 UFC por placa, con un rango de 0 a 7 UFC por placa. Los valores de la media, la mediana y la moda de la EFB observada frente a *Staphylococcus aureus* fueron superiores al 99% en todas las categorías estudiadas y en ambos lados de la mascarilla (rango de 90,3 al

100%, **TABLA 1**). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la EFB de mascarillas quirúrgicas usadas durante cero y ocho horas, con un valor de $p=0,05$. Tampoco se observaron diferencias en la EFB de ambos lados de la mascarilla (exterior e interior) [**FIGURA 1**].

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio indican que después de usar mascarillas quirúrgicas durante ocho horas estas mantienen una eficacia de filtración bacteriana (EFB) equivalente a la de las mascarillas nuevas sin usar.

En España, las mascarillas quirúrgicas deben cumplir la normativa *EN 14683:2019*, desarrollada a partir del *Real Decreto 1591/2009* (1). Asimismo, el Ministerio de Sanidad, Consumo y Servicios Sociales, la OMS y las directrices de otros países recomiendan no utilizar la mascarilla más de cuatro horas (2,3,4). Los usos históricos inicia-

les de las mascarillas quirúrgicas fueron proteger a los pacientes de las infecciones de las heridas quirúrgicas causadas por la flora orofaríngea de los sanitarios (17), así como limitar la diseminación de microorganismos a partir de pacientes sintomáticos. Antes de la pandemia de SARS-CoV-2, la mayoría de los usos de las mascarillas quirúrgicas eran puntuales y breves. La normativa existente sobre la EFB describe la evaluación de las mascarillas tras cuatro horas de uso, ya que posiblemente cubre la mayoría de los usos indicados antes de la pandemia de SARS-CoV-2. Por este motivo, el debate sobre un período de uso más allá de cuatro horas no se había planteado. No obstante, no hay evidencia científica clara que indique cuál es el periodo máximo en el que las mascarillas quirúrgicas mantienen su utilidad.

El poro de las mascarillas quirúrgicas no impide el paso de partículas inferiores a una micra, aunque sí protege frente a salpicaduras y gotas grandes.

Tabla 1

Porcentaje de la eficacia de la filtración bacteriana (EFB) ofrecida por las mascarillas quirúrgicas usadas durante cero horas y ocho horas al ser rociadas con una suspensión de *S. aureus* (ATCC 29313).

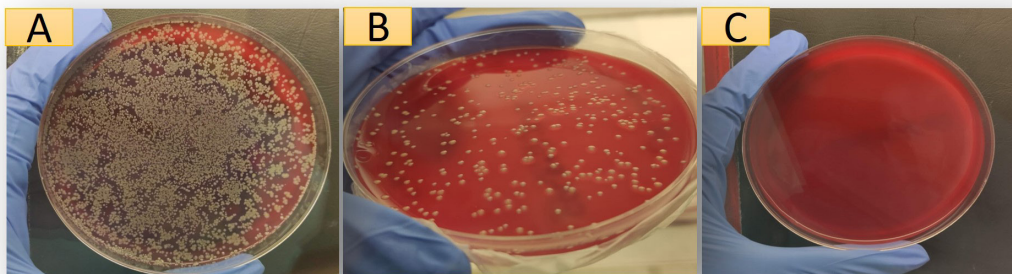
	Mascarilla 0 horas		Mascarilla 8 horas	
	Interior ^{(*)(***)}	Exterior ^{(*)(***)}	Interior ^{(*)(***)}	Exterior ^{(*)(***)}
TOTAL	16		208	
Subtotal	8	8	106	102
Media EFB (%)	100	99,986	99,710	99,770
DE EFB (%)^(**)	±0	±0,0377	±0,014	±0,0045
RANGO EFB (%)	100-100	99,9-100	90,3-100	98,42-100

(*) Exterior: pulverización desde el lado exterior de la mascarilla. Interior: pulverización desde el lado interior de la mascarilla.

(**) Desviación Estándar de la media del porcentaje de todas las colonias contadas.

(***) No se observan diferencias estadísticamente significativas entre el lado de la mascarilla (exterior o interior) ni tampoco en el periodo de uso de 8 horas con respecto al de 0 horas de uso.

Figura 1
Resultado de la incubación de la placa de agar sangre durante veinticuatro horas después de la impregnación de *S. aureus*.




- (A)** Resultado de la incubación de la placa de agar sangre durante veinticuatro horas después de la impregnación de *S. aureus* con el pulverizador directamente a la placa de agar sangre sin mascarilla y sin ajuste de la boquilla del pulverizador.
- (B)** Resultado de la incubación de la placa de agar sangre durante veinticuatro horas después de la impregnación de *S. aureus* con el pulverizador directamente a la placa de agar sangre sin mascarilla habiendo ajustado la boquilla del pulverizador para un óptimo conteaje de las colonias.
- (C)** Resultado de la incubación de la placa de agar sangre durante veinticuatro horas después de la impregnación de *S. aureus* a la cara externa de una mascarilla de 8 horas de su uso.

No obstante, su papel en el control de la pandemia ha sido reconocido^(5,6,7), por lo que la OMS y el Ministerio de Sanidad de España aconsejaron su uso para proteger a los profesionales sanitarios frente a pacientes sintomáticos⁽¹⁷⁾.

Durante la pandemia de SARS-CoV-2, el uso generalizado de mascarillas, muy a menudo quirúrgicas, fue una de las medidas que demostraron reducir la propagación del virus^(1,2,3). Por otra parte, la alta demanda mundial de mascarillas ocasionó que, posiblemente, en numerosas ocasiones se utilizaran más allá de las cuatro horas recomendadas.

En el presente estudio se utiliza una modificación simplificada del método estandarizado para evaluar la EFB. Los resultados indican que las mascarillas quirúrgicas mantienen la misma EFB frente a *Staphylococcus aureus* tras ocho horas de uso, tal como lo describe

el grupo de Guan⁽¹⁴⁾, aunque relatan que los problemas de incomodidad, irritación e higiene son las principales limitaciones. La principal limitación es que no pueden extrapolarse directamente a otros usos. Otra de las limitaciones es que, al realizar un muestro de conveniencia y con participantes profesionales sanitarios, los resultados no se pueden extrapolar claramente a la población general. Sin embargo, este estudio sugiere futuras investigaciones de los proveedores de mascarillas quirúrgicas para implementar procedimientos que evalúen la EFB de las mascarillas que fabrican para periodos de aproximadamente ocho horas, más acordes a situaciones epidemiológicas presentes y futuras que requieran una protección más prolongada. En caso de necesidad, tal como es una pandemia, se puede recomendar el uso prolongado de las mascarillas quirúrgicas hasta un total de ocho horas como medida de control de brote. 

BIBLIOGRAFÍA

1. Normalización española. *Mascarillas quirúrgicas, Requisitos y métodos de ensayo. UNE-EN 14683:2019+AC*. [Internet]. Madrid. 2019.
2. World Health Organization. *Rational use of personal protective equipment (PPE) for coronavirus disease (COVID-19): interim guidance, 19 March 2020*. [Internet]. 2020. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331498>
3. Ministry of Solidarity and Health. *Recommendations for the use of face masks in the context of a progressive process of deconfinement*. [Internet]. 2020. Disponible en: https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/deconfinement-recommandations-utilisation-masques_covid-19.pdf
4. Clinical Excellence Commission, New South Wale Government. *COVID-19 Infection Prevention and Control. Application of PPE during COVID-19. Version 2.3*. [Internet]. 2021. Disponible en: https://www.cec.health.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0018/644004/COVID-19-IPAC-manual.pdf
5. Howard J, Huang A, Li Z, Tufekci Z, Zdimar V, Westhuizen HM, Delft A, Price A et al. *An evidence review of face masks against COVID-19*. Proc Natl Acad Sci USA [Internet]. 2021; 118:4. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.2014564118>
6. Leung HL, Chu KW, Shiu YC, Chan KH, McDevitt J, Hau JP et al. *Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks*. Nat Med [Internet]. 2020. doi: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-08432>
7. Eikenberry SE, Mancuso M, Iboi E, Phan T, Eikenberry K, Kuang Y et al. *To mask or not to mask: Modeling the potential for face mask use by the general public to curtail the COVID-19 pandemic*. Infect Dis Model [Internet]. 2020; 5:293-308. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idm.2020.04.001>
8. Abboah-Offei M, Salifu Y, Adewale B, Bayuo J, Ofosu-Poku R, Opare-Lokko EBA. *A rapid review of the use of face mask in preventing the spread of COVID-19*. Int J Nurs Stud [Internet]. 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2020.100013>
9. Zorko DJ, Gertsman S, Oâ HK, Timmerman N, Ambu-Ali N, Dinh T et al. *Decontamination interventions for the reuse of surgical mask personal protective equipment: a systematic review*. J Hosp Infect [Internet]. 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.07.007>
10. Bhattacharjee S, Bahl P, Chughtai AA, y MacIntyre CR. *Last-resort strategies during mask shortages: optimal design features of cloth masks and decontamination of disposable masks during the COVID-19 pandemic*. BMJ Open Respir [Internet]. 2020;7(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2020-000698>
11. WHO. *Shortage of PPE endangering health workers worldwide*. [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/detail/03-03-2020-shortage-of-personal-protective-equipment-endangering-health-workers-worldwide>
12. Noguee D, Tomassoni AJ. *Covid-19 and the N95 respirator shortage: Closing the gap*. Infect Control Hosp Epidemiol [Internet]. 2020; 41(8), 958. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/ice.2020.124>
13. Toomey EC, Conway Y, Burton C, Smith S, Smalle M, Chan XS, Adishes A, Tanveer S, Ross L, Thomson I, Devane D, Greenhalgh T. *Extended use or reuse of single-use surgical masks and filtering face-piece respirators during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: A rapid systematic review*. Infect Control Hosp Epidemiol. 2021;42(1):75-83. doi: <https://doi.org/10.1017/ice.2020.1243>
14. Guan X, Lin L, Han J, Gao X, Zhang Y, Hu B, Guidoin R, Wang L. *Prolonged Use of Surgical Masks and Respirators Affects the Protection and Comfort for Healthcare Workers*. Materials. 2022;15, 7918. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma15227918>
15. Solia E, Angelis S, Maglara E, Tsakotos G, y Filippou DK. *The Role of Surgical Masks during the COVID-19 Pandemic. A Mini-Review*. J Long Term Eff Med Implants [Internet]. 2020; 30(4), 241-246. Disponible en: <https://doi.org/10.1615/JLongTermEffMedImplants.2020036883>
16. Fraser JA, Briggs KB, Svetanoff WJ, Rentea RM, Aguayo P, Juang D, Fraser JD, Snyder CL, Hendrickson RJ, St Peter SD, Oye-tunji TA. *Behind the mask: extended use of surgical masks is not associated with increased risk of surgical site infection*. Pediatr Surg Int. 2022;38(2):325-330. doi: <https://doi.org/10.1007/s00383-021-05032-8>
17. Aranaz JMA, Gea VC, Vicente-Guijarro J, Beltrán PJ, Garcí HM, Valencia-Martin JL, Bischofberger VC. *Mascarillas como equipo de protección individual durante la pandemia de Covid-19: Cómo, cuándo y cuáles deben utilizarse*. J Health Qual Res [Internet]. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhqr.2020.06.001>
18. ASTM International. *Standard Test Method for Evaluating the Bacterial Filtration Efficiency (BFE) of Medical Face Mask Materials, Using a Biological Aerosol of Staphylococcus aureus* [Internet]. 2023. Disponible en: <https://store.astm.org/f2101-22.html>