

“EFECTO PROTECTOR DE LOS CUBREBOCAS EN EPOCAS DE COVID 19.

ESTUDIO EXPERIMENTAL.”

“PROTECTIVE EFFECT OF FAKE MASK IN TIMES OF COVID 19. EXPERIMENTAL STUDY”

*Dra. Alejandra Anzures, Dra. Arantza Govela, Dr. Aldo Izaguirre, Dra., Ana-María Mendoza-Martínez, Dr. Nelson Rangel-Valdez.

RESUMEN

El término cubrebocas se refiere a una amplia gama de equipos de protección personal cuya función principal es la de reducir la transmisión de partículas o aerosoles entre un usuario y su entorno. Estudios recientes sugieren que las mascarillas faciales reducen la propagación de COVID-19 en diferentes poblaciones atenuando con ello la curva de crecimiento de la epidemia. En los países asiáticos como China, Corea del Sur, Japón y Tailandia el uso de mascarillas faciales es muy común; la contaminación y los brotes de enfermedades respiratorias previas como SARS y H1N1 es la razón de dicha práctica. Algunos países de Europa como República Checa, Eslovaquia, Austria, Turquía, Alemania, entre otros también han optado por implementar el uso de cubrebocas. El brote actual de COVID-19 ha sido devastador y por esta razón China estableció el uso obligatorio de mascarillas faciales. En este país el número total de casos es de 86,829 y las muertes se limitan a 4,634. En contraste, en México hay un total de 1,320,545 casos acumulados y 118,202 muertes relacionadas directamente con la nueva cepa de coronavirus al día 21 de diciembre de 2020. El uso de equipo de protección personal para prevenir contagio y propagación de la enfermedad COVID-19 es un tema controversial, pues existen diferentes lineamientos en diferentes países y sistemas regulatorios. La enfermedad COVID-19 es síndrome agudo pulmonar inicialmente, causada por SARS-CoV-2. La transmisión de este virus es similar a otros coronavirus, que es por partículas, contacto y rutas de la vía aérea.

PALABRAS CLAVE: Cubrebocas, Covid 19, Equipo protección personal.

ABSTRACT

The term face masks refers to a wide range of personal protective equipment whose primary function is to reduce the transmission of particles or aerosols between a user and his or her environment. Recent studies suggest that face masks reduce the spread of COVID-19 in different populations thereby attenuating the epidemic growth curve. [1, 2]

In Asian countries such as China, South Korea, Japan and Thailand the use of face masks is very common; contamination and previous respiratory disease outbreaks such as SARS and H1N1 is the reason for such practice. Some countries in Europe such as Czech Republic, Slovakia, Austria, Turkey, Germany, among others have also chosen to implement the use of face masks. [3]

The current outbreak of COVID-19 has been devastating and for this reason China established the mandatory use of face masks. In this country the total number of cases is 86,829 and deaths are limited to 4,634. (3) In contrast, in Mexico there are a total of 1,320,545 cumulative cases and 118,202 deaths directly related to the new strain of coronavirus as of December 21, 2020. [4]

The use of personal protective equipment to prevent contagion and spread of COVID-19 disease is a controversial issue, as there are different guidelines in different countries and regulatory systems. [5] COVID-19 disease is initially acute pulmonary syndrome caused by SARS-CoV-2. Transmission of this virus is similar to other coronaviruses, which is by particulate, contact and airborne routes.

KEY WORDS: Face mask, Covid 19, Personal protective equipment.

*Correspondencia: ale.anzuresm92@gmail.com/Fecha de recepción: 15 de julio de 2021/Fecha de aceptación: 14 de enero de 2022 Fecha de publicación: 15 de enero de 2022.

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de medicina Dr. Alberto Romo Caballero, Departamento de Investigación, Adolfo López M. S/N, Tampico, Tamaulipas, México, 89109, Tel: 8332412000



INTRODUCCIÓN

El término cubrebocas se refiere a una amplia gama de equipos de protección personal cuya función principal es la de reducir la transmisión de partículas o aerosoles entre un usuario y su entorno. Estudios recientes sugieren que las mascarillas faciales reducen la propagación de COVID-19 en diferentes poblaciones atenuando con ello la curva de crecimiento de la epidemia. (1, 2)

El uso de mascarillas faciales es muy común en países como China, Corea del Sur, Japón y Tailandia la contaminación y los brotes de enfermedades respiratorias previas como SARS y H1N1 es la razón de dicha práctica. Algunos países de Europa como República Checa, Eslovaquia, Austria, Turquía, Alemania, entre otros también han optado por implementar el uso de cubrebocas. (3)

El brote actual de COVID-19 ha sido devastador y por esta razón China estableció el uso obligatorio de mascarillas faciales. En este país el número total de casos es de 86,829 y las muertes se limitan a 4,634. (3) En contraste, en México hay un total de 1,320,545 casos acumulados y 118,202 muertes relacionadas directamente con la nueva cepa de coronavirus al 21 de diciembre de 2020. (4)

El uso de equipo de protección personal para prevenir contagio y propagación de la enfermedad COVID-19 es un tema controversial, pues existen diferentes lineamientos en diferentes países y sistemas regulatorios. (5) La enfermedad COVID-19 es síndrome agudo pulmonar inicialmente causada por SARS-CoV-2. La transmisión de este virus es similar a otros coronavirus que es por partículas, contacto y rutas de la vía aérea

La Organización Mundial de la Salud recomienda el uso de cubrebocas quirúrgicos en personal de atención a la salud que realiza atención de rutina a pacientes con COVID-19. Los centros de control de enfermedades de Estados Unidos de América (CDC por sus siglas en inglés) recomiendan el uso de respiradores por lo menos tipo N95 para atención de dichos pacientes; además de todas las medidas de protección personal. (1, 3)

En el caso de la población general en México, no contamos con un lineamiento claro de los cubrebocas que se deban de usar en población general para evitar la propagación de la

enfermedad COVID-19.

Actualmente, los cubrebocas en circulación van desde aquellos de fabricación casera con diferentes calidades y textiles, los cubrebocas de tipo N95 o KN95.

Debido a la propagación de COVID-19 desde principios de 2020, la demanda de cubrebocas ha aumentado de manera significativa en todo el mundo. Sin embargo, pocos estudios analizan la eficacia de los diversos cubrebocas que hay en circulación. Por estas razones, se estudia la eficacia de los cubrebocas en función de los distintos materiales de que están hechos.

El objetivo principal es comparar el número de partículas emitidas al hablar al usar distintos cubrebocas de uso común en nuestra región. Los indicadores considerados para medir la eficacia de los cubrebocas fueron el número máximo y el número total de partículas que emite un usuario cuando habla. Nuestra hipótesis de trabajo es que los cubrebocas N95 serán los mejores equipos para disminuir la propagación de partículas al hablar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño Experimental

Para evaluar la efectividad de los cubrebocas se desarrolló un experimento que contabilizó el número de partículas emitidas por 11 tipos de cubrebocas portados por 3 sujetos distintos. Se midió el número de partículas máximo y el número de partículas total por cubrebocas/individuo. Las condiciones del entorno y detalles específicos del experimento se presentan a lo largo de esta sección.

Estudio experimental en laboratorio

Después de la aprobación del comité de ética e investigación de la facultad de Medicina de la UAT, se procedió a hacer un sorteo simple de 3 sujetos con 3 repeticiones para 11 cubrebocas. El experimento fue grabado y coordinado por dos coordinadoras de investigación.

Los participantes del experimento que aplicaron y fueron observados tuvieron un cuestionario para detección de COVID 19 y prueba rápida de Covid-19 y fueron negativos durante todo el estudio que duró un mes.

Sujetos

El experimento consistió en la medición del número de partículas emitidas de nariz y boca en un haz de láser con y sin cubrebocas en un cuarto oscuro. Cada sujeto habló sobre un haz de luz durante 40 segundos diciendo la frase "stay healthy" en 3 ocasiones, la última vez se realizó gritando. Se tuvo la precaución de realizar la evaluación de cada sujeto en un día dejando una semana entre sujetos para evitar la contaminación de partículas en el ambiente del cuarto oscuro, y disminuir el riesgo de infección por Covid-19. La medición de dichas partículas sirve como medición subrogada de la cantidad de partículas que emanan de nariz y boca durante un período.

Láser y Cámara

El láser colocado tiene una longitud de onda de 532 nm, una potencia de 5 mw y una distancia efectiva de 800 m. Se refractó el láser con una lente la luz con una lente cilíndrica de 3.5 cm de diámetro, colocado a 9 cm. Cada uno de los sujetos incluidos se colocó a 87 cm del láser y a 6 cm perpendicular del haz de luz refractado por la lente.

Las partículas emitidas sobre el haz de luz de laser refractado fueron captadas por un teléfono celular iPhone 11 colocado a 52 cm de la luz. Este teléfono fue a su vez colocado en un tripié y ajustado para enfocar el haz de luz por una coordinadora de investigación. Para procesar el video se utilizó la aplicación "Pro Movie" se estableció una configuración de 60 fps, con una distancia focal de 52mm, el video fue obtenido en resolución 4k. Para cada prueba la cámara captó los reflejos producidos por la dispersión de la luz del láser al encontrarse con las partículas esféricas de gotas generadas por el habla durante 40 segundos de grabación, incluyendo 10 s registrados previos al habla, así como 20 segundos después, los cuales fueron utilizados como base para poder discernir entre el ruido dentro del video y las partículas generadas por el hablante.

Cubrebocas

Se probaron 11 tipos de cubrebocas comúnmente disponibles en nuestro entorno, en donde se incluyeron cubrebocas de tela, quirúrgicos, KN95 y respirador de partículas 95, además de un control sin cubrebocas (Figura 1).



Figura 1. Cubrebocas disponibles en nuestra región. Cubrebocas disponibles en nuestra región. (1-7 cubrebocas de grado no médico, 8) (cubrebocas de grado médico tricapa, 9) cubrebocas tricapa marca Halyard (MR), 10) filtro KN95, 11) respirador N95 3M (MR). Figure 1. Face mask available in our region. Face mask available in our region. (1-7 non-medical grade face mask, 8) (3-layer medical grade face mask, 9) Halyard (MR) brand 3-layer face mask, 10) KN95 filter, 11) 3M (MR) N95 respirator.

Procesamiento de las imágenes

Para comparar la eficacia de los cubrebocas se realizaron dos mediciones dentro de un lapso medido: el número máximo de partículas emitidas, y el número total de partículas. Cada partícula corresponde a los reflejos captados por la cámara en el haz de luz refractada. El recuento total de reflejos en el video fue realizado mediante el procesamiento de fotograma por fotograma con el software ORB de Python OpenCV ©. El operador del programa estaba cegado al tipo de cubrebocas utilizado en los videos.

Se resumen dos conteos: 1) El *Número Máximo de Partículas* contenido en un solo cuadro dentro de cada video representando el número máximo de "partículas" calculados; y 2) El *Total de Partículas* que representa el total acumulado de "partículas" presentes entro todos los cuadros a lo largo de todo el video.

Análisis Estadístico

Se generaron dos series de números aleatorios de tamaño 3 y 11, respectivamente. Las series representan el orden de los sujetos y el orden

de uso de los cubrebocas por ellos, respectivamente. Para cada par (*sujeto, cubreboca*) se realizaron los conteos de *Número Máximo de Partículas* y *Total de Partículas*. La distribución de los resultados se analizó por medio de la prueba de Shapiro Wilk, y posteriormente se realizó una prueba estadística no paramétrica para comparar el comportamiento de cada par contra el *Control*, es decir el no usar cubrebocas o mascarilla. Se presentaron los resultados en medias y desviación estándar y se compararon a través de las pruebas de Friedman tanto el número máximo de partículas emitidas entre máscaras, y como el total de partículas; el nivel de significancia utilizado fue de 0.05. Se realizó un análisis post hoc, mediante la prueba de Wilcoxon con un ajuste de Bonferroni, para determinar diferencias entre mascarillas.

RESULTADOS

Se incluyeron para el análisis 11 cubrebocas en 3 sujetos diferentes. Ningún participante tuvo contagio por COVID 19 durante el transcurso del experimento. Se logró estandarizar la medición de partículas emanadas en los diferentes sujetos y el grupo control para el número máximo de partículas emanadas y número total de partículas (Figura 2 y 3)

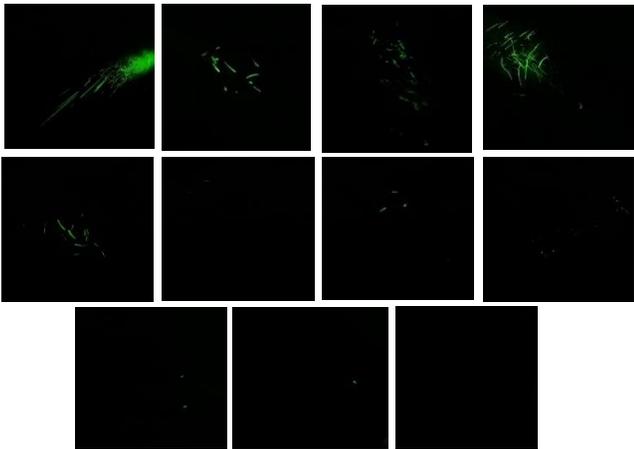


FIGURA 2. Fotograma con mayor cantidad de partículas en un segundo. A) Control, B) Cubrebocas 1, C) Cubrebocas 2, D) Cubrebocas 3, E) Cubrebocas 4, F) Cubrebocas 5, G) Cubrebocas 6, H) Cubrebocas 7, I) Cubrebocas 8, J) Cubrebocas 9, K) Cubrebocas 10.

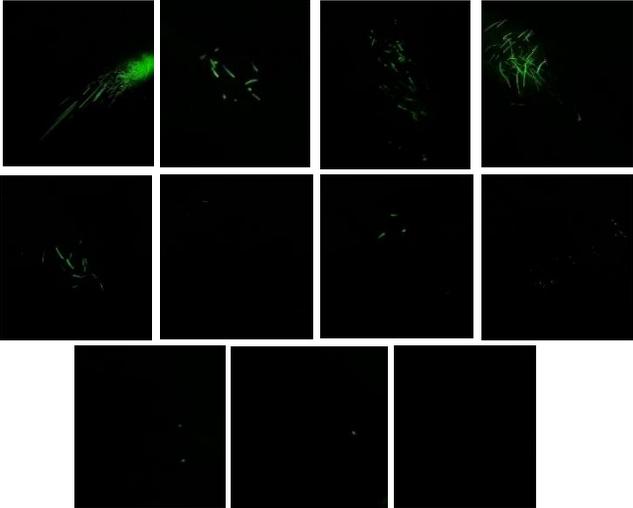


Figura 3. Fotograma con mayor cantidad de partículas en un minuto. A) Control sin cubrebocas. B) Cubrebocas 1. C) Cubrebocas 2. D) Cubrebocas 3. E) Cubrebocas 4. F) Cubrebocas 5. G) Cubrebocas 6. H) Cubrebocas 7. I) Cubrebocas 8. J) Cubrebocas 9. K) Cubrebocas 10.

Figure 3. Photogram with the highest number of particles in one minute. A) Control without masks. B) Mask 1. C) Mask 2. D) Mask 3. E) Mask 4. F) Mask 5. G) Mask 6. H) Mask 7.

La media y desviación estándar del número máximo de partículas se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Número Máximo de partículas emitidas en un segundo.

Tipo de Cubrebocas	N	Media ± D.S.
Control	9	422.89 ± 107.9
M1P	9	141.56 ± 118.0
M2P	9	95.22 ± 69.8
M3P	9	144.11 ± 140.8
M4P	9	120.56 ± 74.2
M5P	9	98.78 ± 51.8
M6P	9	59.22 ± 30.8
M7P	9	88.33 ± 54.9
M8P	9	94.78 ± 96.6
M9P	9	34.44 ± 16.1
M10P	9	52.22 ± 5.7

M11P	9	18.33 ± 7.3
------	---	-------------

Gráficamente los resultados se pueden ver en la Figura 4 y 5.

Figura 4. Número máximo de partículas emitidas al hablar.

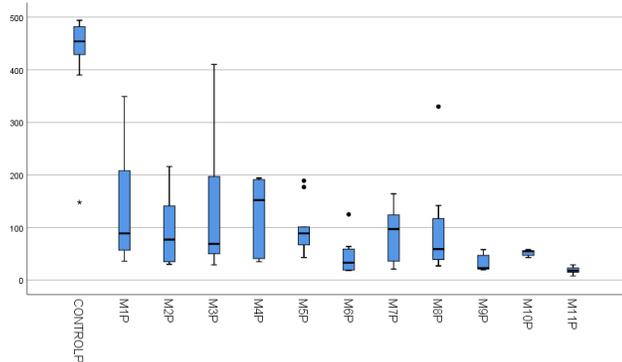


Figura 4. Gráfica de Cajas y bigotes que muestra el número máximo de partículas emitidas en los diferentes grupos: 1) control, 2) M1P (cubre bocas 1), M2P (cubre bocas 2), M3P (cubre bocas 3), M4P (cubre bocas 4), M5P (cubre bocas 5), M6P (cubre bocas 6), M7P (cubre bocas 7), M8P (cubre bocas 8), M9P (cubre bocas 9), M10P (cubre bocas 10), M11P (cubre bocas 11).

Figura 5. Número total de partículas emitidas al hablar durante en un lapso.

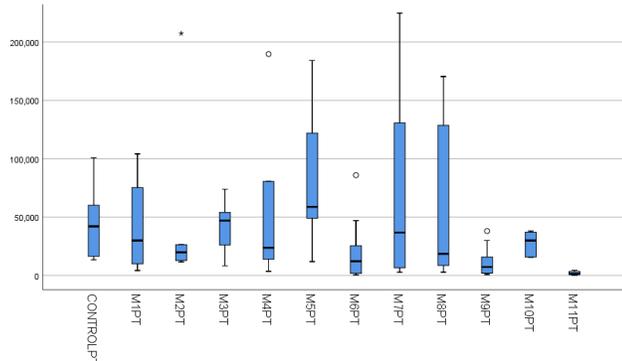


Figura 5. Gráfica de Cajas y bigotes que muestra el número total de partículas emitidas en un minuto en los diferentes grupos: 1) control, 2) M1P (cubre bocas 1), M2P (cubre bocas 2), M3P (cubre bocas 3), M4P (cubre bocas 4), M5P (cubre bocas 5), M6P (cubre bocas 6), M7P (cubre bocas 7), M8P (cubre bocas 8), M9P (cubre bocas 9), M10P (cubre bocas 10), M11P (cubre bocas 11).

En cuanto al número máximo de partículas producidas en un segundo, el control tuvo el

mayor número consistentemente y fue significativamente estadístico (con valor de $p < 0.001$). Cuando se realizaron las comparaciones post hoc se observó diferencia entre los cubrebocas de fabricación casera en comparación con los cubrebocas quirúrgicos y K95 y N95.

En el caso de número total de partículas emitidas, se pudo ver que los cubrebocas de fabricación casera aumentaron el número de partículas emitidas en comparación con el control y con los cubrebocas quirúrgicos, K95 y N95. ($p=0.001$).

DISCUSIÓN.

En este estudio se encontró que todos los cubrebocas disminuyen el número máximo de partículas emitidas en comparación con un control. Los cubrebocas quirúrgicos, los cubrebocas K95 y N95, son mejores que los cubrebocas caseros. La mayoría de los cubrebocas de fabricación casera aumenta el número total de partículas emitidas en un lapso de tiempo dado.

El método empleado en este trabajo es fácilmente reproducible y representa una alternativa para estimar la eficacia de filtración de las mascarillas. Todos los materiales utilizados son fácilmente adquiribles de manera comercial, además son sencillos de manejar sin necesidad de capacitación adicional.

Una ventaja de este estudio es el uso de un software gratuito creado con la librería ORB de Python OpenCV ©lo que permite que cualquier sujeto pueda tener acceso a él, a diferencia de otros trabajos(6) en los que se emplean software de pago (ej. Mathematica, MATLAB).

Es importante hacer énfasis en que el cubrebocas que posee válvula de exhalación anula el propósito de barrera de transmisión hacia personas que se encuentran alrededor del sujeto, en especial al incrementar el volumen de voz del usuario (6) En el experimento fue visualmente evidente que durante la tercera repetición del discurso, el número de partículas expulsadas fue muy similar al del control. Esto concuerda con los hallazgos de otros autores; Anfinrud et al.2020 demostraron que durante las tres repeticiones del discurso se obtuvieron números de partículas tan altos como 347 con el volumen

más fuerte y tan bajo como 227 con bajo volumen de voz. (6)

Fischer 2020 et al. mencionan la existencia de variaciones en el número emitido de partículas entre los sujetos debido al ajuste de la máscara, posición de la cabeza y patrón del habla. (2)

La eficacia de filtración de los cubrebocas de tela es baja en comparación a cubrebocas quirúrgicos y N95 y puede verse afectado por varios otros factores; una pequeña cantidad de aerosoles que pasan a través de este tipo de cubrebocas puede ser suficiente para infectar a una persona. Otra probabilidad es que las fugas alrededor del cubrebocas pueden reducir su eficacia hasta en un 50%. Es importante señalar que el uso de cubrebocas como una medida complementaria de protección personal debe ser acompañada de un meticuloso lavado de manos, distanciamiento social, etiqueta respiratoria y evitar tocarse la nariz, cara o cubrebocas sin lavarse las manos. (3)

Limitaciones del Estudio.

Las principales limitantes de nuestro estudio, es que se trata de un estudio experimental de sujetos sanos, que solo permite cuantificar la expulsión de partículas al hablar. Este estudio no permite cuantificar las partículas inhaladas a través de los cubrebocas, ni mucho menos puede evaluar la cantidad de virus y qué tipos de virus penetran a dichos cubrebocas. Este estudio también tiene la limitante de que se utilizaron solo cubrebocas disponibles en nuestra región, y que puede verse afectada en la generalizabilidad a otras regiones de nuestro país o del mundo. Desde el punto de vista estadístico no se realizó un cálculo de muestra a priori dado que nuestro experimento fue un estudio piloto que nos sirvió para estandarizar nuestras mediciones. En el cálculo post-hoc de poder muestral obtuvimos un valor mayor a 86% con un valor de alfa de 0.05 a dos colas.

CONCLUSIONES

En este estudio experimental podemos concluir lo siguiente. Los mejores cubrebocas para disminuir la propagación de partículas emitidas al hablar son el quirúrgico de 3 capas, el K95 y el N95.

BIBLIOGRAFÍA:

1. MacIntyre, C., Ahmad, A. *A rapid systematic review of the efficacy of face masks and respirators against coronaviruses and other respiratory transmissible viruses for the community, healthcare workers and sick patients.* (2020). *International Journal of Nursing Studies* 108; 103629
2. Fischer et al., Low-cost measurement of facemask efficacy for filtering expelled droplets during speech. *Sci. Adv.*10.1126/sciadv. abd3083 (2020).
3. Sharma, S., Mishra, M., Mudgal, S. *Efficacy of cloth face mask in prevention of novel coronavirus infection transmission: A systematic review and meta-analysis* (2020). *Journal of Education and Health Promotion.* 9
4. Martínez, C., 2020. Avalan en Morelos uso obligatorio de cubrebocas. *Reforma*, [online] Available at: <<https://www.reforma.com/libre/acceso/accesofb.htm?urlredirect=/avalan-en-morelos-uso-obligatorio-de-cubrebocas/ar2078829?v=2>> [Accessed 21 December 2020].
5. N. H. L. Leung, D. K. W. Chu, E. Y. C. Shiu, K.-H. Chan, J. J. McDevitt, B. J. P. Hau, H.-L. Yen, Y. Li, D. K. M. Ip, J. S. M. Peiris, W.-H. Seto, G. M. Leung, D. K. Milton, B. J. Cowling, Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. *Nat. Med.* 26, 676–680 (2020). doi:10.1038/s41591-020-0843-2 Medline
6. P. Anfinrud, V. Stadnytskyi, C. E. Bax, A. Bax, Visualizing Speech-Generated Oral Fluid Droplets with Laser Light Scattering. *N. Engl. J. Med.* 382, 2061–2063 (2020). doi:10.1056/NEJMc2007800 Medline
7. V. Stadnytskyi, C. E. Bax, A. Bax, P. Anfinrud, The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 117, 11875–11877 (2020). doi:10.1073/pnas.2006874117 Medline
8. "Advice on the use of masks in the context of COVID-19" (WHO Reference Number: WHO/2019-nCov/IPC_Masks/2020.4, World Health Organization, 2020).
9. "Covid-19 Mexico" (in Spanish). *Instituciones del Gobierno de México.* Retrieved 11 August 2020.
10. "Prensa | Archivo | Secretaría de Salud | Gobierno". *gob.mx.* Retrieved April 2, 2020.
11. N. L. Belkin, *The evolution of the surgical mask: Filtering efficiency versus effectiveness.* *Infect. Control Hosp. Epidemiol.* 18, 49–57 (1997). doi:10.2307/30141964pmid:9013247
12. El Universal, 2020. ¿Por qué el Gobierno no usa la coerción en plena pandemia, según López-Gatell? [online] Available at: <<https://www.eluniversal.com.mx/nacion/por-que-el-gobierno-no-usa-la-coercion-en-plena-pandemia-segun-lopez-gatell>> [Accessed 21 December 2020].
13. Secretaría de Salud, 2020. *Informe Técnico Diario Covid-19 México.* p.2.Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/601733/Comunicado_Tecnico_Diario_COVID-19_2020.12.20.pdf
14. A. S. Dharmadhikari, M. Mphahlele, A. Stoltz, K. Venter, R. Mathebula, T. Masotla, W. Lubbe, M. Pagano, M. First, P. A. Jensen, M. van der Walt, E. A. Nardell, Surgical face masks worn by patients with multidrug-resistant tuberculosis: Impact on infectivity of air on a hospital ward. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 185, 1104–1109
15. M. Klompas, C. A. Morris, J. Sinclair, M. Pearson, E. S. Shenoy, Universal Masking in Hospitals in the Covid-19 Era. *N. Engl. J. Med.* 382, e63 (2020). doi:10.1056/NEJMp2006372 Medline
16. D. K. Chu, E. A. Akl, S. Duda, K. Solo, S. Yaacoub, H. J. Schünemann, COVID-19

- Systematic Urgent Review Group Effort (SURGE) study authors, Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Lancet* 395, 1973–1987 (2020). doi:10.1016/S0140-6736(20)31142-9 Medline
17. A. Konda, A. Prakash, G. A. Moss, M. Schmoldt, G. D. Grant, S. Guha, Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks. *ACS Nano* 14, 6339–6347 (2020). doi:10.1021/acsnano.0c03252 Medline
18. Weaver GH. Droplet infection and its prevention by the face mask. *J Infect Dis.* 1919; 24:218–30.
19. Chughtai AA, Seale H, Macintyre CR. Effectiveness of cloth masks for protection against severe acute respiratory syndrome coronavirus 2. *Emerg Infect Dis* 2020 Oct [citado: 19/08/2020]. <https://doi.org/10.3201/eid2610.200948>
20. N. H. L. Leung, D. K. W. Chu, E. Y. C. Shiu, K.-H. Chan, J. J. McDevitt, B. J. P. Hau, H.-L. Yen, Y. Li, D. K. M. Ip, J. S. M. Peiris, W.-H. Seto, G. M. Leung, D. K. Milton, B. J. Cowling, Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. *Nat. Med.* 26, 676–680 (2020). doi:10.1038/s41591-020-0843-2 Medline
21. J. Y. Ong, C. Bharatendu, Y. Goh, J. Z. Y. Tang, K. W. X. Sooi, Y. L. Tan, B. Y. Q. Tan, H.-L. Teoh, S. T. Ong, D. M. Allen, V. K. Sharma, Headaches Associated with Personal Protective Equipment - A Cross-Sectional Study Among Frontline Healthcare Workers During COVID-19. *Headache* 60, 864–877 (2020).