Revisión narrativa
Med Int Méx. 2021; 37 (1): 94-109.

# La importancia del cubrebocas en la población general durante la pandemia de COVID-19

## The importance of face mask in general population during pandemics of COVID-19.

José Alfonso Ramírez-Guerrero

**Resumen**

La pandemia de COVID-19 es uno de los grandes retos a los que la medicina se ha tenido que enfrentar. La información científica crece en forma acelerada y dos aspectos que han provocado controversia son la forma en cómo se transmite, sobre todo el papel de los aerosoles, y el posible papel que puede jugar el uso universal del cubrebocas para frenar la transmisión, temas que se abordan en esta revisión.

**PALABRAS CLAVE:** COVID-19; aerosoles; cubrebocas.

**Abstract**

COVID-19 pandemic is one of the great challenges that medicine has had to face. Scientific information is growing rapidly and two aspects that have caused controversy are the way in which it is transmitted, especially the role of aerosols, and the possible role that the universal use of face mask to stop transmission can play, topics that are addressed in this review.

**KEYWORDS:** COVID-19; Aerosols; Face mask.

Anestesiólogo, Hospital Médica Sur, Ciudad de México.

**Recibido:** 21 de julio 2020

**Aceptado:** 25 de septiembre 2020

**Correspondencia**
José Alfonso Ramírez Guerrero
alfonsodoc@yahoo.com.mx

**Este artículo debe citarse como:**
Ramírez-Guerrero JA. La importancia del cubrebocas en la población general durante la pandemia de COVID-19. Med Int Méx. 2021; 37 (1): 94-109.
https://doi.org/10.24245/mim.v37i1.4790

## ANTECEDENTES

El virus SARS-CoV-2 ha provocado una pandemia con repercusiones no solo sanitarias, sino económicas y sociales. Mientras no exista un tratamiento eficaz ni una vacuna, debemos continuar con las medidas de prevención que deberán insistirse si queremos regresar a la actividad cotidiana. Las medidas de control tradicionales están diseñadas para reducir la transmisión de gotas producidas en los estornudos o la tos de sujetos infectados. Sin embargo, una gran proporción de casos parecen ser secundarios a la transmisión por vía aérea de aerosoles.

## FORMAS DE TRANSMISIÓN

El SARS-CoV-2 tiene un diámetro de 0.06 a 0.14 micras.[1] Las partículas virales son casi siempre transmitidas por secreciones respiratorias en forma de gotas de pacientes infectados que tienen dimensiones en el rango de < 0.6 a 1000 micras.[2] El virus es llevado directamente por las secreciones respiratorias hacia los sujetos susceptibles, e indirectamente por el contacto con superficies contaminadas por esas secreciones.

Hay gran debate sobre si el virus también es transmitido a través de los aerosoles y en qué proporción y la respuesta parece ser que sí, también puede transmitirse por aerosoles.

Estudios de los decenios 1940-1950 dividieron a las secreciones respiratorias por su tamaño en gotas (las mayores a 5 micras) y en aerosoles (menores de 5 micras).[3] Estos trabajos sugieren que las gotas gravitan y se asientan a una distancia máxima de aproximadamente 2 metros. Con base en estas antiguas investigaciones las políticas de salud pública recomiendan la separación física de 2 metros.

Hace poco se demostró que este concepto binario de solo gotas y aerosoles es insuficiente para entender el movimiento turbulento de las secreciones respiratorias. Se ha postulado que la transmisión directa del virus es más a través de una nube de alto impulso que transporta las partículas a largas distancias (modelo dinámico de nubes turbulentas).[2,4] Se ha demostrado que cuando una persona tose, estornuda, grita, habla o incluso respira, las secreciones respiratorias (cargadas de virus) son emitidas en todos los tamaños.[4] Las gotas mayores a 100 micras caen en menos de tres segundos a una distancia de 2 metros, mientras que las que tienen dimensiones de aproximadamente 1 micra pueden deshidratarse y permanecer como núcleos de gotas en el aire hasta por 12 horas y pueden viajar mayores distancias con las corrientes de aire.[5] Con respecto a la transmisión del COVID-19, no hay evidencia contundente que demuestre que solo se mantiene en el rango de 2 metros y sí hay más evidencias que apuntan hacia una transmisión a través de gotas y aerosoles (como veremos más adelante). Por sus dimensiones, es posible que los aerosoles que contienen al virus sean transferidos hasta regiones más profundas de las vías aéreas.

Otros virus que han provocado epidemias importantes, como el de la influenza y el SARS, también muestran evidencias de transmisión que incluye los aerosoles. En 1979[6] se reportó un brote de influenza en los pasajeros de un vuelo comercial. Antes de despegar, se reportó una falla en un motor. Mantuvieron en cabina a 54 pasajeros (uno de ellos con síntomas de influenza) que permanecieron por lo menos una hora sin aire acondicionado ni sistema de extracción. Después permitieron que salieran en lo que continuaba la reparación, pero hubo quienes permanecieron en el avión hasta 3 horas. Finalmente despegaron y llegaron a su destino. A las 72 horas, 72% de los pasajeros tenían síntomas y en 20 de los 22 hubo evidencia serológica de la infección: 86% en los que habían permanecido más de 3 horas contra 56%

si estuvieron menos de ese tiempo. Los autores proponen como explicación la dispersión de aerosoles dentro de la cabina al no funcionar el aire acondicionado ni el sistema de extracción. En 2003[7] un vuelo con una persona sintomática por SARS y otros 119 pasajeros reportó que 20 personas desarrollaron SARS y 2 probable SARS 4 días después del vuelo. Al ser localizados e interrogados, negaron contacto con pacientes con SARS antes o después del vuelo. La mayoría de los contagiados se encontraban sentados a una distancia de 2.3 metros (riesgo relativo: 3.1, IC: 1.4-6.9 al comparar con el resto de los pasajeros), lo que, de acuerdo con los autores, apunta a una probable transmisión por gotas generadas por tos o estornudos. El sistema de ventilación de los aviones se considera eficiente para mantener el ambiente libre de patógenos porque intercambia el aire cada 3-4 minutos y pasa por un sistema de filtros de alta eficiencia diseñado para filtrar partículas de 0.3 a 1 micra.[8] Esto, tal vez, disminuyó el riesgo de contagio por aerosoles a distancias mayores dentro de la cabina. Otro brote que llamó la atención y que apunta también a dispersión por aerosoles fue reportado en 2004.[9] Ciento ochenta y siete casos de SARS ocurrieron en un complejo de edificios de departamentos en Hong Kong, el paciente índice y más de la mitad de los otros pacientes con SARS (99 pacientes) vivían en el edificio E. Los residentes de los pisos en los niveles medio y superior en el edificio E tenían un riesgo significativamente mayor que los residentes en pisos inferiores; este hallazgo es consistente con una columna ascendente de aire caliente contaminado en el conducto de aire generado a partir de una unidad de apartamentos de nivel medio. Al hacerse un modelo computacional de la dinámica de los vientos se logró explicar la propagación de los aerosoles y el contagio secundario de otros casos en tres edificios contiguos.

En relación con el COVID-19, también hay evidencias de dispersión y contagios secundarios a aerosoles contaminados por el virus. Los estudios han demostrado ARN viral detectado con reacción de cadena de polimerasa (PCR). Aunque esto no demuestra virus viable en suficiente cantidad para producir infecciones, sí indica la posibilidad de transmisión viral por la vía de las gotas y aerosoles.

Un estudio de la Universidad de Nebraska[10] demostró la existencia de ARN viral de manera diseminada en las habitaciones de pacientes aislados con COVID-19. Se tomaron muestras del aire y de varias superficies de 11 cuartos. Muestras de aire tomadas a más de seis pies de los pacientes fueron positivas para ARN viral, al igual que muestras de los pasillos fuera de las habitaciones. Un brote de COVID-19 en un edificio de departamentos en Hong Kong[11] puede haber sido secundario a una tubería defectuosa en donde las heces contaminadas de un caso pudieron haber permitido que el virus se diseminara por vía aérea. El análisis epidemiológico y el estudio de los flujos del aire acondicionado apoyan también un brote dentro de un restaurante en China donde hubo el contagio de varias personas sentadas en diferentes mesas donde la corriente del aire acondicionado muy probablemente diseminó los aerosoles de un paciente.[12] En Bérgamo, Italia,[13] se detectaron partículas virales en el aire en una zona industrial que fue fuertemente impactada por el SARS-CoV-2. En Seúl[14] hubo un brote en un edificio donde habitaban y trabajaban 1145 personas a quienes se les realizaron pruebas, 97 resultaron positivas y de éstos, 94 se encontraban en un *call-center* en el piso 11, de un total de 216 empleados ubicados en ese piso (43.5%) y de esos, la mayoría se ubicaban sentados trabajando en el mismo lado, lo que hace sospechar dispersión de aerosoles a través del aire acondicionado. Hay reportes de otros brotes en coros[15] y en iglesias[16] donde, además de congregarse varias personas en lugares cerrados, se facilita la dispersión de aerosoles al cantar, como está demostrado que al


https://doi.org/10.24245/mim.v37i1.4790

elevar el volumen de la voz se generan más gotas y aerosoles que con volúmenes más bajos.[17] En todos estos brotes, aunque no se descarta por completo el contagio a través de gotas o fómites, se sospecha fuertemente que el mecanismo de transmisión fue por aerosoles.

Otro fenómeno que ha contribuido a la rápida dispersión del virus es el fenómeno de la superdiseminación. Éste ocurre cuando el caso índice es capaz de contagiar a un gran número de sujetos susceptibles. Varios reportes en ciudades asiáticas[18] y en Israel[19] han demostrado que 10% de casos primarios son capaces de provocar hasta 80% de los casos reportados en esas ciudades. En Corea del Sur un líder religioso parece ser el causante de 63.5% de todos los casos reportados en Seúl.[20] En Jordania,[21] en una boda con 360 asistentes, el caso índice contagió a 85 personas. Este fenómeno es complejo, no bien estudiado, pero parece depender de: el grado de infecciosidad del portador, el tiempo de exposición de los sujetos susceptibles y el escenario donde ocurre la exposición. Se estima que la diseminación viral por parte de los casos índices es mayor en el periodo presintomático y al inicio de los síntomas,[22] por lo que incluso 44% de los casos secundarios son infectados durante la etapa presintomática de los casos índices.

Como hemos visto, hay evidencias que apuntan a que el virus SARS-CoV-2 puede transmitirse no solo por gotas y microgotas que contaminan directamente a sujetos susceptibles o a objetos que funcionan como fómites, sino también a través de los aerosoles y éste es un riesgo no menor, como hemos visto en la descripción de diversos brotes que predominan en lugares cerrados y con aglomeraciones. Mientras no exista una vacuna o un tratamiento eficaz, cualquier medida de prevención que ayude a reducir la transmisión y no sea perjudicial debe ser bienvenida, como es el caso de los cubrebocas.

## HISTORIA DEL CUBREBOCAS

El uso de cubrebocas inició a finales del siglo XIX.[23] En 1867 Lister postuló que las infecciones de las heridas quirúrgicas eran causadas por los microorganismos que poco tiempo antes había descrito Louis Pasteur. En el decenio de 1880 los cirujanos sospechaban que estos gérmenes contaminaban las heridas a través de las manos, el instrumental e incluso la exhalación. En esos mismos años Carl Flügge demostró que las gotas respiratorias tenían bacterias y el cirujano Johann Mikulicz propuso en 1897 el uso de una mascarilla facial que describió como "un trozo de gasa atado a la gorra con dos cuerdas que cubriera la nariz, la boca y la barba". Para evitar la contaminación su uso se popularizó y para 1935 casi todas las fotografías de cirujanos los muestran con cubrebocas. Durante la plaga de Manchuria en 1910 y la pandemia de influenza entre 1918-1919 se usó por primera vez fuera de los quirófanos con el objetivo de proteger a los trabajadores de la salud y a la población general. De hecho, la disminución en la mortalidad en algunas ciudades como San Francisco se atribuyó, en parte, a su uso. La mayor parte eran de material lavable, por lo que eran reutilizados por tiempo prolongado. Poco a poco se fueron reemplazando por otros de materiales sintéticos y para el decenio de 1960 casi todos eran desechables pues las fibras sintéticas se deterioraban con la esterilización. La industria encargada del diseño de los cubrebocas desechables realizó estudios sobre su eficacia, pero los reusables fueron muy poco estudiados, lo que con el paso del tiempo propagó la idea de que eran inseguros.[23] En la epidemia del SARS aparecieron nuevos estudios de la eficacia de los cubrebocas.

## EFICIENCIA DE LOS CUBREBOCAS

La eficiencia de los cubrebocas depende de la combinación de varios factores: la capacidad del material con que son diseñados para

bloquear la entrada y salida de partículas, la cantidad de fuga que hay alrededor y el buen uso del que lo porta.

El uso de una barrera física como el cubrebocas puede ser efectivo para evitar la diseminación de las gotas respiratorias. La filtración para controlar los aerosoles pasa por cinco mecanismos:[24] sedimentación, impacto por inercia, intercepción, difusión y atracción electroestática. Para los aerosoles de 1 a 10 micras los primeros dos mecanismos de filtración son los predominantes. La difusión por movimiento browniano y la intercepción mecánica de partículas es el mecanismo predominante para las que miden entre 100 nanómetros y 1 micra. Para partículas en el rango de los nanómetros (que fácilmente escapan al tejido de las fibras) predomina la atracción electroestática.

### Mascarillas quirúrgicas

Estas máscaras son de tres capas que están hechas de un polímero fundido, más comúnmente polipropileno, colocado entre tela no tejida. No están diseñados para proteger al usuario de la inhalación de bacterias en el aire o partículas de virus y son menos efectivos que los respiradores, como las máscaras N95 o FFP, que proporcionan mejor protección debido a su material, forma y sellado hermético.[25] Respecto a las enfermedades virales respiratorias, como COVID-19, estas máscaras quirúrgicas se utilizan principalmente para el control de la fuente, están destinadas a evitar que el usuario infectado propague la enfermedad, las máscaras evitan que las partículas del virus infectado salgan a la luz.

Una máscara quirúrgica de alta calidad hecha según las regulaciones de Estados Unidos (hay muchas máscaras que no cumplen con los estándares de certificación de Estados Unidos) puede filtrar 99% de partículas de < 0.1 micras de tamaño. Sin embargo, el mal ajuste y la fuga de aire hacen que estas máscaras sean ineficientes. Sin embargo, estas máscaras no son efectivas para evitar que un usuario no infectado se infecte. Aun cuando se usan apropiadamente, las máscaras quirúrgicas tienen fugas de aire a su alrededor.[26] Esto hace que aunque el material sea muy eficiente, incluso 10 a 40% de las partículas pueden penetrar.[26] Hace poco Leung y colaboradores[27] demostraron que las mascarillas quirúrgicas son eficientes para reducir de forma significativa la emisión de ARN de coronavirus en gotas y aerosoles exhaladas de individuos sintomáticos, por lo que podrían usarse en pacientes para reducir la transmisión.

### N95 y máscaras equivalentes (KN95, FFP2, etc.)

A menudo se les llama respiradores. Están hechos con materiales superiores que pueden filtrar más de 95% de las partículas que son mayores de 0.3 micras. Estas máscaras generalmente se ajustan bien con mínimas fugas de aire, lo que las hace extremadamente efectivas.

Los trabajadores de la salud no infectados usan estas máscaras para evitar inhalar los aerosoles que se liberan de los pacientes COVID-19. Durante el invierno 2008/2009, se realizó un ensayo clínico con distribución al azar de 1441 trabajadores de la salud en 15 hospitales de Beijing. Los respiradores N95 sin prueba de ajuste fueron significativamente más protectores que las máscaras médicas contra la enfermedad respiratoria clínica. Las tasas de infección en el grupo de máscaras médicas fueron el doble que en el grupo N95.[28]

### Máscaras hechas en casa

El temor por la carencia de suficientes cubrebocas de grado médico para el personal de salud, el desconocimiento sobre la transmisión del SARS-CoV-2 por la vía aérea y la evidencia limitada sobre la transmisión del virus por pacientes pre


https://doi.org/10.24245/mim.v37i1.4790

o asintomáticos fueron factores causantes al inicio de la pandemia de que las autoridades sanitarias no hicieran recomendaciones sobre su uso generalizado. Pero cada vez en más países se hace obligatorio su uso.[29] Esto ha llevado a que la población general use cubrebocas hechos en casa con más frecuencia, lo que hace necesario conocer cuáles son los que ofrecen mayor eficiencia.

Estas mascarillas de ninguna manera se recomiendan para los trabajadores de la salud que se encuentran en contacto con pacientes COVID-19. Como se ha demostrado con la influenza, su uso por trabajadores de la salud lleva a mayor frecuencia de contagios que el uso de mascarillas quirúrgicas.[30] Portar un cubrebocas hecho en casa puede ayudar a impedir la diseminación de agentes infecciosos y en la situación de una pandemia donde la población general no tiene acceso a los N95 ni a las mascarillas quirúrgicas, el uso de cubrebocas hechos en casa puede ser una alternativa más a otras medidas de salud pública, que deben seguir implementadas, encaminadas a frenar los contagios.

Existen varios estudios de su eficiencia en donde se han probado diversos materiales. En 2008[31] se compararon cubrebocas hechos en casa de tela delgada en una sola capa, mascarillas quirúrgicas y N95. Se encontró que la protección ofrecida para el portador era 50 veces mayor para N95 *vs* cubrebocas hechos en casa y 25 veces mayor para mascarillas quirúrgicas *vs* cubrebocas hechos en casa. Esa eficiencia disminuía en mayor grado después de 3 horas de uso para los N95 y las mascarillas quirúrgicas. El grado de protección contra la diseminación al exterior de todos ellos era menor comparada con la protección al portador. Concluyeron que, aún así, los cubrebocas hechos en casa pueden ayudar junto con otras medidas a disminuir el número de reproducción y a controlar epidemias.

Rengasamy[32] realizó pruebas de laboratorio con diferentes materiales: cubrebocas hechos en casa de camisetas, toallas, bufandas y algodón, y las partículas a filtrar iban de 0.2 a 1 micra y compararon su eficacia con los N95. Para los N95 la penetración fue menor a 5%, mientras que para los otros materiales la penetración fue de 40-90%, por lo que la protección que ofrecen es baja para partículas de esas dimensiones. De nuevo, los materiales eran de una sola capa.

Davies[33] probó en 21 sujetos sanos con cubrebocas hechos en casa de camisetas de algodón. Ellos tosían con las mascarillas colocadas en una caja de donde se tomaban muestras para cultivos y comparaban contra sujetos con mascarillas quirúrgicas o sin cubrebocas. Fueron tan pocas las colonias obtenidas en los sujetos sin cubrebocas que no fue posible observar diferencias entre los grupos.

Bae[34] evaluó la efectividad de las mascarillas quirúrgicas (de tres capas de polipropileno) y de algodón (100% algodón de dos capas) para filtrar el SARS-CoV-2. A cuatro pacientes sintomáticos se les hacía toser sin cubrebocas, con mascarillas quirúrgicas y con cubrebocas de algodón. Se colocó una caja de Petri con medio de transporte viral a 20 cm de distancia. La cuenta viral con o sin cubrebocas prácticamente no mostró diferencias, por lo que los autores concluyeron en su discusión que ni las mascarillas quirúrgicas ni los cubrebocas de algodón filtraban de manera efectiva el SARS-CoV-2 durante la tos en pacientes infectados. Sin embargo, posteriormente, los autores se retractaron[35] porque los valores detectados de PCR estaban muy cercanos al límite de detección, por lo que esos valores no son confiables y sus resultados no eran interpretables.

Konda y colaboradores[24] estudiaron el funcionamiento de varias telas (naturales y sintéticas, algodón, seda, gasa, franela y sus combinacio-

nes) y el efecto de múltiples capas combinadas para evaluar los beneficios de los diferentes mecanismos de filtración sobre partículas en el rango de 10 nanómetros (nm) a 6 micras, con velocidades del aire de 35 y 90 L/min y los compararon con las N95 y las mascarillas quirúrgicas. La metodología usada para medir la eficiencia de la filtración fue la misma que la que se sigue para probar los N95 por parte del Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH por sus iniciales en inglés), que es la agencia federal en Estados Unidos encargada de evaluar y aprobar los N95. Cuando se usaron capas únicas la eficiencia de la filtración varió entre 5 y 80% para partículas menores a 300 nm y de 5 a 95% para las mayores a 300 nm. La eficiencia de filtración aumentó a valores superiores a 80% cuando se usaron capas híbridas múltiples (algodón-seda, gasa de algodón, franela de algodón, algodón-poliéster), aunque la diferencia de presión era un poco más alta que con el N95 y con las mascarillas quirúrgicas, lo que hacía un poco más difícil la respiración.

Los autores comentan que la mayor eficacia con las combinaciones puede ser el resultado del efecto mixto de la filtración mecánica y la electroestática. Esta eficiencia en los materiales estudiados fue casi similar a la observada con los N95. Las combinaciones de cuatro capas de seda, dos capas de gasa o híbridos de gasa/algodón mostraron eficiencias muy parecidas al material de los N95. Pero, para lograrlo, no debía existir fugas. Cuando estas fugas existían (por estar mal colocado o porque el diseño no permite que se adhiera por completo a la piel, como ocurre con las mascarillas quirúrgicas o los cubrebocas hechos en casa) la eficiencia disminuye de forma importante. **Cuadro 1**

O'Kelly[36] estudió la eficacia en la filtración de partículas ultrafinas (menores de 0.1 micras) de diferentes tipos de telas a velocidades similares a las observadas con la tos, alrededor de 15-20 metros por segundo (m/s) y lo compararon con mascarillas quirúrgicas y N95. Al igual que Konda,[24] observaron que algunas combinaciones tuvieron una capacidad de filtración superior a la observada con las mascarillas quirúrgicas y los N95.

**Cuadro 1**. Eficacia de filtración de diferentes materiales con un flujo de 35 L/min

| Tipo de cubrebocas/ material | Eficiencia (%) Partículas < 300 nm | Eficiencia (%) Partículas > 300 nm |
|---|---|---|
| N95 sin fuga | 85 ± 15 | 99.9 ± 0.1 |
| N95 con fuga | 34 ± 15 | 12 ± 3 |
| Mascarillas quirúrgicas sin fuga | 76 ± 22 | 99.6 ± 0.1 |
| Mascarillas quirúrgicas con fuga | 50 ± 7 | 44 3 |
| Gasa, 2 capas | 83 ± 9 | 90 ± 1 |
| Seda natural, 4 capas | 86 ± 5 | 88 ± 1 |
| Híbrido 1, algodón/gasa | 97 ± 2 | 99.2 ± 0.2 |
| Híbrido 2, algodón/seda sin fuga | 94 ± 2 | 98.5 ± 0.2 |
| Híbrido2, algodón/seda con fuga | 37 ± 7 | 32 ± 3 |
| Híbrido 3, algodón/ franela | 95 ± 2 | 96 ± 1 |

Modificado de la referencia 24.

En otro estudio[37] se usó un inhalador con agua destilada para generar gotas y aerosoles que fueron videograbados con cámaras de alta velocidad de 10 mil cuadros por segundo. Se evaluaron 11 diferentes marcas de cubrebocas hechos en casa y se compararon con mascarillas quirúrgicas. El inhalador también contenía nanopartículas fluorescentes de 100 nm (para simular el SARS-CoV-2 cuyo diámetro es de 70-100 nm). Los cubrebocas hechos en casa de una sola capa colocados a 25 mm del inhalador (para simular la velocidad de la tos) mostraron una eficiencia aproximadamente 70% contra 98.5% de las mascarillas quirúrgicas. La adición de una segunda o tercera capa incrementó la eficiencia


https://doi.org/10.24245/mim.v37i1.4790

a 94%. Colocados a 300 mm (para simular una velocidad similar a hablar 1-5 m/s) la eficiencia de los cubrebocas hechos en casa de una capa fue de 94 *vs* 99.7% para las mascarillas quirúrgicas. La adición de una segunda capa de nuevo incrementó la eficiencia a 94%. Al incrementar el número de capas se dificultaba un poco más la respiración, pero aún así, la evaluación de la dificultad para respirar era mayor con las mascarillas quirúrgicas que con los cubrebocas hechos en casa de dos o tres capas. El análisis de los videos de alta velocidad demuestra que el impacto inicial al simular la tos es de 17 m/s. Las gotas que logran atravesar la primera capa ven disminuida su velocidad a 9.6 m/s, lo que hace más fácil que sean atrapadas por la segunda capa de tejido. Los autores proponen que el mecanismo principal que contribuye al bloqueo de las gotas por los cubrebocas hechos en casa de varias capas es la disipación de energía. El SARS-CoV-2 (de aproximadamente 100 nm de diámetro) es transportado por gotitas de saliva, que tiene una viscosidad mucho más alta que el agua, por lo que requiere mayor energía para atravesar los poros. Por tanto, la eficiencia del bloqueo que observaron usando gotas y aerosoles de agua da una estimación muy conservadora de la eficiencia que los materiales probados pueden tener para bloquear las gotas de saliva.

Estos trabajos aportan datos importantes al debate científico sobre el posible uso de determinadas mascarillas de tela para filtrar partículas del tamaño de bioaerosoles, con eficiencia de filtración cercana a la de las mascarillas médicas. Por tanto, las fibras finas, las telas de tejido apretado, la superficie de la fibra con efectos electrostáticos y las composiciones híbridas pueden potencialmente resultar en una filtración eficiente hasta una escala nanométrica (10 nm), incluidos los bioaerosoles.

Estudios de microscopia[38] demuestran que la capacidad de filtración disminuye hasta en 20% después de cuatro ciclos de lavado y secado en relación con la eficacia inicial, pues se incrementa el tamaño de los poros.

Ma[39] evaluó la eficacia de tres tipos de cubrebocas para bloquear el virus de la influenza aviar. Se utilizó este virus para semejar al SARS-CoV-2 porque ambos miden entre 80 y 120 nm y tienen una forma esférica pleomórfica con espículas. Con un nebulizador capaz de generar aerosoles predominantemente de menos de 5 micras, se probaron un N95, una mascarilla quirúrgica y un cubrebocas hecho en casa a base de poliéster con una capa más de papel de cocina de cuatro capas (Hengan Company, Fujian, China; cada capa contiene tres capas delgadas). El N95 bloqueó 99.89% del virus, la mascarilla quirúrgica 97.1% y el cubrebocas hecho en casa 95.1%. Una ventaja con el papel de cocina es que puede cambiarse frecuentemente.

Como hemos visto, la eficiencia de los materiales mixtos es muy alta. Pero como se ha comentado, también influyen otros factores, como su diseño y la manera como es colocado por quien lo porta. En el diseño de las mascarillas quirúrgicas y los cubrebocas hechos en casa, por no quedar bien adheridos a la piel, tienen fugas y éstas hacen que la eficiencia disminuya, como ya se demostró en estudios previos. Para tratar de disminuir las fugas y mejorar la eficiencia, se han reportado dos técnicas cuyo objetivo es incrementar la adherencia a la cara (los estudios se han realizado en mascarillas quirúrgicas, pero las técnicas, por ser muy simples, se pueden aplicar a los cubrebocas hechos en casa). La primera consiste en colocar una media de nylon[40] sobre el cubrebocas (**Figura 1**). Con esto, se mejora el ajuste del cubrebocas subyacente. Los resultados muestran que al colocarse la mascarilla quirúrgica con su diseño original, la eficiencia de filtración fue de 50-75%, mientras que al colocarse la media de nylon sobre las mascarillas quirúrgicas, la filtración observada fue de 86-90% (**Cuadro 2**). Con

**Figura 1.** A la media se le hace un corte longitudinal parcial en ambos extremos para crear unas cintas (**A**), con las cuales se podrá anudar en la región occipital (**B**), ajustándola para cubrir desde la nariz hasta el mentón (**C**).
Idea tomada de la referencia 40.

esto se demuestra que la capacidad de filtración mejora en relación con su forma de colocación habitual y que las diferencias observadas al inicio (50-75% de filtración) se deben a la calidad de adherencia a la piel y no a la calidad del material.[40]

**Cuadro 2.** Eficiencia promedio de eliminación de partículas menores de 10 micras para cada cubrebocas con y sin media de nylon para formar un sello hermético.

| | Colocación normal | Nylon sobre cubrebocas |
|---|---|---|
| N95 | 99% | - |
| N95 sin ajustar | 90% | 95% |
| Cubrebocas Q 1 | 75% | 90% |
| Cubrebocas Q 2 | 60% | 86% |
| Cubrebocas Q 3 | 50% | 86% |

Con datos tomados de la referencia 40.

La segunda técnica consiste en hacer una pequeña cadena de tres ligas para incrementar el ajuste del cubrebocas a la cara (**Figura 2**). Utilizando tecnología para certificar los N95, Runde[41] demostró que de esta manera era posible incrementar la eficiencia de filtración con resultados similares a los observados con los N95.

Lo anterior no significa que se pretenda el uso de los cubrebocas hechos en casa para los trabajadores de la salud, sino que demuestra que hay maneras de incrementar la eficiencia de los materiales híbridos.

## MODELOS MATEMÁTICOS

Se han realizado modelos matemáticos para tratar de predecir el efecto de las medidas no farmacológicas para tratar de mitigar la pandemia.[42] El uso de mascarillas quirúrgicas (con eficacia estimada de más de 70%) podría haber eliminado la pandemia en Nueva York si al menos lo hubieran podido utilizar 70% de los ciudadanos. Con el uso de cubrebocas hechos en casa (con eficacia estimada menor a 30%, aunque como ya hemos visto, esta eficacia puede ser mayor con cubrebocas hechos en casa de varias capas y mezcla de telas[24]) también podría haberse logrado la disminución significativa del número de casos, sin eliminar la pandemia. Pero si se incluían otras variables de prevención no farmacológicas (lavado de manos, distancia social, etc.) en el modelo matemático asociado con el uso de cubrebocas hechos en casa con eficacia calculada de 30% podría también haberse eliminado la pandemia.

Otro modelo[43] que usó los datos de la dinámica de contagios de Nueva York y de Washington mostró que con el uso de cubrebocas hechos en casa con eficiencia de 50% usados por 80% de la población, la mortalidad podría haberse reducido en 17 a 45% en un periodo de dos meses.


https://doi.org/10.24245/mim.v37i1.4790

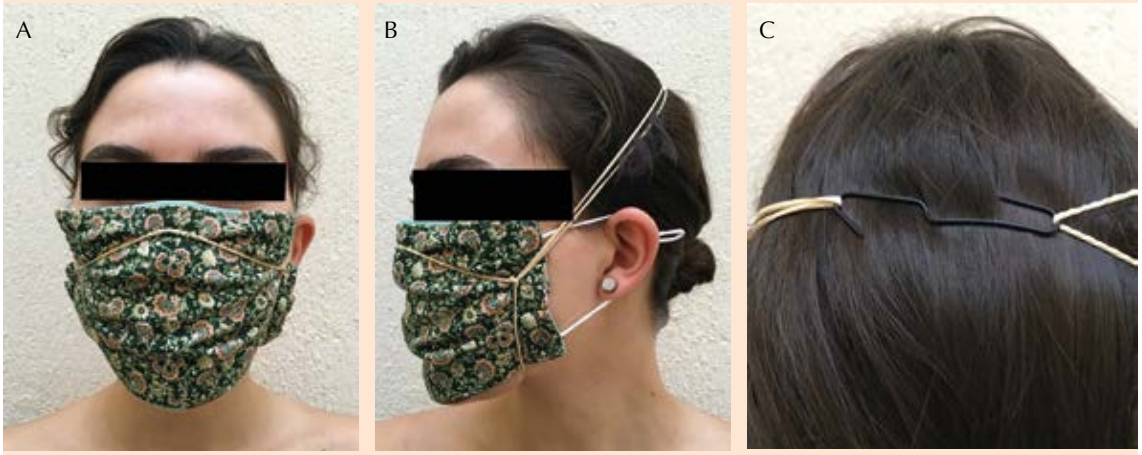


**Figura 2.** Con una cadena hecha con tres ligas se adhiere el cubrebocas a la nariz y al mentón **(A y B)**; para disminuir la tensión de las ligas se sujetan con un clip en la cabeza **(C)**.
Idea tomada de la referencia 41.

En el modelo de Worby y Chang[44] se simula la distribución y el uso de cubrebocas hechos en casa. Si esto se hiciera en forma generalizada al azar en la población general los resultados serían subóptimos en comparación con su distribución y uso entre la población adulta mayor.

## EFECTO EN LA POBLACIÓN

En China[45] durante la epidemia del SARS se realizó un estudio de casos y controles que comparó la exposición de 94 casos que no habían tenido contacto con pacientes, con 281 casos contagiados con contactos cercanos. Se encontró que en esos 94 pacientes los factores de riesgo fueron: haber visitado clínicas con pacientes que posiblemente tenían SARS, comer fuera de casa y viajar en taxi frecuentemente. El uso de cubrebocas fue un factor de protección significativo que redujo en 70% la probabilidad de contagio.

En relación con el COVID-19, se realizó en Hong Kong[46] un análisis epidemiológico de casos confirmados especialmente en personas contagiadas que usaban o no cubrebocas. Además, se comparó la incidencia por millón de habitantes en Hong Kong y de otros países con densidades de población, sistemas de salud pública y medidas de distancia social similares, pero cuya población general no utilizaba de forma rutinaria el cubrebocas. La incidencia en Hong Kong (129 casos por millón de habitantes) fue significativamente menor ($p < 0.001$) que en España (2983), Italia (2250), Alemania (1241), Francia (1151), Estados Unidos (1102), Reino Unido (831), Singapur (259) y Corea del Sur (200). El cumplimiento en el uso del cubrebocas en el público general fue de 96% (intervalo: 95.7-97.2%). Observaron 11 brotes en lugares de recreación donde no era obligado el uso del cubrebocas contra solo 3 brotes en lugares de trabajo donde era obligado su uso ($p = 0.036$). El uso tan extendido del cubrebocas en Hong Kong después de que se reportó el primer caso de COVID-19 probablemente se debe a la mala experiencia que dejó en la población la epidemia del SARS.

Zhang y colaboradores[47] demostraron que las medidas, como el distanciamiento social, fueron insuficientes en Italia y Nueva York para detener la transmisión y cuando se implementó el uso del cubrebocas se logró disminuir la diseminación. Compararon el número de nuevos casos en todo Estados Unidos (excluyendo la ciudad de Nueva York) y los de la ciudad de Nueva York del 1 de marzo al 9 de mayo de 2020. A partir del 17 de abril, fecha en que se hizo obligatorio el uso de cubrebocas en Nueva York, hubo una reducción de 3% por día, en contraste con el resto de Estados Unidos donde hubo aumento de 0.3% de casos por día. En Italia se hizo obligado el uso del cubrebocas a partir del 6 de abril de 2020. En el análisis realizado, calculan que en Nueva York se redujo el número de casos en aproximadamente 66,000 entre el 17 de abril y el 9 de mayo, y en Italia entre el 6 de abril y el 9 de mayo se evitaron 78,000 nuevos casos.

Lyu[48] realizó un estudio que proporciona evidencia de un experimento natural (así lo denominan los autores) sobre el efecto que tuvo el uso de cubrebocas hechos en casa por la población general en 15 estados más Washington D.C. en donde se hizo obligatorio el uso del cubrebocas y se comparó con el resto de los estados en donde solo se hicieron recomendaciones generales sobre su uso. Observaron disminución significativa, en la que el porcentaje de nuevos casos se redujo en 0.9, 1.1, 1.4, 1.7 y 2% entre los días 1-5, 6-10, 11-15, 16-20 y 21 o más a partir del uso obligatorio del cubrebocas. Todas estas disminuciones fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$ o menos). Calculan que entre el 8 de abril y el 15 de mayo de 2020 se lograron evitar entre 230,000 y 450,000 nuevos casos.

En la provincia alemana de Jena,[49] a partir de que se hizo obligatorio el uso del cubrebocas, el número de nuevos casos disminuyó en un ritmo de 1.32% por día (casi 25% en 20 días). Cuando se hizo un análisis de los cambios por grupos de edad, los que más beneficios obtuvieron fueron los sujetos mayores de 60 años, en quienes se logró una reducción en la transmisión de casi 50% durante el periodo de 20 días, mientras que en los menores de 60 años la reducción varió entre 10 y 20%.

Leffler[50] realizó un análisis multivariado de los posibles predictores de la mortalidad en 200 países. Las variables incluidas fueron: edad, sexo, prevalencia de obesidad, clima, urbanización, tabaquismo, duración de la infección en el país, suspensión de actividades, pruebas virales, políticas de seguimiento de contactos y normas para el uso de cubrebocas en la población general. La duración de la infección en el país y la proporción de personas de más de 60 años se asociaron con mayor mortalidad *per capita*, mientras que el uso de cubrebocas por la población general se asoció negativamente con la mortalidad (todos con $p < 0.001$). En los países donde por norma cultural o por política gubernamental el público usaba el cubrebocas, la mortalidad *per capita* se incrementó en promedio 15.8% por semana, mientras que en el resto de los países se elevó en 62.1% por semana.

Wang[51] reportó los resultados de un estudio retrospectivo de cohortes de 335 personas de 124 familias en donde había por lo menos un caso primario confirmado de COVID-19. La frecuencia de casos secundarios a nivel intrafamiliar fue de 23% (77/335). El uso de cubrebocas por el caso primario y los familiares antes de que el paciente primario manifestara síntomas logró reducir el riesgo de transmisión en 79%. Usar diariamente desinfectantes basados en cloro o etanol redujo el riesgo en 77%. Si el caso primario tenía diarrea o permanecía en contacto cercano, definido como estar a menos de 1 metro de distancia (ver televisión juntos o comer en la misma mesa) incrementaron el riesgo de manera significativa. El número promedio de miembros de cada familia era de 4 (intervalo:


https://doi.org/10.24245/mim.v37i1.4790

2-9) en la que convivían niños y ancianos juntos, por lo que las medidas de prevención no farmacológicas (distancia social, lavado de manos frecuente, uso de desinfectantes y uso de cubrebocas) son de utilidad.

En un metanálisis de 172 estudios observacionales y 44 estudios comparativos, Chu[52] demostró que la distancia mayor a 1 metro, la protección ocular y el uso de cubrebocas ayudan a reducir el riesgo de adquirir la infección. Usar una mascarilla quirúrgica, un N95 o un cubrebocas hecho en casa multicapa de algodón se asoció con disminución de riesgo (RR 0.34, IC 0.26 a 0.45).

Sabemos que, asociado con el impacto sanitario, la necesidad del cierre de actividades para disminuir la transmisión de la enfermedad ha provocado un efecto económico severo en todo el mundo. El grupo Goldman-Sachs[53] reportó una caída del producto interno bruto en Estados Unidos de 17% en el periodo enero-abril de 2020. Si en todo Estados Unidos se hiciera obligatorio el uso del cubrebocas la disminución de los contagios sería de 0.6-0.7% por cada siete días, en lugar del incremento observado de 2.9% cada siete días en el periodo. Para lograr el mismo resultado sin hacer obligatorio el uso del cubrebocas, tendrían que volver al cierre de actividades que provocaría una caída del PIB de 5%.

## CUBREBOCAS Y TEORÍA DE LA VARIOLIZACIÓN

La variolización es el proceso donde los sujetos susceptibles a la viruela eran inoculados con material tomado de las vesículas de pacientes infectados con la intención de causar una infección leve y lograr la inmunidad.[54] La teoría de la patogénesis viral sostiene que la gravedad de la enfermedad es proporcional al inóculo viral recibido. Estudios en hámsteres han mostrado que la gravedad y mortalidad es proporcional a la dosis administrada del virus SARS-CoV-2.[55] Como hemos visto, ningún cubrebocas es 100% eficaz por factores del material, el diseño o por cómo se usa. De esta forma, es posible que los sujetos susceptibles que porten un cubrebocas queden expuestos a inóculos virales menores. Esto lo demostró a nivel experimental Chan,[56] que colocó hámsteres infectados y otros sanos en dos cajas separadas con paredes porosas, que recibieron un flujo de aire unidireccional de los enfermos hacia los sanos. En este caso, 66.7% de los hámsteres sanos resultaron infectados. Los autores repitieron el experimento cubriendo la pared porosa con tela de mascarilla quirúrgica, con lo que la frecuencia de infección se redujo a 16.7%. Al ser sacrificados, los cambios histopatológicos fueron menores en comparación con los hámsteres de la caja sin protección de tela de mascarillas quirúrgicas.

De acuerdo con esta teoría, los cubrebocas ayudan a que los sujetos susceptibles queden expuestos a inóculos virales menores y así haya con más frecuencia casos asintomáticos o leves. Se calcula que la frecuencia de casos asintomáticos era de aproximadamente 40% en julio, pero que en lugares donde el uso del cubrebocas es generalizado, la frecuencia ronda 80%.[54] En el crucero Diamond, donde se reportó uno de los primeros brotes de COVID-19, solo 20% de los casos fueron asintomáticos. Recientemente, otro crucero en Argentina en donde a todos los pasajeros se les dio una mascarilla quirúrgica y el personal del barco portaba N95 los casos asintomáticos representaron 81%.[54] Brotes recientes en plantas de procesamiento de alimentos en Oregon[57] y en Arkansas,[58] donde todos los trabajadores portaban cubrebocas mostraron una frecuencia de 95% de casos asintomáticos.

Esta teoría muestra otra perspectiva sobre las ventajas del uso del cubrebocas de manera universal basada en la vieja teoría del inóculo viral.

Aunque no directamente relacionado con los cubrebocas, es importante conocer qué papel pueden tener otras medidas de prevención como el estornudo de etiqueta y las caretas.

## MANIOBRA DE ETIQUETA

Esta maniobra ampliamente aceptada, sobre todo a partir de la epidemia del SARS, muestra un dilema: ¿cómo es tan popular sin haber una evidencia que sustente su utilidad? La definición de higiene respiratoria/ME es: cubra la boca y nariz con su brazo, codo o antebrazo. Zayas y colaboradores[59] realizaron una revisión y no encontraron ninguna publicación científica que la documentara, a pesar de ser ampliamente recomendada por diversas autoridades en salud pública. Ante esto, realizaron un estudio con voluntarios en quienes mediante un análisis cuantitativo de láser de difracción midieron las gotas emitidas durante tres eventos de tos cubriéndose la boca y nariz con ambas manos y con el antebrazo/codo. Ninguna de las maniobras fue eficaz para bloquear la liberación y dispersión de gotas de diferentes diámetros.

Con una técnica sumamente sensible para visualizar el flujo mediante gradientes de densidad se analizaron diferentes métodos para cubrir la boca al toser. Sin cubrebocas, el flujo atraviesa hasta 3 metros, con mascarilla quirúrgica la distancia disminuye entre 0.5 y 1.5 metros, con un N95 la distancia va de 0.1 a 0.25 metros. La ME con el brazo cubierto con la manga de la camisa reduce sustancialmente la eyección del flujo en comparación de la ME sin la manga. No fue posible calcular la distancia ya que el flujo es dispersado en múltiples direcciones al cubrir la boca con la maniobra de etiqueta.[60]

## CARETAS

Para una protección adecuada deben cubrir por debajo del mentón, las orejas y deben quedar pegadas a la frente. Sus ventajas son que pueden usarse en forma indefinida, se limpian fácilmente con agua y jabón o desinfectantes de uso común y evitan que el portador se toque la cara.[61]

Con el uso de simuladores de paciente y sujeto expuesto, Lindsley[62] investigó la exposición a las gotas, aerosoles y la eficacia de las caretas. Con una separación de 46 cm la careta redujo la exposición a partículas de 8.5 micras en 96% inmediatamente después de la tos, con partículas de 3.4 micras la eficacia fue de 68%. En un periodo de entre 1 y 30 minutos después de la tos, una vez que los aerosoles se han dispersado y las partículas mayores han caído, las caretas redujeron la inhalación de aerosoles en solo 23%. Aunque la careta logra reducir la exposición inicial, no protege contra los aerosoles que permanecen flotando en el ambiente.

En la India[63] trabajadores de la salud comunitarios que daban asesoría a sujetos asintomáticos pero que habían estado en contacto con familiares enfermos fueron vigilados clínicamente y con pruebas seriadas de PCR para SARS-CoV-2. Los trabajadores portaban guantes, mascarillas quirúrgicas y usaban antiséptico basado en alcohol. De 60 trabajadores que visitaron 5880 casas hubo 12 (19%) que en un periodo de dos meses fueron contagiados. En otros 50 trabajadores que visitaron 11,228 casas y además portaban caretas no hubo ningún contagio. Las caretas, aunque no deben sustituir a los cubrebocas, pueden ser un coadyuvante de utilidad para reducir los contagios.

El cambio en el paradigma de no recomendarse el uso del cubrebocas a promover de manera generalizada su uso se ha basado en el conocimiento de la diseminación del SARS-CoV-2 en la fase pre-sintomática y en los pacientes asintomáticos con altas cargas virales. Las presiones generadas por la comunidad científi-


https://doi.org/10.24245/mim.v37i1.4790

fica[64] para que se reconociera a los aerosoles como el factor determinante en la dispersión de la enfermedad finalmente han provocado que la CDC reconociera este hecho, aunque posteriormente el comunicado fue borrado de su página web, lo que generó consternación en la comunidad médica.[65] Las declaraciones iniciales de la OMS eran no concluyentes o confusas porque recomendaban el uso de cubrebocas solo para los sujetos con síntomas sugerentes de COVID-19 para evitar la escasez de cubrebocas entre los trabajadores de la salud,[66] a pesar de que en otra declaración de 2019 la misma OMS recomendaba el uso de cubrebocas en la población general en presencia de una pandemia severa ya que aun su protección parcial podría tener un efecto importante en la transmisión.[67] Como hemos visto, el uso de cubrebocas sirve para prevenir la dispersión de gotas y aerosoles y para proteger al portador de la contaminación del exterior. Algunos consideran que no existen estudios aleatorios, doble ciego[68] que hayan demostrado su eficacia en la comunidad. Toda la información indirecta que existe, en presencia de una pandemia como la de COVID-19, debe ser un argumento que logre convencer a la mayoría para promover su uso. Otros consideran que su uso puede ser contraproducente al generar confianza desmedida y a su mal empleo, pero esto puede combatirse con intensas campañas de educación. En 2005[69] la UNESCO declaró que "cualquier actividad que pueda provocar un daño moralmente inaceptable, que es científicamente plausible pero incierto, deberá llevar a tomar medidas para disminuir o evitar ese daño. Esos riesgos moralmente inaceptables son los daños provocados al medio ambiente, a la salud o la vida de los humanos". Éste es el "principio de precaución", que debemos llevar a cabo si queremos que la población no pague con su vida, su salud y con todas las demás repercusiones, como las económicas.

## REFERENCIAS


1. Zhu N, Zhang D, Wang W, Li X, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. N Engl J Med 2020; 382: 727-733. doi. 10.1056/NEJMoa2001017.
2. Bourouiba L. Turbulent gas clouds and respiratory pathogen emissions potential implications for reducing transmission of COVID-19. JAMA 2020; 323: 1837-1838. doi. 10.1001/jama.2020.4756.
3. Jennison MW. Atomizing of mouth and nose secretions into the air as revealed by high-speed photography. Aerobiology. 17th ed. Washington: American Association for the Advancement of Science, 1942: 106-28.
4. Chao CYH, Wan MP, Morawska L, Johnson GR, et al. Characterization of expiration air jets and droplet size distributions immediately at the mouth opening. J Aerosol Sci 2009; 40: 122-133. https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2008.10.003.
5. Marr LC, Tang JW, Van Mullekom J, Lakdawala SS. Mechanistic insights into the effect of humidity on airborne influenza virus survival, transmission and incidence. J R Soc Interface 2019; 16 (150): 20180298. doi. 10.1098/rsif.2018.0298.
6. Moser MR, Bender TR, Margolis HS, Noble GR, et al. An outbreak of influenza aboard a commercial airliner. Am J Epidemiol 1979; 110: 1-6. doi. 10.1093/oxfordjournals.aje.a112781.
7. Olsen SJ, Chang HL, Cheung TYY, Tang AFY, et al. Transmission of the severe acute respiratory syndrome on aircraft. N Engl J Med 2003; 349: 2416-22. doi. 10.1056/NEJMoa031349.
8. Wenzel RP. Airline travel and infection. N Engl J Med 1996; 334: 981-2. doi. 10.1056/NEJM199604113341509.
9. Yu ITS, Li Y, Wong T W, Tam W, et al. Evidence of airborne transmission of the severe acute respiratory syndrome virus. N Engl J Med 2004; 350: 1731-9. doi. 10.1056/NEJMoa032867.
10. Santarpia JL, Rivera DN, Herrera VM, Morwitzer MJ, et al. Transmission potential of SARS-CoV-2 in viral shedding observed at the University of Nebraska Medical Center. medRxiv 2020. doi. https://doi.org/10.1101/2020.03.23.20039446.
11. Graham B. Virus spread that's left scientists baffled. Daily Examiner. Publicada el 11 de marzo 2020.https://www.dailyexaminer.com.au/news/virus-spread-thatsleft-scientists-baffled/3965731/
12. Li Y, Qian H, Hang J, Chen X, et al. Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant. medRxiv preprint. doi. https://doi.org/10.1101/2020.04.16.20067728.
13. Setti L, Passarini F, De Gennaro G, Barbieri P, et al, SARS-Cov-2 RNA found on particulate matter of Bergamo in Northern Italy: First preliminary evidence. Environ Res. 10.1016/j.envres.2020.109754 (2020).0013-9351.

14. Park SY, Kim YM, Yi S, Lee S, et al. Coronavirus disease outbreak in call center, South Korea. Emerg Infect Dis 2020. https://doi.org/10.3201/eid2608.201274.
15. Hamner L, Dubbel P, Capron I, Ross A, et al. High SARS-CoV-2 attack rate following exposure at a choir practice — Skagit county, Washington, March 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2020; 69 (19): 606-610.
16. Decenas de personas contagiadas tras una misa en Fráncfort. AFP, 23 de mayo 2020.
17. Anfinrud P, Stadnytskyi V, Bax C, Bax A. Visualizing speech-generated oral fluid droplets with laser light scattering. N Eng J Med 2020; 382: 2061-2063. doi. 10.1056/NEJMc2007800.
18. Endo A, Centre for the Mathematical Modelling of Infectious Diseases COVID-19 Working Group, Abbott S et al. Estimating the overdispersion in COVID-19 transmission using outbreak sizes outside China. Wellcome Open Res 2020; 5: 67. doi. 10.12688/wellcomeopenres.15842.3.
19. Miller D, Martin MA, Harel N, Kustin T, et al. Full genome viral sequences inform patterns of SARS-CoV-2 spread into and within Israel. Medrxiv 2020. doi. https://doi.org/10.1101/2020.05.21.20104521.
20. Adam DC, Cowling BJ. Just stop the superspreading. The New York Times, June 2, 2020.
21. Yusef D, Hayajneh W, Awad S, Momany S, et al. Large outbreak of coronavirus disease among wedding attendees, Jordan. Emerg Infect Dis 2020; 26 (9): 2165-2167. doi. 10.3201/eid2609.201469.
22. He X, Lau EHY, Wu P, Deng X, et al. Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19. Nat Med 2020; 26 (5): 672-675.
23. Strasser BJ, Schlich T. A history of the medical mask and the rise of throwaway culture. Lancet 2020. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31207-1.
24. Konda A, Prakash A, Moss GA, Schmoldt M, et al. Aerosol filtration efficiency of common fabrics used in respiratory cloth masks. ACS Nano 2020; 14 (5): 6339-6347. https://doi.org/10.1021/acsnano.0c03252.
25. Hospital Respiratory Protection Program Toolkit. http://www.cdc.gov/niosh/docs/2015-117/pdfs/2015-117.pdf.
26. Oberg T, Brosseau LM. Surgical mask filter and fit performance. Am J Infect Control 2008; 36 (4): 276-82. doi. 10.1016/j.ajic.2007.07.008.
27. Leung NHL, Chu DKW, Shiu EYC, Chan KH, et al. Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. Nat Med 2020; 26 (5): 676-680.
28. MacIntyre CR, Wang Q, Cauchemez S, Seale H, et al. A cluster randomized clinical trial comparing fit-tested and non-fit-tested N95 respirators to medical masks to prevent respiratory virus infection in health care workers. Influenza Other Respir Viruses 2011; 5 (3): 170-179. doi. 10.1111/j.1750-2659.2011.00198.x.
29. Which countries have made wearing face masks compulsory?. Al Jazeera 17 agosto 2020.
30. MacIntyre CR, Seale H, Dung TC, Tran-Hien N, et al. A cluster randomised trial of cloth masks compared with medical masks in healthcare workers. BMJ Open 2015; 5: e006577. doi. 10.1136/ bmjopen-2014-006577.
31. van der Sande, Teunis P, Sabel R. Professional and home-made face masks reduce exposure to respiratory infections among the general population. PLoS One 2008; 3 (7): e2618. doi. 10.1371/journal.pone.0002618.
32. Rengamasy S, Eimer B, Shaffer RE. Simple respiratory protection—evaluation of the filtration performance of cloth masks and common fabric materials against 20-1000 nm size particles. Ann Occup Hyg 2010; 54: 789-798. https://doi.org/10.1093/annhyg/meq044.
33. Davies A, Thompson KA, Giri K, Kafatos G, et al. Testing the efficacy of homemade masks: Would they protect in an influenza pandemic? Disaster Med Public Health Prep 2013; 7 (4): 413-418. doi. 10.1017/dmp.2013.43.
34. Bae S, Kim MC, Kim JY, Cha HH, et al. Effectiveness of surgical and cotton masks in blocking SARS-CoV-2: A controlled comparison in 4 patients. Ann Intern Med 2020; M20-1342. doi. 10.7326/M20-1342.
35. Bae S, Kim MC, Kim JY, Cha HH, et al. Notice of retraction: Effectiveness of surgical and cotton masks in blocking SARS-CoV-2. Ann Intern Med 2020: L20-0745. doi. 10.7326/L20-0745.
36. O'Kelly E, Pirog S, Ward J, Clarkson P. Ability of fabric facemasks materials to filter ultrafine particles at coughing velocitiy. medRxiv 2020. doi. https://doi.org/10.1101/2020.04.14.20065375.
37. Aydin O, Emon B, Cheng S, Hong L, et al. Performance of fabrics for home-made masks against the spread of COVID-19 through droplets: A quantitative mechanistic study. Extreme Mechanics Letters 2020; 40: 100924. https://doi.org/10.1016/j.eml.2020.100924.
38. Neupane BB, Mainali S, Sharma A, Giri B. Optical microscopic study of surface morphology and filtering efficiency of face masks. Peer J 2019; 7: e7142 doi. 10.7717/peerj.7142.
39. Ma Q, Shan H, Zhang H, Li G, et al. Potential utilities of mask-wearing and instant hand hygiene for fighting SARS-CoV-2. J Med Virol 2020; 92: 1567-1571. doi. 10.1002/jmv.25805.
40. Mueller AV, Eden MJ, Oakes JM, Bellini C, et al. Quantitative method for comparative assessment of particle removal efficiency of fabric masks as alternatives to standard surgical masks for PPE. Matter 2020; 3: 950-962. https://doi.org/10.1016/j.matt.2020.07.006.
41. Runde DP, Harland KK, Heukelom PV, Faine B, et al. The "double eights mask brace" improves the fit and protection of a basic surgical mask amidst Covid-19 pandemic. medRxiv preprint 2020. doi. https://doi.org/10.1101/2020.05.18.20099325.
42. Ngonghala CN, Iboi E, Eikenberry S, Scotch M, et al. Mathematical assessment of the impact of non-pharmaceutical interventions on curtailing the 2019 novel coronavirus. Math Biosci 2020; 325: 108364. doi. 10.1016/j.mbs.2020.108364.



https://doi.org/10.24245/mim.v37i1.4790

43. Eikenberry SE, Mancuso M, Iboi E, Phan T, 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 2020; 5: 293-308. doi. 10.1016/j.idm.2020.04.001.
44. Worby CJ, Chang HH. Face mask use in the general population and optimal resource allocation during the COVID-19 pandemic. Nat Commun 2020; 11 (1): 4049. doi. 10.1038/s41467-020-17922-x.
45. Wu J, Xu F, Zhou W, Feikin D R, et al. Risk factors for SARS among persons without known contact with SARS patients, Beijing, China. Emerg Infect Dis 2004; 10: 210-6.
46. Cheng VC, Wong SC, Chuang VWM, So SYC, Chen JHK, et al. The role of community-wide wearing of face mask for control of coronavirus disease 2019 (COVID-19) epidemic due to SARS-CoV-2. J Infect 2020; 81 (1): 107-114.doi. 10.1016/j.jinf.2020.04.024.
47. Zhang R, Lib Y, Zhang AL, Wang Y, et al. Identifying airborne transmission as the dominant route for the spread of COVID-19. Proc Natl Acad Sci USA 2020; 202009637.doi. 10.1073/pnas.2009637117.
48. Lyu BW, Wehby GL. Community use of face masks and COVID-19: Evidence from a natural experiment of state mandates in the US. Health Aff (Millwood) 2020; 39 (8): 1419-1425. doi. 10.1377/hlthaff.2020.00818.
49. Mitze T, Kosfeld R, Rode J, Wälde K. Face mask considerably reduce COVID-19 cases in Germany. A synthetic control method approach. Institute of Labor Economics 2020; 13319: 1-31.
50. Leffler CT, Ing EB, Lykins JD, et al. Association of country-wide coronavirus mortality with demographics, testing, lockdowns, and public wearing of masks. medRxiv 2020. doi. https://doi.org/10.1101/2020.05.22.20109231.
51. Wang Y, Tian H, Zhang L, Zhang M, et al. Reduction of secondary transmission of SARS-CoV- 2 in households by face mask use, disinfection and social distancing: a cohort study in Beijing, China. BMJ Global Health 2020; 5: e002794. doi. 10.1136/ bmjgh-2020-002794.
52. Chu DK, Akl EA, Duda S, Solo K, et al. 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 2020; 395:1973-1987. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31142-9.
53. Hatzius J, Struyven D, Rosenberg I. Face masks and GDP. 2020 topics: COVID-19 | Economic Outlooks. Goldman Sachs Research.
54. Gandhi M, Rutherford GW. Facial masking for Covid-19 — Potential for "variolation" as we await a vaccine. N Engl J Med 2020; 2020; 383: e101. doi. 10.1056/NEJMp2026913.
55. Imai M, Iwatsuki-Horimoto K, Hatta M, et al. Syrian hamsters as a small animal model for SARS-CoV-2 infection and countermeasure development. Proc Natl Acad Sci USA 2020; 117: 16587-95. https://doi.org/10.1073/pnas.2009799117.
56. Chan JFW, Yuan S, Zhang AJ, Poon VKM, et al. Surgical mask partition reduces the risk of non-contact transmission in a golden Syrian hamster model for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Clin Infect Dis 2020; 71: 2139-2149. https://doi.org/10.1093/cid/ciaa644.
57. 124 COVID-19 cases reported at Pacific Seafood in Newport. KGW. June 8, 2020. Newport, Oregon. Accessible at: https://www.kgw.com/article/news/health/coronavirus/pacific-seafood-outbreak-increases-to-124-covid-19-cases/283-ffeb0712-76c0-45ea-b6c8-b7644def0ad1
58. Hundreds test positive at Tyson Foods plant in Arkansas as China suspends imports. June 22, 2020. Associated Press. https://www.latimes.com/world-nation/story/2020-06-22/hundreds-test-positive-coronavirus-tyson-foods-plant-arkansas.
59. Zayas G, Chiang MC, Wong E, MacDonald F, et al. Effectiveness of cough etiquette maneuvers in disrupting the chain of transmission of infectious respiratory diseases. BMC Public Health 2013, 13: 811. doi. 10.1186/1471-2458-13-811.
60. Simha PP, Moham PS. Universal trends in human cough airflows at large distances. Phys Fluids 2020; 32: 081905. https://doi.org/10.1063/5.0021666.
61. Perencevich EN, Deikema DJ, Edmond MB. Moving personal protective equipment into the community face shields and containment of COVID-19. JAMA 2020; 323 (22): 2252-2253. doi. 10.1001/jama.2020.7477.
62. Lindsley WG, Noti JD, Blachere FM, Szalajda JV, et al. Efficacy of face shields against cough aerosol droplets from a cough simulator. J Occup Environ Hyg 2014; 11: 509-518. doi. 10.1080/15459624.2013.877591.
63. Bhaskar ME, Arun S. SARS-CoV-2 infection among community health workers in India before and after use of face shields. JAMA 2020; e2015586. doi. 10.1001/jama.2020.15586.
64. Morawska L, Milton DK. It is time to address airborne transmission of COVID-19. Clin Infect Dis 2020; ciaa939. doi. 10.1093/cid/ciaa939.
65. Mandavilli A. Advice on virus transmission vanishes from CDC website. The New York Times, 21 septiembre 2020.
66. World Health Organisation. Advice on the use of masks in the context of covid-19: Interim guidance. 6 Apr 2020. https://www.who.int/publications-detail/advice-on-the-use-of-masksin-the-community-during-home-care-and-in-healthcare-settings-in-the-context-of-thenovel-coronavirus-(2019-ncov)-outbreak.
67. World Health Organisation. Non-pharmaceutical public health measures for mitigating the risk and impact of epidemic and pandemic influenza. 2019. https://www.who.int/ influenza/publications/public_health_measures/publication/en/.).
68. Qaseem A, Etxeandia-Ikobaltzeta I, Yost J, Miller MC, et al. Use of N95, surgical, and cloth masks to prevent COVID-19 in health care and community settings: Living practice points from the American College of Physicians (Version 1). Ann Intern Med 2020; M20-3234. doi. 10.7326/M20-3234.
69. World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology. The Precautionary Principle . UNESCO.2005