

## Dos metros o uno: ¿cuál es la evidencia del distanciamiento físico en COVID-19?

**Las reglas rígidas de distanciamiento seguro son una simplificación excesiva basada en ciencia obsoleta y experiencias de virus pasados, argumentan Nicholas R Jones y sus colegas.**

Nicholas R Jones, Zeshan U Qureshi, <sup>2</sup> Robert J Temple, <sup>3</sup> Jessica P J Larwood, <sup>4</sup> Trisha Greenhalgh <sup>1</sup>, Lydia Bourouiba<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Nuffield Department of Primary Care Health Sciences, University of Oxford, UK / <sup>2</sup> St Thomas' Hospital, London, UK / <sup>3</sup> Somerville College, University of Oxford, Oxford, UK / <sup>4</sup> St John's College, University of Oxford, Oxford, UK / <sup>5</sup> Fluid Dynamics of Disease Transmission Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA

**Traducción:** Dr. Ramiro Heredia ([ramiroherediamd@gmail.com](mailto:ramiroherediamd@gmail.com))

BMJ, 25 de agosto de 2020.

---

El distanciamiento físico es una parte importante de las medidas para controlar covid-19, pero exactamente a qué distancia y durante cuánto tiempo el contacto es seguro en diferentes contextos, es poco claro. Las reglas que estipulan una simple distancia física específica (1 o 2 metros) entre los individuos para reducir la transmisión del SARS-CoV-2, el virus que causa el covid-19, se basan en una anticuada y dicotómica noción de tamaño de la gota respiratoria. Esto pasa por alto la física de las emisiones respiratorias, donde las gotas de todos los tamaños quedan atrapadas y en movimiento por la humedad exhalada en la nube caliente de gas turbulento que las mantiene concentradas y que las lleva a lo largo de metros en unos segundos.<sup>1,2</sup> Después de que la nube se desacelera lo suficiente, la ventilación, los patrones específicos de flujo de aire y el tipo de actividad se vuelven importantes. La carga viral del emisor, la duración de la exposición y la susceptibilidad del individuo a la infección también son importantes.

En lugar de una única regla de distancia física fija, deberíamos proponer recomendaciones graduadas que reflejen mejor los múltiples factores que se combinan para determinar el riesgo. Esto no solo proporcionaría una mayor protección en los entornos de riesgo más alto, sino también mayor libertad en situaciones y entornos de menor riesgo, permitiendo potencialmente un retorno hacia la normalidad en algunos aspectos sociales y económicos de la vida.

### Orígenes de la regla de los 2 metros

El estudio de cómo se emiten las gotas durante el habla o con más fuerza durante al toser o estornudar es del siglo XIX, cuando los científicos recopilaban muestras en placas de vidrio o agar.<sup>3</sup> En 1897, por ejemplo, Flugge propuso una distancia de seguridad de 1-2 m basada en el distancia sobre la cual se tomaron muestras de las gotas visibles que contenían patógenos.<sup>4</sup> En la década de 1940, la documentación de estas emisiones se hizo posible con imágenes fijas en primer plano al estornudar, toser o hablar (**figura 1**).<sup>5</sup> Un estudio en 1948 de sobre la propagación del estreptococos hemolítico encontró que el 65% de los 48 participantes produjo solo gotas grandes,

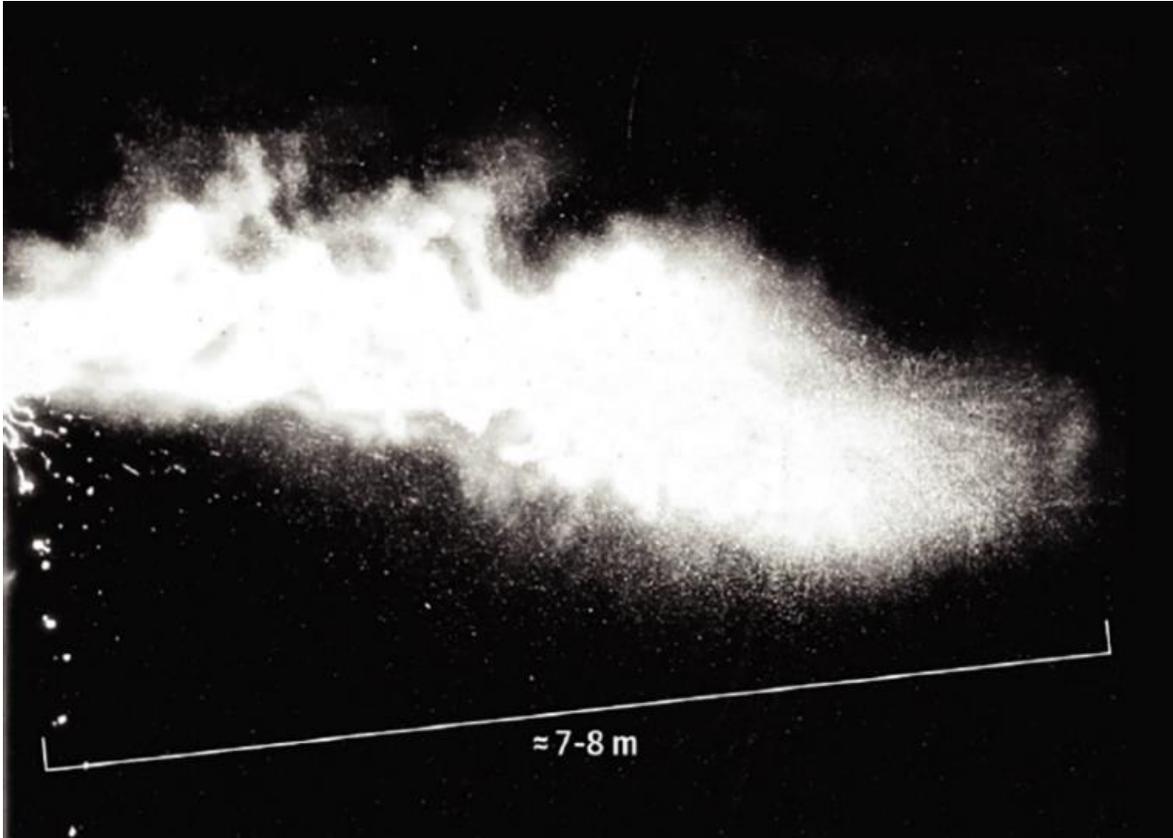
menos del 10% de las mismas viajó hasta 5½ pies (1,7 m) .<sup>6</sup> Sin embargo, en el 10% de los participantes, los estreptococos hemolíticos fueron recogido a 9½ pies (2,9 m) de distancia. A pesar de las limitaciones en la precisión de estos primeros diseños de estudios, especialmente para rangos más largos, la observación de grandes gotas que caen cerca de un huésped reforzaron y trajeron más arraigó a la base científica asumida de la regla de distanciamiento de 1-2 m.<sup>2</sup>

Sin embargo, una revisión sistemática de ocho de los diez estudios más recientes mostraron la proyección horizontal de las gotitas respiratorias más allá de 2 metros, para partículas de hasta 60 µm.<sup>7</sup> En un estudio, se detectó una dispersión de gotas en 6-8 m (**figura 2**) .<sup>28</sup> Estos resultados sugieren que el SARS-CoV-2 podría extenderse más allá de los 1-2 metros un paquete concentrado al toser o estornudar. En recientes brotes virales relacionados, como el SARS-CoV-1, el MERS-CoV y la gripe aviar, varios estudios reportaron la sospecha de propagación más allá de 2 m.<sup>9 10</sup>



**Fig 1** | Imágenes fijas del corto alcance de las etapas del estornudo, que muestran las gotitas de líquido del experimento de Jennison de 1942.<sup>5</sup>

---



**Fig 2 |** Imágenes de video de largo alcance sobre 8 m de la nube turbulenta multifásica (nube de gas que contiene gotas de líquido de todos los tamaños) de una emisión violenta humana natural como un estornudo, revelando un rango de la nube, y su carga útil concentrada de gotas, de hasta 7-8 m. Bourouiba<sup>2</sup>

---

### **Tamaño de gota, dispersión de gota**

La regla de 1-2 m se basa en un concepto de larga data que divide las gotitas respiratorias en dos tamaños, grandes y pequeños. Se cree que el tamaño de una gota determina qué tan lejos viajará de la persona infectada. Según los estudios de Wells, las gotas grandes emitidas caen del aire más rápidamente de lo que se evaporan y aterrizan dentro de un rango de 1-2 metros.<sup>11</sup> Las gotas pequeñas (más tarde llamadas aerosoles o gotitas aerosolizadas), típicamente invisibles a simple vista, se evaporan más rápidamente de lo que caen. Sin flujo de aire, no pueden moverse lejos, permaneciendo cerca del exhalador. Con el flujo de aire pueden extenderse a lo largo de mayores distancias.

Aunque conceptualmente es útil hasta cierto punto, este concepto de dicotomía pasa por alto la ciencia contemporánea sobre las exhalaciones respiratorias.<sup>12</sup> Las gotas existen en un continuo de tamaños. Factores contextuales tales como que el aire exhalado y el flujo de aire ambiental son extremadamente importantes para determinar qué tan lejos viajan las gotas de todos los tamaños. Sin flujo exhalatorio de aire, las gotas más grandes viajarían más lejos (1-2 m), mientras que los pequeños encontrarían una alta resistencia (arrastre) y permanecerían cerca de la fuente.

Al contar con el flujo exhalatorio de aire, las nubes de pequeñas gotas pueden viajar más allá de 2 m en el aire, e incluso grandes las gotitas tendrían un alcance mayor.<sup>1,2</sup>

### **Propagación de partículas en el aire del SARS-CoV-2**

Las enfermedades que pueden transmitirse por partículas en el aire, como el sarampión y la varicela, pueden viajar mucho más lejos y en forma de nubes concentradas, que las transmitidas por grandes gotas, que caen desde las nubes más rápidamente. Por lo tanto, pueden exponer a otros rápidamente y a mayor distancia<sup>2,13</sup> y pueden necesitar diferentes medidas de salud pública, incluido el extender el distanciamiento físico. Los estudios de laboratorio también sugieren que las partículas virales de SARS CoV-1, SARS-CoV-2 y MERS-CoV son estables en las muestras en el aire, con persistencia mayor del SARS-CoV-2 (hasta 16 horas).<sup>14,15</sup>

En una búsqueda bibliográfica de estudios que utilizan técnicas de muestreo de aire para detectar partículas virales que rodean a pacientes con covid-19, encontramos nueve estudios en el hospital y dos en el ámbito comunitario. Siete de los estudios hospitalarios informaron que al menos una muestra en el aire dio positivo para el SARS-CoV-2, aunque la proporción de muestras positivas en los estudios oscilaron entre el 2% y el 64%.<sup>16-22</sup> Sólo dos informaron resultados positivos en relación a la distancia de un paciente infectado (uno a 2m<sup>18</sup> y otro a  $\geq 4$  m en el corredor<sup>17</sup>). De los dos estudios hospitalarios que no encontraron partículas de SARS-CoV-2 en las muestras de aire,<sup>23</sup> una recogieron muestras positivas de hisopos de unidades de ventilación en la habitación del paciente, lo cual es consistente con la propagación de gotitas en el aire.<sup>23</sup>

Ningún estudio comunitario informó muestras de aire positivas, aunque uno recolectó muestras hasta 17 días después de que los portadores de covid-19 hubieran salido de la habitación<sup>25</sup> y el otro no informó el momento de toma de muestra desde la limpieza o la distancia de la persona infectada. Por tanto, los estudios negativos no llegan a demostrar que los la propagación no ocurre.

Solo dos de los estudios de muestras de aire midieron directamente si el SARS-CoV-2 en las mismas siguió siendo infeccioso, en lugar de solo analizar la presencia de ARN viral.<sup>18,21</sup> No se encontró ningún virus viable en ninguna, aunque uno encontró signos de capacidad viral para replicarse.<sup>18</sup> Es de destacar que ningún estudio encontró virus viables en hisopados de superficie.

Estos estudios fueron pequeños, observacionales y heterogéneos en términos de entorno, participantes, recolección de muestras y métodos. Eran propensos a sesgos de recuerdo (pocas personas pudieron recordar lo cerca que estuvieron de los demás cuando se les pidió que lo recordaran algún tiempo después). En general, estos estudios parecen apoyar la posibilidad de propagación aérea del SARS-CoV-2, pero no confirman que haya un riesgo de transmisión de la enfermedad.

### **Fuerza de emisión, ventilación, tiempo de exposición.**

Espirar, cantar, toser y estornudar generan nubes de gas húmedo y caliente, de alto impulso de aire exhalado, que contiene gotitas respiratorias. Esto mueve las gotas más rápido de lo habitual, y

los flujos de ventilación del aire de fondo, los mantiene concentrados y pueden extender su alcance hasta 7-8 m en unos pocos segundos.<sup>1 2 8</sup>

Estos hallazgos de estudios de dinámica de fluidos ayudan a explicar por qué en una práctica de coro en los Estados Unidos, una persona sintomática infectada al menos 32 cantantes, con 20 casos probables más, a pesar del distanciamiento.<sup>27</sup> Se han informado otros grupos de casos de en el interior de gimnasios, peleas de boxeo, call center e iglesias, donde la gente puede cantar, jadear o hablar en voz alta.<sup>28-30</sup> Curiosamente, han habido pocos informes de brotes en aviones,<sup>31</sup> que pueden reflejar el bajo volumen actual de pasajeros, falta de seguimiento de contactos, o riesgo relativamente bajo porque hablar es limitado. A pesar de que es probable que haya un sesgo de publicación (es más probable que se notifiquen más los eventos relacionados con los brotes que los eventos en los que no se produjo ningún brote), las historias documentadas de brotes exigen una explicación científica.

El fuerte jadeo de trotar y otros deportes producen violentas exhalaciones con mayor impulso que la respiración basal, más cerca de la tos en algunos casos. Esto aumenta la distancia alcanzada por las gotas atrapadas dentro de la nube exhalada y los apoya la distancia adicional durante el ejercicio vigoroso.<sup>2</sup> Sin embargo, las gotitas respiratorias tienden a diluirse más rápidamente en lugares bien aireados. En entornos al aire libre, lo que reduce el riesgo de transmisión (una pre-impresión de Japón informa un riesgo 18,7 veces mayor de transmisión en ambientes interiores que al aire libre).<sup>28</sup>

Los patrones específicos de flujo de aire, y no solo la ventilación y los cambios de aire promedio dentro de los edificios, también son importantes para determinar el riesgo de exposición y transmisión. Un informe del caso de un brote en un restaurante en China describió a 10 personas dentro de tres familias que se infectaron durante una hora, a distancias de hasta 4,6 m y sin contacto físico directo. El patrón de transmisión fue consistente con el patrón de flujo de aire transitorio de la ventilación del interior.

Pocos estudios han examinado cómo los patrones de flujo de aire que influyen en la transmisión de los virus; la mayoría de los estudios informan (si acaso) solo el promedio interior de las tasas de ventilación. Ignorar la variación en el flujo de aire localizado dentro un espacio simplifica y subestima el modelado de riesgos. En flujo homogéneo, se sabe que surgen patrones en los espacios interiores que dependen del aire acondicionado, los sistemas de ventilación o de la ubicación, de la ocupación del espacio, de la recirculación de aire y de la filtración.

Aunque se asume ampliamente que la duración de la exposición a una persona con covid-19 influye en el riesgo de transmisión (estudios de seguimiento de contactos, por ejemplo, consideran umbrales de 5-15 minutos, más allá de los cuales el riesgo aumenta<sup>33 34</sup>), no conocemos estudios que cuantifiquen esta variable.

### **Distancia y riesgo de transmisión**

El Grupo Asesor Científico para Emergencias (SAGE) del Reino Unido estima que el riesgo de transmisión del SARS-CoV-2 a 1 m podría ser 2-10 veces mayor que a 2 m.<sup>35</sup>

Una revisión sistemática Organización Mundial de la Salud intentó analizar las medidas de distanciamiento en relación con la transmisión del coronavirus<sup>36</sup>. Se informó que un distanciamiento físico de <1 m resultó en una transmisión riesgo del 12,8%, en comparación con el 2,6% a distancias  $\geq 1$  m, lo que apoya reglas de distanciamiento físico de 1 o más. Deben tenerse en cuenta las limitaciones de la revisión. No todas las distancias eran explícitas en los estudios originales; algunas fueron estimadas por los autores de la revisión. Se utilizaron diferentes distancias para categorizar el contacto social en diferentes estudios (1,8 m se consideró cercano en un estudio pero distante en otro, por ejemplo), sin embargo, estos se agruparon en el mismo análisis. El resumen se basó en gran medida en los datos de los brotes del SARS-CoV-1 y MERS y se tuvieron en cuenta solo parcialmente los confundidores ambientales.

### **Modelo más matizado**

Las influencias ambientales son complejas y es probable que se refuercen mutuamente. Esto se muestra, por ejemplo, en las plantas empacadoras de carne, donde los brotes se han atribuido a la combinación de altos niveles de contagio a los trabajadores, mala ventilación, espacio de trabajo reducido, ruido de fondo (que conduce a gritos) y bajo cumplimiento del uso de mascarillas.<sup>37</sup> Situaciones de riesgo compuesto similares pueden ocurrir en otros ambientes interiores abarrotados, ruidosos, como como pubs o locales de música en vivo.

Las reglas de distanciamiento físico serían más efectivas si reflejaran niveles graduados de riesgo. La **Figura 3** presenta una guía de cómo el riesgo de transmisión puede variar con el entorno, el nivel de ocupación, el tiempo de contacto y si se usan cubiertas faciales. Estas estimaciones se aplican cuando todo el mundo está asintomático. En las situaciones de mayor riesgo (interior ambientes con mala ventilación, altos niveles de ocupación, tiempo de contacto prolongado y sin cubrirse la cara, como un bar o club nocturno), se debe considerar distancia física superior a 2 m, minimizando el tiempo de ocupación. Un distanciamiento menos estricto probablemente sea adecuado en escenarios de bajo riesgo. Las personas con síntomas (que en cualquier caso deberían autoaislarse) tienden a tener un alto nivel de carga viral y exhalaciones respiratorias violentas más frecuentes.

Los niveles de riesgo en la **figura 3** son relativos, no absolutos, especialmente en relación con los umbrales de tiempo y ocupación, y no incluyen factores adicionales como la susceptibilidad de las personas a la infección, nivel de excreción de una persona infectada, patrones de flujo de aire interior, y dónde se coloca alguien en relación con la persona infectada. La humedad también puede ser importante, pero esto aún no ha sido rigurosamente establecido.

Es necesario seguir trabajando para ampliar nuestras recomendaciones y desarrollar soluciones para los tipos de ambientes interiores, ocupados en varios niveles de uso. Se necesita una investigación urgente para examinar tres áreas de incertidumbre: la duración de corte de las exposiciones en relación con la condición de interior, la ocupación y el nivel de diseminación viral (regla ad-hoc actual de los 5-15 minutos), que no parece ser compatible con la evidencia; el estudio detallado de los patrones de flujo de aire con respecto a la fuente infectada y su competencia con la ventilación promedio; y los patrones y propiedades de las emisiones respiratorias y las gotitas con la infectividad dentro de ellos durante diversas actividades físicas.

El distanciamiento físico debe verse solo como una parte de un enfoque de salud pública más amplio para contener la pandemia del covid-19. Necesita implementarse junto con estrategias combinadas de manejo estrategias de personas-aire-superficie-espacio, incluida la higiene de manos, limpieza, ocupación y manejo del aire y del espacio interior, y equipo de protección adecuado, como máscaras, para el entorno.

Type and level of group activity	Low occupancy			High occupancy		
	Outdoors and well ventilated	Indoors and well ventilated	Poorly ventilated	Outdoors and well ventilated	Indoors and well ventilated	Poorly ventilated
<b>Wearing face coverings, contact for short time</b>						
Silent	Low	Low	Low	Low	Low	Medium
Speaking	Low	Low	Low	Low	Low	Medium
Shouting, singing	Low	Low	Medium	Medium	Medium	High
<b>Wearing face coverings, contact for prolonged time</b>						
Silent	Low	Low	Medium	Low	Medium	High
Speaking	Low	* Low	Medium	* Medium	Medium	High
Shouting, singing	Low	Medium	High	Medium	High	High
<b>No face coverings, contact for short time</b>						
Silent	Low	Low	Medium	Medium	Medium	High
Speaking	Low	Medium	Medium	Medium	High	High
Shouting, singing	Medium	Medium	High	High	High	High
<b>No face coverings, contact for prolonged time</b>						
Silent	Low	Medium	High	Medium	High	High
Speaking	Medium	Medium	High	High	High	High
Shouting, singing	Medium	High	High	High	High	High

**Risk of transmission**  
 Low ■ Medium ■ High ■

\* Borderline case that is highly dependent on quantitative definitions of distancing, number of individuals, and time of exposure

**Fig 3 |** Riesgo de transmisión del SARS-CoV-2 de personas asintomáticas en diferentes entornos y para diferentes tiempos de ocupación, ventilación y niveles de hacinamiento (ignorando la variación en la susceptibilidad y las tasas de diseminación viral). Las cubiertas faciales se refieren a aquellas para la población en general y no a respiradores de alto grado. Las graduaciones son indicativas del riesgo relativo cualitativo y no representan una medida cuantitativa. Es posible que también deban tenerse en cuenta otros factores no representados en estas tablas al considerar el riesgo de transmisión, incluida la carga viral de una persona infectada y la susceptibilidad de las personas a la infección. El toser o estornudar, incluso si se deben a irritación o alergias mientras está asintomático, agravaría el riesgo de exposición en un espacio interior, independientemente de la ventilación.

## Mensajes clave

Las reglas actuales sobre el distanciamiento físico seguro se basan en ciencia obsoleta.

La distribución de partículas virales se ve afectada por numerosos factores, que incluyen flujo de aire.

La evidencia sugiere que el SARS-CoV-2 puede viajar más de 2 m mediante actividades como toser y gritar.

Las reglas sobre distanciamiento deben reflejar los múltiples factores que afectan el riesgo, incluyendo la ventilación, la ocupación y el tiempo de exposición.

## Referencias

- 1 Bourouiba L, Dehandschoewercker E, Bush John WM. Violent expiratory events: on coughing and sneezing. *J Fluid Mech* 2014;745:537-63. doi: 10.1017/jfm.2014.88.
- 2 Bourouiba L. Turbulent gas clouds and respiratory pathogen emissions: potential implications for reducing transmission of COVID-19. *JAMA* 2020. [Epub ahead of print.] doi: 10.1001/jama.2020.4756. pmid: 32215590
- 3 Papineni RS, Rosenthal FS. The size distribution of droplets in the exhaled breath of healthy human subjects. *J Aerosol Med* 1997;10:105-16. doi: 10.1089/jam.1997.10.105. pmid: 10168531
- 4 Flugge C. Uber luftinfection. *Z Hyg Infektionskr* 1897;25:179-224.
- 5 Turner CE, Jennison MW, Edgerton HE. Public health applications of high-speed photography. *Am J Pub Health* 1941 Apr;319-24.
- 6 Hamburger M, JrRobertson OH. Expulsion of group A hemolytic streptococci in droplets and droplet nuclei by sneezing, coughing and talking. *Am J Med* 1948;4:690-701. doi: 10.1016/S0002-9343(48)90392-1. pmid: 18856764
- 7 Bahl P, Doolan C, de Silva C, Chughtai AA, Bourouiba L, MacIntyre CR. Airborne or droplet precautions for health workers treating COVID-19? *J Infect Dis* 2020;. doi: 10.1093/infdis/jiaa189. pmid: 32301491
- 8 Bourouiba L. Images in clinical medicine. A sneeze. *N Engl J Med* 2016;375:. doi: 10.1056/NEJMicm1501197. pmid: 27557321
- 9 Yu ITS, Li Y, Wong TW, etal. Evidence of airborne transmission of the severe acute respiratory syndrome virus. *N Engl J Med* 2004;350:1731-9. doi: 10.1056/NEJMoa032867. pmid: 15102999
- 10 Tang JW, Li Y, Eames I, Chan PK, Ridgway GL. Factors involved in the aerosol transmission of infection and control of ventilation in healthcare premises. *J Hosp Infect* 2006;64:100-14. doi: 10.1016/j.jhin.2006.05.022. pmid: 16916564
- 11 Wells WF. Airborne contagion and air hygiene: an ecological study of droplet infections. *JAMA* 1955;159:90.
- 12 Borak J. Airborne transmission of covid-19. *Occup Med (Lond)* 2020;70:297-9. doi: 10.1093/occmed/kqaa080. pmid: 32476011
- 13 Shiu EYC, Leung NHL, Cowling BJ. Controversy around airborne versus droplet transmission of respiratory viruses: implication for infection prevention. *Curr Opin Infect Dis* 2019;32:372-9. doi: 10.1097/QCO.0000000000000563. pmid: 31259864
- 14 Fears AC, Klimstra WB, Duprex P, etal. Persistence of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 in aerosol suspensions. *Emerg Infect Dis* 2020;26. doi: 10.3201/eid2609.201806. pmid: 32568661

- 15 van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 2020;382:1564-7. doi: 10.1056/NEJMc2004973. pmid: 32182409
- 16 Liu Y, Ning Z, Chen Y, et al. Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals. *Nature* 2020;582:557-60. doi: 10.1038/s41586-020-2271-3. pmid: 32340022
- 17 Guo Z-D, Wang Z-Y, Zhang S-F, et al. Aerosol and surface distribution of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 in hospital wards, Wuhan, China, 2020. *Emerg Infect Dis* 2020;26:1583-91. doi: 10.3201/eid2607.200885. pmid: 32275497
- 18 Santarpia JL, Rivera DN, Herrera V. Transmission potential of SARS-CoV-2 in viral shedding observed at the University of Nebraska Medical Center. medRxiv 2020.2003.2023.20039446. [Preprint.] doi: 10.1101/2020.03.23.20039446
- 19 Ding Z, Qian H, Xu B, et al. Toilets dominate environmental detection of SARS-CoV-2 virus in a hospital. medRxiv 2020.04.03.20052175. [Preprint.] doi: 10.1101/2020.04.03.20052175
- 20 Chia PY, Coleman KK, Tan YK, et al. Detection of air and surface contamination by severe acute respiratory syndrome 2 coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in hospital rooms of infected patients. medRxiv 2020.03.29.20046557. [Preprint.] doi: 10.1101/2020.03.29.20046557.
- 21 Zhou J, Otter J, Price J, et al. Investigating SARS-CoV-2 surface and air contamination in an acute healthcare setting during the peak of the COVID-19 pandemic in London. medRxiv 2020.05.24.20110346 [Preprint.] doi: 10.1101/2020.05.24.20110346
- 22 Ma J, Qi X, Chen H, et al. Exhaled breath is a significant source of SARS-CoV-2 emission. medRxiv 2020.05.31.20115154. [Preprint.] doi: 10.1101/2020.05.31.20115154
- 23 Ong SWX, Tan YK, Chia PY, et al. Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient. *JAMA* 2020. [Epub ahead of print.] doi: 10.1001/jama.2020.3227. pmid: 32129805
- 24 Wu S, Wang Y, Jin X, Tian J, Liu J, Mao Y. Environmental contamination by SARS-CoV-2 in a designated hospital for coronavirus disease 2019. *Am J Infect Control* 2020;48:910-4. doi: 10.1016/j.ajic.2020.05.003. pmid: 32407826
- 25 Yamagishi T. Environmental sampling for severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) during a coronavirus disease (COVID-19) outbreak aboard a commercial cruise ship. medRxiv 2020.05.02.20088567. [Preprint.] doi: 10.1101/2020.05.02.20088567
- 26 Döhla M, Wilbring G, Schulte B, et al. SARS-CoV-2 in environmental samples of quarantined households. medRxiv 2020.05.28.20114041. [Preprint.] doi: 10.1101/2020.05.28.20114041
- 27 Hamner L, Dubbel P, Capron I, 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;69:606-10. doi: 10.15585/mmwr.mm6919e6. pmid: 32407303
- 28 Nishiura H, Oshitani H, Kobayashi T, et al. Closed environments facilitate secondary transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19). medRxiv 2020.02.28.20029272. doi: 10.1101/2020.02.28.20029272
- 29 Leclerc QJ, Fuller NM, Knight LE, Funk S, Knight GMCMMID COVID-19 Working Group. What settings have been linked to SARS-CoV-2 transmission clusters? Wellcome Open Res 2020;5:83. doi: 10.12688/wellcomeopenres.15889.2. pmid: 32656368
- 30 Park SY, Kim YM, Yi S, et al. Coronavirus disease outbreak in call center, South Korea. *Emerg Infect Dis* 2020;26:1666-70. doi: 10.3201/eid2608.201274. pmid: 32324530
- 31 Yang N, Shen Y, Shi C, et al. In-flight transmission cluster of covid-19: a retrospective case series. medRxiv 2020.03.28.20040097 [Preprint.] doi: 10.1101/2020.03.28.20040097

32 Li Y, Qian H, Hang J, et al. Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant. medRxiv 2020.04.16.20067728. [Preprint.]doi: 10.1101/2020.04.16.20067728

33 Cheng H-Y, Jian S-W, Liu D-P, et al. High transmissibility of covid-19 near symptom onset. medRxiv 2020.03.18.20034561. [Preprint.] doi: 10.1101/2020.03.18.20034561

34 Doung-ngern P, Suphanchaimat R, Panjangampatthana A, et al. Associations between wearing masks, washing hands, and social distancing practices, and risk of COVID-19 infection in public: a cohort-based case-control study in Thailand. medRxiv 2020.06.11.20128900. [Preprint.] doi: 10.1101/2020.06.11.20128900.

35 Scientific Advisory Group on Emergencies. Transmission of SARS-CoV-2 and mitigating measures.

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/892043/S0484\\_Transmission\\_of\\_SARS-CoV-2\\_and\\_Mitigating\\_Measures.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/892043/S0484_Transmission_of_SARS-CoV-2_and_Mitigating_Measures.pdf)

36 Chu DK, Akl EA, Duda S, Solo K, Yaacoub S, Schünemann HJ COVID-19 Systematic Urgent Review Group Effort (SURGE). 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;395:1973-87. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31142-9. pmid: 32497510

37 Dyal JW, Grant MP, Broadwater K, et al. COVID-19 among workers in meat and poultry processing facilities - 19 States, April 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2020;69. doi: 10.15585/mmwr.mm6918e3. pmid: 32379731