

Diez razones científicas en apoyo de la transmisión aérea del SARS-CoV-2

*Trisha Greenhalgh, Jose L Jimenez, Kimberly A Prather, Zeynep Tufekci, David Fisman, Robert Schooley
trish.greenhalgh@phc.ox.ac.uk

Department of Primary Care Health Sciences, University of Oxford, Oxford OX2 6GG, UK (TG); Department of Chemistry and Cooperative Institute for Research in the Environmental Sciences, University of Colorado, Boulder, CO, USA (JLJ); Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, La Jolla, CA, USA (KAP); School of Information and Library Science, University of North Carolina, Chapel Hill, NC, USA (ZT); Dalla Lana School of Public Health, University of Toronto, Toronto, ON, Canada (DF); Department of Medicine, Division of Infectious Diseases and Global Public Health, School of Medicine, University of California San Diego, La Jolla, CA, USA (RS)

The Lancet, [doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00869-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00869-2), 15 de abril, 2021.



La revisión sistemática de Heneghan y colegas, financiada por la OMS, publicada en marzo de 2021, como preimpresión, declara: “La falta de muestras de virus recuperables en cultivos de SARS-CoV-2 evita que se saquen conclusiones firmes sobre la transmisión aérea”.¹ Esta conclusión, y la amplia difusión de los hallazgos de la revisión, es preocupante debido a las implicaciones para la salud pública.

Si un virus infeccioso se propaga predominantemente a través grandes gotas respiratorias que caen rápidamente, las medidas claves del control son reducir el contacto directo, limpiar superficies, las barreras físicas, el distanciamiento físico, el uso de máscaras dentro de a distancia de gota, la higiene respiratoria y uso de protección de alto grado sólo para los procedimientos sanitarios llamados generadores de aerosoles. Tales políticas no necesitan distinguir entre el interior y el exterior, ya que un mecanismo de transmisión guiado por la gravedad sería similar para ambos entornos.

Pero si un virus infeccioso se transmite principalmente por el aire, el individuo podría potencialmente infectarse al inhalar los aerosoles producidos cuando una persona infectada exhala, habla, grita, canta, estornuda o tose. Reducir la transmisión aérea del virus requiere medidas para evitar la inhalación de los aerosoles infecciosos, incluida la ventilación, la filtración de aire, reducir el hacinamiento y el tiempo de permanencia en interiores, utilizar máscaras siempre que estén en interiores, prestar atención a la calidad y al ajuste de la máscara, y una protección de mayor grado para el personal sanitario y los trabajadores de primera línea.² La transmisión aérea de enfermedades respiratorias virales es difícil de demostrar directamente.³ Los hallazgos mixtos a partir de estudios que buscan detectar patógenos viables en el aire son, por tanto, motivos insuficientes para concluir que un patógeno no se transmite por el aire, si la totalidad de la evidencia indica lo contrario. Décadas de minuciosas investigaciones, que no incluyeron la captura de patógenos vivos en el aire, demostraron que las enfermedades que alguna vez se consideraron que se propagan por gotitas, se transmiten por el aire.⁴ Diez conjuntos de evidencia apoyan colectivamente la hipótesis de que el SARS-CoV-2 es transmitido principalmente por la vía aérea.⁵

Primero, los eventos de superpropagación representan una transmisión del SARS-CoV-2 importante; de hecho, tales eventos pueden ser los principales impulsores de la pandemia.⁶ Los análisis detallados de los comportamientos e interacciones humanas, el tamaño de las habitaciones, la ventilación, y otras variables en conciertos de coro, barcos cruceros, mataderos, residencias y centros penitenciarios, entre otros entornos, han mostrado patrones, por ejemplo, de transmisión de largo alcance y de sobredispersión del número de reproducción básico (R0), que se analiza a continuación, coherente con la propagación aérea del SARS-CoV-2, que no puede ser explicada adecuadamente por gotitas o fomites.⁶ La alta incidencia de tales eventos sugiere fuertemente el predominio de la transmisión por aerosoles.

En segundo lugar, la transmisión de largo alcance del SARS-CoV-2 entre personas en habitaciones adyacentes, pero nunca en presencia unos con otros, ha sido documentada en hoteles de cuarentena.⁷ Históricamente, era posible probar transmisión de largo alcance sólo en ausencia total de transmisión comunitaria.⁴

En tercer lugar, transmisión asintomática o presintomática del SARS-CoV-2 a partir de personas que no están tosiendo o estornudando es probable que represente al menos un tercio, y quizás hasta el 59%, de toda la transmisión a nivel mundial y es una forma clave en que el SARS-CoV-2 se ha extendido por el mundo,⁸ apoyando un modo predominantemente aéreo de la transmisión. Las mediciones directas muestran que el hablar produce miles de partículas de aerosoles y pocas gotitas,⁹ lo que apoya la ruta aérea de transmisión.

Cuarto, la transmisión del SARS-CoV-2 es mayor en interiores que al aire libre¹⁰ y se reduce sustancialmente en interiores con ventilación.⁵ Ambas observaciones apoyan una vía aérea de transmisión.

En quinto lugar, se han documentado infecciones nosocomiales en organizaciones de salud, donde ha habido estrictas precauciones contra el contacto y las gotas, y el uso de equipo de protección (EPI) diseñado para proteger contra la exposición a gotas, pero no a aerosoles.

En sexto lugar, se ha detectado SARS-CoV-2 viable en el aire. En experimentos de laboratorio, el SARS-CoV-2 se mantuvo infeccioso en el aire hasta por 3 h con una vida media de 1,1 hora.¹² Se identificó SARS-CoV-2 viable en muestras de aire de las habitaciones ocupadas por pacientes con COVID-19, en ausencia de procedimientos sanitarios generadores de aerosoles¹³ y en muestras de aire del automóvil de una persona infectada.¹⁴ Aunque otros estudios no han podido capturar SARS-CoV-2 viable en muestras de aire, esto es de esperar. El muestreo de virus transmitidos por el aire es técnicamente desafiante por varias razones, incluyendo una efectividad limitada de algunos métodos de muestreo para recoger partículas finas, la deshidratación viral durante la colección, el daño viral debido a fuerzas de impacto (lo que genera pérdida de viabilidad), la reaerosolización del virus durante la recolección y la retención viral en el equipo de muestreo.³ El sarampión y la tuberculosis, dos enfermedades transmitidas principalmente por el aire, nunca se han cultivado a partir del aire ambiente.¹⁵

Séptimo, se ha identificado el SARS-CoV-2 en los filtros de aire y en conductos de edificio en hospitales con pacientes con COVID-19; sólo se podía llegar a esos lugares mediante aerosoles.¹⁶

Octavo, estudios con animales enjaulados infectados que estaban conectados a animales no infectados enjaulados por separado, a través de un conducto de aire, han mostrado transmisión de SARS-CoV-2 que puede explicarse adecuadamente solo por aerosoles.¹⁷

Noveno, ningún estudio que sepamos ha proporcionado una evidencia sólida o consistente para refutar la hipótesis de la transmisión aérea del SARS-CoV-2. Algunas personas han evitado la infección por SARS-CoV-2 cuando han compartido el aire con personas infectadas, pero esta situación podría ser explicada por una combinación de factores, incluida la variación en la cantidad de diseminación viral entre los individuos infecciosos en varios órdenes de magnitud y diferentes condiciones ambientales (especialmente la ventilación).¹⁸

La variación individual y ambiental significa que una minoría de casos primarios (en particular, individuos con eliminación de altos niveles de virus en entornos cerrados y abarrotados con mala ventilación) representan una mayoría de las infecciones secundarias, lo que está respaldado por datos de alta calidad de rastreo de contactos de varios países.^{19,20}

La amplia variación en la carga viral respiratoria del SARS-CoV-2 contrarresta los argumentos de que el SARS-CoV-2 no puede transportarse en el aire porque el virus tiene un R_0 más bajo (estimado en alrededor de 2,5)²¹ que el sarampión (estimado en alrededor de 15),²² especialmente porque el R_0 , que es un promedio, no se tiene en cuenta por el hecho de que solo una minoría de individuos infecciosos arrojan grandes cantidades de virus. La sobredispersión de R_0 está bien documentada en el COVID-19.²³

Décimo, hay evidencia limitada para apoyar otras vías de transmisión dominantes, es decir, gotas respiratorias o fomites.^{9,24} La facilidad de infección entre las personas, muy cerca unos de otros, se ha citado como prueba de la transmisión respiratoria por gotitas de SARS-CoV-2.

Sin embargo, la transmisión de proximidad en la mayoría de los casos, junto con una infección distante para algunos al compartir el aire, es más probable que se explique por la dilución de los aerosoles exhalados con la distancia de una persona infectada. La suposición errónea de que la transmisión a través la proximidad implica grandes gotas respiratorias o fómites se ha utilizado históricamente durante décadas para negar la transmisión aérea de la tuberculosis y del sarampión.^{15,25} Esto se convirtió en dogma médico, ignorando las medidas directas de aerosoles y gotitas que revelan defectos, como la abrumadora cantidad de aerosoles producidos en las actividades respiratorias y el límite arbitrario en tamaño de las partículas de 5 μm entre aerosoles y gotitas, en lugar del límite correcto de 100 μm .^{15,25} Es a veces argumentado que, dado que las gotitas respiratorias son más grandes que los aerosoles, deben contener más virus. Sin embargo, en enfermedades donde las concentraciones de patógenos han sido cuantificadas por el por tamaño de partícula, los aerosoles más pequeños mostraron concentraciones de patógenos más altas que las gotas cuando ambos fueron medidos.¹⁵

En conclusión, proponemos que es un error científico utilizar la falta de evidencia directa de SARS-CoV-2 en algunas muestras de aire para poner en duda la transmisión aérea mientras se mira la calidad y solidez de la base de evidencia general. Existe evidencia sólida y consistente de que el SARS-CoV-2 se propaga por transmisión aérea. Aunque otras rutas pueden contribuir, creemos que es probable que la ruta aérea sea dominante. La comunidad de la salud pública debe actuar en consecuencia y sin más demora.

Referencias

1 Heneghan C, Spencer E, Brassey J, et al. SARS-CoV-2 and the role of airborne transmission: a systematic review. *F1000Research* 2021; published online March 24. <https://doi.org/10.12688/f1000research.52091.1> (preprint).

2 Prather KA, Wang CC, Schooley RT. Reducing transmission of SARS-CoV-2. *Science* 2020; **6498**: 1422–24.

3 Pan M, Lednicky JA, Wu CY. Collection, particle sizing and detection of airborne viruses. *J Appl Microbiol* 2019; **127**: 1596–11.

- 4 Gelfand HM, Posch J. The recent outbreak of smallpox in Meschede, west Germany. *Am J Epidemiol* 1971; **93**: 234–37.
- 5 Morawska L, Milton DK. It is time to address airborne transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Clinical Infect Dis* 2020; **71**: 2311–13.
- 6 Lewis D. Superspreading drives the COVID pandemic—and could help to tame it. *Nature* 2021; **590**: 544–46.
- 7 Eichler N, Thornley C, Swadi T, et al. Transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 during border quarantine and air travel, New Zealand (Aotearoa). *Emerging Infect Dis* 2021; published online March 18. <https://doi.org/10.3201/eid2705.210514>.
- 8 Johansson MA, Quandelacy TM, Kada S, et al. SARS-CoV-2 transmission from people without COVID-19 symptoms. *JAMA Netw Open* 2021; **4**: e2035057.
- 9 Chen W, Zhang N, Wei J, Yen H-L, Li Y. Short-range airborne route dominates exposure of respiratory infection during close contact. *Building Environ* 2020; **176**: 106859.
- 10 Bulfone TC, Malekinejad M, Rutherford GW, Razani N. Outdoor transmission of SARS-CoV-2 and other respiratory viruses: a systematic review. *J Infect Dis* 2021; **223**: 550–61.
- 11 Klompas M, Baker MA, Rhee C, et al. A SARS-CoV-2 cluster in an acute care hospital. *Ann Intern Med* 2021; published online Feb 9. <https://doi.org/10.7326/M20-567>.
- 12 Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *New Engl J Med* 2020; **382**: 1564–67.
- 13 Lednicky JA, Lauzard M, Fan ZH, et al. Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients. *Int J Infect Dis* 2020; **100**: 476–82.
- 14 Lednicky JA, Lauzardo M, Alam MM, et al. Isolation of SARS-CoV-2 from the air in a car driven by a COVID patient with mild illness. *medRxiv* 2021; published online Jan 15. <https://doi.org/10.1101/2021.01.12.21249603> (preprint).
- 15 Fennelly KP. Particle sizes of infectious aerosols: implications for infection control. *Lancet Respir Med* 2020; **8**: 914–24.
- 16 Nissen K, Krambrich J, Akaberi D, et al. Long-distance airborne dispersal of SARS-CoV-2 in COVID-19 wards. *Sci Rep* 2020; **10**: 1–9.
- 17 Kutter JS, de Meulder D, Bestebroer TM, et al. SARS-CoV and SARS-CoV-2 are transmitted through the air between ferrets over more than one meter distance. *Nat Commun* 2021; **12**: 1–8.
- 18 Schijven J, Vermeulen LC, Swart A, Meijer A, Duizer E, de Roda Husman AM. Quantitative microbial risk assessment for airborne transmission of SARS-CoV-2 via breathing, speaking, singing, coughing, and sneezing. *Environ Health Perspect* 2021; **129**: 47002.
- 19 Sun K, Wang W, Gao L, et al. Transmission heterogeneities, kinetics, and controllability of SARS-CoV-2. *Science* 2021; **371**: eabe2424.
- 20 Laxminarayan R, Wahl B, Dudala SR, et al. Epidemiology and transmission dynamics of COVID-19 in two Indian states. *Science* 2020; **370**: 691–97.

- 21 Petersen E, Koopmans M, Go U, et al. Comparing SARS-CoV-2 with SARS-CoV and influenza pandemics. *Lancet Infect Dis* 2020; **20**: e238–44.
- 22 Guerra FM, Bolotin S, Lim G, et al. The basic reproduction number (R_0) of measles: a systematic review. *Lancet Infect Dis* 2017; **17**: e420–28.
- 23 Endo A, Abbott S, Kucharski AJ, Funk S. Estimating the overdispersion in COVID-19 transmission using outbreak sizes outside China. *Wellcome Open Res* 2020; **5**: 67.
- 24 Goldman E. Exaggerated risk of transmission of COVID-19 by fomites. *Lancet Infect Dis* 2020; **20**: 892–93.
- 25 Tang JW, Bahnfleth WP, Bluyssen PM, et al. Dismantling myths on the airborne transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus (SARS-CoV-2). *J Hosp Infect* 2021; **110**: 89–96.

