

# COVID-19 ha ridefinito la trasmissione per via aerea. Migliorare la ventilazione indoor e la qualità dell'aria aiuterà tutti a stare più sicuri

*Covid-19 has redefined airborne transmission.  
Improving indoor ventilation and air quality will help us all to stay safe*

Julian W Tang,<sup>1</sup> Linsey C Marr,<sup>2</sup>  
Yuguo Li,<sup>3</sup> Stephanie J Dancer<sup>4</sup>

1. Respiratory Sciences, University of Leicester, Leicester, UK
2. Civil and Environmental Engineering, Virginia Tech, USA
3. Department of Mechanical Engineering, University of Hong Kong, Hong Kong, China
4. Edinburgh Napier University and NHS Lanarkshire, Edinburgh, UK

## Introduzione

A più di un anno dall'inizio della pandemia da COVID-19 siamo ancora a discutere il ruolo e l'importanza della trasmissione di SARS-CoV-2 tramite aerosol, che riceve solo cenni superficiali in qualche linea guida sul controllo delle infezioni.<sup>1,2</sup> La confusione deriva dalla tradizionale terminologia introdotta nel secolo scorso, che ha creato differenze mal definite tra "droplet", trasmissione "aerea" e da "droplet nuclei", con conseguenti malintesi sul comportamento fisico di queste particelle.<sup>3</sup> In sostanza, se si possono inalare particelle, indipendentemente dalla loro dimensione o dal loro nome, si respira un aerosol. Sebbene questo possa accadere a distanze notevoli, è più probabile quando ci si trova vicino a qualcuno, dal momento che gli aerosol tra due persone sono molto più concentrati a distanza ravvicinata; è un po' come trovarsi vicino a qualcuno che sta fumando.<sup>4</sup>

Le persone infette da SARS-CoV-2 producono molte piccole particelle respiratorie cariche di virus mentre espirano. Alcune di queste verranno inalate quasi immediatamente da chi si trova a breve distanza (<1 m), come avviene tra persone che stanno conversando, mentre il resto si disperde fino ad essere inalato da altri che si trovano più distanti (>2 m). I tradizionalisti si riferiscono a "droplet" come a particelle più grandi che si disperdono a breve distanza, e a "droplet nuclei" come a particelle più piccole che si diffondono più lontano, ma sono tutte aerosol perché possono essere inalate direttamente dall'aria.<sup>5</sup>

Perché questo è importante? Per le misure di controllo delle infezioni il più delle volte non lo è. Indossare mascherine, mantenere il distanziamento e ridurre il numero di occupanti all'interno di locali sono tutte misure che ostacolano le usuali modalità di trasmissione, sia che si tratti di contatto diretto con superfici o droplet o sia di inalazione di un aero-

sol. Una differenza cruciale, tuttavia, consiste nella necessità di mettere in risalto l'importanza della ventilazione perché le particelle più piccole possono rimanere sospese nell'aria per ore, costituendo una importante via di trasmissione.

Se consideriamo possibile che qualcuno in un ambiente confinato possa inalare abbastanza virus da causare infezione quando si trova distante più di 2 m dalla fonte, anche dopo che questa è andata via, ne consegue che il ricambio dell'aria o i sistemi di pulizia dell'aria diventano molto più importanti.<sup>6,7</sup> Questo significa aprire le finestre o installare, o aggiornare, gli impianti di riscaldamento, di ventilazione e di condizionamento dell'aria, come sottolineato in un documento recente dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.<sup>8</sup> È molto più probabile che le persone si infettino in una stanza con finestre che non possono essere aperte o priva di qualsiasi sistema di ventilazione.

Una seconda implicazione cruciale della trasmissione per via aerea è che la qualità delle mascherine è importante per una effettiva protezione contro gli aerosol inalati. Le mascherine di solito impediscono alle grandi goccioline di depositarsi sulle aree coperte del viso e la maggior parte di esse è efficace almeno parzialmente contro l'inalazione di aerosol. Tuttavia per migliorare la protezione contro gli aerosol sono necessarie allo stesso tempo sia un'alta efficienza di filtrazione, sia una buona aderenza al viso, in quanto le minuscole particelle sospese nell'aria possono introdursi in qualsiasi spazio tra mascherina e viso.<sup>9,10</sup>

Se il virus si trasmettesse solo attraverso le particelle più grandi (droplet) che si depositano a terra entro un metro circa dopo l'espirazione, l'aderenza della maschera al viso sarebbe meno importante. È stato dimostrato che operatori sanitari che indossavano mascherine chirurgiche si sono infettati senza essere stati coinvolti in procedure che generano aerosol.<sup>11-13</sup> Dal momento che la trasmissione per via aerea di SARS-CoV-2 è stata pienamente riconosciuta, la comprensione delle attività che generano aerosol richiederà ulteriori definizioni. Gli scienziati che studiano l'aerosol hanno dimostrato che anche parlare e respirare sono procedure che generano aerosol.<sup>14-16</sup>

Ora è chiaro che SARS-CoV-2 si trasmette principalmente per inalazione tra persone a distanza ravvicinata. Ciò non significa che la trasmissione attraverso il contatto con superfici o quella aerea a lunga distanza non si possano verificare, ma queste modalità di trasmissione sono meno importanti durante le brevi interazioni quotidiane tra persone, entro la comune distanza di conversazione di 1 metro. A distanza ravvicinata, le persone hanno molte più probabilità di essere

BMJ 2021;373:n. 913 DOI:10.1136/bmj.n913  
Traduzione a cura di **Enrica Martini**

Corrispondenza: **Julian W. Tang**  
E-mail: julian.tang@uhl-tr.nhs.uk

J. W. Tang, et al. – COVID-19 ha ridefinito la trasmissione per via aerea. Migliorare la ventilazione indoor e la qualità dell'aria aiuterà tutti a stare più sicuri

esposte al virus inalandolo piuttosto che attraverso le grosse goccioline che si depositano sui loro occhi, sulle narici o sulle labbra.<sup>17</sup> La trasmissione di SARS-CoV-2 per contatto con superfici è ora considerata di minore importanza.<sup>18-20</sup>

Il miglioramento della qualità dell'aria indoor attraverso una migliore ventilazione porterà altri benefici, compresi la riduzione di congedi per malattia da altri virus respiratori e i disturbi legati all'ambiente come le allergie e la sindrome dell'edificio malato.<sup>21,22</sup> Le minori assenze – con il loro effetto negativo sulla produttività – potrebbero far risparmiare alle aziende costi importanti,<sup>23</sup> che potrebbero compensare le spese per l'aggiornamento dei loro impianti di ventilazione. Sistemi più recenti, tra cui le tecnologie di depurazione e filtrazione dell'aria, stanno diventando sempre più efficienti.<sup>24</sup>

Il Covid-19 potrebbe diventare stagionale e potremmo doverci convivere come facciamo con l'influenza.<sup>25</sup> Quindi i governi e i leader sanitari dovrebbero prestare attenzione alla scienza e concentrare i loro sforzi sulla trasmissione aerea del virus. Sono necessari ambienti interni più sicuri, non solo per proteggere le persone non vaccinate e quelle per le quali i vaccini non sono efficaci, ma anche per combattere varianti resistenti ai vaccini o nuove minacce virali che potrebbero apparire in qualsiasi momento. Migliorare la ventilazione interna e la qualità dell'aria indoor, in particolare in ambito sanitario, lavorativo e scolastico, aiuterà tutti noi a rimanere al sicuro, ora e in futuro. ■

## Bibliografia

- World Health Organization. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. 9 Jul 2020. <https://www.who.int/newsroom/commentaries/detail/transmission-of-sars-cov-2-implications-for-infection-prevention-precautions>
- Centers for Disease Control and Prevention. How COVID-19 Spreads. Updated 28 Oct 2020. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/how-covid-spreads.html>
- Tellier R, Li Y, Cowling BJ, Tang JW. Recognition of aerosol transmission of infectious agents: a commentary. *BMC Infect Dis* 2019;19:101. doi: 10.1186/s12879-019-3707-y pmid: 3070 4406
- Tang JW, Bahnfleth WP, Bluysen PM, et al. Dismantling myths on the airborne transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2). *J Hosp Infect* 2021;110: 89-96. doi: 10.1016/j.jhin.2020.12.022 pmid: 33453351
- Morawska L, Milton DK. It is time to address airborne transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Clin Infect Dis* 2020;71:2311-3. doi: 10.1093/cid/ciaa939. pmid: 32628269
- Morawska L, Cao J. Airborne transmission of SARS-CoV-2: the world should face the reality. *Environ Int* 2020;139:105730. doi: 10.1016/j.envint.2020.105730 pmid: 32294574
- Morawska L, Tang JW, Bahnfleth W, et al. How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? *Environ Int* 2020;142:105832. doi: 10.1016/j.envint.2020.105832 pmid: 32521345
- World Health Organization. Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19. 2021. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240021280>
- Fennelly KP. Particle sizes of infectious aerosols: implications for infection control. *Lancet Respir Med* 2020;8:914-24. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30323-4 pmid: 32717211
- Drewnick F, Pikmann J, Fachinger F, Moormann L, Sprang F, Borrmann S. Aerosol filtration efficiency of household materials for homemade face masks: influence of material properties, particle size, particle electrical charge, face velocity, and leaks. *Aerosol Sci Technol* 2021;55:63-79. doi: 10.1080/02786826.2020.1817846.
- Nguyen LH, Drew DA, Graham MS, et al. Coronavirus Pandemic Epidemiology Consortium. Risk of COVID-19 among front-line health-care workers and the general community: a prospective cohort study. *Lancet Public Health* 2020;5:e475-83. doi: 10.1016/S2468-2667(20)30164-X pmid: 32745512
- Klompas M, Baker MA, Rhee C, et al. A SARS-CoV-2 cluster in an acute care hospital. *Ann Intern Med* 2021;M20-7567. doi: 10.7326/M20-7567. pmid: 33556277
- Goldberg L, Levinsky Y, Marcus N, et al. SARS-CoV-2 infection among health care workers despite the use of surgical masks and physical distancing—the role of airborne transmission. *Open Forum Infect Dis* 2021;8:bo36. doi: 10.1093/ofid/ofab36. pmid: 33732749
- Asadi S, Wexler AS, Cappa CD, Barreda S, Bouvier NM, Ristenpart WD. Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. *Sci Rep* 2019;9: 2348. doi: 10.1038/s41598-019-38808-z pmid: 30787335
- Scheuch G. Breathing is enough: for the spread of influenza virus and SARS-CoV-2 by breathing only. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv* 2020;33:230-4. doi: 10.1089/jamp.2020.1616 pmid:325 52296
- Stadnytskyi V, Bax CE, Bax A, Anfinrud P. The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission. *Proc Natl Acad Sci USA* 2020; 117:11875-7. doi: 10.1073/pnas.2006874117 pmid: 3240 4416
- Chen W, Zhang N, Wei JJ, Yen HL, Li Y. Short-range airborne route dominates exposure of respiratory infection during close contact. *Build Environ* 2020;176:106859. doi: 10.1016/j.buildenv.2020.106859
- Goldman E. Exaggerated risk of transmission of COVID-19 by fomites. *Lancet Infect Dis* 2020;20:892-3. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30561-2 pmid: 32628907
- Haug N, Geyrhofer L, Londei A, et al. Ranking the effectiveness of worldwide COVID-19 government interventions. *Nat Hum Behav* 2020;4:1303-12. doi: 10.1038/s41562-020-01009-0 pmid: 33199859
- Scientific Advisory Group for Emergencies (SAGE). What is the evidence for the effectiveness of hand hygiene in preventing the transmission of respiratory viruses? [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/897598/S0574\\_NERVTAG-EMG\\_paper\\_-\\_hand\\_hygiene\\_010720\\_Redacted.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/897598/S0574_NERVTAG-EMG_paper_-_hand_hygiene_010720_Redacted.pdf)
- Laumbach RJ, Kipen HM. Bioaerosols and sick building syndrome: particles, inflammation, and allergy. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2005;5:135-9. doi: 10.1097/01.all.0000162305.05105.do pmid: 15764903
- Sundell J, Levin H, Nazaroff WW, et al. Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. *Indoor Air* 2011;21:191-204. doi: 10.1111/j.1600-0668.2010.00703. x pmid: 21204989
- Bramley TJ, Lerner D, Sames M. Productivity losses related to the common cold. *J Occup Environ Med* 2002;44:822-9. doi: 10.1097/00043764-200209000-00004 pmid: 12227674
- Song Y, Wu S, Yan YY. Control strategies for indoor environment quality and energy efficiency—a review. *Int J Low Carbon Technol* 2015;10:305-12. doi: 10.1093/ijlct/ctt051 .
- Murray CJL, Piot P. The potential future of the covid-19 pandemic: will SARS-CoV-2 become a recurrent seasonal infection? *JAMA* 2021;325:1249-50. doi: 10.1001/jama.2021.2828 pmid: 33656519