

Máscara N95 e o dilema da trajetória balística das partículas respiratórias na COVID-19

N95 mask and the dilemma of the ballistic trajectory of respiratory particles in COVID-19

Respiradores N95 y el dilema de la trayectoria balística de partículas respiratorias en COVID-19

Eliana Auxiliadora Magalhães Costa^{1*} 

RESUMO: Objetivo: Apresentar elementos teóricos acerca da transmissão do SARS-CoV-2 por meio das partículas respiratórias, para além do seu diâmetro aerodinâmico e trajetória balística, a subsidiar reflexões sobre a adequação do uso de máscaras pelos profissionais de saúde. **Método:** Ensaio acadêmico com o uso de dados de revisão narrativa da literatura. **Resultados:** Clarifica a confusão acerca dos termos gotículas, núcleos de gotículas, aerossóis e partículas, divergências que contribuem para entendimentos diferenciados sobre os mecanismos de transmissão desse agente etiológico, levando à adoção de distintas medidas de intervenção para o controle do vírus. Apresenta dados da transmissibilidade do SARS-CoV-2 pelo ar, a despeito das dificuldades técnica e metodológica para a detecção desse agente em tal meio, situação que dificulta conclusões contundentes acerca da transmissão aérea do patógeno. **Conclusão:** Acredita-se ser um erro usar a falta de conclusões sobre a identificação do SARS-CoV-2 em amostras de ar para questionar a transmissão aérea e, igualmente, para recomendar medidas de prevenção segundo o tamanho aerodinâmico dos vírus. Assim, o uso da máscara N95 por profissionais de saúde durante pandemia deve ser medida basilar e inequívoca para a proteção e a segurança dessa população.

Palavras-chave: Doença viral COVID-19. Aerossol. Transmissão de doença infecciosa. Máscara N95.

ABSTRACT: Objective: To present theoretical elements about the transmission of SARS CoV-2 through respiratory particles, in addition to its aerodynamic diameter and ballistic trajectory, to support reflections on the adequacy of the use of masks by health professionals. **Method:** Academic essay using narrative review data from the literature. **Results:** Clarifies the confusion about the terms droplets, droplet nuclei, aerosols and particles, divergences that contribute to differentiated understandings about transmission mechanisms of this etiological agent, with the adoption of different intervention measures to control this virus. It shows data on the transmissibility of SARS-CoV-2 by air, despite the technical and methodological difficulties for detecting this agent in the air, a situation that hinders hard conclusions about the aerial transmission of this pathogen. **Conclusions:** It is believed to be an error to use the lack of sars-cov-2 identification conclusions in air samples, to question airborne transmission, also to recommend prevention measures depending on the aerodynamic size of viruses. Thus, the use of the N95 mask by health professionals during the pandemic should be a basic and unequivocal measure for the protection and safety of this population. **Keywords:** Viral disease COVID-19. Aerosol. Disease transmission, infectious. Mask N95.

RESUMEN: Objetivo: Presentar elementos teóricos sobre la transmisión del SARS CoV-2 a través de partículas respiratorias, además de su diámetro aerodinámico y trayectoria balística, para apoyar reflexiones sobre la adecuación del uso de mascarillas por parte de los profesionales sanitarios. **Método:** Ensayo académico utilizando datos de revisión narrativa de la literatura. **Resultados:** Aclara la confusión sobre los términos gotitas, núcleos de gotitas, aerosoles y partículas, divergencias que contribuyen a entendimientos diferenciados sobre los mecanismos de transmisión de ese agente etiológico, con la adopción de diferentes medidas de intervención para controlar ese virus. Presenta datos sobre la transmisibilidad del SARS-CoV-2 por vía aérea, a pesar de las dificultades técnicas y metodológicas para detectar ese agente en el aire, situación que dificulta duras conclusiones sobre la transmisión aérea del patógeno. **Conclusión:** Se cree que es un error utilizar la falta de conclusiones sobre la identificación del SARS-CoV-2 en muestras de aire para cuestionar la transmisión aérea e, igualmente, recomendar medidas de prevención según el tamaño aerodinámico de los virus. Así, el uso de los respiradores N95 por parte de los profesionales sanitarios durante la pandemia debe ser una medida básica e inequívoca para la protección y seguridad de esta población. **Palabras clave:** Enfermedad viral COVID-19. Aerosoles. Transmisión de enfermedad infecciosa. Respiradores N95.

¹Universidade do Estado da Bahia – Salvador (BA), Brasil.

Autora correspondente: costaeliana2003@hotmail.com

Recebido: 04/10/2021 – **Aceito:** 05/04/2022

<https://doi.org/10.5327/Z1414-442520227764>

INTRODUÇÃO

O mundo convive, desde março de 2020, com uma crise sanitária jamais vivenciada: a pandemia causada pelo SARS-CoV-2 (COVID-19), que constitui um desafio global à saúde pública, responsável por mais de 430 milhões de pessoas infectadas e mais de 6 milhões de mortes¹⁻⁴.

Essa pandemia, para além do sofrimento humano físico, psíquico e social, trouxe profunda desorganização social em todos os níveis. Afetou e tem afetado, particularmente, os serviços de saúde, impactados diretamente pela avalanche de pessoas infectadas e pela necessidade de respostas rápidas a despeito das incertezas epidemiológica, diagnóstica e terapêutica relacionadas com o gerenciamento de um agente infeccioso emergente, desconhecido e de altas transmissibilidade e patogenicidade⁵.

Desde que o SARS-CoV-2 foi identificado na China em dezembro de 2019, em pacientes com pneumonia atípica, o conhecimento sobre a transmissão desse vírus evolui à medida que novas evidências se acumulam. É consenso que a COVID-19 é uma doença predominantemente respiratória, cujo espectro clínico pode variar desde infecção assintomática até doença respiratória aguda grave, sepse com disfunção de órgãos e morte^{1-4,6}.

Também já é de amplo conhecimento que uma pessoa infectada pode transmitir esse vírus nos períodos pré-sintomático (48 horas antes da doença clínica) e sintomático, e mesmo sem apresentar sintomas, de modo que pessoas infectadas e assintomáticas respondem por 40 a 45% das infecções pelo SARS-CoV-2^{6,7}.

Assim, a compreensão do modo de transmissão desse agente etiológico e de fatores associados que contribuem para a sua disseminação é uma prioridade para a sociedade científica, órgãos reguladores e sistemas nacionais de saúde, tendo em vista que essa evidência é nuclear para o desenvolvimento das estratégias eficazes para prevenir, conter e mitigar a COVID-19^{4,6}.

O risco de infecção pelo SARS-CoV-2 varia de acordo com a quantidade de vírus a que uma pessoa é exposta, entretanto o volume inóculo necessário para causar infecção ainda não foi estabelecido⁴. Até o momento, o principal modo de transmissão é a exposição a fluidos respiratórios contaminados com o vírus, e essa exposição pode ocorrer por meio do contato direto, indireto ou próximo com pessoas infectadas, através de secreções como saliva e secreções respiratórias ou gotículas respiratórias expelidas durante tosse, espirro, fala ou canto⁶.

Para efeito de transmissão de patógenos, os fluidos respiratórios são classificados por órgãos como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Centers for Disease Control and Prevention (CDC) americano segundo o tamanho das suas partículas, com limite de ponto corte de 5 μm ^{1-4,6,8}.

As gotículas maiores de 5 μm (“transmissão por gotículas”), após expelidas, espalham-se pelo ar em segundos a minutos e depositam-se em superfícies próximas do emissor (1 a 2 m). As pequenas gotículas (menores do que 5 μm) e as partículas de aerossol (“transmissão aérea”) são formadas quando essas gotículas finas secam rapidamente e são pequenas o suficiente para que possam permanecer suspensas no ar por minutos a horas¹⁻⁴.

A transmissão do SARS-CoV-2 por gotículas respiratórias pode ocorrer quando uma pessoa está em contato próximo (até 1 metro de distância) com uma pessoa infectada que tem sintomas respiratórios (tosse ou espirro) ou que está falando ou cantando. Nessas circunstâncias, gotículas respiratórias que contêm vírus podem atingir a boca, o nariz ou os olhos de uma pessoa suscetível e resultar em infecção. A transmissão por contato indireto, que envolve o contato de um hospedeiro suscetível com um objeto ou superfície contaminada (transmissão via fômite), também é possível^{4,7,9}.

Para a OMS, a transmissão aérea desse vírus pode também ocorrer durante a realização de procedimentos médicos que geram aerossóis, e esse órgão, juntamente com a comunidade científica, vem avaliando ativamente se o SARS-CoV-2 também pode ser disseminado através de aerossóis mesmo na ausência desses procedimentos^{2,7-11}.

O SARS-CoV-2 pode permanecer viável no ar por até 3 horas (média de 1,1 hora)^{7,12-15}. Segundo o CDC⁴, sua transmissão por inalação do ar a mais de 6 m de uma fonte infecciosa pode ocorrer, especialmente em espaços fechados e mal ventilados, com ar com concentração de fluidos respiratórios expirados, pelo aumento da exalação de fluidos respiratórios de pessoa infectada quando em esforço físico ou aumento do timbre da voz, em exposição prolongada a essas condições, por período maior do que 15 minutos.

Nos serviços de saúde, a racionalidade de que esse patógeno é transmitido essencialmente por meio de gotículas respiratórias tem determinado a recomendação por órgãos regulatórios, incluindo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do uso da máscara cirúrgica para “evitar a contaminação do nariz e boca do profissional por gotículas respiratórias”, quando este “atuar a uma distância inferior a 1 metro do paciente suspeito ou confirmado de infecção pelo SARS-CoV-2”. O uso da máscara N95 está recomendada para

profissionais de saúde “durante a realização de procedimentos assistenciais passíveis de liberação de partículas aerossolizadas”, a exemplo de intubação ou aspiração traqueal, ventilação mecânica não invasiva, ressuscitação cardiopulmonar, ventilação manual antes da intubação, coletas de amostras nasotraqueais e broncoscopias^{1-4,6,16}.

Segundo essa recomendação, os profissionais de saúde devem usar máscara cirúrgica durante as suas atividades laborais e reservar o uso da máscara N95 para quando o procedimento com o paciente tem potencial de gerar partículas aerossolizadas do vírus e, assim, contaminar o profissional.

Ocorre que autores discordam do limite de 5 µm de tamanho de partículas adotado pelas autoridades de saúde pública para definir “gotícula” ou “aerossol” e reportam que partículas muito maiores do que o limite de 5 µm podem permanecer suspensas no ar por muitos minutos, deslocar-se dependendo das correntes de ar e das condições de ventilação do ambiente e implicar, significativamente, com as medidas de prevenção ora adotadas nesta pandemia^{6-8,13}.

Ademais, segundo a última pesquisa da física moderna do aerossol, 100 µm é considerado o limite de tamanho de partículas entre aerossóis e gotículas; pesquisadores propõem, portanto, referir as emissões respiratórias como “partículas respiratórias”, com a compreensão de que estas incluem partículas que são transmitidas tanto por meio do ar quanto na forma de gotículas^{7,8}.

Dado que a classificação das partículas de fluidos orais referidas como “gotículas” ou “aerossóis” tem sido objeto de questionamentos nesta pandemia e gerado debates acerca da sua capacidade de permanecer suspensas no ar ao longo do tempo, com implicações nas recomendações das medidas de prevenção e controle, particularmente do tipo de máscara de proteção a ser utilizado contra o SARS-CoV-2, este ensaio acadêmico procura responder ao seguinte questionamento: *em que medida a indicação do uso da máscara N95 apenas quando da realização de procedimentos geradores de aerossol é segura e protege os profissionais de saúde da COVID-19?*

OBJETIVO

Apresentar elementos teóricos acerca da transmissão do SARS-CoV-2 por meio das partículas respiratórias, para além do seu diâmetro aerodinâmico e da sua trajetória balística, de modo a subsidiar reflexões sobre a adequação do uso de máscaras pelos profissionais de saúde.

MÉTODO

Trata-se de um ensaio acadêmico realizado com dados de uma revisão narrativa da literatura. Os estudos foram obtidos nas bases eletrônicas da Biblioteca Virtual em Saúde e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), utilizando-se os descritores da saúde “SARS-CoV-2”, “aerossol”, “gotícula” e “máscara N95”, com auxílio do operador booleano AND. Também foram realizadas buscas nos sites da OMS, do CDC e da ANVISA.

Os critérios de inclusão foram: artigos em inglês, espanhol e português, que abordassem os mecanismos de transmissão do SARS-CoV-2 e medidas de prevenção da exposição a esse vírus, especialmente tipo de máscara, entre os anos de 2016 a 2021.

Foram excluídos trabalhos que não abordavam transmissão viral, recomendações preventivas, que estavam fora do escopo do tempo de publicação definido e os artigos de acesso via pagamento.

A busca dos dados foi feita *online* nos meses de maio e junho de 2021, e inicialmente foram identificados 1.480 artigos. Após a leitura do título e resumo, foram excluídos 1.460 trabalhos e selecionados os 24 que integram este ensaio.

Após a seleção, os artigos foram lidos integralmente e analisados segundo um instrumento de coleta de dados que incluiu: nome do artigo, objetivos, material e método, resultados e conclusão.

RESULTADOS

A COVID-19 revelou, mais uma vez, que os profissionais de saúde, em função da sua exposição a fluidos corporais contaminados de pacientes, estão muito mais expostos do que a população em geral. Assim, o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) deve ser medida basilar dentro dos serviços de saúde².

Sendo assim, é importante clarificar a confusão significativa dos autores acerca da definição dos termos “gotículas”, “núcleos de gotículas”, “aerossóis” e “partículas”, divergências essas que têm contribuído para entendimentos diferenciados sobre os mecanismos de transmissão do agente etiológico da COVID-19, levando à adoção de distintas medidas de intervenção para o controle desse vírus^{8,9}.

Gotículas respiratórias, formadas por secreções respiratórias e saliva, são emitidas na fala, tosse, espirro e mesmo por meio de respiração silenciosa. Seus diâmetros abrangem o espectro de < 1 µm para > 100 µm. As gotículas menores

são reduzidas rapidamente para 20 a 40% do seu diâmetro original, deixando resíduos chamados “núcleos de gotícula” ou “aerossóis”^{7,8,12-15}.

Desse modo, gotículas respiratórias com uma ampla gama de diâmetros podem permanecer suspensas no ar e são consideradas veículos de transmissão aérea. Não podem ser estaticamente classificadas com um limite de corte de diâmetro porque a capacidade dessas partículas de permanecer suspensas no ar depende de muitos fatores para além do seu tamanho, incluindo o momento em que elas são expulsas e as características do fluxo de ar circundante (velocidade, turbulência, direção, temperatura e umidade relativa)⁸.

Assim, dependendo das condições de fluxo de ar, partículas classificadas inadequadamente como de “tamanho grande” (diâmetro > 5 µm) podem viajar muito mais do que a distância “mítica” de 1 a 2 m na qual tais partículas cairiam no chão. Há que se considerar que mesmo “grandes partículas” podem se comportar como “aerossóis” tradicionais. Ambos os “aerossóis” e as “gotículas” devem ser analisados como extremos de uma faixa de tamanho para a qual o padrão aéreo variará a depender das condições ambientais locais⁸.

O período de tempo clinicamente relevante para a permanência de partículas suspensas no ar depende da ventilação. Sistemas de ventilação hospitalares que realizam trocas de ar fornecem ar limpo e filtrado e exaurem quaisquer partículas para o ambiente externo no tempo de 10 a 30 minutos (sistemas que realizam seis trocas de ar por hora) e de 5 a 15 minutos (sistemas que realizam 12 trocas de ar/hora). Na ausência de sistemas de ventilação mecânicos e na ausência de janelas ou portas abertas, partículas transportadas pelo ar podem potencialmente levar horas para se estabelecerem no chão, constituindo risco de exposição para profissionais de saúde e pacientes, especialmente se estes estiverem próximos da fonte humana infectante e na ausência do uso de máscaras faciais⁸.

DISCUSSÃO

Para alguns autores, na descrição do modo de transmissão de patógenos, o tamanho limiar mais racional para distinguir “gotículas” de “aerossóis”, em termos do seu comportamento físico e rota de exposição, é de 100 µm e não 5 µm, como descrito pela OMS e pelo CDC⁸. Para efeito didático, eles sugerem a utilização dos termos “gotículas” para partículas que caem no chão (ou qualquer superfície, mesmo as verticais) sob a influência da gravidade e/ou o impulso do ar expirado de uma

pessoa infectada; e “aerossóis” para partículas que permanecem suspensas graças ao tamanho e/ou às condições ambientais. O termo “partículas respiratórias” deveria, no entanto, ser usado para se referir a gotículas e aerossóis em termos gerais⁸.

Crescem evidências que apoiam a transmissibilidade do SARS-CoV-2 pelo ar, tendo em vista que exposição a pequenas partículas aéreas é igualmente, ou até mais, passível de resultar em infecção do que a transmissão mais amplamente reconhecida por gotículas maiores^{8,17}. Entretanto, a detecção de amostras desse agente no ar tem sido dificultada por problemas técnicos (ineficiência na coleta de partículas finas, desidratação e danos virais durante o processo de coleta) e problemas metodológicos (indefinição de técnicas de amostragem, ausência de métodos validados), situação que tem dificultado conclusões mais contundentes acerca da transmissão aérea desse patógeno¹⁸⁻²².

Nesse sentido, se um vírus infeccioso se dissemina predominantemente por meio de grandes gotículas respiratórias que caem rapidamente e se depositam em superfícies, permanecendo pouco tempo suspensas no ar, como veiculado por muitos autores e órgãos reguladores, as principais medidas de controle são norteadas para a redução do contato direto, o distanciamento e as barreiras físicas, o uso de máscaras como barreira das gotículas, a higiene respiratória, o reforço à higienização das mãos e a descontaminação de superfícies. Tais políticas não fazem distinção entre interiores e exteriores, uma vez que o mecanismo de transmissão orientado pela gravidade é semelhante para ambas as configurações¹⁸.

Entretanto, se um vírus infeccioso é principalmente transmitido pelo ar, um indivíduo pode potencialmente ser infectado ao inalar aerossóis produzidos quando uma pessoa infectada expira, fala, grita, canta, espirra ou tosse. A redução da transmissão aérea do vírus requer medidas para evitar a inalação de aerossóis infecciosos, que incluem a implementação de sistema de ventilação e filtragem de ar, a redução da aglomeração e do tempo de exposição, o uso de máscaras mesmo dentro de casa, a atenção à qualidade e ao ajuste da máscara e a proteção de maior grau para a equipe de saúde e os trabalhadores da linha de frente¹⁸.

Autores¹⁸ enumeram dez evidências que apoiam a hipótese da transmissão aérea do SARS-CoV-2. Entre elas, ressaltamos:

1. SARS-CoV-2 viável foi identificado em amostras de ar em salas ocupadas por pacientes de COVID-19, na ausência de procedimento gerador de aerossol;
2. A transmissão de longo alcance entre pessoas em quartos adjacentes;

3. A transmissão assintomática ou pré-sintomática de pessoas que não estão tossindo ou espirrando;
4. O SARS-CoV-2 foi identificado em filtros de ar e dutos de construção em hospitais com pacientes COVID-19, locais que só podem ser alcançados por aerossóis.

Com essas considerações, quais as implicações desses conhecimentos especificamente para profissionais de saúde? Além dos benefícios óbvios do conhecimento científico acerca da transmissão do SARS-CoV-2 por “partículas respiratórias”, independentemente do seu tamanho aerodinâmico e alcance balístico, há a necessidade da adoção de medidas que efetivamente minimizem o risco de infecção para profissionais de saúde durante suas atividades laborais, entre elas o uso adequado de máscara faciais.

As máscaras cirúrgicas protegem o usuário, reduzindo a exposição a gotículas recebidas e aerossóis de pessoas infectados, porém a capacidade de filtragem dessas máscaras varia a depender do tamanho micron do vírus e da marca e, portanto, elas destinam-se essencialmente a proteger o usuário contra a penetração de fluidos respiratórios. Uma máscara N95 (também denominada de N99, N100, PFF2 ou PFF3) é um respirador com filtro mecânico, projetado para a filtragem de pelo menos 95% das partículas de até 0,3 μm transportadas pelo ar, sendo, portanto, projetado para a proteção antimicrobiana ou antiviral ou a filtragem de partículas²³.

Nesse sentido, com base nas evidências que sustentam a transmissão aérea da COVID-19, o uso de respiradores N95 / FFP2 / FFP3 pelos profissionais de saúde que assistem diretamente pacientes está recomendado independentemente da condição da realização de procedimentos que geram aerossol, a despeito das recomendações contraditórias mesmo por órgãos normativos de excelência como o CDC e a OMS^{2,23,24}.

Faz-se necessário, entretanto, que os profissionais de saúde utilizem o respirador ajustado à face e que realizem os testes de vedação para a adequada filtragem do ar, tendo em vista que qualquer vazamento conduz à respiração parcial do ar ambiente, sem qualquer filtragem²³. É importante

também o conhecimento da colocação e retirada das máscaras quando o uso for estendido, e, nessa situação, a normatização do número limite de usos, bem como as condições de acondicionamento, devem ser parte da política de utilização desses equipamentos, de modo a conservar sua integridade e proteger o profissional de saúde.

CONCLUSÃO

Este ensaio alcançou o seu objetivo ao discutir elementos teóricos relacionados com a transmissão do SARS-CoV-2 por meio das partículas respiratórias, de modo a subsidiar reflexões sobre a adequação do uso de máscaras pelos profissionais de saúde.

Ratifica-se ser um erro científico usar a falta de evidências diretas da identificação do SARS-CoV-2 em amostras de ar para lançar dúvidas sobre a transmissão aérea, igualmente para recomendar medidas de prevenção tendo por base o tamanho aerodinâmico dos vírus. Nesse sentido, a presente pesquisa demonstra que o uso da máscara N95 por profissionais de saúde que cuidam de pacientes, suspeitos ou confirmados de COVID-19 pode ser considerado uma medida basilar e inequívoca para a proteção e a segurança dessa população.

São necessários, também, não apenas a aquisição desses equipamentos pelos serviços de saúde, mas o treinamento dos profissionais para o seu uso e manutenção, com vistas à proteção da saúde desses trabalhadores durante seus cuidados laborais.

FONTE DE FINANCIAMENTO

Nenhuma.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram que não há conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Mask use in the contexto of COVID-19. Geneva: World Health Organization; 2020. [acessado em 05 mai. 2022]. Disponível em: [https://www.who.int/publications/i/item/advice-on-the-use-of-masks-in-the-community-during-home-care-and-in-healthcare-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)-outbreak](https://www.who.int/publications/i/item/advice-on-the-use-of-masks-in-the-community-during-home-care-and-in-healthcare-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-(2019-ncov)-outbreak)

2. World Health Organization. Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease (COVID-19) and considerations during severe shortages. Geneva: World Health Organization; 2020. [acessado em 05 mai. 2022]. Disponível em: [https://www.who.int/publications/i/item/rational-use-of-personal-protective-equipment-for-coronavirus-disease-\(covid-19\)-and-considerations-during-severe-shortages](https://www.who.int/publications/i/item/rational-use-of-personal-protective-equipment-for-coronavirus-disease-(covid-19)-and-considerations-during-severe-shortages)
3. World Health Organization. Prevention, identification and management of health worker infection in the context of COVID-19. Geneva: World Health Organization; 2020. [acessado em 10 jun. 2021]. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/10665-336265>
4. Center for Disease Control and Prevention. Scientific Brief: SARS-CoV-2 Transmission. Updated 7 Mai 2021. [acessado em 28 mai. 2021]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/sars-cov-2-transmission.html#print>
5. Rede CoVida. Ciência, Informação e Solidariedade. Recomendações para procedimentos assistências em saúde à luz da segurança do paciente durante a pandemia de COVID-19. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2020. [acessado em 23 jun. 2021]. Disponível em: <https://redecovida.org/main-site-covida/wp-content/uploads/2020/09/Relatorio-Seguran%C3%A7a-do-Paciente.pdf>
6. World Health Organization. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. Geneva: World Health Organization; 2020. [acessado em 30 mai. 2021]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/transmission-of-sars-cov-2-implications-for-infection-prevention-precautions>
7. Howard J, Huang A, Li Z, Tufekci Z, Zdimar V, van der Westhuizen HM, et al. An evidence review of face masks against COVID-19. *Proc Natl Acad U S A*. 2021;118(4):e2014564118. <http://doi.org/10.1073/pnas.2014564118>
8. Tang JW, Bahnfleth WP, Bluysen PM, Buonanno G, Jimenez JL, Kurnitski J, 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. <http://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.12.022>
9. Sriraman K, Shaikh A, Parikh S, Udupa S, Chatterjee N, Shastri J, et al. Non-invasive adapted N-95 mask sampling captures variation in viral particles expelled by COVID-19 patients: implications in understanding SARS-CoV2 transmission. *PLoS One*. 2021;16(4):e0249525. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249525>
10. Buonanno G, Stabile L, Morawska L. Estimation of airborne viral emission: quantifying emission rate of SARS-CoV-2 for infection risk assessment. *Environ Int*. 2020;141:105794. <http://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105794>
11. Schijven J, Vermeulen LC, Swart A, Meijer A, Duizer E, Husman AMR. Quantitative microbial risk assessment for airborne transmission of SARS-CoV-2 via breathing, speaking, singing, coughing, and sneezing. *Environ Health Perspect*. 2021;129(4):47002. <http://doi.org/10.1289/EHP7886>
12. 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 U S A*. 2020;117(22):11875-7. <http://doi.org/10.1073/pnas.2006874117>
13. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med*. 2020;382(16):1564-7. <http://doi.org/10.1056/NEJMc2004973>
14. Morawska L, Johnson GR, Ristovski ZD, Hargreaves M, Mengersen K, Corbett S, et al. Size distribution and sites of origin of droplets expelled from the human respiratory tract during expiratory activities. *Journal of Aerosol Science*. 2009;40(3):256-69. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2008.11.002>
15. Pan M, Lednicky JA, Wu CY. Collection, particle sizing and detection of airborne viruses. *J Appl Microbiol*. 2019;127(6):1596-611. <http://doi.org/10.1111/jam.14278>
16. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. NOTA TÉCNICA GVIMS/GGTS/ANVISA Nº 04/2020. Orientações para serviços de saúde: medidas de prevenção e controle que devem ser adotadas durante a assistência aos casos suspeitos ou confirmados de infecção pelo novo CORONAVÍRUS (SARS-CoV-2) – atualizada em 25/02/2021. Brasília: ANVISA; 2021. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/notas-tecnicas/nota-tecnica-gvims_ggts_anvisa-04_2020-25-02-para-o-site.pdf
17. Brochot C, Saidi MN, Bahloul A. How effective is the filtration of 'KN95' filtering facepiece respirators during the COVID-19 pandemic? *Ann Work Expo Health*. 2021;6(3):358-66. <http://doi.org/10.1093/annweh/wxaa101>
18. Greenhalgh T, Jimenez JL, Prather KA, Tufekci Z, Fisman D, Schooley R. Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2. *Lancet*. 2021;397(10285):1603-5. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00869-2](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00869-2)
19. Heneghan CJ, Spencer EA, Brassey J, Plüddemann A, Onakpoya IJ, Evans DH, et al. SARS-CoV-2 and the role of airborne transmission: a systematic review. *F1000Research*. 2021;10:232. <http://doi.org/10.12688/f1000research.52091.2>
20. Morawska L, Milton DK. It is time to address airborne transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Clin Infect Dis*. 2020;71(9):2311-3. <http://doi.org/10.1093/cid/ciaa939>
21. 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(4):550-61. <http://doi.org/10.1093/infdis/jiaa742>
22. Zou L, Ruan F, Huang M, Liang L, Huang H, Hong Z, et al. SARS-CoV-2 viral load in upper respiratory specimens of infected patients. *N Engl J Med*. 2020;382(12):1177-9. <http://doi.org/10.1056/NEJMc2001737>
23. Barycka K, Szarpak L, Filipiak KJ, Jaguszewski M, Smereka J, Ladny JR, et al. Comparative effectiveness of N95 respirators and surgical/face masks in preventing airborne infections in the era of SARS-CoV2 pandemic: a meta-analysis of randomized trials. *PLoS One*. 2020;15(12):e0242901. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242901>
24. Chu DK, Akl EA, Duda S, Solo K, Yaacoub S, Schünemann HJ. 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(10242):P1973-87. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31142-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31142-9)

